

Zur Frage über den Bau des Magens bei der Fledermaus (*Vesperugo abramus*) und den Zieselmäusen (*Spermophilus citellus*) und des Blutes bei den letzteren während des Winterschlafes.

Von N. M. Kulagin,

Professor der Zoologie an dem agronomischen Institut bei Moskau.

Die Frage über den Winterschlaf der Tiere ist für die Biologen schon längst der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Gegenwärtig sind die während desselben sich abspielenden Prozesse mehr oder weniger umfassend von Chorvat, Bertoldt, Skoritschenko, Dubois u. a. studiert worden, dagegen aber sind unsere Kenntnisse von den Veränderungen in den Organen und deren histologischem Bau bei den Winterschläfern noch sehr unvollkommen. Die hierauf bezügliche Litteratur beschränkt sich, so viel mir bekannt ist, auf Folgendes: nach Tiedemann's, Mangili's u. a. Beobachtungen ist während des Winterschlafs der Darmkanal der Tiere verkürzt und verengert. Das Volumen der Leber und der Lungen ist, Valentin's und Prunelle's Untersuchungen zufolge, geringer, so dass dasjenige der Lungen manchmal nur $\frac{1}{3}$ des normalen beträgt. Dagegen ist die Thymusdrüse zur Zeit des Winterschlafes bei den Igel, Zieselmäusen und Fledermäusen bedeutend vergrößert. Das Herz, die Nieren, das Pancreas und die Milz weisen keine Veränderungen auf. Unter den wirbellosen Tieren habe ich bei den Regenwürmern eine Veränderung in der Zahl der Falten der Kalkdrüsen beobachtet; die Anzahl der Zellen, welche die Wandungen der Drüsen bekleiden, ist im Winter auch bedeutend geringer als im Sommer.

In Betreff der histologischen Veränderungen in den Geweben der Winterschläfer wissen wir Folgendes. Nach Leonard ¹⁾ sind die Leberzellen bei den winterschlafenden Fröschen kleiner als bei den wachenden und enthalten wenig Protoplasma, wohingegen die Anhäufung von Pigment in dem Protoplasma im Winter eine stärkere ist als im Sommer. Die Kerne der Leberzellen haben im Winter einen körnigeren Bau als im Sommer und färben sich anders. Leonard's Beobachtungen nach färben sich im April, wenn die Frösche von dem Winterschlaf erwachen, alle Kerne ihrer Leberzellen durch Hämatoxin blau. Dagegen färben sich im Juni fast alle Kerne mit Saffranin nur rot. Den Beobachtungen desselben Autors nach werden die Blutkörperchen der im Winterschlaf befindlichen Frösche kleiner, nehmen eine mehr oder weniger unregelmässige Form an und verlieren die Fähigkeit sich, wie es im Sommer der Fall

¹⁾ Leonard. Der Einfluss der Jahreszeit auf die Leberzellen von *Rana temporaria*. Arch. f. Anat. und Physiol. Phys. Abteil. Supplem. Band 1887. S. 28.

ist, durch Eosin zu färben. Ferner ist, wie die Untersuchungen Rollet's ¹⁾ zeigen, bei *Vesperugo serotinus* zur Zeit des Winterschlafs das Ende der lappenförmigen Drüsensäcke des Magens bedeutend kürzer als bei den fliegenden Individuen. In diesem Teile der Drüsen trifft man meistens Hauptzellen und nur an einigen Schnitten gewahrt man auch eine geringe Anzahl von Belegzellen. Bei fliegenden Individuen sind beiderlei Zellen in gleicher Anzahl vorhanden.

Aus Stöhr's ²⁾ Untersuchungen erweist es sich, dass bei derselben Art von *Vesperugo* während des Winterschlafes im Magen keine Becherzellen angetroffen werden, sondern derselbe mit cylindrischen Zellen bekleidet ist, welche an ihrer nach aussen gekehrten Seite einen hellen cuticulären Strich haben und körniges Protoplasma enthalten. Ferner enthalten Bonnet's ³⁾ Angaben nach die Magendrüsen der Fledermäuse im Winter keine sogenannte Hauptzellen.

