

# **Diplomarbeit**

**vorgelegt zur Erlangung des Grades eines Diplom-Biologen  
an der Fakultät für Biologie der Ruhr-Universität Bochum**

## **Einfluss des Geschlechts und psychoneuroimmunologischer Faktoren auf die Parasitierung von Zootieren**

**von**

**André Stadler**

**angefertigt in der Arbeitsgruppe Zoologie/Parasitologie**

**Referent: Prof. Dr. G.A. Schaub**

**Korreferent: PD Dr. C. Distler**

„Je komplizierter ein lebendes System ist, desto anfälliger ist es für Störungen im Bereich der vielen, vielen Umweltbedingungen, an die es angepasst ist. Zu den kompliziertesten Systemen, die wir im Bereich der Lebendigen kennen, gehören die Sozietäten von Tieren, insbesondere von Wirbeltieren.....“ (Lorenz, 1984)

## Danksagung

Herrn Prof. Dr. Günter A. Schaub danke ich für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes, die Überlassung des interessanten Themas und für die gute Betreuung, welche sich nicht allein auf die ständige Diskussions- und Hilfsbereitschaft beschränkte, sondern auch auf die Vermittlung eines außerordentlich guten und persönlichen Arbeitsklimas.

Ein großer Dank gilt Herrn Dr. Ulrich Schürer für die Erlaubnis, meine Arbeit im Wuppertaler Zoo verrichten zu können.

Bei Herrn Dr. Alexander Sliwa vom Wuppertaler Zoo bedanke ich mich für seine großartige Unterstützung und Wissensvermittlung. Herrn Dr. Arne Lawrenz danke ich für seine Hilfe bei allen veterinärmedizinischen Problemen.

Außerdem danke ich Herrn Dr. Frank Brandstätter, Frau Dr. Christine Osmann und Frau Schappert vom Zoo Dortmund sowie Herrn Jörg Adler und Frau Dr. Sandra Silinski vom Allwetterzoo Münster für die Erlaubnis zu meinen Arbeiten und ihre Hilfe im jeweiligen Zoo. Des Weiteren danke ich dem dortigen Tierpflegepersonal.

Weiterhin danke ich Frau PD Dr. Claudia Distler für die Übernahme des Korreferats und Herrn Prof. Dr. Heinz Melhorn für die Nachbestimmung der Parasiten.

Frau Eva Bähnisch danke ich dafür, dass sie während der Anfertigung der Arbeit immer für mich da war und mich unterstützt hat.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Thomas Bartelt, Herrn John Meincke, Frau Nina Bäcker, Herrn Robin Jäger und Herrn Marco Schottkowski für ihre moralische Unterstützung während der Anfertigung der Arbeit.

Den Mitglieder der Arbeitsgruppe danke ich für das gute Arbeitsverhältnis und ihre ständige Hilfsbereitschaft.

Mein besonderer Dank gilt meiner Mutter Gisela Stadler, die mir durch ihre Unterstützung das Studium ermöglicht hat.

	<u>Seite</u>
<b>1. Einleitung</b> .....	1
<b>2. Material und Methoden</b>	
2.1 Material	
2.1.1 Chemikalien und Lösungsmittel .....	11
2.1.2 Geräte und weitere Materialien .....	11
2.2 Tiere.....	12
2.3 Haltungsbedingungen der Erdmännchen.....	16
2.4 Verhaltensbeobachtungsmethoden .....	18
2.5 Probengewinnung .....	19
2.6 Stresshormonanalysen.....	21
2.7 Parasitologische Methoden	
2.7.1 S.A.F. Methode .....	23
2.7.2 Flotationsmethoden.....	24
2.7.3 Vergleich der drei Methoden zur Kotuntersuchung.....	25
2.8 Untersuchung der Todesursache.....	25
2.9 Datenauswertung .....	25
<b>3. Ergebnisse</b>	
3.1 Ethologische Ergebnisse bei <i>Suricata suricatta</i> .....	27
3.1.1 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Wuppertal.....	28
3.1.2 Soziogramm der Erdmännchen im Zoo Wuppertal.....	33
3.1.3 Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Wuppertal bei besonderen Ereignissen.....	35
3.1.4 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Dortmund.....	37
3.1.5 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Allwetterzoo Münster.....	37
3.2 Stress-Hormon-Titer bei <i>Suricata suricatta</i> .....	38
3.3 Parasitenbefall verschiedener Zootiere .....	42
3.4 Parasitenbefall der Erdmännchen .....	46
3.4.1 Parasitenbefall der Erdmännchen im Wuppertaler Zoo.....	49

3.4.2 Parasitenbefall der Erdmännchen im Wuppertaler Zoo bei Stressphasen.....	57
3.4.3 Parasitenbefall der Erdmännchen im Dortmunder Zoo.....	58
3.4.4 Parasitenbefall der Erdmännchen im Allwetterzoo Münster....	58
3.5 Todesursachen bei den zwei Erdmännchen .....	59
<b>4. Diskussion</b>	
4.1 Methodische Probleme.....	60
4.2 Verhalten der Erdmännchen.....	66
4.3 Stresshormontiter.....	69
4.4 Intensitäten der Parasitierung.....	71
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>74</b>
<b>6. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>75</b>
<b>7. Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>87</b>

## 1. Einleitung

Das Wohlbefinden von Tieren bekommt eine immer größere Bedeutung für alle, die mit Tieren zu tun haben, und die Abwesenheit von chronischem Stress ist eine der Voraussetzungen hierfür (Möstl & Palme, 2002). Allerdings ist es schwer das Wohlbefinden zu definieren, so dass noch kein genereller Konsens vorliegt (Wieblebnowski, 2003). Eine wichtige Störung des Wohlbefindens stellt ein Parasitenbefall dar. „Parasiten sind Lebewesen, die andauernd oder vorübergehend auf oder in einem andersartigen Organismus, dem Wirt, leben und diesen schädigen, ihn aber höchstens zu einem späteren Zeitpunkt töten“ (Schaub, 2002). Unter natürlichen Bedingungen besteht zwischen Parasit und Wirt oft ein Gleichgewicht, wodurch die Parasiten ihre Wirte langfristig ausnutzen und permanent geringfügig schädigen. Dieses gilt jedoch nur solange, wie der Wirt keine starke Beeinträchtigung erleidet. Beeinträchtigungen können vom Parasiten selbst ausgelöst werden, indem er z.B. eine Immunsuppression des Wirtes induziert. Andere Beeinträchtigungen, die ebenfalls zu Immunsuppressionen führen, sind z.B. weitere Erkrankungen, Mangelernährung oder auch Stress. In allen Fällen resultiert dies in einer starken Vermehrung des Parasiten (Mehlhorn, 2002). Eine höhere Parasitendichte wiederum ist oftmals direkt korreliert mit der Intensität der parasitogenen pathologischen Effekte.

Bei einem Vergleich der Pathologie bei männlichen und weiblichen Tieren bzw. bei Männern und Frauen, d.h. der **Auswirkungen des Geschlechtes bei einem Parasitenbefall**, scheinen männliche Tiere auf viele parasitäre Infektionen empfindlicher zu reagieren als weibliche Tiere. Dies ist detailliert erfasst worden bei drei Protozoen-Parasiten, *Plasmodium chabaudi*, *Trypanosoma cruzi* und *Babesia microti* (Krücken *et al.*, 2004, 2005; Wunderlich *et al.*, 2005; Schuster & Schaub, 2001b; Barnard *et al.*, 1993, 1996). Keine Auswirkungen des Geschlechts auf die Befallsintensität scheinen bei Infektionen verschiedener Equidenarten mit Strongiloidenparasiten vorzuliegen (Huckfeldt, 1995). Allerdings waren die Tiere nicht gleichzeitig experimentell infiziert worden.

Beim Auftreten geschlechtsspezifischer Effekte hängt dieser Unterschied von vielen Faktoren ab, vor allem aber von den geschlechtsspezifischen Hormonen (Alexander & Stimson, 1988; Roberts *et al.*, 1996, 2001). Das männliche Geschlechtshormon Testosteron und eines der weiblichen Östrogene, Estradiol, können sowohl auf die Makrophagen als auch auf die T-Zellen einwirken, obwohl die spezifischen androgenen Rezeptoren bei diesen fehlen (Benten *et al.*; 1999 a, b).

Diese nicht genomisch bedingte Antwort ist bei Mäusen durch einen starken  $\text{Ca}^{2+}$  Anstieg in den Organellen dieser Immunzellen erkennbar (Guo *et al.*, 2002a). Testosteron und Estradiol wirken unterschiedlich. Testosteron supprimiert sowohl zelluläre als auch humorale Teile des Immunsystems (Alexander & Stimson, 1988; Zhang *et al.*, 2001) und führt so zu einer höheren Empfänglichkeit für Parasiten, z.B. für *Plasmodium chabaudi* bei Labormäusen. Hierbei modifiziert Testosteron die T-Zellen von Parasiten-abwehrenden zu Parasiten-empfindlichen Zellen (Benten *et al.*, 1999b). Insbesondere die Leber scheint von Testosteron negativ beeinflusst zu werden, indem Testosteron bestimmte Gene der Parasitenresistenz diese Organe bei Männchen unterdrückt (Krücken *et al.*, 2004, 2005; Wunderlich *et al.*, 2005). Estradiol reguliert ebenfalls über diesen nicht genomischen Weg, allerdings mit einem positiven Einfluss auf die humorale Immunabwehr, z.B. beim Schutz vor Krebs oder vor neurodegenerativen Krankheiten (Guo *et al.*, 2002b). Die Zell-vermittelte Immunabwehr wird aber ebenfalls von Östrogenen supprimiert (Alexander & Stimson, 1988; Zhang *et al.*, 2001).

Neben den Parasiten und dem Geschlecht des Wirtes wirken auch **psycho-neuroimmunologische Faktoren** auf das Immunsystem (zusammengefasst in Schuster & Schaub, 2001). Insbesondere Sozialstrukturen können die Ursache von Stress sein. Bei sozialen Gruppen von Tieren wirkt die natürliche Selektion in ähnlicher Weise auf alle Tiere, auch auf einander ähnliche Individuen, z.B. Geschwister. Da die Tiere aber unterschiedlich reagieren, kommt es zu einer Ausbildung einer Hierarchie (McFarland, 1999). Sie entsteht oft in einer zunächst homogenen Gruppe über einzelne Dominanzverhältnisse und führt bei einer linearen Hierarchie zu einem ranghöchsten ( $\alpha$ -) und einem rangniedrigsten ( $\omega$ -) Tier. Besonders in mehrstufigen Sozietäten sind aber die unteren Stufen nicht eindeutig abgegrenzt (Vogel & Angermann, 1968). Solche Hierarchien sind relativ stabil, so dass Rangordnungskämpfe vermieden werden und Energie gespart wird. Oftmals reichen Dominanzgesten und eine Beantwortung durch Demutsgesten. Bei Wildtieren werden in jeder Fortpflanzungsperiode diese Hierarchien erneut ausgefochten. Bei einem zwischenzeitlichen Verlust seiner Stärke wird das ursprünglich dominante Tier von der Fortpflanzung ausgeschlossen.

Besonders bei dominanten Tieren sind **Auswirkungen von sozialem Stress auf den Parasitenbefall** erkennbar. Bei Gruppen von drei Männchen besaßen die dominanten Tiere die niedrigsten Parasitämien mit *Trypanosoma cruzi*. Einzeln gehaltene

Männchen wiesen niedrigere Parasitämien auf als die in Gruppen gehaltenen Tiere (Schuster & Schaub, 2001b). Bei Gruppen von Weibchen, die ohne Geruch von Männchen gehalten wurden, traten immer Tiere mit höheren Parasitämien auf als in normal gehaltenen Gruppen (Schuster & Schaub, 2001a). Dominante Männchen, welche die aggressivsten Tiere der Gruppe waren, wiesen bei nachfolgender Einzelhaltung und Infektion mit *Babesia microti* die höchsten Parasitämien auf, eventuell aufgrund des Isolierung-Stresses. Höhere Parasitämien resultierten ebenfalls bei einer Haltung in großzügig eingeräumten Gehegen, weil es zu Kämpfen um Einrichtungsgegenstände kam, z.B. um Höhlen (Barnard *et al.*, 1993; 1996). Bei den eher solitär lebenden Hamstern hatten die paarweise gehaltenen Tiere eine höhere Belastung mit Würmern und Wurmeiern als solitär gehaltene Tiere (Rashed *et al.*, 1996).

Der soziale Stress, der neben der Ranghöhe auch mit den Haltungsbedingungen zusammenhängt, kann direkt den individuellen Hormonstatus beeinflussen, v.a. die **Stress-Hormone** der Nebennierenrinde, das Mineralcorticoid Aldosteron sowie die Glukokortikoide Cortison, Cortisol und Kortikosteron, von denen die beiden Letztgenannten, die bedeutendsten und biologisch relevantesten Glukokortikoide sind (Keller, 1995). Der relative Anteil der einzelnen Hormone an der Gesamt-Glukokortikoid-Konzentration variiert artspezifisch (Keller, 1995; Palme *et al.*, 2005). Bei der Stressbewältigung werden als erstes die Glukokortikoide und die Catecholamine freigesetzt. Zusammen mit anderen Hormonen (z.B. Adrenalin) erhöhen die Glukokortikoide die Reaktionsbereitschaft des Organismus gegenüber Stress. Dieser Stress-induzierte Anstieg der Glukokortikoidlevel soll ein Überschlagen der normalen Reaktionen des Körpers gegen Stress verhindern, da dies wiederum die Homöostase weiter stören würde (Munck *et al.*, 1984). Wiederholte Störungen der Tiere resultieren in einem Anstieg des Grundlevels des Kortikosterons (Thiel, 2005).

Die Konzentrationen dieser Hormone im Blutplasma werden üblicherweise als Parameter für eine Nebennierenrindenaktivität und damit für eine Störung der Homöostase bestimmt. Bei vielen Tieren führt aber die Blutentnahme zur Messung des Glukokortikoidtiters im Blutplasma zu einer immensen Störung der Tiere, so dass die Stresshormon-Werte innerhalb von Minuten um das 10-fache ansteigen. Diese erhöhten Plasma-Glukokortikoidtiter finden sich allerdings nicht länger als 90 Minuten (Queyras & Carosi, 2004; Palme *et al.*, 2005), da die Hormone rasch abgebaut und anschließend ausgeschieden werden, ohne das sterane Skelett zu degradieren.



Deshalb kann die Konzentration von Glukokortikoidmetaboliten neben dem Blut in weiteren Körperflüssigkeiten erfasst werden, z.B. im Urin, Speichel oder Kot (Palme *et al.*, 2005, Brousset Hernandez-Jauregui *et al.*, 2005).

Kotproben können ohne Störung der Tiere stressfrei erhalten werden (Palme *et al.*, 2005). Der Anteil der im Kot nachgewiesenen Glukokortikoidmetabolite beträgt zwischen 7 und 86% der Gesamtmenge. Es bestehen allerdings artspezifische Unterschiede in der Zeitdauer, bis zu der erhöhte Glukokortikoidmetabolit-Konzentrationen im Kot vorliegen (Palme *et al.*, 2005). Äußere Faktoren, wie Temperatur, relative Feuchte können die Konzentrationen der Glukokortikoidmetabolite im Kot beeinflussen. Hinzu kommt, dass Bakterien die Metabolite abbauen, wenn der Kot bei Raumtemperatur gelagert wird. Deswegen ist ein möglichst rasches Einfrieren der Proben ohne zusätzliche Chemikalien notwendig (Touma & Palme, 2004; Millspaugh & Washburn, 2004).

**Auswirkungen des Geschlechts und der Ranghöhe auf die Stresshormone** sind ebenfalls bekannt. Bei Labormäusen wiesen Männchen signifikant höhere Werte als Weibchen auf (Palme *et al.*, 2005). In einer weiteren Untersuchung konnte ebenfalls ein signifikant höherer Glukokortikoidausstoß bei männlichen C57BL/6J-Mäusen nachgewiesen werden als bei weiblichen Tieren (Touma, 2003). Bei Ratten, anderen Mäusestämmen und Anubis-Pavianen (*Papio anubis*) fand sich hingegen kein signifikanter Geschlechtsunterschied beim Glukortikoid-Spiegel (Sands & Creel, 2004).

Bei Zwergmangusten (*Helogale parvula*), Afrikanischen Wildhunden (*Lycaon pictus*) und Wölfen (*Canis lupus*), bei denen sich nur das  $\alpha$ -Weibchen und das  $\alpha$ -Männchen fortpflanzen, besitzen die dominanten Tiere einen höheren Glukokortikoid-Level als rangniedere Tiere (Sands & Creel, 2004). Bei Gruppen von Tieren ohne kooperative Reproduktion, liegt die umgekehrte Situation vor, d.h. die rangniederen Tiere weisen die höheren Konzentrationen auf. Dies ist geschlechtsunabhängig sowohl in reinen Weibchen- und reinen Männchen-Gruppen von Mäusen (Schuhr, 1987). Bei BALB/c Mäusen, welche unter Laborbedingungen mit *Trypanosoma cruzi* infiziert worden waren, wiesen die Weibchen mit den relativ höchsten Kortikosteron- und Progesteron-Werten die niedrigsten Parasitämien auf (Schuster & Schaub, 2001a).

Zootiere eignen sich als **Untersuchungsobjekte** zum Einfluss des Geschlechtes und psychoneuroimmunologischer Faktoren besonders gut, da im Vergleich zu freilebenden Wildtieren eine regelmäßige Kotprobenbeschaffung erleichtert ist. Regel-

mäßig in Gruppen gehalten werden Equiden und Cerviden, bei denen ein starkes Männchen die Gruppe anführt und bei der Brunftzeit um die Gruppe kämpft, sowie verschiedene Primaten, z. B. die ebenfalls patriarchisch geführten Gruppen von Schwarzen Klammeraffen (*Ateles fusciceps robustus*), Drills (*Mandrillus leucophaeus*) oder Goldbauchmangaben (*Cercopithecus galeritus chrysogaster*). Weitere Untersuchungen könnten außerdem an Vertretern der Macropodidae stattfinden, da bei diesen von Männchen angeführten Gruppen ganzjährig viel Stress vorherrscht. Bei den Herpestidae, z.B. Erdmännchen oder Fuchsmangusten (*Cynictis penicillata*), besetzt nicht ein Männchen sondern ein Weibchen die  $\alpha$ -Position in der sozialen Struktur. Deshalb und wegen der regelmäßigen Nachweise von Parasiten bei Voruntersuchungen sowie des Vorhandenseins verschiedener Gruppenzusammenstellungen wurde für die vorliegende Arbeit das Erdmännchen (*Suricata suricatta*) für eine genauere Untersuchung ausgewählt.

Die genaue systematische Eingliederung der **Erdmännchen (*Suricata suricatta*)** ist noch umstritten. Lange Zeit wurden Erdmännchen bei den Viverridae (Schleichkatzen) eingeordnet (Dücker, 1979). Aufgrund neuerer DNS- und Verhaltensanalysen sind Erdmännchen aber näher mit Herpestidae (Mangusten) verwandt (Veron et al., 2004), so dass sich folgende taxonomische Eingliederung ergibt: Klasse: Mammalia (Säugetiere); Unterklasse: Eutheria (höhere Säugetiere); Überordnung: Laurasiatheria; Ordnung: Carnivora (Raubtiere); Überfamilie: Felioidea (Katzenartige); Familie: Herpestidae (Mangusten); Gattung: *Suricata*; Art: *Suricata suricatta* (Erxleben 1777). Es sind sechs Unterarten von *Suricata suricatta* bekannt, bei denen die Fellfarbe je nach Unterart zwischen rotbraun, silberbraun, graubraun bis weißgrau variiert. Die südlichen Unterarten weisen dabei eine dunklere Färbung auf (Dücker, 1979; Van Staaden, 1994). Weitere Namen für Erdmännchen sind Erdhündchen, Scharrtiere, Stockerti oder Surikate (Dücker, 1979). Die strikt tagaktiven Erdmännchen sind in der Republik Südafrika sowie in den südlichsten Teilen Namibias und Botswanas sowie im Südwesten Angolas beheimatet (Abb. 1.2). Sie bewohnen von allen Mangusten die trockensten Gebiete. Dazu zählen sowohl Savannen als auch offene, trockene Steppen (Estes, 1991). Die Kopfrumpflänge beträgt bis zu 33cm, die Schwanzlänge 25cm und das Gewicht ca. 820-1000g (Dücker, 1979; Batemann, 1984; Van Staaden, 1994). Individuell unterschiedlich ausgebildet sind die schwarzen Querbinden auf dem Rücken und die ebenfalls schwarzen Augenringe der Tiere (Dücker, 1979).

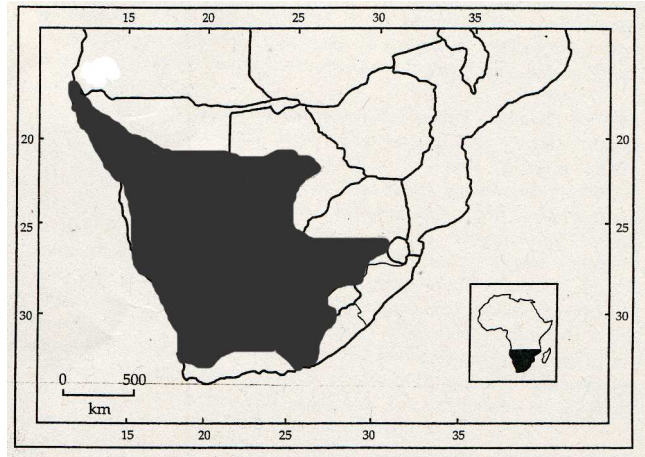


Abb. 1.2: Geographische Verbreitung der Erdmännchen (verändert nach van Staaden, 1994 )

Erdmännchen besitzen an Vorder- und Hinterbeinen jeweils nur vier Zehen, wobei die an den Vorderpfoten befindlichen Krallen auffallend lang und stark ausgebildet sind (Dücker, 1979). Diese Krallen werden zum Graben der Gänge benutzt, indem der Oberkörper in die neu entstehenden Gänge gesteckt und mit verschlossenen Ohren der Abraum der Röhre unter dem Körper durchgeworfen wird. So entsteht in den Revieren der Erdmännchen ein dichtes Netz von Gängen, so dass sich die Tiere nicht weiter als 60 m von den Eingängen der Röhren entfernen müssen (Manser & Bell, 2004). Dies dient vor allem der schnellen Flucht bei Gefahr. Erdmännchen suchen immer das nächst gelegene Versteck auf, auch wenn es außerhalb ihrer Sichtweite ist (Manser & Bell, 2004). Zu den Hauptfeinden zählen neben Schabrackenschakalen (*Canis mesomelas*) hauptsächlich Raubvögel wie Kampfadler (*Polemaëtus bellicosus*) oder Geier (Unterfamilie Aegypiinae).

Im Alter von ca. einem Jahr sind Erdmännchen geschlechtsreif. Sie haben eine ausgedehnte Brutsaison, ohne synchronisierten Oestrus der Weibchen (Lynch, 1980a; van Staaden, 1994). Allerdings soll der Oestrus, und damit die Brutsaison, von der Temperatur abhängig sein (Lynch, 1980a). Nach einer Tragzeit von ca. elf Wochen werden die vier bis fünf Jungen blind und mit geschlossenen Ohren geboren. Letztere öffnen sich nach zehn Tagen, die Augen mit dem zwölften bis vierzehnten Lebenstag (Dücker, 1979).

Erdmännchen gehören zu den kooperativsten Säugetieren der Welt (Clutton-Brock, 2002). Die Gruppen bestehen im Freiland in der Regel aus einem dominanten Paar mit einem Weibchen an der Spitze und weiteren untergeordneten Tieren, wel-

che meistens vom Familienvorstand abstammen (Ewer, 1973; Doolan & Macdonald, 1996). Die dominanten Weibchen weisen dabei unabhängig von Altersunterschieden ein signifikant größeres Gewicht auf (Russel *et al.*, 2004). Es können männliche, in seltenen Fällen auch weibliche Tiere aus anderen, benachbarten Gruppen zuwandern (Doolan & Macdonald, 1996). Diese Gruppen können dann bis zu 40 Tiere umfassen (Zimmermann, 2004). Alle anderen Gruppenmitglieder sind dem dominanten Pärchen untergeordnet, was sich auch in den Nachkommen widerspiegelt. Da das  $\alpha$ -Weibchen versucht, alle Fortpflanzungsversuche der anderen Weibchen zu unterdrücken und die Jungtiere der subdominanten Weibchen abtötet, stammen 80% aller Jungtiere vom dominanten Pärchen ab (Clutton-Brock *et al.*, 1999a; O’Riain, 2000).

In den Gruppen übernehmen alle Tiere soziale Aufgaben. Unter anderem beteiligen sich alle Mitglieder an der Kinderfürsorge, unabhängig von den Verwandtschaftsverhältnissen (Clutton-Brock, 2002). Selbst Weibchen ohne eigene Jungtiere geben zur selben Zeit wie ihre Artgenossinnen mit Nachwuchs Milch (Allolaktation). Dieser Babysitter verliert an einem Tag bis zu zwei Prozent seines Körpergewichts, da durch diese Aufgabe die eigene Nahrungsaufnahme verhindert wird. Eine der wichtigsten Aufgaben des Babysitters ist es aber auch, die Jungtiere vor Angriffen aus benachbarten Gruppen zu schützen (Clutton-Brock & Klum, 2002). Eine weitere soziale Aufgabe kommt bei Erdmännchen auf die Mütter zu. Im Alter von sechs Wochen beginnen Jungtiere damit, feste Nahrung zu sich nehmen. Dies wird induziert, indem die Mutter vor den Jungtieren mit Futter im Maul auf und ab läuft, bis diese es ihr wegschnappen. Auf diese Art und Weise lernen die Jungtiere eine gewisse Nahrungstradition kennen, welche sie ihr Leben lang beibehalten (Dücker, 1979).

Als weitere soziale Aufgabe hält immer ein Tier während der Futtersuche der anderen Tiere Wache. In den meisten Fällen handelt es sich um ältere und vor allem schwere Männchen der Gruppe, wobei ein Wachtposten bis zu 11% seines Gewichtes verlieren kann (Clutton-Brock *et al.*, 1998; 1999b). Bei der Wache stellt sich das Tier auf seine Hinterbeine und sucht vor allem den Himmel nach potentiellen Feinden ab. Dabei dient die Schwanzspitze als Stütze. Dieses „Männchen machen“ führte zu der deutschen Namensgebung der Tiere (Dücker, 1979). Meistens werden erhöhte Posten wie z.B. Büsche oder kleine Hügel bestiegen. Wenn dieser Wachtposten einen Feind entdeckt, stößt er einen Warnlaut aus, welcher zu einem Rückzug der

gesamten Gruppe in eine der vielen Öffnungen des Gangsystems führt (Clutton-Brock, 2002). Dieser Warnlaut ist einer von mindestens acht Lauten, die bei Erdmännchen nachgewiesen sind (Estes, 1991). Zu diesen Lauten zählt u.a. auch die ständige Lautkommunikation, in der Erdmännchen miteinander stehen. Diesen an ein „Wwwruck, Wwwruck“ erinnernden Laut stoßen sie bei all ihren Aktivitäten aus, wie z.B. Futtersuche oder Sonnenbaden (Dücker, 1979). Wenn Gruppen durch Nahrungsmangel oder durch Raubfeinde in ihrer Anzahl dezimiert worden sind, können diese Gruppen keinen Wachtposten mehr aufstellen, so dass die Gruppe noch stärker in ihrer Existenz bedroht ist (Clutton-Brock, 2002).

Die verschiedenen Verhaltensweisen, welche bei Erdmännchen beschrieben wurden, können drei Bereichen zugeteilt werden (Habicher, 2004). Zum einen dem allgemeinen, zweitens dem den Zusammenhalt fördernden und drittens dem aggressiven Verhalten. Vor allem die Verhaltensweisen der letzten beiden Kategorien sind für die Rangordnung der Erdmännchen von Bedeutung. Zum allgemeinen Verhalten zählen Ruhen, Liegen, Sitzen, Gehen, Rennen, Flucht, Objektspiel, Autogrooming, Kratzen, Essen, Verstecken, Markieren, Hamstern (abgeduckte Futtersuche) und Umhersehen. Zu den Zusammenhalt-fördernden Verhaltensweisen zählt das Wachehalten (erhöht oder vom Boden aus). Der Unterschied zwischen Wache halten und Umhersehen ist, dass beim Wachehalten ein fester Punkt fixiert wird, während das Umhersehen ein Umherschweifen des Blickes darstellt (Estes, 1992; Habicher, 2004). Weitere Zusammenhalt-fördernde Verhaltensweisen sind das Babysitten, Jungtiere Füttern, Soziales Graben(= Säubern oder Reparieren eines Baues), das Seite an Seite Sitzen, das Lecken oder Prüfen der Genitalien, Allogrooming, Schnauze Tippen (ein Individuum tippt ein anderes mit der Schnauze an), das Wangen Markieren (die Tiere berühren die gegenseitigen Wangendrüsen beim Aufeinandertreffen und markieren sich so gegenseitig), Abducken (ein subdominantes Tier nähert sich ranghöheren Tieren mit abgeducktem Kopf) und allgemeine Berührungen. Letztere können aber auch als aggressives Verhalten gewertet werden. Zu den aggressiven Verhaltensweisen zählen des Weiteren das Drohen (mit Keckern/Knurren), Jagen, Beißen, Abdrängen mit dem Hinterteil, Umfassen (beide Individuen stehen auf den Hinterbeinen und umgreifen das andere mit den Vorderextremitäten) und das Kämpfen. Letzteres stellt eine Kombination aus Drohen, Jagen, Umfassen und zur Seite Drängen dar. Es befindet sich immer ein Tier in der aktiven Rolle (dominanten Rolle) und ein weiteres in der Abwehrhaltung (subdomi-

nante Rolle). Ein in der Abwehrhaltung (Abb. 1.3) befindliches Erdmännchen liegt auf dem Rücken mit allen vier Extremitäten nach oben gespreizt (Estes, 1992; Habicher, 2004). Dies ist eine typische Abwehrhaltung, die vielen Raubtieren gemein ist (Dücker, 1979). Der Kampf kann jedoch leicht mit Spielen verwechselt werden. Bei einem solchen Spielkampf wechseln im Gegensatz zum Kampf die Rollen der Tiere ständig, d.h. mal befindet sich das eine Tier in der Defensive und mal das andere. Des Weiteren ist der Spielkampf von kürzerer Dauer und endet abrupt.



