

Bachelorarbeit

Veronika Blümel

Geboren am 29.11.1989

Der Mensch als Wirt für Parasiten und die Auswirkungen von Parasitosen auf den Körper

Bachelorstudium Gesundheits- und Pflegewissenschaft

Medizinische Universität Graz

Unter der Betreuung von:

Ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Anna Gries

Institut für Physiologie

Harrachgasse 21/V, 8010 Graz

Im Rahmen der Lehrveranstaltung: Physiologie

September 2013

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Weiter erkläre ich, dass ich diese Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.

Graz, am 08. September 2013



Blümel Veronika

Veronika Blümel

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	1
2. METHODE.....	2
3. PARASITISMUS.....	2
3.1 Das Zusammenleben zwischen Wirt und Parasit	2
3.2 Formen des Parasitismus	4
3.3 Übertragungswege.....	4
4. PARASITEN – EINE ZENTRALE BELASTUNG	5
4.1 Pathogenität von Parasiten	6
4.2 Belastungen und Schädigung von Wirtsindividuen und Populationen durch Parasiten	6
5. PARASITEN VERÄNDERN IHRE WIRTE	8
5.1 Programmierter Tod von Parasitenstadien	10
6. PARASITISCHE PROTOZOEN BEIM MENSCHEN	10
6.1 Trichomonas vaginalis	11
6.2 Flagellaten des Darms	12
6.2.1 Trichomonas tenax	12
6.2.2 Entamoeba gingivalis	12
6.3 Giardia lamblia	12
6.4 Trypanosoma brucei-Gruppe.....	13
6.5 Südamerikanische Trypanosomen – Trypanosoma cruzi	13
6.6 Leishmania-Arten.....	14

6.7	Leishmania donovani-Komplex	14
6.8	Entamoeba histolytica	14
6.9	Isospora belli	15
6.10	Cryptosporidium-Arten	15
6.11	Sarkosporidien	15
6.11.1	Sarcocystis-Arten im Darm (S. suihominis, S. bovihominis)	16
6.12	Toxoplasma gondii	16
6.13	Plasmodium-Arten	17
6.14	Babesia-Arten	17
6.15	Balantidium coli	18
6.16	Pneumocystis carinii	18
6.17	Blastocystis-Arten	18
6.18	Mikrosporidien	19
7.	HELMINTHEN	19
7.1	Trematoda	20
7.1.1	Schistosoma haematobium und andere Arten	21
7.1.2	Clonorchis- und Opisthorchis-Arten	22
7.1.3	Paragonimus-Arten	22
7.1.4	Weitere Arten von Trematoden.....	23
7.2	Cestoda	24
7.2.1	Taenia solium.....	25
7.2.2	Taenia saginata	25
7.2.3	Diphyllobothrium-Arten.....	26
7.2.4	Hymenolepsis-Arten.....	26

7.2.5	Echinococcus-Arten	27
7.2.6	Dipylidium caninum.....	27
7.3	Nematoda.....	27
8.	GIFTIGE ARTHROPODEN.....	30
8.1	Skorpione.....	30
8.2	Spinnen.....	31
8.3	Zecken	32
8.4	Milben.....	33
8.5	Insekten	33
8.5.1	Flöhe	34
8.5.2	Läuse.....	34
8.5.3	Wanzen.....	34
8.5.4	Mücken.....	35
8.5.5	Fliegen.....	35
9.	PARASITENBEFALL VORBEUGEN.....	36
10.	WAS BEI PARASITENBEFALL ZU TUN IST.....	37
11.	SCHLUSSFOLGERUNG.....	37
	GLOSSAR.....	39
	LITERATURVERZEICHNIS	41
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	44
	TABELLENVERZEICHNIS	44

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit soll einen Überblick über die am häufigsten vorkommenden Parasiten des Menschen geben und auch die durch Parasitenbefall entstehenden gesundheitlichen Probleme und Krankheiten sollen kurz beschrieben werden.

Parasitäre Erkrankungen beherrschen nach wie vor die Gesundheit und das Leben der Menschen in aller Welt. Trotz großer Erfolge in der Prävention und Therapie von Parasitosen, stellen Parasiten eine enorme Bedrohung für die Gesundheit des Menschen dar. Einzelne Parasiten weisen die Besonderheit auf, dass sie sowohl Menschen als auch Tiere befallen können und somit im Stande sind, sogenannte Zoonosen auszulösen (Mehlhorn 2012, p. 1). Parasiten sind Nutznießer und siedeln sich im Inneren oder außen am Menschen an, dennoch haben sie primär kein Interesse daran, ihren Wirt zu töten. Trotzdem sind Parasiten häufig die Ursache für schwere oder sogar tödliche Krankheiten. Die größten Schädlinge sind meist nicht auf den Menschen als Wirt angewiesen und stellen für den Körper eine große Bedrohung dar (Zimmer 2001, p. 14). Tatsache ist, dass der Mensch jenes Lebewesen ist, das die meisten Parasiten beherbergt. Kein Tier wird von so zahlreichen Parasiten heimgesucht wie der Mensch. Aus diversen Studien geht hervor, dass sich etwa 70 verschiedene Einzeller und mehr als 350 unterschiedliche Würmer im Inneren des Menschen befinden können. Dazu kommen an die 100 Gliederfüßer, die außen auf dem Menschen parasitieren. Die meisten Parasiten sind permanente Mitbewohner des Menschen, die auch nicht immer schädigend auf den Wirt wirken. Auch im Zuge der Globalisierung haben sich Parasiten schnell ausgebreitet und einen Weg gefunden, sich dementsprechend schnell anzupassen, um sich von ihrem Wirt versorgen zu lassen (Walochnik 2011, p. 11).

Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

- Welche Arten von Parasiten beherbergt der Mensch und welche Auswirkungen haben die dadurch entstehenden Parasitosen auf den Körper?

2. Methode

Für die vorliegende Arbeit habe ich in den Bibliotheken der medizinischen Universität Graz und der Karl-Franzens Universität nach geeigneter Literatur gesucht. Zudem habe ich zahlreiche wissenschaftliche Internetquellen herangezogen, um ein umfassendes Wissen zu erhalten. Diese Bachelorarbeit ist daher im Wesentlichen eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der durchgeführten Fachliteraturrecherche.

3. Parasitismus

Parasiten sind Lebewesen, die in oder auf einem fremden Körper existieren, ihm Schaden zufügen und sich davon nähren, indem sie als Gast in Abhängigkeit von ihrem Wirt leben. Parasiten nehmen von ihrem Wirt Nahrung in Form von Energie auf, ohne ihn dementsprechend zu entschädigen. Der Parasitismus ist weltweit verbreitet und es ist bewiesen, dass mehr als 50% aller Lebewesen parasitär besiedelt sind. So befinden sich in oder an fast jedem mehrzelligen Lebewesen mehrere Parasiten, die spezifisch an den Wirt angepasst sind. Der Begriff "Parasit" leitet sich vom griechischen Wort "*parasitos*" ab und bedeutet übersetzt "Besitzer". Heute werden gängige Ausdrücke wie "Schmarotzer" oder "Mitsesser" dafür verwendet (Lucius & Loos Frank 2008, p. 3).

3.1 Das Zusammenleben zwischen Wirt und Parasit

Die Beziehungen der Parasiten zu ihren Wirten weisen unterschiedlichste Formen auf, wobei der Nutzen oft sehr ungleich verteilt ist. Es gibt sowohl Beziehungen, wovon beide Partner profitieren, als auch welche, bei denen der Vorteil nur auf einer Seite liegt. Eine vollkommen neutrale Beziehung ist nur sehr selten gegeben. Daher lassen sich grob drei Hauptkategorien unterscheiden: Kommensialismus, Mutualismus und Parasitismus. Je nach ihren Lebensbedingungen können manche Organismen allen drei Kategorien zugeordnet werden (Lucius & Loos Frank 2008, p. 3).

Mutualismus:

Bei dieser Form von Beziehung bilden die beiden artfremden Partner eine Symbiose, indem sie auf das gemeinsame Zusammenleben angewiesen sind. Mutualistische Beziehungen decken eine große Vielfalt an Interaktionen ab, die von kleinen gegenseitigen Vorteilen, bis hin zu lebenswichtigen, wechselseitigen Abhängigkeiten der beteiligten Arten innerhalb der Beziehung reichen. So kann bei einer Trennung der Partner ihre Lebensfähigkeit stark eingeschränkt werden oder sogar bis hin zur Lebensunfähigkeit führen. In manchen Fällen ist es schwierig, die Existenz und die Tragweite einer solchen Beziehung überhaupt zu erkennen (Martin & Allgaier 2011, p. 133).

Kommensalismus:

Der Kommensalismus ist eine Nahrungsbeziehung zwischen den Partnern. Parasiten leben von den Abfallstoffen oder von Nahrungsbestandteilen, die für den Wirt nicht mehr von Wert sind. Es kann aber auch eine Beziehung vorliegen, in der ein Wirt lediglich als Lebensraum genutzt wird. So spricht man von Epökie, wenn sich Organismen auf artfremden Partnern ansiedeln und Entökie, wenn Organismen das Innere des Wirtes besiedeln (Lucius & Loos Frank 2008, p. 7).

Parasitismus:

Von dieser einseitigen Beziehung profitiert nur der Parasit. Der Wirt bietet den Parasiten eine günstige Umgebung, deckt ihren Bedarf an Ernährung, Atmung und Stoffwechsel und stellt einen optimalen Lebensraum für ihre weitere Entwicklung dar. Parasiten sind nicht immer zwangsläufig schädlich und führen oft völlig harmlose Beziehungen mit ihren natürlichen Wirten. Unter normalen Umständen entwickeln sie sich nicht zu Pathogenen. Es kann auch eine ausbalancierte Pathogenität vorliegen, so existiert beispielsweise das Tollwutvirus friedlich mit wilden Säugetieren und entwickelt sich erst im Menschen zum tödlichen Krankheitserreger. Dabei könnte es sich um eine evolutionäre Regel handeln, nach der eine unausgewogene Pathogenität ausschließlich bei der Etablierung eines Mikroorganismus in einem unnatürlichen Wirtsorganismus auftritt (Mims et al. 2006, pp. 67-68).

3.2 Formen des Parasitismus

Fakultative Parasiten sind Organismen, die nicht dazu gezwungen sind, dauernd parasitisch zu leben. Sie töten ihren Wirt, wachsen danach weiter und verbleiben auf dem toten Wirtskörper um sich fortzupflanzen. Ein toter Wirt stellt für fakultative Parasiten eine geeignete Nahrungsquelle dar, von dem aus sie andere befallen und töten können. Meist sind Parasiten jedoch obligate Parasiten was bedeutet, dass sie nach dem Tod ihres Wirtes nicht weiter am Wirtskörper existieren können (Townsend, Harper & Begon 2003, p. 296). Beim Hemiparasitismus lebt nur ein Geschlecht parasitisch und wird auch als Halbschmarotzer oder als Halbparasit bezeichnet. Man unterscheidet auch zwischen permanenten Parasiten, die in all ihren Entwicklungsstadien parasitisch leben und periodischen Parasiten, die nur in bestimmten Phasen ihres Lebens einen Wirt aufsuchen (Lucius & Loos Frank 2008, p. 10). Ektoparasiten schmarotzen auf der Körperoberfläche wie beispielsweise auf der Haut oder im Haar ihres Wirtes. Sie können allerdings auch oberflächliche Körperhöhlen befallen, die in unmittelbarer Verbindung zur Außenwelt stehen. Unter den Ektoparasiten befinden sich zahlreiche temporäre Parasiten, für die der Wirt nur zur Nahrungsaufnahme dient, während stationäre Parasiten den ständigen Kontakt zu ihrem Wirt suchen. Endoparasiten leben hingegen im Inneren ihres Wirtes und kommunizieren indirekt über den beherbergten Organismus mit der Außenwelt. Sie können nach Lokalisation in Organ-, Blut- und Gewebeparasiten eingeteilt werden (Hiepe, Lucius & Gottstein 2006, pp. 6-7).

3.3 Übertragungswege

Durch die unterschiedlichsten Arten von Parasiten, sind auch die Übertragungswege sehr unterschiedlich. Die häufigste und einfachste Form der Übertragung stellt die Kontaktinfektion dar. Dabei werden die Parasiten von einem befallenen Organismus auf einen gesunden Wirt übertragen. Beispiele hierfür wären Milben oder Läuse, die durch Hautkontakt übertragen werden. Bei der oralen Infektion kommt es zur Aufnahme von Infektionsstadien wie beispielsweise Eier oder Larven über die Mundöffnung. Bei Infektionsstadien, die aus dem Kot kommen und aufgenommen werden, spricht man von faeco-oraler Infektion. Seltener Übertragungswege stellen Körperöffnungen wie Nase, Ohr, Auge, Wunden, Rektum und Genitalöffnungen dar, sie sind jedoch durchaus möglich. Besonders bei Helmintheninfektionen spielt die perkutane Infektion eine große Rolle. Dabei dringen die Infektionsstadien unbemerkt in die Haut des Wirtes ein. Häufig ist auch eine zyklisch-alimentäre Übertragung durch Arthro-

podenwirte ausschlaggebend, in denen ein Teil des parasitären Entwicklungszyklus mit zum Teil massiver Vermehrung des Parasiten abläuft (Lucius & Loos Frank 2008, p. 16).

