

## 5. DISKUSSION

In der folgenden Diskussion werden die einzelnen Abschnitte des Verdauungsapparates der verschiedenen untersuchten Greifvögel anatomisch und histologisch vergleichend betrachtet und den Beschreibungen in der Literatur gegenübergestellt. Wegen der oft nur spärlichen Literaturangaben über die Anatomie der Greifvögel werden auch andere Vogelarten, meistens das Hausgeflügel, zum Vergleich herangezogen. Da die zitierte Literatur sich über 166 Jahre erstreckt, kam es in den verschiedenen Bereichen zu Änderungen in der Nomenklatur und in der Definition der einzelnen Abschnitte des Verdauungstraktes, was die Vergleiche der Literaturangaben mit den eigenen Befunden etwas erschwerte.

Die anatomischen und histologischen speziesspezifischen Besonderheiten im Aufbau des Verdauungstraktes der verschiedenen untersuchten Greifvogelarten werden im Sinne der funktionellen Anatomie resp. der wechselwirkenden Beziehungen zwischen den Strukturen und den Funktionen im lebenden Organismus als Anpassungen an die Art des Nahrungserwerbes und der Beutetiere betrachtet. Dabei werden die Zusammensetzung und die Größe der unzerkleinert abgeschluckten „Bissen“ der Nahrung berücksichtigt. Die Dehnbarkeit des Verdauungsrohres, die Länge des gesamten Verdauungstraktes und die relative Länge der verschiedenen Darmabschnitte sind in diesem Zusammenhang zu sehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Länge resp. das Volumen und damit das (temporär erhöhte) Gewicht des (gefüllten) Verdauungstraktes das Körpergewicht und dadurch wiederum das Flugvermögen des Vogels beeinflussen, welches in der weiteren kausalen Kette auf den Nahrungserwerb rückwirkt.

Die Literaturangaben zum Aufbau des Verdauungstraktes stimmen für die häufigsten (und damit am meisten untersuchten) Greifvogelarten überwiegend mit den eigenen Befunden überein. Unterschiede traten vor allem dadurch auf, dass die erhobenen Befunde unzulässigerweise auf die Greifvögel allgemein bezogen wurden und speziesspezifische Besonderheiten im Zusammenhang mit der Art der Nahrung und des Nahrungserwerbs nicht untersucht wurden. Vor allem die Nahrungsspezialisten unter den Greifvögeln wie der Wespenbussard oder der Fischadler zeigen deutliche Abweichungen im Aufbau des Verdauungstraktes.

### Material und Methoden

Die untersuchten Greifvögel waren zum Zeitpunkt der Untersuchung in sehr unterschiedlichem Erhaltungszustand. Häufig lagen für die Untersuchungen keine ganzen

Vögel vor, sondern schon eröffnete Tiere, an denen Proben genommen worden waren oder nur ein isolierter Magen-Darm-Trakt mit unvollständigen Angaben zum Alter oder dem Geschlecht und der Größe des Tieres. Da die Greifvögel zum Zeitpunkt der Vermessung und Probennahme unterschiedlich lange tot und größtenteils vorher gefroren waren, sind geringe Veränderungen in den Maßen des Verdauungstraktes durch Zersetzungsprozesse möglich. Der Darm verkürzt sich unmittelbar nach dem Tod durch die eintretende Totenstarre und verlängert sich durch Lösen derselben wieder auf ungefähr die Länge vor dem Tode (NICKEL, 1933). Das Gewicht des Darmes verändert sich nach dem Tode stärker als seine Länge, deshalb ist bei Vögeln, deren Herkunft und Todeszeitpunkt unklar ist, die Darmlänge für vergleichende Untersuchungen das besser geeignete Maß (BARTON und HOUSTON, 1992). Da der Durchmesser des Darmes postmortal durch lytische Prozesse in der Darmwand sehr schnell zunimmt, wurde auf diese Vermessung verzichtet. Die diesbezüglichen in der Literatur beschriebenen Beobachtungen sind auch in der vorliegenden Untersuchung mit bloßem Augenmaß deutlich festzustellen. Der schnelle Zerfall des Darmes und insbesondere der Darmzotten machen eine sehr schnelle Fixierung des Probenmaterials notwendig. Deshalb sind bei den frischtoten Tieren, von denen unverzüglich Proben für die histologischen Untersuchungen entnommen wurden, meist keine Messungen am Verdauungstrakt durchgeführt worden. Durch die Art der Probensammlung und die vergleichsweise geringe Anzahl der untersuchten Vögel sind von einigen untersuchten Greifvogelarten bei den histologischen Befunden möglicherweise individuelle Besonderheiten erfasst worden, die keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben.

Der Grundbauplan des Verdauungstraktes des Vogels ist in Übereinstimmung mit den Literaturangaben (VOLLMERHAUS und SINOWATZ, 1992) auch bei den untersuchten Greifvögeln zu finden.

### **Speiseröhre und Kropf (Oesophagus et Ingluvies)**

Die Lage des Oesophagus entspricht bei allen untersuchten Greifvögeln derjenigen in der Literatur beschriebenen (CERNY, 1993). Auch seine Struktur, insbesondere die längs verlaufenden Falten im Inneren (GADOW, 1879 a), die bei Dehnung der Speiseröhre verstreichen können (McLELLAND, 1993), konnte durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt werden.

Die Lamina epithelialis mucosae in der Schleimhaut der Speiseröhre der untersuchten Greifvögel entspricht in ihrem grundsätzlichen Aufbau dem bei Vögeln in der Literatur

beschriebenen (NIETHAMMER, 1933). Zwischen den abschilfernden Zellen des Plattenepithels ließ sich allerdings nicht, wie von NIETHAMMER (1933) beschrieben, Schleim nachweisen. FEDER (1972 b) stellte bei vergleichenden Untersuchungen der Speiseröhre verschiedener Vogelarten, wie Huhn, Taube, Ente, Wellensittich, Waldohreule und Nandu fest, dass der Aufbau von Epithel und Drüsen im Oesophagus keinen Rückschluss auf die Art der Nahrung zulässt. Dagegen ist nach FARNER (1960) die Dicke des Epithels in der Speiseröhre in gewissem Grade von der Konsistenz und der Oberflächenbeschaffenheit der Nahrung, wie zum Beispiel trocken durch Federn oder Haare, feucht wie bei Fischschuppen und Fleisch eines in Stücken gekröpften Beutetieres abhängig. Die auffällige Dicke der Epithelschicht im Oesophagus des Wespenbussards kann also einen Schutz vor den Stacheln verschluckter Insekten darstellen.

Der von der Lamina propria mucosae ausgehende, mit dem Epithel verzahnte Papillarkörper der Speiseröhre wird bei Vögeln von NIETHAMMER (1933) beschrieben. BARTHEL (1895) hat ihn beim Sperber und beim Mäusebussard nachgewiesen. Ein Papillarkörper ist bei allen untersuchten Greifvögeln ausgebildet. Die durch die vorliegenden Untersuchungen festgestellte stärkere Ausprägung des Papillarkörpers im Kropf fast aller untersuchten Greifvogelarten (nur bei Turm- und Wanderfalke nicht) ist bisher nicht beschrieben worden. Ähnliche Unterschiede in der Ausprägung des Papillarkörpers im Kropf sind bei anderen Vogelarten beschrieben worden. So sind beim Fasan die einstrahlenden Falten im peripheren Kropfbereich höher und schmaler als im oesophagusnahen Bereich (MEZGER, 1984). Beim Birkhuhn (WEVER, 1998) und beim Auerhuhn (WILMERING, 1992) ist der Papillarkörper dagegen im Kropf flacher ausgeprägt als im Oesophagus.

Die den Papillarkörper bildende Lamina propria mucosae besteht überwiegend aus lockerem kollagenfaserigem Bindegewebe. Beim Fischadler zeigt die vorliegende Untersuchung eine speziesspezifische Besonderheit. Eine modifizierte Schicht der Lamina propria mucosae liegt dicht unter der Lamina epithelialis mucosae. Diese besteht aus einer etwa gleichmäßig dicken Schicht dicht gepackten kollagenfaserigen Bindegewebes und wird deshalb als Stratum compactum bezeichnet. Der übrige Teil der Lamina propria mucosae der Speiseröhre besteht aus lockerem Bindegewebe.