Abb 1.3 Abwehrhaltung beim Erdmännchen (aus Estes, 1991)

Hauptsächlich ernähren sich Erdmännchen von Insekten, vor allem von Käferlarven, aber auch von Termiten, Grillen, Puppen und Larven von Motten, Schmetterlingen, Fliegen, Spinnen, Mäusen, kleinen Vögeln, Eidechsen, Schlangen oder Skorpionen (Dücker, 1979; Estes, 1991). Diese werden vor allem mit dem Geruchssinn aufgestöbert, der neben den visuellen Fähigkeiten am besten ausgeprägt ist. Sie verschlingen ihre Nahrung aber erst, wenn sie sie vollständig ausgegraben und getötet haben (Dücker, 1979). Gerade beim Fressverhalten zeigen die Tiere einen ausgeprägten Futterneid. Dies führt dazu, dass satte Tiere versuchen, den anderen Tieren ihr Futter zu stehlen. Dies resultiert wiederum in einer Reihe von Dominanzgesten, z.B. dem Drohknurren oder dem Abdrängen mit dem Hinterkörper (Dücker, 1979).

Häufig infizieren sich Carnivore über die Nahrung bzw. eine Kontamination der Nahrung mit Parasiten. Bei Freilandpopulationen von *Suricata suricatta* konnten folgende Helminthenarten nachgewiesen werden (Round, 1968; Lynch, 1980b; Canaris & Gardner, 2002): Von den Nematoda traten auf: *Ascaris suricattae*, *Oxynema suricattae*, *Vigisospirura whitei*, *Dipetalonema setariosum*, *Habronema whitei*, *Physoleptera sp.*, *Toxocara suricattae*, *Travassospirura dentata* und *Vigisospirura dentata*. Von den Cestoda fanden sich *Pseudandrya suricattae*, *Hymenolepis suricattae*, *Diplopylidium sp.* und *Rodentolepis globirostris*. Von den Protozoen konnten bisher nur Verteter der Coccidien nachgewiesen werden (Hasslinger *et al.*, 1992; Duszynski 2000; Bandin, 2004). Dies waren *Eimeria jalpaiguriensis*, *E. newalai*, *E. pandei*,

*Isospora dasguptai*, *I. garnhami*, *I. herpestei*, *I. hoarei*, *I. ichneumonis*, *I. mungoi*, *I. pellerdyi* und *Isospora* sp. Diese Coccidien haben eine direkte Entwicklung, d.h. Schizogonie und Gamogonie finden im selben Wirt statt und nur die Sporulation erfolgt im Freien (Lucius & Loos-Frank, 1997).

Das **Ziel** der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Abhängigkeit der Entwicklung der Parasiten vom Geschlecht und vom sozialen Rang und damit dem Stress der Tiere. Gegenüber den bisherigen Untersuchungen an Labormäusen und Hamstern (Barnard *et al.*, 1993; 1996; Rashed *et al.*, 1996; Schuster & Schaub, 2001) sollten in der vorliegenden Arbeit Zootiere berücksichtigt werden, die in sozialen Strukturen leben. Deshalb war zunächst festzustellen, bei welchen in Gruppen lebenden Zootieren häufig oder konstant Parasiten auftraten, ob über Verhaltensbeobachtungen eine deutliche Hierarchie belegbar war und bei welchen Arten Unterschiede im Geschlechteraufbau der Hierarchie bzw. im Stress der dominanten Tiere vorlagen. Nach der Bildung eines Schwerpunktes der vorliegenden Untersuchung auf die Erdmännchen, bei denen im Gegensatz zu den bisherigen Untersuchungen zu dieser Fragestellung ein Weibchen das dominante Tier ist, sollte bei Gruppen verschiedener Zusammensetzungen über Verhaltensbeobachtungen die Hierarchie und die Stressbelastung der einzelnen Tiere ermittelt werden. Diese Stressbelastung sollte über die Bestimmung der Konzentration eines Stresshormons, des Kortikosterons, kontrolliert werden, wobei als nicht-invasive Methodik Kot einzusetzen war. Bei diesen Kotproben wurde parallel die Anzahl der Parasiten erfasst. Die Verknüpfung aller Resultate erlaubte Aussagen zur Abhängigkeit der Parasitendichte vom Geschlecht und von der Ranghöhe der Erdmännchen sowie den Auswirkungen von Stress in Folge von Neugruppierung, Geburten und kurzzeitig wirkenden Stressoren.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Chemikalien und Lösungsmittel

Calciumchlorid-dihydrat	Merck
Corticosterone HS EIA	IDS Deutschland
Di-Natriumhydrogenphosphat	Riedel-de Haen
Formalin	Riedel-de Haen
Glyzerin	Riedel-de Haen
Jod	Merck
Jodkali	Chroma
Kaliumchlorid	Riedel-de Haen
Kaliumdihydrogenphosphat	Riedel-de Haen
Magnesiumchlorid-6-phosphat	Merck
Methanol, techn.	Merck
Methanol 90%	Merck
Natriumacid	Acros
Natriumchlorid	Normapur
Reinstwasser	SG-Reinstwassersystem
Zinkchlorid	Riedel-de Haen

#### 2.1.2 Geräte und weitere Materialien

Analysewaage MC1	Sartorius
Deckgläser	Menzel-Gläser
Gefriermikrotom	Bright Instrumental
Handzählgerät Hand Tally	Upgreen Counters
Impföse	Schütt Labortechnik
Inkubationsschüttler Innova 4230	New Brunswick Scientific
McMaster Kammer	Poly Optik
Mikroplatten Elisareader VERSAmax	Molecular Devices
Mikroskop	Zeiss
Mörser und Pastill	Halstenwasser
MS 1 Minishaker	Kika-Works
Objektträger	Menzel-Gläser



Pasteurpipetten	Brand
Speedvac	Savant
Wärmeschrank	Heraeus Instruments
Zentrifuge Universal 30 RF	Hettich
Zentrifugenröhren, 12ml	Schott
Zentrifugenröhren, 50ml	TPP/ Schweiz

## 2.2 Tiere

Es wurden Kotproben folgender Zootiere auf Parasiten untersucht:

Bennetskänguru (*Macropus rufogriseus*), Rotes Riesenkänguru (*Macropus rufus*), Fuchsmanguste (*Cynictis penicillata*), Erdmännchen (*Suricata suricatta*), Binturong (*Arctictis binturong*), Südamerikanischer Nasenbär (*Nasua nasua*), Przewalskipferd (*Equus przewalskii przewalskii*), Kiang (*Equus hemionus holdereri*), Poitou-Riesenesel (*Equus asinus f. asinus*), Guanako (*Lama guanicoe*), Halsbandpekari (*Tayassu tajacu*), Rentier (*Rangifer tarandus*), Vietnam-Sikahirsch (*Cervus nippon pseudaxis*), Weißlippenhirsch (*Cervus albirostris*), Hirschziegenantilope (*Antilope cervicapra*), Springbock (*Antidorcas marsupialis*), Sitatunga (*Tragelaphus spekei*), Bongo (*Taurotragus euryceros*), Himalaja-Thar (*Hemitragus jemlahicus jemlahicus*), Schwarzer Klammeraffe (*Ateles fusciceps robustus*), Goldbauchmangabe (*Cercopithecus galeritus chrysogaster*), Drill (*Mandrillus leucophaeus*), Guereza (*Colobus guereza*), Brillenlangur (*Presbytis obscura*), Orang-Utan (*Pongo pygmaeus*), Westlicher Flachlandgorilla (*Gorilla gorilla gorilla*), Schimpanse (*Pan troglodytes*) und Bonobo (*Pan paniscus*).

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchte Erdmännchengruppe des Wuppertaler Zoos bestand aus folgenden Tieren (Tab. 2.1, Abb. 2.1).

Tab. 2.1: Angaben zu den Erdmännchen im Zoo Wuppertal

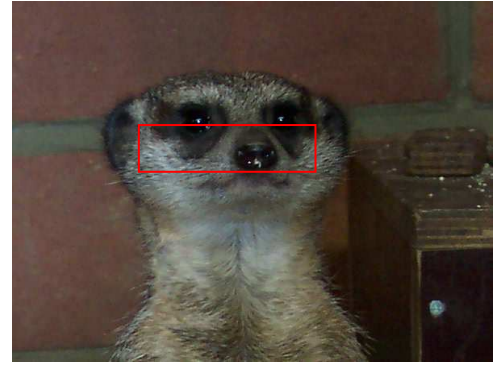
Name	Geburtsort	Geburtsdatum	Geschlecht #	Charakteristika	Abb.
Garfield	Zoo Wuppertal	04.07.1994	0,1	Dürr und kränklich wirkend, keine schwarze Färbung am Schwanz	2.1 A
Durbie	Zoo Wuppertal	03.05.2001	0,1	Längste Färbung am Schwanz, tränende Form der Augenbinde	2.1 B
Tinchen	Safari Africain la Chevalliere	10.03.2002	0,1	Birnenartige Form des Körpers, spitze Augenbinde	2.1 C
Uli	Zoo Wuppertal	04.03.1994	1,0	Roter Rücken, kleiner als Tinchen	2.1 C
Mickerling*	Zoo Wuppertal	25.03.1993	1,0	Nackter Bauch, schwach wirkend	2.1 D
Zorro*	Zoo Wuppertal	04.07.1994	1,0	Lang gezogene schwarze Augen- binde	2.1 E
Stummel	Zoo Wuppertal	24.10.2000	1,0	Hälfte des Schwanzes abgebissen	2.1 F
Spitze	Zoo Wuppertal	24.10.2000	1,0	Keine schwarze Färbung am Schwanz, 2 schwarze Streifen am Auge	2.1 G
Sekou	Parc Zoologique de Paris	06.04.2003	1,0	Größtes Männchen, abgebissener Schwanz	2.1 H
Kalla	Zoo Wuppertal	25.05.2003	1,0	Schwarzer senkrechter Strich an Augenbinde, ca. 1cm schwarz am Schwanz	2.1 I

#1,0 = Männchen; 0,1 = Weibchen; \* „Mickerling“ und „Zorro“ verstarben am 03.03.2005 bzw. 04.07.2005.

„Mickerling“ blieb auf Grund der kurzen Beobachtungsdauer und der geringen Anzahl an Kotproben in allen Analysen unberücksichtigt.



A) „Garfield“



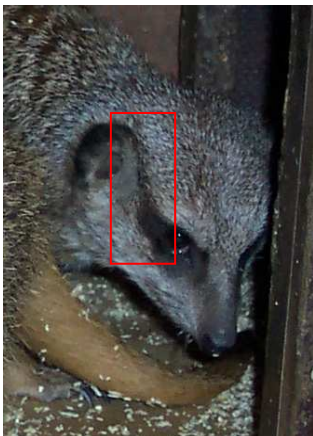
B) „Durbie“



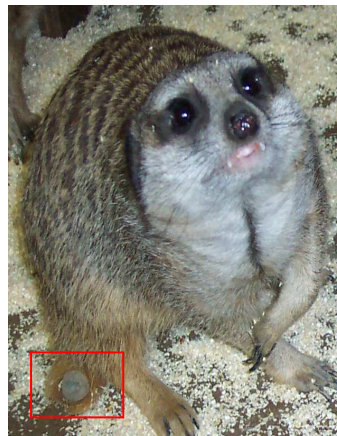
C) „Uli“ „Tinchen“



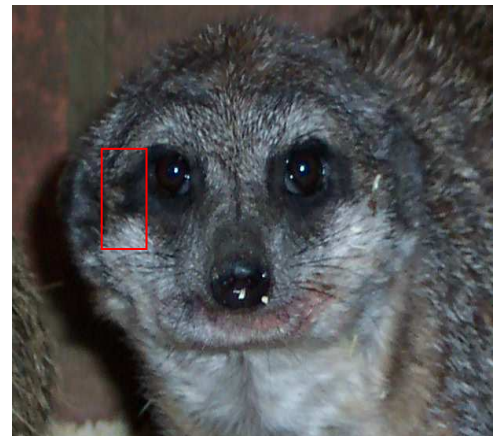
D) „Mickerling“



E) „Zorro“



F) „ Stummel“



G) „Spitze“



H) „Sekou“



I) „Kalla“

Abb. 2.1: Erdmännchen im Zoo Wuppertal (Individuelle Besonderheiten sind eingekreuzt)

Die Erdmännchengruppe des Dortmunder Zoos umfasste sechs Tiere, zwei Weibchen, Männchen und zwei Jungtieren, die von „Finchen“ und „Wittiches“ abstammten (Tab. 2.2):

Tab. 2.2: Angaben zu den Erdmännchen im Dortmunder Zoo

Name	Geburtsort	Geburtsdatum	Geschlecht <sup>#</sup>	Charakteristika
Thamie	Ückermünd	03.04.2002	0,1	Größtes Erdmännchen
Finchen	Ückermünd	03.04.2002	0,1	Größer als Männchen, große Zitzen während Laktation
Harry	Zoo Jaderberg	~ 2001	1,0	Deutlich kleiner als das Weibchen
Wittiches	Zoo Jaderberg	~ 2001	1,0	Kahler Körper, kleine Gestalt
2 Jungtiere	Zoo Dortmund	01.07.2005	0,0,2	-----

<sup>#</sup>1,0 = Männchen; 0,1 = Weibchen; 0,0,2 Geschlecht unbekannt

Die Münsteraner Erdmännchengruppe bestand aus acht Tieren, zwei Weibchen, drei Männchen und drei Jungtieren, die von „Masi“ und „Skalp“ abstammten (Tab. 2.3):

Tab. 2.3: Angaben zu den Erdmännchen im Allwetterzoo Münster

Name	Geburtsort	Geburtsdatum	Geschlecht <sup>#</sup>	Charakteristika
Masi	Allwetterzoo Münster	02.03.1998	0,1	Kahle Stellen an beiden Armen
Addo	Allwetterzoo Münster	15.05.2004	0,1	Deutlich kleinstes adultes Tier
Skalp	Hamerton Zoological Park	05.06.2000	1,0	Narbe auf linker Kopfseite
Langa	Allwetterzoo Münster	21.02.2002	1,0	Tränenförmige schwarze Augenbinde
Zwulu	Allwetterzoo Münster	15.05.2002	1,0	Starke schwarze Augenbindenfärbung
3 Jungtiere	Allwetterzoo Münster	17.07.2005	0,0,3	-----

<sup>#</sup>1,0 = Männchen ; 0,1 = Weibchen; 0,0,3 Geschlecht unbekannt

### 2.3 Haltungsbedingungen der Erdmännchen

Der **Zoo Wuppertal** hält seine Erdmännchen in einer Anlage mit einem Innen- und einem Außenbereich von jeweils 10 bzw. 105 m<sup>2</sup>. Der Innenbereich ist ganzjährig für die Tiere zugänglich und dient vor allem bei schlechtem Wetter als Unterkunft, da Erdmännchen nicht als generell „winterhart“ gelten und sowohl eine Wärmequelle als auch einen trockenen Rückzugsbereich benötigen (Brandstätter, 2004). Die Temperatur im Innenbereich beträgt ganzjährig 20-22°C, unter den drei Wärmelampen bis ca. 2-3°C mehr. Saisonal bedingt steigen die Temperaturen im Sommer geringfügig an. Der Innenbereich ist in drei Gehege unterteilt (Abb. 2.2). Die Fütterung findet ganzjährig im Innenbereich um 8:00, 10:00 und 15:00 Uhr statt. Die Außenanlage ist für die Tiere nur stundenweise und nach Populationen getrennt zu erreichen.

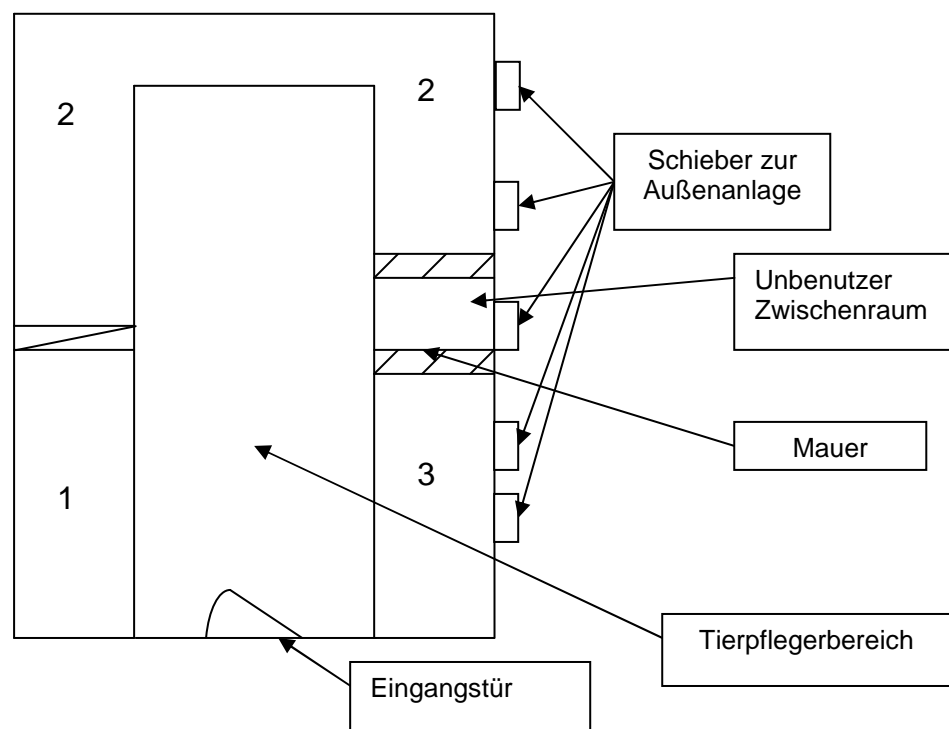


Abb. 2.2: Grundriss der Innengehege im Wuppertaler Zoo

Im Verlauf der vorliegenden Arbeit änderte sich die Belegung der einzelnen Innenbereiche. Zu Beginn der Arbeit hielt sich das Männchen „Sekou“ alleine im Bereich 3 auf und das Pärchen „Uli“ und „Tinchen“ im Bereich 1. Die restlichen sieben Tiere bewohnten den Bereich 2. Vom 23.5.2005 ab waren dann „Tinchen“, „Uli“ und „Spitze“ im Bereich 3 untergebracht, die drei Männchen „Kalla“, „Stummel“ und „Zorro“ im Bereich 2 und „Garfield“, „Durbie“ und „Sekou“ im Bereich 1.

Die Erdmännchengruppe im **Zoo Dortmund** wurde kurz vor Beginn der Untersuchung getrennt, so dass zwei räumlich getrennte Paarhaltungen zu beobachten waren. Das eine Pärchen hatte während der ganzen Zeit ein Gehege mit Innen- und Außenanlage zur Verfügung. Das zweite Pärchen wurde zunächst in einem 4,3 m<sup>2</sup> großen Innengehege gehalten, aber am 31.05.2005 in eine ca. 24m<sup>2</sup> große Innenanlage umgesetzt (Abb. 2.3). Nur dieses zweite Pärchen wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersucht. Auch im Dortmunder Zoo wurden die Tiere bei annähernd konstanten Temperaturen gehalten und analog zum Wuppertaler Zoo dreimal am Tag gefüttert.



A)



B)

Abb. 2.3: Alte A) und neue B) Erdmännchen Anlage im Dortmunder Zoo

Die Erdmännchengruppe im **Allwetterzoo Münster** wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung auf einer ca. 35m<sup>2</sup> großen Außenanlage mit einem ständigen Zugang zu einem ca. 2m<sup>2</sup> großen Innenbereich gehalten. Dadurch unterlagen die Erdmännchen im Allwetterzoo Münster den größten äußeren Einflüssen aller drei untersuchten Gruppen. Deshalb wurden die Daten einer Wetterstation in der Nähe des Zoos einbezogen (Abb. 2.4). Es wurde dreimal am Tag gefüttert, zusätzlich erhielten die Tiere während dem Betreten der Außenanlage zum Sammeln der Kotproben Mehlkäferlarven (*Tenebrio molitor*).

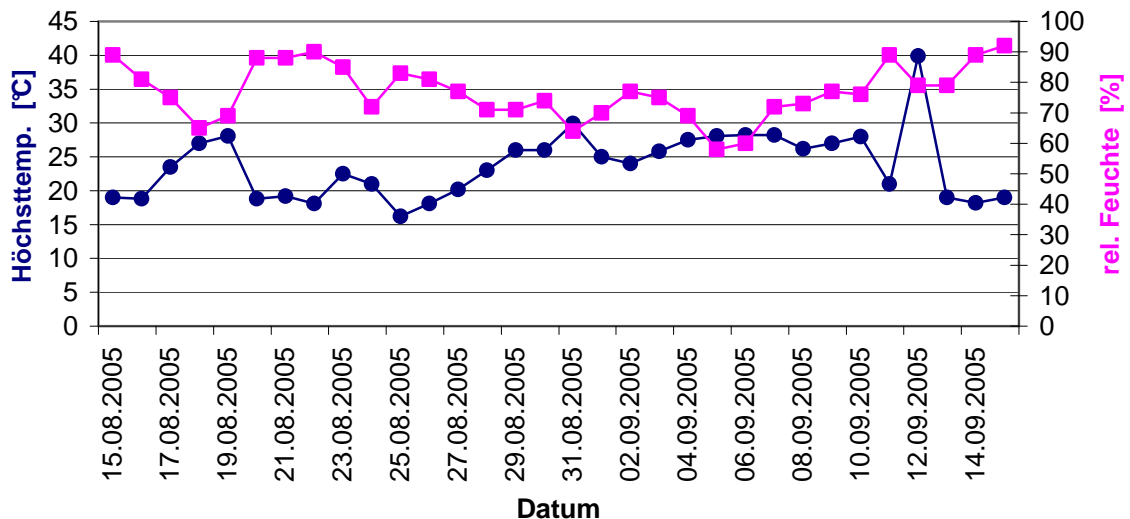


Abb. 2.4: Höchsttemperaturen und Relative Feuchte am Allwetterzoo Münster im Untersuchungszeitraum; verändert nach [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de)

## 2.4 Verhaltensbeobachtungsmethoden

Drei Beobachtungsmethoden wurden entsprechend den Kriterien von Geissmann (2002) eingesetzt. Bei der **Fokus-Tier**-Beobachtung wurde ein Tier oder eine Einheit von Tieren für eine bestimmte Zeit beobachtet. Während dieser Zeit wurden alle Verhaltensweisen verschiedener Kategorien aufgenommen. Das Fokustier (*focus animal*) und die Reihenfolge, in der das Fokustier gewechselt wurde, waren vor Beobachtungsbeginn festzulegen. Bei sozialen Interaktionen wurde u.a. auch aufgezeichnet, an wen eine Interaktion gerichtet wurde bzw. wer sie begann. Mit Hilfe dieser Ergebnisse (Tab. 3.1.) wurde dann die Ranghöhe der Tiere festgelegt. Aufgenommen wurden u.a. die Verhaltensweisen Aggressionsgesten gegen, das Wegschieben, Dominanz- und Unterwürfigkeitsgesten, Allogrooming und das Umfassen von hinten

Bei einer **Scan Sampling**-Beobachtung wurde bei einer ganzen Gruppe von Tieren das jeweilige Verhalten in regelmäßigen, halbstündigen Intervallen erfasst. Die verwendete Aufzeichnungsmethode war zwangsweise die Augenblicksaufnahme. Das Resultat dieser Beobachtungen war das Erstellen eines Ethogramms (Kap. 3.1.2). Die jeweiligen Gruppen wurden jeweils eine halbe Stunde pro Beobachtungstag beobachtet. Dieser Zeitraum wurde willkürlich auf die Vormittagsstunden verteilt, wobei das Verhalten bei den Fütterungen separat erfasst wurde. Während dieser Analyse wurden die Gehege nicht betreten, um eine Beeinflussung durch den

Beobachter zu vermeiden. Die Focus-Tier- und die Scan-Sampling-Methode ließen sich in einer Beobachtungssitzung kombinieren.

Beim **Behavioural Sampling** wurde eine ganze Gruppe von Tieren beobachtet. Bestimmte Verhaltensweisen und alle daran beteiligten Tiere wurden über einen vorher nicht bestimmten Zeitraum erfasst. Diese Methode ließ sich gut mit der Focus-Animal- und der Scan-Sampling-Methode kombinieren und stellte eine kontinuierliche Verhaltensbeobachtung dar, welche sowohl Ergebnisse zur Ranghöhe als auch zum Ethogramm (Kap. 3.1.2) beitrug.

Zunächst war es notwendig, die Verhaltenselemente lückenlos in einem **Ethogramm** zu berücksichtigen und über Vergleiche mit publizierten Verhaltensweisen (Estes, 1991) festzustellen, welche Elemente bei den Gruppen im Zoo auftraten und ob weitere Verhaltensweisen vorlagen.

Um einen geringen **kurzzeitigen Stress** zu erzeugen, wurde eine Besonderheit der Erdmännchen ausgenutzt. Erdmännchen reagieren nervös, wenn sie auf Defäkationsstellen anderer Erdmännchengruppen treffen und reagieren unter anderem mit Warnlauten (Schlangenalarmrufe) und Drohhüpfen (Manser *et al.*, 2002). Deshalb wurde für einen Tag Kot der Münsteraner Erdmännchengruppe, bei dem bei einer Überprüfung keine Parasiten aufzufinden waren, ins Innengehege der Wuppertaler Erdmännchen gelegt und das Verhalten einen Tag lang beobachtet. Außerdem wurden an diesem Tag und einen bzw. zwei Tage später Kotproben der Wuppertaler Tiere gesammelt.

## 2.5 Probengewinnung

Insgesamt wurden von Februar 2005 bis Oktober 2005 30h für die Verhaltensanalyse und 142h zur Kotprobengewinnung vor den Gehegen verbracht. Die Verhaltensanalyse fand 26h lang in Wuppertal und jeweils 2h in den beiden anderen Zoos statt. Es wurden noch weitere Beobachtungen während der Kotprobengewinnung gemacht, aber wegen der möglichen Beeinflussung durch den Beobachter nicht bei der quantitativen Analyse einbezogen. Hierbei wären aber mögliche Änderungen in der Hierarchie aufgefallen. Bei der Kotprobengewinnung entfielen 95h auf den Zoo Wuppertal, 17h auf den Zoo Dortmund und 30h auf den Allwetterzoo Münster. Wegen der Änderung der Gruppenzusammensetzungen wurde die Untersuchung im Wuppertaler Zoo in drei unterschiedliche Phasen unterteilt und zwar in den Zeitraum



vom 2.2.-23.05.05, einen sich direkt anschließenden bis zum 04.08.05 und vom 27.09.-13.10.05.

Um die Kotproben den einzelnen Individuen zuordnen zu können, wurden individuelle Merkmale der Tiere gesucht und die Tiere photographiert. Da Erdmännchen für die Defäkation besondere Plätze aufsuchen (Altmann, 1988) mussten nur diese Plätze in den Innenbereichen beobachtet werden. Eine der Defäkationsstellen der Wuppertaler Erdmännchen lag innerhalb einer Schlafkiste. Deshalb wurde zunächst ein neuer Deckel aus blauem Plexiglas eingesetzt, weil Erdmännchen bei Farbsehversuchen bei der Farbe Blau die schlechtesten Ergebnisse erzielten (Bernau, 1966). Allerdings nahmen die Erdmännchen weiterhin Hell/Dunkel-Unterschiede durch den Deckel wahr, so dass nach ca. einem Monat der Deckel während der Beobachtungen zur Kotabgabe entfernt wurde, ohne dass dies zu Störungen der Tiere führte.

Es wurden anfänglich 201 Kotproben verschiedener Tiere gewonnen und bei den Erdmännchen 559 Kotproben. Bei den Erdmännchen im Wuppertaler Zoo fand dies zwischen 7:45 und 12:00 Uhr statt, im Dortmunder Zoo zwischen 9:00 und 16:00 Uhr und im Allwetterzoo Münster zwischen 8:00 und 15:00 Uhr. Nach der Kotabgabe vergingen maximal fünf Minuten bis zur Entnahme. Um die Auswirkungen dieser Verzögerung zu erfassen, wurde der Gewichtsverlust einer Kotprobe unmittelbar bestimmt. Dazu wurde die Probe direkt nach der Defäkation und über einen sich anschließenden Zeitraum von zwei Stunden im Fünf-Minuten-Rhythmus gewogen.

Die Kotproben wurden direkt geteilt und auf einer Analysewaage gewogen, so dass ein Teil des Kotes auf Parasiten und der andere auf Stresshormontiter untersucht werden konnte. Die „Parasitenprobe“ wurde maximal drei Tage bei 3-5°C gelagert, die „Hormonprobe“, die ausgehend von der Spitze ca.  $\frac{1}{3}$  der Gesamtprobe umfasste bis zur Analyse bei -20°C. Zur Kontrolle auf Parasiten wurden an verschiedenen Stellen innerhalb der Außenanlage Bodenproben und bei der Innenanlage Proben des verwendeten Einstreus entnommen.

Die Blutproben, welche für die Validierung der aus dem Kot gewonnenen Stresshormontiter benötigt wurden, mussten wegen der Erfassung des Stresshormons stressfrei entnommen werden. Entsprechend einer an Fledermäusen (Microchiroptera) und an Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) erarbeiteten Methode erfolgt die Blutentnahme mit Raubwanzen der Art *Dipetalogaster maxima* (von Helvesen, 1986, Voigt *et al.*, 2003). Dabei saugen die Wanzen von den ruhenden Versuchstieren 40 bis 200µl Blut. Nach dem Saugvorgang der Wanze wird eine

Kanüle in den Magen eingeführt und das Blut abgesogen (von Helversen, 1986). Diese Methodik wurde für Untersuchungen zum Energieaufwand von nektarsaugenden Fledermäusen bzw. zur Hormonanalytik bei Kaninchen angewandt (von Helversen & Reyer, 1984). Aus tierschutzrechtlichen Gründen wurde dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit von Dr. Arne Lawrenz durchgeführt, dem Veterinärmediziner des Zoos Wuppertal. Die Wanzen wurden dazu in kleinen Plastikgefäßen unter die Schlafkiste der Erdmännchen gebracht, wobei der modifizierte Boden mit Metallgaze verschlossene Öffnungen aufwies. Hierdurch konnten die Wanzen während der Nacht an den Erdmännchen saugen, ohne dass dieses die Erdmännchen beeinflusste. Die Blutproben konnten anschließend nicht zwischen den Tieren „Kalla“ oder „Stummel“ unterschieden werden.

## 2.6 Stresshormonanalysen

Für die Analyse der Kortikosteronmetabolite aus dem Kot der Tiere wurde das OCTEIA-Corticosterone-High sensitive-Kit der Firma IDS, Frankfurt verwendet. Um dieses für Blutplasma-Analysen entwickelte Kit bei Kotproben einsetzen zu können, wurden die Kotproben nach Herstellerangaben speziell vorbereitet (Wright-Williams, Courade, 2005).

Zunächst wurden die mitgelieferten sechs Kalibratoren und Kontrollen des Kits angesetzt, um über die bekannten Kortikosteronkonzentrationen der Kalibratorproben eine Eichkurve zu erstellen. Bei den Messungen fiel Kalibrator 1 gegenüber den Werten der anderen Kalibratoren ab, so dass eine Ausgleichsgrade zur Berechnung erstellt wurde. Ansonsten wurde beim Kalibrator 0 eine vollständige Bindung erreicht, bei der stärksten Verdünnung der Kalibratoren (Kalibrator 6) keine Bindung.

