

(Aus dem biol. Laboratorium der Universität Bonn.)

Über funktionelle Anpassung am Fledermausmagen.

Von

H. Fischer.

(Mit 3 Textfiguren und Tafel III.)

Die Fledermäuse nehmen durch eine Anzahl charakteristischer Eigentümlichkeiten eine gesonderte Stellung in dem grossen Reiche der Säuger ein; sind sie doch die einzigen Säuger, die Flügel im eigentlichen Sinne des Wortes besitzen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass diese interessanten Tiere zu zahlreichen Untersuchungen Veranlassung gaben, die sich vor allem auf diejenigen Organe und Organsysteme erstreckten, durch die sich die Tiere auf den ersten Blick von den übrigen Säugern unterscheiden: den Flugapparat und die mit Rücksicht auf diesen veränderten Systeme der Knochen und Muskeln. Es gibt jedoch noch eine Eigentümlichkeit, die die Fledermäuse von den übrigen Säugern unterscheidet, nämlich die, dass die Fledermäuse die ganze Zeit ausser der des Fluges in einer typischen Lage zubringen. Sie hängen sich nämlich an den Hinterbeinen auf, so dass der Kopf gegen den Erdboden gerichtet ist. Da die Flugzeit nicht allzulange dauert und die Fledermäuse auch während des Winterschlafes dieselbe Stellung wie während der Verdauung einnehmen, darf man wohl sagen, dass die Tiere den weit- aus grössten Teil ihres Lebens in dieser typischen Hängelage zubringen. Dass eine solche von der Stellung der übrigen Säuger so sehr abweichende Lage nicht ohne Einfluss auf die innere Organisation der Tiere bleiben kann, liegt wohl auf der Hand; man denke nur an die Verdauung, die Peristaltik und die damit in Zusammenhang stehende Bewegung der Speisen im Darm, an den Einfluss dieser Lage auf die Herztätigkeit und an die Blutversorgung des Gehirns.

Beim Studium der Histologie der Magenschleimhaut der Fledermaus fielen mir Eigentümlichkeiten auf, die ich auf die typische Hängelage der Fledermaus zurückführen zu müssen glaube. Bevor jedoch diese Frage uns beschäftigt, ist es nötig, die Magenschleimhaut in ihren einzelnen Abschnitten genauer zu beschreiben.

Einen bestimmten Typus des Magens wie bei den meisten übrigen Säugetierarten gibt es bei den Fledermäusen nicht. Die Form des Magens ist bei den einzelnen Spezies sehr verschieden. Robin¹⁾ hat in einer ausgezeichneten vergleichend-anatomischen Studie diese Unterschiede in der Form des Magens bei den Fledermäusen geschildert. Er unterscheidet drei typische Formen des Magens. Bei dem ersten Typus, der sich bei den Megachiroptera findet, teilt er den Magen in zwei Teile, einen, der eine Erweiterung des Ösophagus zu sein scheint und dieselbe Richtung wie der Ösophagus hat, und in einen transversalen Teil, der dem Magen der anderen Säugetiere entspricht. Dem zweiten Typus fehlt der vorher genannte erste Teil. Dieser zweite Typus findet sich bei den Mikrochiroptera. Der dritte Typus findet sich bei den blutsaugenden Fledermäusen. Es fallen bei ihm Pylorus und Kardia nahe zusammen. Der Magen wird dargestellt von einem links gelegenen darmartigen grossen Sack.

Wir haben es im vorliegenden Falle mit den Mikrochiroptera zu tun, also mit Tieren, die einen Magen vom zweiten Typus Robin's haben. Selbst bei dieser engbegrenzten Art ist der Magen wiederum sehr grossen Variationen unterworfen. Es gibt Tiere, bei denen der Fundus des Magens zu einem grossen Blindsack ausgebildet ist, so dass der Ösophagus in der Mitte zwischen der äussersten Stelle des Blindsackes links und dem Pylorus mündet, und Tiere, bei denen dieser Blindsack fast gar nicht ausgebildet ist. Zwischen diesen beiden Extremen finden wir alle Übergänge.

Bei den zu der folgenden Untersuchung hauptsächlich verwandten Tieren der Spezies *Synotis barbastellus* und *Rhinolophus hipposideros* findet sich ein grosser linksgelegener Blindsack; der Ösophagus mündet in der Mitte zwischen dem äussersten Ende des Blindsackes und dem Pylorus.

Die folgenden histologischen Beobachtungen beziehen sich, soweit keine andere Spezies angeführt wird, sämtlich auf *Synotis barbastellus*.

1) Robin, Recherches Anatomiques sur les Mammifères de l'ordre des Chiroptères. Annales des sciences nat., 6. Série, Zoologie t. 12. 1881.

Das Tier wurde im Juli gefangen, mit Speck gefüttert und drei Stunden nach der Fütterung getötet. Im Magen befanden sich noch zum Teil verdaute, zum Teil noch nicht angegriffene Speckstückchen. Fixiert wurde das Präparat in Sublimat, gefärbt in Ehrlich-Hämatoxylin und Kongorot.

Für die Topographie der Magendrüsen müssen zum Zwecke besseren Verständnisses und grösserer Deutlichkeit folgende Abschnitte am Magen unterschieden werden:

1. die Kardia: der rings um die Eintrittsstelle des Ösophagus gelegene Teil des Magens;
2. der Fundus: ein grosser, links von der Kardia gelegener Blindsack;
3. das Corpus ventriculi: der ganze zwischen Fundus und Pars pylorica gelegene Teil; an diesem unterscheiden wir wieder:
 - a) die grosse Kurvatur, den kaudalwärts gerichteten konvexen Rand;
 - b) die kleine Kurvatur, den oral gewandten Sattel;
 - c) die ventrale und dorsale Fläche;
4. die Pars pylorica.

Die Magenschleimhaut zeigt in diesen Abschnitten verschiedene Beschaffenheit, sowohl was ihre Stärke als auch die Art der in ihr enthaltenen Drüsenschläuche anlangt.

Die Stärke der Schleimhaut ist bedingt durch die Höhe der in ihr enthaltenen Drüsenschläuche (inkl. Magengrübchen). Die Dicken-durchmesser der Muskularis mucosae und der Tunica propria sind so gering, dass sie im Vergleich zu den Drüsenschläuchen kaum in Betracht kommen. Die Differenzen in der Stärke der Schleimhaut sind so stark, dass man sie auf Querschnitten schon makroskopisch erkennen kann, besonders am mässig gefüllten Magen, weil dort die Schleimhautfalten, die beim leeren Magen die Beobachtung erschweren und leicht zu Täuschungen Anlass geben können, geglättet sind.

Am stärksten ist die Schleimhaut im Gebiete der oralwärts gelegenen ventralen und dorsalen Fläche und der Kardia; dann folgt an Stärke der Fundus, darauf die Pars pylorica, die kleine Kurvatur und zuletzt die grosse Kurvatur. Hier ist die Schleimhaut am dünnsten.

Doch ist auch in jedem dieser Gebiete die Mucosa nicht überall gleich stark; in fast jedem Teile kommen Unterschiede vor. Betrachten wir zunächst den Fundus.

Hier besitzt die Mucosa ihre grösste Stärke an der oralwärts gelegenen Seite, nach dem Ösophagus zu langsam ansteigend. Ventral, dorsal sowie nach dem blinden Ende des Fundus hin fällt sie langsam, doch nicht sehr bedeutend ab. Die Schleimhaut des Fundus ist an seinem kaudalwärts gelegenen Rande noch bedeutend dicker als die entsprechende Stelle im Corpus ventriculi.