In dieser Lamina propria mucosae sind bei den meisten der untersuchten Arten glatte Muskelzellen enthalten, die bisher weder beim Hausgeflügel noch bei Greifvögeln beschrieben wurden. Es handelt sich meist um einzelne Muskelzellen, die in verschiedene Richtungen ziehen. Sie liegen ziemlich dicht unter dem Epithel und folgen dem Verlauf der Lamina epithelialis mucosae auch in die Oesophagusfalten hinein. In ihrer Nachbarschaft sind

zahlreiche kleine Blutgefäße zu finden. Darunter liegt ein Bereich mit lockerem Bindegewebe, in dem weniger, aber etwas größere Blutgefäße liegen. Darauf folgt die deutliche Lamina muscularis mucosae mit längs des Oesophagus verlaufenden Fasern, die durch eine sehr dünne Tela submucosa von der Tunica muscularis nach außen abgegrenzt ist. Trotz ihrer für eine Lamina muscularis mucosae typischen Lage sind die einzelnen Muskelfasern nicht als eigenständige Schicht aufzufassen, da sie zu verteilt und zu vereinzelt angeordnet sind. Nur selten bilden sie eine zusammenhängende Schicht. Die Muskelfasern liegen nie tiefer als die Oesophagusdrüsen im Bindegewebe. Beim Fasan folgt die Lamina muscularis mucosae dem Verlauf des Epithels in die Falten hinein (MEZGER, 1984). Bei den einzelnen Muskelfasern könnte es sich um Abspaltungen der Lamina muscularis mucosae handeln. Sie tragen zur Veränderung des Reliefs der Oesophagusschleimhaut und auch zur Entleerung der Schleimdrüsen in der Speiseröhrenwand bei. Diese Muskulatur könnte also beim Auswürgen des Gewölles hilfreich sein, da sie bei Kontraktion die Oesophagusfalten abflacht und dadurch, dass Schleim aus den Drüsen gepresst wird, die Speiseröhre schlüpfriger macht. Zu dieser Vermutung passt auch die Tatsache, dass solche Muskelfasern beim Fischadler, der nur selten ein Gewölle bildet (UTTENDÖRFER, 1939), nicht zu finden sind. Auch der Fischadler hat in der Lamina propria mucosae der Speiseröhre unter dem Stratum compactum eine Schicht lockeren Bindegewebes, in der besonders viele Blutgefäße liegen. Der Rotmilan hat in der Pars caudalis des Oesophagus wenige Muskelfasern in der Lamina propria mucosae. Es ist keine Lamina muscularis mucosae vorhanden. Dafür besitzt er im Kropf ein starkes Stratum circulare der Tunica muscularis. Diese könnte beim Rotmilan für den Transport des Futters in die Leibeshöhle durch erhöhten Druck auf den Kropf verantwortlich sein. Die Bindegewebsschicht im kaudalen Teil der Speiseröhre ist auffallend stark ausgeprägt, was die Verschieblichkeit und Erweiterung des Lumen ermöglicht.

Die in der Lamina propria mucosae liegenden Schleimdrüsen (DONAT, 1993) entsprechen in ihrem grundsätzlichen Aufbau dem bei Vögeln beschriebenen (SCHREINER, 1900, FEDER, 1972, BARTHELS, 1895). Die von BARTHELS (1895) beschriebene zwiebelartige Form dieser Drüsen und ihre Umhüllung durch Randzellen in der Speiseröhre des Sperber konnten in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. Bei Mäusebussard sind dagegen deutliche Septen in den unregelmäßig geformten Drüsen vorhanden, die BARTHELS (1895) nicht beschrieben hat. Diese Septen vergrößern die innere Oberfläche der Drüsen und erhöhen damit die Anzahl der schleimproduzierenden Zellen. Auch beim Wanderfalken kommen solche Drüsen im kaudalen Abschnitt des Oesophagus vor, die in Übereinstimmung mit den Befunden von BARTHELS (1895) von Septen unterteilt sind.

Die Anzahl dieser Drüsen nimmt beim Sperber laut BARTHEL (1895) nach kaudal hin zu. Bei dem untersuchten Sperber nimmt die Anzahl der Drüsen vom kranialen Oesophagusabschnitt zum Kropf hin deutlich ab, um in der Pars caudalis der Speiseröhre wieder anzusteigen, sie erreicht aber nicht die Anzahl wie vor dem Kropf.

MACGILLIVRAY (1836) beschreibt die Speiseröhre des Milans als weit und im unteren Teil mit Drüsen besetzt. Laut HUNTER (1861) wird der Oesophagus vor seinem Eintritt in den Thorax sehr weit. Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass der Rotmilan einen auch im leeren Zustand auffällig weiten Kropf hat. Allerdings liegen nicht nur im unteren Teil, sondern auch in der Pars cranialis oesophagi und vereinzelt im Kropf selbst Schleimdrüsen.

Der von BARTHEL (1895) beim Wanderfalken beschriebenen Aufbau des Oesophagus und seiner Drüsen wurde weitgehend ebenso vorgefunden. Nur die von diesem Autoren beschriebenen Einsenkungen in das Bindegewebe im kaudalen Teil der Speiseröhre waren nicht feststellbar. Der Wanderfalke rupft und kröpft seine Beute (FISCHER, 1967). So schluckt er überwiegend feuchte Fleischstücke und kaum trockenes Fell oder Federn. Dieses könnte erklären, warum der Wanderfalke im kranialen Teil des Oesophagus und im Kropf keine Schleimdrüsen ausbildet. Nur im kaudalen Abschnitt der Speiseröhrenwand sind Schleimdrüsen zu finden. Hier wird der Oesophagus beim Eintritt in die Leibeshöhle deutlich schmaler und das Sekret der Schleimdrüsen könnte helfen, diesen Engpass zu überwinden. Auch beim körnerfressenden Wellensittich sind nur im kaudalen Teil der Speiseröhre Schleimdrüsen vorhanden (FEDER, 1969). Die Anzahl der Schleimdrüsen hat nicht immer einen erkennbaren Zusammenhang mit der Art der Nahrung. So haben Hunde in der gesamten Speiseröhre Drüsen, die Katzen dagegen keine (HAANE, 1905). Zudem wird das Futter schon durch die Speicheldrüsen in der Mundhöhle resp. in der Schnabelhöhle angefeuchtet. Da die Speicheldrüsen beim Greifvogel groß sind (ANTHONY, 1920), kann so eine geringe Anzahl von Oesophagusdrüsen ausgeglichen werden.

Darüber hinaus könnten die auffällig vermehrten Schleimdrüsen im kaudalen Teil der Speiseröhre durch ihr Sekret die Oesophagusschleimhaut auch vor dem aufsteigenden Sekret aus dem Drüsenmagen schützen.

In der Literatur wird zwischen einem „echten Kropf“, der eine drüsenhaltige Schleimhaut besitzt und deutlich von dem kranialen und kaudalen Abschnitt der Speiseröhre abgesetzt ist, und einem unechten, dem sogenannten „Schlundkropf“, der von drüsenloser Schleimhaut ausgekleidet und spindelförmig ist (GADOW, 1879 b), unterschieden. Nach NIETHAMMER (1933) ist ein echter Kropf in der Speiseröhre des Vogels dadurch gekennzeichnet, dass er auch in leerem Zustand einen größeren Durchmesser als der vorangehende und folgende

Oesophagusabschnitt hat. Ein unechter Kropf ist also nur eine stark erweiterungsfähige Region der Speiseröhre. GADOW (1879 b) stellt allgemein fest, dass Greifvögel eine Übergangsform hätten, da ihr Kropf zwar spindelförmig und nicht klar abgrenzbar ist, aber Drüsen enthält. Dieses trifft nach den eigenen Befunden für den Mäusebussard und den Turmfalke zu. Auch laut SWENANDER (1899) hat der Turmfalke einen echten Kropf. Der Kropf des Fischadlers ist eine längliche Aussackung (MACGILLIVRAY, 1836), in dem aber nur vereinzelt Drüsen liegen. Diese Spezies hat also nach den vorliegenden Befunden eher einen unechten Kropf. In Übereinstimmung damit stellte GADOW (1879 b) fest, dass Fischfresser meist keinen echten Kropf haben. Der Kropf des Wanderfalke ist auch in leerem Zustand deutlich erkennbar, enthält aber keine Drüsen, und ist somit nach der Definition von GADOW (1879 b) als ein unechter Kropf zu bezeichnen. NIETHAMMER (1933) schreibt, dass die Kropfdrüsen der Greifvögel chemisch auf die Nahrung einwirken und im Kropf eine Trennung des Fleisches von unverdaulichen Resten erfolgt. In der vorliegenden Untersuchung wurden im Kropf nur muköse Schleimdrüsen durch eine PAS-Färbung nachgewiesen. Eine chemische Wirkung ist im Kropf nur durch aufsteigenden Magensaft aus dem Drüsenmagen möglich, das Sekret der Oesophagusdrüsen macht die Futterstücke nur gleitfähiger. Die Trennung von unverdaulichen Bestandteilen erfolgt überwiegend erst im Muskelmagen. Wurde viel Futter aufgenommen, liegt es auch im Drüsenmagen und wird dort angedaut. Bei allen untersuchten Greifvögeln hat der Kropf auch in leerem Zustand einen größeren Durchmesser als der übrige Oesophagus. Der Oesophagus ist bei Weihen weit und über der Mitte stark erweitert (MACGILLIVRAY, 1836). Dieser Befund trifft auch für die untersuchten Rohrweihen zu. Der spindelförmige Kropf ist auch in leerem Zustand deutlich ausgeprägt.

Der unregelmäßige geschlängelte Verlauf der Längsfalten der Kropfschleimhaut, der nach McLELLAND (1993) typisch für den echten Kropf ist und im Gegensatz zu den gradlinig verlaufenden Falten im kranialen und kaudalen Teil des Oesophagus steht, war in den vorliegenden Untersuchungen ebenfalls stets zu finden, sofern der Kropf leer und die Falten somit nicht verstrichen waren. Der Anfang und das Ende dieser Falten waren besonders bei den spindelförmigen Kröpfen von Fischadler, Mäusebussard und Turmfalke die einzigen klaren Ansatzpunkte für die Längenmessung des Kropfes. Nach den vorliegenden Befunden ist bei den untersuchten Greifvogelspezies grundsätzlich ein echter Kropf als lokale drüsenhaltige Erweiterung der Speiseröhre ausgebildet. Dagegen beschreibt GADOW (1879 b), dass Insektenfresser meistens keinen Kropf haben. Nach den eigenen Befunden hat der Wespenbussard dagegen einen auch im leeren Zustand deutlich erkennbaren echten Kropf.