Diese oben genannten Formen werden durch Übertragung innerhalb einer Wirtspopulation ausgelöst und werden daher horizontale Übertragung genannt. Eine vertikale Übertragung dagegen liegt, bei einer Übertragung auf die nächste Generation vor. Befallen Parasiten die Nachkommen eines Wirtes im Mutterleib oder während der Geburt, spricht man von der konnatalen Infektion (Lucius & Loos Frank 2008, p. 16).

4. Parasiten – eine zentrale Belastung

Betrachtet man die offiziellen Zahlenwerte der quantitativen Labornachweise zum Thema Parasitenbefall, erkennt man durchaus eine massive Belastung der Bevölkerung. Einige Parasiten sind jedoch durch klinische Untersuchungsmethoden nur sehr schwer zu diagnostizieren, was auf folgende Ursachen zurückzuführen ist (Baklayan 1999, p. 79):

- Parasiten schützen sich durch Verbindungen, die in unserem Bindegewebe vorkommen, die sogenannten Mucopolysaccharide. Diese werden von der Immunabwehr nicht erkannt, was Parasiten aktiv zu ihrem Vorteil nutzen und Mucopolysaccharide auf ihrer Oberfläche aufbauen, was ihnen regelrecht als Tarnung dient. Zudem können sie die Eigenschaft dieser Substanzen laufend ändern, um sich an unsere Abwehr anzupassen und so verborgen zu bleiben.
- Es gibt eine molekulare Mimikry: Das heißt, Parasiten synthetisieren wirtsspezifische Stoffe, die sich in ihren Strukturen teilweise an diejenigen ihres Wirtes angleichen und bauen sie in ihre Oberflächenschichten ein. Diese angeglichenen Stoffe werden deshalb weniger vom Immunsystem erkannt, weil ähnliche oder gleiche Substanzen auch im Wirt vorkommen. Da der Wirtsorganismus gegen die körpereigenen Stoffe keine Antikörper bildet, werden diese Bestandteile des Pathogens nicht als Antigen erkannt. Parasiten tarnen sich also durch die Antikörper des Wirtes selbst.
- Parasiten bevölkern Organsysteme mit geringer Immunaktivität wie beispielsweise das Gehirn. Viele Parasiten haben allerdings häufig zusätzliche Verfahren entwickelt, durch die sie das Immunsystem des Wirtes durch Immunblockaden teilweise oder ganz ausschalten können. Dies kommt zu Stande, wenn Antikörper des Wirtes gebun-

den werden und die B-Lymphozyten zu extremer Antikörperproduktion angeregt werden, dass das ganze System zusammenbricht. Es kommt schließlich zu einer Immunsuppression.

(Baklayan 1999, p. 79)

4.1 Pathogenität von Parasiten

Parasiten besitzen die Fähigkeit, Krankheiten zu verursachen oder zu einer fortschreitenden Erkrankung zu führen, was als Pathogenität bezeichnet wird. Das Pathogenitätspotential der Parasiten tritt jedoch nicht immer deutlich in Erscheinung, da die Schadwirkung auch durch das Ausmaß an Anfälligkeit und die Abwehrlage des Wirtes mitbestimmt wird (Eckert et al. 2008, p. 12). Parasiten schaden ihrem Wirt auf folgende Art und Weise:

- Sie können Zellen und Organe mechanisch zerstören.
- Im Extremfall können maligne Wucherungen hervorgerufen werden, da Parasiten das Gewebe zu Vermehrungsprozessen stimulieren. Beispielsweise ist der kleine Leberegel dazu in der Lage, Krebs zu erzeugen.
- Parasiten entziehen dem Körper wichtige Stoffe und stellen somit für den Menschen einen Nahrungskonkurrenten dar.
- Vergiftungen werden häufig durch Stoffwechselprodukte parasitärer Erreger herbeigeführt.
- Sie können bakterielle Sekundärinfektionen hervorrufen, die größere Schäden verursachen als der Parasit selbst.
- Bestimmte Erreger wie beispielsweise Bakterien und Viren können zusätzlich durch Ektoparasiten übertragen werden.

(Baklayan 1999, p. 80)

4.2 Belastungen und Schädigung von Wirtsindividuen und Populationen durch Parasiten

Selbst Parasiten, die sehr gut an ihre Wirte angepasst sind, stellen für den Menschen eine große Belastung dar, denn selbst Parasitosen mit geringer Mortalität und Morbidität wie beispielsweise Floh- oder Lausbefall, können einen starken Einfluss auf den Wirt haben. Das

Ausmaß einer Parasitose variiert je nach Parasitenart und der Befallsintensität, hängt aber auch wesentlich von der Empfänglichkeit des Wirtes ab (Lucius & Loos Frank 2008, p. 16). Parasiten beeinflussen den Wirtsorganismus in drei unterschiedlichen Richtungen:

Nutritive Einwirkungen

Hierbei werden dem Wirt Nährstoffe sowie Körpersäfte entzogen, insbesondere Blut. Die entzogenen Nährstoffe können nicht oder nur wenig aufbereitet sein, ebenso besteht die Möglichkeit des Entzuges von bereits aufbereiteter Nahrung. Hierdurch kann die Energiezufuhr des Wirtsorganismus stark beeinträchtigt werden. Viele Parasiten sind Wirkstoffverzehrer und berauben den Wirt seiner Vitamine, Hormone und Enzyme. Zudem gibt es auch Parasiten, die ihre Nahrung nicht nur aus einer Quelle beziehen, sondern verschiedenartige Nahrung aufnehmen. Der nutritive Schaden kann je nach Individuum unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Durch diverse Studien konnte jedoch nachgewiesen werden, dass der Entzug lebenswichtiger Stoffe durch Parasiten zu Veränderungen von Bau und Funktion der Fortpflanzungsorgane führt. Dieses Phänomen bezeichnet man als „parasitäre Kastration“ (Hiepe, Lucius & Gottstein 2006, p. 17).

Metabolische Schäden

Beim Wirt kommt es durch Parasitenbefall häufig zu metabolischen Störungen, verursacht durch den Stoffwechsel parasitärer Erreger. Diese metabolischen Störungen schädigen entweder den Gesamtorganismus des Wirtes, oder es werden dadurch lokale Schäden angerichtet. Über die Schädigung des Wirtsorganismus durch parasitäre Toxine bedarf es noch weiterer Forschung. Bewiesen wurde bereits, dass eine Reihe von Ektoparasiten toxisch wirkende Substanzen sezerniert, vorwiegend mit dem Speichel. So werden in den Speicheldrüsen der Zecken, Läuse, Bettwanzen, Flöhe, Mücken und Kriebelmücken toxische Sekrete gebildet. Nach der medikamentösen Bekämpfung von Ektoparasiten finden toxisch-metabolische Einwirkungen auf den Körper statt, da nach deren Abtötung große Mengen giftiger Stoffwechselprodukte im Wirtsorganismus freigesetzt werden. Die metabolischen Schädigungen der Parasiten hängen jedoch stark von der Befallsintensität ab. Bei leicht- und mittelgradiger Befallsstärke können sie noch einigermaßen vom Wirtsorganismus kompensiert werden (Hiepe, Lucius & Gottstein 2006, p. 18).

Mechanische Einwirkungen

Allein durch die Anwesenheit der Parasiten im Wirtsorganismus wird eine mechanische Reizung bewirkt. Endoparasiten mit großen Körperausmaßen können zu Verschlüssen des Darms, der Gallengänge und der Bronchien führen. Andere Parasiten üben wiederum einen mechanischen Druck auf Organe oder umliegendes Gewebe aus, was zu Funktionsstörungen führt. Diese mechanischen Gewebsschäden werden durch die Haftorgane der Parasiten verursacht. Durch die angegriffenen Körperorgane des Wirtes können günstige Bedingungen für andere Krankheitserreger, wie beispielsweise Infektionen geschaffen werden (Hiepe, Lucius & Gottstein 2006, p. 18).

5. Parasiten verändern ihre Wirte

Eukaryotische Parasiten haben die Eigenschaft, ihre Wirte auf längere Zeit auszunutzen. Um dafür optimale Umstände zu schaffen, verändern sie Morphologie, Stoffwechsel, Abwehrreaktionen und das Verhalten ihrer Wirte zugunsten ihrer Lebensbedingungen. Die Parasiten modifizieren dazu mit gezielten Eingriffen die Merkmale des Wirtes. Das bedeutet, dass sie seinen Phänotyp verändern. Sie tragen also zur Prägung der Merkmale des Wirtsorganismus bei, ein Beispiel dafür wäre die parasitäre Kastration. Komplexe Veränderungen von Merkmalen des Wirtes finden sich bei fast allen Parasitosen, was darauf schließen lässt, dass Parasiten in fast allen Fällen ihre Wirte in unterschiedlicher Weise manipulieren. Durch die Manipulation des Wirtes perfektionieren Parasiten ihr eigenes Überleben, ihre Fortpflanzung und die Übertragung. Sie sind in der Lage, durch Veränderung von Wirtszellen und durch Eingriffe in das Hormonsystem das Verhalten ihrer Wirte zu verändern (Lucius & Loos Frank 2008, p. 84).

Veränderung von Wirtszellen

Viele intrazelluläre Parasiten verändern ihre Wirtszelle, oder programmieren die Zellen vollkommen um. In veränderten Wirtszellen ist außerdem das Wachstum von Stadien der Zysten bildenden Kokzidien erstaunlich hoch. Das Fortbestehen dermaßen veränderter Zellen, die auf eine enorme Größe angewachsen sind und nahezu vollständig von einem fremden Organismus ausgefüllt werden, setzt enorme Eingriffe in den Stoffwechsel der Zelle voraus. Die Verände-

nung von Wirtszellen ist jedoch nicht nur auf Einzeller beschränkt, auch Vielzeller besitzen diese Eigenschaft. So sind manche Parasiten im Larvenstadium dazu im Stande, in Muskelfasern einzudringen, um sie umzuorganisieren, so dass sie ein Mehrfaches ihrer ursprünglichen Größe annehmen. Durch Laboruntersuchungen wurde bestätigt, dass Parasitenproteine selbst im Kern der Wirtszelle nachweisbar sind und man geht davon aus, dass Parasiten dazu in der Lage sind, Transkriptionsfaktoren zu induzieren oder zu produzieren, welche die Zellaktivität des Wirtes verändern. Parasitäre Erreger verfügen also über Mechanismen, den Zellstoffwechsel des Wirtes sehr gezielt zu ihrem Vorteil zu manipulieren (Lucius & Loos Frank 2008, p. 85).

Eingriff in das Hormonsystem

Besonders gravierend sind Eingriffe von Parasiten in den Hormonstoffwechsel ihrer Wirte. So tragen manche Parasitenarten dazu bei, dass die Keimdrüsen, in denen Sexualhormone und sämtliche Keimzellen gebildet werden, stark verkleinert werden, da Parasiten ihre Wirte auf hormonellem Weg „kastrieren“. Mit Eingriffen in das Hormonsystem bewirken Parasiten auch eine Verbesserung ihrer Übertragung. Eine der effizientesten Übertragungsweisen ist die vertikale Übertragung durch die Infektion der Nachkommen des Wirtes (Lucius & Loos Frank 2008, p. 86).

Eingriffe in das Verhalten der Wirte

Das Verhalten von befallenen Wirten wird durch Einnistung von Parasiten ins Gehirn oftmals stark verändert. Besonders häufig kommen Verhaltensänderungen infizierter Zwischenwirte vor, was dazu führt, dass diese leichter vom Endwirt besetzt werden. Bei Tieren kommt es auch häufig vor, dass infizierte Zwischenwirte durch die Infektion erschöpft sind und dementsprechend eine verringerte Fluchtreaktion haben, so dass sie aufgrund ihres schlechten Zustandes leichter vom Endwirt erbeutet werden. Eine gezielte Manipulation von Wirtsreaktionen liegt vor, wenn Parasiten die Reaktionen des Wirtes, die eigentlich der Abwehr, Heilung oder Wiederherstellung dienen, zu ihrem Vorteil missbrauchen oder zu ihren Gunsten umfunktionieren. Oftmals greifen Parasiten dabei in die Reizverarbeitung ihrer Wirte ein, so dass sie gestörte Reaktionen wie unkontrollierte Bewegungsabläufe oder verminderte Reaktionsgeschwindigkeit hervorrufen (Lucius & Loos Frank 2008, p. 91).