Im Corpus ventriculi ist die Schleimhaut am stärksten an der oralwärts gelegenen ventralen und dorsalen Fläche und der dem Ösophagus angrenzenden Stelle. An der kleinen Kurvatur fällt sie pyloruswärts rasch ab; jedoch nimmt dieser Teil der kleinen Kurvatur mit dünner Schleimhaut nur eine kurze Strecke ein; da ja an der die Kardia begrenzenden Stelle der kleinen Kurvatur die Schleimhaut sehr dick ist. Nach der grossen Kurvatur zu verliert die Schleimhaut ebenfalls erheblich an Dicke, bis sie an der grossen Kurvatur selbst ihre geringste Stärke erreicht. Sie geht hier stellenweise etwa bis auf ein Viertel ihrer Mächtigkeit nahe dem Ösophagus zurück. Ja, ich habe an einem Exemplar (*Synotus barbastellus*, altes Tier) an der grossen Kurvatur eine Stelle gefunden, an der die Schleimhaut keine Drüsen, sondern nur einen Überzug von hohem Epithel besass und infolgedessen sehr dünn war. Zwischen diesem Epithel und der *Muscularis mucosae* befindet sich eine dicke Bindegewebsschicht. Die Stelle erinnert sehr an den Zustand der Magenschleimhaut beim Embryo, bei dem die Magendrüsen noch nicht ausgebildet sind. Diese Stelle befand sich in der Gegend der grossen Kurvatur, die der Einmündung des Ösophagus grade gegenüberliegt, und zog sich eine Strecke weit pyloruswärts hin. Nach dem Pylorus zu nimmt die Schleimhaut an der ventralen und dorsalen Fläche ebenfalls ab. Im Bereiche der Pars pylorica nimmt sie allmählich wieder an Stärke zu.

Wenn wir kurz rekapitulieren, finden wir, dass die Schleimhaut am dicksten ist an der oralen Seite des Magens, sowohl rechts und links wie auch ventral und dorsal vom Ösophagus, mit Ausnahme des pyloruswärts gelegenen Abschnittes der kleinen Kurvatur; nach der grossen Kurvatur und dem Pylorus zu nimmt die Stärke ab. Am dünnsten ist die Schleimhaut an der grossen Kurvatur.

Die Behauptung Langley's¹⁾, dass die Drüsen im Fundus kurz sind und infolgedessen die Schleimhaut dünn, ist in dieser Allgemeinheit nicht richtig; sie trifft vielmehr nur für den kaudalwärts gelegenen Teil des Fundus zu. Jedoch ist dies nicht nur dem unteren Teil des Fundus, sondern dem ganzen konvexen unteren Rand des Magens eigen. Somit ist die Angabe Langley's ein Charakteristikum nicht des Fundus, sondern des ganzen kaudalwärts gelegenen Magenteils. Leider hat Langley es unterlassen, die Spezies der beiden von ihm untersuchten Exemplare anzugeben, was jedoch sehr wichtig ist, wie sich im Laufe dieser Arbeit noch wiederholt zeigen wird. Bei sämtlichen von mir auf die Dickenverhältnisse der Magenschleimhaut hin untersuchten Tieren fand ich die oben von mir geschilderten Verhältnisse vor.

Ähnliche Verhältnisse findet Cattaneo²⁾ bei *Pteropus medius*. Es besteht bei diesem Tier ein schlauchförmiger grosser, mit dem blinden Ende oralwärts gelegener Blindsack. In diesem Blindsack findet Cattaneo die Schleimhaut viel dicker als im übrigen Magen. Auch Robin³⁾ erwähnt diese Eigentümlichkeit bei *Pteropus medius*. Er sagt, dass in dem Blindsack die Schleimhaut ihre grösste Dicke von 0,5 mm erlange, während sie an der Kardia 0,25 mm dick sei.

Da, wie oben gesagt, die Dicke der Schleimhaut bedingt ist durch die Höhe der Drüsenschläuche, so ist mit der vorhergehenden Schilderung der Schleimhautdickenverhältnisse auch eine Übersicht über die Höhe der Drüsenschläuche in den einzelnen Abschnitten gegeben. Die Hauptmasse der Drüsen ist also oralwärts, an der ventralen und dorsalen Seite und der oralen Seite des Fundus gelagert, während an der grossen Kurvatur die wenigsten Drüsen sich finden.

Was die verschiedenen Arten der Magendrüsen betrifft, so kann ich die Angaben Corti's bestätigen, der Fundusdrüsen, Pylorusdrüsen, Kardialdrüsen und Drüsen der intermediären Region unterscheidet.

1) Langley, Journ. of Physiol. vol. 3 Nr. 3.

2) Cattaneo, Sur l'anatomie de l'estomac du „*Pteropus medius*“. Arch. italiennes de Biologie Bd. 19. 1893.

3) Robin, l. c.

4) Alfredo Corti, Ricerche su l'anatomia dello stomaco dei Vespertilionidi. Archivio Italiane di Anatomia e di Embryologia t. 2 fasc. 2. 1903.

In den Fundusdrüsen kommen Haupt- und Belegzellen gemischt vor. Sie nehmen den ganzen Blindsack ein und einen grossen Teil des Corpus ventriculi. Durch Zunahme der Belegzellen in den Schläuchen gehen sie allmählich über in die Drüsen der intermediären Region (Glandulae pyloricae), die nur aus Belegzellen bestehen.

Die Verteilung der Haupt- und Belegzellen in den sogenannten Fundusdrüsen ist in den einzelnen Abschnitten des Magens eine verschiedene. Im Fundus sind die Belegzellen ziemlich reichlich vorhanden. Ihre Anzahl steht im geraden Verhältnis zur Höhe des Drüsenschlauches; in hohen Drüsen sind es mehr, in niedrigen weniger. Besonders zahlreich finden wir sie daher an dem oralen Ende des Fundus. Ich zählte dort in vergleichbaren optischen Längsschnitten von Drüsenschläuchen bis zu acht Belegzellen. In den niedrigen Schläuchen am kaudalen Ende sind es weniger, im ganzen zwei bis drei. Hieraus erklärt sich wohl die Angabe Langley's¹⁾ der von den Fundusdrüsen sagt: In der Mitte der Drüse finden sich ein bis zwei Belegzellen. Vielleicht hat er gerade Schnitte vom kaudalen Teil des Fundus untersucht. Während bei den meisten Säugetieren Haupt und Belegzellen in den Schläuchen völlig gemischt sind, finden sich bei vielen Säugern die Hauptzellen am Grunde der Drüse, während Belegzellen und Schleimzellen am oberen Teil des Drüsenschlauches sitzen. Am prägnantesten ist diese Verteilung der Haupt- und Belegzellen auf die einzelnen Abschnitte des Schlauches bei den Fledermäusen, worauf M. Nussbaum²⁾ aufmerksam gemacht hat. Teilt man den Drüsenschlauch inkl. Magengrübchen in drei Abschnitte, so finden sich die Belegzellen fast ausschliesslich auf das zweite (mittlere) Drittel beschränkt. Ab und zu findet man im Fundus auch eine Belegzelle im unteren Drittel oder sogar am Grunde der Drüse. Cattaneo³⁾ findet bei *Pteropus medius* ebenfalls den Grund der Drüsenschläuche im Blindsack von den charakteristischen Hauptzellen gebildet, die hier und da von einer Belegzelle „bedeckt“ sind. Dies letztere ist bei den von mir daraufhin untersuchten Arten (*Synotus barbastellus* und *Rhinolophus hipposideros*) nicht der Fall. Die Belegzellen, die sich hier und da am Grunde der Fundusdrüsen

1) Langley, l. c.

2) M. Nussbaum, Über Bau und Tätigkeit der Drüsen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 21.

3) Cattaneo, l. c.

finden, bedecken die Hauptzellen nicht, sondern liegen zwischen den Hauptzellen und grenzen direkt an das Lumen. Der mittlere Teil des Drüsenschlauches ist nach Cattaneo¹⁾ ausgekleidet mit Drüsenepithel, das aus runden granulierten Zellen besteht, die einen grossen Kern enthalten. Ob Cattaneo diese grossen granulierten Zellen für Belegzellen gehalten hat, ist nicht klar, da er wenige Zeilen weiter die im unteren Teil der Drüse hier und da unter den Hauptzellen befindlichen Zellen ausdrücklich als Belegzellen bezeichnet. Die Drüsen bei *Synotus* sind in ihrer grossen Mehrzahl einfach tubulös. Mehr als zwei Drüsen habe ich nicht in ein Grübchen münden sehen. Das vom Schleimepithel ausgekleidete Magengrübchen ist nicht sehr tief und das Lumen in demselben nicht viel weiter als das der Drüsen selbst. Der zweite Abschnitt der Drüse führt vorwiegend Belegzellen, und die Hauptzellen treten an Zahl sehr zurück. Ihre Zellgrenzen sind in diesem Abschnitt meist nicht deutlich zu sehen. Der untere Teil der Drüse wird fast ganz von Hauptzellen gebildet, in die sich hier und da einmal eine Belegzelle verirrt hat. Nach der *Muscularis mucosae* zu wird der Schlauch breiter, auch das Lumen erweitert sich und ist im unteren Abschnitt meistens deutlich sichtbar, während man es im mittleren Teile weniger deutlich erkennen kann. Am Grunde der Schläuche, die abgerundet sind, vergrössern sich die Zellen vielfach. Die Belegzellen sind nicht vom Lumen abgerückt, sondern begrenzen dasselbe.