Das Stratum circulare der Tunica muscularis verläuft bei den meisten der untersuchten Greifvögel nicht zirkulär, sondern mehr oder weniger schräg spiralig. Dies führt zu einer erhöhten Dehnbarkeit des Oesophaguslumen. Am auffälligsten ist dieses bei Sperber und Wanderfalke, bei denen der kaudale Teil der Speiseröhre sogar im Durchschnitt etwas enger ist als der kraniale. Hier ist die Schrägstellung der Fasern in der Pars caudalis stärker als in der Pars cranialis des Oesophagus. Bei der Mehrheit der untersuchten Greifvögel verlaufen die Fasern im Kropf stärker spiralig als im vorderen Teil der Speiseröhre. Ausnahmen machen der Fischadler, der stets eine deutlich zirkulär verlaufende Ringmuskulatur hat, und der Wespenbussard. Bei dieser Spezies verlaufen die Fasern im Kropf ringförmig, in der Pars cranialis und caudalis der Speiseröhre dagegen schräg. Im Kropf des Wespenbussards ist auch die Lamina propria mucosae nur sehr dünn. Offenbar ist zum Weitertransport von Insekten im Oesophagus kein großer Kraftaufwand nötig und auch die geringe Dehnbarkeit des Kropfes ausreichend.

#### **Drüsenmagen (Pars glandularis ventriculi)**

Der Drüsenmagen ist bei allen untersuchten Greifvogelspezies spindel- bis kegelförmig und entgegen der Beschreibung von OROSZ (1997) vom Muskelmagen immer deutlich abzugrenzen. Diese Abgrenzung durch einen Isthmus ist bei den untersuchten Greifvogelspezies andererseits nicht so markant wie beim Hausgeflügel. Der Drüsenmagen hat äußerlich keine Längsfalten wie der Oesophagus (OROSZ, 1997) und ist innen gleichmäßig mit Drüsen ausgekleidet. Durch das Zusammenlegen von Drüsenpaketen kommt es zu einer sogenannten Juga-Bildung, d. h. die Drüsen lagern sich zu vier oder fünf (GADOW, 1879 a), bei Rohrweihe und Wespenbussard bis zu sechs, längsverlaufenden Wülsten zusammen.

Die Krypten der Drüsenmagenschleimhaut entsprechen in ihrem Aufbau denjenigen von vielen Haus- und Wildvögeln (AITKEN, 1958). Das Bindegewebe zwischen ihnen ist mal spitz zulaufend, mal flach. CALHOUN (1954) stellte beim Huhn fest, dass die Krypten in konzentrischen Kreisen um die Öffnungen der tiefen Drüsen herumliegen. Ob dies bei Greifvögeln ebenso ist, müssen weitergehende Untersuchungen mit anderen Schnittebenen oder von Serienschnitten zeigen.

Über die Lamina muscularis mucosae in der Drüsenmagenschleimhaut bei verschiedenen Vögeln schreiben FEDER (1972 a) und OPPEL (1895), dass die Mehrheit dieser Muskelfasern unter den Drüsenpaketen liegt und diese somit als tiefe Propriadrüsen anzusehen sind. OPPEL unterscheidet eine „hohe Schicht“ und eine „tiefe Schicht“ der

Lamina muscularis mucosae. CAZIN (1888, zitiert in OPPEL, 1895) schreibt, dass die Lamina muscularis mucosae oberhalb der Drüsen liegt und nur einzelne Fasern die tiefen Drüsen umgeben. Er spricht diese Drüsenpakete somit als Submucosadrüsen an. Die Lamina muscularis mucosae verläuft bei den meisten der untersuchten Greifvögel überwiegend oberhalb, aber mit einzelnen Fasern auch zwischen und unterhalb der Propriadrüsen. Eine auffällige Abweichung liegt bei Turm- und Wanderfalke vor, die neben den Muskelfasern um die Propriadrüsen unter denselben eine deutliche Schicht längsverlaufender Muskelfasern haben, wie es auch CALHOUN (1954) beim Huhn darstellt. Hier wäre also die Bezeichnung „tiefe Propriadrüsen“ angebracht. Da bei den anderen untersuchten Greifvögeln der Hauptteil der Muskelschicht oberhalb der Drüsen liegt, liegen sie dort eher in der Tela submucosa. Die einzig allgemeingültige Benennung ist in der NOMINA ANATOMICA AVIUM (McLELLAND, 1993) zu finden, wo sie als „Glandulae proventriculares profundae“ bezeichnet werden, ohne Bezug auf ihre Lage ober- oder unterhalb der Schleimhautmuskelschicht und damit auf eine Unterscheidung zwischen Propriadrüsen resp. Submucosadrüsen zu nehmen.

Die Drüsen stellen sich im Drüsenmagenquerschnitt als längliche, unregelmäßig ovale Einheiten dar. Der zentrale Sammelraum steht radiär zum Drüsenmagenlumen und ist mit hochprismatischem Epithel ausgekleidet. Senkrecht zum Sammelraum münden Tubuli, die mit einem isoprismatischen Epithel ausgekleidet sind. Die Epithelzellen sitzen auf dünnen Bindegewebssepten. Diese Zellen produzieren den Magensaft. Anders als bei Säugetieren sezernieren die gleichartigen Zellen alle Bestandteile des Magensaftes. Verschiedene Zelltypen kommen in Übereinstimmung mit DONAT (1993) bei den untersuchten Greifvogelarten nicht vor. Das Sekret der Drüsen wird an das Futter abgegeben, wenn es auf dem Weg zum Muskelmagen den Drüsenmagen passiert. Erst dort wirkt das Sekret auf die Nahrungsbestandteile ein. Die verflüssigten, angedauten Bestandteile werden an das Duodenum abgegeben, während aus den unverdaulichen Resten ein Gewölle geformt wird. Bei großen Futtermengen weitet sich erst der Isthmus, dann staut sich das Futter in den Drüsenmagen zurück. Erst wenn dieser auch gefüllt ist, wird weiteres Futter im Kropf gespeichert. Manchmal enthält das Gewölle auch verdauliche Reste. So wurden im Inneren eines speifertigen Gewölles beim Mäusebussard Mäuseknochen gefunden. Anscheinend ist es manchmal sinnvoller, diese mit herauszubringen und so Platz für neues Futter zu schaffen, als die Zeit, die die Knochen zur völligen Auflösung brauchen, abzuwarten. Ist der Magen gefüllt, kann das Sekret des Drüsenmagen bis zum Kropf aufsteigen (DONAT, 1993) und dort die Verdauung schon einleiten.



Die Größe der Beute beeinflusst die Verdauungszeit, da kleine Beutetiere im Magen schneller chemisch aufgebrochen werden (HILTON et al., 1998). Die mechanische Vermischung durch die Magenmotorik ist bei den Greifvögeln eher gering (REED und REED, 1928). Auch die Art der Nahrungsaufnahme hat einen Einfluss auf die Verdauungszeit und damit auf die Verweildauer im Körper. So kann der Wanderfalke durch das Kröpfen der Beute in kleinen Stücken gegenüber Greifvögeln, die ihre Beute in großen Teilen verschlucken, im Vorteil sein. Das Drüsenmagensekret kann schneller einwirken und der Wanderfalke die Nahrung so schneller verdauen. Die deutliche Längsmuskelschicht im Drüsenmagen von Turm- und Wanderfalke könnte durch die erhöhte Motorik einen schnelleren Transport der leichtverdaulichen, kleinen Nahrungsportionen bewirken.

### **Intermediärzone (Isthmus gastris)**

Die Intermediärzone zwischen Drüsen- und Muskelmagen ist bei den verschiedenen Vogelspezies unterschiedlich stark ausgebildet (VOLLMERHAUS und SINOWATZ, 1992). Sie ist bei leerem Magen gut erkennbar und verstreicht mit zunehmender Füllung des Magens. Bei Fleisch- und Fischfressern ist die Einschnürung schwächer ausgeprägt als bei Körnerfressern (FÜRBRINGER, 1888). PERNKOPF und LEHNER (1937) unterscheiden zwischen einem Isthmus, der eine deutliche Einschnürung darstellt, und einem „Zwischenstück“, das Drüsen- und Muskelmagen verbindet. Nach der Definition dieser Autoren haben Greifvögel keinen Isthmus. Die in dieser Untersuchung studierten Greifvögel haben bei leerem Magen stets eine erkennbare, wenn auch häufig nur sehr schwache, Einschnürung, die erst bei zunehmender Füllung des Magens verschwindet. Am Isthmus enden die Drüsenmagendrüsen. Da dadurch die Wand deutlich dünner ist als im Drüsenmagen, kann man den Isthmus, auch wenn er kaum zu sehen ist, palpatorisch einfach ausmachen.

Der Isthmus ist ähnlich wie der Drüsen- und der Muskelmagen innen mit einer Krypten bildenden Schleimhaut ausgekleidet. Der Grund dafür, dass es diese Übergangszone gibt und der Drüsenmagen nicht direkt in den Muskelmagen übergeht, könnte darin liegen, dass die recht starre Wand des Drüsenmagens die Motorik des Muskelmagens behindern würde. Durch den eher dünnwandigen Isthmus ist die Muskelmagenwand unabhängig vom Drüsenmagen beweglich.