5.1 Programmierter Tod von Parasitenstadien

Für den Parasiten ist das Überleben des Wirtes ein entscheidendes Kriterium. Kommt es zum Tod des Wirtes, wäre der Lebenszyklus des Parasiten unterbrochen, somit steht der Parasit unter einem enormen Selektionsdruck, um die Ressourcen des beherbergenden Wirtes nicht durch Überparasitierung vorzeitig zu erschöpfen. Um einer Überparasitierung des Wirtes durch mehrfache Besetzung oder durch unkontrollierte Vermehrung im Wirt vorzubeugen, hat der Parasit mehrere Möglichkeiten entwickelt, diesem entgegenzuwirken (Wenk & Renz 2003, p. 297):

- Revierteidigung: Später eindringende Individuen können vom Parasiten behindert werden, indem er bei der eigenen weiteren Entwicklung die unspezifischen Abwehrmechanismen des Wirtes gegen eine Einschleppung aufrüstet.
- Parasiten können ihre Vermehrung im Wirt reduzieren.
- Droht eine Erschöpfung der Ressourcen, kann beim Parasiten ein programmierter Tod bestimmter Stadien eintreffen. Bevor es zur Erschöpfung der Ressourcen kommt, beschränkt der Parasit die eigene Erfolgsrate durch Teilungshemmung oder durch programmierten Stadietod. Der programmierte Stadietod ist der physiologisch ablaufende Tod von Zellen im Organismus. Somit können für die Entwicklung oder den Fortbestand des Organismus unnötige oder hinderliche Zellen gezielt entfernt werden. (Wenk & Renz 2003, p. 297)

6. Parasitische Protozoen beim Menschen

Bei den Protozoen handelt es sich um Einzeller mit einer Größe von 2 – 100 μm , bei denen alle Lebensfunktionen wie beispielsweise Nahrungsaufnahme, Stoffwechsel, Exkretion, Reproduktion etc. in einer Zelle stattfinden. Protozoen sind Eukaryoten, die einen, zwei oder relativ wenige Kerne aufweisen. Viele Protozoen kommen frei lebend vor und einige davon sind auch wichtig für den Menschen (Mehlhorn 2012, p. 15). Die parasitischen Protozoen haben viele Techniken entwickelt, um im Freien zu überleben und auf einen neuen Wirt übertragbar zu sein. Verschiedene frei lebende Protozoen verursachen durch die meist sehr schnelle Teilungsrate bei parasitären Formen häufig eine Überschwemmung von Wirten und damit einhergehend ernstzunehmende Erkrankungen. Viele führen jedoch nur bei immunge-

schwächten Menschen zu schweren Infektionen. Protozoen können zwar selbst die Krankheitsursache sein, doch meistens sind Immunreaktionen des Wirtes die eigentliche Krankheitsursache, so besteht in den meisten Fällen keine Lebensgefahr (Mims et al. 2006, p. 49).

Alle wichtigen Körpergewebe und Organe können von Protozoen befallen werden. Als intrazelluläre Parasiten infizieren sie alle möglichen Zellen des Körpers, als extrazelluläre Parasiten befallen sie das Blutsystem, den Darm oder den Urogenitaltrakt. Zu den bevorzugten Lokalisationen von Protozoen im Körper zählen das zentrale Nervensystem, der Urogenitaltrakt, die Haut, das Blut, die Leber und der Darmtrakt. Intrazelluläre Parasiten nehmen ihre Nahrung direkt von den Wirtszellen oder aus dem Zytoplasma auf, extrazelluläre Parasiten hingegen ernähren sich entweder direkt vom Körper oder sie fressen Wirtszellen. Protozoen reproduzieren sich im Wirt für gewöhnlich asexuell. Dies geschieht durch einfache Zellteilung oder durch wiederholte Teilungen in Wachstumsstadien. Die Infektion durch Protozoen erfolgt über unterschiedliche Eintrittspforten in den Körper. So werden extrazelluläre Protozoen überwiegend durch kontaminierte Nahrungsmittel bzw. durch kontaminiertes Wasser auf den Menschen übertragen. Extrazelluläre Protozoen können auch auf sexuellem Wege übertragen werden. Bei den intrazellulären Arten können Infektionen durch Insekten übertragen werden, aber auch durch Verschlucken der Krankheitserreger kann eine Infektion hervorgerufen werden (Mims et al. 2006, pp. 49-50).

6.1 *Trichomonas vaginalis*

Trichomonas vaginalis ist ein parasitisch vorkommendes Protozoon im Genitalbereich. Diese Protozoen sind weltweit verbreitet, insbesondere bei häufigem Partnerwechsel mit ungeschütztem Geschlechtsverkehr und sind der Auslöser für Trichomoniasis, eine sexuell übertragbare Erkrankung. *Trichomonas vaginalis* gehört innerhalb der Einzeller zur Gruppe der Flagellaten. Sie ernähren sich von Bakterien, die sich auf der Schleimhaut des Urogenitaltrakts sowohl des Mannes als auch der Frau aufhalten. Die Einzeller beginnen sich sehr rasch zu vermehren, dies geschieht durch eine längs verlaufende Zweiteilung. Im Freien können diese Parasiten jedoch nur kurze Zeit überleben. Die Infektion erfolgt praktisch ausschließlich beim Geschlechtsverkehr (Mehlhorn 2012, p. 16).

6.2 Flagellaten des Darms

Im Dickdarm und Blinddarm des Menschen kommen eine Reihe pathogener Flagellaten vor, die im Stuhl Zysten bilden können. Ihre Anzahl im Wirt ist relativ gering, so dass sie schwer nachzuweisen sind und ein Anreicherungsverfahren dafür notwendig ist (Mehlhorn 2012, p. 17).

6.2.1 Trichomonas tenax

Trichomonas tenax ist nahezu weltweit verbreitet und kommt bei mangelnder Mundhygiene vor. Der Einzeller tritt lediglich in der vegetativen Form auf und weist eine birnenartige Form auf. Die Vermehrung findet durch wiederholte Längsteilung statt. Als Nahrung dienen phagozytierte Bakterien der Mundflora sowie Zuckerbeläge im Mund. Bei fehlender Mundhygiene kann es zu einer Massenvermehrung kommen, wobei die Befallsraten dann mehr als 50% ausmachen. Die Infektion erfolgt oral, beispielsweise bei gemeinsamer Benutzung von Trinkgefäßen von Personen mit mangelnder Mundhygiene oder beim Küssen (Mehlhorn 2012, p. 19).

6.2.2 Entamoeba gingivalis

Diese Protozoen treten weltweit sehr häufig auf, doch sie bleiben meist unbemerkte Gäste des Menschen. *Entamoeba gingivalis* siedeln sich speziell im Zahnbelag bei mehr als 50% der Menschen an. Diese Art von Einzellern ist durch ein deutliches Ektoplasma charakterisiert. Sie ernähren sich durch Bakterien des Zahnbelags, daher muss die Übertragung oral, durch direkten Mund-zu-Mund-Kontakt erfolgen, beispielsweise durch kontaminiertes Essbesteck, bedingt durch unzureichende Reinigung (Mehlhorn 2012, p. 19).

6.3 Giardia lamblia

Diese kommen besonders häufig in den Tropen vor. Es wird geschätzt, dass an die hundert Millionen Menschen davon befallen sind. Die dadurch entstehende Erkrankung wird Giardiasis genannt und wird durch das Geißeltierchen *Giardia intestinalis* hervorgerufen. Symptome treten jedoch meist nur bei Immunsuppression auf. *Giardia lamblia* kommen in drachenartigen Gestalten vor und leben im Dünndarm des Menschen. Die Parasiten halten sich mit ihrer kon-

kaven Bauchseite an den Mikrovilli der Darmepithelzellen fest. Außerdem kennzeichnen sie sich durch den Besitz von zwei gleich großen Kernen sowie acht Geißeln. Die Vermehrung der Einzeller erfolgt durch eine längs verlaufende Zweiteilung.. Die Infektion erfolgt oral, durch kontaminierte Nahrung sowie Trinkwasser (Mehlhorn 2012, pp. 20-21).

6.4 Trypanosoma brucei-Gruppe

Es wurde von mehreren hunderttausend Fällen berichtet, mit steigender Tendenz. Trypanosoma brucei treten im menschlichen Blut als trypomastigote Stadien auf, die sich frei im Blut mit einer Geißel fortbewegen. Die Erreger werden mit dem Speichel von Tsetsefliegen bei der Blutmahlzeit in den Menschen befördert und gelten als Krankheitserreger der Afrikanischen Schlafkrankheit beim Menschen. Dies ist eine durch Trypanosoma brucei ausgelöste Tropenerkrankung, die auch als afrikanische Trypanosomiasis bezeichnet wird. Durch einen surface coat (eine umhüllende Schicht aus Mukopolysacchariden) schützt sich der Parasit gegen die Antikörper des Wirtes. Die Vermehrung erfolgt durch ständige Längsteilung, die Ernährung durch anaerobe Glykolyse. Wendige Formen sind auch in der Lage, die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden und sich im Liquor oder im Hirn weiter zu vermehren. Die Infektion erfolgt perkutan beim Stich, doch auch bei Bluttransfusionen ist eine Übertragung durchaus möglich (Mehlhorn 2012, p. 22).

6.5 Südamerikanische Trypanosomen – Trypanosoma cruzi

Diese sind in Süd- und Mittelamerika sowie von Mexiko bis Argentinien stark verbreitet. Etwa 50-80 Millionen Menschen sind davon befallen, wobei ein deutlicher Rückgang durch Wanzenbekämpfungsprogramme zu erkennen ist. Die dadurch entstehende Erkrankung nennt sich Chagas-Krankheit und ist eine infektiöse Erkrankung, die durch diesen Einzeller verursacht wird. Die perkutane Infektion erfolgt beim Stich von blutsaugenden Raubwanzen, wobei sich die Erreger im Kot befinden. Die Wanzen setzen den Kot während oder nach der Blutmahlzeit in der Wunde ab. Diese dringen sehr schnell in die Zellen des Wirtes ein und vermehren sich dann im Zytoplasma durch ständige Zweiteilung (Mehlhorn 2012, p. 26).

6.6 Leishmania-Arten

Diese Erreger der Haut und Schleimhäute bevorzugen trockene, sandige, gebirgige Gebiete. Es sind rund 100 Millionen Menschen von Leishmania-Arten befallen. Eine Leishmaniose ist eine Infektionserkrankung, die mit dem Stich von dämmerungsaktiven Sandmücken übertragen wird. Dabei werden die Erreger ins Blut übertragen, wo sie sich in Makrophagen vermehren. Die Wirtszellen werden dann durch ständige Zweiteilung im Stichbereich zerstört, wobei sich die Parasiten um die Stichstelle rasch ausbreiten (Mehlhorn 2012, p. 30).

6.7 Leishmania donovani-Komplex

Dieser kommt in trockenen, sandigen, bergigen Gebieten vor, und mehr als 100 Millionen Menschen sind davon befallen. Die dadurch entstehende Krankheit nennt sich viszerale Leishmaniose, auch bekannt als Dum-Dum-Fieber oder als schwarzes Fieber. Dabei werden speziell die inneren Organe vom *Leishmania donovani*-Erreger befallen. Es findet eine ständige Vermehrung durch Zweiteilung statt, bis schließlich die Wirtszelle versagt und platzt, was wiederum zum Befall von Nachbarszellen führt. Nachdem ein Befall vollständig auskuriert wurde, ist eine Zweiterkrankung sehr selten, was darauf schließen lässt, dass eine starke Immunität entwickelt wird (Mehlhorn 2012, p. 37).

6.8 Entamoeba histolytica

Diese sind in warmen Ländern häufig verbreitet, mehr als 500 Millionen Menschen sind von *Entamoeba histolytica* befallen. Die Mortalitätsrate beträgt jährlich mehr als 75.000-100.000 Menschen. Dieser einzellige Parasit ist der Verursacher der Amöbenruhr oder umgangssprachlich auch Rote Ruhr genannt, einer Infektion des Darms. Die Ruhramöbe ist in drei verschiedenen Formen im Darm vertreten: Minutaform, Magnaform und Zystenform. Der Krankheitserreger lebt im Nahrungsbrei des menschlichen Dickdarms und vermehrt sich durch Zellteilung. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch Gewebsfetzen des Darms sowie durch Aufnahme von Erythrozyten. Der Erreger kann bis zur Leber, Lunge und in manchen Fällen auch ins Gehirn gelangen und dort zur Abszessbildung führen. Nach längerer Dauer einer Infektion kommt es im Enddarm lumen zur Bildung von Zysten. Die Infektion erfolgt oral durch die Aufnahme kontaminierter Nahrung oder durch verunreinigtes Trinkwasser (Mehlhorn 2012, p. 39).

6.9 Isospora belli

Die Protozoenart *Isospora belli* gehört zu den Sporentierchen und kommt weltweit vor. Man schätzt mehrere 100 Millionen infizierte Menschen. Die Protozoen setzen sich in den Zellen der Dünndarmschleimhaut fest und verursachen dabei die Krankheit Isosporiasis. Dort vermehren sich die Erreger sowohl ungeschlechtlich als auch geschlechtlich. Aus der geschlechtlichen Vermehrung entstehen Oozysten, die dann vom Wirt mit dem Stuhl ausgeschieden werden und sich dann im Freien zu einer infektiösen Form entwickeln. Die ungeschlechtliche Vermehrung dient dazu, den Parasitenbefall innerhalb des Darms weiter auszubreiten. Die Übertragung findet durch die Aufnahme von *Isospora belli*-Oozysten mit durch Fäkalien verunreinigte Nahrung oder Wasser statt (Mehlhorn 2012, p.49).