Im *Corpus ventriculi* ist die Verteilung von Haupt- und Belegzellen in den einzelnen Drüsenschläuchen eine andere als im *Fundus*. Jedoch vollzieht sich der Übergang allmählich, so dass man eine scharfe Grenze zwischen den dem *Fundus* und dem *Corpus ventriculi* angehörenden Drüsenschläuchen in dem Übergang der beiden Magenabschnitte nicht ziehen kann. Die Drüsenschläuche werden im Bereich der *Kardia* und der ventralen und dorsalen oralwärts gelegenen Fläche immer länger, die Zahl der Belegzellen vermehrt sich dementsprechend. Ihre grösste Länge erreichen die Drüsenschläuche rechts ventral vom *Ösophagus*; dann tritt ein kurzer Stillstand auf, und sie nehmen nach dem *Pylorus* zu wieder ganz allmählich ab. Bei dieser Längenabnahme der Drüsenschläuche nach dem *Pylorus* zu ist das Verhältnis der Zahl der Belegzellen zur Länge des Drüsenschlauches umgekehrt wie im *Fundus*. Dort finden wir bei kurzen Drüsen-

1) Cattaneo, l. c.

schläuchen weniger, bei längeren entsprechend mehr Belegzellen. Gegen den Pylorus zu wächst jedoch die Zahl der Belegzellen mit dem Kürzerwerden der Schläuche ganz erheblich in der ganzen Rundung des Magens; schliesslich gelangt man sogar zu Drüenschläuchen, die nur noch Belegzellen, keine Hauptzellen mehr besitzen: die *Glandulae propyloricae*. Sie nehmen gleichfalls die ganze Rundung des Magens ein. Diese nur aus Belegzellen bestehenden Drüsen zeigen durchschnittlich ein viel weiteres Lumen als die gemischten Drüenschläuche.

Cattaneo¹⁾ fand bei *Pteropus medius*, dass die Pepsindrüsen in der transversalen Region des Magens, die meiner Bezeichnung *Corpus ventriculi* entspricht, allmählich kleiner werden, dass das blinde Ende des Drüenschlauches, das nur aus Hauptzellen besteht, kürzer wird, bis man tubulöse Drüsen trifft, mit granuliertem Epithel aber ohne Hauptzellen. Am Pylorus sind die tubulösen Drüsen ersetzt durch kurze Schleimkrypten. Es wird aus der Darstellung Cattaneos nicht recht klar, ob das „granulierte Epithel“, von dem er hier spricht, identisch ist mit den vorhin erwähnten Zellen der mittleren Partie der Pepsindrüsen, die ausgekleidet ist mit Drüsenepithel aus runden, granulierten Zellen mit einem grossen Kern. Sollten diese Zellen, was nach ihrer Beschreibung durch Cattaneo sehr wahrscheinlich ist, Belegzellen sein, so hätten wir auch bei *Pteropus medius* eine Zone reiner Belegzellen kurz vor den Pylorusdrüsen.

Für die Magendrüsen der Fledermäuse im allgemeinen bemerkt Robin²⁾, dass der Hals der Drüse, der etwas weniger als ein Drittel des Drüenschlauches einnimmt, ausgekleidet ist von prismatischen Zellen, die untermischt sind mit kelchförmigen Zellen, die ähnlich sind den Zellen der freien Schleimhautoberfläche. Das Drüsenepithel wird nach Robin im Gegensatz hierzu von grossen kubischen Zellen gebildet. Die Belegzellen Heidenhain's, die Robin für Pepsinbildner hält, sind zahlreich und beinahe gleich verteilt über die ganze Magenfläche bei „Murin“ und *Rhinolophus euryale*. Bei *Pteropus medius* sind sie nach Robin viel weniger zahlreich, sehr selten in der kardialen Region, mehr findet man in der transversalen Region des Magens, die meiner Bezeichnung *Corpus ventriculi* entspricht; besonders viele in der *Regio pylorica*.

1) Cattaneo, l. c.

2) Robin, l. c.

Die kelchförmigen Zellen, die Robin zwischen den Halszellen beschreibt, könnten wohl Becherzellen sein; ich habe dieselben nicht gesehen. Bei *Rinolophus hipposideros*, die ich untersuchte, fand ich dieselbe Anordnung der Haupt- und Belegzellen im ganzen Magen wie bei *Synotis*. Die gegenteilige Beobachtung Robin's in bezug auf die Verteilung der Belegzellen bei *Rhinolophus euryale* zeigt deutlich, worauf M. Nussbaum hingewiesen hat, wie sehr man auf die Spezies bei derselben Gattung achten muss.

Corti¹⁾ hat eine intermediäre nur aus Belegzellen bestehende Zone bei *Vespertilio murinus*, *Vesperugo noctula* und *Miniopterus schreibersii* nachgewiesen; ich kann dasselbe für *Synotis barbastellus* und *Rhinolophus hipposideros* bestätigen. Es findet sich also bei den genannten Fledermausarten im Anfangsteil des Magens eine grosse Zone von Drüsenschläuchen, in denen Haupt- und Belegzellen gemischt vorkommen, dann folgt eine kleinere Zone, in der nur Belegzellen ohne Hauptzellen sich finden. Mit dieser Anordnung treten die genannten Fledermausarten in einen Gegensatz zu den übrigen Säugetieren, bei denen eine Zone reiner Belegzellen nicht bekannt ist, sondern Haupt- und Belegzellen nur gemischt vorkommen. Sie erinnern mit dieser Zone reiner Belegzellen an die Amphibien und Vögel, bei denen noch eine vollständige Trennung der beiden fermentbildenden Drüsenarten durchgeführt ist [M. Nussbaum²⁾]. Bei Amphibien und Vögeln ist die Reihenfolge vom Ösophagus aus gerechnet, und zwar entweder noch im Ösophagus oder im Anfangsteil des Magens: Drüsen mit Hauptzellen, dann Drüsen mit Belegzellen und schliesslich Pylorusdrüsen; bei der Fledermaus zunächst Haupt- und Belegzellen in denselben Schläuchen gemischt, darauf kaudalwärts folgend eine Zone von Drüsen mit Belegzellen und zuletzt die Pylorusdrüsen. Die genannten Fledermausarten stellen somit in der Anordnung der beiden Arten der Magendrüsen einen Übergang von den Amphibien und Vögeln zu der Anordnung der Haupt- und Belegzellen bei den übrigen Säugetieren dar. Die analwärts im Magen gelegene Zone reiner Belegzellendrüsen hat sich zum Teil bei der Fledermaus erhalten, ein Teil hat sich mit den oralwärts gelegenen Hauptzellen vermischt.

An der kleinen Kurvatur vollzieht sich zuerst der Übergang zu den Pylorusdrüsen, und zwar in diesem Falle aus Drüsenschläuchen,

1) Corti, l. c.

2) M. Nussbaum, l. c.

die keine Haupt-, sondern nur Belegzellen enthalten. Hier lässt sich infolgedessen die Eigenart der Pylorusdrüsen viel besser erkennen als bei solchen Objekten, bei denen der Übergang zu den Pylorusdrüsen aus Schläuchen erfolgt, die noch viele Hauptzellen enthalten, so dass man die Pylorusdrüsen eben für Hauptzellen hielt. Bei dem vorliegenden Objekte lässt sich deutlich verfolgen, wie gegen den Pylorus zu das schleimproduzierende Epithel der Schleimhautoberfläche allmählich immer mehr in die Glandulae propyloricae eindringt, die Belegzellen nach dem Grunde hin immer mehr schwinden. Mitunter findet man an der Übergangsstelle der Glandulae propyloricae in die Pylorusdrüsen auch in der Mitte der Drüse noch eine Belegzelle, wie dies bei anderen Säugetieren zuerst M. Nussbaum ¹⁾ nachwies. Allerdings erleidet das Epithel bei dieser Verlagerung in die Tiefe gewisse Modifikationen: die Zellen werden etwas breiter und heller, behalten aber ihre schleimgefüllte Kuppe wie das Epithel der Oberfläche. Der Übergang ist aber ebenfalls ein allmählicher. Die Pylorusdrüsen haben durchweg einen geraden, keinen geschlängelten Verlauf; Verästelungen der Drüsen sind selten.