### **Muskelmagen (Pars muscularis ventriculi)**

Der Muskelmagen der untersuchten Greifvögel ist weich-elastisch und hat nur eine schwache Muskulatur. Er ist meist sackförmig mit abgeflachten Seiten, an denen schwache Sehenspiegel als Ursprung resp. Ansatz für die Wandmuskulatur liegen. Das Sekret der Muskelmagendrüsen hat keine chemische Wirkung (GADOW, 1879 a). Diese keratinoide Substanz schützt den Muskelmagen vor der Verdauung durch das Drüsenmagensekret, wenn es durch die Einwirkung der Salzsäure aus dem Drüsenmagensekret auf der Oberfläche der Muskelmagenschleimhaut erstarrt. Der andeutungsweise geschichtete Aufbau dieser keratinoiden Substanz weist in Übereinstimmung mit den Befunden bei körnerfressenden Vögeln (DONAT, 1993) auf eine diskontinuierliche, rhythmische, oder an die Zeiten der Nahrungsaufnahme angepasste Sekretion der flüssigen Vorstufe dieser keratinoiden Schicht hin. Eine mechanische Funktion der keratinoiden Schicht in Zusammenarbeit mit den abgeschluckten Magensteinchen ist für den Muskelmagen der Greifvögel überflüssig, was die geringe Dicke der keratinoiden Schicht im Muskelmagen der Greifvögel erklärt. In Übereinstimmung mit den Befunden von GADOW (1879 b) haben alle untersuchten Greifvögel den typischen, schwachmuskulösen „einfachen Magen“, dem die harte keratinoide Schicht und die starken Muskeln des „zusammengesetzten Magens“ der körnerfressenden Vögel fehlt.

Die keratinoide Schicht, die bei fleischfressenden Vögeln oft nur eine dünne Haut ist (CURSCHMANN, 1866), wurde bei Sperber und Mäusebussard schon von BAUER (1901) beschrieben. Sie besteht bei diesen beiden Greifvogelspezies aus lockerem, hellgrauen Sekret (CORNSELIUS, 1925). In den eigenen Untersuchungen konnte eine solche keratinoide Schicht auf der Schleimhaut des Muskelmagens bei allen untersuchten Greifvögeln in unterschiedlicher Stärke nachgewiesen werden. Sie ist beim Wanderfalken am stärksten ausgeprägt. Beim Turmfalken ist sie sehr dünn. Da nur wenige Exemplare untersucht wurden, ist schwer festzustellen, ob diese Unterschiede in der Dicke dadurch verursacht werden, dass bei einigen der Greifvögel kurz vorher ein Gewölle ausgespien und damit möglicherweise ein Teil des lockeren Sekrets abgegeben wurde. Die Nahrung von Turm- und Wanderfalke ist nicht so stark unterschiedlich, dass sich diese Differenz in der Schichtdicke daraus erklären ließe. Die Sekretschicht ist meistens grau oder beige. Durch das Futter ist sie manchmal verfärbt. So hatte ein Greifvogel Insekten gefressen und dabei Grashalme mit aufgenommen. Die keratinoide Substanz war dadurch grün eingefärbt. Das Sekret liegt nur locker auf und lässt sich nicht, wie beim Huhn, als zusammenhängende Schicht abziehen. Es lässt sich mühelos in kleinen Fetzen abheben. Beim Greifvogel ist kein so ausgeprägter Schutz gegen

die mechanische Beanspruchung wie bei den Körnerfressern notwendig. Dafür muss der Muskelmagen sehr dehnbar sein, um schnell eine große Futtermenge aufzunehmen. Er braucht eine größere Beweglichkeit, um das Futter mit dem Drüsenmagensekret zu vermischen und aus den unverdaulichen Resten ein Gewölle zu formen, das sich problemlos auswürgen lässt. Beim Huhn zeigt sich am Relief der Schleimhaut, wo sie überhaupt dehnbar ist. Im Bereich der Sehnenspiegel ist sie eher glatt und damit starr und sonst weitgehend in Längsfalten gelegt, was die Dehnung in eine Richtung ermöglicht. Nur in den Blindsäcken hat sie auch Quersfalten (VOLLMERHAUS und SINOWATZ, 1992). Beim den untersuchten Greifvögeln dagegen ist die gesamte Schleimhaut des Muskelmagen in unregelmäßige Falten gelegt, die eine Dehnung in alle Richtungen möglich machen. Die flüssigen Vorstufen der keratinoiden Schicht werden in den Drüsenschläuchen unter den Krypten der Muskelmagenschleimhaut produziert. Diese Drüsenschläuche sind bei fleischfressenden Vögeln laut CURSCHMANN (1866) häufig gabelförmig geteilt oder sogar verästelt, was durch die vorliegenden Untersuchungen für die meisten Greifvögel bestätigt werden kann. Die Drüsenschläuche sind in der Tiefe verknäult und teilweise verzweigt. Beim Mäusebussard und beim Turmfalke verlaufen die Drüsenschläuche dagegen gerade gestreckt, wie es auch von CORNSELIOUS (1925) beschrieben wurde.

Beim Wanderfalke und beim Sperber verläuft nach eigenen Untersuchungen eine Furche längs in der Oberfläche der Muskelmagenschleimhaut, die zwischen Cardia und Pylorus beginnt und sich über etwa zwei Drittel des Muskelmagens erstreckt. Sie lässt die Illusion eines U-förmig gebogenen Rohres entstehen. Das Lumen ist aber zusammenhängend und nicht eingeschnürt. Die von SWENANDER (1902, zitiert von CORNSELIOUS, 1925) beschriebene „deutliche Pylorialerweiterung“ beim Bussard konnte durch die eigenen Untersuchungen nicht bestätigt werden. In Übereinstimmung damit stellte auch CORNSELIOUS (1925) fest, dass beim Mäusebussard im Muskelmagen ein Pylorusraum fehlt. Dagegen ist im Muskelmagen des Turmfalken ein deutlich abgesetzter Pylorusraum zu finden.

Vor dem Muskelmagenausgang zum Duodenum liegt bei manchen Greifvögeln und beim Pinguin in der Wand eine größere Warzen- oder Faltenbildung (PERNKOPF und LEHNER, 1937). MACGILLIVRAY (1836) beschreibt warzenartige Klappen in der Muskelmagenwand bei Fischadler, Mäusebussard, Sperber und Turmfalke. Die Weihen haben nach diesem Autor keine Pylorusklappen. Bei der vorliegenden Untersuchung wurden dagegen bei Rotmilan, Turmfalke und Wanderfalke sowie bei einigen der Rohrweihen Klappen gefunden. Fischadler, Mäusebussard, Sperber und Wespenbussard wiesen keine solche Klappen am

Ausgang des Muskelmagens auf. Der Grund für diese abweichenden Befunde könnte in der geringen Anzahl der untersuchten Exemplare sowohl bei MACGILLIVRAY als auch bei dieser Untersuchung liegen. Wie sich an den untersuchten Rohrweihen, die nur zum Teil Klappen im Muskelmagenausgang haben, zeigt, gibt es individuelle Unterschiede in der Ausprägung dieser Klappen. Dass der Füllungszustand des Magens dabei keine Rolle spielt, zeigte sich an Mägen, die beim Tod des Vogels gefüllt waren. Im Gegensatz zu den Schleimhautfalten im Muskelmagen waren die kleinen Klappen nicht verstrichen. Zur Klärung ist jedoch eine weitere Untersuchung an einer größeren Stückzahl notwendig.

In die Lamina propria mucosae ist unter den Krypten im Muskelmagen des Turmfalken eine gleichmäßig dicke faserreiche Schicht, das Stratum compactum, eingelagert (CORNSELIOUS, 1925). Die gleiche Schicht ist nach eigenen Befunden auch beim Wanderfalken zu finden. Bei beiden Arten sind im Stratum compactum Zellkerne zu sehen. Lockeres Bindegewebe fehlt. Bei verschiedenen körnerfressenden Vögeln wird im Bereich der Tela submucosa im Muskelmagen ein Stratum compactum beschrieben, das der festen Verankerung von Schleimhaut und Muskulatur bei der Mahlfunktion dienen soll (VOLLMERHAUS und SINOWATZ, 1992). Auch wenn der Falkenmagen keine Mahlfunktion hat, so stabilisiert diese Schicht sicherlich die Magenwand. Der Fischadler hat ebenfalls, wie fast in seinem ganzen Verdauungstrakt, ein Stratum compactum im Muskelmagen. Im Gegensatz zu den beiden Falkenarten hat der Fischadler darunter auch noch lockeres Bindegewebe in der Lamina propria mucosae, sein Stratum compactum kann also nicht der festeren Verbindung zwischen Schleimhaut und Muskulatur dienen, könnte aber ein Schutz vor tiefreichenden Verletzungen der Magenschleimhaut durch Fischgräten sein.

Warum die anderen Greifvögel diese feste Bindegewebsschicht trotz ähnlichen Nahrungsspektrums nicht haben, ist aus den vorliegenden Befunden und den Literaturangaben nicht abzuleiten.

Auf die bindegewebige Eigenschicht der Muskelmagenwand folgt eine Lamina muscularis mucosae. Diese wird von CORNSELIOUS (1925) beim Mäusebussard beschrieben. Beim Haushuhn kommt sie dagegen im Muskelmagen nicht vor, da dort die Schleimhaut durch die aufgelagerte dicke keratinoide Schicht sehr starr ist (DONAT, 1993) und kaum bewegt oder gedehnt werden kann. Eine solche zur Schleimhaut des Muskelmagens gehörende Lamina muscularis mucosae ist bei allen dieser Untersuchung zu Grunde liegenden Greifvögeln vorhanden. Diese Muskelschicht besteht aus direkt unter der Lamina epithelialis mucosae liegenden Fasern und einer starken Schicht längsverlaufender Fasern, die von Stratum circulare der Tunica muscularis durch eine meist nur dünne Bindegewebsschicht getrennt ist.

