

**Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie
und -Embryologie der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Der Rumpfdarm des Burunduk (*Eutamias sibiricus*, Laxm. 1769)

- makroskopische und lichtmikroskopische Untersuchungen

**INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

MARKUS NIETERS

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

ISBN 3-89687-632-5

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2003

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2003

© 2003 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, WETTENBERG
Printed in Germany

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

GLEIBERGER WEG 4, D-35435 WETTENBERG
Tel: 06406-4413 Fax: 06406-72757
Email: VVB-IPS@T-ONLINE.DE
www.vvb-ips.de

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie,
-Histologie und -Embryologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Der Rumpfdarm des Burunduk (*Eutamias sibiricus*, Laxm. 1769)
- makroskopische und lichtmikroskopische Untersuchungen**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
MARKUS NIETERS

Gießen 2003

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie,
-Histologie und -Embryologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. B. Schnorr

**Der Rumpfdarm des Burunduk (*Eutamias sibiricus*, Laxm. 1769)
- makroskopische und lichtmikroskopische Untersuchungen**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
MARKUS NIETERS
Tierarzt aus Viersen

Gießen 2003

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. B. Hoffmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. B. Schnorr

2. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Clauss

Tag der mündlichen Prüfung: 08. April 2003

Meinen Eltern,
meiner Frau Bernharde
und meinen Kindern Lukas, David, Franziska und Julius

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	1
2. Biologie des Burunduk	2
3. Literaturübersicht	11
4. Material und Methoden	14
5. Ergebnisse	
5.1 Makroskopische Ergebnisse	
5.1.1 Rumpfskelett und <i>Cavum abdominis</i>	21
5.1.2 Vorderdarm	23
5.1.2.1 Speiseröhre	23
5.2.2.2 Magen	26
5.1.3 Dünndarm	31
5.1.3.1 Zwölffingerdarm	31
5.1.3.2 Leerdarm	34
5.1.3.3 Hüftdarm	35
5.1.4 Dickdarm	36
5.1.4.1 Blinddarm	36
5.1.4.2 Grimmdarm mit Mastdarm	38
5.2 Mikroskopische Ergebnisse	
5.2.1 Vorderdarm	41
5.2.1.1 Speiseröhre	41
5.2.1.2 Magen	45
5.2.2 Dünndarm	51
5.2.3 Dickdarm	57
6. Diskussion	
6.1 Methodische Probleme	65
6.2 Diskussion der Meßergebnisse	68
6.3 Makroskopische Ergebnisse	74
6.4 Mikroskopische Ergebnisse	75
6.5 Schlußfolgerungen	77
7. Zusammenfassung	78
8. Summary	80
9. Tabellen	82
10. Literaturverzeichnis	93

Abkürzungsverzeichnis:

A. = Arteria	g = Gramm	mAs = Milliampere-	spp. = Spezies
Abb. = Abbildung	H. E. = Hämatoxylin	sekunde	Tab. = Tabelle
bzw. = beziehungsweise	Eosinfärbung	mm = Millimeter	Tr. = Truncus
ca. = circa	k. A. = keine Angabe	µm = Mikrometer	V. = Vena
E. = Eutamias	kV = Kilovolt	N. = Nervus	z. B. = zum Beispiel
E. s. = Eutamias sibiricus	Laxm. = Laxmann	Nr. = Nummer	z. T. = zum Teil
et al. = et alii	Lig. = Ligamentum	s. = siehe	

1. Einleitung

Der Burunduk (*Eutamias sibiricus*) ist ein asiatisches Erdhörnchen, das heute einen festen Platz in der Heimtierhaltung eingenommen hat. Dies findet in zahlreichen Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Heimtierhaltung seinen Ausdruck (BAUER, 1974; SMIT, 1977; GILLET / TEMPLE, 1991; LAUER, 1996; METTLER, 1991). Als Folge davon gewinnt der Burunduk auch für die tierärztliche Praxis immer mehr an Bedeutung, was wiederum durch die in letzter Zeit immer häufigeren Veröffentlichungen auf dem Gebiet der kurativen Veterinärmedizin bestätigt wird (WISSDORF / SCHAEFER, 1977; ISENBÜGEL, 1985; BERGHOFF, 1989; GIEBLER, 1988; GIEBLER / GABRISCH, 1989; ISENBÜGEL, 1991; GIEBLER, 1995).

In der Grundlagenforschung fehlt jedoch auf dem Gebiet der Anatomie und Histologie noch immer eine zusammenfassende anatomisch-histologische Darstellung über den Rumpfdarm des Burunduk, wie es sie z.B. über das Ziesel (*Citellus citellus*), seinen nahen Verwandten aus der Familie der Hörnchen, von STANOJEVIC et al. (1982) gibt. Die heutige Bedeutung in der Tiermedizin und die jahrelange Beschäftigung mit Burunduks waren Anlaß für den Autor die oben beschriebene Lücke durch makroskopische und lichtmikroskopische Untersuchungen über den Rumpfdarm des Burunduk zu schließen.

2. Biologie des Burunduk

Zoologische Stellung des Burunduk

(Angaben zur Systematik soweit nicht anders angegeben von STORCH, 1988)

Der Burunduk ist ein tagaktiver Vertreter aus der Familie der **Hörnchen** (*Sciuridae*), die zusammen mit der Familie der vorwiegend nachtaktiven Stummelschwanzhörnchen (*Aplodontidae*) die Überfamilie der **Hörnchenartigen** (*Sciuroidea*) bildet. Diese ist die einzige Überfamilie in der Unterordnung der **Hörnchenverwandten** (*Sciuromorpha*), welche wiederum nur eine von sieben Unterordnungen aus der Ordnung der **Nagetiere** (*Rodentia*) ist.

Innerhalb der Familie der Hörnchen (*Sciuridae*) gehört der Burunduk zur Unterfamilie der **Erd- und Baumhörnchen** (*Sciurinae*), der auch unser Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) angehört. Zusammen mit den nordamerikanischen Chipmunks (*Eutamias spp.* und *Tamias striatus*) bildet der Burunduk darin die Gattungsgruppe der **Backen- oder Streifenhörnchen** (*Tamiini*) (KRAPP, 1988; PETIT et al., 1984; PETIT / DUTRILLAUX, 1985).

Die Frage, ob der Burunduk (*Eutamias sibiricus*) mit den Nordamerikanischen Chipmunks der östlichen Art (*Tamias striatus*) in eine Untergattung zusammenzufassen ist (LEVENSON et al., 1985), zusammen mit den Chipmunks der westlichen Art (*Eutamias spp.*) in eine Untergattung (WALKER, 1964; ZIMMERMANN, 1964) bzw. Gattung gehört (ELLIS / MAXSON, 1979; KNOX JONES, 1960; HAHN / LEW, 1976), als eigene eurasische Untergattung aufzufassen ist, die mit den beiden amerikanischen Untergattungen (NADLER et al., 1969; NADLER et al., 1977) in eine Gattung gehört, oder aber ob er mit keinem der Chipmunks zu einer Gattung zusammenzufassen ist, wurde und wird viel diskutiert unter Zugrundelegung verschiedenster Untersuchungsmethoden. Deshalb ist es unmöglich, hier aufgrund der vorliegenden Literatur eine endgültige Beurteilung vorzunehmen.

Auch über die Zahl der Unterarten des Burunduk gibt es je nach Autor verschiedene Angaben; sie liegen in einem Bereich von 2 (ZUBCHANINOVA, 1962) bis 10 (SMIT, 1977) Unterarten. Aufgrund morphologischer wie physiologischer Untersuchungen mehrerer Autoren (TUNOV, 1979; KALABUKHOV et al., 1977) kann die Zahl von fünf Unterarten als wahrscheinlich angesehen werden, sie werden deshalb auch in der Systematik auf der folgenden Seite und der Abb. 1 wiedergegeben.

Für die im Osten Europas vorkommende nach VINOGRADOVA und ARGIROPULO *E. s. asiaticus* [Gmelin, 1788] bezeichnete Unterart, ist nach ELLERMAN und MORRISON-SCOTT eigentlich *E. s. pallasi* [Baird, 1856] gültig (KRAPP, 1978). Es dürfte sich allerdings aufgrund ihres Verbreitungsgebietes um eine Beschreibungen der Unterart *E. s. striatus* handeln.

Systematik des Burunduk, *Eutamias sibiricus*

(modifiziert nach STORCH, 1988)

Ordnung: *Rodentia* (Nagetiere)

Unterordnung: *Sciuromorpha* (Hörnchenverwandte)

Überfamilie: *Sciuroidea* (Hörnchenartige)

Familie: *Sciuridae* (Hörnchen)

Unterfamilie: *Sciurinae* (Erd- und Baumhörnchen)

Gattungsgruppe: *Tamiini* (Backen- oder Streifenhörnchen)

Gattung: *Tamias*

Untergattung: *Eutamias*

Art: *Eutamias sibiricus* (*E. sibiricus*)

Unterarten: *E. sibiricus sibiricus* [Laxmann, 1769] (ZUBCHANINOVA, 1962)

E. sibiricus striatus (bzw. *asiaticus*) [Pallas, 1778] (ZUBCHANINOVA, 1962)

E. sibiricus lineatus [Siebold, 1826] (ZUBCHANINOVA, 1962)

E. sibiricus orientalis [Bonhote, 1898] (ZUBCHANINOVA, 1962)

E. sibiricus jacutensis [Ognev, 1936] (ZUBCHANINOVA, 1962)

Aussehen und Größe des Burunduk

Der von seiner Grundfarbe her je nach Region bräunlichgraue bis ockergelbe Rücken [die nordost-europäische Form *E. s. asiaticus* (Gmelin, 1788) am grauesten, die ostasiatisch-japanische *E. s. lineatus* (Siebold, 1824) am blassesten (KRAPP, 1978)] wird von fünf schwarzbraunen Längsstreifen überzogen, deren beiden äußeren Zwischenräume heller sind als die Grundfarbe. Dieser auffälligen Fellzeichnung verdankt der Burunduk seinen deutschen Namen "Streifenhörnchen". Von der Nase bis zum Ohr zieht über und unter dem Auge lang je ein heller Streifen. Auch der Schwanz zeigt sich von unten betrachtet dreifarbig, mittig hellbraun von breitem schwarzen und schmalen weißen Rand gesäumt. Der Bauch und die Innenseite der Beine dagegen sind schlicht gräulichweiß bis gelblichweiß. Die Sohlen sind bis zu den Ballen behaart (KRAPP, 1978). Die Kopf-Rumpf-Länge wird mit 12 - 17 cm angegeben, der Schwanz mißt zwischen 8,5 und 11,5 cm und das Gewicht liegt bei 50 - 120 g (SCHMITZ, 1988).

In Gefangenschaft gehaltenen Burunduks erreichen laut JÄGER (1969) mit jahreszeitlichen Schwankungen zwischen 110 g (im Sommer) und 70 g (im Winter). SMIT (1977) beobachtete

2. Biologie des Burunduk

bei männlichen Tieren vor der Brunst sogar Gewichte von 150 - 160 g. Die Lebensdauer des Burunduk wird mit 6 bis 10 Jahren angegeben (DATHE / SCHOPS, 1986; SMIT, 1977).

Die Zahnformel im Oberkiefer lautet 1-0-2-3 und im Unterkiefer 1-0-1-3 (DATHE / SCHOPS, 1986). Der Burunduk besitzt im Gegensatz zum Eichhörnchen bis zu den Schultern reichende Backentaschen, die er beim Nahrungssammeln bis zu Kopfgröße vollstopfen kann (KRAPP, 1988).

Das Schädelprofil ist relativ flach, die Hirnkapsel rundlich, die Parietalleisten sind schwach ausgeprägt und leierförmig geschwungen (KRAPP, 1978). Die Supraorbitalfortsätze sind klein und dünnausgezogen, der Infraorbitalkanal ist recht groß und vorne rundlich oval, 1,5 mm hoch und 1 mm breit (KRAPP, 1978). Der Karyotyp des Burunduk lautet $2n = 38$ (KRAPP, 1978).

Verbreitungsgebiet und Lebensraum des Burunduk

Das Verbreitungsgebiet des Burunduk (s. Abb. 1) reicht von Weißem Meer, Dwina und Kama im Westen (PETZSCH / PIECHOCKI, 1992) bis zum Beringmeer im Osten, vom Rand der Tundra im Norden bis zur Mongolei, Nordost-China (Mandschurei), mittleres China und Nordjapan im Süden (DATHE / SCHOPS, 1986). Nach DATHE und SCHOPS (1986) hat er im Westen bereits Finnland erreicht. Die in Deutschland vorkommenden Kolonien sind auf ausgesetzte Tiere zurückzuführen. Es wird berichtet von einem Vorkommen bei Neubeken in Westfalen, wo seit Ende der 70er Jahre Burunduks festgestellt worden sind und offensichtlich heute noch in einem Waldgebiet bei Steinborn existieren (BERGER, 1984), einer Population in Freiburg i.B. (GEINTZ, 1980; eigene Beobachtungen), sowie einer Population auf dem Waldfriedhof Lauheide bei Münster, die seit 1973 oder 1974 existiert (BERGER, 1984; eigene Beobachtungen). Auch aus der Biologischen Station Wilhelminenberg wurde ein Ansiedlungsversuch beschrieben (KOENIG, 1960).

Ökologie des Burunduk

Lebensraum

Die tagaktiven, haldbaumbewohnenden Burunduks bevorzugen als Lebensraum unterholzreiche Nadel- und Mischwälder, sind aber auch zwischen Gebüsch an Feldrändern und in Flußtälem anzutreffen (DATHE / SCHOPS, 1986; SMIT, 1977). Sie werden aber ebenso in reinen Eichenwäldern Nord-Japans (KAWAMICHI, 1989), in lichtem Kiefern-Birken-Espen-Wald in der Waldsteppe südlich von Hailar (China) (ZIMMERMANN, 1964) und in der gesamten Waldsteppen- und Taigazone der Mongolei (STUBBE / CHOTOLCHU, 1968) beobachtet. Allen Biotopen gemein ist das Vorhandensein von Wald, der als Nahrungsquelle dient. Und so deckt sich das

Verbreitungsgebiet des Burunduk in Osteuropa und Sibirien mit dem Vorkommen der Zirbelkiefernwälder (PETZSCH / PIECHOCKI, 1992; KRAPP, 1988), im Norden Asiens mit dem von Lärche (KRAPP, 1988) und Zeder (STILMARK, 1963), oder in Nord-Japan mit dem der Eiche (KAWAMICHI, 1989). Der Burunduk ist zwar auch auf Gipfeln oberhalb der Baumgrenze zu finden, wie STILMARK (1963) in den Wäldern von Westsajan im Kusnezbecken beobachten konnte, bevorzugt aber Zedernwälder mit konstanten, hohen Erträgen an Zedernüssen.

Außentemperaturen von +35 °C im Sommer bis -33 °C im Winter, mit geschlossener Schneedecke von Dezember bis April übersteht der Burunduk problemlos (KAWAMICHI, 1989).

Abb. 1: Verbreitungsgebiet des Burunduk nach seinen Unterarten

(modifiziert nach DATHE / SCHOPS (1986) und ZUBCHANINOVA (1962))

- | | |
|--|---|
| 1: <i>Eutamias sibiricus sibiricus</i> | 4: <i>Eutamias sibiricus orientalis</i> |
| 2: <i>Eutamias sibiricus striatus</i> (bzw. <i>asiaticus</i>) | 5: <i>Eutamias sibiricus jacutensis</i> |
| 3: <i>Eutamias sibiricus lineatus</i> | |



Lebensweise

Der Burunduk lebt in Kolonien (KRAPP, 1988; SMIT, 1977), die von DATHE und SCHOPS (1986) eher als eine Art Nachbarschaft bezeichnet werden.

Seine Populationsdichte wird von STILMARK (1963) für die Wälder von Westsajan im Kusnezbecken mit 10 adulten Tieren pro Hektar zu Beginn der Fortpflanzungsperiode und 26 - 40 Tieren nach Auftreten der Jungtiere angegeben. GEINITZ (1980) ermittelte für den ca. 27 Hektar großen Freiburger Friedhof eine Zahl von 120 Tieren im Mai bzw. 146 Tieren im Juni, was einer Populationsdichte von 4,4 bzw. 5,4 Tieren pro Hektar entspricht.

Innerhalb einer Kolonie hat jedes Tier sein eigenes Territorium, ein sogenanntes Kerngebiet, das es gegen Eindringlinge verteidigt (KRAPP, 1988; SMIT, 1977). SMIT (1977) hält die Größe eines solchen Territoriums für abhängig vom Nahrungsreichtum des bewohnten Gebietes. Es wird laut DOBRORUKA (1972) von beiden Geschlechtern mittels Urin-Duftmarken und ausnahmsweise auch mit Sekreten der Wangendrüsen markiert, letzteres wahrscheinlich jedoch nur außerhalb der Paarungszeit. DOBRORUKA spricht jedoch nicht von einem Territorium sensu stricto, sondern mehr von dem Einhalten einer bestimmten Distance. Auch KAWAMICHI (1989) kommt zu dem Schluss, daß der Burunduk mit seinen einfachen Erdbauten keine individuellen Territorien besetzt, wie die Eastern Chipmunks (*Tamias striatus*) im Nordosten der USA, die sehr umfangreiche Erdbauten anlegen. Der dagegen einfache Erdbau des Burunduk liegt inmitten seines Kerngebietes. Der 4 - 6 cm, im Durchschnitt ca. 5 cm weite Eingang liegt meistens frei (KAWAMICHI 1989; KRAPP, 1988; KONEV, 1956), oft aber auch in einem Gebüsch, am Rande eines Steines, oder unter einer morschen Baumwurzel versteckt (KRAPP, 1988; KONEV, 1956). Ein ca. 1,5 bis 3 m langer Tunnel (KAWAMICHI, 1989) führt in eine (KAWAMICHI, 1989; KONEV, 1956) oder zwei Nestkammern (SNIGIREVSKAYA, 1962). Sie liegt gemessen von der Erdoberfläche bis zum Kammerdach in Tiefen von 18 cm (KONEV, 1956) bis 1,5 m (DATHE / SCHOPS, 1986), durchschnittlich jedoch ca. 56 cm (KAWAMICHI, 1989). Die Kammern messen durchschnittlich 25,6 - 28,4 cm in der Länge, 20,8 - 24,6 cm in der Breite und 20,0 - 24,4 cm in der Höhe und weisen zum Teil am Rand eine Nische von ca. 4 x 6 cm Durchmesser auf (KAWAMICHI, 1989; SNIGIREVSKAYA, 1962; KONEV, 1956). Gelegentlich besitzen die Baue auch zwei Eingänge (KRAPP, 1988). Der Burunduk legt auch Baumnester in natürlichen Baumhöhlen oder in Nestern von höhlenbrütenden Vögeln bis zu einer Höhe von 10 m an (KAWAMICHI, 1989; STUBBE / CHOTOLCHU, 1968).

Beim Klettern dient diesem eigentlich bodenbewohnenden Erdhörnchen der Schwanz als Stütze (KRAPP, 1978). Es bewegt sich dabei ebenso wie bei langsamer Fortbewegung am Boden im

Kreuzgang fort, sonst aber in Form des Hoppelns, das sich auf der Flucht gewaltig steigern kann (KRAPP, 1978).

Die Lautäußerungen des Burunduk sind sehr verschiedenartig. Sie umfassen einfache Rufe (chips), lange Reihen (chipping) und Schreckrufe mit Frequenzen zwischen 12 und 14 kHz, sowie ein beim Fangen oder beim innerartlichen Kampf geäußertes Quaken im Bereich von 0,2 - 2 kHz (KRAPP, 1978). SMIT (1976) beschreibt 12 verschiedene Lautarten, die er als angeboren annimmt und von denen je nach der Häufigkeit verschiedener psychischer Belastungen Gebrauch gemacht wird.

Nahrung

Die Nahrung des Burunduk ist nach SCHMITZ (1988) fast ausschließlich pflanzlicher Natur und besteht aus Samen und Knospen. Die enge Kopplung seines Verbreitungsgebietes an den Wald zeigt die große Bedeutung, die Koniferensamen und Nüsse von Zweikeimblättrigen in der Ernährung des Burunduk spielen (KRAPP, 1988). Zirbelnüsse, die Samen der Zirbelkiefer, sind dabei besonders beliebt (DATHE / SCHOPS, 1986; PETZSCH / PIECHOCKI, 1992), in anderen Regionen sind es Eicheln (KAWAMICHI, 1989), Ahornsamen und andere Früchte verschiedener Laubbäume (GEINITZ, 1980). Aber auch Knospen, junge Triebe, Blätter und Blüten von Bäumen und Sträuchern, verschiedene Getreidearten, wie Weizen, Hafer und Buchweizen, sowie Pilze, Beeren und Früchte gehören auf den Speiseplan des Burunduk (KRAPP, 1988; SMIT, 1977). Ergänzt wird dieser durch die gelegentliche Aufnahme von tierischem Eiweiß in Form von Insekten, Jungvögeln und Eidechsen (KRAPP, 1988; JAEGER, 1969) oder durch Plündern von Mäuse- und Vogelnestern (PETZSCH / PIECHOCKI, 1992; BERGER, 1984). Für den Winter legt der Burunduk während der Sammelperiode Vorratskammern an.

In Sibirien richtet der Burunduk stellenweise, vor allem nach starker Vermehrung, Schäden auf Feldern und in Gärten an (DATHE / SCHOPS, 1986; PETZSCH / PIECHOCKI, 1992) und wird sogar als einer der gefährlichsten Nagetier-Schädlinge für Feldfrüchte und wertvolle wilde Pflanzen beschrieben (SNIGIREVSKAYA, 1964; STILMARK, 1963).

Jahresperiodik

Die Jahresperiodik des Burunduk ist unterteilt in zwei Abschnitte, den Winterschlaf und die Aktivitätsperiode (SNIGIREVSKAYA, 1962).

Winterschlaf

Der Burunduk ist ein echter Winterschläfer, dessen Schlaf immer wieder durch Wachphasen unterbrochen wird (KRAPP, 1978), in denen er Nahrung aufnimmt. In Sibirien dauert der Winterschlaf gut fünf Monate, von Oktober / November bis April; bei der Population in Freiburg etwa vier Monate, von Anfang November bis Ende Februar (KRAPP, 1988). In Gefangenschaftshaltungen in Außenvolieren beginnt der Winterschlaf ebenfalls etwa Ende November / Anfang Dezember und dauert bis Februar / März (LUTHER, 1952; eigene Beobachtungen).

JAEGER (1969) bezeichnet den Burunduk aufgrund seiner Fähigkeit zur Wärmeregulation, seines während des Winterschlafes gesenkten respiratorischen Stoffwechsels, sowie einer Körpergewichtsabnahme von bis zu 30 % während des Winterschlafes ebenfalls als echten Winterschläfer. Er schließt sich aber dem Begriff "shallow hibernation" (oberflächlicher Winterschlaf) von CADE an, worin er energetisch gesehen einen adaptativen Kompromiß zwischen tiefer Winterschlaflethargie und Überwinterung im aktiven Zustand sieht. In seinen späteren Untersuchungen kommt er zu dem Schluß, daß für den Eintritt des Winterschlafes mehr eine innere Winterschlafbereitschaft ausschlaggebend ist, als äußere Faktoren ("permissive environmental factors"). Diese innere Winterschlafbereitschaft wird durch frühe Lethargiephasen im Herbst (sogenannte "test drops") überprüft, weshalb der Burunduk bei tiefen winterlichen Temperaturen als Kurzschlärer gilt (JAEGER, 1973).

Auch SMIT (1977) beobachtet bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren einen Winterschlaf trotz Umgebungstemperaturen von über +15 °C, während KRAPP (1978) eine Umgebungstemperatur von unter +10 °C, eventuell in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit als Auslöser für den Winterschlaf vermutet.

Anfang und Ende des Winterschlafes sind von einer besonders starken Lethargie gekennzeichnet, sie werden aber von mehreren Wachphasen unterbrochen, die jedoch am häufigsten in der Mitte des Winterschlafes auftreten (KRAPP, 1988). SMIT (1977) spricht von bis zu 70 Lethargiephasen während des Winterschlafes mit einer Dauer von einigen Stunden bis zu wenigen Tagen, in denen die Körpertemperatur stark absinkt, nach TELEGIN von +38 °C auf nur +8 bis +10 °C, hin und wieder sogar auf nur +2,8 °C (KAWAMICHI, 1989). Je nach klimatischen Bedingungen verläßt der Burunduk während der Wachphasen des Winterschlafes seinen Bau zur Nahrungsaufnahme oder aber auch nicht. So wird er in unserem gemäßigten Klima auch im Winter regelmäßig außerhalb des Baues gesehen (LUTHER, 1952; eigene Beobachtungen), während er z. B. in Nord-Japan seinen Bau während des Winterschlafes mit einem Erdfropfen verschließt und erst nach Beendigung des Schlafes wieder an der Erdoberfläche erscheint (KAWAMICHI, 1989).

Die Aktivitätsperiode

Während der Aktivitätsperiode ist der Burunduk als reines Tagtier von kurz nach Sonnenaufgang bis vor Sonnenuntergang aktiv (KRAPP, 1988). Im Frühling zeigen die Tiere nur ein einziges, dafür aber langes Aktivitätsmaximum, das sich zum Sommer hin in mehrere Aktivitätsmaxima aufspaltet, mit Schwerpunkt in den Nachmittagsstunden (KRAPP, 1978). 80 % ihrer Aktivitäten verbringen sie mit dem Suchen und Sammeln von Nahrung, 14 % mit dem Fressen und 4 % mit dem Putzen (KRAPP, 1978). KRAPP (1978) legt aufgrund der Untersuchungen von GEINITZ (1976) die Existenz einer ausgeprägten endogenen zirkadianen Rhythmik nahe.

Die Aktivitätsperiode läßt sich in die kurz nach dem Erwachen beginnende Fortpflanzungsperiode und die Sammelperiode im Sommer und Herbst einteilen.

Die Fortpflanzungsperiode

Bei den sibirischen Burunduks beginnt die Paarungsaktivität kurze Zeit nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf etwa in der zweiten Aprilhälfte (KRAPP, 1988; SMIT, 1977; STILMARK, 1963).

SHUBIN (1964) gibt einen recht einheitlichen Zeitraum von 10 - 15 Tagen nach Beendigung des Winterschlafes an, in dem die Paarungsaktivitäten beginnen, so daß Ende Mai / Anfang Juni alle Jungen in einem Zeitraum von 4 - 6 Tagen geboren werden; dabei beginnt die Paarungszeit in den Kuznetsk Alatau Bergen mit mehr rauhem Klima 20 - 30 Tage später als im Flachland. In Volierenhaltung am Niederrhein beginnt die Fortpflanzungsaktivität je nach Witterungsbedingungen bereits Anfang März (eigene Beobachtungen). In der Paarungszeit lockern sich die Territoriegrenzen und der Charakter der Burundukkolonie als Fortpflanzungsgemeinschaft wird deutlich (SMIT, 1977).

Der Burunduk ist nach Gefangenschaftsbeobachtungen multipar, saisonal-polyöstrisch mit einer Zykluslänge von durchschnittlich 13 Tagen (BLAKE/GILLET, 1988; eigene Beobachtungen). Das Paarungsverhalten ist gekennzeichnet durch Sprödigkeitsverhalten des Weibchens und gelegentlich spielerischen Balgereien (KRAPP, 1978). Nach mehreren Aufreitversuchen kommt es zur zwischen 20 und 60 Sekunden dauernden Kopulation, anschließend säubern sich beide Tiere die Genitalgegend (KRAPP, 1978). SMIT (1977) gibt für eine Paarung bis zu 100 Kopulationen und Kopulationsversuche an, von denen weniger als 10 länger als eine Minute dauern und von denen anzunehmen ist, daß nur diese oder eine von diesen zur Ejakulation und Befruchtung führt.

Nach einer Tragzeit von 29 - 31 Tagen werden dann im Mai - Anfang Juni 3 - 8 Junge geworfen (BLAKE / GILLET, 1988; eigene Beobachtungen). Tragzeiten von 35 - 40 Tagen, wie sie einige Autoren angeben (DATHE/SCHOPS, 1986; SCHMITZ, 1988) kann der Verfasser genau so wenig bestätigen, wie Würfe mit 10 Jungtieren (DATHE/SCHOPS, 1986). SHUBIN (1964) gibt die Zahl der Jungtiere in Abhängigkeit von Jahr und Region mit durchschnittlich 4,8 - 6,9 pro Wurf an; das

Geschlechterverhältnis beträgt bei den Jungtieren 1:1, weicht jedoch im Alter von diesem Verhältnis ab. Das Geburtsgewicht der Jungen liegt bei 3,8 - 4 g (SCHMITZ, 1988). Nach ca. 50 Tagen endet die Säugezeit (SMIT, 1977) und so verlassen die juvenilen Burunduks den Bau etwa Mitte Juli. Nach ca. 60 Tagen haben sie das subadulte Stadium erreicht, daß heißt sie sind ausgewachsen, aber noch nicht geschlechtsreif (SMIT, 1977). Sie kommen in ihrem ersten Lebensjahr nicht zur Fortpflanzung (STILMARK, 1963) und sind frühestens mit 10 (SMIT, 1977) bis 11 Monaten (DATHE / SCHOPS, 1986), spätestens mit 15 Monaten (SMIT, 1977) geschlechtsreif.

In Sibirien bringen die Burunduks nur einen Wurf pro Jahr zur Welt, weiter südlich auch zwei (KRAPP, 1988). SHUBIN (1964) beschreibt nur bei einigen Tieren in West-Sibirien (Tom river territory) einen zweiten Wurf. DATHE und SCHOPS (1986) erwähnen einen zweiten Wurf im September bei günstiger Witterung, PETZSCH / PIECHOCKI (1992) erwähnen zwei Würfe, im Mai und September, ohne Bezug auf Witterung oder Geographie. In der Volierenzucht am Niederrhein werden in der Regel ein bis zwei Würfe gesetzt, in seltenen Fällen sogar drei (eigene Beobachtungen).

Die Sammelperiode

Während der Sammelperiode im Spätsommer und Herbst verbringt der Burunduk fast den ganzen Tag mit dem Suchen und Sammeln von Nahrung (KRAPP, 1988). KONEV (1956) stellte fest, daß die von ihm beobachteten Tiere 2 - 3 Vorratskammern anlegten; in einer geöffneten Kammer fand er neben getrockneten Blättern 2,8 kg Zirbelnüsse und vermutet demnach Wintervorräte von 3 - 6 kg Futter pro Tier. KAWAMICHI (1989) stellte Vorratsmengen an Samen von 400 - 2500 g fest. Nach anderen Autoren werden Samen in Mengen von 2 - 8 kg gesammelt, darüber hinaus aber auch etwa 5 cm tief im Erdboden vergraben (KRAPP, 1988).

3. Literaturübersicht

Vor der eigentlichen Literaturübersicht seien der Klarheit wegen einige Zeilen dem Wirrwar der Namensgebung des Burunduk gewidmet.

Der **Burunduk**, *Eutamias sibiricus* (Laxmann, 1769), wird umgangssprachlich meist einfach **Streifenhörnchen** genannt, trägt aber in der deutschsprachigen Literatur verschiedene Namen. Am häufigsten wird er als **Burunduk** (DATHE / SCHOPS, 1986; PETZSCH / PIECHOCKI, 1992; JAEGER, 1969), **Sibirisches Streifenhörnchen** (KRAPP, 1988), **Asiatisches Streifenhörnchen** (SMIT, 1977), aber auch als **Eurasisches Erdhörnchen** (DATHE / SCHOPS, 1986; PETZSCH / PIECHOCKI, 1992), **Ostasiatisches Backenhörnchen** (LUTHER, 1952) oder **Gestreiftes Backenhörnchen** (DATHE / SCHOPS, 1986) bezeichnet. In der englischen Sprache heißt er **Burunduk** (WALKER, 1964), **Siberian Chipmunk** (WALKER, 1964) oder **Asiatic Chipmunk** (WALKER, 1964), auf französisch **L'écureuil de Corée** (PETIT / DUTRILLAUX, 1985; BOUSSARIE, 1992) oder **Le Tamia de Sibérie** (KRAPP, 1978) und auf russisch wird er **Burunduka** (STILMARK, 1963) genannt.

Bei der obigen Übersicht über die verschiedenen ausländischen Namen für den Burunduk wurde sich auf die Sprachen beschränkt, in denen hauptsächlich die Literatur über den Burunduk zu finden ist. Auf die Wiedergabe der Namen in der asiatischen Literatur (z. B. japanisch und koreanisch) in ihrem Schriftbild wurde verzichtet, wengleich auch einige Texte aus diesem Raum in der vorliegenden Arbeit mit berücksichtigt wurden.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, existiert über die Anatomie und Histologie des Verdauungskanal des Burunduk keine zusammenfassende, als ausreichend anzusehende Arbeit. Erste Angaben über den Magen-Darm-Kanal des Burunduk finden sich bei GORGAS (1967), der mit seiner Arbeit das Ziel verfolgte, den Einfluß von Phylogenie, Spezialisierung und funktioneller Adaptation auf den Säugetierdarm zu erforschen. Dazu beschrieb er die Morphologie des Magen-Darm-Kanals in einigen Teilen sehr genau, in anderen aber auch nur oberflächlich, je nach beigemessener Bedeutung für sein Arbeitsziel. Seine Ergebnisse sollen aber als Vergleichswerte den eigenen Ergebnissen gegenübergestellt und diskutiert werden.

Auch TINUOV (1979) erhob einige Längenmaße des Darmes um mit diesen, zum Teil jedoch nur an männlichen Burunduks erhobenen morphologischen Parametern einen intraspezifischen Vergleich zwischen den verschiedenen Unterarten von *Eutamias sibiricus* anzustellen. Dabei kam er zu dem Ergebnis, daß ihre Zahl auf wenigstens 3 - 4 im Gebiet der UdSSR festzulegen ist.