Es ist bei *Synotus* eine Zone reiner Kardiadrüsen vorhanden. Rings um die Eintrittsstelle des Ösophagus legen sich direkt hinter das weit in das Lumen vorspringende Epithel des Ösophagus fünf bis acht Drüsenschläuche von Kardiadrüsen, die niedriger sind als die darauffolgenden Haupt- und Belegzellen führenden Schläuche und Schleimzellen enthalten; an diesen kann man einen deutlichen basalen protoplasmatischen Teil unterscheiden, der den Kern einschliesst und einen peripheren schleimigen. In ihrem tinktoriellen Verhalten und auch in ihrer Gestalt sind sie verschieden von den Pylorusdrüsen. In ihrem Verhalten den angewandten Farbstoffen gegenüber (Ehrlich's Hämatoxylin und Kongorot nach Fixation in Sublimat) sind sie dem Epithel der Magengrübchen sehr ähnlich. An der Grenze zwischen Kardiadrüsen und eigentlichen Magendrüsen findet sich hier und da eine Belegzelle in den angrenzenden Kardiadrüsen. Doch sind die oberen, an den Ösophagus grenzenden Schläuche vollständig frei von Belegzellen. Bei *Vespertilio murinus* fand ich dicht hinter dem Ösophagus einige stark verästelte Kardiadrüsen, die frei von Belegzellen waren; die darauffolgenden Schläuche waren stark mit Belegzellen durchsetzt.

1) M. Nussbaum, l. c.

Untersuchen wir jetzt, was sich aus den gefundenen Bauverhältnissen ergibt, wenn die Funktion und die Fähigkeit der funktionellen Anpassung ins Auge gefasst wird.

Mit Bezug auf die Dickenverhältnisse der Magenschleimhaut bei *Synotis barbastellus*, *Plecotus auritus*, *Rhinolophus hipposideros*, *Vespertilio murinus*, die ich daraufhin untersuchte, ist es auffallend, dass sich die grösste Dicke der Schleimhaut an der oralen Seite, d. h. an der kleinen Kurvatur, findet, während sie an der kaudalen Seite oder an der grossen Kurvatur sehr dünn ist. Fragt man nach der Ursache dieser eigentümlichen Erscheinung, so muss vor allem daran gedacht werden, dass die Nahrung einen grossen gestaltenden Einfluss auf die Verdauungswerkzeuge ausübt. Die genannten Fledermausarten sind Insektenfresser. Wir werden uns nun in erster Linie an nahe verwandte Insektivoren, etwa den Maulwurf, wenden. Ich habe aber weder bei M. Nussbaum¹⁾ noch bei Langley²⁾, die die Magenschleimhaut des Maulwurfes eingehender geschildert haben, diese Eigentümlichkeit erwähnt gefunden. Es scheint mir daher sehr unwahrscheinlich, dass die Nahrung als solche diese Eigentümlichkeit hervorruft, zumal Cattaneo³⁾ dieselbe oder doch eine entsprechende Eigentümlichkeit bei dem fruchtfressenden *Pteropus medius* fand. Ich glaube daher, dass man die Nahrung als solche für eine lokale gestaltende Wirkung auf die Magenschleimhaut überhaupt ausschliessen muss, und es bliebe zu erwägen, ob nicht die Beziehung der Lage zwischen Nahrung und Magenwand oder mit anderen Worten die Lage oder Stellung des Tieres bei der Verdauung für eine bestimmte lokal gestaltende Wirkung auf die Magenwand verantwortlich gemacht werden kann. Es können dabei natürlich nur solche Tiere in Betracht kommen, die bei der Verdauung eine typische, und zwar stets dieselbe Lage einnehmen.

Was nun die genannten Fledermausarten angeht, so ist bekannt, dass dieselben den weitaus grössten Teil des Tages (der Tag zu 24 Stunden gerechnet) in einer typischen Hängelage zubringen. Sie hängen sich an den Hinterbeinen mit dem Kopfe senkrecht nach unten gerichtet auf, so dass die kleine Kurvatur des Magens und der orale Teil des Fundus nach unten zu liegen kommen. In dieser

1) M. Nussbaum, l. c.

2) Langley, l. c.

3) Cattaneo, l. c.

Stellung verdauen die Tiere den weitaus grössten Teil ihrer Nahrung. Soviel mir bekannt ist, hat man bei Fledermäusen, die nach der Flugzeit und Nahrungsaufnahme in ihrem Versteck hingen, 70—80 Fliegen, Nachtfalter und ähnliche Tiere im Magen der einzelnen Fledermäuse gefunden. Es geht daraus hervor, dass die Stunden des Fluges bei weitem am meisten für die Nahrungsaufnahme, kaum aber für die Verdauung in Betracht kommen. Es ist auch sehr un-

wahrscheinlich, dass das Tier während der wenigen Stunden des Fluges zugleich so viel verdauen könnte, dass es den grössten Teil des Tages hiervon zehren und zugleich noch Reservematerial für den Winterschlaf in dem Fettkörper aufspeichern könnte.

Um die Beziehungen der Nahrung zur Magenwand während der Verdauung des Tieres in der typischen Stellung genau beurteilen zu können, ist es nötig, die Lage des Magens im Abdomen näher zu betrachten.

Der Magen liegt im linken Hypochondrium. Auffallend an ihm ist ein sehr stark entwickelter nach links gerichteter Blindsack¹⁾ und der verhältnismässig kurze Abschnitt vom Ösophagus bis zum Pylorus, die kleine Kurvatur.

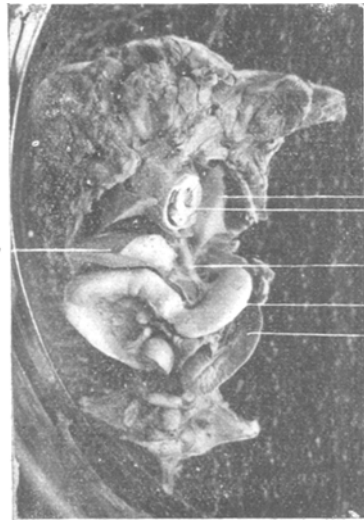


Fig. 1. Situtspräparat der Baucheingeweide von *Plecotus auritus*. (Photographie.) *l* = Lunge, *h* = Herz (angeschnitten), *o* = Ösophagus, *M* = Magen, *m* = Milz, *L* = Leber. Nähere Beschreibung siehe im Text.

Der Ösophagus mündet infolgedessen etwa in der Mitte zwischen dem äussersten Punkte des Fundus links und dem Pylorus. Der Magen hat eine ziemlich steile Stellung. Der Ösophagus mündet dorsal in den Magen, so dass, wenn man den Magen durch einen Längsschnitt halbiert, die Kardie nicht mit halbiert wird, sondern ganz in der dorsalen Hälfte liegt. Bei der Hängelage des Tieres während der Verdauung sinkt der Blindsack kopfwärts also nach abwärts, und der Pylorus ist schräg nach rechts und aufwärts ge-

1) Siehe Textfigur 1.

richtet. Der Ösophagus muss abgeknickt werden, da die Last des gefüllten Magens auf ihn drückt. Seine Achse bildet mit der Medianlinie einen Winkel von etwa 45°. Eine Ebene, die in der Längsachse des Magens verläuft und ihn in eine dorsale und ventrale Hälfte teilt, liegt nicht in der Frontalebene des Tieres, sondern sie bildet einen Winkel zu dieser Ebene, so dass die grosse Krümmung stark ventralwärts vorspringt. Es wird durch diese Lage des Magens bewirkt, dass bei der Hängelage des Tieres die Nahrung dem oralwärts gelegenen Teile des Blindsackes, einem Teile der kleinen Krümmung und den ventralen und dorsalen oralwärts gelegenen Teilen des Magens besonders fest aufliegt, auf sie drückt, während sie mit den kaudalwärts gelegenen Teilen in nur lose oder gar keine Berührung tritt; sie aber jedenfalls nicht belastet. Auf der ventralen oral gerichteten Seite ist die Berührungsfläche grösser als an der dorsalen infolge der schiefen Stellung der von der kleinen Krümmung zur grossen Krümmung, parallel der Längsachse des Magens gelegten Ebene zur Frontalebene des Tieres. Durch diese innige Berührung zwischen der Magenwand und der Nahrung, die Belastung der Magenwand durch die Nahrung an den genannten oralen Partien, die bei der Verdauung lange Zeit besteht, wird sowohl mechanisch als chemisch auf die betreffenden oral gerichteten Magenabschnitte ein starker, dauernder Reiz ausgeübt, und ich glaube, dass man auf diesen Reiz die stärkere Entwicklung der Schleimhaut an den betreffenden Stellen zurückführen muss.