Die Kotproben wurden mit 10ml 90% Methanol vermischt, homogenisiert und für 60 min bei mittlerer Geschwindigkeit (200 U/min) und bei 22°C im Inkubationsschüttler inkubiert. Anschließend folgte eine Zentrifugation bei 2500g für 10 min. oder so lange, bis der Überstand klar war. Vom Überstand wurde 1ml in einem Speedvac-Trockner für zwei Stunden bei 45°C getrocknet. Anschließend wurde entsprechend dem eingesetzten, vorher bestimmten Gewicht der Kotprobe zum getrockneten Rückstand Dulbecco's Phosphatpuffer gegeben (132,5 mg  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 200 mg KCl; 200 mg  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 100 mg  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; 8000 mg NaCl; 1279,4 mg  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) und die Probe für fünf Minuten bei 22°C gevortext (Dulbecco & Vogt, 1954). Eine Probe, die

aus 0,5g Kot isoliert worden war, wurde in 1ml Dulbecco's Phosphatpuffer gelöst, alle anderen Proben mit entsprechend mehr oder weniger Puffer. Nach einer 1:50 Verdünnung dieser Proben erfolgten die weiteren Schritte entsprechend den Herstellerangaben.

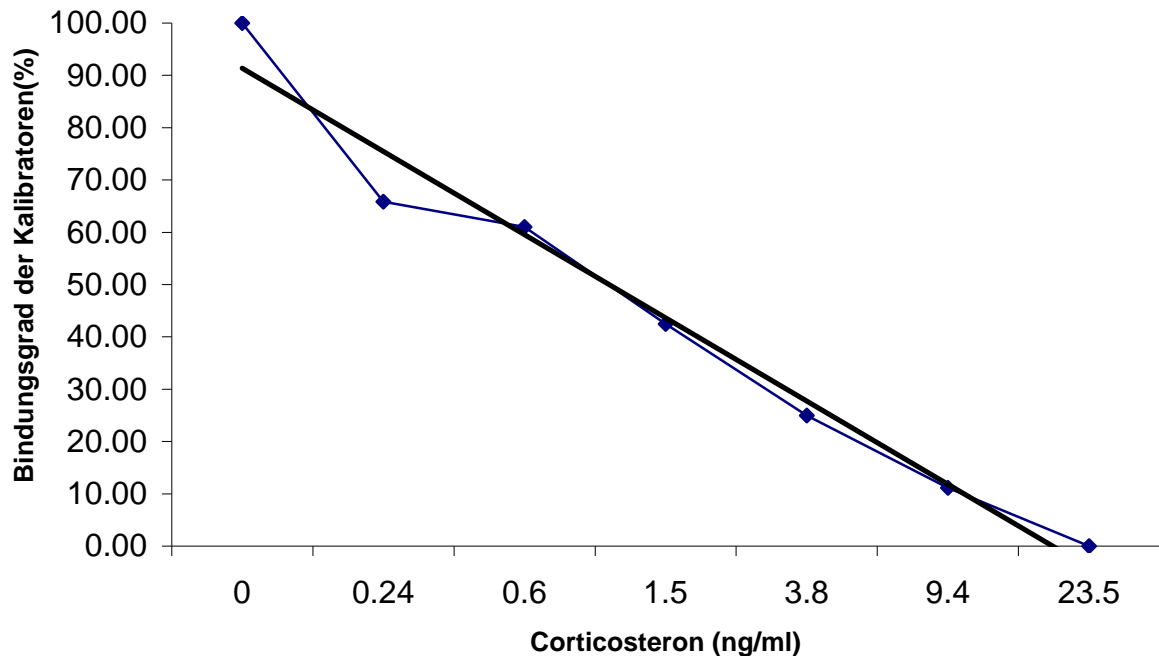


Abb. 2.5: Eichkurve aus der Messung der Kalibratoren (◆) nebst Ausgleichsgrade.

Die mitgelieferten Kontrollen, Kalibratoren und die Proben wurden für 30min auf 80°C erhitzt. Für die EIA-Analyse wurden auf der mitgelieferten Mikrotiterplatte 100 µl der Hitze-behandelten Proben und 100 µl der Enzyme für vier Stunden bei 18-25°C inkubiert, gefolgt vom dreimaligen Waschen der Platte mit dem Waschpuffer. Nach der Zugabe von 200 µl des Färbesubstrates (TMB) folgte für 30 min. eine weitere Inkubation. 100 µl der Stop-Lösung beendeten die Reaktion und innerhalb von 30 min. erfolgte eine Messung bei 450 nm im Mikroplatten-ELISA-Reader. Die gemessenen Werte wurden anschließend mit Hilfe der Eichkurve der Kalibratoren (Abb. 2.5) in absolute Konzentrationen umgerechnet.

Aufgrund von Lieferschwierigkeiten des Herstellers, konnten vorerst nicht alle Hormonuntersuchungen durchgeführt werden.

## 2.7 Parasitologische Methoden

Zu Beginn der Untersuchung wurde der Parasitenbefall mit zwei Methoden bestimmt. Die Parasiten wurden im Mikroskop photographiert und mit Hilfe von Ab-

bildungen aus der Literatur bestimmt (Mehlhorn, 1993b; Rundquist, 1996; Bandin, 2004).

### 2.7.1 Natrium-Aldehyde-Formaldehyde-Methode

Bei der Natrium-Aldehyde-Formaldehyde (S.A.F.)-Methode handelt es sich um eine Abwandlung der M.I.F.C. (Merthiolate-Iodine-Formaldehyde-Concentration)-Methode (Mehlhorn, 1993a). Bei der S.A.F.-Methode wird das deutlich kostspieligere Thimerosal durch Natriumazid ersetzt.

Zunächst wurden zwei Stammlösungen angesetzt: Stammlösung A (25ml Reinstwasser, 20ml 1% Natriumacid in Reinstwasser, 2,5ml konz. Formalin, 0,5ml Glycerin) und Stammlösung B (zunächst 7,5g Jodkali in 18ml Reinstwasser lösen und 5g Jod hinzugeben und dann mit Reinstwasser auf 100ml auffüllen). Lösung B (Lugolsche Lösung) durfte nicht älter als drei Wochen sein.

Unmittelbar vor der Untersuchung wurden 4ml Stammlösung A und 1ml Stammlösung B vermischt. Als nächstes wurde eine ca. erbsengroße, vorher gewogene Kotprobe darin suspendiert und durch ein Gazefilter gegeben, um die groben Bestandteile zu entfernen. In einem Zentrifugenröhrchen wurde das Filtrat mit 7ml Kühlschrank-kaltem Äther kräftig geschüttelt, 1-2 min. offen stehen gelassen und für 5min. bei ca. 1300g zentrifugiert. Von den vier entstandenen Zonen (Abb. 2.6) wurden die Ätherschicht, der Detrituspfropfen und die S.A.F.-Schicht vorsichtig dekantiert. Das verbleibende Sediment (unterste Schicht) wurde in einer McMaster Kammer mikroskopisch untersucht.

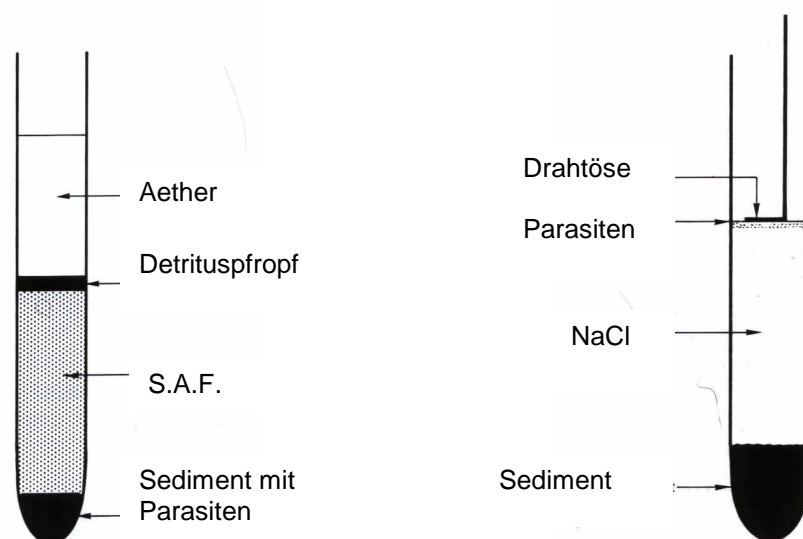


Abb. 2.6: Schichtung nach der S.A.F. Methode und nach der Flotationsmethode (aus Bürger, 1983)

Bei der **Eizählung nach McMaster** (Bürger, 1983) wurde die Anzahl der Eier (bzw. der Oozysten) für das gesamte Zählfeld (Abb. 2.7) im Mikroskop mit Hilfe eines Handzählgeräts ausgezählt und auf die Anzahl pro Gramm Kot umgerechnet.

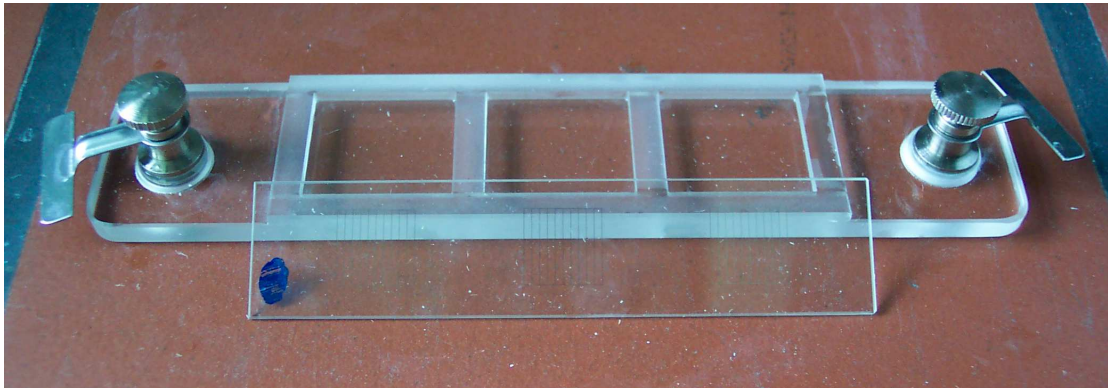


Abb. 2.7: McMaster Kammer

### 2.7.2 Flotationsmethoden

Beim **Flotationsverfahren mit gesättigter Kochsalzlösung** (Bürger, 1983; modifiziert nach Rundquist, 1996) wurden zur Erstellung der gesättigten Kochsalzlösung einen Tag vor Versuchsbeginn 310g NaCl in 800ml Reinstwasser gelöst, ggf. mit einem Magnetrührer vollständig aufgelöst. Zu Beginn der Untersuchung wurden 5g Kot mit 50ml gesättigter Kochsalzlösung im Mörser verrührt. Anschließend wurde die Kot-Kochsalzsuspension durch ein Kaffeesieb (Maschenweite 250-300  $\mu\text{m}$ ) und einen Trichter in ein Zentrifugationsröhrchen überführt und bei 1200-1250g für 7 min. zentrifugiert.

Wegen der relativen Dichte der gesättigten Kochsalzlösung (1,18 bis 1,20) stiegen die spezifisch leichteren Parasitenüberdauerungsstadien an die Oberfläche der Flüssigkeit. Nach dem Zentrifugieren wurde anstatt der in der Abbildung 2.5 abgebildeten Öse ein Deckglas auf die Oberfläche der Flüssigkeit gelegt, um über die Adhäsionskraft sämtliche Parasiten-Überdauerungsstadien ans Deckglas zu ziehen. Nach mindestens 30 min. wurde das Deckglas abgenommen. Die Parasiten wurden mit Flüssigkeit aus dem Zentrifugenröhrchen vom Deckglas in eine McMaster-Kammer gespült. Das Deckglas wurde auf einem Objektträger überprüft, ob sämtliche Parasitenstadien abgespült worden waren.

Das **Flotationsverfahren mit gesättigter Zinkchlorid-Kochsalzlösung** (Bürger, 1983) unterschied sich vom vorhergehenden Verfahren nur in der Lösung, für die einen Tag vor Versuchsbeginn 310g NaCl und 220g  $\text{ZnCl}_2$  in 800ml Reinstwasser ggf. mit einem Magnetrührer gelöst wurden.

### **2.7.3 Vergleich der drei Methoden zur Kotuntersuchung**

Von jeder Kotprobe wurden zu Beginn der Untersuchung mehrere Ansätze mit den verschiedenen Methoden ausprobiert. Der größte Nachteil der S.A.F.–Methode war, dass die Probe noch stark mit Futterresten oder anderen Inhaltsstoffen verunreinigt war. Dies erschwerte das Auffinden der Parasiten. Die höhere Dichte des  $\text{ZnCl}_2/\text{NaCl}$ -Flotationsmediums gegenüber der des  $\text{NaCl}$ -Flotationsmediums führte bei den untersuchten Proben zu quantitativ höheren Ergebnissen. So wurden bei derselben Probe mit der  $\text{ZnCl}_2/\text{NaCl}$ -Flotation ca. 30% mehr Parasiten gefunden als bei der  $\text{NaCl}$ -Flotation. Deshalb wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur noch die  $\text{ZnCl}_2/\text{NaCl}$ -Flotation eingesetzt.

Bei jeder Tierart wurden zu Beginn die Zentrifugationsparameter bei der  $\text{ZnCl}_2/\text{NaCl}$ -Flotation der Untersuchung variiert. Die Art-spezifischen Zentrifugationsbedingungen lagen bei Erdmännchen bei 1250g und bei den Pferdeartigen bei 370g. Dies spiegelt die Eigenschaften der jeweiligen Parasiten wider. Die Dichte der vergleichsweise kleinen Coccidien ist geringer als die der größeren und schwereren Wurm-Eier. Bei der stärkeren Zentrifugation entstand ein geringes Risiko, dass Eier von Wurmparasiten nicht alle erfasst wurden.

## **2.8 Untersuchung der Todesursache**

Nachdem zu Beginn der vorliegenden Arbeit das Männchen „Mickerling“ und am 04.07.2005 auch das Männchen „Zorro“ der Erdmännchengruppe aus dem Wuppertaler Zoo verstarb, bestand die Möglichkeit nach histologischen Hinweisen auf eine Kokzidiose zu suchen. Da „Zorro“ zur Untersuchung ins Institut für Pathologie der Universität Wiesbaden geschickt wurde, konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur Proben des Männchens „Mickerling“ untersucht werden. Bei der von Dr. Lawrenz durchgeführten Nekropsie wurden Proben folgender Organe entnommen: Duodenum, Jejunum, Mitte und Ende vom Ileum, Colon, Lunge, Leber, geschwollener Lymphknoten in der Nähe des Colons, Rectum, Magenschleimhaut, Enddarm. Anschließend wurden mit Hilfe eines Gefriermikrotoms Schnitte dieser Organe angefertigt und mikroskopisch untersucht.

## **2.9 Datenauswertung**

Zum Vergleich der Verhaltensanalysen wurden die Beobachtungen der Erdmännchen sowohl in einem Ethogramm (Tab. 2.4) als auch einem Soziogramm dargestellt

(Abb. 2.8). Da im Rahmen dieser vorliegenden Arbeit v.a. die Ranghöhe von Bedeutung war, wurden besonders die für die Bestimmung der Hierarchie wichtigen Verhaltensweisen berücksichtigt. Dies waren das Sexual- und das Dominanzverhalten, letzteres unterteilte sich noch in aggressives, unterwürfiges und freundliches Verhalten. Einzig die ebenfalls hierbei relevante Verhaltensweise „Allogrooming“ wurde zum Komfortverhalten gezählt.

Tab. 2.4: Auszug aus einem Ethogramm (aus Geissmann, 2002)

Verhaltenskreise	Sammelemente	Elemente	Varianten
Haltungselemente	Körperhaltung	Stehen	Kopf hoch Kopf eingezogen
		Liegen usw.	
	Bewegung	Rennen Klettern usw.	
Komfortverhalten	Ruhe- & Schlafverhalten		
Nahrungsaufnahme			
Territorialverhalten			
Sexualverhalten			
Brutpflegeverhalten			
Spielverhalten	Bewegungsspiele Objektspiele Sozialspiele		
usw.			

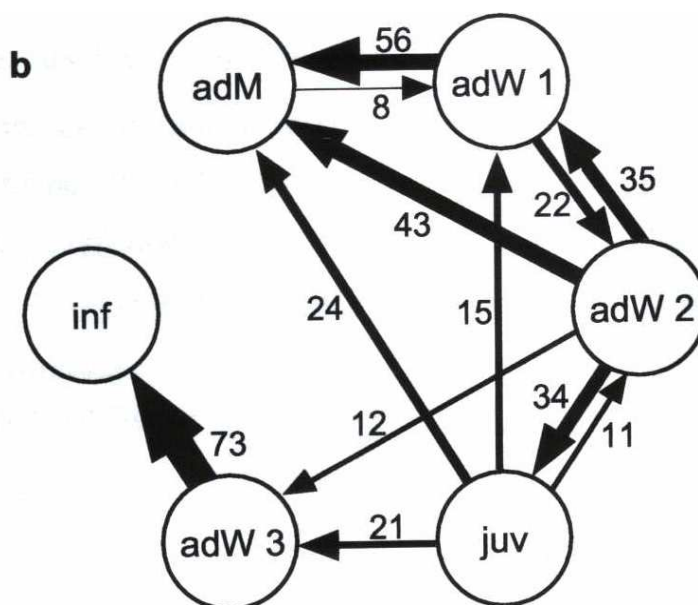


Abb. 2.8: Beispiel eines Soziogramms (aus Geissmann, 2002)

Die Zahlen stellen die quantitative Anzahl der einzelnen Verhaltensweisen zwischen den Tieren dar, die sich ebenfalls in der Dicke der Pfeile widerspiegelt. Die Abkürzungen stehen für Individuen.

Die Signifikanz der parasitologischen Ergebnisse wurde anhand eines t-Tests (nach Student) überprüft (Vogt, 1994). Für alle Analysen wurde das Signifikanzniveau auf  $p < 0.05$  gesetzt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Ethologische Ergebnisse bei *Suricata suricatta*

Bei der Beobachtung des Verhaltens der Erdmännchen zur Erfassung einer Rangfolge wurden die Verhaltenselemente acht bekannten Verhaltenskreisen zugeordnet (Tab. 3.1 A, B). Körperhaltungselemente und Nahrungsaufnahme sowie Spiel-, Territorial-, und Sozialverhaltenselemente spielten für die Rangfolge nur eine untergeordnete Rolle. Da ein Deckakt als ein Element des Sexualverhaltens nur einmal beobachtet wurde, lieferten v.a. Elemente des Dominanzverhaltens und ein Element des Komfortverhaltens die entscheidenden Hinweise auf die Rangfolge.

Tab. 3.1 A) Ethogramm der für die Ranghöhe nichtrelevanten Verhaltensweisen der Erdmännchen

Verhaltenskreise	Sammelemente	Elemente	Varianten
Körperhaltungselemente	Körperhaltung	Aufrecht	Sitzend 2 o.4 Beine Stehend
		Liegen	Gerollt Gestreckt Kauern
Nahrungsaufnahme	Bewegung	Gehen Scharren Rennen Flucht in Höhle	
	Feste Nahrung	Heimchen Obst Nagetiere	
Spielverhalten	Flüssigkeit		
	Objektspiel Sozialspiel	Jagen Spielkampf	
Territorialverhalten	Markieren	Mit Analdrüse Mit Backendrüse	Objekt Artgenosse
Sozialverhalten	Wache halten	Aufrecht Auf vier Beinen	
	Babysitting Jungtiere füttern		



Tab. 3.1 B) Ethogramm der für die Ranghöhe relevanten Verhaltensweisen der Erdmännchen

Verhaltenskreise	Sammelemente	Elemente	Varianten	
Sexualverhalten	<i>Prüfen</i>	<i>Genital</i> <i>Kot/Urin</i>		
<i>Dominanzverhalten</i>	<i>Deckakt</i>			
	<i>Aggressives Verhalten</i>	<i>Drohen</i>	<i>Mit Keckern</i> <i>Ohne Keckern</i>	
		<i>Aufrichten</i>	<i>Mit Keckern</i> <i>Ohne Keckern</i>	
		<i>Wegschieben</i>		
		<i>Beißen</i>		
		<i>Kampf</i>		
		<i>Futterneid</i>		
		<i>Unterwürfiges Verhalten</i>	<i>Ducken</i>	
		<i>Freundliches Verhalten</i>	<i>Rückenlage</i>	
			<i>Berühren</i>	<i>Umgreifen v. hinten</i> <i>Umgreifen v. vorne</i> <i>Schnauze tippen</i>
Komfortverhalten		<i>Soziales Scharren</i>		
		<i>Seite an Seite</i>	<i>&gt; 2 Ind.</i> <i>&lt; 2 Ind.</i>	
	Ruhe und Schlafverhalten		<i>In Gruppe</i> <i>Allein</i> <i>In Höhle</i>	
	Pflegeverhalten	<i>Putzen</i> <i>Kratzen</i>	<i>Autogrooming</i> <i>Allogrooming</i>	

Für die Rangfolge relevante Verhaltensweisen wurden durch Kursivdruck markiert.

### 3.1.1 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Wuppertal

Bei der Bestimmung der Rangfolge der Tiere **in der großen Gruppe** über die Scan-sampling-Methode lieferte die Aggressionsgeste „Drohen“ wichtige Hinweise (Tab. 3.2 A, B). „Zorro“ und „Garfield“ mussten mehr dieser Drohgesten hinnehmen als die anderen Tiere. „Stummel“ und „Spitze“ tauschten während der Beobachtung keine dieser Drohgesten untereinander aus. „Durbie“ wiederum zeigte mehr der

Drohgeste „Zähne zeigen“ als „Kalla“. Das Verhalten des „Aufrichtens“ wurde öfter gezeigt, als die Geste „Drohen“. Besonders „Durbie“ zeigte dieses Verhalten gegenüber „Garfield“ und „Kalla“. „Garfield“, „Stummel“ und „Zorro“ zeigten dieses Verhalten am seltensten, während „Zorro“ besonders gegenüber „Durbie“ und „Garfield“ dieses Verhalten zeigte. Die Aggressionsgeste „Wegschieben“, d.h. das Abdrängen mit dem Hinterteil, lieferte vergleichbare Ergebnisse wie die Aggressionsgeste „Drohen“, trat allerdings viel häufiger auf (Tab. 3.2 A, B). Bei der Anzahl dieser Verhaltensweise wurden Unterschiede innerhalb der Gruppe erkennbar. Das Weibchen „Durbie“ wurde achtmal weggeschoben, alle anderen Tiere 32mal („Spitze“) bis 53mal bei „Garfield“. Innerhalb der Gruppe musste „Garfield“ die häufigste Anzahl von Aggressionsgesten hinnehmen, während alle anderen Tiere untereinander vergleichbare Anzahlen zeigten.

Die Tiere unterschieden sich ebenfalls in ihrer Anzahl der Unterwürfigkeitsgesten, d.h. dem Abducken mit dem Kopf oder die Rückenlage (Tab. 3.2 A, B). „Zorro“ und „Garfield“ zeigten bei der Gruppenhaltung 31-32 Unterwürfigkeitsgesten, die anderen Tiere nur 3-4x. „Umfassen von hinten“ wurde von allen Verhaltensweisen am seltensten gezeigt und zwar nur zwischen „Durbie“ und „Kalla“ sowie zwischen „Stummel“ und „Garfield“. Allogrooming fand vor allem zwischen „Durbie“ und „Kalla“ statt. Zahlenmäßig folgte das Allogrooming mit mindestens einem dieser beiden Tiere, während bei „Zorro“ und „Garfield“ diese Verhaltensweise seltener auftrat.

Auffällig bei den Wuppertaler Erdmännchengruppen war der Unterschied zwischen der Paarhaltung und der **Gruppenhaltung** (Tab. 3.2 A, B). Bei der sechs Individuen großen Gruppe traten alle Aggressionsgesten häufiger als bei der Paarhaltung. Die Verhaltensweisen „Drohen“ und „Wegschieben“ konnten insgesamt nur drei- bzw. fünfmal beobachtet werden. Die Dominanzgeste „Aufrichten“ war die bei der Paarhaltung am häufigsten registrierte Verhaltensweise, wobei das Weibchen mehr agierte als reagierte, während nur eine einzige Unterwürfigkeitsgeste „Rückenlage“ beim Männchen „Uli“ in der Paarhaltung vorlag. Allogrooming kam bei der Paarhaltung gar nicht vor.

Bei den **neu zusammengestellten Gruppen** war der Unterschied innerhalb der Gruppen in Bezug auf die Verhaltensweisen Drohen, Aufrichten, Wegschieben und den beiden Unterwürfigkeitsgesten auffällig (Tab. 3.3 A, B). Alle Verhaltensweisen wurden deutlich öfter in Gruppe 1, mit „Tinchen“, „Uli“ und „Spitze“ gezeigt, als in allen anderen. Am häufigsten wurden diese aggressiven Verhaltensweisen gegen-

über „Spitze“ beobachtet, sowie von, „Tinchen“ gegenüber dem Männchen „Uli“. Die Gruppe 2, bestehend aus „Kalla“, „Stummel“ und „Zorro“, war von allen Gruppen die harmonischste, gleichbedeutend mit der geringsten Anzahl von aggressiven Verhaltensweisen und Unterwürfigkeitsgesten, von allen drei Gruppen. Dabei konnte sogar keine einzige Geste „Drohen“ innerhalb dieser Gruppe beobachtet werden. Einzig das Wegschieben und Aufrichten konnte beobachtet werden, vor allem gegenüber „Zorro“. Am meisten agierte hierbei „Kalla“. Gruppe 3 bestehend aus „Durbie“, „Garfield“ und „Sekou“ lag bei der Anzahl aller Verhaltensweisen zwischen den beiden anderen Gruppen, wobei sie eher mit Gruppe 2 zu vergleichen war.

Dem gegenüber steht die Verhaltensweise Allogrooming (Tab. 3.3 A, B), welche trotz der Häufigkeit aggressiver Verhaltensweisen in Gruppe 1 am häufigsten beobachtet werden konnte, allerdings häufiger zwischen „Tinchen“ und „Uli“ als zwischen „Tinchen“ bzw. „Uli“ und „Spitze“. Innerhalb von Gruppe 3 konnte Allogrooming nur ausgehend vom Weibchen „Durbie“ beobachtet werden. Die beiden anderen Gruppenmitglieder zeigten diese Verhaltensweise nicht.

Das Markieren mit der After- oder Wangendrüse wurde in allen Gruppen deutlich häufiger von Männchen gezeigt als von Weibchen. Innerhalb der reinen Männergruppe (Gruppe 3) wurden kaum Unterschiede in der Anzahl der beobachteten Markierungen festgestellt. Diese liegt mit Werten von 1-6 deutlich unter der von „Sekou“ oder „Uli“ mit Werten von 23 bzw. 46.

Vor allem über die Häufigkeit von aggressiven und unterwürfigen Verhaltensweisen sowie Allogrooming wurden Rangfolgen in den jeweiligen Gruppen abgeleitet. Bei dieser linearen Hierarchie, in der jedem Individuum ein Rang zugeordnet wurde, traten zwischen den  $\gamma$ -,  $\delta$ - und  $\varepsilon$ - Tieren nur geringe Unterschiede auf. Während der Beobachtungen der Tiere verhielten sich die Tiere in der Mitte der Hierarchie eher gleichberechtigt. Hervorzuheben ist, dass sich alle rangniederen Tieren dem ranghöchsten Weibchen und ihrem Männchen mit abgeducktem Kopf näherten, während sie dieses Verhalten anderen Tieren gegenüber nicht zeigten. In der Wuppertaler Gruppe konnte nur ein einziger Kampf beobachtet werden.

Die Wuppertaler Erdmännchengruppe besaß vor der Aufspaltung der Gruppen folgende Rangfolge:  $\alpha$  0,1 „Durbie“,  $\beta$  1,0 „Kalla“,  $\gamma$  1,0 „Stummel“,  $\delta$  1,0 „Spitze“,  $\varepsilon$  1,0 „Zorro“,  $\zeta$  0,1 „Garfield“. Die Rangfolge bei der Paarhaltung bestand aus einer klaren Dominanz des Weibchens „Tinchen“ über dem Männchen „Uli“.

Nach der Aufspaltung in die jeweils drei Individuen umfassenden Gruppen war bei Gruppe 1 „Tinchen“ das  $\alpha$ -Weibchen, 1,0 „Uli“ das  $\beta$ -Tier und 1,0 „Spitze“ das  $\gamma$ -Tier folgten. Die dominante Position in Gruppe 2 wurde vom  $\alpha$ -Tier 0,1 „Kalla“ besetzt, gefolgt vom  $\beta$ -Tier 1,0 „Zorro“ und dem Männchen „Stummel“. Gruppe 3 war wie folgt gegliedert:  $\alpha$ -Tier 0,1 „Durbie“,  $\beta$ -Tier 1,0 „Sekou“,  $\gamma$ -Tier 0,1 „Garfield“.

Tab. 3.2 A) Anzahl der Verhaltensweisen\* innerhalb der 6 Tiere umfassenden Gruppe und bei einem Paar

Drohen von	Große Gruppe						Paar	
	Dur.	Gar.	Kal.	Stu.	Spi.	Zor.	Uli	Tin.
<i>Durbie</i>	----	5	1	1	2	3	----	----
<i>Garfield</i>	0	----	1	1	0	1	----	----
Kalla	3	2	----	1	0	1	----	----
Stummel	0	1	0	----	0	0	----	----
Spitze	1	2	0	0	----	0	----	----
Zorro	1	2	0	0	1	----	----	----
Uli	----	----	----	----	----	----	----	1
<i>Tinchen</i>	----	----	----	----	----	----	2	----
<b>Aufrichten von</b>								
<i>Durbie</i>	----	15	7	7	8	13	----	----
<i>Garfield</i>	6	----	5	8	4	6	----	----
Kalla	3	10	----	6	6	8	----	----
Stummel	7	7	6	----	1	7	----	----
Spitze	7	6	4	8	----	7	----	----
Zorro	11	10	9	8	8	----	----	----
Uli	----	----	----	----	----	----	----	4
<i>Tinchen</i>	----	----	----	----	----	----	7	----
<b>Wegschieben durch</b>								
<i>Durbie</i>	----	24	15	9	11	4	----	----
<i>Garfield</i>	0	----	0	1	2	1	----	----
Kalla	4	16	----	7	7	14	----	----
Stummel	2	1	8	----	3	7	----	----
Spitze	1	7	3	5	----	9	----	----
Zorro	1	5	11	13	9	----	----	----
Uli	----	----	----	----	----	----	----	1
<i>Tinchen</i>	----	----	----	----	----	----	4	----
<b>U-Geste/Ducken von</b>								
<b>Umgreifen v. hinten von</b>								
<i>Durbie</i>	----	0	2	0	0	0	----	----
<i>Garfield</i>	0	----	0	2	0	0	----	----
Kalla	2	0	----	0	0	0	----	----
Stummel	0	2	0	----	0	0	----	----
Spitze	0	0	0	0	----	0	----	----
Zorro	0	0	0	0	0	----	----	----
Uli	----	----	----	----	----	----	----	0
<i>Tinchen</i>	----	----	----	----	----	----	0	----

Bei allen Gruppen umfasste der Beobachtungszeitraum 12h, bei dem Paar 2h. \*Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt.