3. Literaturübersicht

Die von ihm aufgenommenen Werte über den Magen-Darm-Kanal sind zwar noch weniger umfangreich als die von GORGAS, sollen aber ebenfalls zu Vergleichszwecken herangezogen und diskutiert werden.

LEE und LEE (1986) stellten mit speziellen Färbemethoden (Grimelius silver impregnation, Masson-Hamperl silver impregnation) endokrine Zellen lichtmikroskopisch im Gastrointestinaltrakt von *Eutamias sibiricus asiaticus* dar. Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung differenzierten sie für den Magen die Zelltypen EC, ECL, D, D₁ und G, für das Duodenum die Zelltypen S, EC, EC₂. Ihre Ergebnisse unterscheiden sich etwas von denen anderer Autoren für andere Hörnchenarten. Dies führten sie auf ein anderes Freßverhalten oder aber auch auf eine unterschiedliche Gewebereaktion auf die Fixier- und Färbemethoden zurück.

Neben diesen drei Literaturquellen finden sich lediglich in einigen Büchern über Heimtierkrankheiten noch kurze anatomische, z. T. nicht sehr aussagekräftige Vorbemerkungen zum Rumpfdarm (ISENBÜGEL, 1985; BERGHOFF, 1989; GIEBLER, 1995). Damit jedoch ist die verfügbare Literatur über den Rumpfdarm des Burunduk schon erschöpft.

Über einen Teil des Kopfdarmes, nämlich die Zunge, berichteten KOBAYASHI et al. (1992) mit ihrer rasterelektronenmikroskopischen Studie über die Zungenpapillen des Burunduk. LEE und LEE (1981) untersuchten in einer weiteren Arbeit die Fettspeicherzellen (FSC) der Leber des Burunduk licht- und elektronenmikroskopisch.

Diesen wenigen Veröffentlichungen über das Verdauungssystem des Burunduk stehen deutlich mehr Veröffentlichungen aus anderen veterinärmedizinischen Bereichen gegenüber. Der Übersicht halber seien solche aus dem Gebiet der Anatomie und Physiologie kurz erwähnt.

Anatomische Arbeiten liegen vor in Form von einigen allgemeinen und vergleichenden Untersuchungen morphometrischer Parameter im Rahmen biologischer Untersuchungen (ANDO / SHIRAISHI, 1991; KRAPP, 1978; ROSSOLIMO / PAVLINOV, 1976; STUBBE / CHOTOLCHU, 1968), aber auch ganz spezieller Arbeiten z. B. über das Haarkleid (SOKOLOV et al., 1981), das cephalo-arterielle System (BUGGE, 1971) oder den Larynx (NOSU, 1972).

Wissenschaftlichen Arbeiten über das Nervensystem des Burunduk sind deutlich zahlreicher. Neben einer Untersuchung über die Hörfrequenzen (MOVCHAN, 1978) und einer immunhistochemischen Studie über die Innervation der Schneidezähne und des *Ligamentum peridontale* (SATO et al., 1989) war vor allem das optische Nervensystem Gegenstand der Untersuchungen. Sowohl die *Retina* (WAKAKUWA et al., 1985 a, b), der *Nervus opticus* (FUKUDA / SUGIMOTO, 1980; WAKAKUWA et al., 1987 a, b) und seine Projektion in die verschiedenen

Kerngebiete des *Thalamus*, wie den *Nucleus geniculatus lateralis* (LGNd) (WAKAKUWA et al., 1982; KAWAMURA et al., 1984; FUKUDA et al., 1986; MORIGIWA et al., 1988) oder das *Pulvinar* (NAKAGAWA et al., 1986) wurden eingehend untersucht, ebenso die visuellen Neuronen des *Cortex* (POLKOSHNIKOV, 1975; POLKOSHNIKOV, 1979; POLKOSHNIKOV, 1984; REVISHCHIN / POLKOSHNIKOV, 1987; POLKOSHNIKOV / CHETYRBOK, 1988 a, b, c).

IJIMA / IMAI (1974) ließen aufgrund ihrer Untersuchungen der *Area postrema* des Burunduk eine mögliche sekretorische Funktion derselben vermuten.

Die im folgenden genannten physiologischen Arbeiten stehen alle inhaltlich in Zusammenhang mit dem Nervensystem und beschreiben zum Großteil zyklische Vorgänge.

Es sind dies Arbeiten über den Tageszyklus (POHL, 1972; POHL, 1978; SATO et al., 1984; SATO / KAWAMURA, 1984 a, b; SAITOH et al., 1991; ABE et al., 1995; DIJK / DAAN, 1989; DIJK et al., 1991), den Fortpflanzungszyklus (SADDINGTON, 1966; BLAKE / GILLETT, 1988) und den Winterschlaf (KONDO, 1987 b; KONDO / KONDO, 1992; TAKAMATSU et al., 1993; ZAGORSKAYA et al., 1984). Auch die Untersuchung des Reizbildungs- und Erregungsleitungssystems des Herzens erfolgten unter dem Aspekt seiner Beeinflussung durch den Winterschlaf (KONDO / SHIBATA, 1984; KONDO, 1986 a, b; KONDO, 1987 a, b).

Ein Überblick über die Arbeiten auf dem Gebiet der Erkrankungen des Burunduk würde zu weit führen, insbesondere auf dem Gebiet der Parasitologie, wengleich einige interessante Veröffentlichungen in dem Bereich der Zoonosen existieren.

4. Material und Methoden

Die untersuchten Tiere stammten alle aus einer Burundukzucht am Niederrhein.

In diese Zucht flossen zur Vermeidung von Inzucht ständig neue Tiere ein, jedoch ohne genaue Kenntnis ihrer geographischen Herkunft und damit ohne genaue Kenntnis ihrer Unterart. Eine genaue Zuordnung der untersuchten Tiere zu einer bestimmten Unterart von *Eutamias sibiricus* ist daher nicht möglich. Die Grunddaten zu den einzelnen Tieren sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die **makroskopischen Untersuchungen** wurde an 12 Tieren durchgeführt, die eines natürlichen Todes gestorben waren. Die Tiere wurden unmittelbar nach Kenntnis von ihrem Tod bis zur chemischen Fixierung in der Tiefkühltruhe bei -18 °C gelagert. Nach dem Auftauen wurden das Körpergewicht bestimmt und die Körperlänge bei leicht gekrümmtem Rücken gemessen.

NICKEL (1933) und HAESLER (1930) halten die Rumpflänge (von Brustbeinspitze - Sitzbeinhöckerverbindungsline) für das beste Bezugsmaß zu den gemessenen Längen des Verdauungskanals, insbesondere beim Vergleich zwischen verschiedenen Tierarten. Sie ist laut NICKEL weniger durch Verbiegen zu beeinflussen als z. B. die Scheitel-Steiß-Länge (SSL). Dies mag für einen Großteil der Tiere zutreffen. Beim Burunduk aber mit seinem sehr kurzen Hals ist die Körperlänge über den Rücken gemessen weniger Schwankungen unterworfen als die Rumpflänge. Letztere kann nämlich je nach Körperhaltung sehr unterschiedlich sein. Bei einem hockend sitzenden Tier ist sie wesentlich kürzer als bei einem sich im Erdbau sich gestreckt fortbewegenden Tier. Bei einem so unterschiedliche Körperhaltungen einnehmenden Tier wie dem Burunduk ist es kaum möglich, eine "richtige" Körperhaltung festzulegen, bei der diese Rumpflänge gemessen werden sollte. Dies und vor allem die Tatsache, daß die beiden anderen Autoren GORGAS (1967) und TIUNOV (1979) die Kopf-Rumpf-Länge (KRL) bzw. die Körperlänge (KL) als Bezugsmaß gewählt haben, waren der Grund auch in der vorliegenden Arbeit die Kopf-Rumpf-Länge (KRL) und die Körperlänge (KL) als Bezugsmaß zu wählen. Die Körperlänge wurde von der deutlich tastbaren *Crista nuchae* des *Os occipitale* bis zum Schwanzansatz gemessen. Die Kopf-Rumpf-Länge (KRL) wurde ermittelt durch Addition der Strecke *Crista nuchae* bis Nasenspitze zur Körperlänge. Anschließend wurden von den Tieren zwei Röntgenaufnahmen angefertigt, um das Skelettsystem, die Lage der Nieren und den Stand der Zwerchfellkuppel darzustellen. Bei einigen Tieren konnten die Röntgenaufnahmen aus organisatorischen

Gründen erst nach ihrer Fixierung, z. T. sogar erst nach ihrer Exenterierung angefertigt werden. Letzteres hatte allerdings den Vorteil, daß die Lage der Nieren sowie die Konturen des Skelettes wegen des reduzierten Weichteilschattens deutlicher zu erkennen waren. Die Röntgenaufnahmen erfolgten bei 45 kV mit 10 mAs bzw. bei 48 kV mit 8 mAs auf einen "Fine Single Film", der sich besonders wegen seiner Detailerkennbarkeit für kleine Tiere eignet. Anschließend wurde der Rumpf der Tiere enthäutet, um den ventralen Längsdurchmesser der Bauchhöhle besser messen zu können und ein schnelleres Eindringen der Fixierlösung in den Körper zu ermöglichen. Die Tiere wurden dann noch gemeinsam mit einem Lineal fotografiert und schließlich in toto in 3,65 %iger Formalinlösung bzw. in Klott'scher Lösung fixiert. Einige Tiere, die relativ spät nach dem Tod gefunden worden waren, wurden für einen Tag in eine 7,3 %ige Formalinlösung gebracht, um so einen möglichen Verwesungsprozeß schneller zu stoppen.

Nach wenigstens einwöchiger Fixierung wurden die Tiere wie folgt präpariert. Die äußerlich mit Zellstofftüchern abgetrockneten Tierkörper wurden in Rückenlage auf einem Präparationsbrett fixiert. Die Bauchhöhle wurde durch einen Medianschnitt eröffnet, die Bauchwand nach Schnitten entlang des Rippenbogens und vor dem Becken zur Seite geklappt und unter der Rückenmuskulatur abgesetzt. Die Lage der Baueingeweide wurde durch Skizzen und Fotos von ventral und beiderseits lateral festgehalten. Dann wurde das Tier wieder in Rückenlage gebracht und die Baueingeweide wurden Schicht für Schicht von ventral nach dorsal aus der Bauchhöhle herauspräpariert. Zur Dokumentation wurden zwischendurch immer wieder Fotos und Skizzen angefertigt. Die während der Präparation erforderliche Kennzeichnung von Darmabschnittsgrenzen erfolgte mittels nicht einschneidender Ligaturen. So wurde vor der Durchtrennung der *Plica duodenocolica* das Ende seiner Ansatzlinie am *Duodenum* markiert, um später die Länge des *Duodenum* bestimmen zu können. Auch die Grenzen zwischen den durch ihre Lage definierten Kolonabschnitten wurden so gekennzeichnet. Bei der dann folgenden Exenteration wurde der *Oesophagus* an seinem Durchtritt durch den *Hiatus oesophageus* abgesetzt. Das Becken wurde nahe der Beckensymphyse aufgetrennt und der *Anus* umschnitten, um so das *Rectum* mit dem *Anus* unbeschädigt entnehmen zu können. Schließlich wurden das Kleine Netz, die Gekrösewurzel und das *Mesocolon descendens* durchtrennt und das Darmkonvolut herausgenommen. Das exenterte Tier wurde zurück in die Fixierlösung gegeben und für weitere Untersuchungen zurückgestellt.

Zur Darstellung seiner Gekröseverhältnisse wurde der Magen-Darm-Trakt auf einer nicht saugenden kontrastreichen Kunststoffunterlage ausgebreitet und fotografisch wie zeichnerisch festgehalten. Vor der Abtrennung des Darms von der Gekröseplatte wurde auch das Ende der Ansatzlinie der *Plica ileocaecalis* am *Ileum* mittels einer nicht einschneidenden Ligatur gekennzeichnet, um später die Länge des *Ileum* bestimmen zu können. Anschließend wurde der Darm von seinem Gekröse getrennt. Die einzelnen Abschnitte des Magen-Darm-Traktes wurden beschrieben und Länge und Durchmesser ausgemessen.

Auf die Schwierigkeiten, alleine aus der Darmlänge Schlußfolgerungen z. B. auf die Ernährungsweise einer Art zu schließen hat HAESLER (1930) bereits hingewiesen. Eine Ermittlung des Volumens der einzelnen Darmabschnitte, wie sie HAESLER anführt, war aber wegen des z. T. schlechten Fixierungszustandes der Tiere nicht möglich. Zudem wird die Angabe des Darmvolumens oder auch weiterer Parameter für nicht viel aussagekräftiger gehalten was die Ernährungsweise (vegetarisch - animalisch) eines Tieres angeht als die Darmlänge alleine. HAESLER beklagt zwar die Schlußfolgerung vieler Autoren: "Langer Darm = Pflanzenfresser, kurzer Darm = Fleischfresser" und widerlegt sie mit den relativen Darmlängen des fleischfressenden Seehundes von 1:28 und des pflanzenfressenden Zweizehenfaultiers mit 1:3,7. Seine eigenen Untersuchungen mit den zusätzlichen Parametern Volumen und innere Oberfläche führt er als Ernährungsversuch allerdings nur am Schwein durch, anstatt sich der oben genannten Grenzfälle anzunehmen und diese abzuklären. Und so bringen auch seine an Parametern umfangreicheren Untersuchungen letztlich keine Klärung darüber, ob von der relativen Darmgröße (Länge, Volumen oder innere Oberfläche im Verhältnis zur Körpergröße, -masse oder -oberfläche) direkt auf die Ernährungsweise geschlossen werden kann.

Zur Klärung dieser Frage werden vom Autor vielmehr ernährungsphysiologische Untersuchungen für notwendig erachtet, die unter anderem auch den äußerst wichtigen Parameter "Darmdurchgangszeit" berücksichtigen, der die absoluten Darmmaße relativiert. Deshalb wurde es als ausreichend angesehen, allein die Darmlänge und den Darmdurchmesser aufzunehmen und dabei insbesondere das Verhältnis der einzelnen Darmabschnitte zueinander zu betrachten.

Die Messung der Darmlänge konnte nur am fixierten Präparat erfolgen, wie es auch WETZEL getan hatte (HAESLER, 1930). Dazu wurde der Darm jedoch nicht wie von WETZEL in einzelne gerade Stücke zerschnitten, sondern auf einer nicht saugenden Kunststoffunterlage neben

einem Lineal vorsichtig gestreckt ausgelegt. Eine eventuell mögliche Längenzunahme infolge einer Überstreckung des Darms und anschließendem Anhaften an der Unterlage wurde dadurch ausgeschlossen, daß die Unterlage befeuchtet wurde und auch auf den ausgestreckt liegenden Darm immer wieder Fixierflüssigkeit geträufelt wurde. Laut HAESLER (1930) hat die Untersuchung am fixierten Darm den Vorteil, daß der Darm unter möglichst gleichen Verhältnissen zur Untersuchung kommt. Laut NICKEL (1933) ist es zwar generell unmöglich, die nicht sofort nach dem Tod aufgenommenen Darmmaße auf die Verhältnisse *intra vitam* zu übertragen. Eine Aussagekraft bezüglich der Verhältnisse der einzelnen Darmabschnitte eines Tieres zueinander, insbesondere des Verhältnisses Dünn- zu Dickdarm, und ein Vergleich zwischen gleichartig fixierten Tieren ist jedoch durchaus möglich. Nach GORGAS (1967) ist bei gleichartiger Methodik sogar ein intraspezifischer und intragenerischer Vergleich der Darmlängen möglichen.

Der Darmdurchmesser wurde mit einer Schublehre ermittelt. Da der ausgebreitete Darm jedoch meistens nicht einen absolut runden, sondern eher ovalen bis flachovalen Querschnitt zeigte, wurde bei der Messung versucht, ihn in eine runde Form zu bringen, ohne ihn dabei zu komprimieren. Aufgenommen wurden der minimale und der maximale Durchmesser jedes Darmabschnittes, teilweise auch einige Zwischenwerte. Die Angaben zum Durchmesser des Rumpfdarmes dürfen nicht dazu verleiten, einen fiktiven Darminhalt als Produkt von Darmlänge und Querschnittsfläche zu ermitteln. Zum einen aufgrund der möglichen methodischen Ungenauigkeit bei der Querschnittsermittlung. Zum anderen, weil ein solcher Wert nichts über den physiologischen Füllungszustand und damit den tatsächlichen Inhalt des Darmes aussagt. Sie sollen vielmehr eine Vorstellung vom Dehnungsvermögen des Darmrohres in Abhängigkeit von seinem Füllungszustand geben. Verdeutlicht wird dies auch in den Minimal- und Maximalwerten der Darmwandstärke bei den mikroskopischen Untersuchungen.

Die Messungen an Magen und *Caecum* erfolgten aufgrund ihrer besonderen Form etwas anders als die des übrigen Darmes. Nach der Beschreibung ihrer Form wurden an beiden Organen die innere und die äußere Krümmung mit Hilfe eines wasserdurchtränkten, nicht dehnbaren Fadens ermittelt. Ein Durchmesser wurde beim Magen nicht angegeben. Beim Blinddarm wurden der Durchmesser seiner Basis, sein maximaler Durchmesser sowie sein Durchmesser unmittelbar vor dem Übergang in den Blinddarmscheitel wie beschrieben

ermittelt. Nach der Untersuchung des Magen-Darm-Traktes wurde dieser zur Aufbewahrung in ein gesondertes Gefäß mit Fixierlösung gebracht.

An die Vermessung des Darmes schloß sich die makroskopische Betrachtung seiner Schleimhaut unter 2- bis 10-facher Lupenvergrößerung an.

Für die Untersuchung des *Oesophagus* wurden am exenterierten Tierkörper die linke Vordergliedmaße abgesetzt und die linksseitige Hals- und Thoraxmuskulatur abpräpariert. So freigelegt konnte die Lage des Halsteils des *Oesophagus* beschrieben werden. An der Stelle seines Eintritts in den Brustkorb, wurde die mit ihm verbundene *Trachea* mittels Inzision markiert. Diese ermöglichte die anschließende Längenbestimmung des Halsteils am herauspräparierten *Oesophagus*. Dann wurden die linke Brustkorbbwand und der linke Lungenflügel entfernt und die Lage des Brustteils des *Oesophagus* beschrieben. Der *Oesophagus* wurde aus seinem ihn noch umgebenden Gewebe freipräpariert und mit Kehlkopf und *Trachea* abgesetzt. Die Längen von *Oesophagus* und seinen Abschnitten wurden gemessen und sein Durchmesser im kranialen und kaudalen Bereich ermittelt. Bei letzterem ergaben sich die gleichen Probleme wie bei der Ermittlung des Darmdurchmessers, da sich auch der *Oesophagus* im Querschnitt nicht immer rund darstellt. Insbesondere der kraniale Abschnitt liegt deutlich abgeflacht auf der *Trachea*. Auch hier wurde versucht, durch vorsichtiges Hantieren den *Oesophagus* in eine möglichst runde Form zu bringen und dann zu messen. Der Bauchteil des *Oesophagus* brauchte zu seiner Beschreibung nicht freipräpariert zu werden, da er sich am Magen befand. Die Aufnahmen der makroskopischen Präparate wurden mit einer LEICA R3 ELECTRONIC-Kamera mit MACRO-ELMARIT-R 1:2,8/60 Objektiv (LEITZ WETZLAR) und Zwischenstück angefertigt. Als Filmmaterial wurden die Filme AGFAPAN APX 25 bzw. 100 gewählt.

Für die **mikroskopische Untersuchung** mußten gesunde Tiere getötet und unmittelbar nach dem Tod präpariert werden, um sicherzugehen, daß keine pathologischen Prozesse oder präparationstechnischen Mängel die Feinstruktur der Organe verzerren. Es wurden dazu drei Tiere genommen, die in der Zucht keine Verwendung mehr finden sollten.

Sie wurden unter einer sehr starken Ketamin-Mononarkose (40 mg/Tier) durch Entbluten nach Eröffnung der *A. femoralis* getötet. Unmittelbar nach dem Tod wurden die Tiere in Rückenlage gebracht und die Bauchhöhle per Medianschnitt eröffnet. Die Bauchlappen wurden lateral aber nur etwa zur Hälfte eingeschnitten und zur Seite geklappt, damit die Eingeweide nicht aus der Bauchhöhle fallen konnten. Es wurde ein Foto vom ventralen Situs

angefertigt, Fotos von lateral konnten nicht gemacht werden, weil bei dem dafür notwendigen Kippen des Tieres auf die Seite das ganze Darmkonvolut herausgefallen wäre. Nach Anfertigung des Fotos wurden der Magen und mehrere 10 - 30 mm lange Teilstücke aus den verschiedenen Darmabschnitten entnommen und in Buoin'scher Lösung fixiert. Der Rest des Darm-Traktes wurde in 3,65 %iger Formalinlösung konserviert. Nach Fixierung über Nacht in Buoin'scher Lösung wurde aus den Präparaten die überschüssige Pikrinsäure durch Spülen in 70 %igem Alkohol herausgelöst. Dann wurden die Präparate im Einbettautomaten in Paraffin eingebettet, aufgeblickt und 6 - 10 µm dicke Schnitte auf dem Mikrotom angefertigt. Die Schnitte wurden mit Haematoxylin / Eosin gefärbt und bei 35-, 100- und 400-facher Vergrößerung untersucht. Die mikroskopischen Aufnahmen wurden mit dem ZEISS AXIOPHOT auf ILFORD PAN F PLUS-Filmen angefertigt.

Vom *Oesophagus* wurden vier bis fünf Querschnitte aus dem kranialen, medialen und kaudalen Bereich angefertigt. Der *Magen* wurde sagittal geschnitten, um so seine verschiedenen Drüsenzonen darstellen zu können. Dabei wurden auch die dem Magen anhängenden Abschnitte von *Oesophagus* und *Duodenum* mit dargestellt. Vom *Duodenum* wurden je ein Querschnitt aus dem kranialen und aus dem mittleren Bereich angelegt und ein Sagittalschnitt vom Übergang in das *Jejunum*. Als bei der Auswertung des Sagittalschnittes festgestellt wurde, daß die Duodenaldrüsen nicht ganz bis zum Ende des *Duodenum* vorhanden sind, wurden noch nachträglich von der kaudalen Hälfte des *Duodenum* weitere Schnitte angefertigt, um das Ende der Duodenaldrüsenzone so genau wie möglich bestimmen zu können. Das *Jejunum* war in seinem Anfang bereits in dem Sagittalschnitt des Übergangs zum *Duodenum* dargestellt worden. Es folgten drei Querschnittsebenen aus dem kranialen, medialen und kaudalen Abschnitt des *Jejunum*. Am Übergang zum *Ileum* wurde wieder ein Sagittalschnitt erstellt. Um während der Untersuchung aufgetretene Unklarheiten bezüglich der Zottenform im *Jejunum* zu klären, wurden von einem Tier zusätzlich noch drei Sagittalschnitte aus dem kranialen, mittleren und kaudalen *Jejunum* angefertigt. Von dem relativ kurzen *Ileum* wurde wegen der bereits existierenden Sagittalschnittebenen am Übergang zum *Jejunum* und zum Dickdarm nur ein Querschnitt aus der Mitte gefertigt.

Das *Caecum* wurde zu dem gemeinsamen Sagittalschnitt seiner Basis mit dem Ende des *Ileum* und dem Anfang des *Colon ascendens* noch in einem Querschnitt aus seiner Mitte dargestellt, in einem Fall zusätzlich noch in einem Querschnitt aus der Blinddarmspitze. Vom *Colon ascendens* wurden zu dem oben erwähnten Sagittalschnitt drei Querschnitte gefertigt,

und zwar einer aus seiner weiten Anfangsschleife, einer aus seiner ersten Parallelschlinge und einer aus seiner zweiten Parallelschlinge. Das *Colon transversum* und das *Colon descendens* wurden je in einem Querschnitt dargestellt, das Ende des *Colon descendens* in einem langen Sagittalschnitt gemeinsam mit *Rectum* und *Anus*.

Für die oben genannten Schnittebenen wurden von den entsprechenden 10 - 30 mm langen Teilstücken alle 2 - 5 mm eine Querschnittserie angefertigt. Als in den ersten Querschnitten des *Colon* eine auffällige Lymphknotenform entdeckt worden war, wurden zu deren weiterer Abklärung von den Teilstücken des *Colon* im Abstand von nur 1 mm weitere Querschnittserien angefertigt.

5.1 Makroskopische Ergebnisse

5.1.1 Rumpfskelett und Cavum abdominis

Um eine Orientierung im Abdomen des Burunduk zu ermöglichen, sei vor die Beschreibung des Rumpfdarmes die Beschreibung des Rumpfskelettes und der Bauchhöhle, *Cavum abdominis*, gestellt (s. Abb. 2 und Tab. 3).

Die **Halswirbelsäule** besteht aus 7 Halswirbeln, die - mit Ausnahme von Atlas und Axis - sehr kurz und etwa dreimal so breit wie lang sind. Ihr schließt sich die durchschnittlich 39,8 mm (34 - 44 mm) lange **Brustwirbelsäule** an, deren 12 Wirbel kranial kurz und breit, kaudal doppelt so lang und halb so breit sind. An ihnen inserieren die 12 **Rippen**, von denen die ersten 7 echte Rippen (*Costae sternales*) und die letzten 5 unechte Rippen (*Costae asternales*) sind. Die letzte unechte Rippe endet frei als asternale Fleischrippe (*Costa fluctuans*). Die aus 7 Lendenwirbeln bestehende **Lendenwirbelsäule** weist die kräftigsten Wirbel der gesamten Wirbelkette auf, sie sind von ihrer Form her etwas länger als breiter. Die Länge der Lendenwirbelsäule liegt bei durchschnittlich 35,4 mm (32 - 41 mm). Es schließen sich das aus 3 zusammengewachsenen Kreuzwirbeln bestehende, im Schnitt 12 mm (11 - 13 mm) lange **Kreuzbein** und die Schwanzwirbelkette an.

Die **Bauchhöhle**, *Cavum abdominis*, stellt sich insgesamt als nach kaudal gerichteter Kegel dar. Die breite Basis reicht kranial mit der nach kranial gewölbten Zwerchfellkuppel bis in Höhe des 8. - 9. Brustwirbels in die Brustkorbhöhle, *Cavum thoracis*. Kaudal geht die Bauchhöhle durch den weit offenen Beckeneingang in den mit Bauchfell ausgekleideten Teil der Beckenhöhle über, der etwa in der Mitte des Beckens endet. Der dorsale Längsdurchmesser der Bauchhöhle vom 1. Lendenwirbel bis zum Promontorium, entspricht der Länge der Lendenwirbelsäule und mißt durchschnittlich 35,4 mm (32 - 41 mm). Der ventrale Längsdurchmesser reicht vom Kaudalende des Brustbeins bis zum Schambeinkamm und mißt im Schnitt 54,3 mm (46 - 61 mm). Der größte Höhendurchmesser der Bauchhöhle liegt mit durchschnittlich 22 mm (17 - 28 mm) in Höhe der letzten beiden Brustwirbel, der größte Querdurchmesser wird mit durchschnittlich 28 mm (21 - 34 mm) am kaudalen Ende des Brustkorbs zwischen den Rippenbögen in Höhe der ersten beiden Lendenwirbel gemessen.

Das kraniale Drittel des Abdomens, die *Regio abdominalis cranialis*, reicht von der Zwerchfellkuppel in Höhe des 8.- 9. Brustwirbels bis etwa zum 1.- 2. Lendenwirbel, liegt also fast ganz im Thorax. Hier schließt sich das mittlere Drittel, die *Regio abdominis media*, an,

5.1 Makroskopische Ergebnisse

um in Höhe des 5./6. Lendenwirbels in das kaudale Drittel, die *Regio abdominalis caudalis*, überzugehen.

Zur besseren Orientierung in der Bauchhöhle seien an dieser Stelle die Lage der beiden Nieren und der Gekrösewurzel angegeben. Die rechte Niere liegt im Bereich des 1. - 3. Lendenwirbels (12. BW - 5. LW), also an der Grenze zwischen kranialem und mittlerem Drittel der Bauchhöhle, die linke Niere etwas weiter kaudal im Bereich des 2. - 4. Lendenwirbels (1. LW - 5. LW), beide paramedian (s. Tab. 4). Die Gekrösewurzel, *Radix mesenterici*, findet sich etwa dazwischen, kranial der Abzweigung der Nierengefäße, also in Höhe des 1.- 2. Lendenwirbels.

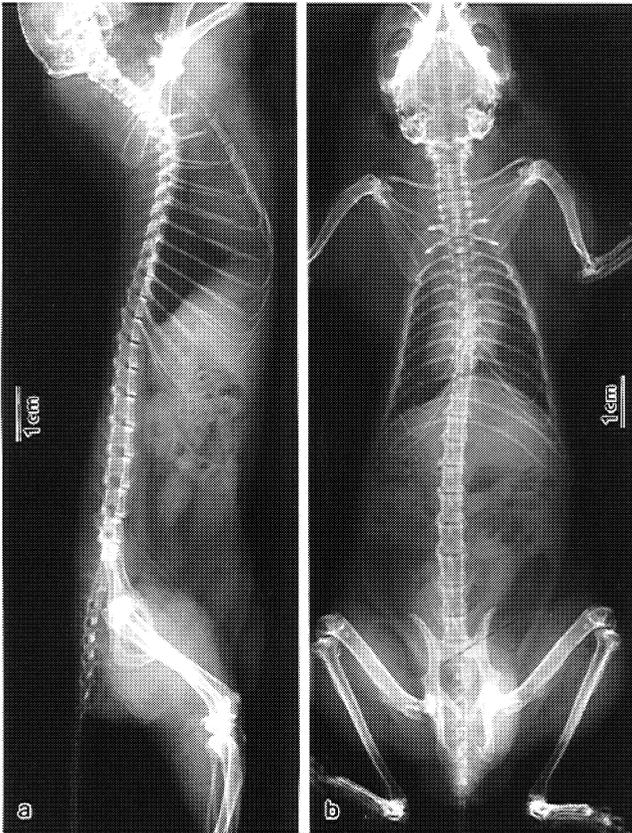


Abb. 2: Röntgenaufnahme, a) latero-lateraler und b) dorso-ventraler Strahlengang

5.1.2 Vorderdarm

5.1.2.1 Speiseröhre, *Oesophagus* (Abb. 3)

Der *Oesophagus* als unmittelbare Fortsetzung des *Pharynx* hat eine **Länge** von durchschnittlich 48,2 mm (44 - 51 mm). Er gliedert sich in einen kurzen Halsteil, einen sehr langen Brustteil und einen kurzen Bauchteil. Der durchschnittlich 8,2 mm (7 - 10 mm) lange bis zur Brustapertur reichende Halsteil, *Pars cervicalis*, macht ca. 17 % der Länge des *Oesophagus* aus. Er liegt dorsal auf der *Trachea* unter der Muskulatur der Halswirbelsäule. Lateral wird er begleitet von *A. carotis communis*, *V. jugularis*, *Tr. vagosymphiticus* und *N. laryngeus recurrens*. In seinem kaudalen Drittel beginnt er sich nach links lateral zu verschieben, um in Höhe der kranialen Brustapertur links laterodorsal der *Trachea* aufzuliegen. In dieser Lage verläuft dann der lange Brustteil, *Pars thoracica*, bis zur Luftröhrengabel, *Bifurcatio tracheae*, um dann rechts am Aortenbogen vorbeizuziehen. Unter der Aorta gelegen zieht er dann nach kaudal zum Speiseröhrenschlitz, *Hiatus oesophageus*, dorsal und ventral begleitet vom *Truncus vagalis dorsalis et ventralis*. Der Brustteil ist durchschnittlich 33,3 mm (29 - 36 mm) lang und macht damit ca. 69,3 % des *Oesophagus* aus. Der durchschnittlich nur 6,7 mm (5 - 8 mm) lange Bauchteil, *Pars abdominalis*, macht ca. 14,0 % des *Oesophagus* aus. Er verläuft vom Speiseröhrenschlitz in der *Impressio oesophagea* der Leber zwischen den Blättern des *Ligamentum gastrophrenicum* gelegen zur *Cardia* des Magens, um dort mittels einer schwach ausgebildeten *Valva cardiaca* zu münden. Der **Durchmesser** des *Oesophagus* liegt bei durchschnittlich 2,0 mm (1,7 - 2,5 mm).