Exakt beweisen lässt sich eine solche Anpassung nur dann, wenn nach Entfernung des bestimmenden Faktors eine entsprechende Änderung in dem Organ auftritt, auf das der Faktor ändernd einwirkte, in diesem Falle also durch Vermeidung der Hängelage der Fledermaus bei der Verdauung. Doch wird dies bei der Empfindlichkeit der Tiere kaum möglich sein.

Vielleicht gelingt die Entscheidung der Frage, ob die Hypertrophie der Magenschleimhaut auf die Beziehung zwischen Nahrung und Magenwand zurückgeführt werden kann, auch auf anderem Wege. Wir haben für die Hypertrophie an den betreffenden Stellen verantwortlich gemacht die Hängelage des Tieres bei der Verdauung und eine Nahrung, die bei dieser Hängestellung mechanisch und chemisch einen dauernden Reiz auf die Magenschleimhaut ausübt. Diese Bedingungen sind gegeben nur beim erwachsenen Tier, beim Embryo und beim Säugling nicht. Dass sie beim Embryo nicht zutreffen, ist ohne

weiteres klar. Beim Säugling ist die Hängelage gegeben; der Säugling hält sich bekanntlich mit seinen Krallen im Pelz der Mutter auf der ventralen Seite derselben fest, und zwar hat er hierbei seinen Kopf dem der Mutter zugekehrt, so dass er also bei Hängelage der Mutter in dieselbe Stellung versetzt wird. Es fehlt jedoch beim Säugling eine Nahrung, die bei der Verdauung einen dauernden mechanischen Reiz ausübt. Die Nahrung besteht aus Milch, wird also im Magen nur zu einem geringen Bruchteil und der nur unvollständig verdaut. Zudem ist die Säuglingszeit so kurz, dass sich wohl kaum in dieser Zeit irgendein Einfluss der Nahrung auf den Verdauungskanal geltend machen kann. Falls die vorhin als Grund für die Hypertrophie angesprochenen Bedingungen richtig sind, müsste sich zeigen lassen, dass sich die Hypertrophie der Magenschleimhaut an der oralen Seite erst beim erwachsenen Tier in der bekannten Stärke gegenüber der Schleimhaut an der kaudalen Magenfläche einstellt, und dass beim Säugling das Verhältnis der Schleimhaut an der oralen und kaudalen Magenseite ein ungleich anderes ist. Es kann jedoch auch schon beim Säugling eine Hypertrophie der Schleimhaut an der oralen Magenseite vorhanden sein, dann nämlich, wenn sich die durch funktionelle Anpassung erworbene Hypertrophie in ihrer Anlage vererbt. Hierüber können uns die Verhältnisse beim Embryo Aufschluss geben. Es kommt also nicht bei den einzelnen Epochen auf die Schleimhautdicke an der oralen Seite allein, sondern auf das Verhältnis der Schleimhautdicke an der oralen und kaudalen Seite in den einzelnen Epochen an.

Ich habe die Schleimhautdicke¹⁾ an der oralen und kaudalen Magenseite bei einem erwachsenen Tier, einem Säugling und einem Embryo verglichen und gebe sie in folgenden Tabellen wieder. Die Schleimhautdicke wurde im Fundus kurz vor dem Ösophagus und im Bereich des Ösophagus an der oroventralen Seite und an der grossen Krümmung gemessen. Die in den Tabellen einander gegenüberstehenden Angaben der Schleimhautdicke an der oralen Seite und der grossen Krümmung beziehen sich auf denselben Schnitt. Die Schnitte sind 10 μ dick. Die mit dem Okularmikrometer gewonnenen Maasse sind umgerechnet und in Millimetern wiedergegeben.

1) Siehe Textfigur und Erklärung 2, 1—3 und 1 a—3 a S. 130.

I. Ausgewachsenes Tier (*Synotus barbastellus*).**a) Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus.**

Oroventral	Grosse Kurvatur
0,32 mm	0,128 mm
0,288 "	0,128 "
0,352 "	0,128 "
0,333 "	0,128 "

b) Schnitt parallel dem vorigen durch den Fundus kurz vor dem Ösophagus.

Oroventral	Grosse Kurvatur
0,288 mm	0,128 mm
0,32 "	0,128 "
0,352 "	0,128 "
0,307 "	0,128 "

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass sowohl die Dicke der oralwärts als auch der kaudalwärts gelegenen Schleimhaut des Magens an beiden Stellen konstant ist, und dass die Schleimhaut an der oralen Magenseite $2\frac{1}{2}$ mal dicker ist als an der grossen Kurvatur.

Betrachten wir nun die Verhältnisse bei einem jungen Tier derselben Art. Dasselbe wurde an der Brust der Mutter hängend gefangen. Die Magendrüsen sind vollständig ausgebildet.

II. Junges Tier (*Synotus barbastellus*). Säugling.**a) Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus.**

Oroventral	Grosse Kurvatur
0,192 mm	0,122 mm
0,160 "	0,122 "
0,224 "	0,128 "
0,173 "	0,115 "

b) Schnitt parallel dem vorigen durch den Fundus kurz vor dem Ösophagus.

Oroventral	Grosse Kurvatur
0,160 mm	0,122 mm
0,160 "	0,115 "
0,160 "	0,122 "
0,160 "	0,115 "

Aus dieser Tabelle geht ebenfalls hervor, dass beim Säugling die Dicke der Schleimhaut sowohl an der oralen Seite als auch an der grossen Krümmung des Magens konstant ist; was sich geändert hat im Vergleich mit der vorigen Tabelle, ist das Verhältnis der Schleimhautdicke an der oralen Seite zu derjenigen an der Krümmung bei dem alten und dem jungen Tier. Bei dem alten Tier war dies Verhältnis 0,35 mm zu 0,13 mm, bei dem Säugling ist es 0,18 mm zu 0,12 mm. Beim erwachsenen Tier ist also die Schleimhaut an der grossen Krümmung im Vergleich zu der an der oralen Seite im Wachstum erheblich zurückgeblieben.

Vergleichen wir nun mit diesen beiden Tabellen die Verhältnisse der Schleimhautdicke an den entsprechenden Magenabschnitten bei einem Fledermausembryo. Leider war es mir nicht möglich, in den Besitz eines Embryos von *Synotis* zu gelangen. Durch die Güte des Herrn Professor Strubell vom hiesigen zoologischen Institut erhielt ich jedoch einige Embryonen von *Vespertilio murinus*. Den Einwand, dass dieses Exemplar mit den beiden vorgenannten nicht in Vergleich gestellt werden könne, wird man nicht machen können, wenn ich sage, dass beim erwachsenen Tier der Art *Vespertilio murinus* die Dickenverhältnisse der Magenschleimhaut in den einzelnen Abschnitten dieselben sind wie beim ausgewachsenen *Synotis*. Der Embryo schien vollständig ausgebildet; er hatte eine Scheitelsteisslänge von 2 cm. Die Magenschleimhaut ist von einem hohen Epithel überzogen. An der oralen Seite haben sich die Magenrillen bereits differenziert, an der grossen Krümmung noch nicht. Drüsenläuche sind noch nicht vorhanden. Es ist also schon beim Embryo in diesem Stadium die Entwicklung der Magenschleimhaut an der oralen Seite weiter fortgeschritten als an der kaudalen Magenwand.

III. Embryo (*Vespertilio murinus*).

a) Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus.