Wie in Oesophagus und Drüsenmagen ist die Lamina muscularis mucosae also aufgespalten. Allerdings bilden im Muskelmagen die epithelnah liegenden Muskelfasern eine durchgehende Schicht. Der Faserverlauf ist bei Fischadler, Turmfalke und Wanderfalke zirkulär und bei den anderen untersuchten Greifvögeln wechselnd im Faserverlauf mit sowohl zirkulär als auch längs und schräg verlaufenden Muskelzellen. Diese Zweiteilung der Lamina muscularis mucosae ermöglicht also durch die innere Schicht eine Bewegung der Schleimhautfalten, was eine Entleerung der Krypten und anschließenden DrüsenSchläuche unterstützt und durch Abflachung der Falten bei der Formung des Gewölles hilft. Durch die dicke äußere Schicht ist in Verbindung mit dem Stratum circulare der Tunica muscularis eine kraftvolle Kontraktion der Magenwand möglich, um den Magensaft aus allen Richtungen vor dem Auspeien aus dem Gewölle zu pressen und das Gewölle herauszubringen.

Der Fischadler besitzt unter der Lamina epithelialis mucosae zirkulär verlaufende Fasern. Die folgende lockere Bindegewebslage der Lamina propria mucosae zieht in die Schleimhautfalten hinein und ermöglicht so eine starke Dehnung der Falten. Auch die folgende Längsmuskelschicht der Lamina muscularis mucosae ermöglicht durch die Auffaltung eine starke Größenzunahme des Magens. Der Fischadler kann so große Portionen Fisch auf einmal aufnehmen.

Die Lamina muscularis mucosae in der Muskelmagenwand des Mäusebussard hat unter der Lamina epithelialis mucosae einen nicht streng zirkulären Faserverlauf. Ähnlich ist es bei der Rohrweihe. Sie sind somit nicht sehr spezialisiert. Der Rotmilan hat dagegen eine sehr stark ausgeprägte Muskelschicht in der Schleimhaut, deren Fasern in verschiedene Richtungen verlaufen. Hier ist also eine viel differenziertere Bewegung der Muskelmagenwand möglich, was die Durchmischung des Futters mit dem Magensaft fördert. Dieses hilft dem Rotmilan, der häufig auch Aas frisst, dieses minderwertige Futter gut zu durchmischen und schnell zu verdauen. Der Sperber hat ebenfalls einen unregelmäßigen Faserverlauf in der Lamina muscularis mucosae. Das in die Falten mit einziehende Bindegewebe der Lamina propria mucosae macht auch beim Sperber den Magen gut dehnbar. Ähnlich ist es bei Turm- und Wanderfalke, nur verläuft hier die Muskelschicht zirkulär. Der Wespenbussard hat eine unregelmäßig verlaufende Lamina muscularis mucosae, aber kaum Bindegewebe. Offenbar ist für die Verdauung von Insekten wohl eine gute Durchmischung des Mageninhalts sinnvoll, aber keine große Dehnbarkeit für eine hohe Speicherkapazität notwendig.

Während die meisten anderen Greifvögel ein erbeutetes Tier auf einmal fressen und so plötzlich eine große Futtermenge aufnehmen, nimmt der Wespenbussard bei der Insektenjagd immer wieder kleine, leicht verdauliche Beutetiere auf. So kommt immer wieder neues Futter

zu den schon angedauten Insekten dazu. Eine stetige Durchmischung ist also für die Verdauung dieser Insekten sinnvoll. Der Muskelmagen ist sehr leicht, da er nicht viel Kraft braucht, um Wespenlarven zu zerdrücken (BIJLSMA und PIERSMA, 2002).

Die Tunica muscularis in der Muskelmagenwand ist bei den untersuchten Greifvögeln in Übereinstimmung mit den Literaturangaben grundsätzlich zweischichtig. Eine Ausnahme machen Fischadler und Wanderfalke, bei denen ein Stratum longitudinale kaum vorhanden ist. Das innere Stratum circulare dieser Tunica muscularis ist beim Greifvogel eindeutig schwächer ausgeprägt als beim körnerfressenden Huhn, wo der Muskelmagen eine Mahlfunktion hat, die als funktioneller Ersatz für die im Schnabel fehlenden Zähne dient (HEUPKE und FRANZEN, 1957). Wie beim Huhn ist diese Muskelschicht auch beim Greifvogel an den Sehenspiegeln sehr viel dünner als in den anderen Bereichen.

Die Größe und Dehnbarkeit des Magens spielt eine Rolle für die Menge des aufnehmbaren Futters. Ein Mäusebussard kann bis zu 200 g auf einmal aufnehmen (MEBS, 1964). Der große Magen des Turmfalken ermöglicht ebenfalls die Aufnahme großer Futtermengen (BARTON und HOUSTON, 1996). Dagegen hat der Sperber nach eigenen Befunden einen kleinen Magen, was durch die Gewichtsersparnis einen Vorteil bei der Jagd bedeutet, aber zur Folge hat, dass er nur kleine Futtermengen aufnehmen kann. Um dieses auszugleichen, braucht er öfter und hochwertigeres Futter, um aus kleinen Portionen die notwendige Energie zu beziehen. Dieses hochwertige Futter nimmt er in Form von Vogelfleisch zu sich.

Eine deutliche Ausnahme bei der Magengröße macht der Rotmilan, der nur einen sehr kleinen Magen hat, obwohl er durch seinen langen Darm minderwertiges Futter gut verdauen kann. Allerdings haben Wespenbussard und Rotmilan einen großen Kropf, der als Speicher dient. So kann der Magen kontinuierlich kleine Futtermengen verarbeiten. Man findet vom Rotmilan nur selten Gewölle (UTTENDÖRFER, 1939). Dadurch, dass er seine Beute kröpft (ORTLIEB, 1989), nimmt er überwiegend die wertvolleren Teile wie Muskelfleisch auf, während Fell und Federn selten mitgefressen werden. Der bedeutende Einfluss der Art der Futteraufnahme zeigt sich auch an den verschiedenen Gewöllen des Turmfalken. Wurde die Beute im Ganzen verschluckt, enthielt das Gewölle noch viele verdauliche Bestandteile, während in kleinen Stücken gekröpfte Beutetiere bis auf die unverdaulichen Reste, wie Haare und Federn, vom Magensaft aufgelöst wurde (UTTENDÖRFER, 1939). Da mit der Beute aufgenommene Pflanzenteile mit dem Gewölle ausgewürgt werden, sind Anpassungen des Magens an die Verdauung von pflanzlicher Kost, wie sie von Wiederkäuer bekannt sind (GRAU, 1955), nicht vorhanden.

Eine mikrobielle Verdauung, wie sie im Vormagen des Wiederkäuers zu finden ist, ist für die Greifvögel nicht sinnvoll, weil der Nachteil durch das zusätzliche Gewicht und die damit verbundene Einbuße der Wendigkeit bei der Jagd den Vorteil durch gewonnene Nährstoffe bei weitem überwiegt. Wiederkäuer können sich ein größeres Gewicht leisten, weil sie Geschwindigkeit und Wendigkeit nur bei der Flucht vor Feinden brauchen, vor denen sie meist auch durch ihr Sozialverhalten in der Herde geschützt sind. Auch ist für die Fortbewegung auf dem Land nicht eine so starke Gewichtsersparnis notwendig, wie für den Vogelflug.

Gewölle werden vom Greifvogel nur gebildet, wenn unverdauliches Material aufgenommen wurde. So kann der Fischadler Gräten und Schuppen vollständig verdauen (UTTENDÖRFER, 1939), findet er aber in Notsituationen anderes Futter oder nimmt für ihn unverdauliche Futterbestandteile wie Grashalme mit auf, so bildet auch er ein Gewölle. Der Wespenbussard kann Insekten vollständig verdauen. Er speit nur ein Gewölle aus, wenn er ausnahmsweise unverdauliche Nahrungsbestandteile, wie Haare, Federn, Wespenwaben oder Grashalme aufgenommen hat (MÜNCH, 1955).

Die Rohrweihe begeht häufig Nestraub und frisst auch Eier, deren Schalen im Gewölle zu finden sind. Weder Speiseröhre noch Magen weisen einen besonderen Schutz vor scharfkantigen Eierschalen auf. Die Verletzungsgefahr durch solche Nahrungsbestandteile scheint also nicht größer zu sein als die bei der Verdauung von Knochensplintern.

### **Darm (Intestinum)**

Die definierte anatomische Grenze zwischen Duodenum und Jejunum ist an der Gefäßscheide zwischen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica cranialis in Übereinstimmung mit den Befunden von VOLLMERHAUS und SINOWATZ (1992) bei allen untersuchten Greifvögeln stets gut auszumachen. An einzelnen, vom Mesenterium gelösten Därmen ist sie etwa einen Zentimeter hinter der letzten Einmündung der Gallengänge zu sehen.

Im Gegensatz dazu ist die Grenze zwischen Jejunum und Ileum nicht immer eindeutig zu finden, da das Meckelsche Divertikel, welches definitionsgemäß zur Abgrenzung dieser beiden Darmabschnitte herangezogen wird, häufig weitgehend bis vollständig zurückgebildet ist und gerade bei schlecht erhaltenen Präparaten kaum zu erkennen ist. Die Arteria mesenterica cranialis führt zwar darauf zu (DONAT, 1987), das Divertikel wird aber letztlich von einem dünnen abbiegenden Seitenast versorgt. In den Fällen, wo ein Diverticulum vitelli Meckeli nicht aufzufinden war, wurde in Übereinstimmung mit den Literaturangaben diese Teile des Dünndarmes zum Jejunoileum zusammengefasst. Die folgende Grenze des

Dünndarmes resp. Ileum zum Rectum ist durch die Einmündung der Blinddärme deutlich markiert. Ein Colon, wie es bei Säugetieren vorhanden ist (SCHUMMER und HABERMEHL, 1987), gibt es bei Greifvögeln nicht. Der Dickdarm entspricht bei Vögeln funktionell dem Mastdarm (PFEFFER, 1987).