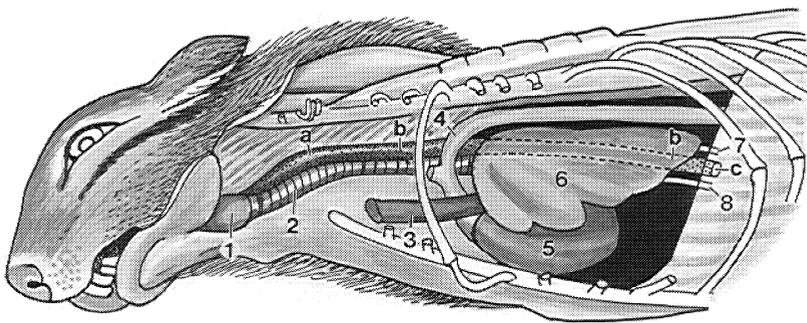


Abb. 3: *Oesophagus* in situ

a: <i>Pars cervicalis</i>	1: <i>Larynx</i>	4: Aortenbogen	7: <i>Tr. vagalis dorsalis</i>
b: <i>Pars thoracalis</i>	2: <i>Trachea</i>	5: Herz	8: <i>Tr. vagalis ventralis</i>
c: <i>Pars abdominalis</i>	3: <i>V. cava cranialis</i>	6: linke Lungenhälfte	

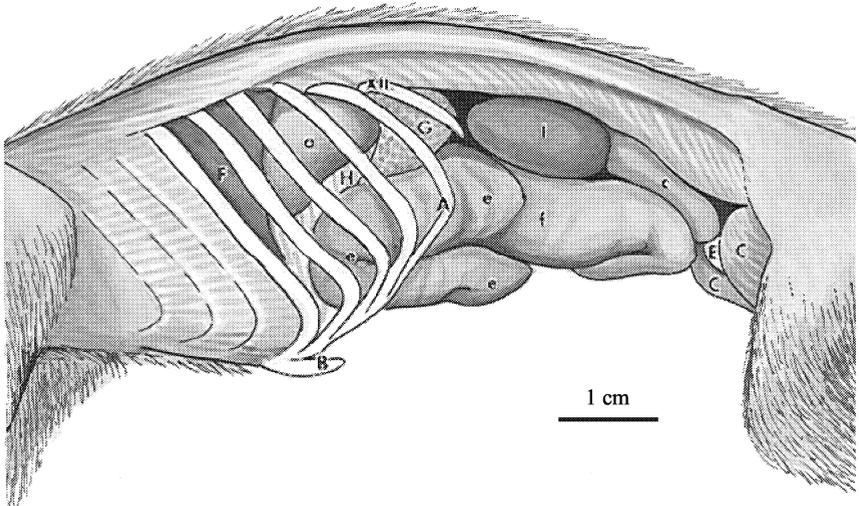


Abb. 4: Bauchsitus, männlicher Burunduk, linke Seitenansicht

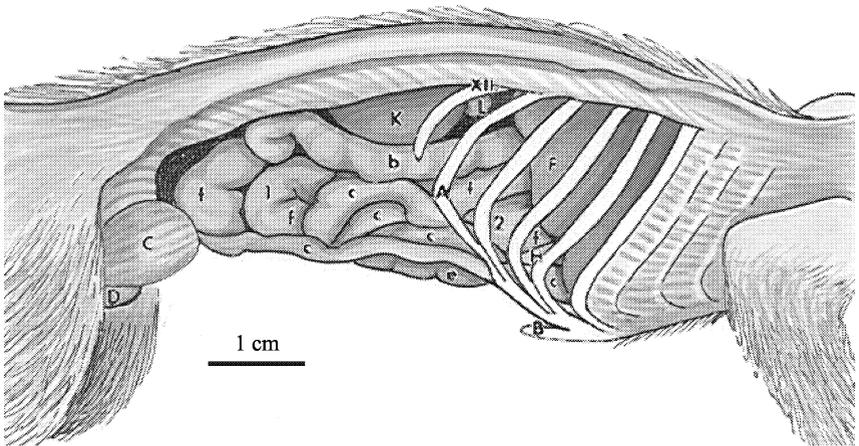


Abb. 5: Bauchsitus, männlicher Burunduk, rechte Seitenansicht

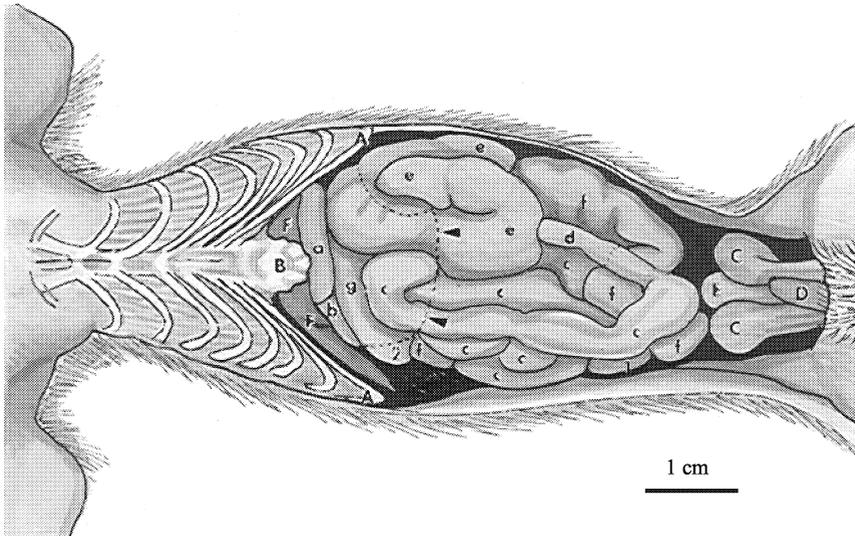


Abb. 6: Bauchsitus, männlicher Burunduk, ventrale Ansicht

Zu den Abb. 4 - 6: Bauchsiten, männlicher Burunduk, lateral und ventral

a: Magen	A: Arcus costalis
b: Duodenum	B: Cartilago xiphoidea
c: Jejunum	C: Hoden
d: Ileum	D: Penis
e: Caecum	E: Harnblase
f: Colon ascendens	F: Leber
g: Colon transversum	G: Milz
1: Flexura pelvina	H: Omentum majus
2: Flexura coli dextra	◄: kaudale Grenze Omentum majus
XII: 12. Rippe	I: linke Niere
	K: rechte Niere
	L: rechte Nebenniere

5.1.2.2 Magen, *Ventriculus*, *Gaster*

Der Burunduk hat einen einhöhligen Magen, der in gefülltem Zustand die **Form** eines kaudal nur leicht eingeknickten Sackes (Abb. 7), in fast leerem Zustand aber die Form eines stark gekrümmten Sackes einnimmt (Abb. 8 - 10). Nur in diesem Zustand läßt er seine durch die *Incisura angularis* in der kleinen Krümmung, *Curvatura minor*, und gegenüberliegendes Magenknies, *Angulus ventriculi*, in der großen Krümmung, *Curvatura major*, hervorgerufene Zweiteilung erkennen. Der kraniale, in situ linksseitig des Magenknies gelegene Teil, das *Corpus*, trägt einen, die *Cardia* überragenden Blindsack, den *Fundus*. Dieser kann gelegentlich an der Viszeralfläche des Magens, *Facies visceralis*, kapuzenförmig nach ventral einknicken. Der kaudal, in situ rechtsseitig des Magenknies gelegene Teil des Magens, die *Pars pylorica*, schließt mit seinem weitem *Antrum pyloricum* an den *Corpus* an, um schlanker werdend in den *Canalis pyloricus* überzugehen, der schließlich im Pfortner, *Pylorus*, endet.

Die **Größe** des Magens ist in starkem Maße abhängig von seinem Füllungszustand. So ergeben sich für die *Curvatura major* Längenwerte von 32 - 63 mm, für die *Curvatura minor* von 6 - 11 mm (Tab. 6). Auch der Abstand von *Cardia* und *Pylorus* hängt vom Füllungsgrad des Magens ab; bei stark gefülltem Magen liegen sie durch die Dehnung der *Curvatura major* näher beieinander als bei leerem Magen.

Der mäßig gefüllte Magen **liegt** mit seiner *Facies parietalis* der Leber linksseitig in Höhe des 8. - 9. Intercostalraumes (ICR) kaudal an und reicht bis in Höhe des 11. ICR, liegt also gänzlich in der linken *Regio hypochondriaca* (s. Abb. 4). Bei starker Füllung reicht er nach kaudal über die *Regio hypochondriaca* hinaus in die linke *Regio abdominis media* und nach ventral bis auf den Boden der Bauchhöhle in die *Regio parachondriaca*. Die *Cardia* liegt stets median bis links paramedian etwas über der mittleren Horizontalebene des Abdomens der *Facies visceralis* der Leber an. Von hier aus beschreibt die *Curvatura major* einen nach links und leicht kaudoventral gerichteten, nach dorsomedial offenen $\frac{3}{4}$ Kreis. Im ventralen Abdomen überschreitet der Magen die Mediane und kommt mit dem *Pylorus* rechts paramedian in Höhe der mittleren Horizontalebene ebenfalls an der Viszeralfläche der Leber zu liegen. Bei stark gefülltem Magen verschiebt sich die Lage des *Pylorus* rechts paramedian etwas nach dorsal über die mittlere Horizontalebene und damit auch näher an die *Cardia*.

Das **Dorsalgekröse** des Magens, *Mesogastrium dorsale*, in Form des Großen Netzes, *Omentum majus*, entspringt als tiefes Blatt, *Paries profundus*, im Bereich der letzten zwei

Brustwirbel unter der Wirbelsäule. Es zieht, der *Facies visceralis* des Magens kaudal anliegend, an die ventrale Bauchwand, um hier nach kaudal zu biegen und kaudal im Abdomen wieder nach kranioventral in das oberflächliche Blatt, *Paries superficialis*, umzuschlagen. Die Umschlagstelle kann sich dabei schon am kaudalen Rand der *Regio parachondriaca* befinden, oder aber auch bis an die *Regio abdominalis caudalis* reichen. Das *Omentum majus* umhüllt somit von ventral und zum Teil auch von der Seite her einen unterschiedlich großen Teil des Darmkonvolutes. Das oberflächliche Blatt zieht dann zwischen tiefem Blatt und ventraler Bauchwand nach kranial, spaltet sich an der *Curvatura major* des Magens und einem sehr kurzen Anfangsstück des *Duodenum* in seine beiden Serosalamellen, um den Magen und den Anfang des *Duodenum* zu überziehen. Die Ansatzlinie am Magen entspricht jedoch nicht genau der *Curvatura major*. Im Fundusbereich weicht sie davon ab und inseriert unterhalb der Kuppel des Blindsackes bzw. - wenn vorhanden - seiner Einknicklinie an der *Facies visceralis* des Magens. An der *Curvatura minor* bzw. der antimesenterialen Seite des *Duodenum* vereinigen sich die beiden Serosalamellen wieder, um als *Lig. hepatogastricum* bzw. *Lig. hepatoduodenale* zur Viszeralfläche der Leber zu ziehen und so das kleine Netz, *Omentum minus*, zu bilden.

In das Große Netz eingelagert sind der *Lobus sinister* des *Pankreas* und die zungenförmige Milz, die der *Curvatura major* im Bereich von *Corpus* und *Fundus* anliegt, also links dorsal in Höhe des letzten Brustwirbels zu finden ist.

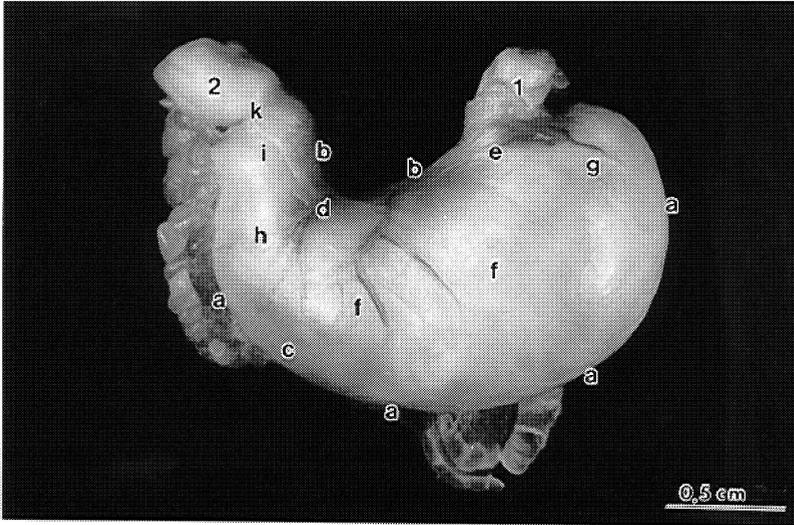


Abb. 7: Magen, gefüllt, *Facies parietalis*

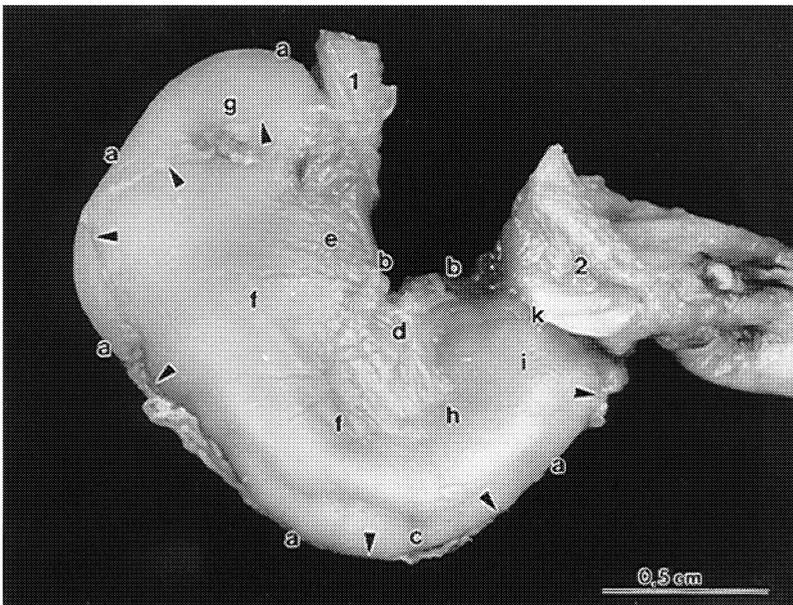
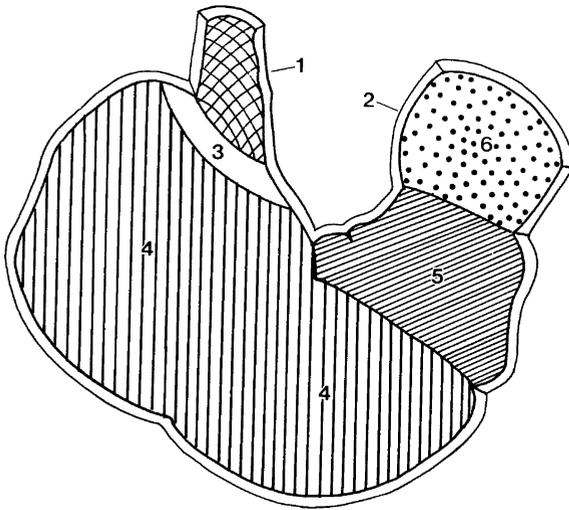


Abb. 8: Magen, fast leer, *Facies visceralis*



Zu den Abb. 7 - 10:
Magen

- a: *Curvatura major*
- b: *Curvatura minor*
- c: *Angulus ventriculi*
- d: *Incisura angularis*
- e: *Cardia*
- f: *Corpus*
- g: *Fundus*
- h: *Antrum pyloricum*
- i: *Canalis pyloricus*
- k: *Pylorus*
- 1: *Oesophagus*
- 2: *Duodenum*
- 3: *Cardiadrüsenzzone*
- 4: *Eigendrüsenzzone*
- 5: *Pylorusdrüsenzzone*
- 6: *Duodenalschleimhaut*
- ◄ : *Ansatzlinie des Omentum majus*

Abb. 9: Magen, Drüsenzonen, schematisch

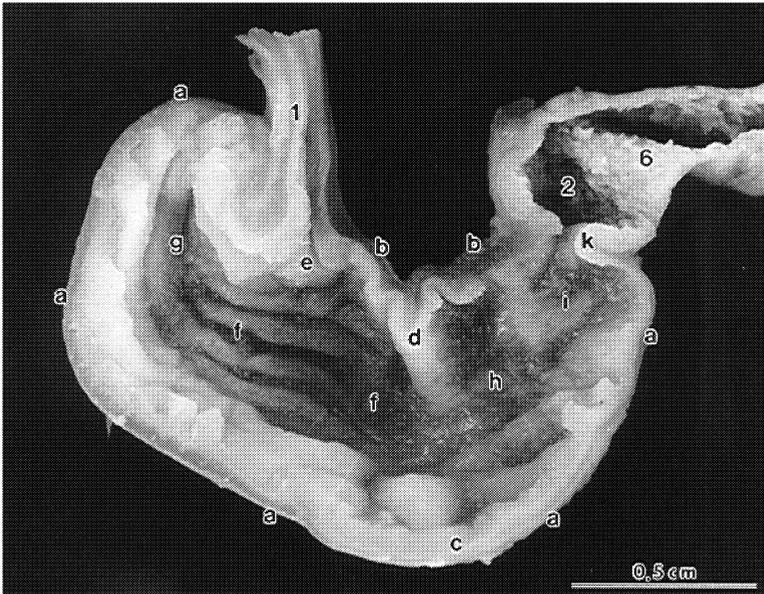


Abb. 10: Magen, wie Abb. 8, Schleimhautseite der *Facies parietalis*

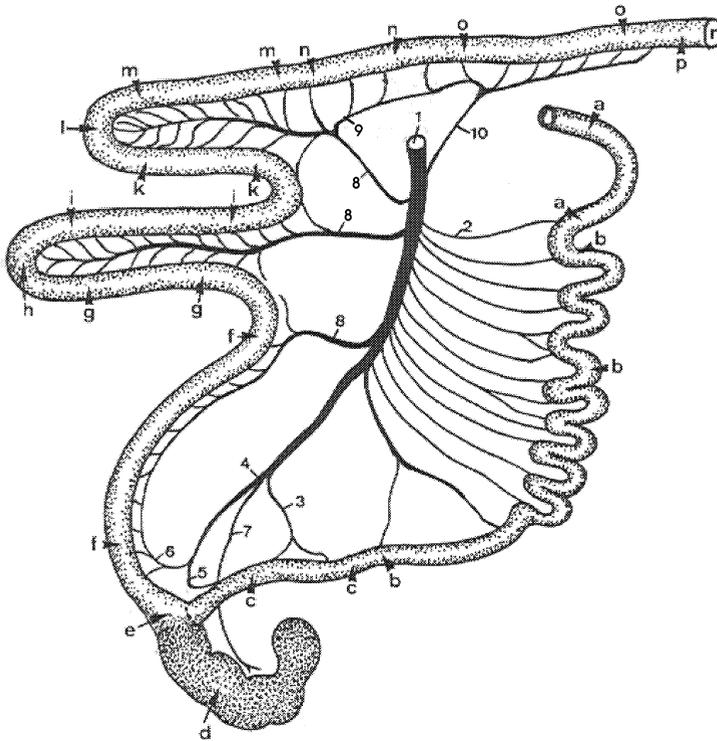


Abb. 11: Schema des Darmkanals des Burunduk

(zur besseren Übersicht wurde das *Colon descendens* nach kranial verlagert)

a: Duodenum	n: Colon transversum
b: Jejunum	o: Colon descendens
c: Ileum	p: Rectum
d: Caecum	r: Anus
e - o: Colon	
e - m: Colon ascendens	
e: Ampulla coli	1: <i>A. mesenterica cranialis</i>
f: <i>Ansa proximalis coli</i>	2: <i>Aa. jejunales</i>
g - i: 1. Parallelschlinge, <i>Ansa media coli</i>	3: <i>A. ilei</i>
g: absteigender Schenkel	4: <i>A. ileocolica</i>
h: <i>Flexura pelvina</i>	5: <i>Ramus ilei</i>
i: aufsteigender Schenkel	6: <i>Ramus colicus</i>
k - m: 2. Parallelschlinge, <i>Ansa distalis coli</i>	7: <i>A. caecalis</i>
k: absteigender Schenkel	8: <i>A. colica dextra</i>
l: <i>Flexura coli dextra</i>	9: <i>A. colica media</i>
m: aufsteigender Schenkel	10: <i>A. colica sinistra</i>

Der **Darmkanal, *Intestinum***, des Burunduk besitzt eine Länge von durchschnittlich 781 mm (630 - 898 mm). Das entspricht etwa dem 6,5- (5,0- bis 7,5-) fachen der Körperlänge bzw. dem 4,7- (3,8- bis 5,4-) fachen der Kopf-Rumpf-Länge. Der Hauptanteil von durchschnittlich 64 % davon entfällt auf den Dünndarm, *Intestinum tenue*, die restlichen 36 % auf den Dickdarm, *Intestinum crassum* (Schema s. Abb. 11).

5.1.3 Mitteldarm, Dünndarm, *Intestinum tenue*

Der Dünndarm hat eine Länge von durchschnittlich 500 mm (413 - 598 mm) und macht damit im Mittel 64 % (61 - 67 %) des gesamten Darmkanals aus. Diese Länge entspricht dem 4,2- (3,3- bis 4,8-) fachen der Körperlänge bzw. dem 3,1- (2,5- bis 3,5-) fachen der Kopf-Rumpf-Länge (Tab. 8). Am Dünndarm haben im Schnitt das *Duodenum* zu 12 %, das *Jejunum* zu 84 % und das *Ileum* zu 4 % Anteil (Tab. 9). Da der gesamte Dünndarm ein recht einheitliches Darmrohr darstellt, lassen sich die einzelnen Dünndarmabschnitte makroskopisch nur aufgrund ihrer serösen Verbindungen zu anderen Darmabschnitten differenzieren.

Im folgenden werden die verschiedenen Dünndarmabschnitte einzeln beschrieben.

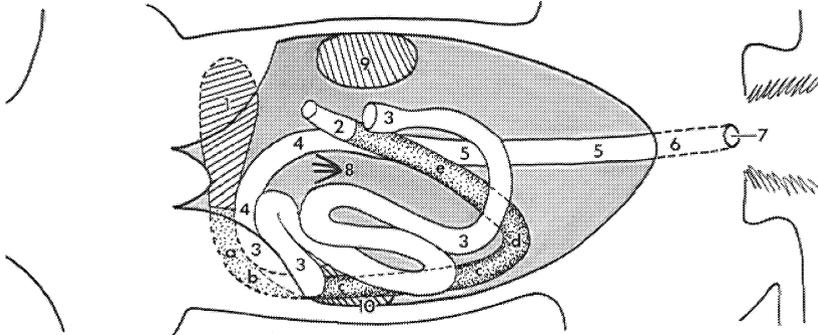
5.1.3.1. Zwölffingerdarm, *Duodenum*

Das *Duodenum* stellt mit einer **Länge** von durchschnittlich 59 mm (42 - 75 mm) im Mittel 12 % (9 - 15 %) des Dünndarms und ist damit etwa halb so lang wie der Rumpf (Tab. 9). Sein **Durchmesser** liegt im Durchschnitt zwischen 2,2 und 3,8 mm (1,6 - 5,6 mm), weist also in seinem Verlauf Schwankungen von durchschnittlich 1,6 mm (0,3 - 3,1 mm) auf (Tab. 10). Das *Duodenum* **liegt** ganz dorsal im Abdomen und beschreibt dort die Form eines nach kranial offenen Hufeisens (Abb. 11, 12). An dem rechts paramedian in der Horizontalebene oder leicht darüber an der Viszeralfläche der Leber gelegenen *Pylorus* beginnt die *Pars cranialis*. Sie zieht entlang der Viszeralfläche der Leber nach rechts dorsolateral vor die rechte Niere. Hier beschreibt sie einen nach kaudal gerichteten Bogen, *Flexura duodeni cranialis*, um direkt unterhalb der rechten Niere bzw. der rechtsseitigen Rückenmuskulatur als absteigender Teil, *Pars descendens*, nach kaudal bis an die kraniale Grenze der *Regio abdominis caudalis* zu reichen. Dort wendet sich die *Pars descendens* mittels der *Flexura duodeni caudalis* nach links kranial und verläuft als aufsteigender Teil, *Pars ascendens*, die Mediane in Höhe des 3. - 4. Lendenwirbels überquerend - immer noch ganz dorsal - nach links neben die Gekrösewurzel, um dort in das *Jejunum* überzugehen. In diesem Endbereich schiebt sich dann zwischen *Duodenum* und dorsale Wand der Bauchhöhle das *Colon descendens*. So umschließt das *Duodenum* als dorsalster Darmabschnitt die Gekrösewurzel

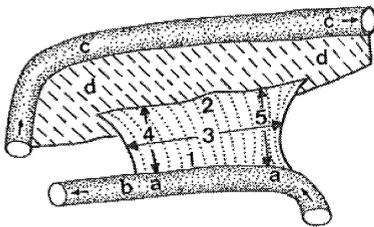
hufeisenförmig von kaudal her. Aufgehängt ist es mit seinem **Dorsalgekröse**, *Mesoduodenum*, einem Bestandteil des gemeinsamen Dorsalgekröses, *Mesenterium dorsale commune* (Abb. 11), in einem recht gleichmäßigen weiten Bogen mit einem Abstand zur *A. mesenterica cranialis* von 16 - 18 mm, der sich am Übergang zum *Jejunum* auf 6 - 8 mm reduziert. Das ventrale Magengekröse, *Mesogastricum ventrale*, setzt sich noch einige Millimeter auf das *Duodenum* fort und bildet als *Ligamentum hepatoduodenale* gemeinsam mit dem *Ligamentum hepatogastricum* das kleine Netz, *Omentum minus*.

Als weiteres wichtiges seröses Gebilde ist die ***Plica duodenocolica*** zu nennen, deren distales Ende die makroskopische Grenze des *Duodenum* zum *Jejunum* definiert (Abb. 13, Tab. 14). Sie inseriert auf einer Länge von durchschnittlich 17,6 mm (12,4 - 19,9 mm) antimesenterial am Ende der *Pars ascendens* des *Duodenum* und verbindet diese mit dem Anfangsteil des *Colon descendens*. Hier inseriert es jedoch nicht am *Colon descendens* selbst, sondern an seinem Dorsalgekröse auf einer Strecke von durchschnittlich 24,3 mm (18,8 - 28,7 mm). Zwischen den beiden Ansatzlinien zieht es sich sanduhrförmig auf eine Länge von durchschnittlich 13,7 mm (6,6 und 16,7 mm) zusammen bei einer Breite von durchschnittlich 4,4 - 7,3 mm (3,6 - 9,7 mm).

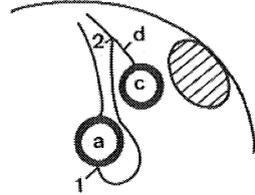
Neben der *Plica duodenocolica* konnte eine zweite seröse Verbindung zwischen *Duodenum* und *Colon* gefunden werden, die als ***Plica duodenocolica accessoria*** bezeichnet wurde (Abb. 14, Tab. 15). Sie verbindet die *Pars descendens* des *Duodenum* mit dem aufsteigenden Schenkel der 1. Parallelschlinge des *Colon ascendens*. Sie setzt am *Duodenum* paramesenterial über eine Länge von durchschnittlich 5,9 mm (3,2 - 8,2 mm) an, am *Colon* antimesenterial mit durchschnittlich 11,7 mm (8,8 - 16,4 mm). Die Breite dieser *Plica duodenocolica accessoria* zwischen *Duodenum* und *Colon* beträgt durchschnittlich 7,5 mm (4,4 - 12,0 mm). In der Mitte ist auch sie sanduhrförmig eingezogen auf durchschnittlich 3,2 mm (1,2 - 5,3 mm). Ihr kranialer Rand verschmilzt mit dem *Mesoduodenum* auf einer Linie von durchschnittlich 12,6 mm (11,7 - 13,6 mm) Länge. Diese Verschmelzungslinie entspringt dem Ansatz am *Duodenum* und läuft nach kranial und zentral zur *Radix mesenterici* gerichtet, so daß fast eine Art nach kaudal offene Tasche entsteht.

Abb. 12: Lage des Duodenum in situ

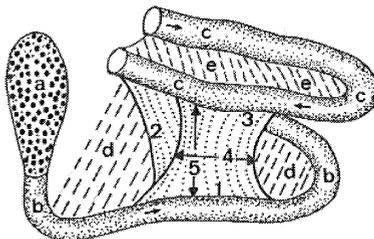
a: Pars cranialis des Duodenum, **b:** Flexura duodeni cranialis, **c:** Pars descendens des Duodenum, **d:** Flexura duodeni caudalis, **e:** Pars ascendens des Duodenum,
1: Magen, **2:** Jejunum, **3:** Colon ascendens, **4:** Colon transversum, **5:** Colon descendens,
6: Rectum, **7:** Anus, **8:** Radix mesenterici, **9:** linke Niere, **10:** rechte Niere

Abb. 13: Plica duodenocolica, a) Aufsicht

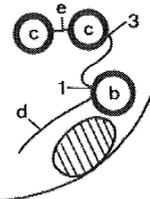
b) Querschnitt



1: Ansatzlinie am Duodenum, **2:** Ansatzlinie am Mesocolon descendens,
3: schmalste Einziehung, **4:** geringste Breite, **5:** größte Breite,
a: Duodenum, **b:** Jejunum, **c:** Colon descendens, **d:** Mesocolon descendens

Abb. 14: Plica duodenocolica accessoria, a) Aufsicht

b) Querschnitt



1: Ansatz am Duodenum, **2:** Ansatz am Mesoduodenum, **3:** Ansatz am Colon,
4: schmalste Einziehung, **5:** breiteste Stelle, **a:** Magen, **b:** Duodenum,
c: Colon ascendens (1. Parallel-schlinge), **d:** Mesoduodenum, **e:** Mesocolon ascendens

Der *Ductus choledochus* mündet 3 - 4 mm hinter dem Pylorus paramesenterial an der *Facies parietalis* auf der nur schwach ausgeprägten *Papilla duodeni major* in das *Duodenum*. Der *Ductus pancreaticus accessorius* mündet etwa auf halber Länge des *Duodenum* mesenterial auf der ebenfalls nur schwach ausgeprägten *Papilla duodeni minor*.

5.1.3.2. Leerdarm, *Jejunum*

Das *Jejunum* macht mit einer **Länge** von durchschnittlich 420 mm (345 - 521 mm) den Hauptteil des Dünndarms aus, nämlich im Mittel 84 % (79 - 87 %) (Tab. 9). Es ist der längste Abschnitt des gesamten Darmkanals (ca. 54 %). Wie auch das *Duodenum* stellt sich das *Jejunum* als recht einheitliches, gleichmäßig starkes Darmrohr dar. Sein **Durchmesser** schwankt mit durchschnittlich 2,0 mm (1,2 - 2,9 mm) starken Abweichungen in seinem Verlaufe zwischen Mittelwerten im Minimum von 1,9 mm (1,6 - 2,7 mm) und im Maximum von 3,9 mm (3,1 - 4,6 mm) (Tab. 10). In der Darmwand eines untersuchten Tieres (Nr. 3) wurden ringförmige, ganz schmale Verdickungen mit einem Abstand von 2 - 3 mm zueinander festgestellt, bei denen es sich um *Plicae circulares* handeln dürfte.

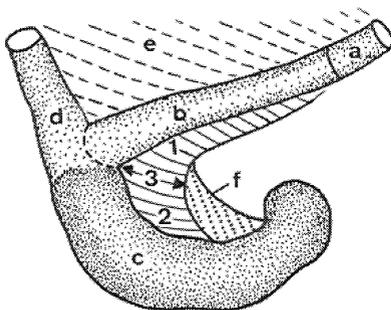
Der Anfang des *Jejunum* **liegt** konstant dorsal in der linken Bauchhöhle neben der Gekrösewurzel (Abb. 12), der Hauptteil der Jejunumschlingen befindet sich aber in der rechten Hälfte der *Regio abdominis media* und des kranialen Bereiches der *Regio abdominis caudalis* (Abb. 4 - 6). Hier liegen sie ventral der Bauchwand an, dorsal überlagert von *Duodenum* und Kolonschlingen. Partielle Verschiebungen in das linke Abdomen oder nach kranial oder kaudal sind in Abhängigkeit von der Lage und dem Füllungszustand der anderen Darmabschnitte, insbesondere des *Caecum*, zu beobachten. Diese unterwerfen auch die Lage des Übergangs von *Jejunum* zu *Ileum* gewissen Schwankungen. In den meisten Fällen befindet sich das Ende des *Jejunum* linksseitig in der *Regio abdominis media* oder im kranialen Bereiches der *Regio abdominis caudalis*. Aber auch in der Medianen bzw. rechts paramedian in der *Regio abdominis media* kann das Ende des *Jejunums* zu liegen kommen.

Aufgehängt ist das *Jejunum* mit seinem Dorsalgekröse, *Mesojejunum*, an der gemeinsamen Gekröseplatte, *Mesenterium dorsale commune*, in einem Abstand von 6 - 22 mm zur *A. mesenterica cranialis* (Abb. 11).

5.1.3.3. Hüftdarm, *Ileum*

Das *Ileum* hat mit einer **Länge** von durchschnittlich 22 mm (8 - 51 mm) einen nur geringen Anteil am Dünndarm von ca. 4 % (2 - 9 %). Sein **Durchmesser** reicht von Minimalwerten mit durchschnittlich 2,1 mm (1,3 - 3,4 mm) bis zu Maximalwerten von durchschnittlich 2,8 mm (1,8 - 5,0 mm). Es zeigt also eine durchschnittliche Schwankungsbreite von 0,7 mm (0 - 1,6 mm). Die **Lage** des gesamten *Ileum* ist stark abhängig von seinem Anfang, dem Übergang aus dem *Jejunum*. Dessen bereits besprochene Abhängigkeit von der Lage und Füllung insbesondere des *Caecum* wirkt sich demnach auch auf das *Ileum* aus. Dies um so mehr, als auch das Ende des *Ileum*, der Übergang zum *Colon* in Form des *Ostium ileale* an der Grenze zwischen *Colon* und *Caecum*, direkt von der Lage des *Caecum* abhängt. Das *Ileum* beschreibt von seinem unterschiedlichen Anfangspunkt her einen geraden, gelegentlich auch leicht gekrümmten Verlauf in Richtung des *Ostium ileale*, das meistens paramedian oder median in der *Regio abdominis media* liegt. Das *Ileum* liegt dann parallel, quer oder diagonal zur Körperachse. Ventral wird es unterlagert von *Caecum*, *Colon ascendens*- oder *Jejunum*-Schlingen, dorsal liegen *Duodenum*, *Colon descendens* oder z. T. auch *Jejunum*-Schlingen auf. Das *Mesoileum* mißt einen Abstand zur *A. mesenterica cranialis* von 14 - 20 mm. Die *Plica ileocaecalis*, die die *Curvatura minor* des *Caecum* mit dem antimesenterialen Rand des *Ileum* verbindet und mit ihrer Ansatzlinie am *Ileum* die Länge desselben definiert, stellt sich sichelförmig dar (Abb. 15). An der kleinen Kurvatur des *Caecum* setzt sie ungefähr bis zu dessen Hälfte an. Die breiteste Stelle dieser "Sichel" mißt zwischen 8 und 13 mm.