Schliesslich war den Untersuchungen von R. Ponzio ⁵⁾ zufolge der Einfluss der Temperatur auf die Regeneration der Gewebe folgender: 1. Niedrige Temperaturen (+10—+12°) verlangsamen bei erwachsenen höheren Tieren den physiologischen Process der Regeneration der Zellen ganz bedeutend, während verhältnissmässig hohe (+37°—+70°) Temperaturen der Umgebung denselben beschleunigen. Es scheint, dass anhaltende Einwirkung einer beständigen Wärme auf die regenerative Thätigkeit in denjenigen Geweben keinen Einfluss ausübt, in welchen die Zellen in ihrer völlig ausgebildeten Gestalt diese Thätigkeit einbüßen. 2. Bei jungen, noch entwicklungsfähigen Tieren fördern Temperaturen zwischen +37° und +70° das Wachstum der Gewebe entweder durch Zellenvermehrung oder infolge von Bildungen von intercellulärer Substanz, dagegen verhindern Temperaturen von +10° bis +12° das Wachstum derselben. 3. Auf die Regeneration der Zellen, wie überhaupt auf alle Prozesse, die auf eine Verwundung folgen, wirkt eine sich der Körperwärme nähernde äussere Temperatur höchst förderlich, während dieselben Prozesse bei +10° sehr langsam vor sich gehen ⁶⁾.

Ich stellte meine Untersuchungen über den Magen einer Fledermaus (*Vesperugo abramus*) und von Zieselmäusen (*Spermophilus citillus*), ferner bei letzteren auch über den Bau des Blutes während des Winterschlafes derselben an. Das Exemplar einer Fledermaus, welches mir als Object diente, erhielt ich am 14 Februar d. J. An demselben Tage wurde das Tier durch Chloroform getötet und der Magen zur Untersuchung herausgenommen. Die Zieselmäuse, deren ich mich bediente, waren im zoologischen Garten am 11 Oktober v. J.

¹⁾ Rollet. Bemerkungen zur Kenntniss der Labdrüsen und der Magenschleimhaut. Unters. aus d. Inst. f. Phys. u. Histol. in Graz. Heft II. S. 143—193, 1871.

²⁾ Stöhr. Ueber d. Epithel d. menschlichen Magens. Verhandl. d. Physic. medic. Gesellsch. zu Würzburg. N. Bd. XV. S. 21. 1880.

³⁾ Bonnet. Physiologie. T. II. P. 65.

⁵⁾ Penzo. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Regeneration der Zellen. Untersuch. zur Naturl. der Menschen und der Tiere von Moleschott. Bd. XV. S. 167.

⁶⁾ Ausser den oben genannten Quellen findet man in der bezüglichen Literatur noch sehr viele Thatsachen, die sich auf die Frage über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung des Embryo beziehen; ich führe dieselben hier jedoch nicht an, da diese Frage dem Gegenstande meiner Arbeit verhältnissmässig fern liegt.

bei 0° eingeschlafen. Die Untersuchung derselben wurde Ende Dezember vorgenommen.

Die Magen der getödteten Tiere wurden in Sublimat, Flemming'scher Flüssigkeit, diejenigen der Zieselmäuse auch noch in Perenny's Flüssigkeit u. a. conservirt. Das Tingiren der Schnitte geschah mittelst Hämatoxin, Congo, Safranin und Genvianviolett. Ausserdem färbten sich an Alcoholpräparaten gut: die Hauptzellen mit Hämatoxin, Dahlia und die Belegzellen mit Carmin.

Die Zellen der Magenschleimhaut sowohl der Fledermaus, als auch der Zieselmäuse sind fast durchweg von cylindrischer Form; Becherzellen fand ich sehr selten. Das Protoplasma der cylindrischen ist nicht in ein homogenes und ein körniges geschieden, sondern erscheint in der ganzen Zelle als ein förmige, helle Masse. Die Kerne dieser Zellen sind grösser als gewöhnlich und körnig, wobei sie bei den Zieselmäusen schwächere Umrisse haben als bei der Fledermaus. Die Becherzellen bei der letzteren besitzen in ihrem äusseren Teil kein Protoplasma.

Der Bau der Magendrüsen bei den Zieselmäusen ist von Töpfer ¹⁾ und Opper ²⁾ beschrieben worden. Nach Töpfer's Beschreibung haben die Magendrüsen dieser Tiere folgende Anordnung: die sogenannten Drüsen des Magengrundes liegen in dem oberen Teile des Magens, der Cardiagegend. Dieselben nehmen die kleinere Hälfte des Magens ein, während die grössere Hälfte von Pfortnerdrüsen eingenommen wird.