Die Lage des Darmkonvolutes, die Ausdehnung und die Anordnung der verschiedenen Darmabschnitte ist bei verschiedenen Greifvögeln von GADOW (1879 a und b) untersucht und im Hinblick auf ihren Nutzen für die systematische Zuordnung beschrieben worden. Der Autor stellte fest, dass die Darmlagerung in Bezug auf die Nahrung nur bedingt aussagefähig ist.

Einige grundsätzliche speziesspezifische und darüber hinaus auch speziesspezifische Befunde sind festzuhalten, die unter Berücksichtigung funktionell-anatomischer Gesichtspunkte im Zusammenhang mit der Nahrung diskutiert werden:

Das Duodenum besteht überwiegend aus einer langgezogenen, gestreckt verlaufenden Schleife, die sich kaudal um den Muskelmagen herum windet. Bei Turm- und Wanderfalke sowie beim Rotmilan ist das lange Duodenum dagegen platzsparend schneckenförmig aufgerollt. Bei diesen drei Arten ist das Duodenum im Verhältnis zum Jejunioileum am längsten. Diese Art der Lagerung scheint dann zu finden zu sein, wenn das Duodenum zu lang ist, um wie bei den anderen untersuchten Greifvögeln in einer einfachen Schleife um den Muskelmagen herum zu ziehen. Da sowohl der langsame Jäger und Aasfresser Rotmilan als auch der wendige, vogelfressende Wanderfalke diese Anordnung des verlängerten Duodenum aufweisen, scheint hier kein direkter Zusammenhang mit der Qualität der Beute oder Art des Nahrungserwerbs vorzuliegen. Das lange Duodenum ermöglicht eine verlängerte Einwirkzeit des Magensaftes, bevor am Ende des Duodenum Galle und Pankreassaft in den Darm sezerniert werden.

Das folgende Jejunum ist meistens rechts in der Leibeshöhle zu finden. Bei Mäusebussard und Rohrweihe liegt es schneckenförmig aufgerollt, bei Wespenbussard ist es s-förmig. Die von GADOW (1879 a) beschriebene Darmlagerung bei Weihen, deren Jejunioileum nur aus drei Schlingen bestehen soll, trifft für die hier untersuchten Rohrweihen nicht zu. Das Jejunum liegt aufgerollt rechts in der Leibeshöhle, das Ileum eher links der Medianen. Die von GADOW (1879 a) als letzte Jejunioileumschlinge beschriebene Ansa supraduodenalis war stets zu finden, allerdings nicht als letzte, sondern als vorletzte Schlinge des Dünndarmes. Das Ileum liegt mehr im mittleren und linken Bereich des Eingeweidebauchfellsackes. Bei Sperber, Turm- und Wanderfalke liegen Jejunum und der größte Teil des Ileum gemeinsam zu einer Schnecke aufgerollt, an dessen Spitze das Meckelsche Divertikel liegt. Eine ähnliche



Lagerung des Jejunioileum beschreibt GRAU (1943) bei der Taube. Der Rotmilan hat keine klar definierte Lagerung des Jejunioileum. Allen untersuchten Greifvögeln ist gemeinsam, dass der letzte Teil des Ileum als Ansa supraduodenalis um den Muskelmagen herum zieht und dann dorsal mittig, häufig noch mit einer kleinen Schleife zum Rectum führt. Der Fischadler hat ein in vielen kleinen Schleifen aufgehängtes Jejunioileum, das ohne erkennbare Ordnung in der Leibeshöhle liegt. Das Rectum zieht bei allen untersuchten Greifvögeln fast immer gerade nach kaudal, nur manchmal wird es geringfügig von benachbarten Organen zur Seite gedrängt.

MACGILLIVRAY (1836) beschreibt, dass das Volumen des Darmes sich kontinuierlich bis zu den Caeca verkleinert. Die vorliegende Untersuchung kommt zu einem annähernd übereinstimmenden Ergebnis. Die Lumenweite des Darmes nimmt zwar in kaudaler Richtung deutlich, aber nicht kontinuierlich ab. Über längere Strecken bleibt das Lumen konstant und nimmt auf dem Scheitelpunkt von Darmschlingen sogar leicht zu. Das Duodenum ist meist weitleumiger als der folgende Darm (GADOW, 1879 b). Wie auch MACGILLIVRAY (1836) beschreibt, hat dann das Rectum ein deutlich größeres Lumen als die vorangegangenen Darmabschnitte.

Das Darmrohr ist innen mit Zotten ausgekleidet (KRÜGER, 1826). Sie sind von einem hochprismatischen Epithel mit einem Mikrovillisaum bedeckt. Dazwischen liegen Becherzellen. Das Epithel setzt sich in den Lieberkühnschen Krypten, die zwischen den Zotten einmünden, fort. Das Epithel sitzt auf einer Basalmembran, die von der Lamina propria mucosae gebildet wird (CLARA, 1925). Die Bindegewebsschicht umgibt die Krypten und bildet die Grundlage für die von Epithel bedeckten Zotten. In ihr verlaufen kleine Blutgefäße. Darunter liegt die Lamina muscularis mucosae, die eine gleichmäßig dicke Schicht in der Darmschleimhaut bildet und nicht in die Zotten hineinzieht, wie es für die Darmzotten der Säugetiere beschrieben ist (SCHUMMER und WILKENS, 1987).

Im Rectum sind nicht nur Zotten, sondern auch Schleimhautfalten zu finden. CLARA (1925) stellt fest, dass die Lamina propria mucosae in den Falten nur spärlich entwickelt ist und glatte Muskelfasern sogar ganz fehlen können. Dieser Sachverhalt kann für die Greifvögel durch die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt werden. Die Bindegewebsschicht ist deutlich vorhanden und auch die Lamina muscularis mucosae ist in den Falten zu sehen. Lymphatisches Gewebe, wie die „Tonsilla duodeni“ der Waldschnepfe (BERLICH, 1979) oder diffuses lymphoretikuläres Gewebe, wie es bei anderen Vögeln beschrieben wird, ist bei den untersuchten Greifvögeln nicht zu finden. Es kommt bei Vögeln an den Orten im Darm vor, wo der Darminhalt länger verweilt und das Eindringen von Erregern eher möglich ist

(CARLENS, 1928). Da die Darmpassage bei Greifvögeln im Vergleich zu Pflanzenfressern sehr schnell ist, ist ein solcher zusätzlicher Schutz möglicherweise nicht notwendig. Nur die englumigen Caeca und das Meckelsche Divertikel des Wanderfalken und des Rotmilans haben lymphatisches Gewebe in ihrer Darmwand.

In der Literatur wird bei allen hier untersuchten Arten ein Geschlechtsdimorphismus im Körpergewicht beschrieben. Das Weibchen ist im Durchschnitt stets etwas schwerer als das Männchen (MEBS, 1994). Bei den hier untersuchten Greifvögeln ist in Korrelation dazu ein Geschlechtsdimorphismus in der relativen Darmlänge festzustellen. Die Weibchen haben im Verhältnis zur Körperlänge einen längeren Darm als die Männchen. Das Männchen hat so einen Gewichtsvorteil, der seine Jagdchancen verbessert und eine Kraftersparnis bei den Flügen zum Nest bedeutet, um das brütende Weibchen zu versorgen. Das Weibchen wiederum kann das ihm gebrachte Futter durch den relativ längeren Darm besser verwerten und Lücken in der Versorgung mit Nahrung besser überbrücken. Eine Ausnahme macht der Fischadler, bei dem die untersuchten männlichen Tiere im Verhältnis zur Körperlänge einen längeren Darm haben als die Weibchen.

Der Fischadler hat den mit Abstand längsten Darm der untersuchten Greifvögel. GADOW stellte 1879 fest, dass fischfressende Greifvögel einen deutlich längeren Darm haben als andere Greifvögel. Pinguine haben ebenfalls eine sehr große Darmlänge (GÖLTENBOTH, 1995). Auch viele fischfressende Säugetiere, wie Seehund oder La-Plata-Delphin, haben einen recht langen Darm (PFLUMM, 1989). Obwohl der Fischadler im zeit- und energieaufwendigen Such- und Rüttelflug jagt (MOLL, 1962), ist sein Darm nicht zur Gewichtsersparnis verkürzt. Die große Darmlänge des Fischadlers ist also eher eine Anpassung an die fast ausschließlich aufgenommene Fischnahrung und nicht an die Jagdstrategie. Das Jejunioileum ist beim Fischadler etwa fünfzehnmal so lang wie das Duodenum. Offenbar spielt der Magensaft bei der Verdauung der Fische eine untergeordnete Rolle. Nachdem die Galle und das Pankreassekret zu dem Nahrungsbrei in den Darm sezerniert wurde, braucht die Darmschleimhaut noch lange Zeit, um die aufgeschlüsselten Nährstoffe aufzunehmen, da das Gallensekret zur Emulgierung von Lipiden notwendig ist (ELLENBERGER, 1880) und die Aufnahme von Lipiden länger dauert als die von Proteinen und Kohlenhydraten (HILTON et al., 1998). Darüber hinaus besteht bei dieser Greifvogelspezies bei den untersuchten Exemplaren ein Geschlechtsdimorphismus in der relativen Darmlänge. Die Weibchen sind im Durchschnitt etwa 70 g schwerer als die Männchen. Die Därme der männlichen Fischadler sind zwar absolut etwas kürzer als diejenigen der Weibchen, im Verhältnis zur Körperlänge aber deutlich länger. Auch hier zeigt

sich also, dass die mit der größeren Darmlänge verbundene bessere Verdauung von Fisch den Vorteil einer Gewichtsersparnis durch einen kürzeren Darm überwiegt. Die Weibchen sind beim Brüten kaum in Bewegung. Möglicherweise laufen dadurch die Verdauungsvorgänge langsamer ab, was den im Verhältnis zur Körperlänge etwas kürzeren Darm wieder ausgleicht. Eine ähnliche Beobachtung wurde bei Fledermäusen gemacht, bei denen sich die Passagezeit des Futters deutlich verlängerte, wenn die Tiere nach der Mahlzeit ruhten (BUCHLER, 1975).