Abb. 15: *Plica ileocaecalis*



- | |
|--|
| 1: Ansatz am <i>Ileum</i> |
| 2: Ansatz am <i>Caecum</i> |
| 3: breiteste Stelle der sichelförmigen Falte |
| a: <i>Jejunum</i> |
| b: <i>Ileum</i> |
| c: <i>Caecum</i> |
| d: <i>Colon ascendens</i> |
| e: <i>Mesenterium commune</i> |
| f: <i>Mesocaecum</i> |

5.1.4 Dickdarm, *Intestinum crassum*

Der Dickdarm des Burunduk macht mit einer Länge von durchschnittlich 281 mm (217 - 325 mm) im Mittel 36 % (33 - 39 %) des gesamten Darmkanals aus oder das 2,3- (1,7- bis 2,7-) fache der Körperlänge bzw. das 1,7- (1,3- bis 1,9-) fache der Kopf-Rumpf-Länge (Tab. 8). Er wird dominiert von dem teilweise sehr voluminösen *Caecum*, das mit einer Länge, gemessen an der *Curvatura major*, von durchschnittlich 75 mm immerhin 26 % des gesamten Dickdarms bzw. 10 % des gesamten Darmes stellt (Tab. 11). Das *Rectum* soll im folgenden gemeinsam mit dem *Colon* bzw. dem *Colon descendens* beschrieben werden, da es sich lediglich aufgrund seiner intrapelvinen Lage, nicht jedoch morphologisch von diesem unterscheidet. Ein Anfang für das Rektum ist laut GORGAS (1967) bei Nagern auch nicht konventionell festgelegt wie bei den Haussäugetieren.

5.1.4.1. Blinddarm, *Caecum*

Das *Caecum* ist ein in seiner **Form** recht gleichmäßig dicker, langer, sich zum Kreis einrollender Schlauch, mit einer längeren äußeren Kreiskrümmung, *Curvatura caeci major*, und einer kürzeren inneren Kreiskrümmung, *Curvatura caeci minor*, an der die *Plica ileocaecalis* ansetzt. Sie nehmen an der *Basis caeci* ihren Ursprung und treffen an seinem Scheitel, *Apex caeci*, wieder zusammen. Inwieweit sich der Schlauch tatsächlich zum Kreis schließt, ist individuell unterschiedlich und aus Abb. 16 ersichtlich. Bei einigen Tieren reicht es nur zu einem $\frac{3}{4}$ Kreis (Nr. 5), der z. T. durch Drehung um die eigene Achse die Form eines "S" aufweist (Nr. 4), während sich das *Caecum* bei anderen Tieren zu einem ganzen Kreis (Nr. 12, 17) oder sogar schneckenhausartig bis zu einem $1\frac{1}{2}$ Kreis zusammenrollt (Nr. 3, 6, 7, 8, 9). Die **Länge** der *Curvatura major* beträgt durchschnittlich 75 mm (50 - 102 mm), die der *Curvatura minor* 20 mm (13 - 36 mm) (Tab. 11). Seine Basis ist durch eine vom Lumen her deutlich, von außen nicht ganz so deutlich sichtbare "Ringklappe" (GORGAS, 1967), *Valva caecocolica*, von der Basis des *Colon ascendens* abgesetzt. Der **Durchmesser** der Zaekumbasis liegt im Mittel bei 6,3 mm (4,6 - 9,2 mm). Er steigt langsam auf Werte von maximal 8,4 mm (6,2 - 10,8 mm) an, um sich unmittelbar vor dem Scheitel wieder auf Werte von durchschnittlich 4,3 mm (3,0 - 5,9 mm) zu verengen (Tab. 13).

Die **Lage** des *Caecum* ist wechselhaft. Seine Basis liegt in der Regel median oder paramedian in der *Regio abdominis media* mit leichten Verschiebungen nach kranial, kaudal oder lateral. Von seiner Basis aus kann sich der Blinddarmkörper sowohl nach kranial als auch nach

kaudal richten, kommt also in unterschiedlichen Regionen zu liegen. Wenngleich er sich bei den meisten Tieren hauptsächlich im linken Abdomen und hier mit Schwerpunkt in der *Regio abdominis media* befindet, so kann er doch auch mit seinem Großteil im rechten Abdomen gelegen sein. Insbesondere bei stark gefülltem Blinddarm scheint dies der Fall zu sein.

An die gemeinsame Gekröseplatte angeheftet ist das *Caecum* mittels seines sehr schmalen, sichelförmigen und spitz auslaufenden *Mesocaecums*, das an der kleinen Krümmung gemeinsam mit der oben bereits erwähnten *Plica ileocaecalis* inseriert (Abb. 15).

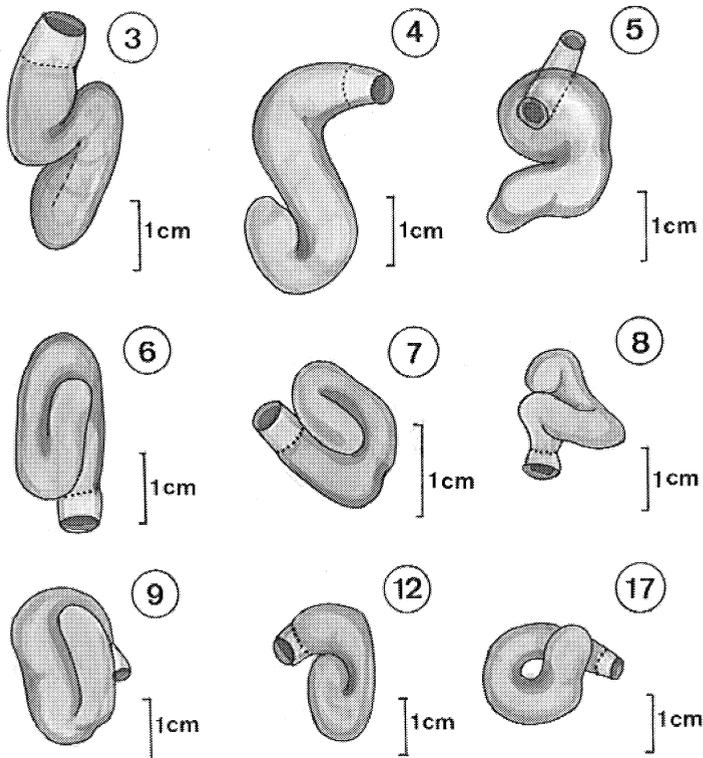


Abb. 16: Verschiedene Blinddarmformen
(Nummer im Kreis ist die Sektionsnummer des Tieres)

5.1.4.2. Grimmdarm, *Colon*, mit Mastdarm, *Rectum*

Colon und *Rectum* zusammen haben eine **Länge** von durchschnittlich 206 mm (167 - 245 mm). Das sind im Mittel 74 % (67 - 77 %) des Dickdarmes bzw. 26 % (25 - 28 %) des gesamten Darmes (Tab. 11). Die einzelnen *Colon*-Abschnitte und der Mastdarm lassen sich lediglich aufgrund ihrer Topographie und ihres *Mesenteriums* voneinander trennen. 69 % davon entfallen auf das durchschnittlich 143 mm lange *Colon ascendens*, 4 % auf das durchschnittlich 8 mm lange *Colon transversum* und die restlichen 27 % auf das durchschnittlich 55 mm lange *Colon descendens* mit *Rectum* (Tab. 12). *Colon* und *Rectum* insgesamt stellen ein recht einheitliches Darmrohr mit einer **Weite** von durchschnittlich 2,2 - 5,0 mm dar (Tab. 13). Die größten Durchmesser sind an den mit Kot gefüllten Stellen zu finden, die z. T. die typische Kottelform zeigen. Nur im Anfangsbereich des *Colon ascendens* weist der Darmdurchmesser eine Abweichung in Form der erweiterten *Ampulla coli* auf. Dieser durchschnittlich 10 mm (6 - 16 mm) lange Abschnitt beginnt an der *Valva caecocolica* zum *Caecum* mit Durchmessern von durchschnittlich 5,8 (3,4 - 7,5) mm. Sich teilweise direkt hinter der Basis noch etwas auf Werte von 6,4 (3,8 - 9,0) mm erweiternd, verjüngt sich die *Ampulla coli* zu ihrem Ende hin auf die oben genannte Weite (Tab. 13).

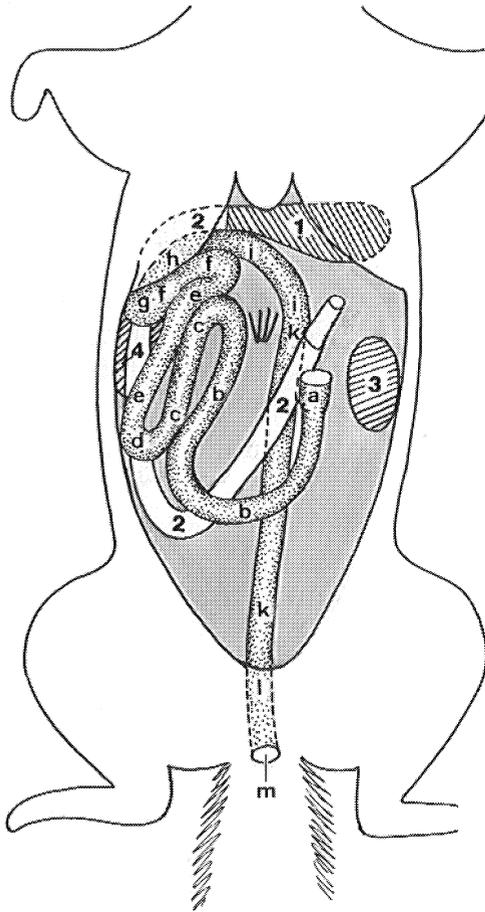
Das *Colon ascendens*, das in etwa so lang ist wie der gesamte Tierkörper, zeigt im Abdomen einen sehr typischen Verlauf. Zum besseren Verständnis dieser Lageverhältnisse sei seine Anheftung an die gemeinsame **Gekröseplatte** vorweg beschrieben. Der Anfangsabschnitt, *Ansa proximalis coli*, des *Colon ascendens*, der etwa 1/3 bis 1/2 seiner Länge ausmacht, beschreibt mit seinem *Mesocolon* einen weiten Bogen mit einem Abstand zur *A. mesenterica cranialis* von maximal 20 mm, um dann bis auf ca. 5 mm an diese heranzukommen. Hier beginnt dann der zweite Abschnitt des *Colon ascendens*, der zwei langgezogene Parallelschlingen bildet. Sie behalten mit ihrer Schenkelbasis einen Abstand von ca. 5 mm zur *A. mesenterica cranialis* bei. Die 1. Parallelschlinge, *Ansa media coli*, ist mit 13 - 30 mm Schenkellänge etwa 1,3- bis 2mal so lang wie die 2. Parallelschlinge, *Ansa distalis coli*, deren Schenkellänge zwischen 10 und 17 mm liegt. Das Gekröse zwischen den beiden Schenkeln der Schleifen ist nur in etwa so breit wie das *Colon* selbst, an der Basis der 2. Parallelschlinge auch etwas breiter.

In der Bauchhöhle **verläuft** das *Colon ascendens* dann wie folgt (Abb. 17). In Abhängigkeit von der bereits beschriebenen Lage des *Caecum* liegt die *Ampulla coli* meist median oder links paramedian in der *Regio abdominis media*, seltener auch weiter kranial oder kaudal,

etwa in der mittleren Horizontalebene. Von hier aus zieht der Anfangsabschnitt, *Ansa proximalis coli*, des *Colon ascendens* als nach kranial oder auch kaudal offener Bogen, gelegentlich auch andersgestaltig, auf die rechte Seite des Abdomens bis etwa in Höhe der Gekrösewurzel bzw. etwas kaudal davon. Dort schlägt es dann nach kaudolateral in den absteigenden Schenkel der 1. Parallelschlinge um. Mit ihrem Scheitel, *Flexura pelvina*, kommt diese kaudal in der rechten *Regio lumbalis ventral* des *Duodenum* zu liegen. Ihr aufsteigender Schenkel, der über die bereits beschriebene *Plica duodenocolica accessoria* mit der *Pars descendens* des *Duodenum* verbunden ist, zieht dann nach kranial rechts neben die Gekrösewurzel. Kranial des Anfangs der 1. Parallelschlinge wendet sich das *Colon ascendens* dann wieder nach kaudolateral in den absteigenden Schenkel der 2. Parallelschlinge. Dieser schlägt laterodorsal in der *Regio hypochondriaca dextra* kraniallateral der 1. Parallelschlinge nach kranio-medial in den aufsteigenden Schenkel der 2. Parallelschlinge um und bildet so die *Flexura coli dextra*. Der aufsteigende Schenkel läuft dann als nach kaudal offener Bogen nach dorsomedial um dann rechts paramedian zwischen Magen und Gekrösewurzel nach kaudal gerichtet in das nur sehr kurze *Colon transversum* überzugehen. Dieses kreuzt dann in Höhe des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels weiter nach kaudal gerichtet die Mediane um dann links neben der Gekrösewurzel und ventromedial der linken Niere in das *Colon descendens* überzugehen. Da der aufsteigende Schenkel der 2. Parallelschlinge des *Colon ascendens* mit seinem Ende teilweise fast in der Medianen und sehr nach kaudal gerichtet zu liegen kommt, ist eine klare Abgrenzung des *Colon transversum* zum Teil sehr schwierig. Gelegentlich entsteht sogar der Eindruck, als wenn das *Colon ascendens* direkt in das *Colon descendens* übergeht. Dennoch kann festgehalten werden, daß das *Colon transversum* die Gekrösewurzel hufeisenförmig von kranial umschließt, während das *Duodenum* sie - wie bereits beschrieben - von kaudal umfaßt. Das *Colon descendens* zieht dann ganz dorsal in der Bauchhöhle nach anfänglich leicht lateraler Ausbuchtung nach links paramedian nach kaudal. In seinem Anfangsabschnitt begleitet es dabei die *Pars ascendens* des *Duodenum*s, mit dem es durch die bereits beschriebene *Plica duodenocolica* verbunden ist. An der *Apertura pelvis cranialis* geht das *Colon descendens* ohne Besonderheiten in das dorsomedial laufende *Rectum* über, das eine Erweiterung des Darmlumens zur *Ampulla recti* in seinem retroperitonealen Teil nur schwer erkennen läßt. Während das *Colon transversum* noch relativ weit an der gemeinsamen Gekröseplatte angeheftet ist, wird das *Mesocolon descendens* nach kaudal zusehends schmaler bis es im sehr schmalen *Mesorectum* unter dem Kreuzbein endet.

5.1 Makroskopische Ergebnisse

Das kurze, nur etwa 5 mm lange Endstück des Darmrohres, der **Anus**, ist aufgrund seiner geringen Größe makroskopisch kaum zu beschreiben und soll daher bei der mikroskopischen Untersuchung näher betrachtet werden.



- 1: Magen
 2: Duodenum
 3: linke Niere
 4: rechte Niere
 a - f: *Colon ascendens*
 a: *Ampulla coli*
 b: *Ansa proximalis coli*
 c - e: 1. Parallelschlinge
 c: absteigender Schenkel
 d: *Flexura pelvina coli*
 e: aufsteigender Schenkel
 f - h: 2. Parallelschlinge
 f: absteigender Schenkel
 g: *Flexura coli dextra*
 h: aufsteigender Schenkel
 i: *Colon transversum*
 k: *Colon descendens*
 l: *Rectum*
 m: *Anus*

Abb. 17: *Colon und Rectum in situ*

5.2 Mikroskopische Ergebnisse

Der Rumpfdarm zeigt in allen Abschnitten grundsätzlich den gleichen Wandaufbau. Lumenseitig liegt die Schleimhaut, *Tunica mucosa*, mit ihren drei Schichten - von innen nach außen - Epithelschicht, *Epithelium mucosae*, Schleimhautbindegewebe, *Lamina propria mucosae*, und Schleimhautmuskelschicht, *Lamina muscularis mucosae*. Es folgen dann das submuköse Bindegewebe, *Tela submucosa*, und die Muskelhaut, *Tunica muscularis*, mit ihrer inneren Ringmuskelschicht, *Stratum circulare*, und ihrer äußeren Längsmuskelschicht, *Stratum longitudinale*. Nach außen abgegrenzt wird das Darmrohr dann mittels der serösen Haut, *Tunica serosa*, bzw. im zervikalen Abschnitt des *Oesophagus* und dem retroperitonealen Teil des *Rectum* mittels einer Bindegewebsschicht, *Tunica adventitia*. Besonderheiten in diesem allgemeinen Aufbau sind kennzeichnend für die verschiedenen Darmabschnitte, die im folgenden einzeln besprochen werden sollen.

5.2.1 Vorderdarm

Der Vorderdarm ist histologisch von besonderem Interesse, da gerade der *Oesophagus* und der Magen tierartig große Unterschiede aufweisen können.

5.2.1.1. Speiseröhre, *Oesophagus* (Abb. 18 und 19)

Die Epithelschicht, *Epithelium mucosae*, des *Oesophagus* besteht in ihrem gesamten Verlauf aus einem nicht verhornten mehrschichtigen Plattenepithel. Sie beginnt in ihrem kranialen Bereich mit einer Stärke von 16 - 70 µm und wird in ihrem Verlauf nach kaudal stärker, um kurz vor der Cardia 50 - 240 µm zu erreichen. Die Schleimhaut legt sich bei leerem *Oesophagus* in ihrer kaudalen Hälfte in 3 - 4 Längsfalten. Ihre Oberfläche ist nicht ganz eben, sondern zeigt ein in der kranialen Hälfte nur schwach, kaudal stärker ausgeprägtes unregelmäßiges Wellenmuster, entsprechend der Ausbildung der Bindegewebspapillen des Schleimhautbindegewebes. Das Schleimhautbindegewebe, *Lamina propria mucosae*, schwankt in seinem ganzen Verlauf zwischen Stärken von 5 - 70 µm, ohne erkennbare Unterschiede zwischen kranialem und kaudalem Bereich. In den bereits erwähnten Papillen wird es bis 90 µm und in den Schleimhautfalten sogar bis 130 µm dick. Es enthält in geringem

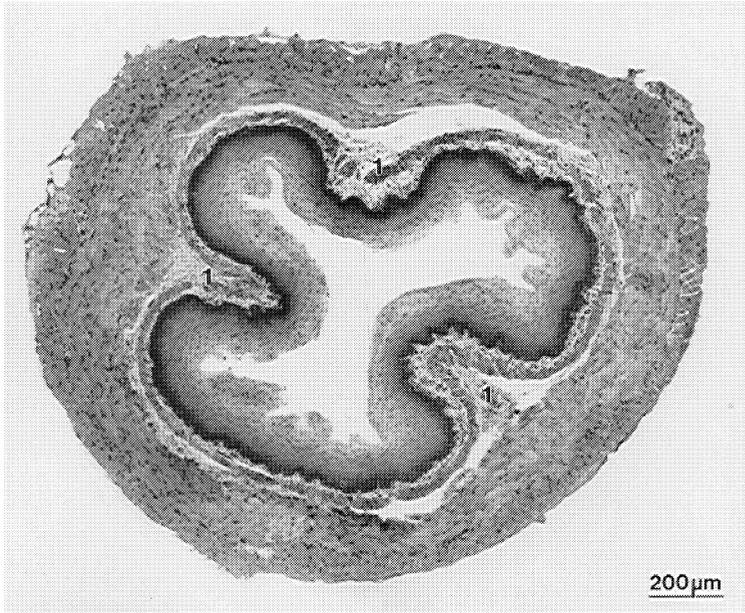


Abb. 18: *Oesophagus, Pars cervicalis*, Querschnitt, H. E.

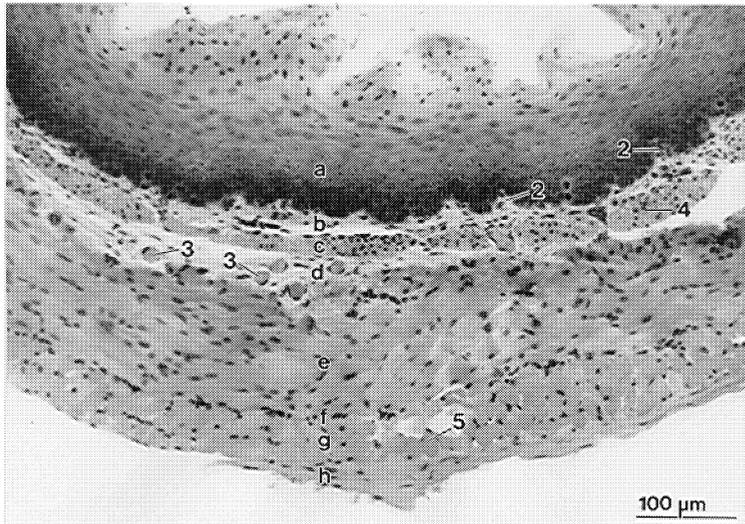


Abb. 19: *Oesophagus, Pars cervicalis*, Ausschnitt aus Abb. 18, H. E.

Maße Abwehrzellen und Gefäße. Besonderheiten aber z. B. in Form von Drüsen, lymphatischen Organen oder besonderen Venengeflechten vor der *Cardia* konnten in der *Lamina propria mucosae* nicht gefunden werden. Die Schleimhautmuskelschicht, ***Lamina muscularis mucosae***, fehlt dem Anfang des *Oesophagus*. Aber noch in der *Pars cervicalis* des *Oesophagus* zeigt sie sich als geschlossene Muskelschicht, deren Muskelfasern längs zur *Oesophagus*achse verlaufen. Sie besteht aus glatter Muskulatur, deren anfängliche Stärke sich von 15 - 40 µm bis auf 22 - 75 µm in Kardialnähe steigert. Die Bindegewebsschicht, ***Tela submucosa***, kommt nur in dem mittleren und kaudalen Abschnitt, der auch eine *Lamina muscularis mucosae* enthält, vor. Sie ist dort zwischen 3 und 60 µm stark, im Bereich der Schleimhautfalten sogar bis 230 µm. Außer den für diese Schicht üblichen Gefäßen und Abwehrzellen weist auch die *Tela submucosa* keine Besonderheiten wie Drüsen oder Lymphknoten auf. Die ***Tunica muscularis*** besteht aus einer inneren und einer äußeren Muskelschicht, *Stratum circulare* und *Stratum longitudinale*, die aus der Pharynxmuskulatur hervorgehen. Sie sind in ihrem pharynxnahen Bereich nur undeutlich voneinander getrennt und verlaufen dort beide mit längs bis schräg gegenläufig gerichtetem Faserverlauf. Weiter kaudal dagegen sind die beiden Schichten deutlich voneinander zu unterscheiden. Zum einen aufgrund ihres dort deutlich gegenläufigen Faserverlaufes, zum anderen aufgrund des zwischen beiden liegenden Bindegewebes, *Stratum intermusculare*. Das ***Stratum circulare*** ist kranial ca. 25 - 60 µm stark, um nach kaudal deutlich an Dicke zuzunehmen und kardianah auf bis zu 250 µm, im Bereich der Schleimhautfalten sogar auf 360 µm anzuwachsen. Es besteht aus quergestreifter Muskulatur, in die sich erst unmittelbar vor der *Cardia* wenige glatte Muskelzellen einmischen.

Zu den Abb. 18 und 19: *Oesophagus*

a - c: <i>Tunica mucosa</i>	g: <i>Stratum longitudinale</i>
a: <i>Lamina epithelialis mucosae</i> (mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel)	h: <i>Tunica adventitia</i>
b: <i>Lamina propria mucosae</i>	1: Längsfalten
c: <i>Lamina muscularis mucosae</i>	2: Bindegewebspapillen des Papillarkörpers
d: <i>Tela submucosa</i>	3: Kapillaren
e - g: <i>Tunica muscularis</i>	4: glatte Muskelzelle
e: <i>Stratum circulare</i>	5: quergestreifte Muskelzelle
f: <i>Stratum intermusculare</i>	

Seine Fasern verlaufen im kranialen Bereich schräg bis fast längs gerichtet, kaudal dann schräg zirkulär bis zirkulär. Im kaudalen Bereich läßt sich am *Stratum circulare* teilweise eine schwache innere, längs bis schräg verlaufende Muskelschicht abgrenzen, so daß gemeinsam mit dem *Stratum longitudinale* der Eindruck einer Dreischichtigkeit der *Tunica muscularis* entsteht. Das ***Stratum intermusculare*** ist kranial überhaupt nicht vorhanden, erreicht aber kaudal an einigen Stellen auch Dicken von maximal 12 - 30 µm, im Bereich stärkerer Gefäße auch 50 - 80 µm. Es führt Gefäße und die Nerven des *Plexus myentericus* und dient einer gewissen Verschieblichkeit zwischen den beiden Muskelschichten. Das ***Stratum longitudinale*** ist in seinem Verlauf ziemlich konstant zwischen 17 und 160 µm stark. Ebenfalls aus quergestreifter Muskulatur bestehend mischen sich ihm jedoch ganz kaudal etwas mehr glatte Muskelfasern bei, die unmittelbar vor der *Cardia* knapp die Hälfte ausmachen. Die Muskelfasern des *Stratum longitudinale* verlaufen längs, z.T. schräg zur Oesophagusachse. Somit verlaufen also die beiden Muskelschichten der *Tunica muscularis* kranial fast parallel, kaudal fast senkrecht zueinander. Der *Tunica muscularis* schließt sich dann in der *Pars cervicalis* die ***Tunica adventitia***, in der *Pars thoracica* und der *Pars abdominalis* die ***Tunica serosa*** an. Letztere besteht aus zwei Schichten, der bis maximal 5 - 26 µm dicken ***Lamina propria serosae*** und dem einschichtigen 2 - 3 µm starken ***Mesothelium***.

5.2.1.2. Magen, *Gaster*, *Ventriculus* (Abb. 20 - 22)

Der Magen des Burunduk ist ein einhöhliger, einfacher Magen, der keine kutane Schleimhaut (*Pars nonglandularis*) sondern nur Drüsen Schleimhaut (*Pars glandularis*) besitzt. Letztere setzt sich aus *Glandulae cardiaca*e, *Glandulae gastricae propriae* und *Glandulae pyloricae* zusammen. Die Kardiadrüsen kommen als schmaler Streifen in der *Pars cardiaca*, die Mageneigendrüsen im *Corpus* und *Fundus* (Eigendrüsenszone) und die Pylorusdrüsen in der *Pars pylorica* vor (Abb. 9).

Die Stärke der Magenschleimhaut, ***Tunica mucosa***, ist in den verschiedenen Zonen unterschiedlich. In der *Pars cardiaca* schwankt sie zwischen 126 und 470 μm und in der *Pars pylorica* liegt sie zwischen 120 und 485 μm . In der Eigendrüsenszone zeigt sie mit Dicken zwischen 47 und 900 μm die größten Schwankungen, wobei die niedrigen Werte aus dem Bereich des *Fundus*, die hohen Werte aus dem *Corpus* nahe des *Antrum pyloricum* stammen. Die hochprismatischen Zellen der einschichtigen ***Lamina epithelialis mucosae*** haben eine Höhe von ca. 20 - 40 μm , ohne Unterschiede zwischen den verschiedenen Magen zonen. Die Zellen haben ovale bis längliche, selten rund geformte Kerne, die in der basalen Hälfte der Zelle liegen. Vereinzelt finden sich Lymphozyten zwischen den Epithelzellen. Das Oberflächenepithel senkt sich zu den Drüsenhälsen hin als Magengrübchen, *Foveolae gastricae*, ein. Diese Magengrübchen haben eine Tiefe von bis zu 260 μm in der *Pars cardiaca*, bis zu 310 μm in der Eigendrüsenszone, aber nur 175 μm in der *Pars pylorica*. Die Epithelzellen der Magengrübchen sind mit 14 - 30 μm deutlich kürzer als die der Oberfläche. Ihre Zellkerne sind eher rund bis oval und liegen basal. Mehrere Magengrübchen können auch gemeinsam in einer Magenfurche münden, die sich bis 250 μm tief in die Schleimhaut einsenken kann. An die *Lamina epithelialis mucosae* schließt sich die Bindegewebsschicht, ***Lamina propria mucosae***, an. Ihre Dicke korreliert mit der Länge der Magendrüsen, *Glandulae gastricae*, welche sie enthält. So ist die *Lamina propria mucosae* am stärksten in der Eigendrüsenszone. Sie schwankt dort zwischen Werten von 90 μm im Fundusbereich bis 860 μm im *Antrum pyloricum* bzw. dem ihm nahen Korpus-Bereich. In der *Pars pylorica* ist sie zwischen 85 und 420 μm stark, in der *Pars cardiaca* nur 60 - 380 μm . Die Eigendrüsen, ***Glandulae gastricae propriae***, sind mit bis zu 660 μm Gesamtlänge von Drüsenkörper und -hals die längsten Magendrüsen und bestimmen den größten Teil der Magenschleimhaut (Abb. 9). Sie ziehen vom Grunde der *Lamina propria mucosae* in geradem Verlauf in die Magengrübchen. Sie zeigen den bekannten Aufbau aus Haupt-, Beleg- und Nebenzellen. Die

Belegzellen finden sich hauptsächlich im Drüsenhals und dem oberen Abschnitt des Drüsenkörpers. Dort bestimmen sie das histologische Bild. Die Kardiadrüsen, *Glandula cardiaca*, sind mit Längen von maximal 120 µm die kürzesten Magendrüsen, die nach basal leicht geschlängelt und etwas verzweigtem Verlauf in den Magengrübchen münden. Sie besitzen nur mukoide Zellen. Auch die rein mukoiden Pylorusdrüsen, *Glandulae pyloricae*, sind mit Längen bis maximal 190 µm noch relativ kurze Drüsen. Sie zeigen ebenfalls einen basal leicht geschlängelten und verzweigten Verlauf um schließlich in den kürzesten Magengrübchen zu münden. Die *Lamina propria mucosae* beherbergt neben den Magendrüsen, für die sie die bindegewebige Grundlage bildet, die vasalen und nervalen Versorgungsleitungen, aber auch Abwehrzellen, die gelegentlich in Form von Lymphozytennestern vorkommen können. An die *Lamina propria mucosae* schließt sich nach außen hin die 5 - 50 µm starke *Lamina muscularis mucosae* an. Sie verläuft längs zur Magenachse, ganz innen z. T. aber auch schräg oder zirkulär, und gibt teilweise Muskelzellen in die *Lamina propria mucosae* ab.

Die *Tela submucosa* erreicht in der *Pars cardiaca* und *Pars pylorica* Dicken von ca. 5 - 90 µm, in der Eigendrüsenszone von 20 - 210 µm. Sie enthält ebenfalls neben Gefäßen und Nerven auch Abwehrzellen. Ansammlungen von Lymphozyten aber, wie sie in der *Lamina propria mucosae* vorgefunden werden konnten, oder gar *Noduli lymphatici solitarii* oder *Noduli lymphatici aggregati* wurden nicht gefunden. Im kaudalen Bereich des *Antrum pyloricum* zeigt die *Tela submucosa* an der *Curvatura major* ein bis zwei zirkulär verlaufende, 400 - 800 µm hohe Auffaltungen, die jedoch an der *Curvatura minor* verstrichen sind. Die *Tunica muscularis* zeigt den üblichen zweischichtigen Aufbau eines inneren *Stratum circulare* und eines äußeren *Stratum longitudinale*, die durch ein bis zu 30 µm starkes, Gefäße und die Nerven des *Plexus myentericus* führendes *Stratum intermusculare* voneinander getrennt sind. Lediglich in unmittelbarer Nähe zum Pylorus kann es unter Verlust des *Stratum intermusculare* zu einer Vermischung der beiden Muskellagen kommen. Das *Stratum circulare* verläuft zirkulär, im Fundus gelegentlich auch etwas schräg, mit einer Dicke von 20 - 510 µm. Dabei liegt der starke Bereich hauptsächlich im *Antrum pyloricum*, die dünnen Bereiche vor allem im *Fundus* in der *Curvatura major*. Auch das *Stratum longitudinale* mit einer Stärke von 12 - 175 µm zeigt eine Unterscheidung in pylorusnahe starke Bereiche und schwache Bereiche im Fundus. Im mittleren Bereich der *Curvatura minor* fehlt das *Stratum longitudinale* sogar. Die von NICKEL et al. (1999)

beschriebene dem Magen eigentümliche Muskellage, die sich aus *Fibrae obliquae internae* zusammensetzt, konnte beim Burunduk so nicht festgestellt werden. Zwar spaltet das *Stratum circulare* im Bereich des Fundus Muskelfasern ab, die eigenständig den Fundus kappenartig umfassen, aufgrund ihres Verlaufes und ihrer Abstammung sind diese jedoch eindeutig dem *Stratum circulare* zuzuordnen.

Die im Fundusbereich ausschweifend verlaufenden Fasern des *Stratum longitudinale* sind wie bei anderen Monogastriern als *Fibrae obliquae externae* zu bezeichnen.

An die Muskelschicht des Magens schließt sich die **Tunica serosa** an. Sie läßt eine bis 12 µm, in Pylorusnähe bis 80 µm starke **Lamina propria serosae** erkennen und ein aus einschichtigem Plattenepithel bestehendes 2 - 3 µm starkes **Mesothel**. In dem spitzen Winkel zwischen *Oesophagus* und Fundus stellt sich die *Lamina propria serosae* als eine bis 1 mm starke Schicht sehr lockeren Bindegewebes dar.

Zwei Gebilde des Magens sollen abschließend extra beschrieben werden, die *Cardia* und der *Pylorus*.

Der Magenmund, **Cardia**, zeigt im Grunde den gleichen Wandaufbau wie der Magen. Im spitzen Winkel zum Fundus geht der *Oesophagus* mit allen seinen Schichten in die *Curvatura minor* des Magens über. Er stülpt sich dabei mit einer aus *Tela submucosa* und *Tunica mucosa* gebildeten, pyloruswärts gerichteten Ringfalte, *Valvula oesophagea*, in den Magen vor. Während diese zur *Curvatura minor* hin verstreicht, grenzt sie sich zur *Curvatura major* hin mit einer Länge von ca. 1,2 mm ab. Der Übergang vom mehrschichtigen unverhornten Plattenepithel des *Oesophagus* zum einschichtigen hochprismatischen Epithel des Magens vollzieht sich abrupt auf dem Scheitel dieser Falte, kann aber auch leicht in den Magenmund hinein verlagert sein.

Der Pförtner, **Pylorus**, ist gekennzeichnet durch seinen 300 - 600 µm starken und 600 - 700 µm langen Schließmuskel, *Sphincter pylori*, einer Verdickung des *Stratum circulare*. Über den *Sphincter* hinaus stülpt sich eine Falte aus *Tela submucosa* und *Tunica mucosa* mit einer Länge von 600 - 870 µm in das *Duodenum*. Auf dem Scheitel dieser Falte wechselt die Magenschleimhaut nach einer sehr schmalen Übergangszone in die Duodenalschleimhaut. Die schmale Übergangszone zeigt das Epithel der Magenschleimhaut und in der Tiefe der *Lamina propria mucosae* bereits Lieberkühnsche Krypten, *Glandulae intestinales*.

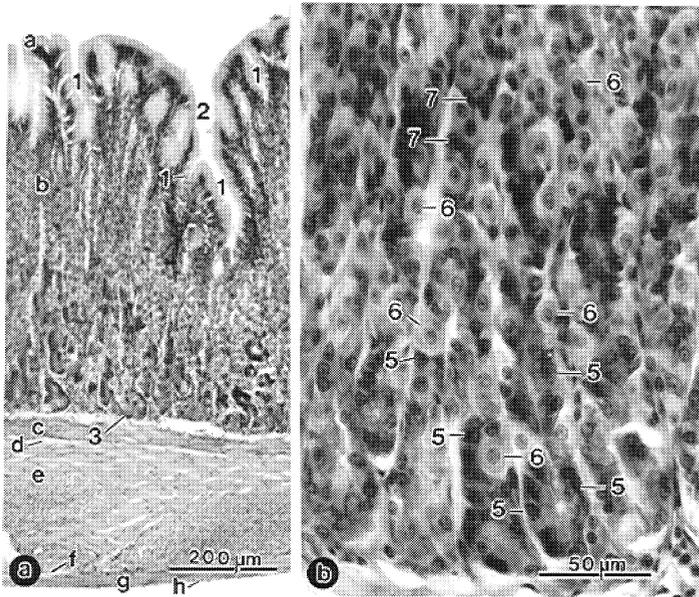


Abb. 20: Eigendrüsenszone der Magenschleimhaut, H. E.

Abbildungen 20 - 22: Zonen der Magenschleimhaut

- a - c:** *Tunica mucosa*
a: *Epithelium mucosae*
b: *Lamina propria mucosae*
c: *Lamina muscularis mucosae*
d: *Tela submucosa*
e - g: *Tunica muscularis*
e: *Stratum circulare*
f: *Stratum intermusculare*
g: *Stratum longitudinale*
h: *Tunica serosa*
1: Magengrübchen
2: Magenfurche
3: Cardiadrüsen, *Glandulae cardiacae*
4: Eigendrüsens, *Glandulae gastricae propriae*
5: Hauptzellen der *Glandulae gastricae propriae*
6: Belegzellen der *Glandulae gastricae propriae*
7: Nebenzellen der *Glandulae gastricae propriae*
8: Pylorusdrüsen, *Glandulae pyloricae*
9: Epithelzellen



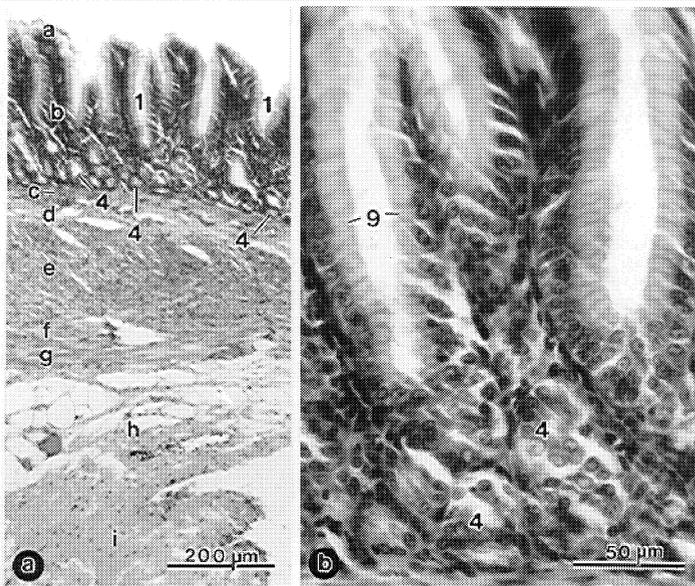


Abb. 21: Cardiadrüsenzzone der Magenschleimhaut, H. E.

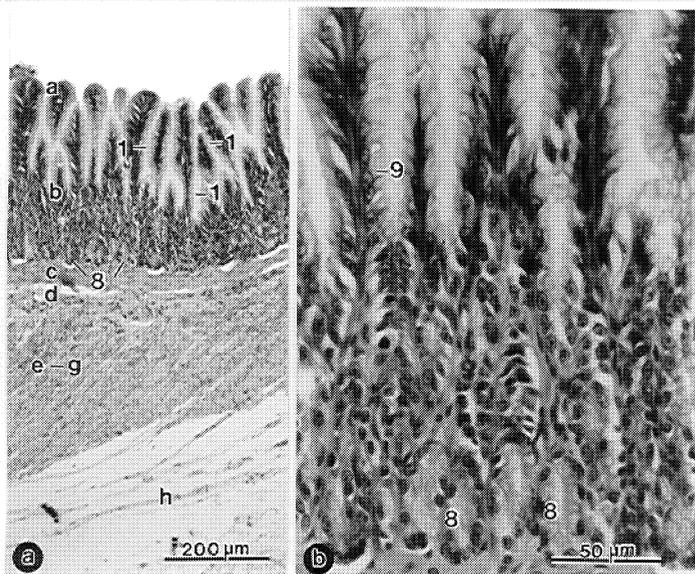


Abb. 22: Pylorusdrüsenzzone, H. E.

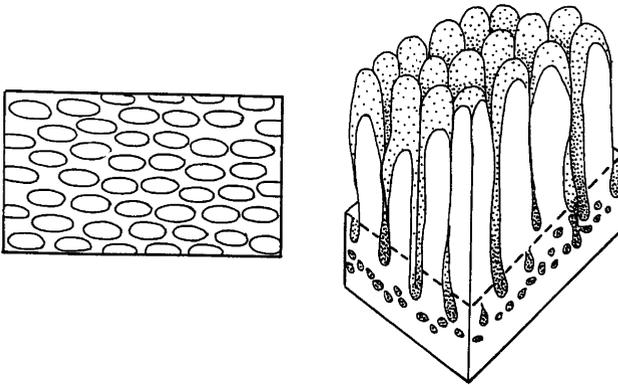


Abb. 23: Zottenformen des *Duodenum*, Querschnitt und Längsschnitt

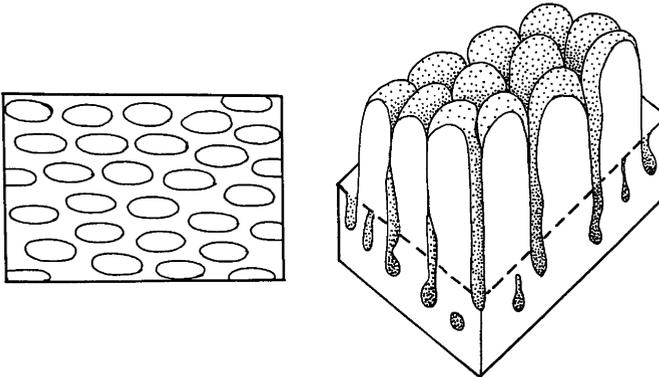


Abb. 24: Zottenformen des mittleren *Jejunum*, Querschnitt und Längsschnitt

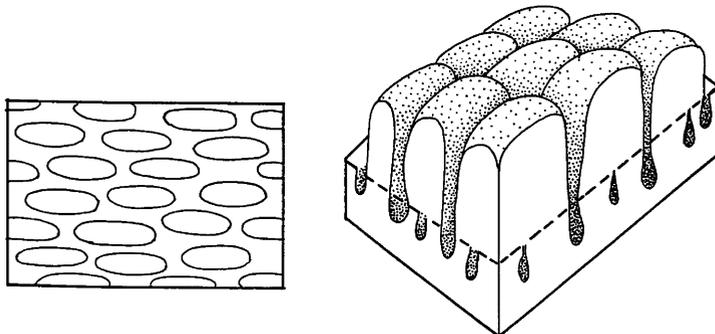


Abb. 25: Zottenformen des *Ileum*, Querschnitt und Längsschnitt

5.2.2 Dünndarm, *Intestinum tenue* (Abb. 23 - 30)

Alle drei Dünndarmabschnitte, *Duodenum*, *Jejunum* und *Ileum*, zeigen einheitlich den allgemein bekannten Aufbau ihrer Darmwand. Allein das *Duodenum* unterscheidet sich von den anderen beiden Abschnitten durch die Existenz von submukös gelegenen Duodenaldrüsen. Eine Abgrenzung zwischen *Jejunum* und *Ileum* ist aufgrund der Mikroarchitektur kaum möglich, sie erfolgt aufgrund der makroskopisch beschriebenen *Plica ileocaecalis*. Allen Dünndarmabschnitten gemeinsam ist auch die Ausbildung von Darmzotten, *Villi intestinales*, die dem Dickdarm fehlen, und von Darmeigendrüsen, *Glandulae intestinales*, auch Lieberkühnschen Krypten genannt.

Die *Tunica mucosa* zeigt den gewohnten Aufbau aus *Epithelium mucosae*, *Lamina propria mucosae* und *Lamina muscularis mucosae*. Das *Epithelium mucosae* besteht aus zylindrischen Enterozyten und Becherzellen. Die hochprismatischen Enterozyten oder Saumzellen, *Epitheliocyti columnares*, erreichen eine Höhe von 19 - 42 µm, die höchsten Zellen sitzen in der Regel auf den Zotten. Sie besitzen einen Bürstensaum, *Limbus striatus*, von 1,2 - 3 µm Höhe, der zwischen den Zotten am höchsten erscheint. Der oval bis länglich geformte Zellkern liegt subzentral bis basal. Oft sind basal zwischen die Saumzellen eingedrungene Lymphozyten zu finden, die gelegentlich auch weiter apikal vorkommen. Zwischen den Saumzellen sitzen in unterschiedlicher Zahl einzeln die gleich hohen Becherzellen, *Epitheliocyti caliciformes*. Ihre wenigstens die distale Hälfte ausfüllende Schleimgranula verleihen ihnen die bauchige Form und drängen ihren längsovalen, fast keilförmigen Zellkern in die Zellbasis. Die Zahl der Becherzellen zeigt keinen Unterschied zwischen Zotten- und Kryptenepithel. Sie steigt aber im Verlauf des Darmes von kranial nach kaudal an. So liegt das Verhältnis von Becherzellen zu Saumzellen im *Duodenum* bei 1:15 - 1:30 (1:40), im *Jejunum* bei 1:8 - 1:15 (1:20) und im *Ileum* bei 1:6 - 1:12 (1:15). Gastrointestinale endokrine Zellen, *Endocrinocyti gastrointestinales*, können nur vereinzelt im Duodenum nachgewiesen werden. Die *Lamina propria mucosae* bildet die bindegewebige Grundlage der Zotten, *Villi intestinales*. Sie sind von querovaler Form und in ihrer Länge von kranial nach kaudal leicht abnehmend. So zeigen sie im *Duodenum* Längen zwischen 380 und 630 µm mit einer Breite von 145 - 250 µm und einer Dicke von 65 - 120 µm. Im *Jejunum* sind

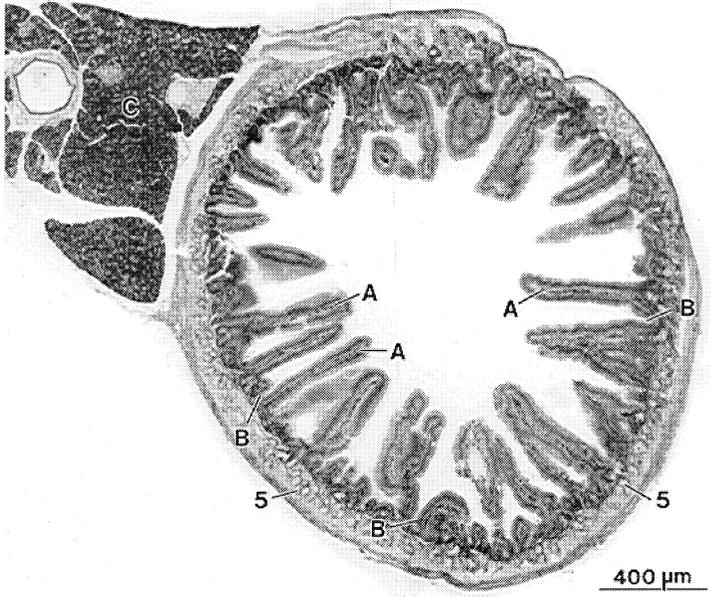


Abb. 26: Duodenum, Querschnitt, H. E.

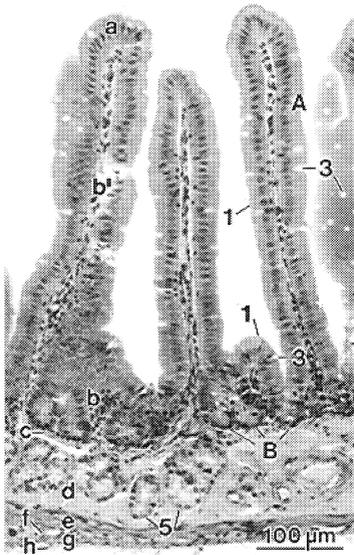


Abb. 27: Duodenum, Ausschnitt, H. E.

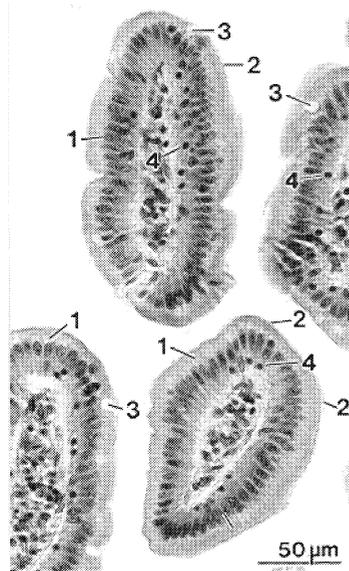


Abb. 28: Duodenum, Zottenquerschnitt, H. E.

sie mit nach kaudal abnehmenden Werten zwischen 180 - 640 (700) μm lang, 60 - 164 (250) μm breit und 55 - 116 μm dick. Im *Ileum* schließlich hat sich ihre Länge auf 106 - 350 μm verkürzt bei einer Breite von 97 - 203 μm und einer Dicke von 68 - 106 μm . Die ähnlichen Extrema bei der Zottenbreite und -dicke mag darüber hinweg täuschen, daß das Bild im Duodenum mehr von runden bis ovalen Zotten geprägt ist, während man kaudal hauptsächlich breitere Zotten findet (Abb. 23 - 25). Die Form der Zotten ist nicht immer nur einfach fingerförmig, es kommen teilweise auch gespaltene Zotten vor, oder gelegentlich auch zusammenfließende Zotten mit gemeinsamer Zottenspitze. In das aus elastischen Längs- und Querfasern bestehende Zottenstroma ziehen bis zur Zottenspitze aus der *Lamina muscularis mucosae* stammende Muskelzellen, die sich gelegentlich zu peripheren Muskelbündeln zusammen lagern, oder auch um die Zentralarterie legen. Die Arteriolen und Venolen der Zotten verlaufen parallel zur Zottenachse von der Basis bis zur Zottenkuppe, dort dann quer. Im Zottenbindegewebe sind verschiedene Abwehrzellen in Form von Lymphozyten, Makrophagen und Plasmazellen zu finden. Der zusammenhängende Teil der *Lamina propria mucosae* erreicht im Dünndarm eine Dicke von 36 - 164 μm . Er enthält neben den für die Zotten bereits erwähnten Gefäßen und Abwehrzellen die Darmeigendrüsen oder Lieberkühnschen Krypten, *Glandulae intestinales*. Diese gerade verlaufenden, zwischen 40 und 160 μm langen Drüsen liegen dichtgedrängt nebeneinander und reichen bis zur *Lamina muscularis mucosae*. Das Epithel der Lieberkühnschen Krypten zeigt die gleichen Zellen wie das Oberflächenepithel. Die Saumzellen sind etwas niedriger, teilweise auch etwas schmaler als im Oberflächenepithel und ihr Kern erscheint gelegentlich etwas ovaler. Der Bürstensaum wird

Zu den Abb. 26 - 28: Duodenum

a - c: <i>Tunica mucosa</i>	h: <i>Tunica serosa</i>
a: <i>Epithelium mucosae</i>	
b - b': <i>Lamina propria mucosae</i>	A: Zotte
b: interglanduläres Bindegewebe	B: Lieberkühnsche Krypte
b': Zottenstroma	C: Pankreas
c: <i>Lamina muscularis mucosae</i>	
d: <i>Tela submucosa</i>	1: Enterozyt (Saumzelle)
e - g: <i>Tunica muscularis</i>	2: Bürstensaum
e: <i>Stratum circulare</i>	3: Becherzelle
f: <i>Stratum intermusculare</i>	4: Lymphozyt
g: <i>Stratum longitudinale</i>	5: Submukosadrüse

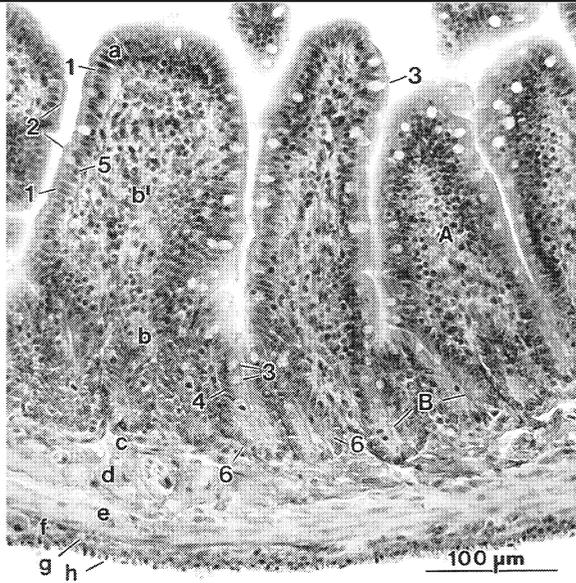


Abb. 29: Jejunum,
Ausschnitt aus
einem Querschnitt,
H. E.

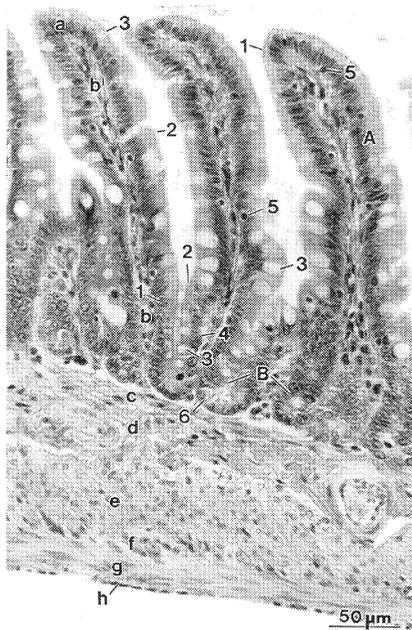


Abb. 30: Ileum,
Ausschnitt aus
einem Sagittalschnitt,
H. E.

nach basal hin niedriger und fehlt in den unteren ein bis zwei Vierteln ganz. Die Zahl der Becherzellen liegt mit 1:20 - 1:30 im *Duodenum*, 1:10 - 1:20 im *Jejunum* und 1:6 - 1:12 im *Ileum* in etwa genauso hoch wie im Oberflächenepithel. Am Drüsengrund sind sie jedoch nicht zu finden. Ihre Becher sind dabei z. T. etwas kleiner bis genau so groß wie im Oberflächenepithel. Neben indifferenten Zellen im Drüsenhals finden sich vor allem am Drüsengrund deutlich granulierten Zellen mit rundem bis ovalem, basal gelegenen Zellkern. Sie weisen apikal azidophile Sekretgranula auf und sind basal stark basophil gefärbt. Ihrer Morphologie nach könnten Sie als Panethsche Körnerzellen angesprochen werden. Eine *Lamina subglandularis* kann nicht festgestellt werden. Die *Lamina muscularis mucosae* ist nur 3 - 10 µm stark. Als einschichtige Muskellage mit maximal 3 - 4 Zelllagen umfaßt sie die *Lamina propria mucosae* durchgehend. Nur gelegentlich weist sie im Bereich von Lymphknoten Lücken auf und im *Duodenum* wird sie von den Ausführungsgängen der Duodenaldrüsen durchbrochen. Ihr folgt nach außen das sehr lockere Bindegewebe der *Tela submucosa*. Ihre Wandstärke schwankt in *Jejunum* und *Ileum* zwischen 0 und 59 µm, in der Umgebung sehr großer Gefäße beträgt sie sogar bis 150 µm. Dagegen hat sie im *Duodenum* durch die eingelagerten Submukosadrüsen, die jedoch in den kaudalen 15 % des *Duodenum* nicht mehr nachgewiesen werden können, grundsätzlich eine Stärke von bis zu 120 µm. Die Submukosadrüsen oder Brunnersche Drüsen, *Glandulae submucosae*, sind muköse, tubuloalveoläre, zum Teil verästelte Drüsen. Ihr Drüsenkörper besteht aus trapezförmigen, niedrigen Epithelzellen mit einem kugelförmigen, basal gelegenen Kern. Seine Endstücke werden umgeben von Muskelfasern aus der *Lamina muscularis mucosae* und dem *Stratum circulare*

Zu den Abb. 29 und 30: *Jejunum* und *Ileum*

a - c: <i>Tunica mucosa</i>	h: <i>Tunica serosa</i>
a: <i>Epithelium mucosae</i>	A: Zotte
b - b': <i>Lamina propria mucosae</i>	B: Lieberkühnsche Krypte
b: interglanduläres Bindegewebe	
b': Zottenstroma	
c: <i>Lamina muscularis mucosae</i>	1: Enterozyt
d: <i>Tela submucosa</i>	2: Bürstensaum
e - g: <i>Tunica muscularis</i>	3: Becherzelle
e: <i>Stratum circulare</i>	4: Indifferente Zelle
f: <i>Stratum intermusculare</i>	5: Lymphozyt
g: <i>Stratum longitudinale</i>	6: Panethsche Körnerzelle

der *Tunica muscularis*. Die kurzen Ausführungsgänge bestehen aus sehr niedrigen, fast kubischen Epithelzellen und münden im Grund der Darmeigendrüsen. Becherzellen, Panethsche Körnerzellen oder Gastrointestinale endokrine Zellen konnten in den Drüsen nicht nachgewiesen werden. Wieder in allen Dünndarmabschnitten der *Tela submucosa* zu finden sind die Nerven des *Plexus submucosus*, Blutgefäße und Lymphknötchen. Letztere kommen als Einzelknötchen, *Noduli lymphatici solitarii*, mit Durchmessern von 240 - 400 µm, oder auch im kaudalen *Jejunum* und im *Ileum* auch als gehäufte Knötchen, Peyersche Platten, *Noduli lymphatici aggregati* vor. Die Peyerschen Platten bestehen aus 2 - 8 Einzelknötchen, die sich durch nur schwach ausgeprägte Bindegewebssepten voneinander trennen lassen, und erreichen eine Breite von bis zu 600 µm, eine Dicke von bis zu 240 µm und eine Länge von bis zu 2,8 mm. Einzelknötchen und Peyerschen Platten gemeinsam ist die antimesenteriale Lage und ihr Vorwölben durch alle Schichten bis in die Zottenspitzen. Die *Tunica muscularis* zeigt den typischen zweischichtigen Aufbau mit einer stärkeren, inneren Kreismuskelschicht, *Stratum circulare*, und einer schwächeren, äußeren Längsmuskelschicht, *Stratum longitudinale*. Das *Stratum circulare* ist im *Duodenum* zwischen 15 und 28 µm stark, im *Jejunum* und *Ileum* auch bis 52 µm. Das *Stratum longitudinale* ist im *Duodenum* und *Jejunum* zwischen 3 und 23 µm stark und kommt erst im *Ileum* auf Werte von bis zu 47 µm. Das Verhältnis zwischen *Stratum circulare* und *Stratum longitudinale* liegt etwa bei 2:1 bis 4:1. Getrennt sind beide Muskelschichten durch ein bis zu 30 µm starkes bindegewebiges *Stratum intermusculare*. Dieses führt Blutgefäße und die Nerven des *Plexus myentericus*, die hauptsächlich antimesenterial zu finden sind. Die *Tunica serosa* zeigt den zweischichtigen Aufbau mit einer 2 - 5 (9) µm starken Schicht lockeren Bindegewebes, der *Lamina propria serosa*, und einem 2 - 3 µm dicken, selten stärkeren einschichtigen Plattenepithel, dem *Mesothelium*.

5.2.3 Dickdarm, *Intestinum crassum* (Abb. 31 - 39)

Der Dickdarm mit seinen drei Abschnitten *Caecum*, *Colon* und *Rectum* unterscheidet sich vom Dünndarm hauptsächlich durch das Fehlen der Darmzotten und durch die Stärke der einzelnen Wandschichten. Die Differenzierung der einzelnen Dickdarmabschnitte erfolgt vorwiegend durch die makroskopische und weniger durch die mikroskopische Struktur.

Die *Tunica mucosa* zeigt auch im Dickdarm den dreischichtigen Aufbau aus *Epithelium mucosae*, *Lamina propria mucosae* und *Lamina muscularis mucosae*. Die hochprismatischen Saumzellen des *Epithelium mucosae* haben im gesamten Dickdarm eine Höhe von 10 - 36 μm . Ihr runder bis länglicher Zellkern liegt ziemlich zentral, teilweise auch etwas apikal oder basal der Mitte. Der Bürstensaum ist 1 - 3 μm , in der Regel 1,5 - 2 μm hoch und fehlt in den unteren ein bis zwei Dritteln der *Glandulae intestinales*. Zwischen die Saumzellen schieben sich einzeln die Becherzellen in einem Verhältnis von Becher- zu Saumzellen von 1:10 - 1:20 im *Caecum* und 1:10 - 1:30 in *Colon* und *Rectum*. Wie auch bei den Becherzellen des Dünndarmes drängen auch hier die Schleimgranula den keilförmigen Kern in die Basis der Zelle und bedingen deren bauchige Form. Panethsche Körnerzellen oder Gastrointestinale endokrine Zellen konnten nicht nachgewiesen werden. Vereinzelt sind basal zwischen die Epithelzellen vorgedrungene Lymphozyten zu sehen. Die *Lamina propria mucosae* ist mit Stärken von 31 - 310 μm innerhalb kleiner Bereiche sehr starken Schwankungen unterworfen. Neben Gefäßen, Nerven und Abwehrzellen beherbergt sie im gesamten Dickdarm die Darmeigendrüsen, Lieberkühnschen Krypten, *Glandulae intestinales*, die wie im Dünndarm aus Saumzellen, Becherzellen und indifferenten Zellen bestehen. Sie liegen dicht gedrängt, verlaufen gerade und zeigen in Abhängigkeit von der Stärke der *Lamina propria mucosa* Längen von 34 - 290 μm . Die Saumzellen der Lieberkühnschen Krypten sind je nach Dehnungszustand der Drüsen genauso hoch wie die des Oberflächenepithels oder etwas kürzer, bisweilen sogar fast kubisch. Ihr Zellkern liegt im Gegensatz zu den Oberflächenepithelien fast immer ganz basal und ist auch fast immer rund bis oval, nur selten länglich. Die zwischen ihnen liegenden Becherzellen sind gelegentlich etwas kleiner als die Becherzellen des Oberflächenepithels, dafür aber mit einem Verhältnis von Becher- zu Saumzellen von 1:2 - 1:10 deutlich häufiger. Im Gegensatz zum Dünndarm finden sie sich auch am Drüsengrund, Panethsche Körnerzellen sind dagegen am Drüsengrund nicht zu finden.

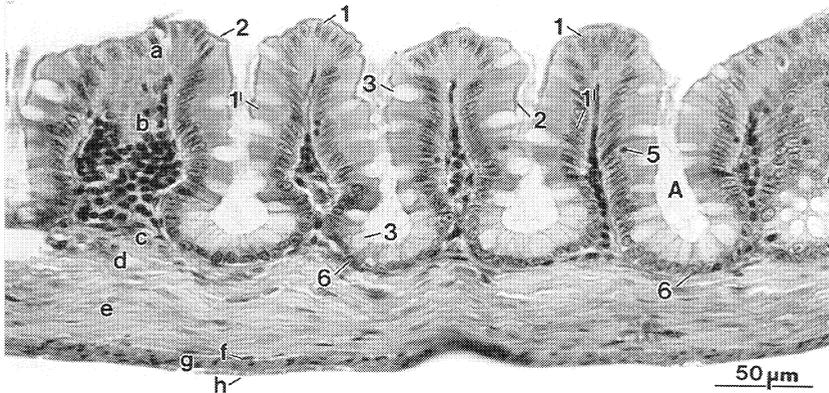


Abb. 31: *Caecum*, gedehnter Abschnitt, H. E.

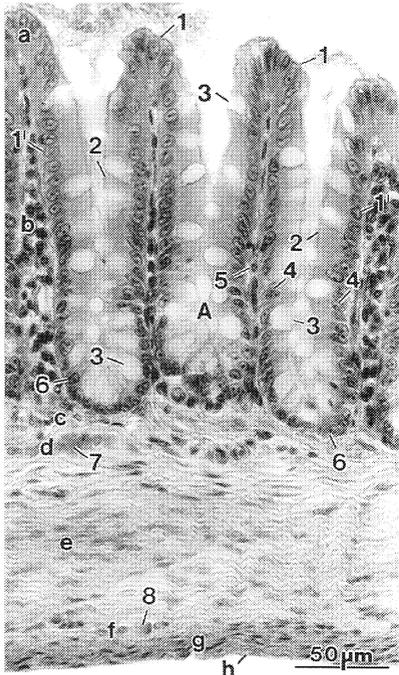


Abb. 32: *Caecum*, kontrahierter Abschnitt, H. E.

Zu den Abb. 31 und 32

a - c: *Tunica mucosa*

a: *Epithelium mucosae*

b: *Lamina propria mucosae*

c: *Lamina muscularis mucosae*

d: *Tela submucosa*

e - g: *Tunica muscularis*

e: *Stratum circulare*

f: *Stratum intermusculare*

g: *Stratum longitudinale*

h: *Tunica serosa*

A: Lieberkühnsche Krypten

1: Saumzellen des Oberflächenepithels, zentrale bis apikale Kernlage

1': Saumzellen der Lieberkühnschen Krypten, basale Kernlage

2: Bürstensaum

3: Becherzellen

4: Indifferente Zelle

5: Lymphozyten

6: Panethsche Körnerzelle

7: Nervenzellen des *Plexus submucosus*

8: Nervenzellen des *Plexus myentericus*

Nur im Bereich des *Caecum* und des *Colon ascendens* finden sich am Drüsengrund relativ deutlich granulierte Zellen mit rundem bis ovalem, basal gelegenen Zellkern, die ihrer Morphologie nach eventuell als Panethsche Körnerzellen angesprochen werden könnten. Weiter kaudal sind solche Zellen nicht mehr zu finden. Die ***Lamina muscularis mucosae*** stellt sich nur im *Caecum* und im *Colon ascendens* als einschichtige 3 - 24 µm starke längs zur Darmachse verlaufende Muskelschicht dar. Im *Colon transversum*, im *Colon descendens* und im *Rectum* dagegen ist sie zweischichtig. Eine innere zirkulär verlaufende 1- bis 3-lagige Muskelschicht ist im *Colon transversum* und im *Colon descendens* nur bis 8 µm, im *Rectum* jedoch bis 35 µm dick. Eine äußere längs verlaufende 1- bis 7-lagige Muskelschicht nimmt an Stärke von kranial maximal 14 µm auf kaudal maximal 40 µm zu. Diese Stärke erreicht sie in den kranialen Abschnitten des Dickdarmes nur in den Längsfalten. Unterbrochen wird die sonst durchgehende *Lamina muscularis mucosae* nur von den Lymphknoten. Die ***Tela submucosa*** zeigt ebenfalls die schon öfter beschriebenen Schwankungen in der Dicke. Sie reicht von 7 - 83 µm, im Bereich sehr großer Gefäße auch bis 270 µm. Die *Tela submucosa* bildet zudem die bindegewebige Grundlage für die halbkreisförmig ins Dickdarmlumen vorspringenden Dickdarmfalten, *Plicae semilunares*. In diesen erreicht sie Stärken von bis zu 485 - 610 µm. Sowohl in den Falten als auch in dem zusammenhängenden Teil dient die *Tela submucosa* den mesenterial wie antimesenterial verlaufenden Nerven des *Plexus submucosus*, den Gefäßen und den Lymphknötchen als Bindegewebsgerüst. Die immer antimesenterial gelegen Lymphknötchen des Dickdarms zeigen beim Burunduk eine besondere Form der *Noduli lymphatici solitarii*. Ihre Größe schwankt von kleinen, nur 70 µm dicken, 140 µm breiten, bis zu 2 mm langen Lymphknötchen im *Colon ascendens* bis zu großen, 680 µm dicken, 1650 µm breiten, bis zu 10 mm langen Lymphknötchen im *Colon descendens*. Der Abstand zwischen den Lymphknötchen beträgt 2 - 13 mm. Sie umschließen meist einen bis mehrere Hohlräume, die mit vollkommen intaktem Oberflächenepithel aus Saumzellen und Becherzellen ausgekleidet sind und die über ebenfalls mit Epithel ausgekleidete Gänge in das Darmlumen münden. Diese Hohlräume haben verschiedene Größen und Formen. So gibt es kleine ovale, im Querschnitt nur 10 x 20 µm messende, kleine fast runde, nur 45 x 55 µm messende Lymphkrater, aber auch große ovale von 466 x 175 µm bzw. große runde von 380 x 397 µm. Einige Lymphkrater erscheinen fast wie auf 180 - 800 µm vertiefte Lieberkühnsche Krypten.

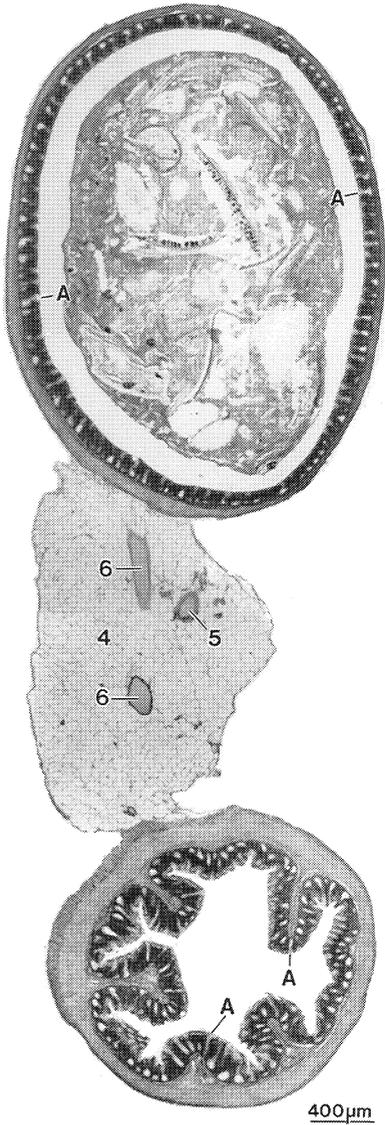


Abb. 33: Colon ascendens, Ansa media coli (1. Parallelschlinge), H. E.

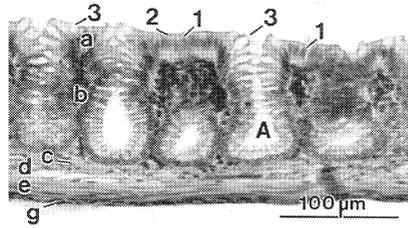


Abb. 34: Ausschnitt aus Abb. 33, gedehnter Schenkel, H. E.

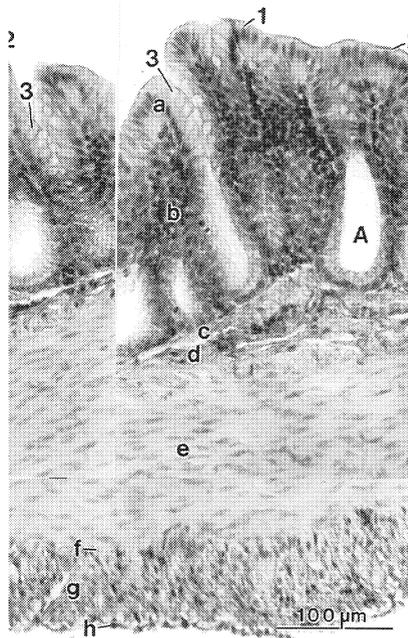


Abb. 35: Ausschnitt aus Abb. 33, kontrahierter Schenkel, H. E.

Die *Tunica muscularis* zeigt den üblichen Wandaufbau aus einem inneren *Stratum circulare* und einem äußeren *Stratum longitudinale*, die durch ein bis zu 35 µm starkes *Stratum intermusculare* getrennt sind, welches die Gefäße und die mesenterial wie antimesenterial gelegenen Nerven führt. Das *Stratum circulare* erreicht eine Dicke von 12 - 145 µm und zeigt sich im histologischen Schnitt 2- bis 5-mal so stark, gelegentlich sogar 10-mal so stark wie das 6 - 43 µm dicke *Stratum longitudinale*. Die *Tunica serosa* zeigt eine bis zu 5 µm starke *Lamina propria serosae*, die im kaudalen Bereich auch bis zu 10 µm stark sein kann, und ein 1,5 - 3 µm dickes *Mesothelium*. Im Endabschnitt des Rektums tritt an die Stelle der *Tunica serosa* die *Tunica adventitia*, die das Rektum bindegewebig in die Beckenhöhle einbettet.

Die Grenze zwischen Rektum und Anus, die *Linea anorectalis*, zeigt einen abrupten Übergang von der Rektumschleimhaut in die kutane Schleimhaut des *Anus*. Dessen mehrschichtiges Plattenepithel ist in seinem ersten Viertel bis Drittel unverhornt, dann verhornt. Mit einer Stärke von 20 - 45 µm geht es nach 4 - 5 mm Länge in die *Cutis* der Zirkumanalregion über. Die *Tela submucosa* des *Canalis analis* schiebt sich als 100 - 300 µm starke Schicht nur wenig zwischen Drüsen und Muskulatur sondern fast ausschließlich zwischen das Epithel und die eingelagerten Zirkumanaldrüsen. Die sehr großen Zirkumanaldrüsen, *Glandulae circumanales*, erreichen Größen von 1,7 - 4,7 x 0,9 - 3,0 mm. Dabei können sie aus einem einzigen Drüsenläppchen bestehen oder aus bis zu 6 Drüsenläppchen, die zusammen in einem oder wenigen Ausführungsgängen münden. Diese Ausführungsgänge sind sehr kurz, von mehrschichtigem Plattenepithel ausgekleidet und münden im letzten Drittel der Analschleimhaut.

Zu den Abb. 33, 34 und 35, *Colon ascendens*

a - c: <i>Tunica mucosa</i>	A: Lieberkühnsche Krypte
a: <i>Epithelium mucosae</i>	1: Enterozyt
b: <i>Lamina propria mucosae</i>	2: Bürstensaum
c: <i>Lamina muscularis mucosae</i>	3: Becherzelle
d: <i>Tela submucosa</i>	4: <i>Mesocolon ascendens</i>
e - g: <i>Tunica muscularis</i>	5: Arterie
e: <i>Stratum circulare</i>	6: Vene
f: <i>Stratum intermusculare</i>	
g: <i>Stratum longitudinale</i>	
h: <i>Tunica serosa</i>	

Während das *Stratum circulare* der *Tunica muscularis* an der *Linea anorectalis* oder auch erst 1,5 - 2,5 mm kaudal davon leicht kolbenartig verdickt endet, um den etwa 290 - 340 µm starken inneren Schließmuskel, *Musculus sphincter ani internus*, zu bilden, zieht das *Stratum longitudinale* noch etwas weiter, um lateral im kranialen Bereich der Talgdrüsen spitz auszulaufen. Auf Höhe des *M. sphincter ani internus* erreicht es dabei eine maximale Dicke von 200 - 340 µm. Um den inneren Schließmuskel herum, zum Teil auch etwas nach kaudal verschoben, liegt der aus quergestreifter Muskulatur bestehende äußere Schließmuskel, *Musculus sphincter ani externus*. Er ist zwischen 1,8 und 3 mm lang und zwischen 0,5 und 1,2 mm stark. Die kaudal von ihm gelegenen Zirkumanaldrüsen umfaßt er halbkreisförmig in einer Stärke von 240 - 400 µm. Über lockeres Bindegewebe, *Adventitia*, ist der Anus in das Gewebe der Beckenhöhle eingebettet.

Zu den Abb. 36 und 37, Rectum und Anus und Abb. 38 und 39, Lymphknötchen des Colon

a - c: <i>Tunica mucosa</i>	B: <i>Linea anorectalis</i>
a: <i>Epithelium mucosae</i>	1: Enterozyt
b: <i>Lamina propria mucosae</i>	2: Bürstensaum
c: <i>Lamina muscularis mucosae</i>	3: Becherzellen
d: <i>Tela submucosa</i>	4: mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel
e - g: <i>Tunica muscularis</i>	5: mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel
e: <i>Stratum circulare</i>	6: <i>Musculus sphincter ani internus</i>
f: <i>Stratum intermusculare</i>	7: <i>Musculus sphincter ani externus</i>
g: <i>Stratum longitudinale</i>	8: Zirkumanaldrüsen
h: <i>Tunica adventitia</i>	9: Ausführungsgang der Zirkumanaldrüsen
A: Lieberkühnsche Krypte	10: Haut mit Haaren
A': Lymphkrater	11: Lymphknötchen

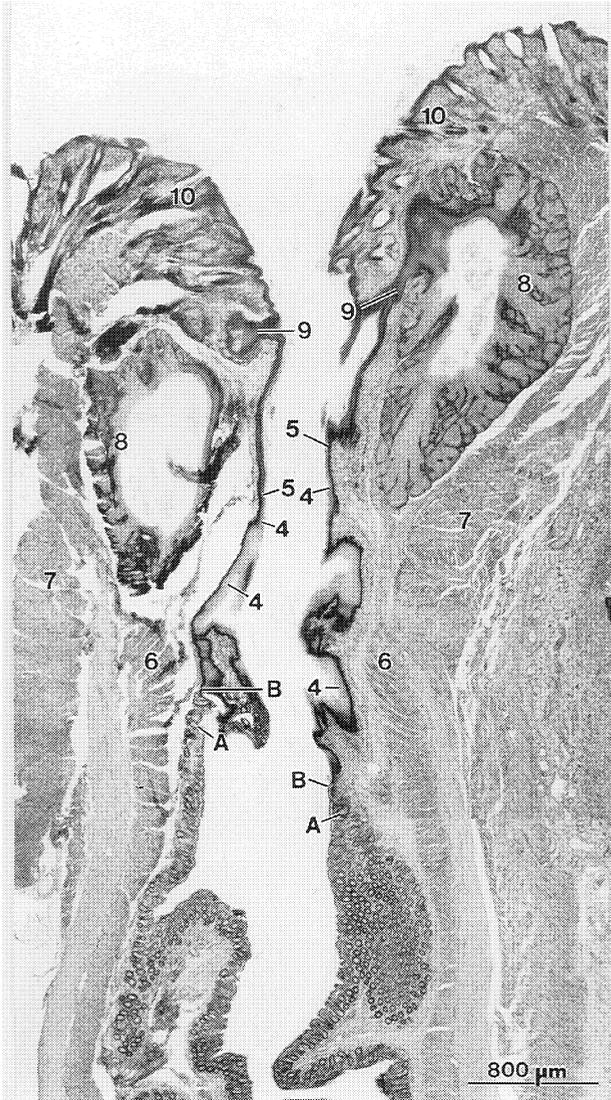


Abb. 36: Rectum und Anus, Sagittalschnitt, H. E.

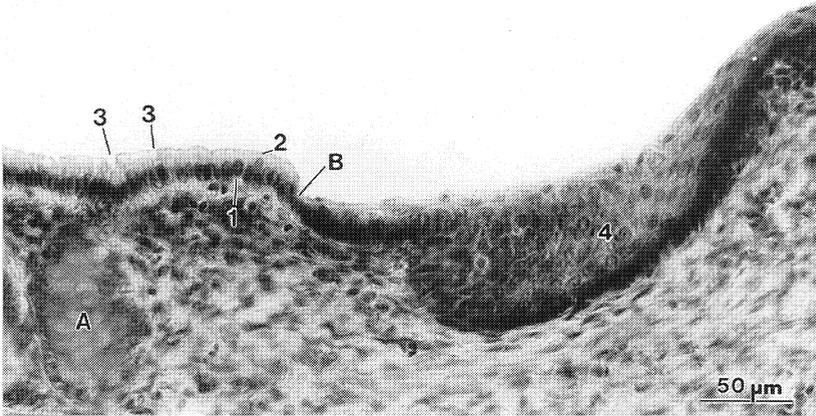


Abb. 37: Ausschnitt aus Abb. 36, *Linea anorectalis*, H. E.

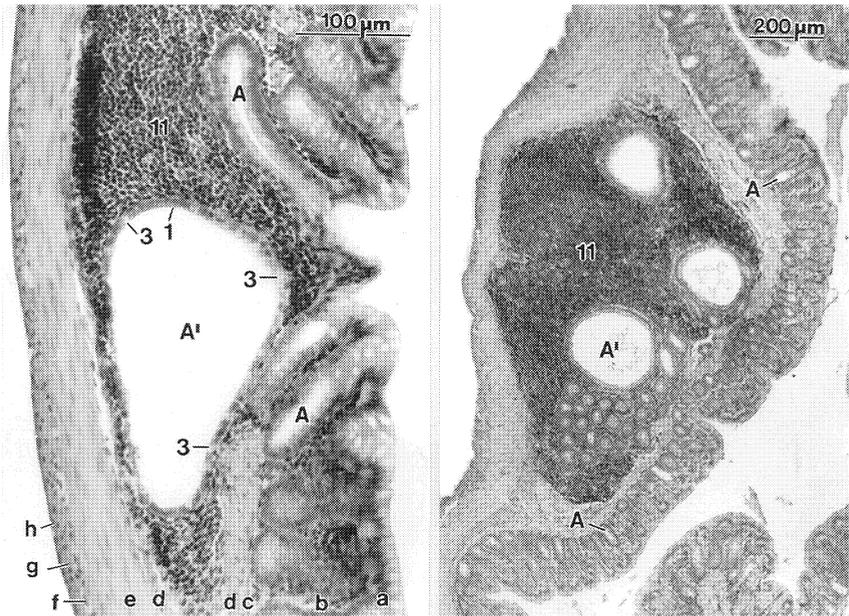


Abb. 38 und 39: Lymphknötchen mit Lymphkratern aus dem *Colon*, H. E.

6. Diskussion

6.1 Methodische Probleme

Die Zahl der untersuchten Tiere - 12 makroskopisch, 3 mikroskopisch - muß bezüglich der statistischen Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse berücksichtigt werden. Ein Töten von weiteren Tieren zur Erhöhung der statistischen Aussagekraft wurde vom Autor unter dem Gesichtspunkt des Tierschutzes für nicht vertretbar gehalten.

Bei allen makroskopisch untersuchten Tieren handelte es sich um natürliche Todesfälle. Tiere, bei denen sich während der Sektion makroskopisch sichtbare Auffälligkeiten am Rumpfdarm zeigten, blieben bei der Auswertung der Ergebnisse unberücksichtigt.

Starke Schwankungen des Parameters Darmlänge, wie sie nach NICKEL (1933) eventuell zu befürchten gewesen wären, konnten nicht festgestellt werden. Die von NICKEL dafür verantwortlich gemachte unterschiedlich weit fortgeschrittene Totenstarre zum Zeitpunkt der Untersuchung scheint bei dem untersuchten Material keine Bedeutung gehabt zu haben. Dies könnte daran liegen, daß alle makroskopisch untersuchten Tiere vor ihrer Kälte-Konservierung bereits mehrere Stunden tot waren und so die Totenstarre wahrscheinlich bei allen Tieren wieder gelöst war.

Wie im Kapitel 2 über die Biologie des Burunduk erwähnt, wird der Burunduk mit einem Alter von 60 Tagen bereits als ausgewachsen betrachtet, obwohl er erst im Alter von ca. 1 Jahr geschlechtsreif ist. SMIT (1977) bezeichnet ihn in diesem Entwicklungsstadium als "subadult". Da vier der makroskopisch untersuchten Tiere (Nr. 1, 3, 4, 5) subadulte Tiere waren, sollen vorab deren Ergebnisse und ihr Einfluß auf die Gesamtergebnisse diskutiert werden. Deshalb wurden die Werte dieser Tiere getrennt aufgeführt und auch ein eigener Mittelwert daraus gebildet. Diese subadulten Tiere weisen mit durchschnittlich 114 mm (111 - 116 mm) eine etwas kürzere Körperlänge bzw. mit durchschnittlich 158,5 mm (154 - 161 mm) eine etwas kürzere Kopf-Rumpf-Länge auf als die adulten Tiere, bei denen sie im Schnitt 121,5 mm (117 - 125 mm) bzw. 168 mm (163 - 172 mm) beträgt. Auch das Körpergewicht der subadulten Tiere ist mit durchschnittlich 65,9 g etwas geringer als das der adulten Tiere mit durchschnittlich 71,6 g. Die Maße des *Cavum abdominis* der subadulten Tiere liegen jedoch fast alle innerhalb der Spanne, wie sie bei den adulten Tieren gegeben ist,

die Mittelwerte sind sogar fast identisch. Lediglich der durch die knöchernen Lendenwirbelsäule vorgegebene dorsale Längsdurchmesser der Bauchhöhle weicht etwas nach unten ab. Die absoluten wie auch relativen Maße des Rumpfdarmes der subadulten Tiere zeigen ebenfalls keine signifikanten Abweichungen nach unten vom Mittelwert der adulten Tiere. Zum Teil liegen die Mittelwerte des Rumpfdarmes der subadulten Tiere sogar über denen der adulten Tiere. Bei gleich langem Darm und etwas geringerer Körperlänge ist die relative Darmlänge der subadulten Tiere etwas größer. So ist denn der Darmkanal bei den subadulten Tieren im Durchschnitt 6,7- (6,5- bis 7,0-) mal so lang wie ihre Körperlänge bzw. 4,8- (4,7- bis 5,0-) mal so lang wie die Kopf-Rumpf-Länge, während er bei den adulten Tieren durchschnittlich 6,5- (5,0- bis 7,5-) bzw. 4,7- (3,8- bis 5,4-) mal so lang ist. Dabei liegen diese Werte der subadulten Tiere innerhalb der Schwankungsbreite der adulten Tieren. Diese Befunde stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen von GORGAS (1967), der zu dem Schluß kommt, daß die relative Darmlänge bei adulten Tieren grundsätzlich größer ist als bei subadulten und juvenilen. Leider gibt GORGAS bezüglich der Burunduks keine konkreten Zahlen an. Er läßt lediglich in einer Abbildung erkennen, daß die relative Darmlänge bezogen auf die KRL bei den juvenilen Burunduks mit ca. 4,6 etwas geringer ist als die der adulten Burunduks mit ca. 5,5. Die relative Darmlänge subadulten Burunduks hat GORGAS jedoch gar nicht mit angegeben, so daß ein direkter Vergleich seiner Ergebnisse mit den eigenen leider nicht möglich ist. Die eigenen Ergebnisse zeigen, daß zwar das Geschlechts- und in geringem Maße auch das Skelettsystem der subadulten Tiere noch nicht voll ausgereift ist, ihr Verdauungskanal aber seine Größenentwicklung abgeschlossen hat. Diese Bewertung bestätigt die eingangs erwähnte Aussage von SMIT und rechtfertigt nach Auffassung des Autors die gemeinsame Auswertung und Interpretation der Ergebnisse des Magen-Darm-Kanals der sogenannten "subadulten" Tieren mit denen der adulten Tiere. Lediglich bei der Angabe der Oesophaguslänge, die direkt abhängt von der Länge der knöchernen Halswirbelsäule, und der relativen Darmlängen bezogen auf die Körperlänge bzw. Kopf-Rumpf-Länge dürfen die Werte der subadulten Tiere nicht gemeinsam mit denen der adulten Tiere ausgewertet werden.

Die stark schwankenden *Längen des Ileum* bei den eigenen Untersuchungen sind zurückzuführen auf die Schwierigkeiten seiner makroskopischen Abgrenzung vom *Jejunum*. Je nach Zustand, in dem das Präparat der Konservierung zugeführt wurde, war die *Plica ileocaecalis* mehr oder weniger gut erhalten. Der Übergang dieser sehr spitz auslaufenden

Falte in die Serosa des *Ileum* war bei schlecht fixierten Tieren nicht immer genau zu definieren und damit eine exakte Bestimmung der Länge des *Ileum* nicht immer hundertprozentig möglich. Dieser methodischen Problematik entstammen wohl die großen Schwankungen der *Ileum*-Längen von 8 - 51 mm. Sein prozentualer Anteil am Dünndarm schwankt dadurch zwischen 2 und 9 %. Für eine physiologische Betrachtung des Dünndarms insgesamt spielt diese Ungenauigkeit jedoch keine Rolle. Hierfür ist mehr die funktionelle Einheit von *Jejunum* und *Ileum* als Duodenaldrüsen freier Dünndarmabschnitt von Bedeutung. Und dieser nimmt recht konstant einen Anteil zwischen 86 - 90 % vom Dünndarm ein.

Die bei den eigenen Untersuchungen festgestellte unterschiedliche *Lage des Caecum* im linken oder rechten Bereich der Bauchhöhle wirft die Frage auf, ob sie das Bild einer physiologischen Schwankungsbreite wiedergibt oder die Folge einer eventuell unterschiedlichen Seitenlage des Tieres nach seinem Tod und einer durch postmortale Gasbildung entstandenen Organverlagerung ist. Um diese Frage sicher klären zu können, wäre es notwendig gewesen, zu erfahren, in welcher Seitenlage das Tier tot aufgefunden worden war. Diese Information konnte vom Züchter, der die Tiere nach ihrem Fund eingefroren hat, nicht gegeben werden. Es war aber auch bei keinem der untersuchten Tiere eine deutliche Gasbildung im *Caecum* festzustellen. Etwas Klarheit kann jedoch die Auswertung der Siten der für die histologische Untersuchung getöteten Tiere bringen. Diese Tiere befanden sich bis zur Euthanasie in absolut physiologischer Haltung. Da sie unmittelbar nach Ihrem Tod in Rückenlage gebracht worden waren um die Bauchdecke abzupräparieren, ist eine Verlagerung der Baueingeweide auszuschließen. Da das *Caecum* auch dieser Tiere größtenteils sowohl links wie rechts in der Bauchhöhle zu finden war, besteht kein Anlaß, die Ergebnisse der anderen Tiere grundsätzlich anzuzweifeln. Möglich werden diese verschiedenen physiologischen Blinddarmsiten durch die sehr freie Aufhängung des *Caecum* an der Gekröseplatte mittels seines sehr schmalen *Mesocaecum*, das ihm auch die Möglichkeit der Drehung um die eigene Achse gibt. Leider gibt es bezüglich der Lage des *Caecum* keine Ergebnisse anderer Autoren zum Vergleich.

Die großen Schwankungen der *Länge des Colon transversum* sind bedingt durch die Schwierigkeit, seinen Anfang und sein Ende zu bestimmen. Als *Colon transversum* wird definitionsgemäß der quer vor der Gekrösewurzel liegende Abschnitt des *Colon* bezeichnet. Je weiter die 2. Parallelschlinge des *Colon ascendens* kраниomedial liegt, desto schwieriger ist

es das Ende des als *Colon transversum* quer vor der Gekrösewurzel her verlaufenden Abschnittes zu definieren. Denn das *Colon transversum* geht dann in einem sehr spitzen Winkel die Mediane überquerend ohne deutliche Krümmungen in das *Colon descendens* über. In diesem Fall ist also die Definition der Länge des *Colon transversum* einer gewissen Ungenauigkeit unterworfen. Eine Auswirkung auf die Bedeutung des Rumpfdarmes des Burunduk hat dies nicht, da dafür die Länge der funktionellen und anatomischen Einheit des gesamten *Colon* von Bedeutung ist.

6.2 Diskussion der Meßergebnisse

Der Vergleich der eigenen makroskopischen Ergebnisse mit denen der beiden Autoren GORGAS (1967) und TIUNOV (1979) ist nicht ganz unproblematisch. Zum einen sind deren Angaben über absolute Werte des Darmkanals nicht vollständig und müssen aus den vorhandenen Werten zurückgerechnet bzw. aus Graphiken herausgemessen werden, zum anderen sind die Bezugsgrößen der relativen Angaben nicht genau definiert. Dies muß bei einem direkten Vergleich, soweit er denn möglich ist, unbedingt berücksichtigt werden. An den Beginn der Diskussion über die Meßergebnisse ist deshalb die Tabelle 1 gestellt, die alle relevanten makroskopischen Parameter des Darmkanals aus GORGAS' und TIUNOVs Arbeit sowie der eigenen Ergebnisse enthält. Die rekonstruierten Werte stehen dabei in Klammern.

Um einen Vergleich mit den Ergebnissen von TIUNOV und GORGAS zu ermöglichen, wurde bei der Berechnung der fehlenden absoluten und relativen Werte unterstellt, daß der kürzeste Darmabschnitt auch im kürzesten Gesamtdarm und der längste Darmabschnitt im längsten Gesamtdarm liegt. Es ist dem Autor wohl bewußt, daß dadurch die Spannbreite der möglichen Werte eingeengt wird. Denn die relative Länge eines sehr langen Darmabschnittes in einem kurzen Gesamtdarm würde einen vergleichsweise höheren Wert ergeben, ebenso wie ein sehr kurzer Darmabschnitt in einem langen Gesamtdarm einen niedrigeren Wert ergeben würde als durch die oben beschriebene Methode. Die Berechnung selbst der fehlenden Werte erfolgte durch Addition bzw. Subtraktion vorhandener Extrema bzw. - wenn diese fehlten - durch Prozentrechnung. Die auf diese Art ermittelten fehlenden absoluten und relativen Werte liegen jedoch rein mathematisch immer innerhalb möglicher tatsächlicher Extrema und ermöglichen dadurch zumindest bedingt einen Vergleich mit TIUNOV und GORGAS.

Tabelle 1: Angaben zur Länge des Magens und Darms sowie zu Körpergewicht und -größe

Parameter	GORGAS, M.	TIUNOV, M.P.	eigene
	(1967)	(1979)	Ergebnisse
Zahl der untersuchten Tiere	27	163	12
Körperlänge /	k. A.	143 - 153 mm	117 - 125 mm/
Kopf-Rumpf-Länge			163 - 172 mm
Körpergewicht	k. A.	73 - 95 g	58 - 90 g
Länge des Magens, absolut	34 - 45 mm	k. A.	32 - 63 mm
Länge des gesamten Darms, absolut	(625 - 905 mm)	796 - 1009 mm	630 - 898 mm
Länge des gesamten Darms			
relativ zur KRL	2,9 - 5,5fach		3,8 - 5,4fach
relativ zur KL		5,5 - 7,1fach	5,0 - 7,5fach
Länge des Dünndarms, absolut	430 - 648 mm	589 - 781 mm	413 - 598 mm
Länge des Dünndarms, relativ	63,3 - 73,2 %	(74 - 77 %)	61 - 67 %
Länge des Dickdarms, absolut	(195 - 257 mm)	(207 - 228 mm)	217 - 325 mm
Länge des Dickdarms, relativ	(26,8 - 36,7 %)	(23 - 26 %)	33 - 39 %
Länge des Enddarms, absolut	161 - 212 mm	(176 - 188 mm)	167 - 245 mm
Länge des Enddarms, relativ	23,5 - 28,2 %	(19 - 22 %)	25 - 28 %
Länge des Blinddarms, absolut	34 - 45 mm	31 - 40 mm	50 - 102 mm
Länge des Blinddarms, relativ	4,7 - 8,5 %	(4 %)	8 - 13 %

Die durch Messung an der *Curvatura major* ermittelte **Länge des Magens** von 32 - 63 mm zeigt eine deutlich größere Spannbreite auf im Vergleich zu den Werten von GORGAS, der 34 - 45 mm angibt, dies insbesondere durch den deutlich höheren Maximalwert. Da die Minimalwerte mit 32 bzw. 34 mm jedoch sehr nahe beieinander liegen, kann angenommen werden, daß die Abweichungen des Maximalwertes auf einen unterschiedlichen Füllungszustand dieses sehr dehnungsfähigen Organs zum Zeitpunkt der Fixierung zurückzuführen sind. Vergleichswerte aus der Arbeit von TIUNOV liegen leider nicht vor.

Die selbst ermittelte **Gesamtdarmlänge** von 630 - 898 mm stimmt sehr gut überein mit den aus GORGAS Daten ermittelten Werten von 625 - 905 mm. Auch bezogen auf die Kopf-Rumpf-Länge (KRL) deckt sich der eigene Wert der relativen Darmlänge vom 3,8- bis 5,4-fachen der KRL gut mit dem von GORGAS angegebenen Wert des 2,9- bis 5,5-fachen der KRL.

TIUNOV ermittelte eine absolute Gesamtdarmlänge von 796 - 1009 mm und eine relative Darmlänge von 5,5 - 7,1 bezogen auf die Körperlänge. Ein Vergleich dieser relativen Darmlänge mit den eigenen Werten oder mit denen von GORGAS wird dadurch erschwert, daß TIUNOV keine genauen Angaben zur Ermittlung der Körperlänge gemacht hat. Sollte die von ihm mit 143 - 153 mm angegebene Körperlänge (KL), die die eigenen Werte von 117 - 125 mm KL um 22 % übersteigt, die gleichen oder zumindest ähnliche Bezugspunkte haben, so könnte dies die im Durchschnitt um 18 % größere absolute Darmlänge einfach durch die unterschiedliche Größe der untersuchten Individuen erklären. Dies wäre ein logische Erklärung, die auch im Einklang mit der Tatsache stünde, daß die von TIUNOV untersuchten Tiere im Mittel um 20 % schwerer waren als die eigenen Tiere. Die von TIUNOV angegebene relative Darmlänge des 5,5- bis 7,1-fachen der Körperlänge läge dann auch innerhalb der Spannbreite von 5,0 - 7,5 bei den eigenen Ergebnissen.

Was die **Maße der einzelnen Darmabschnitte** angeht, so läßt sich jedoch insbesondere zu TIUNOV ein signifikanter Unterschied feststellen. TIUNOV gibt eine absolute Dünndarmlänge von 589 - 781 mm an, das entspricht einem relativen Anteil am Gesamtdarm von 74 - 77 %, während GORGAS eine absolute Länge von 430 - 648 mm angibt, mit einem relativen Wert von 63,3 - 73,2 %. Die eigenen Werte liegen mit einer absoluten Länge von 413 - 598 mm und einer relativen Länge von 61 - 67 % noch tiefer. Dementsprechend sind die relativen Darmlängen des Dickdarms umgekehrt proportional. Bei der Betrachtung der Tabelle 1 fällt auf, daß die absolute Länge des Enddarms mit 161 - 212 mm, wie sie GORGAS angibt, nicht stark abweicht von den eigenen Werten mit 167 - 245 mm. Auch die aus TIUNOVs Angaben errechneten Enddarmlängen mit 176 - 188 mm liegen innerhalb dieser Spanne. Die bei den eigenen Untersuchungen mit 50 - 102 mm gemessene Blinddarmlänge aber liegt deutlich über den von GORGAS ermittelten Werten von 34 - 45 mm und den von TIUNOV angegebenen Werten von 31 - 40 mm. Die Ursache dieser unterschiedlichen Ergebnisse liegt wahrscheinlich in einer unterschiedlichen Festlegung des Scheitelpunktes der *Curvatura major* des Blinddarms, denn ein Vergleich der

Blinddarmskizzen von GORGAS mit den eigenen Aufzeichnungen zeigt keine derart gravierenden Unterschiede in Form und Größe. Leider machen weder GORGAS noch TIUNOV genauere Angaben zur Ermittlung der Blinddarmlänge. Dieser unterschiedliche Wert jedenfalls bewirkt die Unterschiede in der absoluten Länge des gesamten Dickdarms im Vergleich zu GORGAS und TIUNOV. Sie kann zusammen mit dem absolut nur unwesentlich kürzeren Dünndarm auch für die Verschiebung der relativen Darmanteile zugunsten des Dickdarms gegenüber den Werten von GORGAS verantwortlich gemacht werden. Gegenüber TIUNOV allerdings fällt die große Länge des Blinddarms kaum ins Gewicht. Ersetzt man die eigenen Werte für die Blinddarmlänge durch die Werte von TIUNOV, so erhöht sich der relative Anteil des Dünndarms der eigenen Untersuchungen auf 68 - 72 % und läge damit ganz klar im Bereich der von GORGAS angegebenen Spannweite von 63,3 - 73,2 %. Die relative Dünndarmlänge liegt bei TIUNOV mit 74 - 77 % jedoch deutlich darüber. Sie ist damit um 4 - 11 % größer als bei GORGAS und um 10 - 13 % größer als die eigenen Werte.

Diese deutliche Verschiebung des Verhältnisses von Dün- zu Dickdarm zugunsten des Dünndarms läßt sich wohl kaum mit einer eventuell unterschiedlichen Meßmethode erklären, da sich diese auf den gesamten Darmkanal hätte auswirken müssen. Dies hätte dann folgerichtig unterschiedliche Werte der absoluten Länge zur Folge, das Verhältnis von Dün- zu Dickdarm würde aber dadurch wohl kaum beeinflußt.

Dieser Unterschied der Blinddarmlänge zwischen selbst untersuchten, in Gefangenschaft gehaltenen Tieren und den wilden, von GORGAS und TIUNOV untersuchten Tieren könnte auf eine unterschiedliche Ernährung zurückzuführen sein, insbesondere bezüglich eines vermuteten geringeren Anteils an tierischem Eiweiß.

Nach HARDER (1949) reicht das stark entwickelte Caecum der Nager nicht aus, Zellulose symbiontisch aufzuschließen, er sieht in ihm eine Art Vermehrungskammer für die Bakterien, in der der Inhalt als eine Art "Sauerteig" fungiert. Die Aufnahme einer so mit Bakterieneiweiß angereicherten Coecotrophe wird denn auch von verschiedenen Autoren bei einigen Nagern beschrieben (BJÖRNHAG 1987; KENAGY 1980), nach KENAGY (1980) jedoch selten oder gar nicht bei Vertretern aus der Familie der Sciuridae. HARDER (1949) dagegen beobachtete auch bei einem Vertreter der Sciuridae, einem Eichhörnchen, *Sciurus vulgaris*, Coecotrophie. Der stärker entwickelte Blinddarm der Gefangenschafts-Tiere könnte somit einen Kompensations-mechanismus des geringeren Eiweißanteils in der Ernährung darstellen. So stellte auch HAESLER (1930) bei Fütterungsversuchen an Schweinen fest, daß das Volumen

des *Caecum* bei vegetarisch ernährten Tieren größer ist als bei animalisch ernährten Tieren. Da HUME et al. (1993) in Ernährungsversuchen an amerikanischen Chipmunks (*Eutamias amoenus*) nach 5-tägiger Fütterung mit rohfaserreichem aber proteinarmem Futter eine Abnahme des Körpergewichtes um 4,4 % feststellten, waren die Hörnchen demnach nicht in der Lage, kurzfristig auf die gegenüber natürlichen Verhältnissen anders zusammengesetzte Nahrung zu reagieren. Der in der Blinddarmvergrößerung gesehene Kompensationsmechanismus kann also nur die Folge längerfristiger Ernährungsunterschiede sein. Zur Abklärung wären weitere umfangreiche ernährungsphysiologische Untersuchungen insbesondere auch bezüglich der Coecotrophie erforderlich. Unterstützt wird diese Theorie der Eiweißmangelernährung auch durch die Ergebnisse von HOLMGREN (1944). Er stellte fest, daß mit Fleisch gefütterte Ratten nicht nur größer werden, sondern auch einen längeren Dünndarm hatten als die mit Kohlenhydraten ernährten Ratten. Und die von TIUNOV untersuchten Tiere waren ja um 19 % schwerer und hatten einen um 37 % längeren Dünndarm als die selbst untersuchten Tiere. Und auch HAESLER kommt bei den bereits erwähnten Fütterungsversuchen mit Schweinen zu dem Schluß, daß bei Vegetariern Blind- und Dickdarm an Größe zunehmen und sich das Verhältnis von Dün- zu Dickdarm zugunsten des Dickdarms verschiebt. HAESLER hält jedoch wie MANGOLD und HAESLER (1930), MANGOLD (1933/34) und HOLMGREN (1944) den Einfluß der Ernährung auf die Darmlänge für nur gering, den Einfluß auf die anderen Parameter wie Darmvolumen und Oberfläche dagegen für größer.

Trotzdem mag die vermutete unterschiedliche Ernährung von Tieren aus Gefangenschaft und freilebenden Tieren als Erklärung dienen bezüglich der abweichenden Blinddarmgröße im Vergleich zu GORGAS und TIUNOV und der im Vergleich zu TIUNOV geringeren Dünndarmlänge. Sie vermag allerdings nicht die auch gegenüber GORGAS um 27 % größere absolute Dünndarmlänge von TIUNOVs Untersuchungen zu erklären. Unterschiede in der Ernährung scheinen unwahrscheinlich, weil auch die von GORGAS untersuchten Tiere aus der freien Wildbahn stammen und damit nicht gezwungenermaßen einer eventuellen Fehlernährung ausgesetzt waren. Denkbar wäre lediglich, daß die in den 70er Jahren von TIUNOV gefangenen und untersuchten Tiere andere Futterressourcen zur Verfügung hatten als die in den 60er Jahren von GORGAS als Museumsmaterial untersuchten Tiere.

Nach HARDERs (1949) Ansicht, die auch von GORGAS unterstützt wird, ist der relative Anteil der Darmabschnitte an der Gesamtdarmlänge genetisch festgelegt. Demnach wäre es durchaus denkbar, daß die von TIUNOV untersuchten Tiere anderen Populationen entstammen als die von GORGAS und die selbst untersuchten Tiere.

Diese beiden Interpretation steht im Einklang mit HUME (1994), der die Verschiebung der relativen Darmanteile von Dün- und Dickdarm als evolutionäre Folge der Adaptation an eine bestimmte Futterzusammensetzung sieht. Da jedoch bezüglich Futterressourcen, genauer geographischer Herkunft der Tiere und Untersuchungstechnik mangels vergleichbarer Angaben kein direkter Vergleich zwischen GORGAS und TIUNOV möglich ist, muß diese Frage ungeklärt bleiben.

Da GORGAS aufgrund seiner Ergebnisse auch kein eindeutiges klinartiges Gefälle zwischen den einzelnen Unterarten von *E. sibiricus* feststellen konnte, scheitert auch der Versuch, die Abweichungen darauf zurückzuführen, daß vielleicht die eigenen Tiere einer anderen, kleineren Unterart von *E. sibiricus* entstammen als die von TIUNOV untersuchten Tiere. Zwar liegen bei den eigenen Tieren keine Hinweise auf die Unterart vor, aber auch GORGAS untersuchte die verschiedenen Unterarten von *E. sibiricus*. Seine Ergebnisse decken sich aber auch nicht mit denen von TIUNOV, sondern vielmehr mit den eigenen.

Da TIUNOVs Werte an einer recht großen Zahl von Individuen, nämlich 163 Exemplaren, ermittelt worden waren, die Werte von GORGAS und die eigenen Werte dagegen nur an vergleichsweise geringen Tierzahlen, nämlich 27 bzw. 12 Tieren, darf die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, daß die geringen Tierzahlen der beiden Untersuchungen keine repräsentative Stichprobe darstellen. Die Werte von GORGAS und die eigenen Ergebnisse liegen aber so eng beieinander, und zeigen auch innerhalb der beiden Untersuchungen keine großen Extrema, daß auch die letztgenannte Theorie sehr unwahrscheinlich ist. Und so müssen vorerst TIUNOVs Ergebnisse neben denen von GORGAS und den eigenen stehen bleiben.

6.3 Makroskopische Ergebnisse

Über die *Morphologie der einzelnen Darmabschnitte* macht TIUNOV aufgrund seines anderen Untersuchungsziels keine Angaben. Im folgenden ist also nur noch ein Vergleich mit den Angaben von GORGAS möglich.

Die von GORGAS festgestellten zahlreichen *Plicae circulares* des Dünndarms konnten bei den eigenen makroskopischen Untersuchungen nur bei einem untersuchten Tier festgestellt werden. In den zahlreichen Präparaten der drei histologisch untersuchten Tiere wurden sie nicht festgestellt. Die Möglichkeit, daß die *Plicae circulares* bei der Längenmessung aufgrund einer Überstreckung des Dünndarms verstrichen sind, ist aufgrund der Methodik der "zwanglosen Streckung" und der Tatsache, daß sie bei einem Tier doch gefunden worden waren, mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Sie steht zudem in einem gewissen Widerspruch zu der im Vergleich mit GORGAS etwas geringen Dünndarmlänge. Zu erwarten wäre dann ja aufgrund der Überstreckung eine Längenzunahme. Es ist auch sehr unwahrscheinlich, daß die *Plicae circulares* in den zahlreichen histologischen Quer- und auch Sagittalschnitten immer zufällig nicht angeschnitten wurden. Eine mögliche Erklärung bleibt demnach nur in der von GORGAS erwähnten sehr starken individuellen Schwankung des Auftretens der *Plicae circulares*.

Während GORGAS eine Bandverbindung zwischen *Pars inferior* des *Duodenum* und *Colon descendens* nur beim Ziesel erwähnt, wurden durch die eigenen Untersuchungen diese *Plica duodenocolica* auch beim Burunduk gefunden. Darüber hinaus wurde auch noch eine zweite Bandverbindung zwischen dem absteigendem Schenkel des *Duodenum* und *Colon ascendens*, eine *Plica duodenocolica accessoria*, gefunden und erstmalig erwähnt.

Die Existenz einer besonderen Bandverbindung zwischen *Caecum* und Endstück des Mitteldarms wird von GORGAS verneint. Diese Aussage steht in deutlichem Widerspruch zu den eigenen Ergebnissen, bei denen bei allen untersuchten Tieren eine deutlich sichtbare *Plica ileocaecalis* gefunden worden war. Worauf GORGAS Ergebnisse zurückzuführen sind, ob z. B. auf eine schlechte Fixierung der Präparate oder eine zu ungenaue Untersuchungstechnik, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Da sie bei den eigenen Untersuchungen bei allen Tieren gefunden worden war, steht ihre Existenz jedenfalls eindeutig außer Frage.

Der Übergang von *Caecum* zu *Colon* in Form einer *Valva caecocolica*, die distal der Grenze zwischen *Caecum* und *Colon* endet, stimmt mit GORGAS Beschreibung einer "Ringklappe" überein.

Die von GORGAS erwähnte Neigung des *Caecum* zur Sacculierung kann in der von ihm beschriebenen Deutlichkeit nicht bestätigt werden. Auch die von GORGAS aufgestellte Theorie, einer gruppenspezifischen Blinddarmform, die sich sogar für systematische Untersuchungen eigne, kann nicht bestätigt werden. Die große Formvariabilität des *Caecum* bei den eigenen Untersuchungen war statt dessen in sehr starkem Maße abhängig von dem Füllungszustand desselben. Da über die Unterart der in der Zucht verwendeten Tiere jedoch keine Angaben existieren, ist es aber nicht auszuschließen, daß neben dem Füllungszustand auch genetisch bedingte Einflüsse eine Rolle bei der festgestellten Formvariabilität spielen. Die eigenen Untersuchungen können daher GORGAS' Theorie nicht bestätigen, vermögen sie aber auch nicht zu entkräften.

Auch die von GORGAS beschriebene "unregelmäßige, spiralförmige Drehung" von *Ileum*, *Caecum* und *Colon* konnte bei den eigenen Untersuchungen nicht beobachtet werden, weder bei den eines natürlichen Todes gestorbenen Tieren, noch bei den für die histologischen Untersuchungen euthanasierten Tieren.

Die von GORGAS beschriebene typische Ausbildung des *Colon ascendens* in Form von zwei Parallelschlingen, von denen die erstere 5 - 18 mm länger ist als die zweite, konnte durch die eigenen Untersuchungen voll und ganz bestätigt werden. Nicht jedoch die von GORGAS beschriebene mögliche Lage der zweiten Parallelschlinge im linken Abdomen. Beide Schlingen lagen konsequent bei allen untersuchten Tieren im rechten Abdomen, auch bei den für die Histologie euthanasierten Tieren.

6.4 Mikroskopische Ergebnisse

Die eigenen *mikroskopischen* Ergebnisse müssen ohne direkte Vergleichsmöglichkeit im Raume stehen bleiben. LEE und LEE (1986) untersuchten in ihrer Arbeit nur ganz speziell die gastrointestinalen Zellen im MDT; weitere mikroskopische Arbeiten über den MDT des Burunduk liegen nicht vor.

Der Rumpfdarm zeigt hinsichtlich seines **histologischen Aufbaus** grundsätzlich keine Abweichungen von den Beschreibungen anderer Sciuridae, wie sie z.B. IVANOVIC et al. (1966) für das Ziesel (*Citellus citellus lascarevi*) geben.

Besonders erwähnt werden muß, daß der Burunduk im *Oesophagus* ein unverhorntes Plattenepithel aufweist, Herbivoren aber nach den Angaben von NICKEL / SCHUMMER / SEIFERLE (1999) und MOISMANN / KOHLER (1990) grundsätzlich ein deutlich verhorntes Plattenepithel im *Oesophagus* haben. Das *Stratum circulare* des *Oesophagus* zeigt kaudal eine deutliche Dickenzunahme, während das *Stratum longitudinale* in seinem ganzen Verlauf etwa gleich stark bleibt. Der von NICKEL / SCHUMMER / SEIFERLE (1999) beschriebene generell gegenläufig spiralige Verlauf der beiden Muskelschichten, kann so nicht bestätigt werden. Lediglich im ganz kranialen Bereich verlaufen die beiden Muskellagen spiralig gegenläufig. Weiter kaudal verlaufen sie zwar gegenläufig, allerdings nicht deutlich spiralig, sondern das *Stratum longitudinale* tatsächlich längs, das *Stratum circulare* tatsächlich zirkulär zur Speiseröhrenachse. Ob und welchen Einfluß dies auf den Transport des Futters durch den *Oesophagus* hat, kann nicht abschließend beurteilt werden.

Die im Colon festgestellten, sich als "Lymphhöhlräume" darstellenden Lymphknötchen wurden so bisher noch nicht beschrieben. Die in sie eingeschlossenen Hohlräume scheinen erweiterte Lieberkühnsche Krypten zu sein. ELLENBERGER (1911) bezeichnet solche grubigen Einsenkungen der Schleimhaut über Lymphknötchen im Dickdarm als "Schleimhautkrater" oder "Lymphkrater". Die von ihm gegebenen Darstellungen zeigen aber nicht eine so extrem große Hohlraumbildung, wie sie beim Burunduk gefunden wurde. Da diese typischen "Lymphhöhlräume" bei allen drei histologisch untersuchten Tieren gefunden worden waren, kann ein pathologisches Geschehen ausgeschlossen werden. Dies auch deshalb, weil die untersuchten Tiere sowohl klinisch gesund waren und auch bei der Untersuchung keine Hinweise auf pathologische Prozesse zeigten.

Die physiologische Bedeutung solcher Lymphkrater läßt Raum zur Diskussion. Sie könnten besondere Funktionsräume im Abwehrsystem darstellen, in denen die Abwehrzellen die Möglichkeit haben, sich länger und intensiver mit dem Darminhalt auseinanderzusetzen. Andererseits könnten diese Lymphhöhlräume eine Art Rückhaltesystem für Bakterien sein, ähnlich wie die von BJÖRNHAG (1987) bei myomorphen und caviomorphen Nagern beschriebenen Trennmechanismen des Darminhaltes, "colonic separation mechanism

(CSM)". Derartige Rückhaltesysteme haben den Zweck, den Nachteil einer kurzen Darmdurchgangszeit auszugleichen, die es den Bakterien kaum ermöglicht, sich nennenswert zu vermehren und so dem Organismus als Eiweißquelle zur Verfügung zu stehen. Die Ansammlung von lymphatischen Zellen wäre dann die Folge der intensiveren Auseinandersetzung mit den Darmbakterien. Auch diese Theorie stünde im Einklang mit den Ergebnissen, daß der Blinddarm der untersuchten Tiere im Vergleich zu den Ergebnissen von GORGAS (1967) und TIUNOV (1979) deutlich größer ist und darin ein Kompensationsmechanismus für eine unzureichende Zufuhr tierischen Eiweißes vermutet wird.

6.5 Schlußfolgerungen

Der Rumpfdarm des Burunduk reiht sich ein in die Beschreibungen des Rumpfdarmes anderer Nager aus der Familie der Hörnchen (Sciuridae), wie sie von BONFERT (1928) für das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) und von STANOJEVIC et al. (1982) für das Ziesel (*Citellus citellus*) gegeben werden.

Auffallend und typisch für die Nager und so auch den Burunduk ist das stark entwickelte *Caecum*. Im Gegensatz zu andern Nagern zeigt das Colon jedoch einen recht einfachen Bau. Dies, das unverhornte Oesophagusepithel, der einfache, vollständig mit Drüsen ausgekleidete Magen und das Nicht-Aufnehmen oder seltene Aufnehmen der Coecotrophe, unterstützen die Theorie von NAUMOVA (1976). Er behauptet aufgrund seiner Untersuchungen an zwei Vertretern der Sciuridae (*Spermophilopsis leptodactylus*, *Marmota baibacina*), daß die Sciuridae Futter tierischen Ursprungs aufnehmen müssen, weil sie nur im *Caecum* fermentative Prozesse aufweisen, ihnen aber dort Enzyme fehlten, die eine Aufschlüsselung der Mikroorganismen-Proteine erlaubten. TEVIS (1953) fand denn auch im Magen einiger Sciuridae (*Citellus lateralis*, *Eutamias amoenus*, *Eutamias speciosus*, *Eutamias quadrimaculatus*) Fleisch von Eidechsen, Schlangen und anderen Tieren. Der Burunduk ist also kein Herbivore sondern ein Omnivore. Eine langfristige Eiweißmangelernährung hat vermutlich eine kompensatorische Blinddarmvergrößerung zur Folge.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Rumpfdarm des Burunduks (*Eutamias sibiricus*), eines Erdhörnchens aus der Familie der Sciuridae, an 12 Tieren makroskopisch und an 3 Tieren lichtmikroskopisch untersucht.

Der **Oesophagus** besteht aus einem kurzen Hals-, langen Brust- und sehr kurzen Bauchteil. Seine drüsenlose Schleimhaut trägt ein mehrschichtig unverhorntes Plattenepithel und die *Tunica muscularis* besteht durchgehend aus quergestreifter Muskulatur.

Der einhöhlige und einfache, nur mit Drüsen Schleimhaut ausgestattete **Magen** hat im leeren und mäßig gefüllten Zustand die Form eines gekrümmten Sackes, der intrathorakal gelegen ist. Bei stärkerer Füllung dehnt er sich links und ventral in die *Regio abdominis media* aus. *Glandulae cardiae* kommen nur in einem schmalen Streifen am Mageneingang vor. Der *Fundus* und der gesamte *Korpus*bereich sind mit *Glandulae gastricae propriae* und die *Pars pylorica* ist mit *Glandulae pyloricae* besetzt. Das große Netz umhüllt von ventral und zum Teil von lateral her einen unterschiedlichen Teil des Darmkonvolutes.

Der **Darmkanal** ist mit durchschnittlich 781 mm Länge etwa 6,5-mal so lang wie der Körper. Das Längenverhältnis von Dünndarm zu Dickdarm beträgt 64 % zu 36 %.

Das **Duodenum** zeigt die typische Form eines kranial offenen Hufeisens. Es besteht aus *Pars cranialis*, *Flexura cranialis*, *Pars descendens*, *Flexura caudalis* und *Pars ascendens* und ist mit dem *Colon* neben der *Plica duodenocolica* noch durch eine *Plica duodenocolica accessoria* verbunden. Bis auf die kaudalen 15 % besitzt das Duodenum *Glandulae submucosae*. Der Anfang des durchschnittlich 420 mm langen **Jejunum** liegt dorsal, links neben der Gekrösewurzel. Der größte Teil der Jejunalschlingen befindet sich jedoch vorwiegend rechts und ventral der *Regio abdominis media* und des kranialen Bereichs der *Regio abdominis caudalis*. Partielle Verlagerungen nach links, kranial oder kaudal kommen in Abhängigkeit vom Füllungszustand des *Caecum* vor. Das durchschnittlich 22 mm lange **Ileum** liegt parallel, quer oder diagonal zur Körperachse in halber Höhe in der *Regio abdominis media*. Es wird ventral von *Caecum*, *Colon ascendens*- oder *Jejunum*schlingen unterlagert; dorsal liegen *Duodenum*, *Colon descendens* oder z. T. auch *Jejunum*schlingen auf. Das **Caecum** ist wie bei anderen Nagern stark ausgebildet und unterschiedlich kreisförmig aufgerollt. Es liegt bei den meisten Tieren hauptsächlich links in der *Regio abdominis media*.

Das *Colon ascendens* ist etwa genau so lang wie der gesamte Tierkörper und zeigt einen arttypischen Verlauf in Form der *Ansa proximalis coli* und zwei "Parallelschlingen", *Ansa medialis coli* und *Ansa distalis coli*, die in der rechten Hälfte der Bauchhöhle gelegen sind.

Aus der zweiten Parallelschlinge geht das nur sehr kurze *Colon transversum* hervor, das kranial von der Gekrösewurzel nach links zieht und hier ins hoch dorsal in der Bauchhöhle nach kaudal verlaufende *Colon descendens* übergeht. Verglichen mit anderen Nagern zeigt das Colon einen relativ einfachen Bau. Das *Rectum* besitzt nur ein sehr kurzes Gekröse und eine *Ampulla recti* ist kaum ausgebildet. Der *Anus* besitzt Zirkumanaldrüsen. Eine Besonderheit stellen die *Noduli lymphatici solitarii* des Colon dar, die von Oberflächenepithel begrenzte Schleimhauthohlräume (Lymphkrater) umgeben.

Aufgrund des anatomischen Baus des Rumpfdarmes und der ernährungsphysiologischen Erkenntnisse muß festgestellt werden, daß der Burunduk kein reiner Herbivore ist, sondern ein Omnivore, der auf die Aufnahme tierischen Eiweißes angewiesen ist.

8. Summary

The *Canalis alimentarius* of the Burunduk (*Eutamias sibiricus*), a rodent belonging to the family of the Sciuridae, was examined macroscopically (12 animals) and by light microscope (3 animals).

The esophagus shows a short cervical, a long thoracic and a very short abdominal segment. The whole distance of the esophagus is equipped with a mucous membrane with stratified non-keratinized squamous epithelium without glands. Its tunica muscularis is characterized by striated muscular tissue.

The one-chambered stomach is of the simple type and lies intrathoracally. In an empty or moderately filled state it looks like a curved sack. The filled stomach extends to the left and ventrally into the *Regio abdominalis media*. Its mucous membrane presents cardiac glands only on a small section at the entrance. The *Fundus* and the whole region of the *Corpus* show fundic glands, and the *Pars pylorica* contains pyloric glands. The greater omentum incompletely covers the intestinal mass ventrally and laterally.

The intestinal canal averages about 781 mm in length, i.e. 6.5 as long as the whole body. The relative length of the small intestine compared with the large intestine is 64 % to 36 %. The U-shaped duodenum has a descending, transverse and ascending portion and possesses a *Plica duodenocolica* as well as a *Plica duodenocolica* assessoria. With the exception of the last 15 % of its length, the duodenum contains *Glandulae submucosae*.

The entrance of the 420 mm long *Jejunum* is situated dorsally on the left beside the root of the mesentery. It is mainly located in the right and ventral part of the *Regio abdominalis media* and cranial part of the *Regio abdominalis caudalis*. Partial dislocations may happen and depend on the state of filling of the caecum.

The *Ileum* averages about 22 mm in length and is located in the middle of the *Regio abdominalis media*.

As in other rodents, the *Caecum* is well developed and shows an individually curved shape. In most animals it is located mainly on the left side of the *Regio abdominalis media*.

The length of the ascending colon averages about the body length and forms an *Ansa proximalis* and two parallel loops: *Ansa medialis* and *Ansa distalis*, both lying in the right *Cavum abdominalis*. *Compared with other rodents, the Colon is constructed relative simply.* Peculiar for the *Colon* is the presence of *Noduli lymphatici solitarii* surrounding cavities lined by a surface epithelium.

The Rectum has a short mesenterium, the Ampulla recti is poorly marked. The Anus shows circumanal glands.

According to the anatomical structure of the Canalis alimentarius and based on physiological diet facts the Burunduk is not a mere herbivore but has to be classified as an omnivore depending upon uptake of animal food protein.

Tabelle 2: Grunddaten zu den makroskopisch untersuchten Tieren

Tier Nr.	Ge- schlecht	Ge- schlechts- reife	Alter	Körper- länge in mm	KRL in mm	Körper- gewicht in g	Ernährungs- zustand
1	1,0	subadult	k. A.	114	161	66,2	mäßig - gut
3	0,1	subadult	7 M.	116	159	67,1	gut
4	1,0	subadult	9 M.	111	154	65,0	gut
5	1,0	subadult	8 M.	115	160	65,4	mäßig - gut
∅, sa.				114,0	158,5	65,9	
2	1,0	adult	k. A.	117	164	59,0	schlecht
6	1,0	adult	1,6 J.	117	163	64,2	mäßig - gut
7	0,1	adult	> 4 J.	124	171	76,6	mäßig
8	0,1	adult	k. A.	119	166	77,0	gut
9	0,1	adult	> 5 J.	124	171	90,4	gut
13	1,0	adult	2 J.	124	172	58,4	schlecht
14	1,0	adult	> 1 J.	125	168	79,9	gut
15	0,1	adult	> 1 J.	122	167	66,9	mäßig - gut
∅, ad.				121,5	167,8	71,6	
∅, ges.				119,0	164,7	69,7	

Legende zu den Tabellen 2 und 3:

ad. = adult

ges. = gesamt

J. = Jahr

k. A. = keine (genaue) Angabe

KRL = Kopf-Rumpf-Länge

M. = Monat

sa. = subadult

0,1 = weiblich

1,0 = männlich

∅ = Durchschnittswert

Tabelle 3: Grunddaten zu den histologisch untersuchten Tieren

Tier Nr.	Ge- schlecht	Geschlechts- reife	Alter	Körperlänge in mm	Körperge- wicht in g	Ernährungs- zustand
11	1,0	adult	6 J.	119	88,8	gut
12	0,1	adult	1 J.	123	96,2	gut
17	1,0	adult	2 J.	124	149,5	sehr gut

Tabelle 4: Maße des Rumpfskeletts und des *Cavum abdominis*

Tier Nr.	HW	BW	Länge BWS	ster. Rip.	aster. Rip.	LW	Länge LWS	vent. LDm	max. QDm	max. HDm	Länge KrB
3	7	12	39	7	5	7	35	55	30	23	12
4	7	12	39	7	5	7	32	51	27	21	12
5	7	12	40	7	5	7	33	56	33	19	11
Ø, sa.	7	12	39,3	7	5	7	33,3	54,0	30,0	21,0	11,7
7	7	12	44	7	5	7	41	50	21	24	12
9	7	12	43	7	5	7	37	55	34	28	13
10	7	12	37	7	5	7	35	53	28	17	12
11	7	12	37	7	5	7	33	59	32	23	11
12	7	12	40	7	5	6	33	58	33	20	13
13	7	11	34	7	4	7	32	46	23	21	12
14	7	12	39	7	5	7	35	52	24	21	12
15	7	12	41	7	5	7	36	55	24	20	12
17	7	12	43	7	5	7	37	61	33	24	12
Ø, ad.	7	12	39,8	7	5	7	35,4	54,3	28,0	22,0	12,1
Ø, ges.	7	12	39,7	7	5	7	34,9	54,3	28,5	21,8	12,0

Legende zu Tabellen 4, 5 und 6:**ad.** = adult**aster. Rip.** = asternale Rippen**BW** = Brustwirbel**BWS** = Brustwirbelsäule**ges.** = gesamt**HDm** = Höhendurchmesser**HW** = Halswirbel**KrB** = Kreuzbein**LDm** = Längsdurchmesser**LW** = Lendenwirbel**LWS** = Lendenwirbelsäule**max.** = maximaler**QDm** = Querdurchmesser**sa.** = subadult**ster. Rip.** = sternale Rippen**vent.** = ventraler

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 5: Lage der Nieren

Tier Nr.	3	4	5	9	10	11	12	Ø
linke Niere	2. - 4. LW	1. - 3. LW	1. - 3. LW	1. - 4. LW	3. - 5. LW	3. - 5. LW	2. - 5. LW	2. - 4. LW
rechte Niere	1. - 3. LW	1. - 3. LW	12. BW - 2. LW	1. - 3. LW	2. - 4. LW	2. - 5. LW	1. - 4. LW	1. - 3. LW

Tabelle 6: Lage der Zwerchfellkuppel

Tier Nr.	3	4	5	7	9	10	11	12	13	14	15	17
Lage	8. BW	8. BW	8. BW	8. BW	9. BW	9. BW	9. BW	8. BW	9. BW	9. BW	9. BW	9. BW

Tabelle 7: Längen von Oesophagus und Magen-Darm-Kanal in mm

Tier Nr.	Oesophagus	Magen Curv. maj.	Magen Curv. min.	Darm gesamt
1		48	44	794
3		42	42	788
4		39	42	728
5		43	45	750
Ø, subadult	43,0	43,3	7,8	765
2		51	42	679
6		n. a.	48	877
7		47	n. a.	898
8		n. a.	40	770
9		46	57	896
13		44	51	674
14		50	32	630
15		51	63	883
Ø, adult	48,2	47,6	8,9	788,4
Ø, gesamt	46,1	46,0	8,5	780,6

Legende zu Tabelle 7:

Curv. maj. = Curvatura major

Curv. min. = Curvatura minor

n. a. = nicht ausgewertet bzw. auswertbar

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 8: Länge der Oesophagusabschnitte, absolut in mm und relativ

Tier Nr.	<i>Oesophagus</i> , gesamt	<i>Pars cervicalis</i>	% am ges. <i>Oesophag.</i>	<i>Pars thoracica</i>	% am ges. <i>Oesophag.</i>	<i>Pars abdominalis</i>	% am ges. <i>Oesophag.</i>	Dm. cranial	Dm. caudal
1	48	7	15 %	34	71 %	7	15 %	1,9	1,9
3	42	9	21 %	28	67 %	5	12 %	1,7	2,0
4	39	7	18 %	26	67 %	5	13 %	2,0	1,7
5	43	7	16 %	31	72 %	5	12 %	2,3	1,8
Ø, sa.	43,0	7,5	17,5 %	29,8	69,3 %	5,5	13,0 %	2,0	1,9
2	51	8	16 %	35	69 %	8	16 %	1,8	1,9
7	47	7	15 %	33	70 %	7	15 %	2,5	2,1
9	46	8	17 %	33	72 %	5	11 %	2,2	2,0
13	44	9	20 %	29	66 %	6	14 %	1,9	2,4
14	50	7	14 %	36	72 %	7	14 %	1,7	1,8
15	51	10	20 %	34	67 %	7	14 %	1,8	2,0
Ø, ad.	48,2	8,2	17,0 %	33,3	69,3 %	6,7	14,0 %	2,0	2,0
Ø, ges.	46,1	7,9	17,2 %	31,9	69,3 %	6,2	13,6 %	2,0	2,0

Legende zu Tabelle 8:

ad. = adult

Dm. = Durchmesser

ges. = gesamt

Oesophag. = Oesophagus

sa. = subadult

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 9: Dünn- und Dickdarmlängen, absolut in mm, relativ und bezogen auf die Körperlänge (KL) bzw. die Kopf-Rumpf-Länge (KRL)

Tier Nr.	Darm, ges.	rel. zur KL	rel. zur KRL	Dünn-darm	% am ges. Darm	rel. zur KL	rel. zur KRL	Dick-darm	% am ges. Darm	rel. zur KL	rel. zur KRL
1	794	7,0	4,9	510	64 %	4,5	3,2	284	36 %	2,5	1,8
3	788	6,8	5,0	483	61 %	4,2	3,0	305	39 %	2,6	1,9
4	728	6,6	4,7	442	61 %	4,0	2,9	286	39 %	2,6	1,9
5	750	6,5	4,7	477	64 %	4,1	3,0	273	36 %	2,4	1,7
Ø, sa.	765	6,7	4,8	478	62,5 %	4,2	3,0	287	37,5 %	2,5	1,8
2	679	5,8	4,1	450	66 %	3,8	2,7	229	34 %	2,0	1,4
6	879	7,5	5,4	565	64 %	4,8	3,5	314	36 %	2,7	1,9
7	898	7,2	5,3	598	67 %	4,8	3,5	300	33 %	2,4	1,8
8	770	6,5	4,6	485	63 %	4,1	2,9	285	37 %	2,4	1,7
9	896	7,2	5,2	571	64 %	4,6	3,3	325	36 %	2,6	1,9
13	674	5,4	3,9	441	65 %	3,6	2,6	233	35 %	1,9	1,4
14	630	5,0	3,8	413	66 %	3,3	2,5	217	34 %	1,7	1,3
15	883	7,2	5,3	565	64 %	4,6	3,4	318	36 %	2,6	1,9
Ø, ad.	788,6	6,5	4,7	511,0	64,9 %	4,2	3,1	277,6	35,1 %	2,3	1,7
Ø, ges.	780,8	6,6	4,7	500,0	64,1 %	4,2	3,0	280,8	35,9 %	2,4	1,7

Legende zu Tabelle 9:

ad. = adult

ges. = gesamt

sa. = subadult

KL = Körperlänge

KRL = Kopf-Rumpf-Länge

rel. = relativ

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 10: Längen der einzelnen Dünndarmabschnitte, absolut in mm und relativ zum gesamten Dünndarm

Tier Nr.	<i>Duo-</i> <i>denum</i> , absolut	% am Dünndarm	<i>Jejunum</i> , absolut	% am Dünndarm	<i>Ileum</i> , absolut	% am Dünndarm	Dünndarm, gesamt
1	57	11 %	439	86 %	14	3 %	510
3	53	11 %	401	83 %	29	6 %	483
4	59	13 %	372	84 %	11	2 %	442
5	61	13 %	386	81 %	30	6 %	477
Ø, sa.	57,5	12 %	399,5	83,5 %	21	4,3 %	478
2	58	13 %	374	83 %	18	4 %	450
6	59	10 %	486	86 %	20	4 %	565
7	56	9 %	521	87 %	21	4 %	598
8	75	15 %	391	81 %	19	4 %	485
9	70	12 %	450	79 %	51	9 %	571
13	54	12 %	379	86 %	8	2 %	441
14	42	10 %	345	83 %	26	6 %	413
15	60	11 %	489	87 %	16	3 %	565
Ø, ad.	59,3	11,5 %	429,4	84,8 %	22,6	4,5 %	511,0
Ø, ges.	58,7	11,7 %	419,4	84,3 %	22,1	4,4 %	500,0

Legende zu Tabelle 10:

ad. = adult

ges. = gesamt

sa. = subadult

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 11: Durchmesser der einzelnen Dünndarmabschnitte in mm

Tier Nr.	<i>Duo-</i> <i>denum</i> min.	max.	Diff.	<i>Jeju-</i> <i>num</i> min.	max.	Diff.	<i>Ileum</i> min.	max.	Diff.
1	2,2	4,3	2,1	1,7	3,8	2,1	2,5	3,4	0,9
3	2,7	4,4	1,7	2,7	3,9	1,2	2,7	3,4	0,7
4	2,5	3,8,	1,3	2,4	3,9	1,5	2,0	2,5	0,5
5	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
∅, sa.	2,5	4,2	1,7	2,3	3,9	1,6	2,4	3,1	0,7
2	2,9	4,2	1,3	1,9	3,6	1,7	1,3	2,1	0,8
6	2,4	3,4	1,0	2,2	4,5	2,3	2,3	2,3	0,0
7	2,3	3,2	0,9	1,8	4,6	2,8	2,1	2,6	0,5
8	1,6	3,8	2,2	1,6	3,2	1,6	1,8	2,3	0,5
9	2,5	5,6	3,1	2,1	4,4	2,3	3,4	5,0	1,6
13	1,9	3,3	1,4	1,6	4,5	2,9	1,6	1,8	0,2
14	1,7	3,5	1,8	1,6	3,1	1,5	1,6	2,8	1,2
15	1,9	2,2	0,3	1,8	3,9	2,1	1,9	2,3	0,4
∅, ad.	2,2	3,7	1,5	1,8	4,0	2,2	2,0	2,7	0,7
∅, ges.	2,2	3,8	1,6	1,9	3,9	2,0	2,1	2,8	0,7

Legende zu Tabelle 11:

ad. = adult

Diff. = Differenz

ges. = gesamt

max. = größter Wert

min. = kleinster Wert

n. a. = nicht auswertbar bzw. nicht ausgewertet

sa. = subadult

∅ = Durchschnittswert

Tabelle 12: Längen der einzelnen Dickdarmabschnitte, absolut in mm und relativ

Tier Nr.	<i>Caecum Curv. major</i> , absolut	% am Dickdarm	% am ges. Darm	<i>Caecum Curv. minor</i> , absolut	<i>Colon mit Rectum</i> , absolut	% am Dickdarm	% am ges. Darm	Länge ges. Dickdarm
1	68	24 %	9 %	20	216	76 %	27 %	284
3	102	33 %	13 %	16	203	67 %	26 %	305
4	88	31 %	12 %	16	198	69 %	27 %	286
5	75	27 %	10 %	14	198	73 %	26 %	273
Ø, sa.	88,3	28,8 %	11 %	16,5	203,8	71,3 %	26,5 %	287
2	55	24 %	8 %	13	174	76 %	26 %	229
6	77	25 %	9 %	19	237	75 %	27 %	314
7	76	25 %	8 %	23	224	75 %	25 %	300
8	72	25 %	9 %	22	213	75 %	28 %	285
9	80	25 %	9 %	36	245	75 %	27 %	325
13	56	24 %	8 %	21	177	76 %	26 %	233
14	50	23 %	8 %	19	167	77 %	27 %	217
15	96	30 %	11 %	26	222	70 %	25 %	318
Ø, ad.	70,3	25,1 %	8,8 %	22,4	207,4	74,9 %	26,4 %	277,6
Ø, ges.	74,6	26,3 %	9,5 %	20,4	206,2	73,7 %	26,4 %	280,8

Legende zu Tabelle 12:

ad. = adult

Curv. = Curvatura

ges. = gesamt

sa. = subadult

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 13: Länge der einzelnen Abschnitte von *Colon* mit *Rectum* absolut in mm und relativ zur Gesamtlänge von *Colon* mit *Rectum*

Tier Nr.	<i>Colon ascen-</i> <i>dens,</i> absolut	% am <i>Colon</i> mit <i>Rectum</i>	<i>Colon trans-</i> <i>versum,</i> absolut	% am <i>Colon</i> mit <i>Rectum</i>	<i>Colon descen-</i> <i>dens</i> mit <i>Rectum,</i> absolut	% am <i>Colon</i> mit <i>Rectum</i>	<i>Colon</i> mit <i>Rectum,</i> absolut
1	148	69 %	13	6 %	55	25 %	216
3	135	67 %	11	5 %	57	28 %	203
4	145	73 %	8	4 %	45	23 %	198
5	139	70 %	7	4 %	52	26 %	198
Ø, sa.	141,8	69,8 %	9,8	4,8 %	52,3	25,5 %	203,8
2	112	64 %	13	7 %	49	28 %	174
6	165	70 %	3	1 %	69	29 %	237
7	159	71 %	4	2 %	61	27 %	224
8	148	69 %	5	2 %	60	28 %	213
9	176	72 %	15	6 %	54	22 %	245
13	113	64 %	7	4 %	57	32 %	177
14	113	68 %	1	1 %	53	32 %	167
15	165	74 %	4	2 %	53	24 %	222
Ø, ad.	143,9	69,0 %	6,5	3,1 %	57,0	27,8 %	207,4
Ø, ges.	143,2	69,3 %	7,6	3,7 %	55,4	27,0 %	206,2

Legende zu Tabelle 13:

ad. = adult

ges. = gesamt

sa. = subadult

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 14: Durchmesser der einzelnen Dickdarmabschnitte in mm

Tier Nr.	<i>Caecum</i> Basis	max.	min.	<i>Colon</i> min.	max.	Diff.	<i>Infundibulum coli</i> , Länge	Basis	max.
1	9,2	10,8	4,5	2,7	6,4	3,7	10	5,6	6,0
3	5,0	9,4	3,8	3,1	4,4	1,3	10	5,8	7,8
4	5,0	7,3	n. a.	2,1	4,5	2,4	8	n. a.	3,8
5	5,0	8,3	4,9	2,1	3,1	1,0	10	4,8	6,4
Ø, sa.	6,1	9,0	4,4	2,5	4,6	2,1	9,5	5,4	6,0
2	6,4	8,3	4,1	1,8	4,2	2,4	7	3,4	4,5
6	7,1	9,0	4,5	2,8	5,3	2,5	16	7,5	9,0
7	6,5	8,0	4,4	2,0	6,5	4,5	11	6,0	6,0
8	6,0	7,8	3,8	2,1	4,1	2,0	14	6,0	8,0
9	8,5	10,0	5,9	1,9	8,0	6,1	11	7,0	7,7
13	5,5	6,2	4,0	1,9	5,4	3,5	7	5,5	5,5
14	4,6	6,5	3,0	1,9	3,6	1,7	6	5,2	5,2
15	7,3	9,0	4,0	2,4	4,1	1,7	14	6,8	6,8
Ø, ad.	6,5	8,1	4,2	2,1	5,2	3,1	10,8	5,9	6,6
Ø, ges.	6,3	8,4	4,3	2,2	5,0	2,7	10,3	5,8	6,4

Legende zu Tabelle 14:

ad. = adult

Diff. = Differenz

ges. = gesamt

max. = größter Wert

min. = kleinster Wert

n. a. = nicht auswertbar bzw. nicht ausgewertet

sa. = subadult

Ø = Durchschnittswert

Tabelle 15: Maße der *Plica duodenocolica* in mm

Tier Nr.	Ansatz am <i>Duodenum</i>	Ursprung am <i>Mesocolon</i>	schmalste Einziehung	geringste Breite	größte Breite
4	17,9	28,7	13,4	4,1	7,6
5	12,4	23,7	6,6	5,4	6,9
7	18,3	18,8	16,2	3,6	7,8
8	19,9	23,7	15,8	5,3	9,7
9	19,4	26,6	16,7	3,6	4,7
∅	17,6	24,3	13,7	4,4	7,3

Tabelle 16: Maße der *Plica duodenocolica accessoria* in mm

Tier Nr.	Ursprung im <i>Mesoduodenum</i>	Ansatz am <i>Duodenum</i>	Ansatz am <i>Colon</i>	schmalste Einziehung	breiteste Stelle
4	11,7	3,6	12,1	3,1	8,0
5	12,5	7,7	11,7	3,6	12,0
7	13,6	3,2	16,4	1,2	4,4
8	12,4	8,2	8,8	2,7	8,2
9	12,8	6,6	9,4	5,3	5,1
∅	12,6	5,9	11,7	3,2	7,5

Legende zu Tabellen 15 und 16:

∅ = Durchschnittswert

10. Literaturverzeichnis

- ABE, H.; HONMA, S.; SHINOHARA, K.; HONMA, K.-I. (1995):
 Circadian modulation in photic induction of Fos-like immunoreactivity in the
 suprachiasmatic nucleus cells of diurnal chipmunk, *Eutamias asiaticus*.
 J. Comp. Physiol. A. 176 (2): 159-167
- ANDO, M.; SHIRAIISHI, S. (1991):
 Arboreal quadrupedalism and gliding adaptations in the japanese giant flying squirrel
Petaurista leucogenys.
 Honyurui Kagaku 30 (2): 167-182
- BAUER, H. (1974):
 Streifenhörnchen, Lehrmeister-Bücherei Nr. 25
 A. Philler Verlag, Minden
- BERGER, M. (1984):
 Streifenhörnchen, Burunduk - *Tamias sibiricus* (Laxmann, 1769)
 Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 46 (4) "Die
 Säugetiere Westfalens": 159-160
- BERGHOFF, P.C. (1989):
 Kleine Heimtiere und ihre Erkrankungen
 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- BJÖRNHAG, G. (1987):
 Comparative aspects of digestion in the hindgut of mammals. The colonic separation
 mechanism (CSM) (a Review).
 Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 94: 33-36
- BLAKE, B.H.; GILLET, K.E. (1988):
 Estrous cycle and related aspects of reproduction in captive Asian chipmunks, *Tamias
 sibiricus*.
 J. Mammal. 69 (3): 598-603
- BONFERT, A. (1928):
 Vergleichende Untersuchungen über die Homologie der Darmteile bei Nagetieren unter
 teilweiser Berücksichtigung der arteriellen Blutversorgung.
 Anat. Anz. 65: 369-398
- BOUSSARIE, D. (1992):
 L'Ecureuil de Coree (The Korean chipmunk)
 Pratique Medicale & Chirurgicale de l'Animal de Compagnie 27: (1. Supplement)
 12-14

10. Literaturverzeichnis

- BUGGE, J. (1971):
The cephalic arterial system in sciuriforms with special reference to the systematic classification of rodents.
Acta Anat., Basel 80 (3): 336-361
- DATHE, H.; SCHOPS, P. (1986):
Sibirisches Streifenhörnchen
Pelztieratlas, 1. Aufl., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena : 99-100
- DIJK, D.J.; DAAN, S. (1989):
Sleep EEG spectral analysis in a diurnal rodent: *Eutamias sibiricus*.
J. Comp. Physiol. A. 165 (2): 205-215
- DIJK, D.J.; STRIJKSTRA, A.; DAAN, S.; BEERSMA, D.G.; VAN DEN
HOOFDAKKER, R.H. (1991):
Effect of clomipramine on sleep and EEG power spectra in the diurnal rodent
Eutamias sibiricus.
Psychopharmacology Berl. 103 (3): 375-379
- DOBRORUKA, L.J. (1972):
Scent marking and courtship in Siberian Chipmunk, *Tamias sibiricus lineatus*
(Siebold, 1824), with notes on the taxonomic relations of chipmunks (Mammalia).
Vestnik Ceskoslovenska spolecnost Zoologicka 36: 12-16
- ELLENBERGER, W. (1911):
Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie,
Bd. 3: Verdauungs- und Respirationsapparat
Paray, Berlin
- ELLIS, L.S.; MAXSON, L.R. (1979):
Evolution of the chipmunk Genera *Eutamias* and *Tamias*
J. Mammal. 60 (2): 331-334
- FUKUDA, Y.; SUGIMOTO, T. (1980):
Quantitative electron microscopic observations of the optic nerve of the eastern
chipmunk *Tamias sibiricus*
Neurosci. Lett. 0 (Suppl. 4): 64
- FUKUDA, Y.; TAKATSUJI, K.; SAWAI, H.; WAKAKUWA, K.; WATANABE, M.;
MITANI-YAMANISHI, Y. (1986):
Ipsilateral retinal projections and laminations of the dorsal lateral geniculate nucleus
in the eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*).
Brain Res. 384 (2): 373-378
- GEINITZ, C. (1976):
Verhalten, Oekologie und Aktivitätsrhythmus des Streifenhörnchens *Eutamias*
sibiricus Laxmann, 1769
Dipl.-Arbeit Freiburg / Breisgau

- GEINITZ, C. (1980):
Beiträge zur Biologie des Streifenhörnchens (*Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769) auf einem Friedhof in Freiburg (Süddeutschland).
Z. Säugetierk. 45: 279-287
- GIEBLER, D. (1988):
Streifenhörnchen in der tierärztlichen Sprechstunde
Regionale Arbeitstagung Süd, DVG-Fachgruppe "Kleintierkrankheiten", Tagung am 7.- 8. Mai 1988 in Mannheim: 50-53
- GIEBLER, D. (1995):
Hörnchen.
In: GABRISCH, K.; ZWART, P. (Hrsg.): Krankheiten der Heimtiere, 3. Aufl., Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover 1995: 217-234
- GIEBLER, D.; GABRISCH, K (1989):
Tierärztliche Betreuung des Streifenhörnchens.
In: "Heim- und Wildtierpatienten", Herbstseminar vom 23. November 1989, Glatberg, und Seminar der 21. Jahresversammlung vom 12. Mai 1990, Biel, Schweizerische Vereinigung für Kleintiermedizin: 21-31
- GILLET, K.E.; TEMPLE, J.D. (1991):
Chipmunks
In: BEYNON, P.H.; COOPER, J.E.: Manual of exotic pets, British small Animal Veterinary Association (1991) ed. 3: 23-30
- GORGAS, M. (1967):
Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Magen-Darm-Kanal der Sciuromorpha, Hystricomorpha und Caviomorpha (Rodentia). Eine Studie über den Einfluß von Phylogenie, Spezialisierung und funktioneller Adaptation auf den Säugetierdarm.
Z. wiss. Zool. 175: 237-404
- HAESLER, K. (1930):
Der Einfluß verschiedener Ernährung auf die Größenverhältnisse des Magen-Darm-Kanals bei Säugetieren.
Z. Tierz. und Züchtungsbiol. 17: 339-412
- HAHN, S.; LEW, J. (1976):
Cytogenetic studies of the Korean chipmunk, *Eutamias sibiricus asiaticus*.
Yonsei. Med. J. 17 (1): 39-45
- HARDER, W. (1949):
Zur Morphologie und Physiologie des Blinddarmes der Nagetiere.
Verh. Dt. Zool. Ges., Mainz, 1949; Akad. Verlagsges. Geest u. Portig, Leipzig 1950: 95-105

10. Literaturverzeichnis

- HOLMGREN, H. (1944):
 Beitrag zur Kenntnis des Verhaltens des Magen-Darmkanals und verschiedener Organe
 unter dem Einfluß verschiedenartiger Nahrung
 Acta Zoologica, Stockholm 25: 169-191
- HUME, I.D. (1994):
 Gut morphology, body size and digestive performance in rodents
 In: CHIVERS, D.J., LANGER, P.:
 The digestive system in mammals: food, form and function
 University Press, Cambridge
- HUME, I.D.; MORGAN, K.R.; KENNAGY, G.J. (1993):
 Digesta Retention and Digestive Performance in Sciurid and Microtine Rodents:
 Effects of Hindgut Morphology and Body Size
 Physiological Zoology 66 (3): 396-411
- IJIMA, K.; IMAI, K. (1974):
 Histochemical studies on the morphology of the GOLGI apparatus and on the
 distribution of hexokinase, amylophosphorylase, cholinesterases and monoamine
 oxidase in the area postrema of the Asiatic chipmunk, *Tamias sibiricus asiaticus*
 (*T. orientalis*)
 Acta histochem. 50: 163-173
- ISENBÜGEL, E. (1985):
 Streifenhörnchen
 In: ISENBÜGEL, E.; FRANK, W.: Heimtierkrankheiten.
 Stuttgart, Ulmer 1985: 118-124
- ISENBÜGEL, E. (1991):
 Chipmunk
 In: RÜBEL, G.A.; ISENBÜGEL, E.; WOLVEKAMP, P. (1991): Atlas der
 Röntgendiagnostik bei Heimtieren: Kleinsäuger, Vögel, Reptilien und Amphibien
 Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover: 62-63
- IVANOVIC, J.; SAVIC, I.; MARINKOVIC, D. (1966):
 Mikroskopisch-anatomische Eigenschaften verschiedener Regionen des
 Verdauungskanalns von Nagetieren als Kennzeichen ihrer taxonomischen
 Verschiedenheit.
 Zool. Anz. 176: 212-226
- JAEGER, R. (1969):
 Zum Winterschlaf des Burunduks, *Tamias (Eutamias) sibiricus* Laxmann, 1769
 Z. Säugetierk. 34: 361-370
- JAEGER, R. (1973):
 Die unterschiedliche Dauer von Schlaf- und Wachphasen während einer
 Winterschlafperiode des Burunduk, *Tamias (Eutamias) sibiricus* Laxmann, 1796
 Z. Säugetierk. 39: 10-15

- KALABUKHOV, N.I.; TIUNOV, M.P.; VALTONEN, L.N. (1977):
Peculiarities of responses of burunduks (*Eutamias sibiricus*) to environmental temperature
Zool. Zh. 56 (6): 935-944
- KAWAMICHI, M. (1989):
Nest structure dynamics and seasonal use of nests by siberian chipmunks (*Eutamias sibiricus*).
J. Mammal. 70 (1): 44
- KAWAMURA, S.; KUCHIIWA, S.; HIGO, S.; MATSUYAMA, T. (1984):
An anatomical organization of the geniculate visual system in the eastern chipmunk
7th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Chiba, Japan, 24.-25. Jan 1984,
Neurosci. Lett. 0 (Suppl. 17): 168
- KENAGY, G.J.; HOYT, D.F. (1980):
Reingestion of feces in rodents and its daily rhythmicity.
Oecologia 44: 403-409
- KNOX JONES, J. (1960):
Absence of third upper Premolar in *Eutamias*.
J. Mammal. 41: 2
- KOBAYASHI, S.; TOH, H.; TOMO, S.; IDEGUCHI, T.; NAGAMOTO, S.; KIKUCHI, N.;
ITO, R. (1992):
Scanning Electron Microscopic Study on the Lingual Papillae in the Manchurian
Chipmunk, *Tamias sibiricus asiaticus*.
Okajimas Fol. Anat. Jpn. 69 (2-3): 139-143
- KOENIG, O. (1960):
Beitrag zur Methodik der Ansiedlung und Einbürgerung verschiedener Tierarten
Anblick 15: 71-72 und 101-103
- KONDO, N. (1986 a):
Excitation-contraction coupling in the myocardium of hibernating chipmunks.
Experientia 42: 1220-1222
- KONDO, N. (1986 b):
Excitation-Contraction Coupling in Myocardium of Nonhibernating and Hibernating
Chipmunks: Effects of Isoprenaline, a High Calcium Medium, and Ryanodine.
Circulation Res. 59 (2): 221-228
- KONDO, N. (1987 a):
Electrophysiological effects of Ca antagonists, tetrodotoxin, [Ca] and [Na] on
myocardium of hibernating chipmunks: possible involvement of Na-Ca exchange
mechanism.
Br. J. Pharmacol. 91 (2): 315-319

10. Literaturverzeichnis

- KONDO, N. (1987 b):
 Identification of a pre-hibernating state in myocardium from nonhibernating chipmunks.
Experientia. 43 (8): 873-875
- KONDO, N.; KONDO, J. (1992):
 Identification of Novel Blood Proteins Specific for Mammalian Hibernation.
The Journal of Biological Chemistry 267 (1): 473-478
- KONDO, N.; SHIBATA, S. (1984):
 Calcium Source for Excitation-Contraction Coupling in Myocardium of Nonhibernating and Hibernating Chipmunks.
Science 225: 641-643
- KONEV, G. I. (1956):
 Die Vorratskammer des Burunduk (*Eutamias sibiricus*).
Priroda, Moskau 45 (6): 116-117
- KRAPP, F. (1978):
Tamias sibiricus (Laxmann, 1769) - Burunduk
 In: NIETHAMMER, J. u. KRAPP, F. (1978):
 Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 1,
 Akademische Verlagsgesellschaft Wiesbaden: 116-121
- KRAPP, F. (1988):
 Backen- oder Streifenhörnchen
 In: Grzimeks Enzyklopädie, Band 3, Säugetiere,
 Kindler Verlag GmbH München: 32-33, 65-74
- LAUER, I. (1996):
 Kleintiere.
 Isis Verlag AG, Chur / Schweiz
- LEE, H.-S.; LEE, J.-H. (1986):
 Electron Microscopic Observations of Endocrine Cells on the Squirrel's Gastrointestinal Tract
Korean J. Vet. Res. 26 (1): 19-30
- LEE, J.-H.; LEE, J.S. (1981):
 (Electron Microscopic Observations of Fat-storing Cells on the Liver of Squirrels.)
Korean J. Vet. Res. 21 (2): 73-79
- LEVENSON, H.; HOFFMANN, R.S.; NADLER, C.F.; DEUTSCH, L.; FREEMAN, S.D. (1985):
 Systematics of the Holarctic chipmunks (*Tamias*)
J. Mammal. 66 (2): 219-242

- LUTHER, W. (1952):
 Beobachtungen an einem ostasiatischen Backenhörnchen (*Eutamias asiaticus*, Gm.) in
 Gefangenschaft
 Z. Tierpsychologie 9: 411-415
- MANGOLD, E. (1933/34):
 Über Veränderungen des Magen-Darmkanals unter dem Einfluß verschiedener
 Ernährung.
 Sitzung Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin, 1933 (1934): 395-399
- MANGOLD, E.; HAESLER, K. (1930):
 Der Einfluß verschiedener Ernährung auf die Größenverhältnisse des Magen-
 Darmtraktes bei Säugetieren (nach Versuchen an Ratten).
 Wiss. Arch. f. Landw. Abt. B, 2. Bd.: 279-305
- METTLER, M. (1991):
 Alles über Streifenhörnchen.
 Falken-Verlag GmbH, Niedernhausen / Ts.
- MOISMANN, W.; KOHLER, T. (1990):
 Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere
 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- MORIGIWA, K.; SAWAI, H.; WAKAKUWA, K.; MITANI-YAMANISHI, .; FUKUDA, Y.
 (1988):
 Retinal inputs and laminar distributions of the dorsal lateral geniculate nucleus relay
 cells in the eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*).
 Exp. Brain. Res. 71 (3): 527-540
- MOVCHAN, V.N. (1978):
 Comparative bioacoustic study of diurnal and nocturnal rodents in enclosed spaces.
 J. evolutionary biochem. and physiol., New York, 1978: 55-59
- NADLER, C.F.; HOFFMANN, R.S.; HONACKI, J.H.; POZIN, D. (1977):
 Chromosomal Evolution in Chipmunks, with Special Emphasis on A and B
 Karyotypes of the Subgenus Neotamias.
 American Midland Naturalist 98 (2): 343-353
- NADLER, C.F.; HOFFMANN, R.S.; LAY, D.M. (1969):
 Chromosomes of the Asian chipmunk *Eutamias sibiricus* Laxmann (Rodentia:
 Sciuridae).
 Experientia 25 (8): 868-869
- NAKAGAWA, S.; TAKAZATO, C.; ZUKERAN, C.; TANAKA, S. (1986):
 Light and Electron Microscopic Evidence for a Direct Retinal Projection to the
 Pulvinar in the Asiatic Chipmunk, *Tamias sibiricus*.
 Okajimas Fol. Anat. Jpn. 62 (5): 313-321

10. Literaturverzeichnis

- NAUMOVA, E.I. (1976):
Pathways of the digestive system specialization in providing dietary protein in cellulose-consuming mammals (Rodentia, Lagomorpha)
Zhurnal Obshchei Biologii, Moskva 37 (2): 276-285
- NICKEL, R. (1933):
Über die Ermittlung der Länge und Lage des Verdauungskanal
Z. ges. exp. Med. XCI: 193-243
- NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. (1999):
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. 2. Eingeweide, 8. Aufl.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- NOSU, W. (1972):
Microscopic anatomical study of the Larynx of Eutamias of Sciuromorpha, Rattus and Mus of Myomorpha and Cavia of Hystricomorpha.
Zool. Mag. Tokyo 81 (4): 307
- PETIT, D.; COUTURIER, J.; VIEGAS-PEQUIGNOT, E.; LOMBARD, M.;
DUTRILLAUX, B. (1984):
Tres grande Similitude entre le Caryotype ancestral des Ecureuils (Rongeurs) et celui des Primates et des Carnivores
Ann. Genet. 27 (4): 201-212
- PETIT, D.; DUTRILLAUX, B. (1985):
Phylogenie Chromosomique de sept especes de Sciurines
Ann. Genet. 28 (1): 13-18
- PETZSCH, H.; PIECHOCKI, R. (1992):
Familie Sciuridae - Hörnchen.
In: Die große farbige Enzyklopädie Urania-Tierreich: in 6 Bänden; Bd.: Säugetiere ;
Leipzig, Jena, Berlin: Urania-Verlag: 183-195
- POHL, H. (1972):
Die Aktivitätsperiodik von zwei tagaktiven Nagern, *Funambulus palmarum* und *Eutamias sibiricus*, unter Dauerlichtbedingungen.
J. comp. Physiol. 78: 60-74
- POHL, H. (1978):
Comparative aspects of circadian rhythms in homeotherms. Re-entrainment after phase shifts of the zeitgeber
Int. J. of Chronobiol. Vol. 5: 493-517
- POLKOSHNIKOV, E.V. (1975):
Reactions of nerve elements of the visual cortex of the chipmunk *Eutamias sibiricus* to moving and stationary stimuli.
Journal of evolutionary biochemistry and physiology, New York, 1976: 344-349

- POLKOSHNIKOV, E.V. (1979):
Selective sensitivity of visual cortex neurons in the Siberian chipmunk *Eutamias sibiricus* chipmunks to velocity and direction of movement and orientation of stimuli. Journal of evolutionary biochemistry and physiology, New York, 1980: 475-477
- POLKOSHNIKOV, E.V. (1984):
Detector neurons of the visual cortex of the chipmunk
Neirofiziologija 16 (6): 807-814
- POLKOSHNIKOV, E.V.; CHETYRBOK, I.S. (1988 a):
The chromatic characteristics of neuronal receptor fields in the visual cortex of the baronduki
Neirofiziologija 20 (2): 262-265
- POLKOSHNIKOV, E.V.; CHETYRBOK, I.S. (1988 b):
Functional characteristics of the orientation-selective neurons in the frontal visual field of the striate cortex in the baronduki
Neirofiziologija 20 (3): 365-74
- POLKOSHNIKOV, E.V.; CHETYRBOK, I.S. (1988 c):
Selectivity of neurons in the chipmunk striatal cortex (frontal visual view) for the polarity of contrast and direction of movement of visual stimuli
Dokl.Akad.Nauk.SSSR 300 (5): 1260-1263
- REVISHCHIN, A.V.; POLKOSHNIKOV, E.V. (1987):
Topical organization of visual cortico-cortical connections in the squirrel. Double retrograde tracing.
Dokl.Akad.Nauk.SSSR 294 (1): 226-229
- ROSSOLIMO, O.L.; PAVLINOV, I.Y-A. (1976):
Geographic variability of the correlative relationships of craniological characters in mammals
Byull Mosk O-VA Ispyt Prir Otd Biol 81 (6): 16-31
- SADDINGTON, G.M. (1966):
Notes on the Breeding of the siberian chipmunk *Tamias sibiricus* in captivity
International Zoo Yearbook 6: 165-166
- SAITOH, Y.; MATSUI, Y.; NIHONMATSU, I.; KAWAMURA, H. (1991):
Cross-species transplantation of the suprachiasmatic nuclei from rats to Siberian chipmunks (*Eutamias sibiricus*) with suprachiasmatic lesions.
Neurosci. Lett. 123 (1): 77-81
- SATO, O.; MAEDA, T.; IWANAGA, T.; KOBAYASHI, S. (1989):
Innervation of the Incisors and Periodontal Ligament in Several Rodents: an Immunohistochemical Study of Neurofilament Protein and Glia-Specific S-100 Protein.
Acta Anat. 134 (2): 94-99

10. Literaturverzeichnis

- SATO, T.; KAWAMURA, H. (1984 a):
Effects of bilateral suprachiasmatic nucleus lesions on the circadian rhythms in a diurnal rodent, the Siberian chipmunk (*Eutamias sibiricus*).
J. Comp. Physiol. A 155: 745-752
- SATO, T.; KAWAMURA, H. (1984 b):
Circadian rhythms in multiple unit activity inside and outside the suprachiasmatic nucleus in the diurnal chipmunk (*Eutamias sibiricus*).
Neurosci. Res. 1 (1): 45-52
- SATO, T.; NIHONMATSU, I.; KAWAMURA, H. (1984):
Central mechanisms of circadian rhythms in the chipmunk.
Neurosci. Lett., Suppl. 13: 30
- SCHMITZ, S. (1988):
Erd- und Baumhörnchen (Sciurinae)
In: Grzimeks Enzyklopädie, Band 3, Säugetiere,
Kindler Verlag GmbH München
- SHUBIN, N.G. (1964):
The Reproduction of Chipmunk in the Tom River Territory.
Zool. Zh. 43: 910-917
- SMIT, P. (1976):
Das Lautgebungsverhalten Japanischer Backenhörnchen, *Tamias (Eutamias) sibiricus lineatus* (Siebold, 1826)
Säugetierkundl. Mitt.: 203-206
- SMIT, P. (1977):
Streifenhörnchen als Heimtiere: Hörnchenarten, Pflege und Zucht.
Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart
- SNIGIREVSKAYA, E.M. (1962):
The biology of the siberian chipmunk (*Eutamias sibiricus*) on the Amur-Zeya Plateau.
Zool. Zh. 41: 1395-1401
- SNIGIREVSKAYA, E.M. (1964):
On the feeding habits of the chipmunk on Amur-Zeya Plateau.
Zool. Zh. 43: 1727-1729
- SOKOLOV, V.E.; SKURAT, L.N.; NIKIFOROVA, ZH.M. (1981):
Morphological characteristics of hair of pteromyidae and sciuridae.
Zool. Zh. 60 (7): 1058-1069
- STANOJEVIC, D.; NIKOLIC, Z.; DREKIC, D. (1982):
The Alimentary Canal in the Ground Squirrel (*Citellus Citellus* L.). II. Oesophagus, Ventriculus, Duodenum, Jejunum, Ileum, Caecum, Colon and Rectum.
Acta Vet. (Beograd) 32 (4): 205-216

- STILMARK, F.R. (1963):
Ecology of the Chipmunk (*Eutamias sibiricus* Laxm.) in Cedar Forests of Western Sayan.
Zool. Zh. 42: 92-101
- STORCH, G. (1988):
Klassifikation der Ordnung Rodentia.
In: Grzimeks Enzyklopädie, Band 3, Säugetiere: 9
Kindler Verlag GmbH, München
- STUBBE, M.; CHOTOLCHU, N. (1968):
Zur Säugetierfauna der Mongolei
Mitt. Zool. Mus. Berlin 44 (1): 55-57
- TAKAMATSU, N.; OHBA, K.-I.; KONDO, J.; KONDO, N.; SHIBA, T. (1993):
Hibernation-associated Gene Regulation of Plasma Proteins with a Collagen-Like Domain in Mammalian Hibernators.
Molecular and Cellular Biology 13 (3): 1516-1521
- TEVIS, L.J. (1953):
Stomach contents of Chipmunks and mantled Squirrels in Northeastern California
J. Mammal. 34 (3): 316-324
- TIUNOV, M.P. (1979):
Variability in several morphological characters in geographic populations of the Burunduk (*Eutamias sibiricus* Laxm.)
Soviet Journal of Ecology, New York 10 (3): 211-218
- WAKAKUWA, K.; SUMITOMO, I.; SUGITANI, M.; FUKUDA, Y. (1987):
Retinal inputs to the geniculate relay cells in the Eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*): a comparison between color and non color sensitive cells.
Brain. Res. 404 (1-2): 211-220
- WAKAKUWA, K.; WASHIDA, A.; FUKUDA, Y. (1985 a):
Ipsilaterally projecting retinal ganglion cells in the eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*).
Neurosci. Lett. 55 (2): 219-224
- WAKAKUWA, K.; WASHIDA, A.; FUKUDA, Y. (1985 b):
Distribution and soma size of ganglion cells in the retina of eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*).
Vision Res. 25 (7): 877-885
- WAKAKUWA, K.; WASHIDA, A.; FUKUDA, Y.; IWAMW, K. (1982):
Axonal conduction velocities of retinal ganglion cells projecting to the lateral geniculate nucleus (LNG) of the eastern chipmunk.
J. Physiol. Soc. Japan 44: 424

10. Literaturverzeichnis

- WAKAKUWA, K.; WATANABE, M.; SUGIMOTO, T.; WASHIDA, A.; FUKUDA, Y. (1987):
An electron microscopic analysis of the optic nerve of the eastern chipmunk (*Tamias sibiricus asiaticus*): total fiber count and retinotopic organisation.
Vision Res. 27 (11): 1891-1901
- WALKER, E.P. (1964):
Mammals of the world. Vol II.
John Hopkins Press, Baltimore
- WISSDORF, H.; SCHAEFER, B. (1977):
Anatomische Grundlagen und Operationsbeschreibung zur Kastration von männlichen japanischen Streifenhörnchen (*Eutamias sibiricus* L.) und pakistanischen Palmenhörnchen (*Funambulus palmarum* L.).
Kleintierpraxis 22 (6): 255-258
- ZAGORSKAYA, N.G.; MATERY, L.D.; KUDIASHEVA, A.G. (1984):
Action of chronic gamma irradiation on chipmunks in a vivarium
Radiobiologija. 24 (4): 561-563
- ZIMMERMANN, K (1964):
Zur Säugetier-Fauna Chinas
Mitt. Zool. Mus. Berlin 40 (2): 110-111
- ZUBCHANINOVA, E.V. (1962):
Geographic variability of burunduks (*Eutamias sibiricus* Laxm.) of the USSR.
Nauchn. Dokl. Vyssh. Shk., Biol. Nauki, Issue 4: 41-45

Danksagung

Mein Dank gilt allen, die mich bei der Fertigstellung dieser Dissertation unterstützt haben.

Ganz besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Bertram Schnorr für die sehr verständnisvolle Betreuung über den langen Zeitraum der Fertigstellung der Arbeit.

Den Mitarbeitern des Institutes, hier insbesondere Frau Herta Kirsch, danke ich für ihre intensive und flexible Unterstützung im Labor.

Meinem Sangesbruder Heinrich Mütter gilt großer Dank für die Mithilfe der sehr zeitintensiven Arbeiten am Computer zu zum Teil unmöglichen Tages- und Nachtzeiten.

Meinen Eltern danke ich für ihre persönliche und anfänglich auch finanzielle Unterstützung.

Nicht zuletzt danke ich vor allem meiner Frau Bernharde, die mich in den Zeiten, in denen ich mich um die Dissertation kümmern mußte, innerhalb und außerhalb der Familie vertreten hat. Ich hoffe, daß meine Kinder mir die Zeit, die ich ihnen gestohlen habe, nicht nachtragen werden.