Tab. 3.2 B) Anzahl der Verhaltensweisen\* innerhalb der 6 Tiere umfassenden Gruppe und bei einem Paar

<b>Allogrooming zwischen</b>	<i>Dur.</i>	<i>Gar.</i>	Große Gruppe				Paar	
			<i>Kal.</i>	<i>Stu.</i>	<i>Spi.</i>	<i>Zor.</i>	<i>Uli</i>	<i>Tin.</i>
<i>Durbie</i>	----	0	9	5	0	0	----	----
<i>Garfield</i>	0	----	3	0	0	2	----	----
Kalla	9	3	----	0	0	0	----	----
Stummel	5	0	0	----	3	0	----	----
Spitze	0	0	0	3	----	2	----	----
Zorro	0	2	0	0	2	----	----	----
Uli	----	----	----	----	----	----	----	0
<i>Tinchen</i>	----	----	----	----	----	----	0	----

Bei allen Gruppen umfasste der Beobachtungszeitraum 12h, bei dem Paar 2h. \*Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt.

Tab. 3.3 A) Anzahl der Verhaltensweisen zwischen zwei Tieren innerhalb der drei Tiere umfassenden Gruppen.

	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3		
	<i>Tin.</i>	<i>Uli</i>	<i>Spi.</i>	<i>Kal.</i>	<i>Stu.</i>	<i>Zor.</i>	<i>Dur.</i>	<i>Sek.</i>	<i>Gar.</i>
<b>Drohen von</b>									
<i>Tinchen</i>	----	8	9	----	----	----	----	----	----
Uli	4	----	5	----	----	----	----	----	----
Spitze	0	5	----	----	----	----	----	----	----
Kalla	----	----	----	----	0	0	----	----	----
Stummel	----	----	----	0	----	0	----	----	----
Zorro	----	----	----	0	0	----	----	----	----
<i>Durbie</i>	----	----	----	----	----	----	----	1	2
Sekou	----	----	----	----	----	----	0	----	0
<i>Garfield</i>	----	----	----	----	----	----	0	0	----
<b>Aufrichten von</b>									
<i>Tinchen</i>	----	74	116	----	----	----	----	----	----
Uli	76	----	96	----	----	----	----	----	----
Spitze	36	26	----	----	----	----	----	----	----
Kalla	----	----	----	----	22	26	----	----	----
Stummel	----	----	----	6	----	8	----	----	----
Zorro	----	----	----	0	4	----	----	----	----
<i>Durbie</i>	----	----	----	----	----	----	----	20	26
Sekou	----	----	----	----	----	----	8	----	56
<i>Garfield</i>	----	----	----	----	----	----	12	12	----
<b>Wegschieben von</b>									
<i>Tinchen</i>	----	26	20	----	----	----	----	----	----
Uli	26	----	16	----	----	----	----	----	----
Spitze	4	4	----	----	----	----	----	----	----
Kalla	----	----	----	----	4	9	----	----	----
Stummel	----	----	----	4	----	2	----	----	----
Zorro	----	----	----	2	3	----	----	----	----
<i>Durbie</i>	----	----	----	----	----	----	----	4	8
Sekou	----	----	----	----	----	----	0	----	0
<i>Garfield</i>	----	----	----	----	----	----	0	0	----
<b>Rückenlage von</b>	7	12	15	0	3	1	2	0	0
<b>Kopfabdrücken von</b>	3	39	36	0	11	27	2	2	39

Bei allen Gruppen umfasste der Beobachtungszeitraum 12h, bei dem Paar 2h. \*Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt.

Tab. 3.3 B) Anzahl der Verhaltensweisen zwischen zwei Tieren innerhalb der drei Tiere umfassenden Gruppen.

<b>Allogrooming zw.</b>	<i>Tin.</i>	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3		
		Uli	Spi.	Kal.	Stu.	Zor.	<i>Dur.</i>	Sek.	<i>Gar.</i>	
<i>Tinchen</i>	----	26	6	----	----	----	----	----	----	
Uli	26	----	10	----	----	----	----	----	----	
Spitze	6	10	----	----	----	----	----	----	----	
Kalla	----	----	----	----	2	2	----	----	----	
Stummel	----	----	----	2	----	4	----	----	----	
Zorro	----	----	----	2	4	----	----	----	----	
<i>Durbie</i>	----	----	----	----	----	----	----	2	4	
Sekou	----	----	----	----	----	----	2	----	4	
<i>Garfield</i>	----	----	----	----	----	----	4	4	----	
<b>Markieren von</b>	29	46	4	4	1	6	7	23	2	
<b>Wache halten von</b>	9	2	3	11	2	7	9	14	10	

Bei allen Gruppen umfasste der Beobachtungszeitraum 12h, bei dem Paar 2h. \*Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt.

### 3.1.2 Soziogramm der Erdmännchen im Zoo Wuppertal

Die Dicke der Pfeile des Soziogramms (Abb. 3.1) spiegelt die Intensität des Bezuges zwischen den Tieren der großen Gruppe wieder. Zu erkennen ist die starke Interaktion aller Tiere mit dem ranghöchsten Männchen „Kalla“. Einzig das rangniedrigste Weibchen („Garfield“) zeigte eine starke Interaktion mit dem ranghohen Weibchen „Durbie“, was vor allem am Dominanzverhalten „Durbies“ gegenüber „Garfield“ lag. Der Bezug zwischen den beiden ranghohen Tieren bestand aus freundlichem Verhalten, während die Verhaltensweisen der beiden Tiere gegenüber den tiefer stehenden Gruppenmitgliedern v.a. aggressives Verhalten beinhaltete. Das Männchen „Zorro“, das zweitniedrigste Tier der Gruppe zeigte keine aggressiven Verhaltensweisen sondern ein stärkeres Komfortverhalten, sowohl zum rangniederen Weibchen „Garfield“ als auch zum  $\delta$ -Männchen „Spitze“.

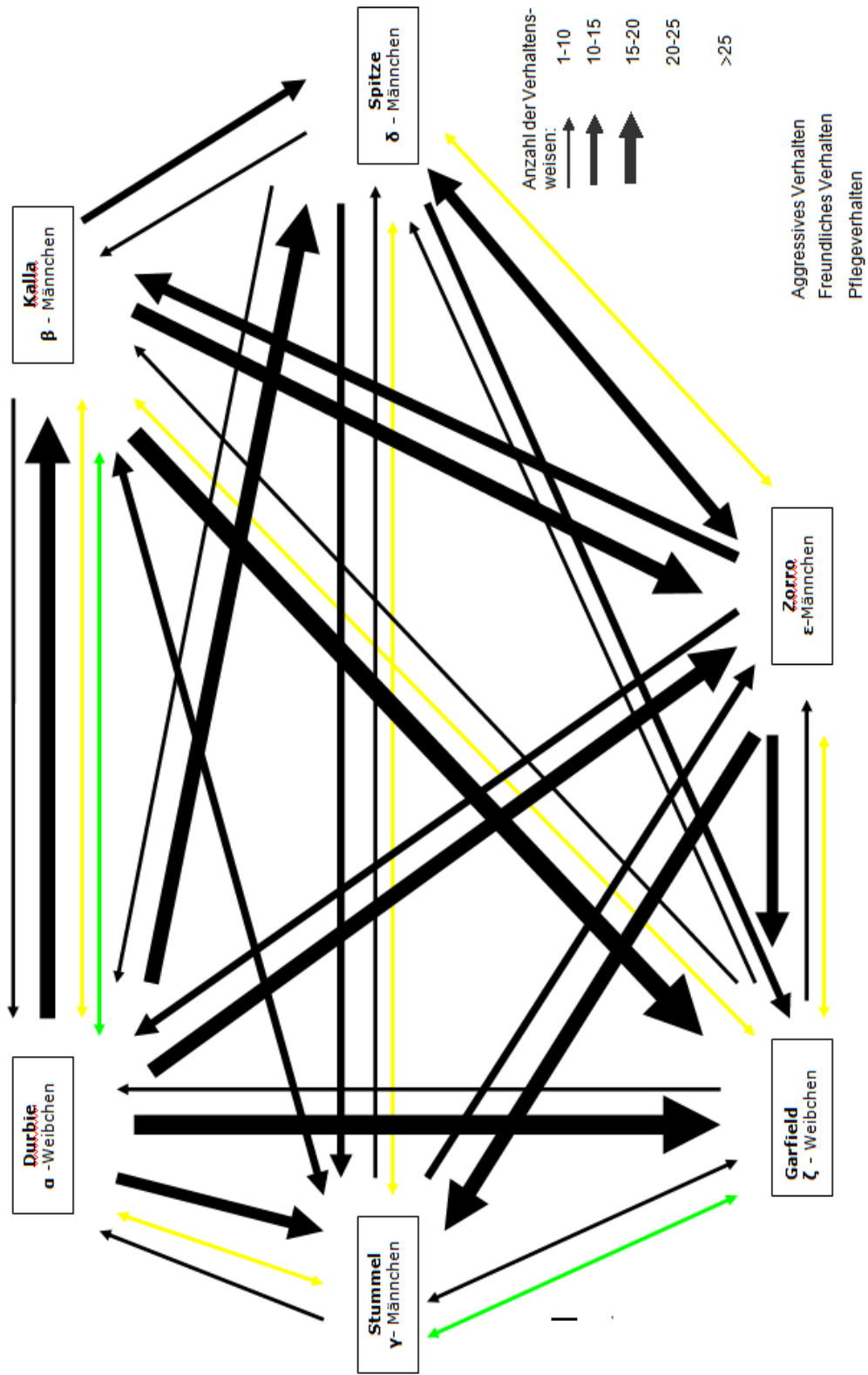


Abb. 3.1: Soziogramm der sechs Individuen großen Gruppe im Wuppertaler Zoo

### 3.1.3 Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Wuppertal bei besonderen Ereignissen

Bei den Erdmännchen im Zoo Wuppertal traten einige besondere Ereignisse im Untersuchungszeitraum auf (Tab. 3.4), die sich nicht in besonderen Verhaltensweisen widerspiegeln. An solchen Tagen wurden ganztägige Beobachtungen am Gehege durchgeführt.

Tab. 3.4: Chronologische Übersicht über besondere Ereignisse während der Beobachtung der Erdmännchengruppen im Zoo Wuppertal

Datum	Ereignis
03.03.2005	Tod von „Mickerling“
23.05.2005	Neuzusammenstellung der Wuppertaler Erdmännchengruppen
23.– 29.05.2005	Vermutete Fehlgeburt bei „Tinchen“
24.05-12.06.2005	Beobachtete Deckakte innerhalb der neu zusammengestellten Gruppen
01.07- 04.07.2005	Behandlung von „Zorro“
04.07.2005	Tod von „Zorro“
07.07.2005	Behandlung von „Garfield“
ab 27.07.2005	Aussetzen der Probengewinnung auf Grund der anstehenden Geburt
10.08.2005	Geburt von 0,0,2 Erdmännchen (Mutter: „Tinchen“)
11.10.2005	Eingabe von Fremdkot

Als der Gruppe 3 im Wuppertaler Zoo Fremdkot in das Gehege gelegt wurde, zeigten die drei Tiere eine besonders hohe Anzahl von Warnrufen und beschnüffelten den Kot innerhalb der zwei Beobachtungsstunden häufig. Nach anderthalb Stunden ließ das Interesse am Kot allerdings nach, so dass die Anzahl bei allen Verhaltensweisen (Tab. 3.5) sich hauptsächlich auf die ersten anderthalb Stunden bezieht. Während der gesamten Zeit konnte eine erhöhte Anzahl von Markierungen des Männchens „Sekou“ festgestellt werden. Des Weiteren wurde das Verhalten „Scharren und Wälzen“ in einer vorher und nachher nicht beobachteten Kombination beobachtet. Auf ein Riechen am Fremdkot folgte ein Scharren innerhalb der Schlafkiste



und ein darauf folgendes Wälzen innerhalb der Box. Dieses Verhalten wurde nur vom Männchen „Sekou“ gezeigt. Begleitet waren die zwei Stunden dieses Versuches mit ständigen Warnrufen der Tiere, welche auch die anderen beiden Gruppen in Aufregung versetzten, d.h. zu vermehrten Warnrufen führten. Die Aggressionen bezogen sich auf das rangniedrigste Weibchen, welches versuchte, sich dem Fremdkot zu nähern.

Tab. 3.5: Anzahl der Verhaltensweisen\* in der Gruppe 3 während der Anwesenheit von Fremdkot

	<i>Du</i>		
	<i>r.</i>	Sek.	<i>Gar.</i>
<b>Drohen gegen</b>			
<i>Durbie</i>	-	0	1
Sekou	0	----	0
<i>Garfield</i>	1	1	----
<b>Wegschieben von</b>			
<i>Durbie</i>	-	0	0
Sekou	0	----	0
<i>Garfield</i>	0	0	----
<b>Allogrooming zwischen</b>			
<i>Durbie</i>	-	0	0
Sekou	0	----	0
<i>Garfield</i>	0	0	----
<b>Markieren von</b>			
	0	21	0
<b>Wache halten von</b>			
	9	1	0
<b>Aufrichten von</b>			
<i>Durbie</i>	-	0	1
Sekou	0	----	0
<i>Garfield</i>	0	0	----
<b>Rückenlage von</b>			
	0	0	1
<b>Kopfabdrücken von</b>			
	0	0	2
<b>Warnrufe von</b>			
	>1		
	00	>100	>100
<b>Scharren von</b>			
	3	5	0
<b>Wälzen von</b>			
	0	2	0
<b>Beschnupern des Fremdkotes von</b>			
	11	15	7
<b>Kotfressen von</b>			

0            0            1

Der Beobachtungszeitraum umfasste 2h. \*Namen der Weibchen werden durch Kur-  
sivdruck angezeigt.

### **3.1.4 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Zoo Dortmund**

Die beiden Dortmunder Erdmännchen zeigten bei der Scan-sampling Beobachtung insgesamt wenige Rangfolge-relevante Verhaltensweisen. Im Beobachtungszeitraum von 2h drohte das Weibchen zweimal dem Männchen und schob es zweimal beiseite. Das Männchen „Harry“ reagierte immer mit Unterwürfigkeit, d.h. Rückenlage (viermal) oder Kopfabdrücken (sechsmal), wenn es auf das Weibchen traf. Bei beiden konnte nur ein einziges Mal die Verhaltensweise Allogrooming beobachtet werden. Das Weibchen markierte mit der Analdrüse dreimal, das Männchen nicht.

Die Rangfolge der Erdmännchen im Dortmunder Zoo stellte sich als eine deutliche Dominanz vom Weibchen „Thamie“ über das Männchen „Harry“ dar.

### **3.1.5 Häufigkeit Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen der Erdmännchen im Allwetterzoo Münster**

In dieser Erdmännchengruppe wurde bei der Scan-sampling Beobachtung nur ein einziges Mal die Verhaltensweise „Wegschieben“ gezeigt (Tab. 3.6). Die drei „Aggressionen“ richteten sich vor allem gegen das Weibchen „Addo“. In dieser Gruppe wurde deutlich öfter vom Männchen markiert als von den anderen Gruppenmitgliedern. „Masi“ und „Skalp“ zeigten zusammen nur eine Unterwürfigkeitsgeste (Rückenlage), während auf bei niedrigeren Tiere vier bis neunfach höhere Werte vorkamen. Außerdem kam es zu zwei Kämpfen innerhalb der Gruppe, die beide vom Weibchen „Masi“ beendet wurden.

Daraus resultierte folgende Rangfolge der Erdmännchen im Allwetterzoo Münster:  $\alpha$  0,1 „Masi“,  $\beta$  1,0 „Skalp“,  $\gamma$  1,0 „Langa“,  $\delta$  1,0 „Zwulu“ und  $\varepsilon$  0,1 „Addo“.

Im Gegensatz zur sechs Individuen umfassenden Wuppertaler Erdmännchengruppe wurde eine deutliche lineare Hierarchie gezeigt. Alle Tiere zeigten zur jeweils höher stehenden Stufe die Verhaltensweise Kopfabdrücken. Einzige Ausnahme stellte das Männchen „Skalp“ dar, welches als favorisiertes Männchen von „Masi“ das ranghöhere Weibchen nicht durch Kopfabdrücken beschwichtigte.

Tab. 3.6: Anzahl der Rangfolge-relevanter Verhaltensweisen\* zwischen zwei Tieren bei der Scan-sampling-Beobachtung.

	<i>Masi</i>	<i>Langa</i>	<i>Addo</i>	<i>Zwulu</i>	<i>Skalp</i>
<b>Drohen von</b>					
<i>Masi</i> <sup>#</sup>	----	2	3	1	2
<i>Langa</i>	0	-----	1	0	0
<i>Addo</i>	0	0	-----	3	2
<i>Zwulu</i>	0	0	9	-----	0
<i>Skalp</i>	0	0	6	2	-----
<b>Wegschieben von</b>					
<i>Masi</i>	----	0	0	0	1
<i>Langa</i>	0	-----	0	0	0
<i>Addo</i>	0	0	-----	0	0
<i>Zwulu</i>	0	0	0	-----	0
<i>Skalp</i>	0	0	0	0	-----
<b>Autogrooming von</b>					
	5	0	0	0	1
<b>Allogrooming zwischen</b>					
<i>Masi</i>	----	2	0	1	3
<i>Langa</i>	2	-----	0	0	0
<i>Addo</i>	0	0	-----	0	0
<i>Zwulu</i>	1	0	0	-----	1
<i>Skalp</i>	3	0	0	1	-----
<b>Markieren von</b>					
	0	0	1	2	7
<b>Wache halten von</b>					
	5	9	3	3	8
<b>Aufrichten von</b>					
<i>Masi</i>	----	1	2	0	0
<i>Langa</i>	0	-----	0	0	0
<i>Addo</i>	0	0	-----	0	0
<i>Zwulu</i>	0	0	1	-----	0
<i>Skalp</i>	0	0	5	0	-----
<b>Rückenlage von</b>					
	0	1	10	1	0
<b>Kopfabdrücken von</b>					
	1	4	9	9	0

\*Die Gesamtbeobachtungsdauer betrug 5 Stunden. <sup>#</sup>Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt.

### 3.2 Stress-Hormon-Titer bei *Suricata suricatta*

Fast alle Extinktionswerte lagen im Bereich der Eichgraden. Nur die beiden gewonnenen Blutproben (Tab. 3.8) der Gruppe 2 mit „Stummel“ und „Kalla“ lagen etwas über den Werten des Kalibrators 0 (Tab. 3.7) Bei der zweiten Blutprobe („Kalla“) unterschieden sich die Werte der Doppelbestimmung deutlich (0,815 gegenüber 0,372 ng Kortikosteron/mg Kot). Bei den weiteren sieben Doppelbestimmungen der Kotproben, lagen die beiden Werte 0,3 bis 18.6 % ober - bzw. unterhalb des Mittelwertes (Tab. 3.7).

Bei einigen Tieren unterschieden sich die einzelnen Messwerte im Zeitverlauf deutlich, z.B. bei „Durbie“ (1,0-2,9 ng/mg), bei „Spitze“ (1,86- 2,07 ng/mg), bei „Stummel“ (2,13-3,45 ng/mg), bei „Zorro“ (1,57- 2,40 ng/mg), „Sekou“ (1,42- 2,10 ng/mg) und bei „Garfield“ (1,25- 2,85 ng/mg). Bei anderen Tieren waren die Kortikosteronkonzentrationen relativ stabil und lagen maximal 10% über bzw. unter dem Gesamtmittelwert. Dies traf für „Uli“, (beide Werte: 0,6 ng/mg), „Tinchen“ (1,9-2,0 ng/mg), „Kalla“ (1,4-1,6 ng/mg) und die Tiere des Allwetterzoo Münster zu.

Tab. 3.7: Konzentration des Stresshormons Kortikosteron (ng/mg) im Kot bzw. verschiedener Erdmännchen

	Dur.	Kal.	Spi.	Stu.	Zor.	Gar.	Sek.	Tin.	Uli	Add.	Masi	Lan.	Ska.
06.04.2005			2,20			2,15							
12.04.2005													
14.04.2005					2,37								
18.04.2005													
19.04.2005	1,79					1,80							
02.05.2005	2,25												
20.05.2005		1,36			2,30	1,25							
24.05.2005			2,01					1,86	0,69				
25.05.2005	2,45				2,40		1,42	1,99					
26.05.2005	2,05												
09.06.2005							2,21						
13.06.2005	1,67		1,86	2,13		2,79							
15.06.2005		1,62											
16.06.2005									0,66				
20.06.2005	2,44												
23.06.2005							1,88	1,99					
29.06.2005		1,50				2,52							
30.06.2005	2,91	1,52		2,31	1,57								
03.07.2005	1,97		2,07					1,98					
11.07.2005	1,40	1,54											
12.07.2005			2,72	2,46									
19.07.2005	1,80							1,86					
21.07.2005						2,85							
31.07.2005		1,65		2,81									
30.08.2005										2,44		2,81	
05.09.2005											1,64		
15.09.2005										2,40	1,85		1,26
11.10.2005	2,50	1,57				1,38	2,10						
12.10.2005	1,04			3,45		2,60	2,10						
13.10.2005	1,82					1,96							

Die gestrichelte stellt die Neugruppierung dar

Tab. 3.8: Konzentration des Stresshormons Kortikosteron (ng/mg) in einer Doppelmessung im Blut der Erdmännchen von Gruppe 2

Datum	Blutprobe 1	Blutprobe 2
-------	-------------	-------------

12.10.2005

2,39/ 4,76

0,17/ -0,27

Einzelne Ereignisse schienen keinen Einfluß auf den Gukortikoidausstoß zu haben (Abb. 3.1). Das einschneidendste Ereignis während der Beobachtungszeit dieser hier vorliegenden Arbeit, die Neuzusammenstellung der Gruppen konnte bei allen Tieren mit Ausnahme von „Garfield“ und „Sekou“ nicht in einer erwarteten Erhöhung der Werte festgestellt werden.

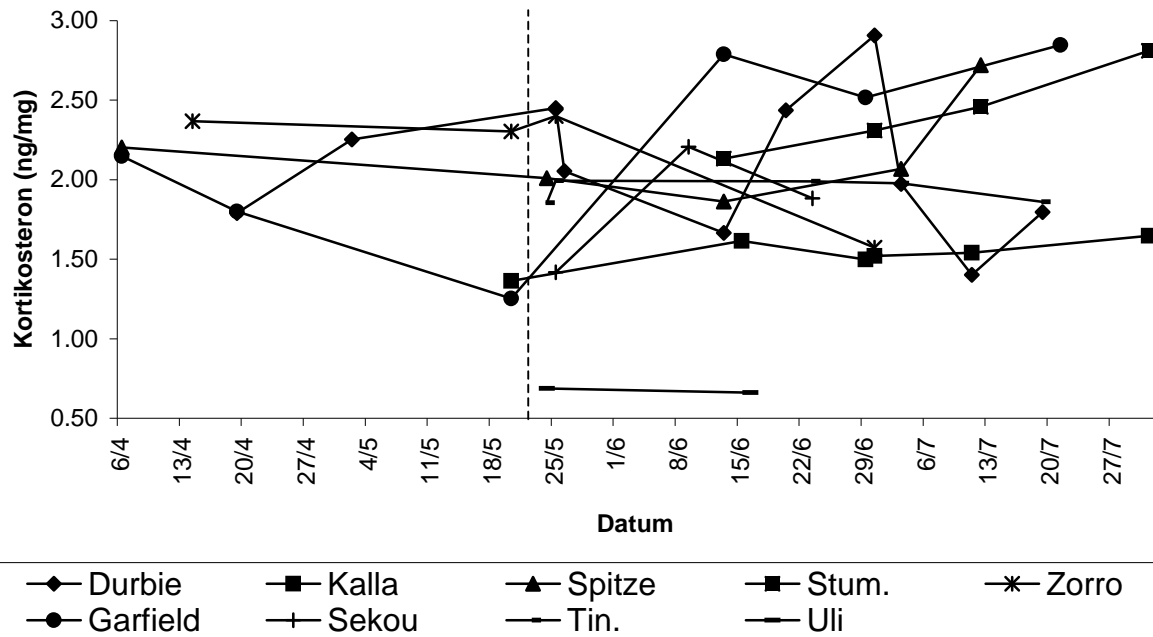


Abb. 3.1: Korrelation der Stresshormontiter mit der Neugruppierung der Gruppen (gestrichelte Linie)

Auch das Einbringen des Fremdkotes schien keinen einheitlichen Einfluss auf die Kortikosteronkonzentration zu haben. Bei „Durbie“ sank die Konzentration etwas, bei „Sekou“ blieb sie gleich und bei „Garfield“ stieg sie leicht an

Beim Vergleich der Stresshormontiter und der Ranghöhe ist nicht immer eine Korrelation der Stresshormontiter mit den Befallsintensitäten und dem Rang der Tiere erkennbar. In Gruppe 1 konnte eine nur bedingt ein Nachweis zur Korrelation der Stresshormontiter mit den Befallsintensitäten gelingen. Das Männchen „Uli“ zeigte von allen Tieren den niedrigsten Stresshormontiter, stand in der Ranghöhe aber unter dem Weibchen „Tinchen“ und über dem Männchen „Spitze“, welche beide höhere Titer besaßen. „Tinchen“ zeigte bei drei Proben einen niedrigeren Stresshormontiter als „Spitze“, in einem Fall den gleichen (Abb. 3.2). Während des Zeitraumes der Neugruppierung bis zur Geburt der Jungtiere war „Tinchen“ trächtig, was aber

nicht in erhöhten Werten wiederzufinden war. In Gruppe 2 waren beim ranghöchsten Tier „Kalla“, die niedrigsten Werte gemessen worden, wohingegen das hierarchisch in der Mitte stehende Tier „Zorro“ höhere Werte aufwies und das rangniederste Tier die höchsten. Bei allen Tieren gab es aber Ausnahmen, so zum Beispiel „Stummel“ und „Zorro“ am 13.06. 2005 bzw. am 25.05.2005 (Abb. 3.2). In Gruppe 3 zeigte das ranghohe Weibchen „Durbie“ sowohl sehr niedrige Stresshormontiter als auch hohe. Das in der Rangfolge mittlere Tier „Sekou“ zeigte mit einer Ausnahme (11.10.2005) geringere Titer als das rangniedrigste Tier „Garfield“. Die Hormontiter von „Garfield“ und „Durbie“ unterschieden sich nur geringfügig im Mittelwert, wobei der von „Garfield“ 17% höher lag.

Eine mögliche Korrelation der Stresshormontiter mit den Befallsintensitäten der Tiere:

Probe	Kortikost.	Befallsdichte	Probe	Kortikost.	Befallsdichte
Dur. 2.5	2,25	8,86	Skalp 15.9	1,26	0
Gar.19.4	1,8	15476,76	Dur.20.6	2,44	25,16
Addo 15.9	2,4	238,44	Spi. 3.7	2,07	6100,13
Masi 15.9	1,85	0	Gar. 29.6	2,52	5628,52
Masi 5.9	1,64	0	Zor. 20.5	2,3	171,51
Dur. 13.6	1,67	21,54	Tin. 23.6	1,88	43,81
Spi.13.6	1,86	1021,9	Kal. 15.6	1,62	146,3
Stu. 31.7	2,81	3180,57	Uli 24.5	1,86	409,57
Zor. 14.4	2,37	205,95	Gar. 12.10	2,6	1196,23
Spi. 12.7	2,72	6281,66	Gar. 11.10	1,38	676,51
Addo 30.8	2,44	226,74	Sek. 11.10	2,1	414,14
Gar. 21.7	2,85	9807,29	Gar. 13.10	1,96	1119,34
Sek. 23.6	1,88	271,98	Dur. 13.10	1,82	0
Tin. 25.5	1,99	42,33	Sek. 12.10	2,1	308,19
Dur. 26.5	2,05	0	Dur. 12.10	1,04	0
Stu. 12.7	2,46	736,47	Kal. 11.10	1,57	52,26
Dur.19.4	1,79	4,79	Dur. 11.10	2,5	56,38
Gar. 29.6	2,52	5628,52	Gar. 12.10	2,6	1196,23
Kal. 30.6	1,52	107,78	Stu. 12.10	3,45	427,73
Sek. 25.5	1,42	314,35	Dur. 11.10	2,5	56,38
Kal. 20.5	1,36	207,3	Dur. 30.6	2,91	253,37
Gar. 20.5	1,25	3038,06	Zor. 25.5	2,4	511,91
Tin. 3.7	1,98	96,92	Dur. 25.5	2,45	0
Spi. 24.5	2,01	3069,92	Dur. 11.7	1,4	600,24
Spi. 6.4	2,2	4552,86	Tin. 19.7	1,86	39,6
Gar. 6.4	2,14	14232,94	Zor. 30.6	1,57	284,83
Sek. 9.6	2,21	232,61	Kal. 31.7	1,65	49,57
Langa 30.8	2,81	0	Gar. 13.6	1,67	7790,89
Stu.30.6	2,31	1462,42	Dur. 19.7	1,8	73,36
Kontrolle 1	3,48	----	Tin. 24.5	1,86	6,68
Kontrolle 2	5,84	----	Zor. 14.4	2,37	205,95
Blut 1	2,39	----	Kal. 29.6	1,5	14,32
			Kal. 11.7	1,54	231,14

			Uli 16.6	0.7	1606,52
			Dur. 3.7	1,97	3,99
			Stu. 13.6	2,13	7840,07

Abb. 3.2: Korrelation der Stresshormontiter mit den Befallsdichten

### 3.3 Parasitenbefall verschiedener Zootiere

Bei 64 Kotproben verschiedener Säugetierarten aus verschiedenen Gattungen und Ordnungen waren die Befunde mit Ausnahme der Proben der Nasenbären und Springböcken negativ oder belegten einen sehr geringen Befall (Tab. 3.9 A, B). Jeweils nur ein oder zwei Helmintheneier konnten zunächst bei Bennetskängurus, Bonobos, Guanakos und westl. Flachlandgorillas (Tab. 3.10) nachgewiesen werden. Bei einer erneuten Untersuchung von weiteren Proben dieser Arten fanden sich keine Parasiten. Beim Befall der Springböcke und Nasenbären handelte es sich um Coccidien, welche zumindest bei den Springböcken nur in Diarrhoe-artigen Kotproben auftraten.