Der Darm des Fischadlers weist auch histologisch einen Unterschied zu den anderen untersuchten Greifvögeln auf. In der Lamina propria mucosae liegt dicht unter der Epithelschicht ein Stratum compactum. Dieses durchzieht praktisch den ganzen Verdauungstrakt. Eine solche Verdichtung des Bindegewebes beschreibt CLARA (1926 e) bei Ente und Schwalbe. Seine Funktion ist unklar. Da neben dem festen auch lockeres Bindegewebe vorhanden ist, dient es wohl weniger der mechanischen Stabilisierung der Verdauungstraktwand. Im Oesophagus und Muskelmagen ist ein Schutz vor dem Einstechen von Fischgräten zu vermuten, da im Darm aber nur flüssiger Nahrungsbrei zu finden ist, ist dort kein solcher Schutz notwendig. Es könnte sich um einen Schutz vor Parasiten handeln. In einer Untersuchung des Endoparasitenbefalls von zwölf Greifvogelarten wurden verschiedene durch Parasiten verursachte Schleimhautveränderungen im Verdauungstrakt festgestellt (KRONE, 1998), allerdings keine beim Fischadler. Er schützt sich außerdem durch sein Verhalten bei der Nahrungsaufnahme vor einem Parasitenbefall, indem er die Därme der Fische nicht mitfrisst, sondern sie wegschleudert (MOLL, 1962).

Das Nahrungsspektrum des Mäusebussards ist vielseitig, er frisst hauptsächlich Kleinsäuger, aber auch Vögel, Reptilien, Insekten und Aas. Sein Verdauungstrakt ist daran angepasst, verschiedene Futterarten, die in ihrer Qualität und Verdaulichkeit stark variieren, zu verwerten. Deshalb ist sein Darm relativ lang und die Verdauung eher langsam. Dieses hat für ihn die Konsequenz, dass der (gefüllte) Magen-Darm-Trakt ziemlich schwer und der Mäusebussard dadurch nicht sehr wendig ist. So jagt der Mäusebussard überwiegend als Ansitzjäger (MEBS, 1994).

Die Rohrweihe jagt aus einem niedrigen Suchflug heraus. Sie erbeutet überwiegend kleine Nagetiere und Vögel (MEBS, 1994). Ihr Verdauungstrakt ähnelt anatomisch sehr dem des Mäusebussards. Ihr Darm ist zwar im Verhältnis zur Körperlänge etwas länger als der des Mäusebussards, dafür ist die Darmwand dünner und damit leichter. Die Rohrweihe jagt im Suchflug. Da ihre Beutetiere aber häufig leicht zu erbeutende Jungtiere sind (GLUTZ VON BLOTZHEIM, 1971), muss sie weder allzu schnell noch wendig sein und kann sich deshalb

einen relativ langen Darm leisten. Die untersuchten weiblichen Rohrweihen sind im Durchschnitt etwas leichter als die männlichen, ihr Darm ist aber deutlich länger. Das Weibchen hat also einen Vorteil durch bessere Nutzung des Futters und das Männchen einen Vorteil durch Gewichtersparnis. Da das etwas höhere Körpergewicht der Männchen nicht durch das Darmkonvolut entsteht, haben die männlichen Rohrweihen evtl. eine bessere Bemuskelung, was wiederum den Jagderfolg verbessern kann. Eine Zunahme der Flugmuskulatur beim Männchen während der Brutzeit würde auch erklären, warum in dieser Untersuchung im Gegensatz zu den Literaturangaben die männlichen Rohrweihen ein höheres Körpergewicht haben als die Weibchen, da sich dieses aus dem Ernährungszustand der untersuchten Tiere nicht ableiten lässt. Zur weiteren Abklärung ist eine gezielte Untersuchung des Körpergewichtes innerhalb und außerhalb der Brutzeiten sinnvoll.

Der Rotmilan hat eine sehr anpassungsfähige Strategie des Nahrungserwerbes. Er jagt im Suchflug und jagt oft anderen Greifvögeln die Beute ab (ORTLIEB, 1989). Auch Aas wird gerne genommen (UTTENDÖRFER, 1939). Der Darm des Milans ist laut HUNTER (1861) dreimal so lang wie der gesamte Vogel. Allerdings ist unklar, ob er den Rotmilan oder den Schwarzmilan meint. Bei den hier untersuchten Rotmilanen ist der Darm im Durchschnitt zweieinhalbmal so lang wie der gesamte Vogel. Das Duodenum ist im Verhältnis zum gesamten Darm und auch im Vergleich mit den anderen untersuchten Greifvögeln auffallend lang. Dieser lange Zwölffingerdarm ist schneckenförmig zu einer rechtsgewundenen Spirale aufgerollt (GADOW, 1879 a) und liegt als Darmscheibe ventral im Abdomen. Die Gallengänge münden in Übereinstimmung mit den Befunden von HUNTER (1861) dort in das Duodenum ein, wo die Windungen aufhören. Der lange Darm ermöglicht die optimale Nutzung der Nahrung, insbesondere auch von Aas (BARTON und HOUSTON, 1993 a), das ein minderwertiges Futter ist (BARTON und HOUSTON, 1993 b). Diese Nutzung von Aas und der dafür nötige längere Verdauungstrakt hat aber ein erhöhtes Körpergewicht durch die Masse des Darmes und die damit verbundene verlängerte Passagezeit zur Folge (BARTON und HOUSTON, 1992).

Der Sperber hat einen relativ kurzen Darm, was eine Gewichtersparnis bedeutet. Er muss als Vogeljäger möglichst leicht und somit wendig sein (BARTON und HOUSTON, 1994). Der kürzere Darm führt zu einer schnelleren Passage des Futters und damit zu einer schnelleren Gewichtsentlastung durch den Kotabsatz. So setzt der Sperber nach der Futteraufnahme eher Kot ab als der Turmfalke (BARTON, 1993). Der Sperber hat durch eine verkürzte Passagezeit des Futters einen zusätzlichen Gewichtsvorteil (BARTON, 1991). Diese Art der Gewichtersparnis findet man auch bei Fledermäusen. Bei weiterer Aktivität nach dem

Fressen haben sie eine Passagezeit von knapp einer Stunde, in Ruhe verlängert sie sich auf fast drei Stunden (BUCHLER, 1975). Die weiblichen Sperber haben während der Brutzeit ein höheres Körpergewicht (MEBS, 1994). Da sie in der Zeit vom Männchen versorgt werden, können sie vorübergehend auf den Vorteil der Gewichtsersparnis verzichten. Ob die Veränderung des Körpergewichtes in einem Zusammenhang mit Anpassungen des Verdauungstraktes steht, müssen gezielte Folgeuntersuchungen zur Brutzeit klären. Solche saisonalen Anpassungen des Verdauungstraktes von Vögeln sind aus der Literatur bekannt. So bilden Tauben eine Kropfmilch, um ihre Jungen zu füttern (MØLLER, 2000). Die Eiderente hat im Winter durch kürzeres Tageslicht weniger Zeit, Muscheln zu sammeln. Um sie schneller aufbrechen und verdauen zu können, ist der Muskelmagen im Winter schwerer und damit kräftiger (GIULLEMETTE, 1998).

Möglicherweise passen sich auch die Jungtiere durch Veränderungen des Verdauungstraktes an unterschiedliche Ernährungsstrategien an. So muss der Nestling nicht jagen, steht aber in Konkurrenz zu seinen Geschwistern. Ein langer Verdauungstrakt im Verhältnis zur Körpergröße wäre für ihn sinnvoll, um das Futter optimal zu nutzen und möglichst schnell zu wachsen. Erst beim Flüggewerden ist ein leichterer Magen-Darm-Trakt für die Jagd vorteilhaft. Wenn der Verdauungstrakt sich also schneller zu seiner endgültigen Größe entwickelt als der restliche Körper, hat der Jungvogel einen Vorteil. Eine Anpassung an die unterschiedliche Ernährung als Jungtier im Vergleich zum ausgewachsenen Tier ist vom Rind bekannt, wo der Labmagen beim Kalb der größte Magenabschnitt ist, beim erwachsenen Rind vom Pansen um ein vielfaches an Größe übertroffen wird. Eine andere Umstellung findet sich bei den Fröschen, wo sich der auf pflanzliche Kost ausgelegte Verdauungstrakt der Kaulquappe zu dem an tierische Kost angepassten der erwachsenen Frösche umbildet (SMITH et al., 2000).

Der Turmfalke frisst zwar überwiegend Mäuse (UTTENDÖRFER, 1939), jagt aber häufig im Rüttelflug, muss sich also lange Zeit in der Luft halten. Eine Gewichtsersparnis bedeutet hier auch eine Kraftersparnis. Er frisst auch Aas (BURTON und BURTON, 1990) und in Notzeiten sogar Eier, Insekten, Beeren, Äpfel und Gras (GLUTZ VON BLOTZHEIM, 1971). Der Turmfalke hat sich also trotz eines relativ kurzen Darmes eine große Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Nahrung erhalten.

Der Wanderfalke fängt überwiegend Vögel, jagt sie aus einem Suchflug heraus und erbeutet sie im Sturzflug (FISCHER, 1967). Seine Darmlänge ist im Verhältnis zur Körperlänge größer als beim Mäusebussard. Im Verhältnis zur Körpermasse ist der Darm aber deutlich kürzer (BARTON und HOUSTON, 1993 b). Da die hier untersuchten Tiere in sehr

unterschiedlichem, teilweise sehr schlechten Ernährungszustand waren und das Gewicht sich postmortal ändern kann (BARTON und HOUSTON, 1992), ist es bei den erhobenen Werten aber nicht sinnvoll, sie ins Verhältnis zum Körpergewicht zu setzen. Der Wanderfalke hat eine ausgeprägtere Flugmuskulatur, was ihn wendiger und die Jagd damit effektiver macht (BARTON und HOUSTON, 1994). Die Verdauung ist beim Ansitzjäger Mäusebussard dafür langsamer und effektiver als beim Wanderfalken (BARTON und HOUSTON, 1993 b). Der Wanderfalke hat dagegen durch die schnellere Verdauung und Exkretion einen Gewichtsvorteil, ist aber auf hochwertige Nahrung angewiesen.

Betrachtet man die Dicke der Darmwand vergleichend, stellt man fest, dass Sperber, Turm- und Wanderfalke meist die geringsten Schichtdicken haben. Auch hier wird also zusätzlich Gewicht gespart.

Den im Verhältnis zur Körperlänge kürzesten Darm der untersuchten Greifvögel hat der Wespenbussard. GADOW (1879 b) beschreibt, dass Insekten- und Fruchtfresser eine kurzen, weiten Darm besitzen. Da der Wespenbussard überwiegend zu Fuss Insekten jagt und sogar süsse Früchte nimmt (MÜNCH, 1955), dient dieser sehr kurze Verdauungstrakt wohl nicht der Gewichtsersparnis, sondern stellt eine Anpassung an die leichtverdauliche Nahrung dar (BARTON und HOUSTON, 1992). Auch ist er durch den leichten Darm wendiger und kann leichter Jägern entkommen, da er sich bei der Jagd auf dem Boden in einer riskanten Situation befindet (BIJLSMA und PIERSMA, 2002).

### **Meckelsches Divertikel (*Diverticulum vitelli*)**

Das Meckelsche Divertikel enthält bei der adulten Gans zahlreiche Lymphfollikel und wenige Krypten. Das Lumen dieses Dottersackresiduums ist mit einem einschichtigen Säulenepithel ausgekleidet (BESOLUK et al., 2001). Laut GADOW (1879 b) bildet sich dieses Divertikel bei Greifvögeln schon sehr früh vollständig zurück. Dieser Befund bestätigt die vorliegende Untersuchungsergebnisse für den Fischadler und für einige der untersuchten Sperber. Bei den anderen Greifvögeln wurde jedoch stets ein Meckelsches Divertikel gefunden, das zwar häufig stark zurückgebildet, aber eindeutig als Rudiment noch vorhanden war. Bei Rotmilan, bei Turm- und bei Wanderfalke sowie beim Wespenbussard war dieses Divertikel deutlich ausgeprägt.

Ein ähnlicher, wie bei der Gans beschriebene Aufbau des Meckelschen Divertikels mit kleinem Lumen und reichlich lymphatischem Gewebe in der Darmwand liegt beim Wanderfalken vor. Der Aufbau des Meckelschen Divertikels ist beim Wanderfalken mit dem der Caeca praktisch identisch. So dürfte dieses zum lymphatischen Organ weiterentwickelte

Meckelsche Divertikel bei diesen Greifvogelspezies die gleiche Aufgabe wie die Caeca erfüllen.

Ist das Meckelsche Divertikel bei den untersuchten Greifvögeln fast vollständig zurückgebildet, so zeigt sich im histologischen Querschnitt an dieser Stelle in der Darmwand ein unregelmäßiger Faserverlauf der Tunica muscularis.

### **Blinddärme (Caeca)**

Laut GADOW (1879 a) sind die Blinddärme beim Greifvogel entweder rudimentär oder sie fehlen sogar. Im Gegensatz dazu wiesen die untersuchten Vögel stets zwei Blinddärme auf, die nur rudimentär ausgebildet sind. Die größten Caeca aller hier untersuchten Greifvögel hat der Fischadler. Aber auch bei ihm sind es im Vergleich zu Huhn oder Ente mit maximal 9 mm Länge nur kurze, fast runde Gebilde mit einem kleinen Lumen und reichlichen lymphatischen Einlagerungen in der Darmwand. Im Vergleich dazu haben Sperber und Turmfalke mit oft nur 2 – 3 mm Länge die kürzesten Caeca aller hier untersuchten Greifvogelspezies. Sie sind entweder kugelig wie beim Fischadler und Rotmilan oder mehr oder weniger länglich und leicht zum Ileum hin gebogen. Sie liegen meistens rechts und links seitlich am Darm, beim Turmfalken manchmal auch antimesenterial direkt nebeneinander. Die Blinddärme enthalten auch bei dieser Spezies reichlich lymphatisches Gewebe, die sogenannte „Caecum-Mandel“ (DONAT, 1987), die in die Lamina propria mucosae eingelagert ist. Sie haben nur ein enges Lumen und entsprechen damit funktionell dem Processus vermiformis des Kaninchens (ZIMMERMANN, 1922) oder des Menschen (MUTHMANN, 1913), der bei der Rückbildung aus einem umfangreicheren Blinddarm einen Funktionswechsel vollzogen hat (EGGELING, 1920). Dieser Funktionswandel vom Nahrung aufschließenden Darmabschnitt zum Organ der spezifischen körpereigenen Abwehr zeigt sich auch darin, dass Schleimhautzotten, wie sie beim Huhn vorhanden sind, bei den untersuchten Greifvögeln im Caecum fehlen. Da Greifvögel reine Fleischfresser sind, sind außerdem keine Erweiterungen der Caeca zu Gärkammern zum mikrobiellen Zelluloseabbau wie bei Pflanzenfressern wie Huhn (PFEFFER, 1987) und Kaninchen (ZIMMERMANN, 1922) oder Allesfressern wie Schwein notwendig. Mit den Beutetieren aufgenommene Pflanzenteile werden schon mit dem Gewölle ausgespien. Das lymphatische Gewebe im Caecum könnte den Greifvogel vor den vom kurzen Rectum aufsteigenden Darminfektionen schützen.

### **Leber und Gallenblase (Hepar et Vesica fellea)**

Die Leber der untersuchten Greifvögel ist stets zweilappig und weist keine speziesspezifischen Besonderheiten auf. Ihre Oberfläche ist glatt. Die Leberläppchen sind nicht erkennbar durch Bindegewebe getrennt.

Die bei den untersuchten Greifvögeln stets vorhandene Gallenblase ist groß, um schnell große Mengen Galle zur Verfügung zu haben und plötzlich aufgenommene fettreiche Nahrung schnell verdauen zu können (GADOW, 1879 b). Fettreiche Beute verbleibt länger im Verdauungstrakt, da Lipide langsamer aufgenommen werden als Proteine und Kohlenhydrate (HILTON et al., 1998). Die mit der schnellen Verdauung gewonnene Energie und die durch schnelle Exkretion gewonnene Gewichtsersparnis scheint trotz des fast ständigen zusätzlichen Gewichtes der gefüllten Gallenblase von Vorteil zu sein.

Das Gewicht der Leber variiert in Korrelation zum Ernährungszustand des Vogels sehr stark. So hatte ein schlecht genährter Wespenbussard eine nur 6,7 g leichte Leber, ein sehr gut genährter Wespenbussard dagegen eine 20,5 g schwere Leber. Beim Mäusebussard hatte ein sehr gut genährtes Tier auch im Verhältnis zur Körperlänge betrachtet die mit 28,1 g schwerste Leber. Bei verschiedenen gut bis schlecht genährten Mäusebussarden ist das Lebergewicht aber nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht mit dem Körpergewicht oder der Körperlänge zu korrelieren. Offenbar ändert sich das Lebergewicht nur bei extremen Veränderungen des Körpergewichtes, sie wird bei längeren Hungerzuständen angegriffen und vergrößert sich bei übermäßigem Nahrungsangebot, wie das im Extremen auch von sogenannten „Stopfgänsen“ bekannt ist.

### **Bauchspeicheldrüse (Pankreas)**

Das Pankreas besteht nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen immer aus drei Lappen, von denen zwei im Gekröse der Duodenalschleife und der dritte in Nähe der Milz liegen. Sperber und Turmfalke fehlt laut HILL (1926) der dritte, der Milzlappen. Bei den Greifvögeln in dieser Untersuchung war dieser Milzlappen stets vorhanden, wenn auch oft nur sehr klein ausgebildet. Er hat keinen direkten Ausführungsgang zum Duodenum wie die anderen beiden. In der histologischen Untersuchung weist das Pankreas der Greifvögel keine Besonderheiten auf. Es besteht wie beim Hausgeflügel aus einem exokrinen Teil und darin liegenden endokrinen Zellinseln. Das Pankreas wird von einer zarten bindegewebigen Kapsel umgeben. Das Sekret der Bauchspeicheldrüse wird beim Vogel ebenso wie das Sekret der Leber erst am Ende des Duodenum in das Darmrohr abgegeben, was im Unterschied zum Säugetier einerseits noch zu einem längeren Einwirken der Magensäfte im Anfangsteil des



Duodenum führen dürfte und andererseits nahe legt, dass diese Sekrete der beiden Darmanhangsdrüsen erst im folgenden Jejunum resp. Jejunioileum zur Wirkung kommen.