6.10 Cryptosporidium-Arten

Cryptosporidium-Arten kommen weltweit vor, wobei die Prävalenzraten in Industriestaaten bei 2,2 % und in Entwicklungsländern bei 8,5 % liegen. Es ist eine Vielzahl von *Cryptosporidium*-Arten bekannt, die beim Menschen durch orale Infektion zur *Cryptosporiasis* Erkrankung führt. Der Erreger kann sowohl Kälber, Schafs- und Ziegenlämmer, Ferkel und Fohlen als auch den Menschen befallen. Die Entwicklung der Parasiten erfolgt auf den Epithelzellen des Darms, wobei die Mikrovilli vollständig zerstört werden. Bei immungeschwächten Wirten kommt es zur Überschwemmung des Darmepithels mit Parasitenstadien. Nach einer einmaligen Infektion verfügen Betroffene jedoch über eine lebenslange Immunität aufgrund von Abwehrmechanismen, die sich nach der Infektion entwickeln. Aufgrund der sehr effektiven Übertragung von Tier zu Mensch, handelt es sich dabei um eine Zoonose (Mehlhorn 2012, pp. 52-55).

6.11 Sarkosporidien

Bei Sarkosporidien handelt es sich um zweiwirtige Einzeller, die Säugetiere, Vögel, niedere Wirbeltiere und Menschen befallen. Dabei parasitieren die geschlechtlichen Stadien in Fleischfressern und die ungeschlechtlichen Gewebezysten in Alles- beziehungsweise Pflanzenfressern. Bisher sind zwei Sarkosporidien-Arten bekannt, die vom Tier auf den Menschen übertragbar sind. Demnach kann sich der Mensch nach dem Verzehr von Rind- (*Sarcocystis*

bovihominis) oder Schweinefleisch (*Sarcocystis suihominis*) mit den Einzellern infizieren (Mehlhorn 2012, p. 56).

6.11.1 Sarcocystis-Arten im Darm (*S. suihominis*, *S. bovihominis*)

Es wird vermutet, dass weltweit mehrere hundert Millionen Menschen infiziert sind. Die Dunkelziffer der Betroffenen ist jedoch sehr hoch, da die Erkrankung in den meisten Fällen ohne Symptome verläuft. Durch die Vermehrung im Zwischenwirt werden in der Muskulatur sogenannte Muskelzysten ausgebildet, die vom Endwirt mit dem Fleisch aufgenommen werden. Diese entwickeln sich im Darm des Endwirtes zu Oozysten, welche wiederum durch die Ausscheidung von Kot ins Freie gelangen. Eine besonders hohe Gefahr stellt ungenügend gekochtes Schweine- und Rindfleisch dar (Mehlhorn 2012, pp. 57-58).

6.12 Toxoplasma gondii

Toxoplasma gondii ist einer der am häufigsten vorkommende Parasiten beim Menschen und gilt auch als der „Killer Nr. 3“ bei HIV-PatientInnen. Die daraus entstehende Infektionskrankheit Toxoplasmose befällt primär Katzen. Endwirte von *Toxoplasma gondii* sind Katzen, die mit dem Kot Oozysten ausscheiden. Als Zwischenwirt dienen hauptsächlich Menschen, aber auch andere Wirbeltiere. Die ausgeschiedenen Oozysten entwickeln nach einer Reifung im Freien 2 Sporozysten mit je 4 Sporozoiten. Werden diese vom Zwischen- oder Endwirt wieder aufgenommen, findet eine Infektion statt. Die Parasiten dringen beim Menschen in die Zellen des retikulohistiozytären Systems ein, wo es zu einer extremen Vermehrung kommt. In der akuten Phase der Infektion können die Parasiten im Blut, in den Lymphknoten und auch im Liquor nachgewiesen werden. Im späteren Verlauf der Infektion bilden sich so genannte Gewebezysten in unterschiedlichen Zelltypen der Zwischenwirte aus. Besonders häufig bilden sich derartige Zysten im Gehirn und in der Muskulatur. Aufgrund dessen, dass es sich um eine Zoonose handelt, ergeben sich für den Menschen vier unterschiedliche Infektionswege (Mehlhorn 2012, p. 61):

- a) Durch orale Aufnahme von Oozysten aus dem Katzenkot oder vom Fell der Katze.
- b) Durch orale Aufnahme von Parasiten in Gewebezysten mittels kontaminiertem Fleisch (roh oder halb roh wie beispielsweise Salami, Schinken oder Steak).

- c) Intrauterin kann der Erreger auf das Ungeborene übergehen und schwere Schäden verursachen.
- d) Durch Bluttransfusionen, diese Form der Übertragung ist jedoch sehr selten.
(Mehlhorn 2012, p. 66)

6.13 Plasmodium-Arten

Die zirka 200 Arten von Plasmodien parasitieren bei einer Vielzahl von Säugetieren, Reptilien und Vögeln. Sie bevorzugen feucht-warme Länder zwischen 40° nördlicher und 30° südlicher Breite. Die Parasiten haben große medizinische Bedeutung, da die Krankheitserreger der Malaria zu dieser Gattung gehören. Es wird geschätzt, dass rund 200 Millionen Menschen befallen sind, woran jährlich immer noch bis zu 1,5 Millionen Menschen sterben. Die Malaria-Erreger werden von den weiblichen Mücken der Gattung Anopheles beim Saugakt ausschließlich auf den Menschen übertragen. Auch durch kontaminierte Blutkonserven ist eine Übertragung von Malaria möglich. Bei transplazentarer oder perinataler Erregerübertragung spricht man von konnataler Malaria, sprich im Mutterleib oder während der Geburt erworbener Malaria (Mehlhorn 2012, p. 67).

6.14 Babesia-Arten

Babesia-Arten sind weltweit in Zeckengebieten verbreitet und parasitieren in den roten Blutkörperchen von Wirbeltieren. Beim Stich von Schildzecken werden diese Parasiten auf den Wirt übertragen und rufen bei Mensch und Tier die Babesiose hervor. Die Krankheit wurde nach ihrem Entdecker Victor Babes benannt. Durch den Speichel der Schildzecken gelangen die Blutparasiten einfach und direkt ins Zytoplasma des Wirtes, wo sie sich durch Zweiteilung vermehren. Infolge des Parasitenwachstums kommt es zum Zerfall von Erythrozyten durch Schädigung der äußeren Zellmembran, was zur Folge hat, dass die Parasiten weitere Blutzellen befallen. Die meisten Babesia-Arten sind sehr wirtsspezifisch, sodass ein Befall des Menschen an bestimmte Bedingungen gebunden ist (Mehlhorn 2012, p. 87).

6.15 Balantidium coli

Dieser Erreger ist weltweit verbreitet, jedoch kommen jährlich nur wenige Fälle beim Menschen vor. *Balantidium coli* wird in die Gruppe der Ziliaten eingeordnet und verursacht Balantidiose, besser bekannt als Balantidienruhr. Der Erreger vermehrt sich im Wirt durch Zweiteilung und Konjugation. Der Erreger ist bei Schweinen stark verbreitet, so beträgt die Prävalenz bei Hausschweinen, die in Stallhaltung gezüchtet werden, bis zu 70%. Die Übertragung auf das Schlachttier erfolgt durch trockenresistente Zysten. Durch die Einführung strenger hygienischer Auflagen in der Schweinezucht konnte der Befall von Menschen stark eingedämmt werden. Zuvor trug ein Viertel aller Menschen diesen Erreger durch den Verzehr von Schweinefleisch in sich. Im Kolon des Dickdarms kann der Befall von *Balantidium coli* in ein pathogenes Stadium übergehen. Dabei wird das Darmepithel angegriffen, wodurch sich Geschwüre und Abszesse bilden. Die Balantidienruhr kann unbehandelt zum Tod führen (Wenk & Renz 2003, p. 207).

6.16 Pneumocystis carinii

Der Erreger kommt besonders häufig bei Nagern wie Ratten, Mäusen oder Kaninchen vor, ist aber auch weltweit beim Menschen verbreitet. Die dadurch hervorgerufene Infektionskrankheit Pneumozystose führt bei immunsupprimierten Menschen bei 40% der Befallenen zum Tod. *Pneumocystis carinii* tritt in der Lunge fast aller Säugetiere auf, doch nur bei immunschwachen Wirten vermehrt sich der Erreger explosionsartig und kann somit zum raschen Tod des jeweiligen Wirtes führen. Es handelt sich dabei um einen Pilz, der ein sehr alter und gut angepasster Erreger ist und seine tödliche Potenz nur bei immungeschwächten Wirten ausspielt. *Pneumocystis carinii* heftet sich an der Oberfläche der Lungenalveolenzellen an und wird nach dem Aushusten durch Tröpfcheninfektion an einen anderen Wirt weitergegeben (Mehlhorn 2012, p. 91).

6.17 Blastocystis-Arten

Blastozystose kommt bei bis zu 50% AIDS-PatientInnen vor, die Prävalenz bei Gesunden beträgt ca. 20%. Der Erreger wird durch Stuhluntersuchung nachgewiesen und tritt in zwei Gestalten auf. Zum einen in Form von Trophozoiten und zum anderen in Form von kugeligen Zysten. Die Nahrungsaufnahme der Trophozoiten erfolgt aus dem Darmlumen und sie ver-

mehren sich durch einen Abschnürungsprozess, wobei immer 1-2 Tochterkugeln abgeschnürt werden. Die Zysten sind durch einen großen Kern gekennzeichnet. Die Infektion erfolgt fäkal-oral und macht sich durch akute oder chronische abdominale Beschwerden bemerkbar (Hofmann & Tiller 2012, p. 40).

6.18 Mikrosporidien

Es handelt sich dabei um die wohl ältesten Einzeller auf Erden. Es gibt mehr als 1.200 Spezies von Mikrosporidien. Die Erreger werden mittels Stuhl oder Urin ausgeschieden und vom Wirt oral aufgenommen. Der Erreger gelangt in die Wirtszelle, woraufhin sich die Parasiten intrazellulär teilen. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Verdickung der Zellmembran und zur Bildung neuer, infektiöser Sporen. Wenn die Wirtszellmembran zerreißt, werden die Sporen freigesetzt und ausgeschieden. Die Erreger können innerhalb des Wirtes durchaus auch neue Zellen befallen (Hahn et al. 2009, p. 670).

7. Helminthen

Alle parasitierenden Würmer werden generell als Helminthen bezeichnet. Sie unterscheiden sich von den Protozoen dadurch, dass sie sich nicht unmittelbar im Endwirt vermehren. Das bedeutet, dass sich nur so viele Parasiten im Endwirt entwickeln, wie Larven in ihn eindringen. In einem Zwischenwirt wie beispielsweise Schwein oder Rinde, kann jedoch eine enorme Vermehrung stattfinden (Mehlhorn 2012, p. 99). Es lassen sich zwei große Arten von Helminthen unterscheiden, zum einen die Faden- oder Rundwürmer (Phylum Nematoda) und zum anderen die Plattwürmer (Phylum Plathelminthes). Unter den Plattwürmern unterscheidet man zusätzlich noch zwischen Saugwürmern (Trematoda) und Bandwürmern (Cestoda). Würmer sind grundsätzlich große Parasiten und weisen eine komplexe Struktur auf. Die Larven messen zum Teil nur 100 – 200 μ , doch im ausgewachsenen Stadium können sie im Körper des Wirtes bis einige Meter lang werden. Grundsätzlich werden vier Übertragungswege bei Helminthen unterschieden (Mims et al. 2006, p. 53):

- Fäkal-oral, wenn Wurmeier oder Larven verschluckt werden.
- Oral, wenn sich Larven im Gewebe eines Zwischenwirts befinden, beispielsweise durch den Verzehr von kontaminiertem Fleisch.

- Hautpenetration, es gibt Larven, die sich durch die Haut bohren, um in den Wirt zu gelangen.
- Injektion, durch einen Stich oder Biss von blutsaugenden Insekten.

(Mims et al. 2006, p. 53)

Grundsätzlich kommen Infestationen mit Helminthen in tropischen und subtropischen Regionen aufgrund der klimatischen Bedingungen häufiger vor. Aber auch sozioökonomische Verhältnisse wirken sich auf den Parasitenbefall aus, was auf die Essens- und Nahrungsgewohnheiten sowie die Hygienemaßnahmen zurückzuführen ist. Besonders bei Kindern ist die Prävalenz sehr hoch, aber auch Menschen, die engen Kontakt zu Haustieren haben, sind häufig vom Wurmbefall betroffen. Helminthen sind sehr anpassungsfähig und können in sämtlichen Körperorganen parasitieren. Bevorzugt wird der Darmtrakt, aber auch tiefere Gewebsschichten werden von ihnen besiedelt. In den meisten Fällen findet bei den Helminthen keine Vermehrung im Wirt statt, sondern sie beschränken sich auf die Produktion von Eiern, die dann vom Wirt ausgeschieden werden. Bei den Nematoden gibt es jedoch Ausnahmen, bei denen die Eier direkt im Wirt abgelegt werden und die Larven dann auch im Inneren schlüpfen. Diese können den Körper erneut infizieren, daher spricht man in diesem Fall von einer „Autoinfektion“, also einer Selbstansteckung durch Krankheitserreger (Mims et al. 2006, p. 54).