Im Kinder- und Pferdepark des Allwetterzoos Münster fand sich nur bei drei Przewalskipferden ein geringer Befall (Tab. 3.11). Es handelte sich bei den beiden Stuten „Melissa“ und „Magda“ sowie zwei Proben von „Mable“ um einen *Strongyloides sp.*-Befall. Die Untersuchung der Poitou-Riesenesel (Tab. 3.12) ergab einen geringen Befall beim solitär gehaltenen Männchen „Jaques“ mit Werten um fünf Eier pro Gramm Kot (EpG) und einen höheren Befall bei einer Kotprobe des Weibchens „Babette“ mit 81 EpG. Ausgehend von diesen Resultaten wurde eine Anthelminthika-Therapie durchgeführt, so dass weitere Analysen im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht mehr möglich waren.

Im Zoo Dortmund wurde eine Zusammenführung zwischen drei vorher getrennt gehaltenen Binturongs koprologisch überwacht, einem Männchen und einem Weibchen mit ihrem Jungtier. Elf Tage vor der Zusammenführung, die am 18.04.05 stattfand, und sieben Tage danach konnten bei elf Kotproben keine Parasiten nachgewiesen werden. Eine Untersuchung von 13 bzw. 46 Kotproben der im Dortmunder Zoo gehaltenen Fuchsmangusten und Roten Riesenkängurus ergab zu Beginn der Untersuchung einen Befall mit Coccidien bei den Fuchsmangusten (Tab. 3.13) bzw. Eiern unbestimmter Nematoden bei den Roten Riesenkängurus (Tab. 3.14). Dieser Befall verschwand nach einiger Zeit.

Tab. 3.9 A): Ergebnisse der Kot-Untersuchungen bei Nicht-Primaten

Tierart	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	Befallsintensität
Bennetskänguru 1	1	03.03.05	5,013	0
Bennetskänguru 2	2	03.03.05	5,163	1 H
Bennetskänguru 3	3	01.04.05	5,589	0
Bennetskänguru 4	4	02.04.05	3,288	0
Nasenbär Männchen	58	18.08.05	5,463	95 P
Nasenbär Weibchen 1	59	18.08.05	6,031	+++ P
Nasenbär Weibchen 2	60	18.08.05	7,231	+ P
Nasenbär Männchen	61	18.08.05	4,946	+++ P
Kiang 1	41	28.07.05	4,980	0
Kiang 2	48	08.08.05	6,027	0
Guanako Wu	26	24.07.05	5,720	0
Guanako Do 1	28	24.07.05	5,084	1 H
Guanako Do 2	32	24.07.05	6,247	0
Guanako Wup.	49	08.08.05	5,319	0
Halsbandpekari 1	33	28.07.05	5,037	0
Halsbandpekari 2	44	28.07.05	6,832	0
Halsbandpekari 3	50	08.08.05	7,429	0

P=Protozoenbefall; H=Helminthenbefall; unter Befallsintensität wird die Anzahl der gefundenen Parasiten pro Kotprobe aufgeführt. Bei nicht ausgezählten Kotproben wird die Befallsintensität durch + (leicht), ++ (mittel) und +++ (schwer) angegeben

Tab. 3.9 B): Ergebnisse der Kot-Untersuchungen bei Nicht-Primaten

Tierart	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	Befallsintensität
Rentier 1	9	11.04.05	4,885	0
Rentier 2	46	28.07.05	5,000	0
Rentier 3	47	28.07.05	5,687	0
Rentier 4	10	11.04.05	5,336	0
Vietnam Sikahirsch	64	22.08.05	1,644	0
Weißlippenhirsch 1	36	28.07.05	5,152	0
Weißlippenhirsch 2	42	28.07.05	6,087	0
Hirschziegenantilope 1	7	07.04.05	5,775	0
Hirschziegenantilope 2	11	22.04.05	5,785	0
Hirschziegenantilope 3	8	11.04.05	5,189	0
Springbock dickflüßig	62	18.08.05	5,387	+++ P
Springbock	55	15.08.05	6,008	335 P
Springbock Knicker	63	18.08.05	4,552	0
Sitantunga 1	31	24.07.05	5,698	0
Sitantunga 2	29	24.07.05	7,899	0
Sitantunga 3	30	24.07.05	8,425	0
Bongo "Manala"	14	10.05.05	2,985	0
Bongo Juv. 8.1	17	10.05.05	5,011	0
Bongo "Manala"	51	14.08.05	7,058	0
Bongo "Arusha"	52	14.08.05	5,462	0
Bongo Juv. 16.2	53	14.08.05	5,493	0
Bongo Juv. 8.1	54	14.08.05	7,045	0
Bongo " Vincent"	13	10.05.05	4,744	0



Bongo Juv. 16.2	16	10.05.05	3,874	0
Bongo "Arusha"	15	10.05.05	4,649	0
Himalya-Thar 1	25	24.07.05	4,883	0
Himalya-Thar 2	27	24.07.05	5,149	0

Bei Befallsintensität wird die Anzahl der gefundenen Protozoen pro Kotprobe aufgeführt.

Tab. 3.10: Ergebnisse der Kot-Untersuchungen im Zeitverlauf bei Primaten

Tierart	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	Befallsintensität
Schw. Klammeraffe 1	37	28.07.05	6,548	0
Schw. Klammeraffe 2	38	28.07.05	5,344	0
Schw. Klammeraffe 3	45	28.07.05	4,991	0
Schw. Klammeraffe 4	24	22.07.05	5,699	0
Goldbauchmang. 1	22	21.07.05	3,069	0
Goldbauchmang. 2	23	21.07.05	5,258	0
Drill	40	28.07.05	4,608	0
Guereza	56	17.08.05	6,432	0
Brillenlangur	43	28.07.05	6,700	0
Orang Utan Wu 2	19	25.07.05	5,475	0
Orang Utan Wu 2	18	20.06.05	5,172	0
Gorilla Wupp. 1	39	08.08.05	6,646	1
Gorilla Wupp. 2	35	28.07.05	4,128	0
Gorilla Wupp. 3	12	10.05.05	4,855	0
Gorilla Wupp. 4	34	28.07.05	5,537	0
Schimpanse	57	17.08.05	6,732	0
Bonobo 1	21	25.07.05	3,546	0
Bonobo 2	5	01.04.05	5,338	0
Bonobo 3	6	01.04.05	5,243	2
Bonobo 4	20	25.07.05	4,752	0

Die Befallsdichte stellt die Anzahl der gefundenen Helminthen pro Kotprobe dar.

Tab. 3.11: Ergebnisse des koprologische Untersuchungen der Przewalskipferde im Allwetterzoo Münster

Name	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	P/G*
Melissa	1	15.08.05	5,750	11,59
Melissa	5	16.08.05	6,040	0,00
Melissa	16	17.08.05	5,163	12,91
Melissa	23	17.08.05	5,163	12,91
Melissa	31	22.08.05	5,790	74,83
Melissa	36	24.08.05	5,536	54,19
Magda	2	16.08.05	5,688	0,00
Magda	27	17.08.05	6,048	0,00
Magda	28	18.08.05	5,243	12,71
Magda	35	22.08.05	4,910	0,00
Mable	3	16.08.05	5,611	0,00
Mable	17	17.08.05	5,338	0,00
Mable	24	17.08.05	5,338	0,00
Mable	25	17.08.05	6,954	47,93
Mable	30	22.08.05	5,235	6,37
Deister	6	16.08.05	4,690	0,00
Deister	29	18.08.05	7,244	0,00

\*Anzahl Parasiten/Gramm Frischgewicht

Tab. 3.12. Ergebnisse des koprologische Untersuchungen der Poituo-Riesenesel im Allwetterzoo Münster im Zeitverlauf.

Name	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	P/G*
Roxel	18	17.08.05	5,172	0,00
Roxel	34	22.08.05	2,247	0,00
Pamina	12	16.08.05	5,566	0,00
Pamina	21	17.08.05	5,529	0,00
Pamina	33	22.08.05	5,075	0,00
Jaques	7	16.08.05	5,522	0,00
Jaques	19	17.08.05	5,219	6,39
Jaques	26	17.08.05	5,728	5,82
Janette	15	16.08.05	5,435	0,00
Fridolin	11	16.08.05	5,074	0,00
Fridolin	20	17.08.05	5,904	0,00
Babette	14	16.08.05	5,283	0,00
Babette	22	17.08.05	5,158	0,00
Babette	32	22.08.05	5,342	81,11

\*Anzahl Parasiten/Gramm Frischgewicht

Tab. 3.13: Ergebnisse der Kot-Untersuchungen der Fuchsmangusten im Dortmunder Zoo

Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	P/G*
1	04.04.05	5,666	0
2	04.04.05	8,262	0
3	07.04.05	5,245	20,0
4	07.04.05	6,650	50,8
5	11.04.05	2,782	10,8
6	11.04.05	3,499	0
7	13.04.05	5,891	5,0
8	13.04.05	7,209	0
9	16.04.05	3,896	0
10	10.04.05	5,556	0
11	18.04.05	2,887	0
12	03.05.05	4,624	0
13	03.05.05	5,001	0

\*Anzahl Parasiten/Gramm Frischgewicht

Tab. 3.14: Ergebnisse der Kot-Untersuchungen der Roten Riesenkängurus im Dortmunder Zoo

Name	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	P/G*
Xena	2	29.06.05	5,689	152,33
Xena	11	04.07.05	4,987	80,20
Xena	19	10.07.05	5,000	0
Xena	28	17.07.05	5,521	0
Xena	37	20.07.05	5,796	0
Vrodo	9	29.06.05	4,568	36,48
Vrodo	18	04.07.05	5,111	32,61
Vrodo	26	10.07.05	4,555	80,48
Vrodo	46	20.07.05	5,100	0
Verona	5	29.06.05	4,158	0
Verona	14	04.07.05	5,147	349,66
Verona	23	10.07.05	4,888	6,82
Verona	32	17.07.05	4,265	0
Verona	42	20.07.05	5,112	0
Pucky	8	29.06.05	4,869	54,76
Pucky	35	17.07.05	5,785	17,28
Pucky	44	20.07.05	4,098	0
Nick	21	10.07.05	5,361	18,65
Nick	30	17.07.05	4,526	7,37
Nick	39	20.07.05	4,866	0
Matilda	4	29.06.05	5,789	259,09
Matilda	40	20.07.05	5,666	29,42
Käthe	6	29.06.05	7,521	53,18
Käthe	15	04.07.05	5,489	12,14
Käthe	24	10.07.05	5,362	24,86
Käthe	33	17.07.05	4,852	68,69
Käthe	43	20.07.05	5,586	0
Jule	13	04.07.05	4,698	0
Jule	22	10.07.05	5,636	0
Jule	31	17.07.05	4,895	0
Jule	41	20.07.05	5,223	0
Gertrud	1	29.06.05	4,588	65,38
Gertrud	10	04.07.05	5,123	156,15
Gertrud	27	17.07.05	5,994	0
Edwina	17	04.07.05	5,452	122,27
Edwina	25	10.07.05	5,321	43,85
Edwina	36	17.07.05	5,312	0
Edwina	45	20.07.05	4,123	0
Dietmar	3	29.06.05	5,324	6,26
Dietmar	12	04.07.05	4,256	0
Dietmar	20	10.07.05	5,800	34,48
Dietmar	29	17.07.05	5,365	0
Dietmar	38	20.07.05	4,832	6,90
Dagobert	7	29.06.05	2,899	0
Dagobert	16	04.07.05	5,198	0
Dagobert	34	17.07.05	5,361	0

### 3.4 Parasitenbefall der Erdmännchen

Bei den Erdmännchen der drei Zoos (11 Männchen, 6 Weibchen) konnten bei 509 von 559 Parasiten nachgewiesen werden (Tab. 3.14, Tab.3.17, Abb. 3.14). Auf

Grund morphologischer Kriterien (s. Kap. 2.6) wurden die Parasiten als *Isospora* sp. (Abb. 3.2, 3.3) und *Strongyloides* sp. identifiziert.



Abb. 3.2 : *Isospora*-Oocysten bei einer 400x Vergrößerung

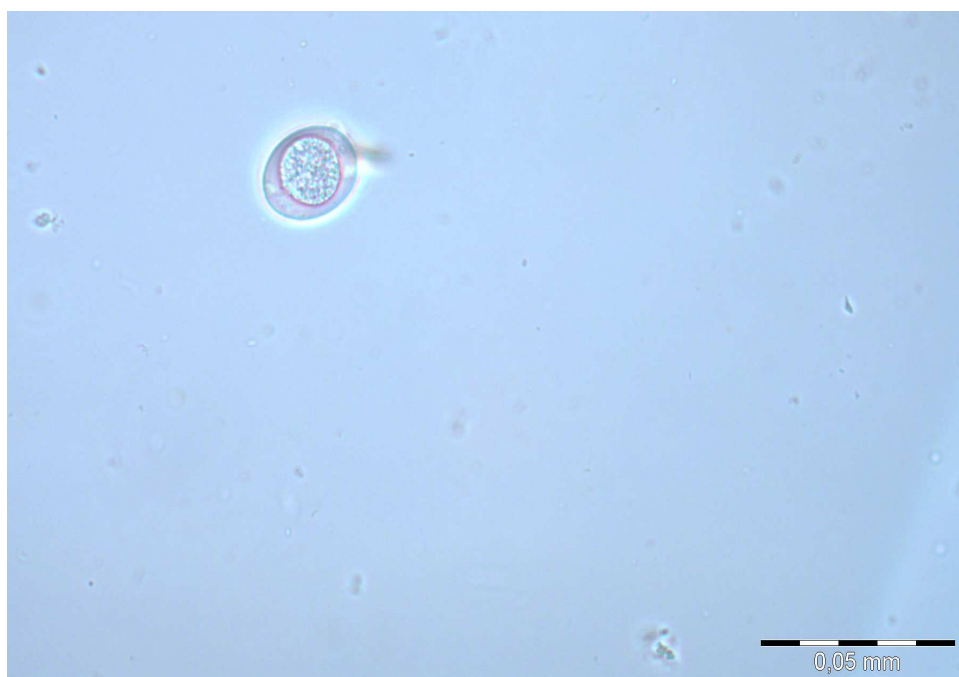


Abb. 3.3: Oocyste mit undifferentierten Sporoblasten

Beim Vergleich der Nachweismethoden (s. Kap 2.6.3) war die  $ZnCl_2$ -Flotation wirksamer als die S.A.F.-Methode, bei der meistens 70-80% weniger Parasiten nachgewiesen werden konnten (Tab. 3.15).

Tab. 3.15: Vergleich zwischen ZnCl<sub>2</sub> und NaCl-Flotation beim Erdmännchen-Kot

Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	Befallsdichte	C/G*	Method e
V1	02.05	1,9811	138	1160,96	ZnCl <sub>2</sub>
V1	02.05	1,9811	45	378,57	NaCl
V2	02.05	0,91235	15	274,02	ZnCl <sub>2</sub>
V2	02.05	0,91235	3	54,80	NaCl
V3	02.05	0,9772	56	955,11	ZnCl <sub>2</sub>
V3	02.05	0,9772	11	187,61	NaCl
V4	02.05	1,1778	6	84,90	ZnCl <sub>2</sub>
V4	02.05	1,1778	4	56,60	NaCl

\*Anzahl der Isospora-Oocysten/ Gramm Kot

Eine höhere Zentrifugalkraft führte ebenfalls zu einer „besseren“ Ausbeute an gefundenen Parasiten. Bei einer 2,1G schweren Probe fanden sich nach Zentrifugation bei 370, 670 und 1250g 41, 65 und 112 Parasiten.

Um das Gehege als mögliche Infektionsquelle nachweisen zu können, erfolgten sowohl Boden als auch Einstreuanalysen. Bei den Boden bzw. Einstreuproben fand sich im Boden ein *Strongyloides*-Ei aber keine Oocysten von *Isospora sp.*.

Bei der Wägung einer Erdmännchen-Kotprobe, die unter den klimatischen Bedingungen der Gehege aufbewahrt worden war, trat innerhalb von 2h ein Gewichtsverlust von 6,6% auf (Abb. 3.4). Da Kotproben der Erdmännchen maximal fünf Minuten nach der Defäkation eingesammelt wurden, kann der Gewichtsverlust von 0,55% innerhalb von 10 Minuten nicht zu einer „Aufkonzentrierung“ der Parasiten geführt haben.

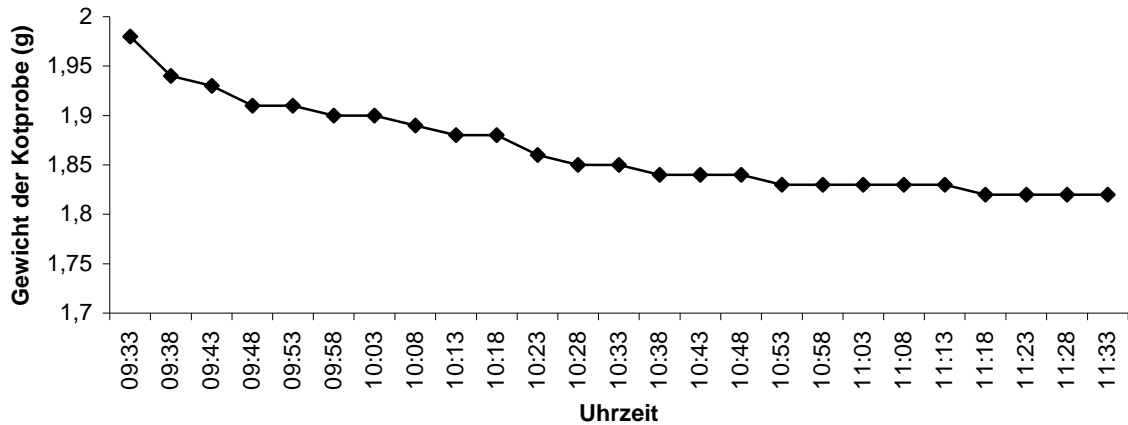


Abb. 3.4: Gewichtsverlust einer Kotprobe innerhalb von zwei Stunden nach Defäkation

### 3.4.1 Parasitenbefall der Erdmännchen im Wuppertaler Zoo

Die Befallsintensität variierte einerseits zwischen den verschiedenen Tieren, andererseits im zeitlichen Verlauf (Tab. 3.16., Abb. 3.5, 3.6). Mit 32600 Oocysten/G Kot trat der höchste Wert bei „Garfield“ auf, gefolgt von „Mickerling“ (29090), „Spitze“ (11000), „Stummel“ (7800), „Uli“ (1820), „Zorro“ (1800), „Sekou“ (1020), „Durbie“ (600), „Kalla“ (490) und „Tinchen“ (120). Eine ähnliche Reihung ergab sich bei der Berücksichtigung der mittleren Befallsdichte (Abb. 3.6), mit 9 Oocysten/G Kot bei „Tinchen“, 20 bei „Durbie“, 26 bei „Sekou“, 150 bei „Kalla“, 686 bei „Zorro“, 842 bei „Stummel“, 1522 bei „Uli“, 7352 bei „Spitze“, 14017 bei „Garfield“ und 22440 bei „Mickerling“ variierte.

Beim statistischen Vergleich der Varianzen der mittleren Befallsintensitäten der Tiere der großen Gruppe über den t-Test trat bis auf zwei Ausnahmen ein signifikanter Unterschied im Befall mit *Isospora* sp. auf: (P mindestens <0,01). Nur Befallsintensitäten von „Spitze“ und „Garfield“ sowie „Zorro“ und „Stummel“ wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

Die Befallsintensität variierte im zeitlichen Verlauf (Abb. 3.7. - Abb. 3.15). Die Befallsintensität von „Sekou“ zeigte z.B. um den 26.04.05 und einen Tag vor der Neugruppierung deutlich erhöhte Befallsintensitäten. „Garfields“ Befallsintensität fiel vom einem sehr hohen Grundlevel mit zwei deutlichen Peaks am 15.03.05 und 14.04.05 ab Ende April wieder ab, so dass vor der Neugruppierung eine Befallsintensität von ca. 3000 C/G vorlag. Deutliche Peaks, welche sich vom Grundbefall deutlich unterschieden, traten auch bei „Kalla“ in der letzten Märzwoche auf, bei „Spitze“ am 13.05.05, bei „Durbie“ am 22.04.05, bei „Zorro“ in der letzten Märzwoche und bei

„Sekou“ am 11.05.05. Eine gleichmäßig niedrige Parasitierung wiesen die Tiere „Stummel“, „Uli“, „Tinchen“ auf.

Die Befallsintensität korrelierte negativ mit der Ranghöhe: Das mit „Uli“ zusammen gehaltene Weibchen „Tinchen“ zeigte von allen Wuppertaler Tieren den geringsten Befall, gefolgt von „Durbie“ dem ranghohen Weibchen der großen Gruppe, dem einzel gehaltenen „Sekou“ und dem ranghohen Männchen „Kalla“ (Abb. 3.10). Alle diese Tiere hatten einen mittleren Befall von  $<100$  C/G und wiesen an einzelnen Tagen gar keinen Befall auf. Danach folgten aus der großen Gruppe „Zorro“ und „Stummel“ sowie aus der Pärchenhaltung „Uli“ mit mittleren Befallsintensitäten von bis zu 3500 CpG. Die höchsten Befallsintensitäten wiesen in der großen Gruppe die rangniederen Tiere „Mickerling“, „Garfield“ und „Spitze“ auf mit CpG-Werten von bis zu  $<22500$ .

Nach der Neuzusammenstellung der Gruppen am 24.05.05 änderte sich der Befall (Abb. 3.7 - Abb. 3.9). In Gruppe 1 stieg der durchschnittliche Befall des Weibchens „Tinchen“ von 10 auf 30, hingegen fielen bei den beiden Männchen „Spitze“ und „Uli“ die Mittelwerte von 7350 auf 4920 bzw. von 1523 auf 580 (Abb. 3.16). In der Männergruppe 2 (Abb. 3.10 - Abb. 3.12) fand sich beim ranghohen Männchen „Kalla“ eine starke Senkung des Mittelwertes von 150 auf 60, und beim  $\beta$ -Männchen „Zorro“ eine moderate Senkung von 690 auf 460 und beim  $\gamma$ -Männchen Stummel eine Erhöhung von 840 auf 3460. Innerhalb der neu entstandenen Gruppe 3 (Abb. 3.13 - Abb. 3.15) verzeichnete das vorher solitär lebende Männchen „Sekou“ (Abb. 3.14) eine Verzehnfachung der mittleren Parasitendichte von 26 auf 260. Der Mittelwert der weiterhin dominanten „Durbie“ vervierfachte sich von 20 auf 100, während der O/G-Befall des vorher rangniedrigsten Weibchens „Garfield“ von 14020 auf 2940 fiel (Abb. 3.13, 3.15) wiesen die jeweils ranghöchsten Tiere die niedrigsten Befallsintensitäten auf, die zweithöchsten Tiere eine mittlere Befallsintensität und die rangniedersten Tiere den höchsten Befall (Abb. 3.16).

Neben dieser individuellen Variation trat auch nach der Neugruppierung eine zeitliche Variation auf (Abb. 3.7 - Abb. 3.15). „Uli“ zeigte z.B. vom 13.-16.06.05 deutliche erhöhte Befallsintensitäten. Bei „Garfield“ fielen die Werte weiter ab, allerdings mit einem Peak am 21.07.05. Starke Anstiege, welche sich vom Befall unterschieden, fanden sich auch bei „Kalla“ am 11.07.05, bei „Spitze“ am 16.06.05, bei „Durbie“ am 11.07.05, bei „Sekou“ direkt nach der Neugruppierung sowie am 21.07.05 bei „Uli“

vom 13.-16.06.05 und bei „Stummel“ am 31.07.05. Bei „Zorro“ und „Tinchen“ verlief die Parasitierung ohne kurzzeitige Anstiege.

Beim statistischen Vergleich der Mittelwerte der Befallsintensitäten unterschieden sich alle Tiere der jeweiligen Gruppe signifikant in ihrem Befall (P mindestens <0,01).

Tab. 3.16: Anzahl der Parasiten pro Gramm Kot an den einzelnen Untersuchungstagen beim jeweiligen Erdmännchen\* im Wuppertaler Zoo.

	<i>Durbie</i>	<i>Zorro</i>	<i>Stummel</i>	<i>Spitze</i>	<i>Kalla</i>	<i>Garfield</i>	<i>Mickerling</i>	<i>Sekou</i>	<i>Uli</i>	<i>Tinchen</i>
<b>03.02.05</b>	#		808,0				29085,7			
<b>10.02.05</b>	41,2						15796,8			
<b>12.02.05</b>		1093,5			83,6					
<b>02.03.05</b>	33,9	572,1		10894,6	109,6		3.3 verst.	0,0		
<b>10.03.05</b>					349,6	7985,0				
<b>15.03.05</b>	0,0	630,0	240,3	10380,0	182,9	27459,1		28,6		
<b>17.03.05</b>	21,8	649,0	1136,5	11030,5	313,1	12652,3		0,0		
<b>20.03.05</b>		1307,8	691,0							
<b>28.03.05</b>		1810,7	1406,4		487,8			0,0		
<b>06.04.05</b>	53,6	1412,2	149,9	4552,9	294,6	14232,9				
<b>12.04.05</b>	47,7	310,9		4682,7	66,4	9681,4		20,0		
<b>14.04.05</b>	0,0	206,0	336,9	4417,9	134,5	32605,1				
<b>18.04.05</b>	0,0	283,1	425,9		48,8					
<b>19.04.05</b>	4,8	401,4	992,0	3289,4	181,7	15476,8				
<b>22.04.05</b>	118,8		1316,4							
<b>25.04.05</b>		952,1						22,1		
<b>29.04.05</b>	3,2				146,9			0,0	1228,3	40,6
<b>02.05.05</b>	8,9				28,6	3029,9		0,0	1816,6	2,5
<b>04.05.05</b>	0,0	172,6	321,2		20,2			79,4		0,0
<b>11.05.05</b>								118,9		
<b>13.05.05</b>				9575,1				0,0		0,0
<b>17.05.05</b>					13,6			38,2		0,0
<b>19.05.05</b>	0,0	212,5	1662,9		0,0					
<b>20.05.05</b>	8,8	171,5	1460,3		207,3	3038,1				
<b>24.05.05</b>	0,0			3069,9	0,0			0,0	409,6	6,7
<b>25.05.05</b>	0,0	511,9	2434,1		18,3	1060,8		314,3	256,8	42,3
<b>26.05.05</b>	0,0					408,0				
<b>31.05.05</b>	28,0	354,6		5412,2	7,8	597,4		117,1	445,6	117,6
<b>08.06.05</b>	62,5	836,9	6827,4	4905,3	100,0	5536,2		399,6	308,6	
<b>09.06.05</b>	25,6	270,2		2269,0	0,0			232,6		57,5
<b>13.06.05</b>	21,5		7840,1	1021,9	0,0	7790,9			1238,2	59,5
<b>15.06.05</b>	16,5	759,3			146,3	790,0		117,2		4,9
<b>16.06.05</b>	0,0	482,2		8119,0	0,0	708,0		190,1	1606,5	0,0



20.06.05	25,2	472,7	3804,1	3300,9	21,1	1684,2		196,4	241,0	0,0
23.06.05	25,9	641,2	2078,0	6720,5	13,3	487,5		272,0		43,8
29.06.05	86,5		1638,3	6031,7	14,3	5628,5			360,4	
30.06.05	253,4	284,8	1462,4	7292,6	107,8			64,5	636,1	0,0
03.07.05	4,0	11,2	1705,9	6100,1	13,0	846,3				96,9
07.07.05	8,9	4.7 verst.	796,0		110,9	1779,3			365,3	7,5
11.07.05	600,2		1117,1	4488,1	231,1			203,3		
12.07.05	458,1		736,5	6281,7	11,6	1742,5		189,4	548,7	
19.07.05	73,4				0,0	1871,6		156,9		39,6
21.07.05	406,6		408,4	3799,4	0,0	9807,3		1023,2	164,1	
27.07.05	68,9				151,2	5366,0		670,3		
28.07.05	11,3				72,5			377,3		
31.07.05	74,0		3180,6		49,6			217,8		
02.08.05	70,8			4958,9		1384,8				
04.08.05	113,8							0,0		

\*Namen der Weibchen werden durch Kursivdruck angezeigt #Wenn Angaben fehlen, konnte an diesem Tag keine Probe gewonnen werden. konnte. Die getrichelte Linie stellt die Neugruppierung dar.

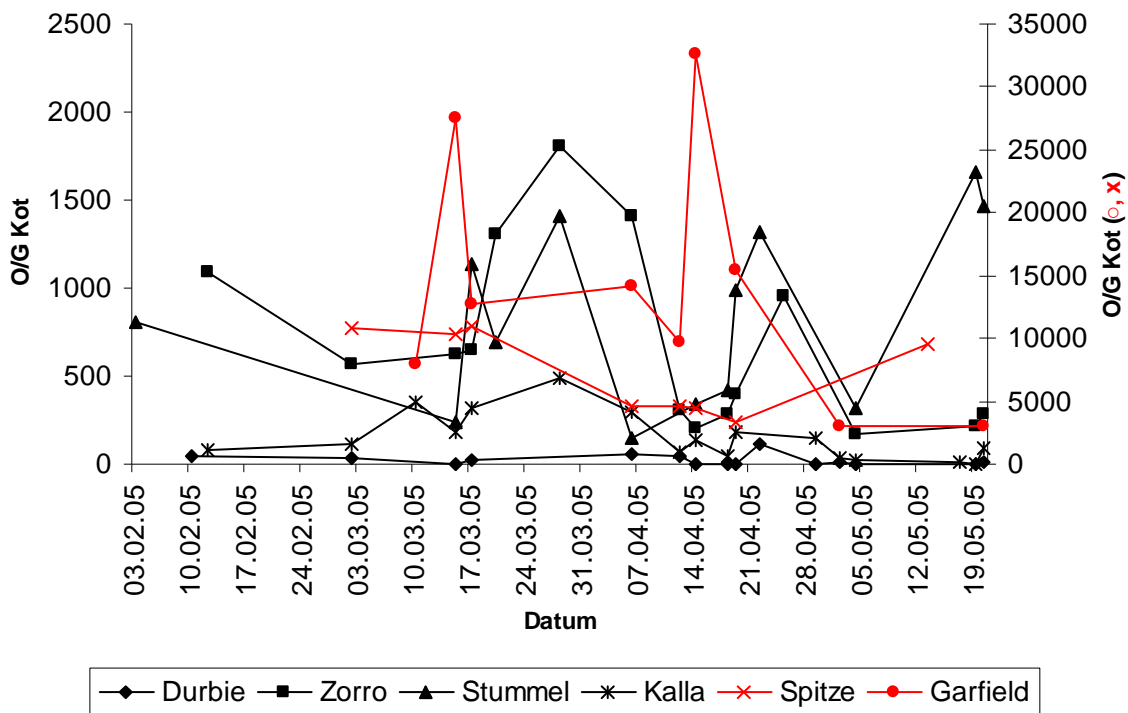


Abb. 3.5: Anzahl der *Isospora*-Oocysten (O/G) bei den einzelnen Erdmännchen der großen Gruppe zu verschiedenen Zeiten nach Versuchsbeginn bis zur Neugruppierung.