Oroventral	Grosse Krümmung
0,0768 mm	0,0320 mm
0,0704 "	0,0256 "
0,0704 "	0,0256 "
0,0768 "	0,0320 "

b) Schnitt parallel dem vorigen durch den Fundus
kurz vor dem Ösophagus.

Oroventral	Grosse Kurvatur
0,0832 mm	0,0384 mm
0,0896 "	0,0320 "
0,0896 "	0,0320 "
0,0768 "	0,0256 "

Auch hier zeigt sich wieder, dass die Schleimhautdicke an der kaudalen und oralen Seite an beiden Partien konstant, und dass das Verhältnis der oralen Schleimhautdicke zu der an der kaudalen Magenfläche gleich 0,08 zu 0,03 ist.

Stellen wir nun einmal die Dickenverhältnisse der Schleimhaut des Magens an der oralen und der kaudalen Magenseite bei den drei Vergleichsobjekten zusammen, so erhalten wir folgendes Bild.

Die Schleimhautdickenverhältnisse am oralen und kaudalen Magenabschnitt sind:

1. Beim Embryo 0,08 : 0,03 mm oder wie 5,3 : 2,
3. " Säugling 0,18 : 0,12 " " " 3,0 : 2,
3. " ausgewachsenen Tier 0,35 : 0,13 " " " 5,4 : 2.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass ein abnormes Wachstum an der oralen Seite gegenüber der kaudalen schon beim Embryo sich zeigt, beim Säugling in der anfänglichen Energie nicht fortgeführt wird und beim erwachsenen Tier wieder zunimmt, also in jener Periode, in der allein die vorhin als Ursachen des stärkeren Wachstums an der oralen Seite angeführten Bedingungen gegeben sind: die typische Hängelage während der Verdauung und eine Nahrung, die in dieser Stellung einen dauernden Reiz auf die betreffenden Schleimhautabschnitte ausübt. Es sind gerade die Abschnitte und nur die Abschnitte der Schleimhaut, die dieses vermehrte Wachstum beim erwachsenen Tier zeigen, die bei der Verdauung mit der Nahrung in innigere Berührung treten, die durch die auf ihnen ruhende Nahrung belastet werden. Ferner tritt dieses verstärkte Wachstum an der oralen Seite nur in demjenigen Lebensabschnitt auf, in dem diese Beziehung einer längere Zeit im Magen verweilenden Nahrung zu den betreffenden Stellen vorhanden ist. Ich glaube daraus schliessen zu dürfen, dass die stärkere Entwicklung der Magenschleimhaut bei der Fledermaus an der oralen Seite gegen-

über der Schleimhaut an der kaudalen Seite auf die Lage des Tieres während der Verdauung zurückgeführt werden kann.

Dass die stärkere Entwicklung der Schleimhaut des Magens an der oralen Seite stattfindet, ist vorhin auf die Lage des Tieres während der Verdauung zurückgeführt worden, die Ursachen für die stärkere Entwicklung als solche müssen wir in der Nahrung suchen. Bekanntlich werden die Magendrüsen durch die im Magen befindliche

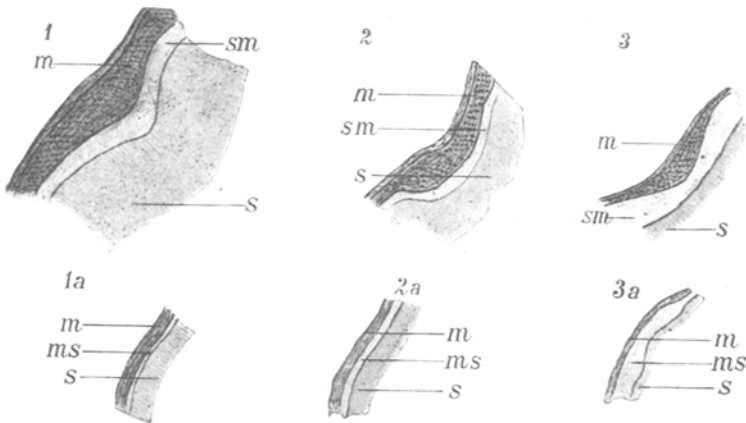


Fig. 2. Schema zur Veranschaulichung der Schleimhautdickenverhältnisse an der oroventralen Seite und der grossen Kurvatur. Vergrösserung: Zeiss Objektiv A nach Abschraubung der Frontlinse, Okular 1. Die Umrisse der einzelnen Schichten sind gezeichnet mit dem Zeichenapparat nach Abbé. *m* = Muscularis (Längs- und Ringmuskulatur), *sm* = Submucosa, *s* = Mucosa. — 1. Oroventrale Stelle aus einem Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus bei einem erwachsenen *Synotus barbastes*. — 1a. Stelle an der grossen Kurvatur aus demselben Schnitt wie 1. — 2. Oroventrale Stelle aus einem Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus bei einem jungen *Synotus barbastes* (Säugling). — 2a. Stelle an der grossen Kurvatur aus demselben Schnitt wie 2. — 3. Oroventrale Stelle aus einem Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus bei einem Embryo von *Vespertilio murinus*. — 3a. Stelle von der grossen Kurvatur aus demselben Schnitt wie 3.

Nahrung durch mechanischen und chemischen Reiz zur Sekretion gebracht. Es ist klar, dass an denjenigen Stellen der Magenschleimhaut, denen die Nahrung direkt aufliegt, dieser Reiz ein weit stärkerer ist als an denjenigen Stellen, die in nur losere Berührung mit der Nahrung treten. Bei der Fledermaus sind es also gerade die oben genannten oralwärts gelegenen Stellen, an denen ein stärkerer Reiz auf die Magendrüsen ausgeübt wird. Durch diesen stärkeren Reiz an den betreffenden Stellen werden die dort gelegenen Drüsen zu einer stärkeren Sekretion angeregt als die Drüsen derjenigen Magen-

abschnitte, an denen dieser Reiz fehlt. Es ist bekannt, dass die Gewebe des tierischen Körpers die Fähigkeit besitzen, gegenüber verschiedenen Anforderungen, die an sie gestellt werden, sich in einer zweckentsprechenden Weise zu verändern. Diese Abänderung besteht bei einer erhöhten Arbeitsleistung des betreffenden Gewebes, in einer Hypertrophie. Wir kennen dies vom Herzmuskel bei gewissen Herzkrankheiten, bei denen der Muskel eine erhöhte Arbeit zu leisten hat; wir wissen dies aber auch für andere Gewebe durch eigens darauf gerichtete Versuche. So kennen wir die kompensatorische Hypertrophie der Drüsen und, was speziell unseren Fall betrifft, die durch Variation des Futters experimentell erzeugte Hypertrophie des Drüsen- und Muskelmagens. Roux¹⁾ und Schepelmann²⁾ haben durch Fütterung mit verschiedenem Futter bei Gänsen gezeigt, dass bei Fleischfutter, das grössere Anforderungen an Muskel- und Drüsenmagen stellt als ein Futter, das aus Nudeln besteht, bei der Gans eine Hypertrophie der Muskulatur des Muskelmagens und der Drüsen des Drüsenmagens eintritt, während eine solche bei Brei und Nudelgänsen ausbleibt. Die Hypertrophie der Drüsen äussert sich nach Schepelmann in einem Längerwerden der Drüsenschläuche, wobei das Lumen jedoch nicht merklich erweitert wird. Es wurde vorher gezeigt, dass an denjenigen Stellen des Fledermausmagens, an denen eine starke Hypertrophie der Drüsen vorhanden ist, die Nahrung einen weit stärkeren Reiz auf die Drüsen ausübt als an denjenigen Stellen, an denen die Hypertrophie nicht vorhanden ist, und wir dürfen daher analog den exakten Versuchen von Roux und Schepelmann die Hypertrophie der Magendrüsen an der oralen Magenseite auffassen als eine funktionelle Anpassung an die Nahrung, hervorgerufen durch die formativen Reizwirkungen der letzteren. Dass diese Hypertrophie gerade bei Fleischnahrung so stark ist, hängt wohl damit zusammen, dass das Fleisch im Magen zu einem grossen Teile verdaut wird und zur Verdauung der grossen Eiweissmassen auch grosse Mengen von Pepsin und Salzsäure notwendig sind; diese aber werden geliefert von den eigentlichen Magendrüsen. Die Kardiadrüsen nehmen an der Hypertrophie nicht in dem Maasse teil wie die sie um-

1) Roux, Über funktionelle Anpassung des Muskelmagens der Gans. Arch. f. Entwicklungsmechanik Bd. 21. 1906.