Nach Oppels Beschreibung ist fast der ganze Magen von Magengrunddrüsen eingenommen, während die Pylorusdrüsen sich über einen verhältnissmässig geringen Teil desselben erstrecken, nämlich über den sogenannten Pylorusteil, der von dem übrigen Teil des Magens durch eine Knickung abgeteilt wird. Die Hauptdrüsen reichen bei der kleineren Krümmung beinahe bis zum Ende derselben, bei der grösseren weiter als die der Knickung entgegengesetzte Stelle.

Meine Präparate zeigen, was die Anordnung der Magendrüsen bei der Zieselmaus betrifft, mit Oppel's Beobachtungen völlige Uebereinstimmung.

Dem Bau nach unterscheidet Opper drei Arten von Drüsen. Nach der Herzgegend hin liegen kurze Drüsen, die sich nach tiefen Höhlungen hin öffnen. Hierauf folgen längere, welche den grössten Teil der «Magengrunddrüsen» bilden. Gegenüber der Knickung liegt eine dritte Art stark in die Länge gezogener Drüsen, die dreimal so lang als die ersten, kurzen, sind. Dort, wo dieselben liegen, ist die Magenschleimhaut verdickt.

Der Bau der Magendrüsen bei *Vesperugo abramus* wurde auch von Prof. M. Nussbaum ³⁾ studiert. Seiner Beschreibung nach sind die Magenrunddrüsen kürzer als die Drüsen der grösseren Krümmung; in dem Pylorusteil werden sie wieder kürzer.

Meine Beobachtungen haben mir gezeigt, dass bei den im Winterschlaf

¹⁾ Töpfer. Die Morphologie des Magens von Rodentia. Morph. Jahrbuch. Bd. XVII. S. 383. 1891.

²⁾ Opper. Lehrbuch d. vergl. microsc. Anat. der Wirbelt. T. I. S. 407. 1896.

³⁾ Nussbaum. Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. Arch. f. microscop. Anatomie. Bd. 21. S. 311. 1882.

befindlichen Zieselmäusen und der Fledermaus der Unterschied zwischen den verschiedenen Arten von Drüsen, von denen Opper im Hinblick auf die Zieselmause, Nussbaum in Betreff der Fledermäuse, spricht, verschwindet. Bei den Zieselmäusen erscheinen die zwei ersten Arten von Drüsen während des Winterschlafs um ein Drittel kürzer als im wachen Zustande; zwischen denselben ist in der Grösse fast kein Unterschied zu bemerken. Die langen Drüsen der im Winterschlaf befindlichen Individuen sind anderthalbmal grösser als diejenigen der ersten zwei Arten. Bei der Fledermaus haben beinahe alle Magendrüsen die gleiche Länge. In allen Gegenden des Magens trifft man kurze Drüsen und solche, die diese um ein Sechstel an Länge übertreffen. Sowohl bei den Zieselmäusen, als bei der Fledermaus sind alle Magendrüsen abgeplattet. Eine Verdickung in den Stellen, wo sich die Drüsen befinden, ist nicht vorhanden.

Im Gegensatz zu dem, was Rollet und Bonnet darüber sagen, habe ich gefunden, dass der Bau der Drüsen bei den im Winterschlaf befindlichen Zieselmäusen und der Fledermaus ein normaler ist, d. h. dass Hauptzellen sowohl als Belegzellen vorhanden sind. Nach Prof. M. Nussbaum's Beobachtungen soll das blinde Ende der Drüsen des Magengrundes bei den Fledermäusen meistens aus Hauptzellen bestehen, zwischen denen in vielen Fällen Belegzellen eingebettet sind. In dem mittleren Teile der Drüsen sollen dagegen Belegzellen vorherrschen, zwischen denen Hauptzellen anzutreffen sind. Die mit einem breiten mittleren Teil versehenen Drüsen sollen in dieser Gegend mehr Hauptzellen besitzen. Meinen Beobachtungen nach ist der Durchmesser aller Drüsen bei der winterschlafenden Fledermaus beinahe gleich. Drüsen mit erweitertem Mittelteil giebt es nicht. Ferner macht sich eine Regelmässigkeit in der Anordnung der Haupt- und Belegzellen in der Längsrichtung auch nicht bemerkbar: wenn man eine ganze Reihe von Schnitten betrachtet, so trifft es sich, dass man zwei neben einander liegende Drüsen sieht, von denen die eine in ihrem mittleren Teil mehr Hauptzellen, die andere mehr Belegzellen enthält. Dasselbe kann auch von dem blinden Ende der Drüsen gesagt werden. Bei den Zieselmäusen sind zur Zeit des Winterschlafs die Hauptzellen der Magendrüsen in die Länge gezogen und an den Seiten zusammengedrückt; der Inhalt derselben ist sehr schwach markirt. Protoplasma in Gestalt einer hellen körnigen Masse liegt nur um den Kern herum. Die Kerne sind grösser als bei den wachenden Tieren; dieselben sind körnig und ihre Grenzen nicht scharf bezeichnet. Bei der im Winterschlaf befindlichen Fledermaus sind die Hauptzellen in der Längsrichtung der Drüsen mehr langgezogen als wie es, nach M. Nussbaum's Zeichnungen zu urteilen, bei wachenden Individuen der Fall ist. Der Inhalt der Hauptzellen ist ein verschiedenartiger. Es giebt Zellen, welche fast ausschliesslich mit Körnchen angefüllt sind, und solche, die ein helles, homogenes Plasma mit sehr wenigen in dasselbe eingebetteten Körnchen enthalten. Einige Körnchen der ersteren dieser Zellen erscheinen (mittels Pigmentkörnchen) gefärbt. Die Kerne beider Arten von Zellen haben wenig scharfe Umrisse; es scheint, als zerflössen sie im Protoplasma der Zellen. Wenn man eine Reihe von Präparaten studiert, so kommt man zu der Annahme, dass die Verschiedenheit in der Granulation der Zellen sich durch

den verschiedenen Grad der in denselben vorgegangenen Veränderungen erklärt. Die Belegzellen der winterschlafenden Zieselmäuse und Fledermaus sind kleiner als bei den wachenden Tieren; das Protoplasma derselben füllt die Zelle besser aus und erscheint weniger flüssig als dasjenige der Hauptzellen. In dem Plasma der Belegzellen nimmt man bei den Zieselmäusen Granulationen wie in den Hauptzellen wahr.

Bei der Fledermaus erscheint das Plasma gewöhnlich gleichmässig homogen; Körnchen trifft man verhältnissmässig selten. Die Kerne der Belegzellen sind bei den Zieselmäusen kugelförmig, granuliert, ohne scharfe Umrisse; bei der Fledermaus sind Form und Bau der Kerne wie bei den Zieselmäusen, doch sind die Umrisse der Kerne schärfer. Manchmal enthalten die Belegzellen der Zieselmäuse sowohl, wie der Fledermäuse anstatt eines Kerns zwei, die augenscheinlich durch Zerfall des ursprünglichen Kerns entstanden sind. Die Färbung der Belegzellen bei beiden von mir untersuchten Formen ist eine intensivere als diejenige der Hauptzellen.

In dem Blute im wachen Zustande befindlicher Zieselmäuse ist es mir gelungen vier Hauptarten von weissen Körperchen zu unterscheiden: 1. Lymphocyten; 2. grosse Zellen (dreimal grössere als die roten Blutkörperchen) mit rundem, sich schwach tingirendem Kern; 3. polymorphe Zellen; 4. eosinophile (Körperchen mit grobkörniger Granulation, die mittels saurer Anilinfarben, namentlich Eosin, leicht tingirt wird).

Das Blut der im Winterschlaf befindlichen Zieselmäuse unterscheidet sich, wie aus meinen Beobachtungen folgt, von demjenigen der wachenden Tiere. Vor allem ist die Menge der roten Blutkörperchen bei den ersteren weit geringer als bei den letzteren, und zwar kommen bei jenen auf je 1. Cbmm. ungefähr 2 Millionen, bei diesen bis 7 Millionen derselben. Die Zahl der weissen Blutkörperchen ist während des Winterschlafs auch eine weit geringere als zur Zeit des Wachens. Unter den weissen Blutkörperchen habe ich folgende constatiren können: 1. eosinophile, welche $\frac{3}{4}$ der ganzen Menge der weissen Blutkörperchen ausmachen; 2, weniger als die der eosinophilen und auch weniger als im wachen Zustande ist die Zahl der Zellen mit sogenannten polymorphen Kernen; diese Zellen enthalten bald einen granulirten Kern, bald zahlreiche Kerne. Bei den schlafenden Zieselmäusen fand ich weder Lymphocyten, noch Zellen mit runden Kernen.

Ausserdem muss noch erwähnt werden, dass Leukocyten, die im normalen Zustande der Tiere oft in dem Zwischengewebe des Magens vorhanden sind, bei winterschlafenden Zieselmäusen und bei der Fledermaus in demselben nicht beobachtet worden sind ¹⁾.

¹⁾ Ein Teil der oben angeführten Thatsachen wurde von mir in russischer Sprache veröffentlicht. Annales de l'Institut agronomique de Moscou. 1896.