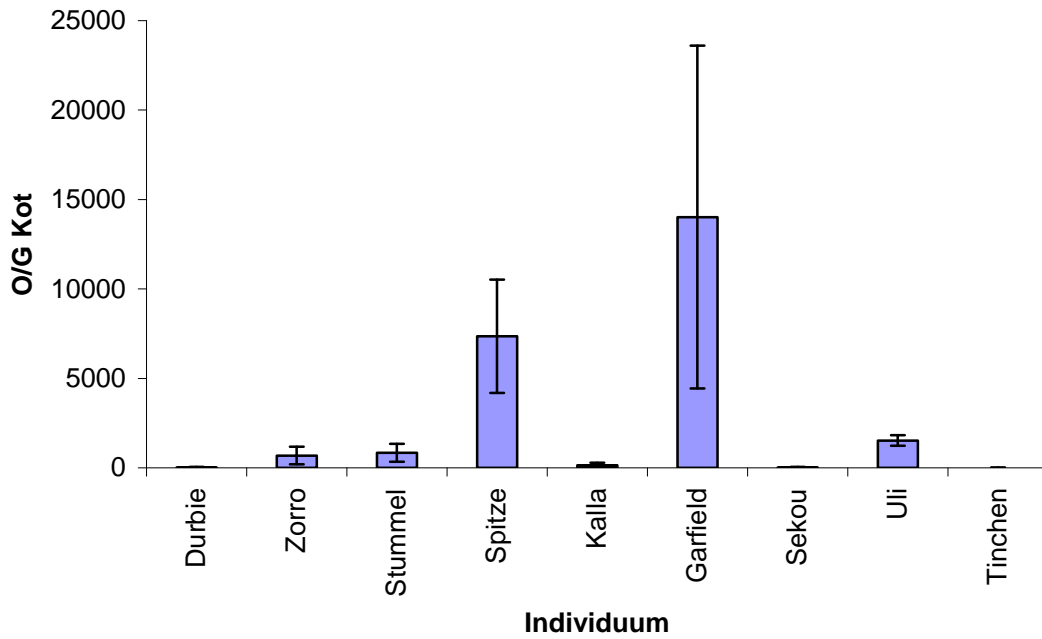
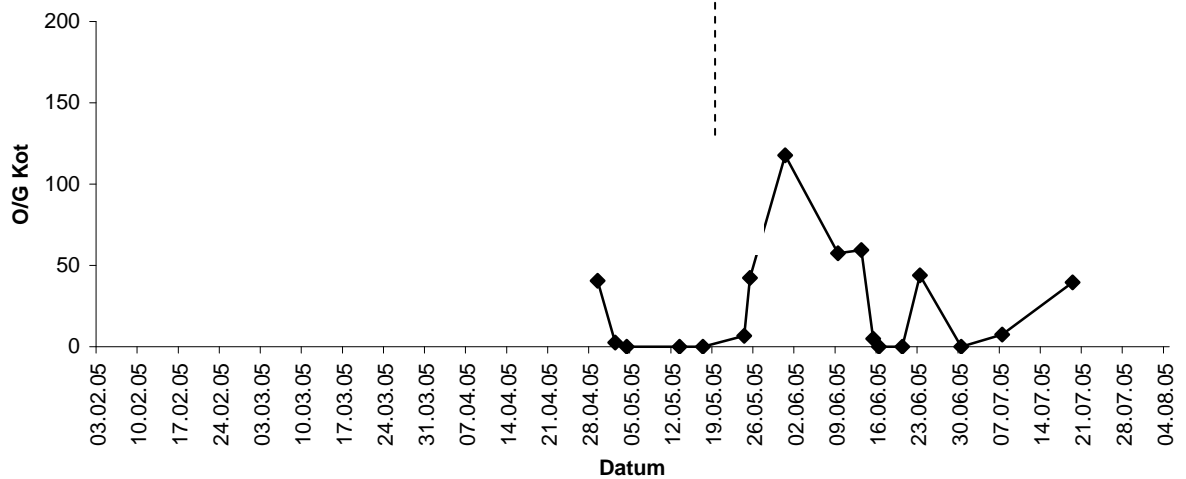


Abb. 3.6: Durchschnittliche Befallsintensität mit *Isospora sp.* bei den einzelnen Erdmännchen des Zoos Wuppertal bis zur Neugruppierung am 24.05.2005. Das früh verstorbene Männchen „Mickerling“ wird wegen der geringen Probenanzahl nicht aufgeführt.



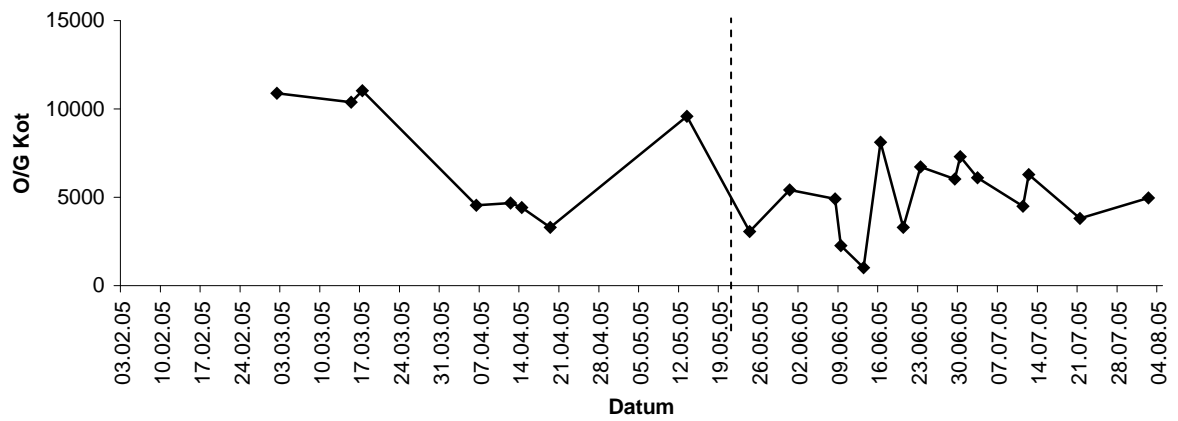
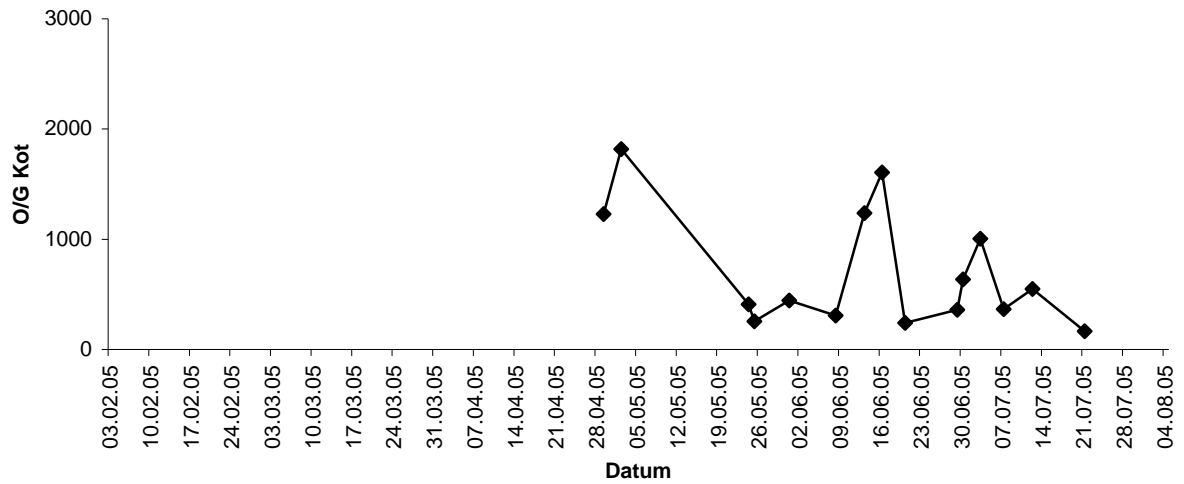


Abb. 3.7- 3.9: Anzahl der Isospora-Oocysten beim Weibchen „Tinchen“ und den Männchen „Uli“ und „Spitze“ über den gesamten Beobachtungszeitraum. Die gestrichelte Linie markiert die Zusammenstellung der drei Gruppen.



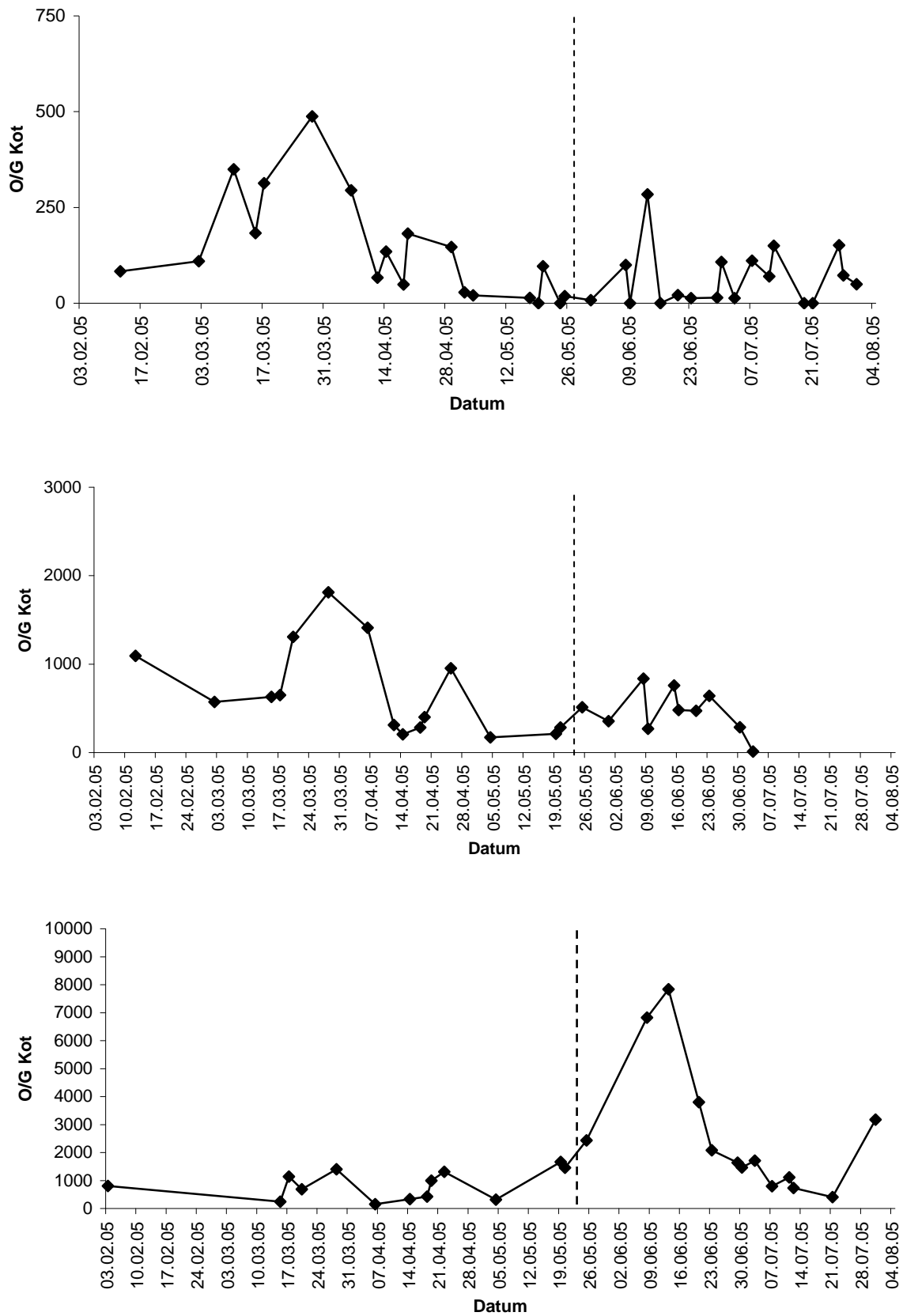


Abb. 3.10-12: Anzahl der Isospora-Oocysten bei den Männchen „Kalla“, „Zorro“ und „Stummel“ über den gesamten Beobachtungszeitraum. Die gestrichelte Linie markiert die Zusammenstellung der drei Gruppen.

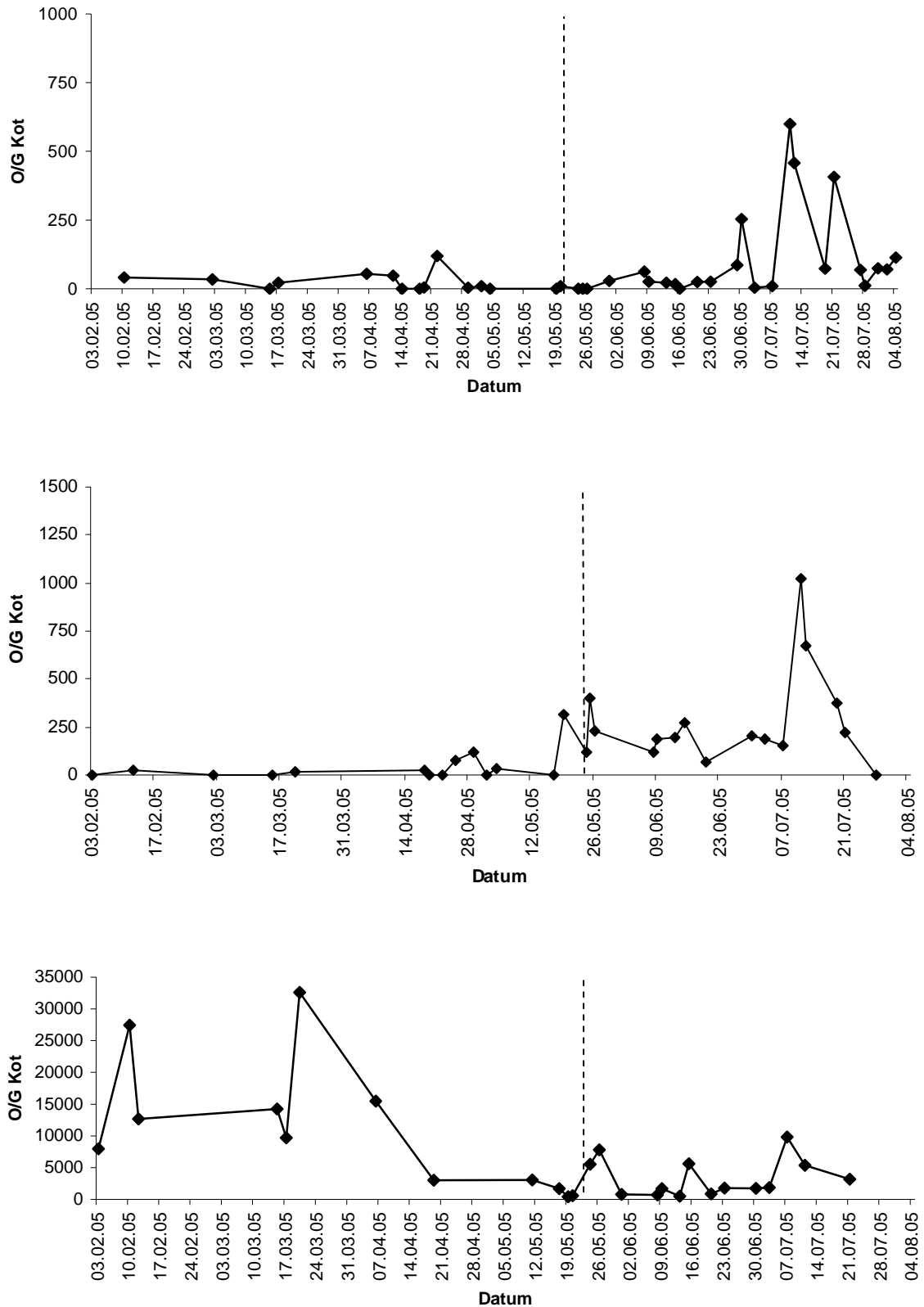


Abb. 3.13-15: Anzahl der *Isospora*-Oocysten beim Weibchen „Durbie“, Männchen „Sekou“ und Weibchen „Garfield“ über den gesamten Beobachtungszeitraum. Die gestrichelte Linie markiert die Zusammenstellung der drei Gruppen.

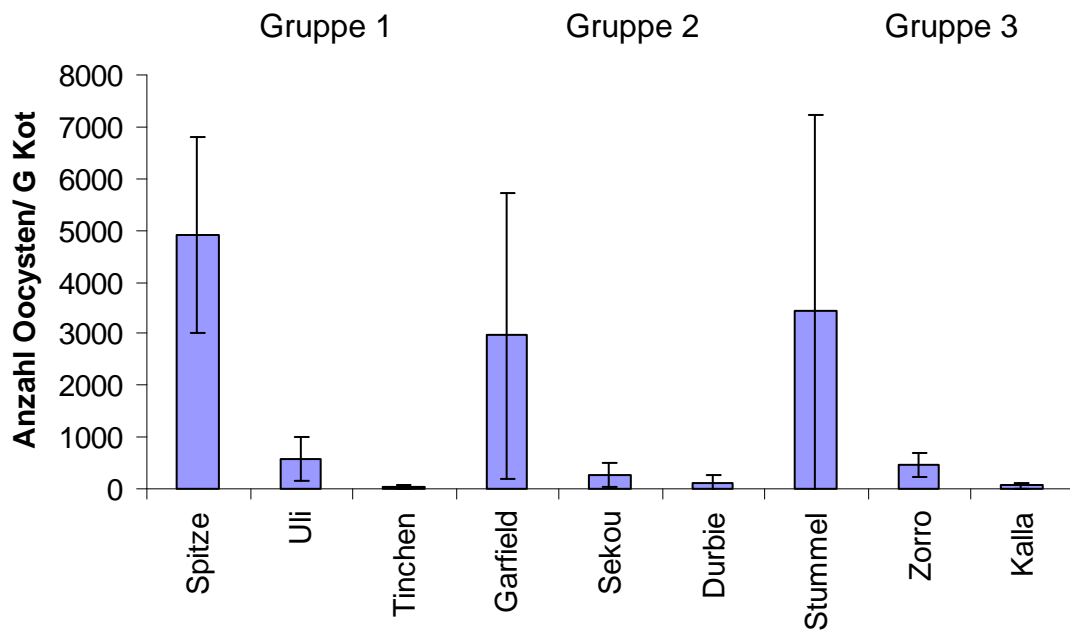


Abb. 3.16: Durchschnittliche Befallsintensität mit *Isospora sp.* bei den einzelnen Erdmännchen innerhalb der drei neu entstandenen Gruppen im Zoo Wuppertal

In dreizehn Kotproben der Erdmännchen konnte neben *Isospora sp.* ein Befall mit *Strongyloides sp.* nachgewiesen werden (Tab. 3.17). Vier der dreizehn Proben stammten vom Männchen „Sekou“. Im Vergleich zu den Befallswerten mit *Isospora sp.* lagen die Befallsintensitäten aber deutlich darunter. Im Höchstfall wurden 21 Eier von *Strongyloides sp.* in der McMaster-Kammer gezählt, d.h. 182 Eier/ Gramm Kot.

Tab. 3.17: Anzahl der Eier von *Strongyloides sp.* pro Gramm Kot an den jeweiligen Untersuchungstagen bei einzelnen Erdmännchen im Wuppertaler Zoo.

Name	Probennummer	Datum	Frischgewicht [G]	P/G*
Zorro	42	02. 03. 05	1,8410	108,6
Sekou	103	04. 05. 05	6,2959	79,4
Kalla	135	20. 05. 05	4,8730	20,5
Zorro	237	09. 06. 05	3,2317	10,3
Durbie	245	09. 06. 05	4,0875	8,1
Sekou	265	15. 06. 05	3,8405	182,2
Sekou	284	16. 06. 05	5,7020	17,5
Garfield	320	29. 06. 05	4,8503	27,4
Durbie	322	29. 06. 05	3,0449	21,8
Kalla	324	29. 06. 05	4,7183	7,0
Durbie	326	29. 06. 05	2,2284	29,9
Stummel	327	29. 06. 05	3,5606	18,7
Sekou	367	11. 07. 05	4,4268	7,5

\*P/G bedeutet Parasiten pro Gramm Kot

### 3.4.2. Parasitenbefall der Erdmännchen im Wuppertaler Zoo bei Stressphasen

Der kurzzeitige Stress durch das Einbringen von Parasiten-freiem Fremdkot veränderte kaum den *Isoospora*-Befall der Tiere der Gruppe 3 (Tab. 3.18). Der Mittelwert von „Durbie“ fiel von 140 auf 100 von „Garfield“ von 2940 auf 1240. Nur der mittlere Befall des Männchens „Sekou“ stieg von 260 auf 300 Oocysten pro Gramm Kot.

Tab. 3.18: Anzahl der *Isoospora*-Oocysten in den jeweiligen Tieren der Gruppe 3 im Wuppertaler Zoo 16 Tage vor, während und 2 Tage nach Einbringen von Fremdkot am 11.10.2005

Datum	Dur.	Sek.	Gar.
27. 09. 05	15,3	101,9	745,1
29. 09. 05	0	125,3	309,1
04. 10. 05	207,1	579,8	3405,4
11. 10. 05	56,3	414,1	676,5
12. 10. 05	0	308,1	1196,2
13. 10. 05	0	-----	1119,3

Bei den anderen beiden Gruppen, die keinen Fremdkot erhalten hatten, aber durch das Verhalten der Gruppe 3 zur Abgabe von Warnlauten induziert worden waren. Außerdem waren am 10.08.05 in Gruppe 1 die Geburten erfolgt (Tab. 3.19). Die Mittelwerte von „Tinchen“ und „Uli“ fielen auf 7 bzw. 140 ab. Der P/G-Mittelwert von „Spitze“ dagegen verdreifachte sich auf 16380. Der absolut höchste Wert aller untersuchter Erdmännchenproben im Rahmen der vorliegenden Arbeit trat am 04.10.05 mit 35660 O/G beim Männchen „Spitze“ auf. Der Mittelwert von „Kalla“ hatte sich wiederum auf 25 halbiert während der P/G-Mittelwert von Stummel um den Faktor acht niedriger war, als in der vorher gehenden Phase.

Tab. 3.19: Anzahl der *Isoospora*-Oocysten in den jeweiligen Tieren der Gruppe 1 bzw. 2 im Wuppertaler Zoo nach den durch Gruppe 3 induzierten Störungen bzw. nach den Geburten am 10.08.05 in Gruppe 1

Datum	Gruppe 1					Gruppe 2	
	Uli	Tin.	Spi.	Juv1	Juv2	Kalla	Stummel
27. 09. 05	#		9467,8				
29. 09. 05	140,1	0	4008,7				
04. 10. 05		15,5	35659	0	1129,4	0	
11. 10. 05						52,2	
12.10. 05							427,7

#Leere Zellen bedeuten, dass an diesem Tag keine Probe gewonnen werden konnte

### 3.4.3 Parasitenbefall der Erdmännchen im Dortmunder Zoo

Die Befallsmittelwerte der Dortmunder Erdmännchen wiesen am Anfang höhere Werte auf als zum Schluss. Die Befallsintensität des Männchens „Harry“ lag immer über der des Weibchens (Abb. 3.17). Die beiden untersuchten Dortmunder Erdmännchen wiesen dabei einen signifikanten Unterschied bezüglich ihres *Isospora sp.* Befalls auf ( $p < 0,01$ ).

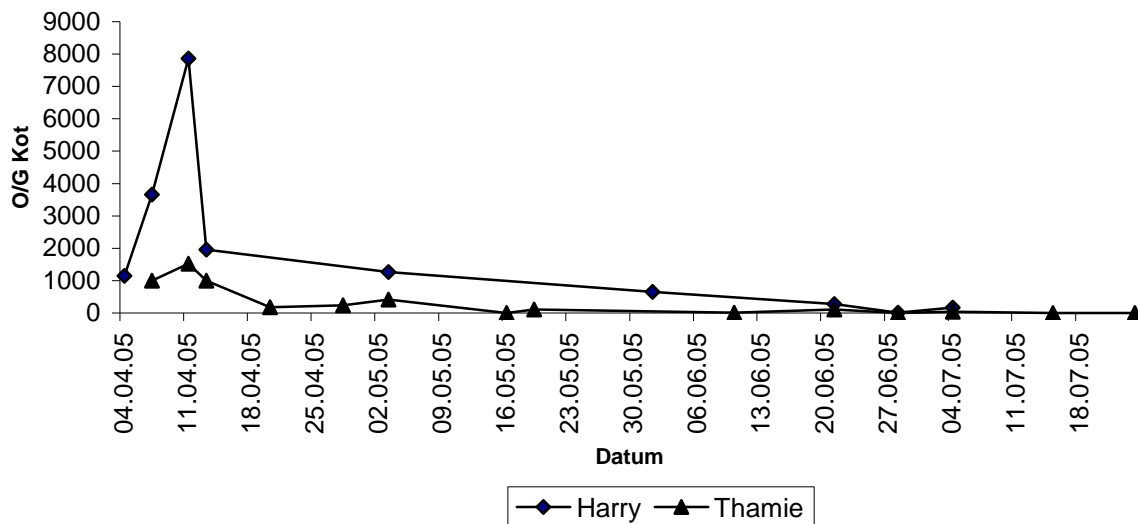


Abb. 3.17: Anzahl der Oocysten von *Isospora sp.* bei der Paarhaltung im Zoo Dortmund

### 3.4.4 Parasitenbefall der Erdmännchen im Allwetterzoo Münster

Bei diesen Erdmännchen wiesen „Masi“, „Langa“ und „Skalp“ sowie zwei der Jungtiere eine mittlere Befallsintensitäten von  $< 10$  O/G auf. Nur die rangniedersten Tiere und ein Jungtier wiesen Befallsintensitäten von 60–290 O/G auf. Die höchsten Werte fanden sich bei drei von acht Tieren am 30.08.05 (Tab. 3.20).

Auch bei dieser Gruppe lag eine negative Korrelation mit der Ranghöhe vor. Die ranghohen Tiere zeigten gar keinen oder eine niedrige Befallsintensität, die rangniedereren Tiere die höchsten Befallsintensitäten aufwiesen.

Tab. 3.20: Befallsintensitäten\* der untersuchten Münsteraner Erdmännchengruppe

Datum	<i>Masi</i> <sup>#</sup>	Langa	Addo	Zwulu	Skalp	Juv 1	Juv 2	Juv 3
11.08.05	0,0	0,0			0,9			
15.08.05	0,0		238,4	149,7	4,0			
18.08.05			409,6					
22.08.05	0,0			23,0				
24.08.05		0,0	206,7					
30.08.05	0,00	0,0	619,9	226,7	0,6	151,9		
05.09.05	0,00			0,00	0,0	13,6	0,0	0,0
15.09.05	0,00	13,2	0,0	56,7	0,0	20,6	15,9	

\*Befallsintensität in Parasiten/ Gramm Kot; <sup>#</sup> Weibliche Tiere durch Kursivdruck markiert



Nur beim Vergleich der beiden Weibchen, der Männchen „Langa“ und dem Weibchen „Addo“ und der Tiere „Addo“ und „Skalp“ lag jeweils ein statistisch signifikanter Unterschied vor beim mittleren *Isospora*-Befall (t-Test; mindestens  $p < 0,01$ ).

### **3.5 Todesursachen bei den zwei Erdmännchen**

Entsprechend der Untersuchungen im Institut der Pathologie der Universität Wiesbaden war „Zorro“ an einer Infektion nach einer Bissverletzung am Auge gestorben. Schon bei der Durchführung der Nekropsie von „Mickerling“ konnte ein deutlich angeschwollener Lymphknoten in der Region des Duodeums festgestellt werden. Deswegen wurden speziell von diesem Lymphknoten und der umliegenden Darmregion mit Hilfe eines Gefriermikrotoms Schnitte angefertigt. Allerdings waren in den Schnitten dieser Regionen keine Coccidien nachweisbar. Als Todesursache von „Mickerling“ wurde allgemeine Altersschwäche z.B. die stark abgenutzten Zähne festgestellt.

## 4. Diskussion

### 4.1 Methodische Probleme

Zur besseren Einschätzung der Bedeutung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit erzielten Resultate müssen die bei den jeweiligen Methoden aufgetretenen Probleme dargestellt werden.

Bei der **Auswahl der Versuchstiere** konnte außer den Erdmännchen keine weitere Art gefunden werden, bei der im Kot ein konstanter Parasitenbefall während der Beobachtungszeit vorlag. Wegen der ständigen veterinärmedizinischen Kontrolle der Tiere wurde bei den meisten untersuchten Arten kein Parasitenbefall festgestellt. Infektionen treten bei Zootieren viel seltener auf als bei frei lebenden Wildtieren. Dazu zählten u. a. die Primaten und Cerviden. Bei anderen sozialen Tiergruppen, den Roten Riesenkängurus und Fuchsmangusten, konnte zumindest kurzzeitig ein Parasitenbefall nachgewiesen werden, welcher aber von der Immunabwehr der Tiere reguliert wurde.

Bei der **Erfassung der Elemente des Verhaltens** traten drei Probleme auf: Zum einen sind Erdmännchen von vielen Räubern bedroht, so dass sie bei Warnungen des Wachtpostens rasch ihre normalen Verhaltensweisen unterbrechen und in ihr Gangsystem bzw. im Zoo in ihre Schlafkiste fliehen. Bei unbekanntem Personen und schnellen Bewegungen reagieren die Wachtposten viel rascher, so dass erst eine „Gewöhnungsphase“ der Tiere an den Beobachter erfolgen musste. Zum anderen stellte die Erfassung des Verhaltens nur einen kleinen Aspekt der vorliegenden Arbeit dar, der nicht viel Zeit in Anspruch nehmen durfte, weil die Beobachtung „nur“ der Erkennung der Hierarchie in den Gruppen diene. Nachdem die Rangfolge festgestellt worden war, wurde sie nur noch bei den Beobachtungen zur Kotabgabe überprüft. Eine ständige Aufnahme der Aktivitäten der Gruppe über Video-Aufnahmen hätte zwar Aussagen über zwischenzeitliche Stress-Phasen erlaubt, wäre aber nur mit mehreren Kameras sinnvoll und wegen der dann notwendigen Auswertungszeiten im zeitlichen Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich gewesen. Das dritte Problem resultierte aus der Notwendigkeit, Tiere unterscheiden zu können, um individuelle Verhaltensweisen und Kotproben zuordnen zu können. Eine Möglichkeit hierzu bietet das Anbringen von Markierungen an den Tieren (Habicher, 2004). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden biologische Merkmale verwendet, z.B. die

Form der schwarzen Querbinden um die Augen oder der Anteil der Farbe Schwarz am Schwanz. Nach einer ca. zwei Wochen dauernden „Identifizierungs-Lernphase“ konnten die ethologischen Untersuchungen an der sechs Individuen großen Erdmännchengruppe begonnen werden.