2) Schepelmann, an derselben Stelle.

gebenden Magensaftdrüsen, trotzdem sie unter denselben äusseren Bedingungen stehen wie diese. Das hat wohl darin seinen Grund, dass dieselben keine fermentbildenden Drüsen, sondern Schleimdrüsen sind.

Wenn wir die Dickenverhältnisse der Magenschleimhaut an der oralen und kaudalen Seite beim Embryo und beim Säugling betrachten, so finden wir schon beim Embryo die Schleimhaut an der oralen Seite mächtiger entwickelt als an der kaudalen. Fragen wir uns nach der Ursache dieser stärkeren Entwicklung beim Embryo, so müssen wir wohl annehmen, dass diese Hypertrophie durch eine ererbte Anlage zu einer derartigen Entwicklung bedingt ist. Andere Momente kommen beim Embryo nicht in Betracht. Wohl könnten wir annehmen, dass diese ererbte Anlage der Ausdruck einer vererbten erworbenen Eigenschaft sei.

In der letzten Periode des Embryonallebens und im Säuglingsalter schreitet das Wachstum an der oralen und kaudalen Seite in gleichem Maasse fort; das ergibt sich aus einem Vergleich zwischen dem Magen des Embryos und dem des Säuglings. Die Ursache hierfür können wir darin suchen, dass die Hypertrophie der Magenschleimhaut infolge der ererbten Anlage nur bis zu einem gewissen Grade sich ausbildet, dass dann diese ererbte Tendenz zur stärkeren Entwicklung an der oralen Seite ausgeschaltet wird und die Schleimhaut sich gleichsam selbst überlassen bleibt.

Es ist aber nicht nur die Schleimhaut, die sich den eigenartigen Lebensgewohnheiten der Fledermaus angepasst hat. Auch die Muskulatur des Magens zeigt bestimmte Eigentümlichkeiten. Sie ist an der oralen Seite gleichfalls hypertrophiert. An der Verdickung nimmt vor allem die innere zirkuläre Muskelschicht teil, weniger die äussere Längsfaserschicht. Diese innere Muskelschicht bildet sich rings um die Eintrittsstelle des Ösophagus zu einem mächtig entwickelten Ringmuskel aus. Die mächtige Ringfaserschicht geht oralwärts in die Ringfaserschicht des Ösophagus über. Leider habe ich den weiteren Verlauf des Ringmuskels am Ösophagus nicht weit verfolgen können, weil der Ösophagus kurz vor dem Magen abgeschnitten war. Durch diesen Muskel ist ein fester Verschluss des Magens gegen den Ösophagus gewährleistet. Der Mageninhalt würde bei der Hängelage leicht in den Ösophagus zurückfliessen, wenn der starke Ringmuskel nicht einen dichten Verschluss abgäbe. Auch kommt der Ringmuskulatur rings um den Ösophagus eine erhöhte Arbeitsleistung bei

der Peristaltik zu. Es liegt nahe, zu vermuten, dass der beständige Druck gegen den Ösophagus die Ausbildung der Ringmuskulatur begünstigt habe. Analwärts von dem Ringmuskel nimmt die innere Muskelschicht sehr rasch an Mächtigkeit ab (Textfigur 3).

Dass die Schleimhaut des Magens an der kaudalen Seite beim erwachsenen Tier so sehr im Vergleich zu der Schleimhaut an der

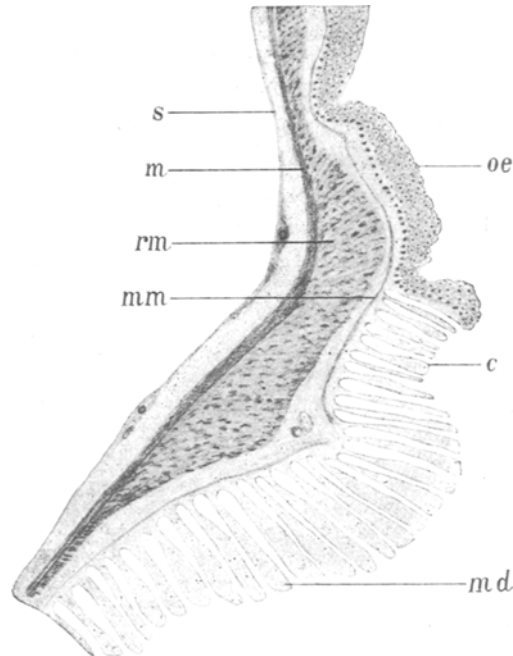


Fig. 3. Schema zur Veranschaulichung der Lage des Ringmuskels an der Kardia. Oroventrale Stelle aus einem Schnitt senkrecht durch den Eintritt des Ösophagus; von *Synotus barbastellus*, altes Tier. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv A, Okular 2. Die einzelnen Schichten sind mit dem Zeichenapparat nach Abbé gezeichnet. Die Serosa (*s*) hat sich von der Längsmuskelschicht *m*, die im Bereich der Kardia leicht hypertrophisch ist, abgehoben. Die Ringmuskelschicht (*rm*) verdickt sich im Bereich des unteren Abschnittes des Ösophagus und der Kardia bis auf das Fünf- bis Sechsfache ihrer Dicke an der übrigen Magenwand; pyloruswärts geht sie plötzlich in ihre gewohnte Stärke über. Die Hypertrophie setzt sich in schwächerer Form auf die Ringmuskelschicht des Ösophagus fort, soweit diese auf dem Präparate zu verfolgen war. *mm* = Muscularis mucosae, *oe* = Ösophagusepithel, *c* = Kardiadrüsen, *md* = Magendrüsen.

oralen Seite im Wachstum zurückbleibt und die im Säuglingsalter erreichte Höhe nicht überschreitet, wäre auf die geringe Betätigung dieser Stelle bei der Verdauung zurückzuführen. Es stellte somit dieses Zurückbleiben im Wachstum eine deutliche Inaktivitätsaplasie

dar, keine Atrophie, da die Schleimhaut zwar im Wachstum gegenüber der oralen Seite zurückbleibt, aber nicht unter die einmal erreichte Höhe heruntergeht. Ob nicht schliesslich mit zunehmendem Alter eine Inaktivitätsatrophie eintritt, vermag ich nicht zu sagen.

Cattaneo¹⁾ schliesst aus dem Reichtum an Pepsin liefernden Zellen im Blindsack, bei *Pteropus medius*, dass dieser der eigentliche verdauende Abschnitt des Magens sei. Das Tier habe die Gewohnheit, sich nach der Nahrungsaufnahme an einem Hinterbein aufzuhängen, und dabei fiesse die meist flüssige Nahrung in den Blindsack, was auch aus der beigefügten Figur, die ich hier wiedergebe²⁾, ohne weiteres ersichtlich ist. Nach Robin³⁾ beträgt die Dicke der Mucosa bei *Pteropus medius* 0,5 mm im Blindsack, 0,25 mm in der Kardia-region. Im Gegensatz hierzu findet sich bei *Synotus*, *Plecotus*, *Rhinolophus* die grösste Dicke der Schleimhaut in der Gegend der Kardia; im Blindsack ist zwar noch eine starke Hypertrophie vorhanden, jedoch nicht gerade so stark wie an der Kardia. Dieser Unterschied zwischen *Synotus* und *Pteropus medius* erklärt sich aus den Verschiedenheiten in der Gestalt und Topographie der Magen beider Tiere. Es ist dies wieder ein Beweis dafür, wie sehr man auf die Spezies achten muss, dass man nie von einer Spezies auf die andere verallgemeinern darf.

Über das Kausalitätsverhältnis zwischen der Hypertrophie an der oralwärts gelegenen Magenseite und der Hängelage des Tieres bei der Verdauung lässt sich mit absoluter Sicherheit nichts Bestimmtes aussagen. Man kann ja auch der Ansicht sein, dass die aus irgendeinem Grunde bedingte Hypertrophie an der oralwärts gelegenen Magenseite für die Fledermaus ein Grund gewesen sei, sich aufzuhängen, was mir jedoch sehr unwahrscheinlich erscheint. Ich bin der Meinung, dass die Hypertrophie an der oralen Seite des Magens eine sekundäre Erscheinung ist, und ich glaube die Möglichkeit einer solchen Hypertrophie bei der Hängelage des Tieres zur Genüge dargetan zu haben. So viel lässt sich mit Sicherheit nur sagen, dass die Hypertrophie an der oralen Magenseite und die Hängelage des Tieres, was die Verdauung in dieser Stellung angeht, vorzüglich zueinander passen.