7.1 Trematoda

Zu den Trematoden gehören lediglich Würmer, die sich mit Haftapparaten an der Oberfläche ihrer Wirte festhalten können. Aus den Trematoden gehen zwei Unterklassen hervor, die Aspidogastrea und Digenea. Zwischen den beiden Gruppen besteht ein großer Unterschied, denn die postembryonalen Larvenstadien der Digenea vermehren sich ungeschlechtlich, die Aspidogastrea jedoch geschlechtlich. Anfangs war die Entwicklung der Trematoden an das Wasser gebunden und auch heute haben die meisten Saugwürmer ihren Lebensmittelpunkt in feuchten Gebieten (Lucius & Loos Frank 2008, pp. 264-265).



Abbildung 1: Schistosoma mansoni, männliche und weibliche Form – eine Gattung der Trematoden, (www.google.at)

Die digenen Trematoden werden unter anderem auch „Egel“ genannt und zählen nach den Nematoden zu den weltweit verbreitetsten Helminthen. Digena kommen sowohl beim Tier als auch beim Menschen vor. Bei ihrer Entwicklung wechselt sich eine geschlechtliche mit einer ungeschlechtlichen Generation ab. Dazu werden jedoch zwei unterschiedliche Wirte benötigt. Die Aspidogastrea gelten als die ältere Gruppe bei den Trematoden. Diese sind Endoparasiten von Mollusken, ihre Wirtsspezifität ist jedoch sehr gering. Ein Generationenwechsel oder ungeschlechtliche Vermehrung findet bei den Aspidogastrea nicht statt (Hiepe, Lucius & Gottstein 2006, p. 112). Im Folgenden werden einige dieser Arten vorgestellt.

7.1.1 Schistosoma haematobium und andere Arten

Schistosoma haematobium kommt in den Tropen und Subtropen vor, wobei weltweit ca. 250 – 300 Millionen Menschen durch diese Erreger entstehende Blasenbilharziose erkranken. Die Verbreitung der Parasiten ist jedoch vom Vorkommen bestimmter Zwischenwirte abhängig. Die ausgewachsenen Schistosomen sind wie alle Pärchenegel getrenntgeschlechtlich, und leben paarweise im Endwirt zusammen (Mehlhorn 2012, p. 103). Das Weibchen befindet sich im Venensystem des Urogenitalsystems und der Harnblase des Wirtes und setzt täglich etwa 300 Eier ab. Werden die Eier mit dem Urin im Wasser abgesondert, so schlüpfen die sogenannten Wimpernlarven in nur wenigen Minuten, welche dann in den Zwischenwirt, die Süßwasserschnecke, eindringen. Im Zwischenwirt findet eine starke Vermehrung statt und es entstehen Zerkarien, die den Menschen befallen. Diese Larven schwimmen im Wasser frei umher oder befinden sich an der Wasseroberfläche und bohren sich bei Gelegenheit durch die Haut des Wirtes. Zuerst werden nur die Haut und die Lunge aufgesucht, doch anschließend

befallen sie das Blutgefäßsystem des Urogenitaltrakts. Die Wurmpaare heften sich mit ihren Saugnäpfen in den Gefäßen an, was durchaus zu Verletzungen und Infektionen führt. Der Schweregrad der Blasenbilharziose hängt von der Anzahl der Pärchen ab, die den Wirt besiedeln (Sökeland, Rübben & Schulze 2008, pp. 263-264).

Mehr als 200 Millionen Menschen sind weltweit von Schistosoma-Arten befallen. Sie sind beispielsweise Erreger der Darmbilharziose *S. mansoni*, *S. japonicum*, *S. mekongi* und *S. intercalatum*. Bei der Darmbilharziose werden die Eier in der Darmwand und der Leber des Wirtes positioniert, welche einen intensiven Gewebsumbau in der Umgebung verursachen. Durch Streuung können die Eier auch in andere Organe gelangen und absterben. Die abgestorbenen Eier verkalken mit der Zeit und die Wucherung wird fibrotisch umgebaut. Die Folgen sind fibrotisch-zirrhotische Organveränderungen (Groß 2009, p. 456).

7.1.2 Clonorchis- und Opisthorchis-Arten

Clonorchiasis und Opisthorchiasis sind häufige Parasitosen in Ostasien, besonders in China, Korea und Japan. Es sind etwa 500 Millionen Menschen von Clonorchis- und Opisthorchis-Arten befallen. Der Mensch infiziert sich mit den Leberegeln durch den Verzehr von ungenügend gekochtem Fisch. Die Larven schlüpfen nach der Aufnahme im Darm, besiedeln die Gallengänge und wandern dann in die Gänge der Leber ein. Neben chronischen Erkrankungen kann der Befall zusätzlich zu einem Gallengangskarzinom führen (Löscher & Burchard 2010, pp. 712-713).

7.1.3 Paragonimus-Arten

Von den Paragonimus-Arten sind mehr als 40 Spezies bekannt, von denen 7 auch beim Menschen nachweisbar sind. Davon sind weltweit etwa 100 Millionen Menschen befallen. Die bohnenförmigen, zwittrigen, ausgewachsenen Egel siedeln sich bevorzugt in der Lunge an, meistens paarweise in bindegewebigen Zysten. Vereinzelt können die Parasiten auch in Leber, Niere, Milz und Gehirn nachgewiesen werden. Ausgewachsene Egel können bis zu 20 Jahre lang Eier absetzen. Man unterscheidet dabei zwischen pulmonaler Paragonimose und extrapulmonaler Paragonimose (Mehlhorn 2012, p. 113). Die Übertragung erfolgt meist durch den Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten sowie von rohem Fleisch. Nachgewiesen werden können die Paragonimus-Eier im Stuhl und Sputum (Bauerfeind et al. 2004, p. 408).

Pulmonale Paragonimose:

Bei dieser Form ist der Infektionsweg relativ komplex. Es beginnt mit der oralen Aufnahme der Erreger, diese werden dann im Duodenum freigesetzt und durchbrechen danach die Darmwand, um in der Bauchwand heranreifen zu können. Danach wandern sie über die Bauchhöhle in die Lunge, manchmal auch in andere Organe, was zur Nekrose des umliegenden Gewebes führt. Danach kapseln sich die Würmer in Bindegewebszysten ab, diese zerreißen und gelangen ins Bronchialsystem. Von dort aus werden die Wurmeier vom Wirt ausgehustet und gelangen somit ins Freie. Das Krankheitsbild der Paragonimiasis ähnelt dem einer Bronchitis (Darai et al. 2003, p. 495).

Extrapulmonale Paragonimose:

Bei der extrapulmonalen Paragonimose nisten sich die Parasiten nicht in die Lunge, sondern in anderen Organen ein. Dementsprechend vielfältig kann das Krankheitsbild verlaufen. Besonders gefährlich ist die zerebrale Form mit Meningoenzephalitis, Epilepsie und Lähmungen, die durchaus tödlich enden können (Darai et al. 2003, p. 495).

7.1.4 Weitere Arten von Trematoden

Anhand folgender Abbildung werden weitere Trematoden-Arten und die damit verbundenen Parasitosen des Menschen angeführt:

Unterklassen von Trematoden			
Name	Parasitose	Verbreitung	Infektion
Fasciolopsis buski	Fasciolopsiasis	etwa 40 Millionen Menschen	Oral
Fasciola hepatica	Fascioliasis	nur wenige Tausende, meist Kinder	Oral
Dicrocoelium dendriticum bzw. lanceolatum	Dicrocoeliasis	nur selten beim Menschen	Oral
Heterophyes-Arten	Heterophyiasis	etwa 30 Millionen Menschen	Oral
Metagonimus-Arten	Metagonimiasis	etwa 5 Millionen Menschen	Oral
Echinostoma-Arten	Echinostomiasis	nur wenige Hunderttausend Menschen	Oral
Gastrodiscoides-Arten	Gastrodiscoidiasis	Etwa 5 Millionen Menschen	Oral
Watsonius wasoni	Watsoniasis	relativ selten beim Menschen	Oral
Nanophyetus-Arten	Nanophyetiasis	relativ selten beim Menschen	Oral
Metorchis conjunctus	Metorchiasis	nur wenige sind beim Menschen nachweisbar	Oral
Philophthalmus-Arten	unterschiedliche Krankheitsbilder	nur wenige nachgewiesen, Dunkelziffer sehr hoch	Nasopharyngale Aufnahme

Abbildung 2: Trematoden-Arten (Mehlhorn 2012, p. 99)

7.2 Cestoda

Die Cestoden oder auch Bandwürmer genannt, verfügen über einen langen, abgeflachten Körper, der kein Verdauungssystem besitzt. Bei den Bandwürmern ist die gesamte Oberfläche mit kleinen Ausstülpungen überzogen, über die alle Nährstoffe absorbiert werden. Die meisten von ihnen sind Zwitter und besitzen eine enorm gute Muskulatur, jedoch keine spezialisierten Sinnesorgane. Am stärksten ausgeprägt ist bei den Cestoden der sogenannte Scolex, das Halteorgan der Parasiten. Der Scolex ist je nach Spezies mit Saugnäpfen, Tentakeln oder mit Haken ausgestattet. Eine weitere Besonderheit der Cestoden ist, dass sie mit wenigen Ausnahmen mindestens zwei Wirte benötigen. Als ausgewachsene Parasiten kommen sie meist in den Verdauungskanälen von Wirbeltieren vor, als Zwischenwirt dienen oftmals wirbellose Organismen. Man unterscheidet im Groben zwei große Gruppen, die sich durch die Anzahl der Larvenhaken unterscheiden. Zum einen werden die Larven der Cestodaria unterschieden, die 10 Haken besitzen und als decacanth bezeichnet werden. Diese sind aber aus medizinischer Sicht eher unbedeutend. Zum anderen unterscheidet man die Larven der Eucestoda, die nur 6 Haken besitzen und als hexacanth bezeichnet werden. Es gibt mehr als 1000 Bandwurmarten, die sowohl Mensch als auch Tier befallen können und im Grunde fügen Bandwürmer ihren Wirten nur geringen Schaden zu (Hickman et al. 2008, pp. 449-450). Im Folgenden werden die häufigsten Bandwürmer des Menschen näher beschrieben.



Abbildung 3: Bandwurm, (www.google.at)

7.2.1 Taenia solium

Der sogenannte Schweinebandwurm lebt in ausgewachsener Form im Dünndarm des Menschen, kann eine Länge von 4 – 6m erreichen und bis zu 20 Jahre alt werden. An seinem Kopf sitzen 4 gut ausgebildete Saugnäpfe und ein Hakenkranz, welcher wiederum mit 26 – 32 großen und kleinen Haken bestückt ist. Heranwachsende Würmer dieser Art kommen häufig im Muskelgewebe von Schweinen vor, die als Zwischenwirt dienen. Gelegentlich reißen die Fortpflanzungsglieder der Würmer ab und werden dann mit dem Stuhl ausgeschieden. Die abgerissenen Teile können durch starke Kontraktionen eine Art Kriechbewegung zustande bringen, was den Anschein erweckt, dass es sich um selbstständige Individuen handelt, was jedoch nicht der Fall ist (Mehlhorn 2012, p. 127). Bereits die Eier der *Taenia solium* enthalten die infektiösen Larven, die vom Zwischenwirt oral aufgenommen werden, danach in verschiedene Organe einwandern und im Zwischenwirt, dem Schwein heranreifen. Der Entwicklungszyklus der Larven schließt sich mit der Infektion des Menschen. Die Larven werden durch unzureichend gekochtes Schweinefleisch vom Endwirt aufgenommen. Die durch den Schweinebandwurm entstehende Erkrankung nennt sich Taeniasis und kann von harmlosen Symptomen wie beispielsweise übermäßigem Hungergefühl, Gewichtsabnahme oder Verdauungsproblemen, bis hin zum Befall des Gehirns mit Zystizerken führen, was mit schweren neurologischen Schäden einhergeht oder gar zum Tod führt. Die Erkrankung mit Zystizerken bezeichnet man dann als Zystizerkose (Hickman et al. 2008, p. 452). Zystizerkosen werden grundsätzlich häufiger durch *Taenia solium* als durch *Taenia saginata* verursacht. Bei dieser Erkrankung fungiert der Mensch nicht als Endwirt, sondern als Zwischenwirt, indem er mit Bandwurmeiern infiziert wird und nicht mit Larven. Die Eier entwickeln sich dann im Wirt zu Larven, die dann die Darmwand durchbrechen und über die Blutbahn in Gewebe und Organe eindringen. Dort verkapseln sie sich zu Zystizerken und verkalken nach fortgeschrittener Infektion. Die Zystizerkose kann je nach betroffenem Organ gravierende Schäden hervorrufen. So kann die Parasitose beispielsweise beim Befall des Herzens zur Herzinsuffizienz oder beim Befall des zentralen Nervensystems zu Meningismus führen (Buchta, Höper & Sönnichsen 2008, p. 217).

7.2.2 Taenia saginata

Der *Taenia saginata* oder auch Rinderbandwurm genannt, lebt in ausgewachsener Form im Darm des Menschen. Die Larven verweilen im Zwischenwirt, dem Rind und befallen vorwie-

gend das Muskelgewebe. Ein ausgewachsener Rinderbandwurm kann bis zu 10m Länge erreichen. Dieser Wurm weist ebenfalls 4 Saugnäpfe auf, jedoch keine Haken im Gegensatz zum Schweinebandwurm. Die Saugnäpfe dienen dazu, an der Darmwand genügend Halt zu finden. Infektion und Krankheitsbild gleichen jenen des oben genannten Schweinebandwurms (Hickman et al. 2008, p. 452).

7.2.3 Diphyllbothrium-Arten

Dieser ist der wohl größte vorkommende Parasit beim Menschen mit einer Länge von bis zu 20 Metern und lebt oftmals länger als 10 Jahre im Darm des Menschen oder anderer Endwirte wie Katzen oder Hunde. Der Wurm besitzt als Befestigungsorgan zwei Sauggruppen um sich an der Darmwand anzuheften. Der Mensch infiziert sich mit den Parasiten durch kontaminierte Fische oder Meeresfrüchte, die als zweite Zwischenwirte dienen. Die infizierten Eier werden vom Wirt mit ausgeschieden und müssen ins Wasser gelangen, wo sie ihre Entwicklung fortsetzen können. Im Wasser entwickeln sich aus den Eiern kleine Wimpernlarven, die von ersten Zwischenwirten, meist Kleinkrebsen aufgenommen werden und sich in deren Leib weiterentwickeln. Werden die Krebse von Fischen gefressen, wandern die Erreger in das Fischgewebe und bilden infektiöse Stadien, die dann auf den Endwirt, den Menschen, durch den Verzehr von kontaminierten Fischen übertragen werden. Im Darm entwickelt sich der Erreger zum vollständigen Bandwurm und löst die Krankheit Diphyllbothriasis aus. Die Erkrankung verläuft meist ohne schwere Symptome, nur in schweren Fällen findet man auch neurologische Ausfälle, die nach korrekter Behandlung wieder verschwinden (Krauss et al. 2004, pp. 439-440).

7.2.4 Hymenolepsis-Arten

Hymenolepsis-Arten sind weltweit die häufigsten Bandwürmer des Menschen. Sie sind vor allem bei Kindern stark verbreitet. Es sind etwa 80 Millionen Menschen von verschiedenen Hymenolepsis-Arten befallen, wobei der Hymenolepsis nana, auch Rattenbandwurm genannt der wohl bedeutendste dieser Gruppe ist. Er wird meist nur bis zu 5cm lang und parasitiert bei Mensch, Maus und Ratte (Mehlhorn 2012, p. 127). Die Befallsrate bei Mäusen und Ratten beträgt 50 – 70%. Beim Rattenbandwurm ist ein Zwischenwirt eingeschaltet, meist Flohlarven oder Mehlkäferlarven, die von Ratten und Mäusen oral aufgenommen werden und sich dann zu einem infektiösen Stadium entwickeln. Die Infektion des Menschen erfolgt beim Ratten-

bandwurm durch orale Aufnahme von Eiern aus Fäzes von Ratten und Mäusen (Beck & Pantchev 2006, pp. 85-86).

7.2.5 Echinococcus-Arten

Es werden zwei dieser Arten unterschieden. Zum einen, der *Echinococcus granulosus* oder Hundebandwurm und zum anderen, der *Echinococcus multilocularis* oder Fuchsbandwurm, beide lösen die Echinokokkose aus. Hierbei dient der Mensch lediglich als Zwischenwirt, der Hund beziehungsweise Fuchs ist der Endwirt. Der Hundebandwurm kommt beim Menschen wesentlich häufiger vor als der Fuchsbandwurm. Die Eier werden über die Nahrung aufgenommen und gelangen dann über den Pfortaderkreislauf bis zu 70% in die Leber, und bis zu 20% in die Lungen. Dort bilden sich Zysten, die eine beachtliche Größe erreichen können. Betroffene können jahrelang beschwerdefrei mit den Bandwürmern leben, in schweren Fällen kann jedoch Gelbsucht auftreten (Frey, Lübke-Schmid & Wenzel 2002, p. 219).

7.2.6 Dipylidium caninum

Bei Hunde- und Katzenhaltern besteht eine hohe Infektionsgefahr mit dem Gurkenkernbandwurm, der den Erreger für Dipylidiasis darstellt. Er erreicht eine Länge von 10 – 70cm und ist von gurkenartiger Form. Die Infektion des Menschen erfolgt durch Verschlucken infizierter Ektoparasiten, die sich auf dem Fell von Hunden und Katzen befinden. Der Mensch ist bei den Gurkenbandwürmern Endwirt, indem die ausgewachsenen Würmer den Dünndarm parasitieren. Abgelöste Glieder sind eigenbeweglich und werden vom Wirt mit ausgeschieden. Die Erkrankung verläuft meist asymptomatisch und ist generell ungefährlich (Neumeister et al. 2009, p. 1017).

7.3 Nematoda

Fadenwürmer sind zylindrisch bis spindelförmig gebaute, getrennt geschlechtliche Würmer, die sämtliche Lebensräume der Erde nutzen können. Ihre besondere Körpergestalt ist durch ihr hydrostatisches Skelett bedingt. Das bedeutet, dass ein Hautmuskelschlauch gegen ein nicht komprimierbares Flüssigkeitspolster arbeitet. So müssen sie bei der Nahrungsaufnahme und bei der Ausscheidung aufgrund des Binnendruckes der Leibeshöhlenflüssigkeit eigens geformte Ventile betätigen (Wenk & Renz 2003, p. 297). Sie können sowohl als frei lebende

Parasiten, als auch als Pflanzen- und Tierparasiten existieren. Es gibt vermutlich mehr als eine Million Nematoden-Arten, von denen jedoch eine Vielzahl noch nicht ausreichend erforscht ist (Lucius & Loos Frank 2008, p. 367). Viele Fadenwürmer leben in der Erde oder in feuchten Gewässern, wo sie die Wurzeln der Pflanzen befallen und deshalb auch in der Landwirtschaft als Schädlinge gelten. Bei Mensch und Tier parasitieren sie in Geweben und Organen und zählen durchaus zu den gefährlichen Parasiten (Clauss & Clauss 2005, p. 111).



Abbildung 4: Fadenwurm - *Caenorhabditis elegans*
(www.google.at)

Aufgrund der Vielfalt unterschiedlicher Arten von Nematoden folgt eine Auflistung mit häufig vorkommenden Fadenwürmern und die dadurch entstehenden Erkrankungen:

Name	Deutsche Bezeichnung	Parasitose	Verbreitung	Infektion
<i>Enterobius vermicularis</i>	Madenwurm	Enterobiasis	etwa 1,5 Milliarden infizierte Menschen	Oral
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Spulwurm	Askariasis	mindestens 1,5 Milliarden infizierte Menschen	Oral
<i>Trichuris trichiura</i>	Peitschenwurm	Trichuriasis	600 – 800 Millionen infizierte Menschen	Oral
<i>Ancylostoma</i> - und <i>Necator</i> -Arten	Hakenwurm	Hookworm disease	über 900 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Zwergfadenwurm	Strongyloidiasis	Tausende infizierte Menschen	Perkutan
<i>Capillaria</i> Arten	Lungenhaarwürmer	Capillariasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
<i>Trichinella spiralis</i>		Trichinellosis	vermutlich 40 Millionen infizierte Menschen	Oral

Angiostrongylus cantonensis	Ratten-Lungenwurm	Angiostrongyliasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Angiostrongylus costaricensis		Angiostrongyliasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Anisakis-Arten		Anisakiasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Gnathostoma-Arten	Kiefernmäuler	Gnathostomiasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Toxocara-Arten	Hundespulwurm	Toxocariasis	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Dictyophyme renale		Dictyophymiasis	nur wenige Fälle beim Menschen bekannt	Oral
Ternidens deminutus		Ternidens disease	vermutlich Hunderttausende infizierte Menschen	Oral
Trichostrongylus-Arten		Trichostrongyliasis	10 – 20 Millionen infizierte Menschen	Oral
Wuchereria bancrofti		Lymphatische Filariose	etwa 100 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
Brugia malayi		Lymphatische Filariose	mindestens 500 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
Lola lola		Loiasis	mindestens 20 – 25 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
Onchocerca volvulus	Kleines Knäuel	Onchocerciasis	etwa 50 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
Mansonella-Arten		Mansonelliasis	mindestens 40 Millionen infizierte Menschen	Perkutan
Dirofilaria-Arten	Herzwurm	Dirofilariasis	mehrere Hunderttausend infizierte Menschen	Perkutan
Dracunculus medinensis	Medinawurm	Drakontiasis	nur noch wenige Tausend Fälle	Oral
Larva migrans cutanea	Hautmaulwurf	Larva migrans cutanea	nicht bekannt	Perkutan

Tabelle 1: Fadenwürmer und Erkrankungen (Mehlhorn 2012, pp. 149-195)

8. Giftige Arthropoden

Arthropoden, auch Gliederfüßer genannt, sind die zahlenmäßig größte Einzelgruppe von Tieren. Insekten, Zecken und Milben gelten als die gefährlichsten Krankheitserreger dieser Art beim Menschen. Sie haben eine hohe Anpassungsfähigkeit und ernähren sich von Blut oder Gewebeflüssigkeit. Sie können entweder direkt, durch gefährliche Bisse oder Stiche Krankheiten hervorrufen, oder indirekt, durch Übertragung mikrobieller Infektionserreger. Manche dienen auch als Zwischenwirt und sobald sie verzehrt werden, werden sie zu Überträgern von Würmern. Arthropoden sind deshalb so gefürchtet, weil sie sowohl Würmer und Viren als auch ein breites Spektrum von Keimen übertragen können. Zudem besteht natürlich auch immer die Gefahr, an einer Zoonose zu erkranken, da Infektionen erkrankter Tiere durch Bisse oder Stiche auf den Menschen übertragen werden können (Mims et al. 2006, pp. 53-57).

8.1 Skorpione

Skorpione zählen zu den Spinnentieren, die am Land leben und besitzen einen Giftstachel, mit dem sie ihre Beute lähmen können. Es gibt ca. 1.500 verschiedene Arten von Skorpionen, 25 davon können durch einen Stich für Menschen tödlich sein. Das Gift aus dem Stachel der gefährlichen Arten von Skorpionen wirkt als Neurotoxin, was speziell auf Nervenzellen und Nervengewebe einwirkt und enthält zusätzlich Enzyme, die für Menschen tödlich sein können (Claus & Claus 2005, p. 122).

Stichwirkung:

Die Wirkung des Stiches auf den menschlichen Körper hängt sehr stark von den Eigenschaften des Giftes ab. So besitzen beispielsweise Tiere, die schon längere Zeit nicht gestochen haben, einen viel größeren Giftvorrat als solche, die in kürzeren Intervallen Gift abgeben. Es lassen sich zwei Typen von Toxinen unterscheiden (Mehlhorn 2012, p. 206):

1. Typ: Ein eher harmloses Gift, das nur lokal an der Stichstelle wirkt und für Menschen meist ungefährlich ist.
2. Typ: Wirkt als Neurotoxin und schädigt damit die Nervenzellen und ihre Funktion.
(Mehlhorn 2012, p. 206)

Unverzüglich nach dem extrem schmerzhaften Stich kommt es zu einem Gefühl der Benommenheit. Es kann danach zusätzlich zu übermäßigem Speichelfluss und zu unkontrollierbarer Verkrampfung der Kiefermuskulatur kommen. Weitere Vergiftungserscheinungen sind Fieber, Schweißausbrüche, Schwindel, Sehstörung, Gefühlsverlust, zunehmende Kontraktionen der Muskulatur und Atemnot. Bei fehlender oder unzureichender Versorgung, kann nach wenigen Stunden der Tod eintreten (Mehlhorn 2012, p. 207).

8.2 Spinnen

Spinnen beißen grundsätzlich nur bei drohender Gefahr oder um ihre Beute zu lähmen oder zu töten. Spinnen aus der gemäßigten Zone produzieren Gifte, die für den Menschen keine bzw. nur eine geringe toxische Wirkung haben. Außerdem verfügen sie über sehr kurze Giftklauen, die die Haut des Menschen nur schwer durchdringen können. Es existieren etwa 30 tropische und subtropische Giftspinnen, deren Biss für Menschen eine tödliche Wirkung hat. Zur Verteidigung der Art gilt zu sagen, dass Spinnen den Menschen im Normalfall keineswegs angreifen, denn er stellt für sie weder ein Beutetier dar noch einen natürlichen Feind. Spinnen flüchten für gewöhnlich vor Menschen, fühlen sie sich jedoch bedroht oder verteidigen ihre Brut, kann es zu einem Biss kommen (Sielmann, Ferrero & Steghaus-Kovac 2008, p. 34).

Bisswirkung:

Neurotoxine verursachen Krämpfe, Herzrasen, Herzrhythmusstörungen, Schüttelfrost und Fieber, was im schlimmsten Fall zum Tod führen kann. So wirkt beispielsweise das Gift der Wolfsspinne zytotoxisch und zytologisch, um die Bissstelle kommt es zu extrem schmerzhaften Gewebsnekrosen. Vogelspinnen hingegen haben eine ganz andere Methode sich zur Wehr zu setzen, da sie sehr träge und nur schwer zum Beißen zu animieren sind. Bei drohender Gefahr, bürsten sie mit ihren Hinterbeinen die Haare vom Hinterleib und katapultieren diese dem Angreifer entgegen. Bei Menschen verursacht solch ein Angriff Hautentzündungen und Schleimhautödeme. Zu den giftigsten Spinnen zählt die in Südamerika beheimatete Kammspinne, die auch immer wieder mit Bananenstauden eingeschleppt wird. Ihr Gift enthält 13 toxische Komponenten, wenn bei diesem Biss keine Behandlung erfolgt, tritt der Tod durch Lähmung des Atemzentrums sehr rasch ein (Mehlhorn 2012, pp. 210-211).

8.3 Zecken

Diese Parasiten sind weltweit verbreitet und als Blutsauger und Krankheitsüberträger auch weltweit gefürchtet. Nüchtern haben Zecken einen linsenförmigen, flachen Körper, der durch Blutaufnahme enorm anschwillt. Das starke Anschwellen ist durch die sehr dehnbare Kutikula möglich. Zecken besitzen zusätzlich ein sogenanntes Haller'sches Organ, welches spezifische Chemorezeptoren trägt und dazu dient, chemische Verbindungen aufzuspüren, die der Wirtsfindung dienen. Entscheidend für das Auswählen der Wirte sind die von ihnen abgegebene Wärme, ihr Kohlendioxid und ihre Duftstoffe (Mehlhorn 2012, p. 212).

Stichwirkung:

Der Zeckenbefall wird oftmals erst nach längerer Zeit bemerkt, wenn ein starker Juckreiz um die Einstichstelle auftritt. Der Speichel der Zecken, der in die Wunde gelangt, enthält lytische Substanzen, Enzyme, Gerinnungshemmer, Gifte und pharmakologisch wirksame Stoffe. So ist es dem Parasiten möglich, die entstehende Blutung durch Abgabe von Prostaglandinen mit dem Speichel aufrecht zu erhalten, um die Mahlzeit zu vollziehen. Bestenfalls können Zecken mehr als das 200-fache ihres Körpergewichts an Blut aufnehmen und schwellen dabei regelrecht wie ein Ballon an (Mehlhorn 2012, p. 220).

Entsprechend dem Ausbreitungsgebiet der Zecken kommen die durch Zeckenbiss übertragene Infektionskrankheiten in unterschiedlichen Regionen vor. Dazu gehören folgende Krankheitsbilder (Siegenthaler 2005, p. 160):

- Lyme-Borreliose
- Zeckenzephalitis
- Arbovirusinfektionen (Colorado-Zeckenfieber-Virus, Krim-Kongo-Virus,...)
- Rickettsiosen (mediterranes-, afrikanisches-, indisches- und australisches Zeckenbissfieber, Rocky-Mountain-Zeckenbissfieber)
- Ehrlichiose
- Babesiose
- Tularämie

(Siegenthaler 2005, p. 160)

8.4 Milben

Milben gehören zur Familie der Spinnentiere und es sind mehrere hundert Milben-Arten bekannt. Die meisten befallen jedoch hauptsächlich verschiedene Säugetiere und nicht primär den Menschen. Für den Menschen sind folgende Milben von Bedeutung (Höger 2001, p. 377):

- Hühnermilben: Sie übertragen für den Menschen keine pathogenen Krankheitserreger. Bei Geflügel kommt es jedoch zur Übertragung von Erregern der Geflügelpest.
- Rattenmilben: Sie sind Überträger des Fleckfiebers und der Rattenfiliarie.
- Herbstmilben: Sie sind Überträger der Erreger, die das sogenannte Tsutsugamushi-Fieber auslösen. Dies ist eine mit dem Fleckfieber vergleichbare Infektionskrankheit.
- Krätzmilben: Sie verursachen die Hautkrankheit Krätze, medizinisch auch als Scabies bezeichnet.
- Haarbalmilben: Sie führen zu diversen Hauterkrankungen des Menschen.
- Hausstaubmilben: Sie können zu allergischen Reaktionen und Hauterkrankungen führen. Allergieauslösender Faktor der Milben ist ihr Kot.
(Mehlhorn 2012, pp. 229-240)

8.5 Insekten

Insekten stellen mit 75% aller gegenwärtig bekannten Tierarten die weitaus größte Tiergruppe dar. Der größte Teil von Insekten kann fliegen. Sie sind generell Land- und Lufttiere. Es werden jedoch grob zwei Arten unterschieden. Ungeflügelte, niedere Formen namens Apterygota und geflügelte Formen, die Pterygota. Die beiden Arten sind unterschiedlich gebaut und führen unterschiedliche Lebensweisen (Klausnitzer 2011, p. 16). Insekten dienen oftmals als Zwischenwirte für Parasiten oder übertragen Rickettsien, Bakterien und Viren auf Mensch und Tier. Außerdem können sie zur mechanischen Verschleppung von Protozoen, Pilzen und Bakterien beitragen (Mehlhorn 2012, p. 243).

8.5.1 Flöhe

Flöhe sind kleine, blutsaugende Ektoparasiten, die nicht unbedingt an ihren Wirt gebunden sind. Flohstiche erzeugen Rötungen um die Einstichstelle, begleitet von starkem Juckreiz. Typisch bei Flohstichen ist, dass sie meist in einer Reihe auftreten, da Flöhe vor dem eigentlichen Saugakt immer Probestiche durchführen. Prinzipiell sind Flöhe harmlos, doch sie können verschiedene Krankheitserreger auf den Menschen übertragen. Eine der wohl bekanntesten Erreger der Flohkrankheit ist *Yersinia pestis*. Er verursacht Lungen- und Beulenpest und wird vom Rattenfloh übertragen. Weitere Erreger, die durch Flöhe übertragen werden sind Listerien, Salmonellen, Brucellen und Rickettsien. Diese können vom Menschenfloh, Katzenfloh, Hundefloh, Vogelfloh, Rattenfloh oder vom Sandfloh übertragen werden (Köhn & Ring 2004, p. 160).

8.5.2 Läuse

Läuse werden von Mensch zu Mensch übertragen und gehören zu den flügellosen Insekten. Ihre Eier, auch Nissen genannt, legen sie in Haare oder Kleider. Läuse sind Blutsauger und verursachen durch den Biss starken Juckreiz. Kopfläuse sind relativ harmlose Parasiten und können gezielt bekämpft werden. Kleiderläuse hingegen können das klassische Fleckfieber durch ihren Kot verbreiten. Filzläuse sitzen an Schamhaaren, Achselhaaren und manchmal sogar an Kopfharen. Sie sind weitgehend ungefährlich, durch starkes Kratzen können lediglich Ekzeme auf der Haut des Wirtes entstehen (Mehlhorn 2012, pp. 253-259).

8.5.3 Wanzen

Man unterscheidet zwischen tropischen Bettwanzen, Vogelwanzen, Fledermauswanzen, Raubwanzen und den europäischen Bettwanzen. Europäische Bettwanzen verursachen die Cimicosis, eine chronisch, juckende Dermatose. Eine besondere Rolle spielt die Raubwanze, da sie der Überträger des Erregers der Chagas-Krankheit ist. Ansonsten gelten Wanzen als eher harmlose Parasiten des Menschen (Thomas et al. 2010, p. 236).

8.5.4 Mücken

Die meisten Mückenarten saugen kein Blut, zumindest beim Menschen nicht. Die richtige Bestimmung der Mücken erweist sich durch die Artenvielfalt als sehr schwierig und kann daher meist nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Einige der wichtigsten Gattungen der Stechmücken werden im folgenden aufgelistet (Mehlhorn 2012, p. 265):

- Fiebermücken: Sie übertragen die Malariaerreger auf den Menschen.
- Wald- und Wiesenmücken: Von diesen Mücken werden das Gelbfieber und das Denguefieber übertragen.
- Kriebelmücken: In Zentralafrika und Mittelamerika sind sie Überträger einer Filarie, die zur Flussblindheit führt. Heimische Kriebelmücken in Europa sind hingegen harmlos.
- Sandmücken: Sind Überträger der Viruskrankheiten Pappataci-Fieber und Oroya-Fieber.

(Mehlhorn 2012, pp. 266-277)

8.5.5 Fliegen

Abgesehen davon, dass Fliegen unangenehme Störenfriede für Mensch und Tier sind, spielen sie bei der Keimübertragung eine große Rolle. Da sich ihr Leben zwischen Kot, Schmutz, Abfall und Lebensmitteln abspielt, übertragen sie oftmals Krankheitserreger und Fäulnisbakterien. Ihre Eier legen sie auf Mist, Fäkalien, rohem Fleisch, Obst und Gemüse ab, woraus Maden schlüpfen. Sie übertragen Infektionskrankheiten wie Ruhr, Typhus, Cholera, Salmonellen, Kinderlähmung und Maul- und Klauenseuche. Werden Eier in nekrotisches Gewebe abgelegt, kommt es zur Myosis (Steuer & Schubert 2010, pp. 204-205).

- Tsetsefliegen: Übertragen die Erreger der Schlafkrankheit.
- Stubenfliegen: Suchen gerne Kot und eiternde Wunden auf und können dadurch zahlreiche Krankheitserreger auf den Menschen übertragen.
- Graue-, Blaue- und Grüne Schmeißfliegen: Die Larven der Schmeißfliegen kriechen in diverse Körperöffnungen des Menschen ein und führen zur Myiasis.

(Mehlhorn 2012, pp. 282-283)

9. Parasitenbefall vorbeugen

Fast alle Menschen werden irgendwann in ihrem Leben von Parasiten befallen. Manche dieser Schädlinge müssen wir also einfach als unsere Weggefährten betrachten und versuchen, sie möglichst schnell wieder loszuwerden. Viele Parasiten kann man aber auch vermeiden, indem man einfache Dinge beachtet (Walchnik 2011, p. 162):

Essen und Trinken

Grundsätzlich gilt, rohes Fleisch so gut wie möglich zu meiden. Dies gilt insbesondere für Schweinefleisch, Rindfleisch sowie für rohen Fisch und Meeresfrüchte. Auf Reisen sollte man ausschließlich gekochtes Gemüse verzehren und auf Salat möglichst verzichten, da man nicht sicher davon ausgehen kann, dass dieser auch mit sauberem Wasser gewaschen wurde. Auch das Essen, das auf Märkten verkauft wird, kann zur Krankheitsfalle werden, da Fliegen relativ rasch ihre Eier auf Nahrungsmitteln ablegen. Bei den Getränken sollte man sich an original-verschlossene oder an frisch gekochte Getränke halten. Neben den zahlreichen Parasiten, die in Nahrungsmitteln und Getränken lauern, gibt es natürlich noch etliche bakterielle Krankheitserreger, die nur darauf warten, auf dieselbe Art und Weise in den Menschen zu gelangen (Walchnik 2011, p. 1162).

Schlafen

Insbesondere in den Tropen und Subtropen sollte man beim Schlafen ein engmaschiges und imprägniertes Moskitonetz verwenden (Walchnik 2011, p. 163).

Outdoor-Verhalten

Beim Aufenthalt im Wald empfiehlt es sich, langärmelige Kleidung und vor allem lange Hosen zu tragen um sich vor Zecken zu schützen. Beim Pilze- oder Beeren sammeln sollte man stets auf die Hygiene achten. Pilze sollten gekocht und Beeren gut gewaschen werden, da der Fuchsbandwurm im Wald sehr verbreitet ist. Beim Schwimmen ist darauf zu achten, dass man nur in sauberem Wasser mit dem Kopf untertaucht und auch stark erwärmte Gewässer sollte man meiden (Walchnik 2011, p. 163).

10. Was bei Parasitenbefall zu tun ist

Parasitenbefall ist keine Schande und hat weniger mit der persönlichen Hygiene als vielmehr mit den allgemeinen Hygienebedingungen im jeweiligen Land zu tun. Es gibt also keinen Grund, sich dafür zu schämen und einen Arzt aufzusuchen. Derzeit gibt es gegen keinen einzigen Parasiten des Menschen eine Impfung, doch es gibt gegen fast alle Parasiten gute und wirksame Medikamente. Zecken, Läuse und Krätzmilben, also Parasiten, die außen auf dem Menschen parasitieren, können schnell und effektiv bekämpft werden, damit sie keine Krankheitserreger übertragen können. Bei Läusen und Krätzmilben ist es zudem noch notwendig, die Bettwäsche und Kleidung sehr heiß zu waschen, um die Parasiten abzutöten. Nicht Waschbares kann man entweder einfrieren oder fünf Tage in einem dicht verschlossenen Plastiksack aufbewahren. Fast jeder Haushalt mit Haustieren hat auch Flöhe, daher sollte man auch sehr auf die Sauberkeit der Tiere achten. Parasiten, die im Inneren des Menschen existieren, sind durchaus schwieriger zu identifizieren. Daher sollte man bei auffälligen Beschwerden oder bei Würmern, die man als Ganzes oder in Teilen in der Toilette findet, rasch einen Arzt aufsuchen. Die meisten anderen Parasiten können nur im parasitologischen Labor identifiziert und dann können dementsprechende Medikamente verabreicht werden (Walochnik 2011, p. 163).

11. Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass Parasitismus weltweit verbreitet ist und durch die anpassungsfähige Lebensweise der Schädlinge finden sich Parasiten in allen Stämmen und Klassen von Organismen. Der Mensch hat Parasiten seit er existiert und es herrscht im Grunde ununterbrochen Krieg zwischen Wirt und Parasit. Parasiten haben über Jahre hinweg grobte Eigenschaften entwickelt, um ihre Wirte zu erreichen, in oder auf ihnen zu überleben und sich fortzupflanzen. Leider ist es so, dass Parasiten sehr ungerecht auf unserer Welt verteilt sind. Betrachtet man die in der Arbeit beschriebenen Parasiten, kann man durchaus erkennen, dass der Parasitenbefall in den Tropen deutlich höher ist als in Europa. Dass es in den Tropen und Subtropen weitaus mehr Parasiten gibt als in Mitteleuropa, liegt allerdings nicht nur an der Wärme, sondern in erster Linie am Geld. Ein gut funktionierendes Gesundheitssystem mit sauberem Trinkwasser, mit Toiletten, Kanalisation, Kläranlagen und guter medizinischer Versorgung für die Menschen ist ausschlaggebend um die Verbreitung von Parasiten zu

verhindern. Es ist vor allem der Hygiene und dem gut ausgebauten Gesundheitssystem zu verdanken, dass viele Parasiten bei uns heute fast ausgerottet sind und dass für fast alle Parasiten des Menschen wirksame Therapeutika zur Verfügung stehen. Parasiten sind einzigartige Lebewesen und weisen Besonderheiten auf, die sich in keiner anderen Tiergruppe finden. Zu dieser Tatsache kommt hinzu, dass die Parasiten besondere Resistenz und Persistenz gegenüber der menschlichen Immunabwehr entwickelt haben, was zu schwerwiegenden Infektionen und Parasitosen führt. Dass der Mensch mit seinem Körper nicht alleine lebt, ist schon lange bekannt, doch nehmen die Parasiten überhand, bringen sie den Organismus des Wirtes aus dem Gleichgewicht und verursachen Krankheiten, die im schlimmsten Falle zum Tode führen können. Auch die Mobilität der Menschheit sowie Transportmöglichkeiten und der internationale Handel begünstigen die globale Ausbreitung von Parasiten. Auch die Ko-Evolution des Menschen mit seinen Parasiten wurde durch gewisse Ereignisse entscheidend geprägt. Ausschlaggebend ist beispielsweise der Verlust der Körperbehaarung des Menschen und die Erfindung der Bekleidung. So konnte sich eine neue Lausart entwickeln, die nicht nur Scham- und Kopfhare befällt. Auch durch den erhöhten Fleischkonsum kamen unzählige Parasiten hinzu. Der Trend zum erhöhten Fleischkonsum führte wiederum zur Domestikation von Tieren wodurch sich der Rinder- und der Schweinebandwurm perfekt an den Menschen anpassen konnten. Die Entwicklung des Ackerbaus durch die Düngung der Felder mit Fäkalien trug ebenfalls wesentlich zur Verbreitung von Parasiten bei. Es ist der Kreislauf des Lebens der uns und unsere Parasiten am Leben erhält, so wird der Mensch niemals ohne unerwünschte Mitbewohner existieren. Tatsache ist, dass Parasiten lautlose Mörder sind, welche ihre Wirte schädigen oder sogar töten, ohne dass diese überhaupt wissen, dass sie in ihrem Körper parasitieren. Auch wenn manche Parasiten als harmlos bezeichnet werden, allein die physische Präsenz der Parasiten selbst bedeutet eine enorme Belastung für den menschlichen Körper. Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Parasiten sind nur ein Bruchteil dessen, was es an Parasiten noch auf dieser Erde gibt, die zurzeit weder erforscht, noch bekannt sind. Die Forschungsfrage konnte somit beantwortet werden, indem die am häufigsten vorkommenden Parasiten des Menschen beschrieben und ebenso auf die durch Parasitenbefall entstehenden Erkrankungen hingewiesen wurde.

Glossar

Amöbenruhr: Durch *Entamoeba histolytica* hervorgerufener Blutdurchfall.

Brucellen: Sind gram-negative Bakterien und kommen in den Geschlechtsorganen von Kühen, Schafen und Schweinen vor.

Dengue: Durch Stechmücken übertragene, fieberhafte Virus-Infektion, an der jährlich mehrere Millionen Menschen, vor allem Kinder erkranken.

Ektoplasma: Ist die äußere Schicht des Zytoplasmas von einzelligen Organismen.

Filarie: Ist eine infektiöse Wurmerkrankung, ausgelöst durch Fadenwürmer.

Flussblindheit: Ist eine chronische Erkrankung, durch Fadenwürmer verursacht und führt bei Erkrankten zur Erblindung.

Immunsupprimiert: Im Besitz eines beeinträchtigten Immunsystems, nicht im vollen Besitz seiner Abwehrkräfte.

Kokzidien: Sie leben parasitisch im Inneren von Zellen, befallen vorwiegend den Magen-Darm-Trakt und verursachen Durchfall.

Liquor: Ist eine Körperflüssigkeit, die im zentralen Nervensystem vorkommt.

Meningoenzephalitis: Entzündung der Gehirnhaut und des Gehirns.

Metabolische Störungen: Stoffwechselbedingte Störungen.

Mikrovilli: Sind Ausstülpungen der Zellmembran und dienen zur Oberflächenvergrößerung bei resorbierenden Epithelien in der Darmwand.

Mollusken: Auch Dellwarzen genannt, werden durch Viren hervorgerufen und stellen eine Hauterkrankung dar.

Morphologie: Beschreibung der äußeren Gestalt eines lebenden Organismus.

Mucopolysaccharide: Sind in der Grundsubstanz im menschlichen Bindegewebe enthalten und sind wichtige Stütz-, Schutz- und Gleitsubstanzen.

Myiasis: Bezeichnet den Befall des menschlichen Körpers mit Fliegenlarven, die sich von Gewebebestandteilen, Ausscheidungsprodukten und Körpersekreten ernähren.

Näglerien: Sie gehören zu den Flagellaten, die als fakultative Parasiten den Menschen befallen können.

Oozyste: Dauerstadium verschiedener Einzeller. Die Oozysten gelangen mit den Fäkalien des Wirts ins Freie.

Parasitäre Kastration: Schädigung der Geschlechtsorgane durch Parasitenbefall, was bis hin zur Unfruchtbarkeit führen kann.

Prostaglandine: Sind Gewebshormone und spielen eine wichtige Rolle bei Entzündungsprozessen, Schmerzvermittlung und als Vermittler bei der Wirkung von Hormonen.

Retikuloendotheliales System: Ist ein Teil des Immunsystems und des mononukleärphagozytären Systems. Es stellt die Gesamtheit aller Zellen des retikulären Bindegewebes dar.

Rickettsien: Sind gram-negative Stäbchenbakterien und vermehren sich intrazellulär.

Trophozoit: Ist die vegetative Lebensphase adulter Protisten, also die Lebensform, in der Protisten im Stoffwechselfaustausch mit ihrer Umwelt leben.

Zerkarien: Sind die Larven von Saugwürmern.

Zyste: Dauerstadium von Mikroorganismen.

Literaturverzeichnis

Baklayan, A 1999, *Parasiten – Die verborgene Ursache vieler Erkrankungen*, 7. Auflage, Random House Verlag, München.

Bauerfeind, R, Kimmig, P, Schiefer, H, Schwarz, T, Slenczka, W & Zahner, H 2004, *Zoonosen – Zwischen Tier und Mensch übertragbare Infektionskrankheiten*, 4. Auflage, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.

Beck, W & Pantchev, N 2006, *Praktische Parasitologie bei Heimtieren*, Schlütersche Verlag, Hannover.

Buchta, M, Höper, D & Sönnichsen, A 2008, *Das Hammerexamen – Repetitorium für den 2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung*, 2. Auflage, Elsevier Verlag, München.

Clauss, W & Clauss, C 2005, *Zoologie für Tiermediziner*, Enke Verlag, Stuttgart.

Darai, G, Handermann, M, Hinz, E & Sonntag, H 2003, *Lexikon der Infektionskrankheiten des Menschen*, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Eckert, J, Friedhoff, K, Zahner, H & Deplazes, P 2008, *Lehrbuch der Parasitologie für Tiermedizin*, 1. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

Frey, I, Lübke-Schmid, L & Wenzel, W 2002, *Krankenpflegehilfe*, 11. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Groß, U 2009, *Kurzlehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*, 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Hahn, H, Kaufmann, S, Schulz, T & Suerbaum, S 2009, *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*, 6. Auflage, Springer Medizinverlag, Heidelberg.

Hickman, C, Roberts, L, Larson, A, Anson, H & Eisenhour, D 2008, *Zoologie*, 13. Auflage, Pearson Verlag, München.

Hiepe, T, Lucius, R & Gottstein, B 2006, *Allgemeine Parasitologie*, 1. Auflage, Parey Verlag, Stuttgart.

Hofmann, F & Tiller, F 2012, *Praktische Infektiologie*, Hüthig Jehle Rehm Verlag, Hamburg.

Höger, P 2011, *Kinderdermatologie – Differentialdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen*, 3. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart.

Klausnitzer, B 2011, *Exkursionsfauna von Deutschland*, 11. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Krauss, H, Weber, A, Appel, M, Enders, B, Graevenitz, A, Isenberg, H, Schiefer, H, Slenczka, W & Zahner, H 2004, *Zoonosen – Von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten*, 3. Auflage, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.

Köhn, F & Ring, J 2004, *Fallstricke und Fehlerquellen in der Dermatologie*, Springer Verlag, Wien.

Lucius, R & Loos-Frank, B 2008, *Biologie von Parasiten*, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Löscher, T & Burchard, G, *Tropenmedizin in Klinik und Praxis*, 4. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Martin, K & Allgaier, C 2011, *Ökologie der Biozöosen*, 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg.

Mehlhorn, H 2012, *Die Parasiten des Menschen*, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Mims, C, Dockrell, H, Goering, R, Roitt, I, Wakelin, D & Zuckerman, M 2006, *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*, 1. Auflage, Elsevier Verlag, München.

Neumeister, B, Geiss, H, Braun, R & Kimmig, P 2009, *Mikrobiologische Diagnostik*, 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Siegenthaler, W 2005, *Differenzialdiagnose – Innere Krankheiten – vom Symptom zur Diagnose*, 19. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Sielmann, H, Ferrero, E & Steghaus-Kovac, S 2008, *Spinnen*, Tessloff Verlag, Nürnberg.

Steuer, W & Schubert, F 2010, *Leitfaden der Desinfektion, Sterilisation und Entwesung*, 9. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg.

Sökeland, J, Rübben, H & Schulze, H 2008, *Taschenbuch Urologie*, 14. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Thomas, C, Hagedorn, M, Kolesnikova, L, Salfelder, K & Weyers, I 2010, *Atlas der Infektionskrankheiten*, Schattauer Verlag, Stuttgart.

Townsend, C, Harper, J & Begon, M 2003, *Ökologie*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Walochnik, J 2011, *Hotel Mensch*, Carl Ueberreuter Verlag, Wien.

Wenk, P & Renz, A 2003, *Biologie der Humanparasiten*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Zimmer, C 2001, *Parasitus Rex – Die bizarre Welt der gefährlichsten Kreaturen der Natur*, Umschau Braus Verlag, Frankfurt/Main.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schistosoma mansoni, männliche und weibliche Form – eine Gattung der Trematoden, viewed 19. August 2013, <<http://sciencealive-flatworms.blogspot.co.at/2011/09/flukes-class-trematoda.html>>.

Abbildung 2: Trematoden-Arten, Mehlhorn, H 2012, *Die Parasiten des Menschen*, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Abbildung 3: Bandwurm, viewed 20. August 2013, < <http://may.plumbweb.net/etc/Taxons/Animalia/Platyhelminthes/Cestoda.html>>.

Abbildung 4: Fadenwurm - Caenorhabditis elegans, viewed 23. August 2013, < <http://tuebingen.mpg.de/startseite/detail/wie-der-modulare-aufbau-der-proteine-die-evolution-foerdert.html>>.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fadenwürmer und Erkrankungen, Mehlhorn, H 2012, *Die Parasiten des Menschen*, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.