Bei den ethologischen Methoden wurde das Behavioural-Sampling Verfahren schon sehr früh im Verlauf der vorliegenden Arbeit als das vielversprechendste Verfahren ausgewählt. Durch die Beobachtung der gesamten Gruppe war sichergestellt, dass alle Ranghöhen-relevanten Verhaltensweisen erfasst werden konnten. Grundlage dafür war das Erstellen eines möglichst genauen Ethogramms. Dieses wurde mit Hilfe der Fokus-Tier Methode erstellt, da hierbei bei einem Tier alle Verhaltensweisen registriert werden können, unabhängig von ihrer quantitativen Anzahl oder ob sie gegen ein anderes Individuum gerichtet sind oder nicht.

Ein weiteres methodisches Problem stellte die **Gewinnung der Kotproben** dar. Dieses Problem war bei vielen anfänglich berücksichtigten Tierarten nicht zufriedenstellend lösbar, v.a., weil für die Hormonuntersuchung frisch abgesetzter Kot benötigt wurde, maximal eine Stunde nach Defäkation. Aufgrund von Sicherheitsaspekten war es vor allem bei den Menschenaffen, Niederen Affen, Pferdeartigen oder Raubtieren nicht möglich, die Anlage zu betreten, wenn eine Kotprobe frisch abgesetzt worden war. Bei diesen Tiergruppen konnte das Gehege nur in Begleitung eines Tierpflegers betreten werden, wenn dieser routinemäßig das Gehege betrat und zu Zeitpunkten, bei denen die Tiere sich in anderen Bereichen befanden. Aus diesen Gründen mussten die Untersuchungen an den Nasenbären, Springböcken und den Halsbandpekaris abgebrochen werden, obwohl teilweise ein Parasitenbefall der Tiere im Kot vorlag. Bei einer Fortführung der Untersuchungen sollte bei diesen Tieren eine Probengewinnung mittels einer langen Stange bzw. Schaufel von außerhalb der Anlage geprüft werden.

Aber auch bei einem gefahrlosen Zutritt zu den Anlagen, wie bei den Erdmännchen, war die Gewinnung der Kotproben problematisch, u.a. weil die Zuordnung der Kotproben zum jeweiligen Tier viel Zeit in Anspruch nahm. Bei früheren Untersuchungen der Parasiten von Erdmännchen war auf eine individuelle Zuordnung der Proben verzichtet worden (Bandin, 2004). Bei einer Untersuchung der Hormone der einzelnen Tiere einer Gruppe im Freiland lebender Erdmännchen konnten - wie in der vorliegenden Arbeit - nicht jeden Tag von jedem Tier Proben erhalten werden (Moss *et al.*, 2004). Auch wenn die Tiere häufig in einem bestimmten Zeitraum Kot

abgaben, war der genaue Zeitpunkt ihrer Defäkation variabel. Da sich Wildtiere im Moment der Defäkation nicht in höchster Flucht- und Verteidigungsbereitschaft befinden, setzen Wildtiere ihren Kot oft erst bei einem Gefühl der Sicherheit ab. Gerade während der „Kennenlernphase“ zwischen den Erdmännchen im Wuppertaler Zoo und dem Beobachter, konnten selten Proben gewonnen werden, da der Wachtposten den Beobachter immer im Blick hatte und oft warnte. Erst nach dem Lernprozess, dass dieser Beobachter keine Gefahr darstellte, konnten öfter Defäkationsprozesse beobachtet werden. Ähnliche Probleme traten auch bei Untersuchungen an Zwergmungos auf (Rasa, 1984). Trotz der Gewöhnung der Erdmännchen an den Beobachter konnte von manchen Tieren nicht an jedem Tag eine Kotprobe gewonnen werden, da nur die Innen- oder die Außenanlage beobachtet werden konnte und die Defäkation im jeweils anderen Bereich stattfand.

Ein sehr großes Problem stellte die erstmalig in der Arbeitsgruppe etablierte **Bestimmung der Stresshormonkonzentrationen** dar. Der Nachweis von Stress über eine Messung der Stresshormontiter von Tieren hat in der Tierhaltung bzw. in der Forschung einen immer größeren Stellenwert bekommen, da chronischer oder häufiger Stress zahlreiche negative Auswirkungen auf das Tier haben kann, z.B. die Unterdrückung der Fortpflanzung oder eine geminderte Immunabwehr (Sapolsky, 1992). Eine Blutentnahme kann aber das Tier so stark stören, dass erhöhte Werte resultieren (Touma *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2004). Zwar sind Konzentrationsnachweise im Blut als Indikator für Stress akzeptiert worden (Broom & Johnson, 1993, zitiert nach Young *et al.* 2004), aber sie unterliegen circadianen Rhythmen und stellen zudem nur eine Momentaufnahme dar. Die Messung von Stresshormonmetaboliten im Kot entspricht hingegen einer Langzeit-Überwachung und gibt eine akkuratere Angabe über den Hormonstatus der Tiere. Allerdings ist eine kontinuierliche Probenentnahme dafür notwendig (Touma *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2004). Zwei parallel entwickelte Methoden haben sich etabliert, der Radioimmunassay (RIA) und der Enzyme Immunoassay (EIA). Die Bedeutung der interspezifischen Unterschiede im Stoffwechsel der Glucocorticoidmetaboliten müssen dabei beachtet werden. Deshalb sind Ergebnisse zwischen verschiedenen Arten nicht direkt übertragbar (Touma *et al.*, 2004). Die im Blut zirkulierenden Hormone haben artspezifische Zeiten bis sie im Kot nachweisbar sind, wenige Minuten bei einigen Singvögeln bis zu Tagen bei einigen Säugetierarten. Weiterhin treten individuelle Unterschiede in der Passagezeit der Hormone auf (Touma *et al.*, 2004; Scheiber *et al.*, 2005).

Bei Kortikosteronmetabolitmessungen können Standardabweichungen von 6-10% auftreten, in Einzelfällen sogar bis zu 30% (Millsbaugh & Washburn, 2004). Dies kann zum Teil an den eingesetzten Kits liegen. Bei Birkhühnern (*Tetrao tetrix*) wurden sieben verschiedene EIAs getestet, um den Test mit der besten Reaktion einzusetzen (Baltic, 2005). Aus Kostengründen wurde darauf im Rahmen der vorliegenden Arbeit verzichtet. Bei den Messungen der vorliegenden Arbeit betrug die Standardabweichung bei Doppelmessungen von Proben bis zu 18%. Die starke Differenz bei der Doppelmessung einer Blutprobe muss nach der Lieferung des Kits überprüft werden. Schon bei diesen ersten Messungen war aber eindeutig, dass individuelle Unterschiede in den Kortikosteronmetabolitwerten der Tiere vorhanden waren.

Beim Vergleich der Methoden mit dem Kot von Carnivoren wurde verschiedenen Raubtierarten ACTH (Adreno-Corticotropes-Hormon) injiziert und überprüft, in welchen Mengen dieses im Kot nachweisbar war (Young *et al.*, 2004). ACTH ist ein Peptidhormon, auf das die Nebennierenrinde mit einer schnellen Synthese und Freisetzung von Glukokortikoiden reagiert. Unter anderem wurden auch Erdmännchen bei dieser Untersuchung einbezogen. Hierbei wurde festgestellt, dass der RIA eine niedrigere Nachweisgrenze der Corticosteroidmetabolite besitzt, der EIA aber eine praktische und einfach durchzuführende Methode darstellt (Young *et al.*, 2004). Für die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wurde deshalb ein EIA-Kit der Firma IDS-Germany verwendet, für den die Kotproben speziell vorbereitet werden mussten. Allerdings war der Kit ursprünglich für Blutproben entwickelt worden und vorher nur bei Mäusekot und nicht bei anderen Tieren eingesetzt worden.

Weitere Probleme bei der Bestimmung der Stresshormonkonzentration ergeben sich aus der Besonderheit des Kotes. Bei der Ausscheidung der Glukokortikoidmetabolite liegt eine circadiane Rhythmik vor, wobei bei tagaktiven Tieren ein Peak zum Ende der Dunkelphase zu erwarten ist (Touma & Palme, 2005). Deshalb wurden die ersten Kotproben gegen 8:30 Uhr morgens genommen, die letzten gegen 13:00 Uhr. Außerdem kann das Gewicht der Kotproben über den Tag variieren (Touma & Palme, 2005), so dass alle Kotproben gewogen werden mussten. Wegen der ungleichen Verteilung der Hormonsterioide im abgesetzten Kot wurden alle Proben intensiv durchmischt (Queras & Carosi, 2004). Da die Kotproben aber vorher halbiert worden waren und eine Hälfte zur Untersuchung auf Parasiten rasch verwendet wurde, könnte nicht die gesamte Steroidmetabolitmenge erfasst worden sein. Allerdings wurde darauf geachtet, dass jeweils ähnliche Abschnitte des Kots für die Hor-

monanalyse abgetrennt wurden (s Kap. 2.5). Die Bedeutung dieser Standardisierung belegen Kotuntersuchungen am Afrikanischen Elefanten, bei denen die Konzentrationen der Hormone im äußeren Teil der Probe höher waren als im Inneren (Millsbaugh & Washburn, 2004).

Sowohl Touma und Palme (2005) als auch Queras und Carosi (2004) weisen auf die Notwendigkeit einer Validierung der Hormonproben hin. Wenn Glukokortikoidmetabolitlevel als Indikator für sozialen Stress benutzt werden sollen, muss überprüft werden, ob erstens die gemessenen Konzentrationen nur vom entsprechenden Stresshormon stammen oder aus einer Kreuzreaktion mit einem anderen Metaboliten resultieren und ob sie zweitens eine hohe Stressbelastung darstellen oder nicht. Letzteres kann über eine Injektion von ACTH erfolgen. Der daraus resultierende Stresshormon-Ausstoß könnte über den EIA im Kot der Tiere nachgewiesen werden. Statt dieser physiologischen wurde eine biologische Validierung getestet (Touma & Palme, 2005), bei der äußere Faktoren geändert werden, wie z. B. die Haltung oder das Futter, und die Konzentration in den anschließend abgegebenen Kotproben bestimmt werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde dazu Kot von einer fremden Erdmännchengruppe ins Gehege der Wuppertaler Erdmännchengruppe gebracht, was zu einem erhöhten Stress der Tiere führen sollte. Da die Tiere den Kot als fremden Kot erkennen können und dadurch ihr Habitat als gefährdet ansahen, wurde mit einem erhöhten Stressmetabolitenausstoß gerechnet. Eine andere biologische Validierung wurde bei Kotuntersuchungen am männlichen Jaguar (*Panthera onca*) eingesetzt, bei dem die Narkose bzw. vier von fünf vorher stattgefundenen Elektroejakulationen zu Erhöhungen der Stresshormonkonzentration führten (Morato *et al.*, 2004).

Parallel wurde eine Methode zur Gewinnung von Blutproben erprobt, die Vergleiche zwischen den Blutplasmaitern und Kotprobentitern ermöglichen sollte (von Helversen, 1986; Voigt *et al.*, 2003). Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Methodik, die Wanzen über eine Schublade unter die Schlafbox der Erdmännchen zu bringen, um so Blutproben ruhender Tiere zu erhalten, führte zur problemlosen Blutgewinnung. Bei einer entsprechenden Dichte der Öffnungen in dieser Schublade können nicht nur bei Erdmännchen, sondern bei vielen weiteren Arten, auf diese Weise Blutproben genommen werden. Gerade der Einsatz innerhalb der Zoos bietet sich damit an, da so für den Menschen gefahrlos und für das Tier stressfrei eine Blutprobe gewonnen werden kann. Im Rahmen der vorliegenden

Arbeit wurde besonders die artspezifische Passagezeit der Hormone durch den Darm beachtet, wobei analog zu den Untersuchungen von Young *et al.* (2004) ein Zeitversatz von ca. 24h für Erdmännchen angenommen wurde. Deshalb wurden sowohl einen Tag vor als auch drei Tage nach der Blutentnahme, mit *Dipetalogaster maxima* Kotproben eingesammelt. Nach Lieferung des EIA-Kits werden diese Messungen durchgeführt.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Analyse von Stresshormonwerten aus dem Kot beachtet werden muss, ist der Einfluss der Ernährung des Tieres auf die Stresswerte im Kot der Tiere. Dies fand sich sowohl bei unterschiedlich ernährten Grizzlybären (*Ursus arctos horribilis*) als auch beim Vergleich verschiedener herbivorer und frugivorer Vogelarten (von der Ohe, 2004; Klasing, 2005). Bei den Erdmännchen war das Futter der drei Zoos zwar grundlegend ähnlich, unterschied sich aber in einigen Punkten: Im Wuppertaler Zoo wurde im Gegensatz zu den beiden anderen Zoos täglich eine Maus verfüttert, während die Tiere in Münster mehr Obst bekamen als die Tiere in den anderen Zoos. Neben dem Futter können als weitere Faktoren die körperliche Verfassung oder saisonale Unterschiede (Jahreszeiten) im Ausstoß der Glukokortikoide die Messungen beeinflussen (Millspaugh & Washburn, 2004). Bei Untersuchungen an Rothirschen (*Cervus elaphus*) im Sommer und im Winter trat ein solcher Unterschied auf, wahrscheinlich bedingt durch die Brunft der Hirsche im Winter (Huber *et al.*, 2003). Die Jahreszeiten, in der die Probengewinnung im Rahmen der vorliegenden Arbeit stattfand, waren Frühjahr und Sommer. Da Erdmännchen in Gefangenschaft eine ganzjährige Reproduktionsphase besitzen, dürften diese Unterschiede nicht jahreszeitlich variieren sondern zur Paarungszeit.

Ein letztes methodisches Problem stellte die **Erfassung der Parasiten** in den Kotproben dar. Vergleiche an derselben Kotprobe zwischen der S.A.F.-Methode und der  $ZnCl_2$ -Flotation brachten ca. 20-30% bessere Ergebnisse mit der  $ZnCl_2$ -Flotation. Ein weiterer positiver Effekt der  $ZnCl_2$ -Flotation war das klarere mikroskopische Bild im Vergleich zur S.A.F.-Methode. Durch das Auflegen eines Deckglases wurde die Wahrscheinlichkeit deutlich verbessert, alle in dieser Kotprobe enthaltenen Parasiten in die McMaster-Kammer zu überführen. Die mikroskopische Kontrolle des Deckglases gewährleistete, dass keine Parasiten am Deckglas selber haften blieben. Das Auszählen der Parasitenstadien in der McMaster-Kammer erlaubte genaue Vergleiche zwischen den einzelnen Individuen. Da die Parasiten absterben können und lysiert werden, sollten solche Proben rasch ausgewertet werden (Matern, 1995).

Deshalb wurden die Kotproben möglichst zeitnah nach der Gewinnung ausgewertet, spätestens drei Tage nach dem Absetzen durch das Tier.

#### 4.2 Verhalten der Erdmännchen

Zuerst wurde ein vollständiges Ethogramm der Tiere verfasst, um alle Verhaltensweisen erfassen zu können (Kap. 3.1.2). Aus diesem Ethogramm waren für die Aufstellung der Rangordnung vor allem die Verhaltensweisen Aufrichten, Wegschieben, Drohen und die Anzahl der beiden Unterwürfigkeitsgesten von Bedeutung. In den insgesamt zwölf Stunden Beobachtungszeit wurde quantitativ die Häufigkeit der Gesten notiert und in Tabellen gegenübergestellt. In den Verhaltenskreisen Aggression und Unterwürfigkeit stellte sich besonders die Hierarchie zwischen der ranghohen und der rangniedrigen Stufe heraus. Bei der großen Gruppe fand sich die höchste Anzahl an Aggressionsgesten zwischen „Durbie“ und „Garfield“, also genau zwischen der ranghöchsten und rangniedrigsten Stufe, während die Tiere in der Mitte der linearen Hierarchie keinerlei Aggressionsgesten gegeneinander zeigten.

Quantitativ häufiger trat die Verhaltensweise „Wegschieben“ auf, v.a. nach der Fütterung, wenn es um mögliche Futterreste ging. Dies stellt eine weniger aggressive Stufe des Machtausdruckes dar als das „Drohen“ (Rasa, 1984). Eine ähnliche Funktion hat bei Zwergmangusten (*Helogale undulata rufula*) das Drohkratzen, das auf nicht aggressive Weise zeigt, wer das ranghöhere Tier ist und so energieraubende Kämpfe erspart. Solche harmloseren Verhaltensweisen sind von großer Bedeutung für die Sozietät und belegen die Dominanzverhältnisse innerhalb der Gruppe. In der vorliegenden Arbeit schob am häufigsten „Durbie“ „Garfield“ beiseite. Auffällig ist die relative Häufigkeit dieser Verhaltensweise zwischen „Zorro“ und „Kalla“. Da es sich bei beiden Tieren um Männchen handelt, kann es sich hierbei wohl nur um Dominanzrängeleien gehandelt haben. Hierbei war die Anzahl des Kopfabduckens beim Männchen „Zorro“ um den Faktor 10 höher als bei „Kalla“, so dass „Kalla“ als ranghöher einzustufen war. Das rangniedrigste Tier „Garfield“ zeigte nur in vier Fällen dieses Verhalten, so dass die Bedeutung für die Bestimmung der Ranghöhe als durchaus hoch einzuschätzen war.

Bei den Unterwürfigkeitsgesten wurde die dreistufige Ranghöhe besonders deutlich. Die niedrigsten Werte hatte das dominante Paar, „Durbie“ und „Kalla“, das zusammen nur sieben Unterwürfigkeitsgesten zeigte und zwar ausnahmslos untereinander. Als nächstes kamen „Spitze“ und „Stummel“ mit einem Wert von 16-18



und auf der nächsten Stufe die rangniedrigsten Tiere „Zorro“ und „Garfield“. Parallel dazu wurde die Paarhaltung zwischen „Tinchen“ und „Uli“ beobachtet, da zu diesem Zeitpunkt schon abzusehen war, dass diese Tiere genau wie das Männchen „Sekou“ in die Gruppe integriert werden sollten. Hierbei zeigte sich eine Dominanz von „Tinchen“ über „Uli“. Allerdings zeigten beide untersuchten Paarhaltungen in dieser Arbeit wenig Anzeichen für Dominanz, so dass man davon ausgehen kann, dass nur bei neu zusammengestellten Pärchen stärkere Dominanzgesten zu beobachten sind. Einzig bei der im Dortmunder Zoo beobachteten Paarhaltung zwischen dem Weibchen „Thamie“ und dem Männchen „Harry“ wurde eine Aggressionsgeste beobachtet und daraus resultierend eine Unterwürfigkeitsgeste des Männchens.

Der Aufbau der großen Wuppertaler Erdmännchengruppe entsprach Beobachtungen anderer Untersuchungen; vor allem die  $\alpha$ - und die  $\zeta$ -Position waren deutlich abgegrenzt. Die Gruppe wird von einem dominanten Weibchen („Durbie“) und ihrem favorisierten Männchen („Kalla“) angeführt. Die mittleren Positionen waren nicht eine konstante lineare Folge. Die rangniedrigste Position wurde zuerst von „Mickerling“ besetzt, welcher aber nach vier Wochen verstarb. Danach war „Garfield“ das rangniedrigste Tier.

Ab dem 24.05.2005 versuchten die Tierpfleger, die sechs Individuen große Gruppe des Wuppertaler Zoos mit den anderen drei Tieren zu zwei Gruppen zu vereinigen. Dieses resultierte letztendlich in einer Neukonstellation der Erdmännchen in drei Gruppen mit jeweils drei Tieren. Hierbei zeigte sich, dass die Tiere, welche vorher schon die ranghöchsten Tiere waren, „Tinchen“, „Kalla“ und „Durbie“, wieder die ranghöchsten Positionen besetzten. In Gruppe 1 war das vorher in der mittleren Ranghöhe befindliche Tier „Spitze“ dem Männchen „Uli“ unterlegen und musste vom dominanten Paar „Uli“ und „Tinchen“ viele Aggressionsgesten hinnehmen, worauf es mit der höchsten beobachteten Anzahl von Unterwürfigkeitsgesten reagierte. In der reinen Männergruppe konstellierte sich eine neue Rangordnung heraus. Das Männchen „Stummel“ welches vorher über „Zorro“ gestanden hatte, verlor seine Rangposition an letzteren. Allerdings betrug der Unterschied nur eine Beobachtung mehr bei der Verhaltensweise „Wegschieben“, so dass man eher davon ausgehen konnte, dass die beiden Männchen auf gleicher Ranghöhe anzusiedeln waren. „Stummel“ erhielt aber mehr Aggressionsgesten vom  $\alpha$ -Tier „Kalla“ als „Zorro“, ein Hinweis auf eine lineare Hierarchie. Das Männchen „Zorro“ verstarb am 04.07.2005 nach einem Biss, so dass hiernach nur noch eine Paarhaltung vorlag, bei der weiterhin das

Männchen „Kalla“ dominierte. Die dritte Gruppe bestand aus zwei Weibchen und dem Männchen „Sekou“. Das Weibchen „Garfield“, welches nach Tierpflegerangaben sechs Monate vor Beginn der vorliegenden Arbeit das ranghöchste Tier gewesen war, nahm sowohl in der großen als auch in der drei Tiere umfassenden Gruppe die rangniedrigste Position ein. In der kleinen Gruppe nahm die Anzahl der Dominanzgesten gegenüber „Garfield“ ab. Interessanterweise zeigte „Garfield“ keine Unterwürfigkeitsgesten, obwohl sie den meisten Dominanzgesten ausgesetzt war. Man kann in diesem Fall davon ausgehen, dass die Machtverhältnisse zwischen den beiden Weibchen soweit geklärt waren, dass keine Beschwichtigungen mehr gezeigt werden mussten oder nicht beobachtet wurden.

Die im Dortmunder Zoo untersuchte Erdmännchenpaarhaltung zeigte einige Parallelen zur Wuppertaler Haltung, aber auch Unterschiede. Bei beiden Haltungen waren jeweils die weiblichen Tiere die dominanten Tiere, allerdings reagierten die Männchen unterschiedlich darauf. Das Männchen „Uli“ aus dem Wuppertaler Zoo zeigte eine geringere Unterwürfigkeit als „Harry“. Hierbei spielte evtl. der Körperbau eine Rolle, da „Uli“ vom Körperbau her viel kräftiger als „Harry“ war. Generell waren aber beide Paarhaltungen, verglichen mit z. B. der Gruppe 1 aus dem Wuppertaler Zoo, harmonisch.

Bei der fünf Tiere umfassenden Erdmännchengruppe aus dem Allwetterzoo wurden die dominanten Positionen vom Weibchen „Masi“ und ihrem „Kronprinzmannchen“ „Skalp“ besetzt. Das rangniederste Tiere war das jüngste Weibchen der Gruppe, „Addo“. Dies erhielt die meisten Aggressionsgesten, speziell von den beiden Männchen „Zwulu“ und „Skalp“. In der Mitte der linearen Hierarchie stand das Männchen „Langa“. Alle Tiere reagierten zu den jeweilig höher stehenden Tieren mit Kopfabducken und Unterwürfigkeitsgesten, so dass in der Münsteraner Gruppe eine klare lineare Hierarchie bestand. Diese Hierarchie wurde häufiger umkämpft, als die bestehende Hierarchie in der sechs Individuen großen Wuppertaler Gruppe. Dieses könnte mit der kurz vor Untersuchungsbeginn stattgefundenen Abgabe von mehreren Tieren aus der Münsteraner Gruppe zusammenhängen. Hierdurch waren wohl alle Positionen noch nicht so gefestigt wie die in der sechs Individuen großen Wuppertaler Gruppe.

### 4.3 Stresshormontiter

Stresshormontiter können sich auf Grund der unterschiedlichen Physiologie der Männchen und Weibchen unterscheiden. Einerseits können Weibchen die höheren Werte aufweisen (z.B. Mäuse oder Hasenartige) andererseits die männlichen Tiere (Laborratten, Stellars-Seelöwen). Bei weiteren Tierarten fanden sich keine signifikanten Unterschiede (Wölfe, Spitz- und Breitmaulnashörner) (Touma & Palme, 2005). Bei Stresshormonuntersuchungen des Kotes von Margays (*Leopardus wiedii*) traten enorme Unterschiede zwischen gleichgeschlechtlichen Tieren auf, wobei ein Weibchen bis zu 52fach höhere Konzentrationen aufwies, als das andere Weibchen (Gusset *et al.*, 2002). Auch die Untersuchungen im Rahmen dieser hier vorliegenden Arbeit zeigten einen Unterschied um den Faktor vier zwischen gleichgeschlechtlichen Tieren. Deshalb ist zu berücksichtigen, ob dies durch eine unterschiedliche Ranghöhe bedingt war.

Bei Zwergmangusten (*Helogale undulata rufula*), Afrikanischen Wildhunden (*Lycaon pictus*) und Wölfen (*Canis lupus*), bei denen alle Tiere bei der Aufzucht der Jungtiere des dominanten Pärchens helfen, besaßen die dominanten Tiere bei diesen kooperativen Gruppen einen höheren Glukokortikoid-Spiegel haben als rangniedere (Sands & Creel, 2004). Im Vergleich zu dominanten Ratten besaßen die rangniederen Tiere einen höheren Grund Glukokortikoid-Spiegel und waren – bezogen auf akute, spontane Glukokortikoid Ausschüttungen - stressunempfindlicher (Blanchard *et al.*, 1995). Auch bei frei lebenden Erdmännchen besaßen dominante Weibchen und Männchen signifikant höhere Cortisoltiters als untergeordnete Tiere und die ranghohen gegenüber rangniederen Weibchen höhere Level vom luteinisierenden Hormon und Estradiol (Carlson, 2004).

Um dies bei der vorliegenden Arbeit zu analysieren, müssen die Verhaltensbeobachtungen zur Rangfolge mit den gemessenen Hormontitern verknüpft werden. Das ranghöchste Männchen der Gruppe 1 „Uli“ zeigte mit Werten von 0,66 ng/ml die niedrigsten Werte aller Tiere, während das ranghöchste Weibchen „Durbie“ Werte von bis zu 2,91 ng/ml aufwies. Interessanterweise hatten Tiere, welche in der Hierarchie unter „Durbie“ stehen, geringere Kortikosteronwerte als das ranghöhere Tier, welches den einmalig absolut höchsten Wert besaß. So konnte als höchster Wert beim rangniedrigsten Weibchen „Garfield“ nur 2,79 ng/ml gemessen werden. Der Mittelwert von „Garfield“ lag allerdings geringfügig höher als der von „Durbie“. Alle Mittelwerte der Kortikosteronmetabolitwerte lagen im Bereich von 1,53 ng/ml bis 2,43

ng/ml. Diese Werte können allerdings nur mit Vorsicht als basaler Grundstresswert angenommen werden, da hier auch ggf. vorhandene hohe Werte von besonders stressreichen Tagen mit dabei sein können. Ein Tier, das Männchen „Uli“, fiel allerdings bei den Stresshormonkonzentrationen besonders heraus. Seine Werte lagen immer deutlich unter den Werten aller anderen Tiere mit einem Mittelwert von nur 0,68 ng/ml. Trotz dieser Variationen deuten die bisher durchführbaren Messungen an, dass auch bei den Erdmännchen im Zoo die ranghohen Erdmännchen zum Teil einen niedrigeren Glukokortikoidmetabolitwert im Kot aufwiesen als rangniedere. Da Erdmännchen als ein kooperatives Säugetier gelten, hätten wiederum die dominanten Weibchen und auch die dominanten Männchen immer einen höheren Glukokortikoidmetabolitspiegel zeigen sollen als die subdominanten Tiere. Um hierüber genauere Aussagen treffen zu können, müssen noch weitere Proben ausgewertet werden.

Seltsamerweise spiegelten sich aber besonders einschneidende Ereignisse (Tab. 3.4) nicht in den Glukokortikoiden wider. Speziell die neue Gruppenzusammenstellung der Tiere ein Wuppertaler Zoo oder der Tod eines Individuums hätten als ein besonders stressiges Ereignis für die Tiere, bei den Konzentrationsmessungen erkennbar sein müssen. Auch der Versuch zur Validierung der gemessenen Stresshormon-Titer, das Einbringen von Fremdkot ins Gehege der Wuppertaler Tiere, führte zu keinem messbaren Anstieg im Level der Glukokortikoide. Möglich ist, dass dieses Ereignis als eine mögliche Bedrohung für das Habitat, als ein zu wenig stressendes Ereignis zu betrachten ist, obwohl durch die ethologischen Beobachtungen eine deutliche Verhaltensänderung zu beobachten war. Nicht alle Störungen der Tiere führen zu einem Anstieg in der Stresshormonproduktion und daraus resultierend zu einem Ausstoß im Kot der Tiere (Möstl, 2002): Bei männlichen Sprague-Dawley Ratten führte ein Umsetzen der Tiere in andere Käfige und ein drei Tage späteres Zurücksetzen in die ursprünglichen Käfige zu keinerlei signifikanten Unterschieden im Ausstoß von Kortikosteron (Eriksson *et al.*, 2004). Deshalb sollte bei der Fortführung der Versuche am Erdmännchen über die Injektion von ACTH eine physiologische Validierung durchgeführt werden. Bei einer Studie am Derbywallaby (*Wallabia eugenii*) lieferten die Kotuntersuchungen gestresster Tiere Informationen, die nicht mit auf Blut basierenden Messungen zu vergleichen waren. Stattdessen konnten sie als Indikator für das Wohlbefinden benutzt werden (McKenzie & Deane, 2005). Die Konzentrationen der in der Arbeit gewonnenen Blutproben variierten

allerdings so stark, dass erst nach einer Wiederholung weitere Aussagen möglich sind.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte bei den Erdmännchen kein geschlechtsspezifischer Unterschied der Glukokortikoid-Konzentrationen festgestellt werden. Wenn Stress als ein möglicher Faktor die Immunabwehr herabsetzt, auf das Immunsystem so weit wirkt, dass sich der Parasitenbefall vermehrt, brauchen die Parasiten eine gewisse Entwicklungszeit, bis sich dieser Effekt auch im Befall widerspiegelt. Beim Versuch, die gemessenen Stresswerte mit den Befallsintensitäten zu korrelieren, konnten keine Zusammenhänge erkannt werden. Durch eine größere Stichprobenzahl könnte vielleicht ein solcher Zeitversatz festgestellt werden.