1) Cattaneo, l. c.

2) Siehe Fig. 10.

3) Robin, l. c.

Wenn ich kurz zusammenfasse, komme ich zu folgendem Schlusse.

Schon im embryonalen Leben wird die Magenschleimhaut bei *Vespertilio murinus* an der oralen Seite bis zu einem gewissen Grade stärker ausgebildet als an der kaudalen Seite. Diese stärkere Ausbildung ist der Ausdruck der Vererbung einer erworbenen Eigenschaft.

Im Säuglingsalter findet sowohl an der oralen als an der kaudalen Seite gleich starkes Wachstum statt.

Beim erwachsenen Tier entwickelt sich die Schleimhaut an der oralen Magenseite sehr stark, an der kaudalen Seite bleibt sie im Wachstum zurück; sie bleibt sogar auf der Höhe, die sie im Säuglingsalter erreichte, stehen.

Die stärkere Entwicklung der Magenschleimhaut an der oralen Seite beim erwachsenen Tier ist bedingt durch Aktivitätshypertrophie und stellt eine funktionelle Anpassung dar.

Den Ort der Hypertrophie bedingt die typische Hängelage des Tieres während der Verdauung; die Hypertrophie als solche und die Stärke der Hypertrophie ist durch die Art der Nahrung bedingt.

Auf dieselbe Weise erklärt sich der starke Ringmuskel an der Kardia.

Der Magen der Fledermäuse enthält einen Anklang an den Bau der Schleimhaut niederer Wirbeltiere, indem zwischen die Zonen der aus Haupt- und Belegzellen gemischt zusammengesetzten Drüsen-schläuche und dem Pylorusteil ein schmaler Ring von Drüsen eingeschoben ist, der den Säugetieren sonst gewöhnlich fehlt. Diese Schläuche enthalten nur Belegzellen und kommen in dieser Form bis zu den Vögeln aufwärts vor.

Erklärung der Figuren auf Tafel III.

Die Figuren stammen mit Ausnahme von Fig. 9 und 10 sämtlich von einem ausgewachsenen *Synotis barbastellus*. Das Tier wurde im Juli gefangen, gefüttert, 3 Stunden nach der Fütterung durch Chloroform getötet und im Sublimat fixiert. Die Schnitte sind sämtlich 10 μ dick geschnitten und mit Ehrlich's Hämatoxylin und Kongorot gefärbt. Hierbei färben sich die Belegzellen rot, die Hauptzellen blau. Die schleimproduzierenden Elemente nehmen sowohl Hämatoxylin als auch Kongorotfärbung an und erscheinen bereits in kurzer Zeit violett, während die Hauptzellen in derselben Zeit noch keine Rotfärbung angenommen haben. Lässt man das Präparat etwa 5 Minuten in Kongorot, dann färben sich auch die Hauptzellen rötlich.

- Fig. 1. Zwei Drüsenschläuche von der oralwärts gelegenen Seite des Fundus nahe dem Ösophagus. Die Schläuche sind hier bereits sehr lang. Im unteren Teil des Schlauches sind Hauptzellen; in dem links gelegenen Schlauche findet sich im unteren Teil zwischen den Hauptzellen auch eine Belegzelle (*b*). In der rechts gelegenen Drüse liegt im mittleren Teile, der von Belegzellen gebildet wird, zwischen diesen eine Hauptzelle (*h*). Im Hals der Drüsen finden sich Schleimzellen. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv CC, Okular $2\frac{1}{2}$. Die Umrisse sind in der Höhe des Objektisches mit dem Zeichenapparat nach Abbé gezogen und die Zellen bei stärkerer Vergrößerung eingezeichnet.
- Fig. 2. Drüsenschlauch aus der intermediären Region; enthält nur Belegzellen, keine Hauptzellen. Im Hals der Drüse findet sich Schleimepithel wie bei Fig. 1. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv CC, Okular 4. Gezeichnet wie Fig. 1.
- Fig. 3. Drüsenschlauch aus der Übergangszone von den Glandulae pyloricae zu den Pylorusdrüsen. Das Schleimepithel der Oberfläche ist schon ziemlich tief in die Drüse hinabgerückt und hat die Belegzellen bis auf fünf am Boden der Drüse verdrängt. Die Drüsenschläuche der Übergangszone sind an der kleinen Kurvatur, von der dieses Präparat stammt, ziemlich kurz und haben ein breites Lumen. Vergrößerung: Seibert, homogene Immersion $\frac{1}{12}$ Sek., Okular 1. Gezeichnet mit Zeichenapparat nach Abbé in der Höhe des Objektisches.
- Fig. 4. Drüsenschlauch aus der Übergangszone von den Glandulae pyloricae zu den Pylorusdrüsen, etwas mehr pyloruswärts gelegen als der vorige. Die Drüse ist ebenfalls von der kleinen Kurvatur. Das Schleimepithel hat bereits die ganze Drüse ausgefüllt, die Belegzellen sind vollständig geschwunden. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv F, Okular 2. Gezeichnet mit Zeichenapparat nach Abbé in der Höhe des Objektisches.
- Fig. 5. Pylorusdrüse kurz vor dem Übergang des Pylorus in den Darm. Die Drüsen sind hier viel länger als in der Übergangszone und ab und zu verzweigt. Das Lumen ist besonders im Hals der Drüse enger geworden. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv CC, Okular $2\frac{1}{2}$. Gezeichnet wie Fig. 1.
- Fig. 6. Veranschaulicht die Lage der Kardiadrüsen. Dicht hinter dem Ösophagus-epithel (*oe*), das an seinem kaudalen Ende weit in das Lumen hineinragt, liegen sieben Schläuche reiner Kardiadrüsen. Das Epithel des Ösophagus setzt sich kontinuierlich in das der Kardiadrüsen fort. Die Kardiadrüsen sind niedriger als die auf sie folgenden eigentlichen Magensaftdrüsen (*f*). Das Bild ist aus verschiedenen Schnitten kombiniert. In dem letzten an die Fundusdrüsen grenzenden Schlauche der Kardiadrüsen findet sich eine Belegzelle zwischen den Schleimzellen. Vergrößerung: Zeiss, Objektiv CC, Okular 1. Gezeichnet wie Fig. 1.
- Fig. 7. Stelle an der grossen Kurvatur gegenüber dem Eintritt des Ösophagus, die nur Epithel, keine Drüsen enthält. Die Oberfläche ist bedeckt von Prismenepithel (*e*), darunter findet sich eine dicke Bindegewebsschicht (*b*), der sich die Muscularis mucosae (*m*) anschliesst. Die Stelle erinnert sehr an die Verhältnisse beim Embryo vor der Anlage der Drüsen. Schwache Vergrößerung. Gezeichnet wie Fig. 1.

Fig. 8. Schema zur Veranschaulichung der Verteilung der verschiedenen Drüsenarten auf die einzelnen Abschnitte des Magens. Die Zone der Kardiadrüsen ist schwarz schraffiert; die Zone der aus Haupt- und Belegzellen bestehenden Schläuche ist durch Punkte und Kreuzchen, die untereinander vermischt sind, bezeichnet. Durch Kreuzchen ist die Zone der nur aus Belegzellen bestehenden *Glandulae propyloricae* angedeutet. Die Zone der Pylorusdrüsen ist schwarz schraffiert.

Fig. 9. Magen von *Plecotus auritus*. Das Präparat ist nach demselben Präparate wie Textfigur 1 ohne die umgebenden Weichteile gezeichnet.

Fig. 10. Magen von *Pteropus medius* (nach Cattaneo). *b* = der grosse links gelegene Blindsack; *tr* = die transversale Region des Magens, darauffolgend drei grosse Schlingen, hinter der dritten Schlinge beginnt der Pylorus; *c* = der nur den Megachiroptera sich findende Teil des Magens, der eine Erweiterung des Ösophagus zu sein scheint.