#### **4.4 Intensitäten der Parasitierung**

Unterschiede in der Stärke des Parasitenbefalls konnten bisher auf das Geschlecht und sozialen Stress zurückgeführt werden. Bei Ersterem ist zu beachten, dass nicht die Prävalenzrate in Populationen entscheidend ist, sondern die Intensität der Parasitierung als Indikator der Pathogenität. Sehr häufig finden sich gleiche Infektionsraten bei Männchen oder Weibchen einer Population, z.B. bei Gorillas oder Löwenäffchen (Sleeman *et al.*, 2000; Lisboa *et al.*, 2000). Korrelationen mit der Intensität einer Infektion sind seltener (s. Kap. 1). Dies war eines der Ziele der vorliegenden Arbeit.

Bei den Erdmännchen traten sowohl Oocysten von *Isoospora* sp. auf, als auch Eier von Strongyloiden. Letzteres aber nur beim Männchen „Sekou“. Da Strongyloiden noch nicht für Erdmännchen beschrieben worden sind, ist zu überprüfen, ob es sich bei den Erdmännchen um Fehlwirte handelt. Bei den geringen Infektionsraten erlauben diese Würmer keine Aussage zu der Auswirkung des Geschlechts oder anderer Faktoren.

Die Resultate waren bei *Isoospora*-Befall der drei Weibchen im Wuppertaler Zoo nicht eindeutig. Zwar wiesen zwei Weibchen einen sehr niedrigen Parasitenbefall auf, das dritte Weibchen aber einen höheren als viele Männchen. Eindeutig niedrigere Parasitendichten im Kot der Erdmännchenweibchen, als im Kot der Männchen fanden sich im Dortmunder Zoo sowie im Allwetterzoo Münster. Deshalb kann generalisierend ein Geschlechtsunterschied im Parasitenbefall festgestellt werden: Männliche Tiere wiesen einen höheren Befall auf als Weibchen. Diese Bild zeigte sich sowohl in den untersuchten Paarhaltungen, als auch die Gesamtsumme

aller gefundenen Parasiten nach Geschlechtern aufgeteilt. Die hohen Werte beim Weibchen „Garfield“ im Zoo Wuppertal deuten aber darauf hin, dass neben dem Geschlecht weitere Faktoren die Parasitendichte beeinflussen.

Bei anderen Parasit-Wirt-Systemen wird die Parasitendichte z.T. vom sozialen Stress verstärkt. Diese Abhängigkeit vom sozialen Stress konnte bisher eindeutig bei drei Systemen belegt werden, bei *Babesia microti*- bzw. *Trypanosoma cruzi*-infizierten Mäusen, sowie bei *Schistosoma*-infizierten Hamstern (s. Kap. 1). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte diese Abhängigkeit mehrfach für die Erdmännchen bestätigt werden. Bei der Gruppe und den Pärchen im Zoo Wuppertal traten bei allen rangniedereren Tieren die höchsten Befallsintensitäten auf. Generell können alle Befallsintensitäten der Erdmännchen mit der Ranghöhe verbunden werden. Das rangniederste Tier zeigte in allen untersuchten Gruppen immer den höchsten Befall, während die ranghöchsten Tiere immer einen sehr niedrigen oder gar keinen Befall zeigten. Es besteht eine klare Korrelation des Parasitenbefalls mit der Ranghöhe!

Die Bedeutung des sozialen Stress zeigte sich ebenfalls bei der Neuzusammensetzung der Gruppen. Nach der Etablierung der neuen Gruppen hatten z.T. Tiere, die vorher einen niedrigen sozialen Status hatten, wie das Weibchen „Garfield“ einen geringeren sozialen Stress in der neu entstandenen drei Individuen großen Gruppe und der Parasitenbefall nahm ab. Umgekehrt konnte vor der Neugruppierung kein oder nur ein sehr geringer Befall beim solitär sitzenden Männchen „Sekou“ festgestellt werden, was sich änderte, als er in die Gruppe integriert wurde. Damit lässt sich feststellen, dass einzelne Ereignisse im Parasitenbefall abzulesen sind! Es war ein sehr geringer Zeitversatz festzustellen, bis der Parasitenbefall im Kot der Tiere anstieg. In den oben genannten Fällen lag dieser bei ca. 14 Tagen. Die Prävalenz, also die Schizogenie und Gamogonie des Parasiten beträgt bei Coccidien zwischen 5 und 10 Tagen, so dass sich dieses mit dem Zeitversatz deckt.

Eventuell beeinflussen neben dem sozialen Stress noch weitere Stress-Faktoren die Parasitendichte. Einen Hinweis darauf liefern die Daten von „Spitze“, welches eine Hilfeleistung nach der Geburt der Jungtiere des ranghohen Weibchens „Tinchen“ geleistet haben sollte und bei dem sich der Befall um den Faktor drei erhöhte. Bei Kotuntersuchungen an den Großkatzen des Leipziger Zoos waren keine Zusammenhänge zwischen dem Parasitenbefall und Trächtigkeit der Weibchen feststellbar (Dittrich, 1958). Bei weiterführenden Untersuchungen sollte die

Entwicklung der Jungtiere der Erdmännchen mit einbezogen werden. Juvenile Erdmännchen, welche bei Spielen unter den Jungtieren die dominante Rolle übernahmen müssen, nicht zwangsläufig als adulte Tiere eine dominantere Rolle übernehmen. Das bedeutet, dass Spielkampfsiege nicht unbedingt als Erfolgsgarantie für spätere Rangordnungskämpfe gelten (Sharpe, 2005). Wenn man Erdmännchen auf diesen Aspekt hin hormonell über Kotproben überwachen würde, könnten vielleicht Unterschiede in den Kortikosteron-Werten festgestellt werden und mit einem etwaigen Parasitenbefall korreliert werden.

Zusammenfassend lässt sich hervorheben, dass die verschiedenen Erdmännchengruppen interessante Einblicke in die Abhängigkeit des Parasitenbefalls vom Geschlecht und den Stress-Faktoren erlaubten.

## 5. Zusammenfassung

Bei verschiedenen Parasit-Wirt-Systemen beeinflussen das Geschlecht des Wirtes und psychoneuroimmunologische Faktoren die Entwicklung des Parasiten. Dies wurde bisher an sozial lebenden Labortieren untersucht, bei denen Männchen die Gruppe dominieren. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Säugetierarten im Zoo auf ihre Eignung zu solchen Untersuchungen überprüft. Bei Erdmännchen, bei denen ein Weibchen die Gruppe dominiert, wurden detaillierte Untersuchungen zum Verhalten, zum Stresshormontiter und zur Parasitierung bei verschiedenen aufgebauten Gruppen im Zoo Wuppertal, Allwetterzoo Münster und Zoo Dortmund durchgeführt.

- Basierend auf der Quantifizierung von Verhaltensweisen und dabei vor allem der aggressiven Elemente wurden die Rangordnungen der Tiere in den Gruppen identifiziert.
- Bestimmungen der Konzentrationen der Stresshormonmetabolite im Kot über Enzyme-Immuno-Assay Kits lieferten erste Hinweise zu individuell variierenden Konzentrationen und wiesen auf Korrelationen mit der Ranghöhe hin, d.h. ranghohe Tiere besaßen höhere Stresshormontiter. Die Konzentrationen spiegelten aber nicht kurzfristige Stressphasen wider.
- Ein Parasitenbefall mit *Isospora* sp. wurde über die ZnCl<sub>2</sub>-Flotation und über die McMaster-Kammer quantifiziert. Die Tiere unterschieden sich fast alle signifikant in der Intensität ihres Parasitenbefalls, korrelierend mit der jeweiligen Ranghöhe innerhalb der Sozietät. Männliche Tiere wiesen fast immer höhere Befallsintensitäten auf als weibliche Tiere, und ranghohe Tiere zeigten einen niedrigeren oder gar keinen Befall. Der höchste Befall lag bei 32600 Oocysten pro Gramm Kot beim rangniederen Weibchen „Garfield“.
- Nach einer Neuzusammensetzung der Gruppen im Zoo Wuppertal änderte sich bei einigen Tieren der soziale Rang und ebenfalls die Befallsintensität. So verstärkte sich beim vorher solitär gehaltenen Männchen „Sekou“ nach Integration in eine Gruppe trotz des Erreichens einer ranghohen Position die Parasitendichte. Beim vorher rangniedersten Tier „Garfield“ reduzierte sich trotz eines weiterhin niedrigen Ranges die Anzahl der Oocysten mit der Neugruppierung in der neuen aber kleineren Gruppe.



## 6. Literaturverzeichnis

Alexander, J., Stimson, W.H. (1988) Sex hormones and the course of parasitic infection. *Parasitol Today* **4**: 189-193

Altmann, D. (1988) Harnen und Koten bei Säugetieren. Die Neue Brehm-Bücherei A. Ziemsen Verlag, Wittenberg

Baltic, M., Jenni-Eiermann, S., Arlettaz, R., Palme, R. (2005) A noninvasive technique to evaluate human-generated stress in the black grouse. *Ann NY Acad Sci* **1046**: 1-15

Bandin, A. (2004) Etude comparative de l'infestation parasitaire de cinq espaces mammiferes en parc animalier. Ph.D. dissertation, l'Universite Claude-Bernard, Lyon

Barnard, C.J., Behnke, J.M., Sewell, J. (1993) Social behaviour, stress and susceptibility to infection in house mice (*Mus musculus*): effects of duration of grouping and aggressive behaviour prior to infection on susceptibility to *Babesia microti*. *Parasitology* **107**: 183-192

Barnard, C.J., Behnke, J.M., Sewell, J. (1996) Environmental enrichment, immunocompetence, and resistance to *Babesia microti* in male mice. *Physiol Behav* **60**: 1223-1231

Batemann, G. (1984) Mangusten und Madagaskar-Mungos. In: Batemann, G. (Ed.) *Raubtiere der Welt*. Orbis Verlag, München: 122

Benten, W.P.M., Lieberherr, M., Stamm, O., Wrehlke, C., Guo, Z., Wunderlich, F. (1999a) Testosterone signaling through internalizable surface receptors in androgen receptor-free macrophages. *Mol Biol Cell* **10**: 3113-3123

Benten, W.P.M., Lieberherr, M., Giese, G., Wrehlke, C., Stamm, O., Sekeris, C.E., Mossmann, H., Wunderlich, F. (1999b) Functional testosterone on plasma membranes of T cells. *FASEB J* **13**: 123-133

Bernau, U. (1966) Versuche über das Farbsehvermögen der Erdmännchen (*Suricata suricatta*). Doktorarbeit, Veterinärmedizinische Fakultät der Justus-Liebig Universität Gießen

Blanchard, D.C., Spencer R.L., Weiss S.M., Blanchard R.J., McEwen B., Sakai R.R. (1995) Visible burrow system as a model of chronic social stress: behavioral and neuroendocrine correlates. *Psychoneuroendocrinology* **20**: 117-134

Brandstätter, F. (2004) Unterfamilie Mungos. In: Puschmann, W. (Ed.) Zootierhaltung. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main: 437-442

Brousset Hernandez-Jauregui, D.M., Galindo Maldonado, F., Valdez Perez, R.A., Romando Pardo, M., Schuneman de Aluja, A. (2005). Cortisol in saliva, urine, and feces: non-invasive assessment of wild animals. *Vet Mex* **36**: 325-337

Bürger, H.-J., Stoye, M. (1983) Kotuntersuchungstechniken. In: Böckeler, W., Wülker, W. (Eds.) Parasitologisches Praktikum. Verlag Chemie, Weinheim: 119-126

Canaris, A.G., Gardner, S.L. (2002) A guide to helminth species described from African vertebrates. West Virginia University Library, Morgantown 1967; <http://lamarck.unl.edu/speciespages/geography/af-parasites1.pdf> (vom 08.10.2005)

Carlson, A.A., Young, A.J., Russel, A.F., Bennet, N.C., McNeilly, A.S., Clutton-Brock T.H. (2004) Hormonal correlates of dominance in meerkats (*Suricata suricatta*). *Horm Behav* **46**: 141-150

Clutton-Brock, T.H. (2002) Breeding together: Kin selection and mutualism in cooperative vertebrates. *Science* **296**: 69-72

Clutton-Brock, T.H., Klum, M. (2002) Voll in Pose. *National Geographic, Deutschland* **9**: 92-112

- Clutton-Brock, T.H., Gaynor, D., Kansky, R., Maccoll, A.D.C., McIlrath, G., Chadwick, P., Brotherton, P.N.M., O'Riain, J.M., Manser, M., Skinner, J.D. (1998) Costs of cooperative behaviour in suricates (*Suricata suricatta*). Proc R Soc Lond **265**: 185-190
- Clutton-Brock, T.H., Gaynor, D., McIlrath, G.M., MacColl, A.D.H., Kansky, R., Chadwick, P., Manser, M., Brotherton, P.N.M., Skinner, J.D. (1999a) Predation, group size and mortality in a cooperative mongoose, *Suricata suricatta*. J Anim Ecol **68**: 672-683
- Clutton-Brock, T.H., O'Riain M.J., Brotherton, P.N.M., Gaynor, D., Kansky, R., Griffin, A.S., Manser, M. B. (1999b) Selfish sentinels on cooperative mammals. Science **284**: 1640-1644
- Clutton-Brock, T.H., Russel, A.F., Sharpe, L.L., Jordan, N.R. (2005) 'False feeding' and aggression in meerkat societies. Anim Behav **69**: 1273-1284
- Creel, S. (2001) Social dominance and stress hormones. Trends Ecol Evol **16**: 491-497
- Dittrich, L. (1958) Kotuntersuchungen bei den Großkatzen des Leipziger Zoos unter besonderer Berücksichtigung der Schwankungen des Gehaltes an Wurmeiern. Arch Exp Vet Med **12**: 808-839
- Doolan, S.P., Macdonald, D.W. (1996) Diet and foraging behaviour of group-living meerkats, *Suricata suricatta*, in the southern Kalahari. J Zool Lond **239**: 697-716
- Dücker, G. (1979) Schleichkatzen und Erdwölfe. In: Grzimek, B. (Ed.) Grzimeks Tierleben: Säugetiere. Bd. 3. Weltbildverlag, München: 144-186
- Duffy, M.S., Keppie, N.J., Burt, M.D.B. (1999) The potential for false-positive diagnosis of protostrongyliasis by extraction of larvae from feces. J Wildl Dis **35**: 783-785

Dulbecco R., Vogt, M. (1954) Plaque formation and isolation of pure lines with poliomyelitis viruses. *J Exp Med* **99**: 167-82

Duszynski, D.W., Couch, L.C. (2000) Coccidia (*Eimeria* and *Isospora*) of carnivores II (Herpestidae, Hyaenidae, Mustelidae, Procyonidae, Ursidae, Viverridae). <http://biology.unm.edu/biology/coccidia/carniv2.html> (vom 12.7.2005)

Engh, A.L., Nelson, K.G., Peebles, R., Hernandez, A.D., Hubbard, K.K., Holekamp, K.E. (2003) Coprologic survey of parasites of spotted hyenas (*Crocuta crocuta*) in the Masai Mara National Reserve, Kenya. *J Wildl Dis* **39**: 224-227

Eriksson, E., Royo, F., Lyberg, K., Carlsson, H.-E., Hau, J. (2004) Effect of metabolic cage housing on immunoglobulin A and corticosterone excretion in faeces and urine of young male rats. *Exp Physiol* **89**: 427-433

Estes, R. (1991) The behavior guide to African mammals. University of California Press, Berkeley: 318-322

Ewer, R.F. (1973) Suricates. In: Ewer, R.F. (Ed.) The carnivores. Cornell University Press, Ithaca, New York

Geissmann, T. (2002) 2. Kapitel Beobachtungstechniken. In: Geissmann, T. (Ed.) Verhaltensbiologische Forschungsmethoden: Eine Einführung. Schöningh Verlag, Münster: 1-17

Guberti, V., Stancampiano, L., Francisci, F. (1993) Intestinal helminth parasite community in wolves (*Canis lupus*) in Italy. *Parassitologia* **35**: 59-65

Guo, Z., Benten, P.M., Krücken, J., Wunderlich, F. (2002a) Nongenomic testosterone calcium signaling. *J Biol Chem* **277**: 29600-29607

Guo, Z., Krücken, J., Benten, P.M., Wunderlich, F. (2002b) Estradiol-induced nongenomic calcium signaling regulates genotropic signaling in macrophages. *J Biol Chem* **277**: 7044-7050

Gusset, M., Burgener, N., Schmid, H. (2002) Wirkung einer aktiven Futterbeschäftigung mittels Futterkisten auf das stereotype Gehen und den Glukokortikoidspiegel von Margays, *Leopardus wiedii*, im Zoo Zürich. Zool Garten **72**: 245-262

Habicher A. (2004) Enclosure use and cooperative behaviour in meerkats *Suricata suricatta*. Gehegenutzung und kooperatives Verhalten bei Erdmännchen *S. suricatta*. Diplomarbeit Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Köln

Hasslinger, M.A., El Assaly, T.M. and Selim, M.K. (1992) Comparative studies on coprologic results of carnivorous animals in zoological gardens of Giza Egypt and Munich Germany. Assuit Vet Med J **26**: 102-109

Huber S., Palme, R., Arnold W. (2003) Effects of season, sex and sample collection on concentrations of fecal cortisol metabolites in red deer (*Cervus elaphus*). Gen Comp Endocrin **130**: 48-54

Huckfeldt, H. (1995) Parasitologische Untersuchungen an Equiden. Diplomarbeit Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Juan-Sallés, C., Prats, N., López S., Domingo, M., Marco, A.J., Morán J.F. (1997) Epizootic disseminated toxoplasmosis in captive slender-tailed meerkats (*Suricata suricatta*). Vet Pathol **34**: 1-7

Keller, R. (1995) Hormonelle Regulation. In: Mehlhorn, H. (Ed) Grundriß der Zoologie. 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena: 609-651

Klasing, K.C. (2005) Potential impact of nutritional strategy on noninvasive measurements of hormones in birds. Ann NY Acad Sci **1046**: 1-12

Krücken, J., Dkhil, M.A., Braun, J.V., Schroetel, R.M.U., El-Khadragy, M., Carmeliet, P., Mossmann, H., Wunderlich, F. (2004) Testosterone suppresses protective responses of the liver to blood-stage malaria. Infect Immun **73**: 463-443

- Krücken, J., Braun, J.V., Dkhil, M.A., Grunwald, A., Wunderlich, F. (2005) Deletion of LT $\beta$ R augments male susceptibility to *Plasmodium chabaudi*. *Parasite Immunol* **27**: 205-212
- Lisboa, C.V., Dietz, J., Baker, A.J., Russel, N.N., Jansen, A.M. (2000) *Trypanosoma cruzi* infection in *Leontopithecus rosalia* at the Reserva Biológica de Poco das Antas, Rio de Janeiro. Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **95**: 445-452
- Lorenz, K. (1984) Vorwort In: Rasa, A.E. (Ed.) Die perfekte Familie. Leben und Sozialverhalten der afrikanischen Zwergmungos. DVA Verlag, Stuttgart: 7-10
- Lucius, R., Loos-Frank, B. (1997) Parasitische Protozoen. In: Lucius, R., Loos-Frank, B. (Eds.) Parasitologie. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin: 76-90
- Lynch, C.D. (1980a) Ecology of the suricate, *Suricata suricatta* and the yellow mongoose, *Cynictis penicillata* with special reference to their reproduction Chapter 2: Ecology. *Mem Nas Museum, Nasionale Museum Bloemfontein* **14**: 8-22
- Lynch, C.D. (1980b) Ecology of the suricate, *Suricata suricatta* and the yellow mongoose, *Cynictis penicillata* with special reference to their reproduction. Chapter 7: Parasites. *Mem Nas Museum, Nasionale Museum Bloemfontein* **14**: 41-46
- Manser, M.B., Bell, M.B. (2004) Spatial representation of shelter locations in meerkats, *Suricata suricatta*. *Animal Behav* **68**: 151-157
- Manser, M.B., Seyfarth, R.M., Cheney, D.L. (2002) Suricate alarm calls signal predator class and urgency. *Trends Cogn Sci* **6**: 55-57
- Matern, B. (1995) Parasitologische Überwachung der Tiere. In: Göltenboth, R. und Klös, H.-G. (Eds.) Krankheiten der Zoo- und Wildtiere. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin: 10

McFarland, D. (1999) Sozialstrukturen. In: McFarland, D. (Ed.) Biologie des Verhaltens Evolution, Physiologie, Psychobiologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 142-145

McKenzie, S., Deane, E.M. (2005) Faecal corticosteroid levels as an indicator of well-being in the Tammar wallaby, *Macropus eugenii*. *Comp Biochem Physiol* **140**: 81-87

Mehlhorn, H., Düwel, D., Raether, W. (1993a) Untersuchungsmethoden. In: Mehlhorn, H., Düwel, D., Raether, W. (Eds.) Diagnose und Therapie von Parasitosen von Haus, Nutz- und Heimtieren. Gustav Fischer Verlag Jena: 4-5

Mehlhorn, H., Düwel, D., Raether, W. (1993b) Parasiten der Pferde und Esel. In: Mehlhorn, H., Düwel, D., Raether, W. (Eds.) Diagnose und Therapie von Parasitosen von Haus-, Nutz- und Heimtieren. Gustav Fischer Verlag Jena: 131-150

Mehlhorn, H. (2002) Terminologie. In: Mehlhorn, H., Piekarski, G. (Eds.) Grundriß der Parasitenkunde. 6. Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena: 1-15

Millsbaugh, J.J., Washburn, B.E. (2004) Use of fecal glucocorticoid metabolite measures in conservation biology research: considerations for application and interpretation. *Gen Comp Endocrin* **138**: 189-199

Morato, R.G., Bueno, M.G., Malmheister, P., Verreschi, I.T.N., Barnabe (2004) Changes in the fecal concentrations of cortisol and androgen metabolites in captive male jaguars (*Panthera onca*) in response to stress. *Braz J Med Biol Res* **37**: 1903-1907

Möstl, E., Palme, R. (2002) Hormones as indicators of stress. *Dom Anim Endocrin* **23**: 67-74

Möstl, E., Maggs, J.L., Schrötter, G., Besenfelder, U., Palme, R. (2002) Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Vet Res Commun* **26**: 127-139

Munck, A., Guyre, P.M., Holbrook, N.J. (1984) Physiological functions of glucocorticoids in stress and their relation to pharmacological actions. *Endocrine Rev* **5**: 25-44

O'Riain, M.J., Bennet, N.C., Brotherton, P.N.M. McIlrath, G., Clutton-Brock, T.H. (2000) Reproductive suppression and inbreeding avoidance in wild populations of cooperative breeding meerkats (*Suricata suricatta*). *Behav Ecol Sociobiol* **48**: 471-477

Palme, R., Rettenbacher, S., Touma, C., El-Bahr, S.M., Möstl, E. (2005) Stress hormones in mammals and birds. Comparative aspects regarding metabolism, excretion, and noninvasive measurement in fecal samples. *Ann NY Acad Sci* **1040**: 162-171

Preuschoft, H. (1988) Einleitung Große Menschenaffen. In: Grzimek, B. (Eds.) Grzimeks Enzyklopädie Säugetiere. Band 2. Kindler Verlag; München: 360-400

Queras, A., Carosi, M. (2004) Non-invasive techniques for analysing hormonal indicators of stress. *Ann 1<sup>st</sup> Super Sanità* **40**: 211-221

Rasa, A.E. (1984) Die perfekte Familie. Leben und Sozialverhalten der afrikanischen Zwergmungos; DVA Verlag, Stuttgart

Rahed, A.A., Shehata, K.K., James, B.L., Arafa, M.A., Younis, T.A., Morsy, T.A. (1996) Effect of the behavioural stress on susceptibility of Syrian hamsters to *Schistosoma mansoni* infection: effect on number and fertility of worm burden. *J Egypt Soc Parasitol* **26**: 285-296

Roberts, C.W., Satoskar, A., Alexander, J. (1996) Sex steroids, pregnancy-associated hormones and immunity to parasitic infection. *Parasitol Today* **12**: 382-388

Roberts, C.W., Walker, W., Alexander, J. (2001) Sex-associated hormones and immunity to protozoan parasites. *Clin Microbiol Rev* **3**: 476-488



- Round, M.C. (1968) Check list of the helminth parasites of african mammals. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks: 134
- Rundquist, E.M. (1996) Methoden zur Diagnose. In: Rundquist, E.M. (Ed.) Parasiten bei Reptilien und Amphibien. Bede Verlag, Degendorf: 12-20
- Russel, A.F., Sharpe L.L., Brotherton, P.N.M., Clutton-Brock, T.H. (2003) Cost minimization by helpers on cooperative vertebrates. PNAS **100**: 3333-3338
- Russel, A.F., Carlson, A.A., McIlrath G.M., Jordan, N.R., Clutton-Brock, T.H. (2004) Adaptive size modification by dominant female meerkats. Evolution **58**: 1600-1607
- Sands, J., Creel, S. (2004) Social dominance, aggression and faecal glucocorticoid levels in a wild population of wolves, *Canis lupus*. Anim Behav **67**: 387-396
- Sapolsky, R.M. (1992) Neuroendocrinology of stress response. In: Becker, J.B., Breedlove, S.S., Crews, D. (Eds), Behavioural Endocrinology. MIT Press, Cambridge, MA: 287-324
- Schaub, G.A. (2002) Parasiten. In: Lexikon der Biologie. Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg: 381
- Scheiber, I.B.R., Kralj, S., Kotrschall, K. (2005) Sampling effort/frequency necessary acute stress responses from fecal analysis in greylag geese (*Anser anser*). Ann NY Acad Sci **1046**: 1-14
- Schuhr, B. (1987) Social structure and plasma corticosterone level in female albino mice. Physiol Behav **40**: 689-693
- Schuster, J.P., Schaub, G.A. (2001a) *Trypanosoma cruzi*: the development of estrus cycle and parasitemia in female mice maintained with or without male pheromones. Parasitol Res **87**: 985-993

Schuster, J.P., Schaub, G.A. (2001b) Experimental chagas disease: the influence of sex and psychoneuroimmunological factors. *Parasitol Res* **87**: 994-1000

Sharpe, L.L. (2005) Play fighting does not affect subsequent fighting success in wild meerkats. *Anim Behav* **69**: 1023-1029

Sleeman, J.M., Meader, B.S., Mudakikwa, A.B., Foster, J.W., Patton, S. (2000) Gastrointestinal parasites of mountain gorilla (*Gorilla gorilla beringei*) in the Parc National des Volcanos, Rwanda. *J Zoo Wildlife Med* **31**: 322-328

Thiel, D., Jenni-Eiermann, S., Palme, R. (2005) Measuring corticosterone metabolites in droppings of capercaillies (*Tetrao urogallus*). *Ann NY Acad Sci* **1046**: 1-13

Touma, C., Sachser, N., Möstl, E., Palme, R. (2003) Effects of sex and time of day on metabolism and excretion of corticosterone in urine and feces of mice. *Gen Comp Endocrin* **130**: 267-278

Touma, C., Palme, R., Sachser, N. (2004) Analyzing corticosterone metabolites in fecal samples of mice: a noninvasive technique to monitor stress hormones. *Horm Behav* **45**: 10-22

Touma, C., Palme, R. (2005) Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: The importance of validation. *Ann NY Acad Sci* **1046**: 54-74

van Staaden, M.J. (1994) *Suricata suricatta*. *Mammalian Species* **483**: 1-8

Veron, G., Colyn, M., Dunham, A.E., Taylor, P., Gaubert, P. (2004) Molecular systematics and origin of sociality in mongooses (Herpestidae, Carnivora). *Mol Phyl Evol* **30**: 582- 598

Vogel, G., Angermann, H. (1967) Ökologie. In: Vogel, G., Angermann, H. (Eds.) *Atlas zur Biologie*. Band 1. Deutscher Taschenbuch Verlag, Stuttgart: 224

Vogel, G., Angermann, H. (1968) Verhalten. In: Vogel, G., Angermann, H. Atlas zur Biologie. Band 2. Deutscher Taschenbuch Verlag, Stuttgart: 407

Vogt, H. (1994) Kapitel 11 Signifikanztests. In: Vogt, H. (Ed.) Grundkurs Mathematik für Biologen. Teubner Studienbücher, Stuttgart: 330-338

Voigt, C.C., Faßbender, M., Dehnhardt, M., Wibbelt, G., Jewgenow, K., Hofer, H., Schaub, G.A. (2003) Validation of a minimally invasive blood-sampling technique for the analysis of hormones in domestic rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha). Gen Comp Endocrin **135**: 100-107

von der Ohe, C., Wasser, S.K., Hunt, K.E., Servheen, C. (2004) Factors associated with fecal glucocorticoids in Alaskan brown bears (*Ursus arctos horribilis*). Physiol Biochem Zool **77**: 313-320

von Helversen, O., Reyer, H.-U. (1984) Nectar intake and energy expenditure in a flower visiting bat. Oecologia **63**: 178-184

von Helversen, O., Volleth, M., Núñez, J. (1986) A new method for obtaining blood from a small mammal without injuring the animal: use of triatomid bugs. Experientia **42**: 809-810

Wemmer, C., Flemming, M.J. (1975) Management of meerkats in captivity. IZY **15**: 73-77

Wieblebnowski, N. (2003) Stress and distress: evaluating their impact for the well-being of zoo animals. JAVMA **223**: 973-977

Wright-Williams, S., Courade J.-P. (2005) Pilot study to determine whether corticosterone can be detected in mouse faeces using enzymeimmunoassay. IDS-Germany EIA-Corticosterone Kit Anleitung

Wunderlich, F., Dkhil, M.A., Mehnert, L.I., Braun, J.V., El-Khadragy, M., Borsch, E., Hermsen, D., Benten, W.P.M., Pfeffer, K., Mossmann, H., Krücken, J. (2005)

Testosterone responsiveness of spleen and liver in female lymphotoxin  $\beta$  receptor-deficient mice resistant to blood-stage malaria. *Microbes Infect* **7**: 399-409

Young, K.M., Walker, S.L., Lanthier, C., Waddell, W.T., Monfort, S.L., Brown, J.L. (2004) Noninvasive monitoring of adrenocortical activity in carnivores by fecal glucocorticoid analyses. *Gen Comp Endocrin* **137**: 148-165

Zhang, H., Zhao, J., Wang, P., Qiao, Z. (2001) Effect of testosterone on *Leishmania donovani* infection of macrophages. *Parasitol Res* **87**: 647-676

Zimmermann, W., Habicher, A., Schnitzer, U., Plank, M. (2004) Die Welt der Erdmännchen (*Suricata suricatta*) im Freiland und im Kölner Zoo. *Zeitschr d Kölner Zoos* **3**: 111-138

## 7. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
ca.	circa
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
G	Gramm
g	Gravitationsbeschleunigung an der Erdoberfläche
l	Liter
mg	Milligramm
min	Minute
ml	Milliliter
s	Sekunden
s. Kap.	siehe Kapitel
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel