

1K P 99.
N° 3—4 B II

MARS—AVRIL

1936

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE
DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (II)

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1936



Publié, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, sous la direction
de M. S. **Maziarski**, Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et
Naturelles (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

Nakładem Polskiej Akademji Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

*Przyczynek do etologii skórnikowatych (Dermestidae). —
Beiträge zur Ethologie der Dermestiden.*

Mémoire

de M. H. LICHE,

présenté le 2 mars 1937, par M. H. Hoyer m. t.

Einleitung.

Die Familie der Dermestiden ist infolge ihrer Schädlichkeit eine sehr bekannte Käfergruppe, deren biologisches Verhalten und besonders das sinnesphysiologische noch große Lücken aufweist.

Kreyenberg (12) befaßte sich vorwiegend mit der Abhängigkeit der Häutungszahlen von physikalischen Faktoren und streifte nur flüchtig die biologischen Eigenheiten der Gattung *Dermestes*, während Kalandadze (10) die Biologie von *Anthrenus* behandelte. In den vorliegenden Beobachtungen sollte das Verhalten der Versuchstiere bei der Trophozetese, wie Prof. Dr. T. Garbowski sämtliche Handlungen der nach Nahrung suchenden Tiere nennt, und die Rolle der hierzu in Frage kommenden Sinne ermittelt werden. Weiterhin stellte ich einige Versuche mit Temperaturveränderungen an und schließlich sollte die bei den Käfern so weit verbreitete »Thanatose« (Sichtotstellen) behandelt werden. Durch zahlreiche Zuchtkulturen und andauernde Beobachtungen konnte ich zufällig eine Reihe Eigentümlichkeiten der Speckkäfer feststellen, die ich dann in entsprechenden Experimenten näher zu bestimmen suchte. Die Beobachtungen erstreckten sich hauptsächlich auf die Gattung *Dermestes* und deren Larven, während vergleichende Versuche an *Dermestes* und *Anthrenus* nur in wenigen Fällen durchgeführt wurden.

Die vorliegende Arbeit wurde im Psychogenetischen Institut der Jag. Universität in Kraków ausgeführt. Dem Leiter des Institutes, Herrn Prof. Dr. T. Garbowski bin ich für das Thema und sein reges Interesse bei meiner Arbeit zu größtem Dank verpflichtet. Desgleichen möchte ich auch Herrn Doz. Dr. Wojtusiak für seine ständigen Ratschläge danken.

Material und Haltung.

Die Versuchstiere gehörten zu den Arten *Dermestes lardarius* L. und *Anthrenus* (Casey) *verbasci* L. Die Haltung der echten Speckkäfer (*Dermestes*) gestaltete sich überaus einfach, da die Larven wie auch die Käfer keiner besonderen Pflege bedürfen. Als Zuchtbehälter kann jedes gut schließbare Gefäß dienen. Die Speckkäfer verlangen lediglich einmal wöchentlich oberflächliches Besprengen der Zucht mit Wasser. Als Nahrung dienten alte, trockene Knochen mit einigen anhaftenden Knorpelresten, ferner fraßen sie mit Vorliebe getrocknete Eingeweide höherer Tiere, während getrocknetes Muskelfleisch (Rindfleisch) nur im Notfalle angenommen wurde. Speck und Käse bevorzugten sie durchaus nicht in dem Maße, wie es angenommen wird. Auch die Zucht der Kabinettskäfer (*Anthrenus*) macht keine Schwierigkeiten. In einem beliebigen Behälter mit alten, trockenen Insekten als Nahrung gedeiht die Kultur am besten. Feuchtigkeit schadet nach Kalandadze (10) den Eiern. Was die Biologie dieser interessanten Käferfamilie betrifft, so muß der Kannibalismus erwähnt werden, der hauptsächlich nur im Hungerzustand auftritt und besonders bei den Larven ausgebildet ist. Ist jedoch Futter reichlich vorhanden, so werden nicht einmal die hilflosen Puppen angenommen. Aber schon nach wenigen Stunden Hungers greifen die Larven ihre jüngeren und schwächeren Artgenossen an, und dann schützen diese nicht mehr die langen Haare. Die kleinere Larve wird regelrecht »gejagt«, bis schließlich der Verfolger das Opfer erreicht und mit dem ersten Beinpaar den dichten Haarpelz zu Boden tritt, um es sofort gewöhnlich von der Bauchseite aus, aufzufressen.

Eine andere biologische Eigentümlichkeit der Speckkäfer ist ihre Polygamie. Hält man jedes Paar der Käfer in der Fortpflanzungsperiode getrennt, so legt das Weibchen nur eine Serie Eier, obgleich seine Legeperiode noch wochenlang anhalten müßte.

Auch nicht einmal Paarungsversuche konnten nach Ablauf einer gewissen Zeit beobachtet werden. Gesellte ich aber andere gleichfalls einzeln lebende Paare dazu, die ähnlich wie jene keine Eier mehr legten, so bemerkte ich schon nach wenigen Minuten Kopulationsversuche neuer Paare und nach ungefähr einer Woche begannen die Weibchen von neuem mit der Legetätigkeit, bis auch hier nach einer Zeit die Fortpflanzung ruhte, welche erst wieder durch Zusatz neuer Tiere ihren Fortgang nahm.

Phototaxis.

Schon nach den Fundorten der Speckkäfer zu urteilen, mußte man eine negative Phototaxis bei ihnen vermuten. Stöbert man sie in ihren finsternen Schlupfwinkeln auf, so verkriechen sich sofort alle Tiere vor dem Licht. Laboratoriumsversuche bestätigen diese Lichtscheu. Um bei den Versuchen möglichst naturgetreu vorzugehen, wurden die Tiere vorher in einem Raum mit gedämpftem Tageslicht gehalten, wobei sie außerdem die Möglichkeit hatten, sich unter Felle und andere Gegenstände in gänzliche Dunkelheit zu verbergen. Wurde nur ein Käfer plötzlich dem hellen Tageslicht ausgesetzt, so floh er in hastigem Lauf parallel zu den einfallenden Lichtstrahlen, wobei er in seiner Hast kleinere in seine Wegbahn fallende Schatten durchlief und erst im Schatten eines größeren Gegenstandes zur Ruhe kam. Ich konnte niemals beobachten, daß die Versuchstiere ohne ersichtlichen Grund, z. B. Erwärmung oder Reiz mechanischer Art, dem Licht entgegen krochen. Auch nach ihrer Lebhaftigkeit, die im Dunklen und Dämmrigen am größten ist, muß man annehmen, daß die Speckkäfer das Licht meiden, also negativ phototaktisch sind. Wie aber an verschiedenen Tieren nachgewiesen wurde (Essenberg (4) Buddenbrock (1)) hängt die Phototaxis im hohen Grade von äußeren Einflüssen z. B. Temperatur ab. Bei den Speckkäfern konnte ich diese Erscheinung gleichfalls feststellen. Werden *Dermestes*-Käfer in einem Glasgefäß bei 15°C Zimmertemperatur gehalten, so sind alle Tiere im Einklang mit den vorigen Versuchen überaus stark negativ phototaktisch. Bei fehlendem Schatten suchen sie sogar im Schatten ihrer Artgenossen wenigstens den Kopf zu verbergen. Bei zunehmender Erwärmung jedoch, sei es durch künstliche Temperaturerhöhung oder durch direkte Sonnenstrahlen, ändert sich ihre Phototaxis

nach der umgekehrten Richtung. Schon bei ungefähr 22°C werden sie positiv phototaktisch, laufen ganz entgegengesetzt ihrem oben beschriebenen Verhalten auf das Licht zu und bei Sonnenbestrahlung fliegen sie sogar dem Licht entgegen. Da der natürliche Fundort der Käfer dunkle von Sonnenstrahlen nicht getroffene Winkel sind, muß diese durch künstliche Bedingungen hervorgerufene positive Phototaxis der Versuchstiere als aufgezwungen angesehen, und die negative Phototaxis als das normale Verhalten der Tiere bezeichnet werden. Es handelt sich hierbei offenbar um Fluchtversuche.

Die photischen Reaktionen bei den Larven der Speckkäfer beschränkten sich gleichfalls nur auf die Feststellung ihrer Phototaxis. Auch bei ihnen war gemäß ihres Verhaltens in normalen Bedingungen nur eine negative Phototaxis anzunehmen. Zum Zwecke der Untersuchung wurden Larven verschiedenen Alters auf den wagerechten Boden eines rechteckigen 30 × 20 × 34 cm großen Kastens gelegt, dessen Wände mit schwarzem Papier abgedichtet waren, nur eine dem Fenster zugekehrte Seite blieb frei und ließ diffuses Tageslicht in den Kasten fallen. Die Larven krochen in jedem Fall parallel zu den einfallenden Lichtstrahlen von der Lichtquelle fort, ein Beweis für ihre negative Phototaxis.

Gleiche Versuche wurden mit *Anthrenus*-Larven angestellt, und auch bei ihnen mit dem Ergebnis, daß sie sich vom Licht abwandten.

Das Verhalten bei der Trophozetese.

Die folgenden Versuche bezweckten, die Versuchstiere bei der Trophozetese zu beobachten, und zwar sollte vor allem die Rolle des optischen und chemischen Sinnes dabei festgestellt werden. Bei den Speckkäfern lag von vornherein die Vermutung nahe, daß der chemische Sinn der ausschlaggebende bei der Trophozetese ist. Wenn zu den Käfern, die ruhig im Behälter lagen, ein Stück Speck oder ein anderer Nahrungsbissen vorsichtig hineingelegt wurde, so nahmen sie schon nach wenigen Sekunden je nach der Entfernung vom Reizkörper, ähnlich wie es Warnke (18) an *Geotrupes* feststellte, die Aufmerksamkeitsstellung ein, d. h. sie strecken die vorher unter dem Kopfschild eingezogenen Fühler hervor, spreizen die Endglieder und heben den

Vorderkörper empor, so daß dabei das vordere Beinpaar fast gestreckt ist, manchmal berühren die Vorderbeine überhaupt nicht den Boden. Die Aufmerksamkeitsstellung tritt umso früher auf, je näher der Käfer dem Nahrungsbissen sich befindet. Während die Tiere bei einer Entfernung von 4—5 cm nach ungefähr 30 Sekunden witterten, d. h. die erste Reaktion auf Geruchsreize zeigten, reagierten die Käfer von 7 cm Entfernung erst einige zehn Sekunden später und die 10—12 cm entfernten Versuchstiere nahmen erst nach ungefähr 1 Minute die Aufmerksamkeitsstellung an. Die Käfer krochen dann auf den Köder zu, von Zeit zu Zeit sich von neuem orientierend. Jedoch nicht alle Käfer fanden den Futterbissen, manchmal liefen sie in unmittelbarer Nähe daran vorbei oder sie liefen an Futter angelangt weiter, nachdem sie nur kurz den Bissen betastet hatten. Dieses Verhalten muß man sich durch individuelle Unterschiede und durch gewisse physiologische Umstände bedingt erklären. Diese Experimente waren Vorversuche und dienten nur zur allgemeinen Feststellung der Reaktionsfähigkeit auf gewisse Nahrungsstücke. Um nun den optischen Sinn auszuschalten, wurden die üblichen Beutelversuche durchgeführt.

Beutelversuche. In Fig. 1 ist die Versuchsanordnung schematisch dargestellt. Ein Stück einer faulenden Fledermaus wurde in einen engmaschigen Gazebeutel gebunden und gleichzeitig mit einem entsprechenden Kontrollbeutel, der mit reinen Papierschnitzeln gefüllt war, zu den Speckkäfern in das Gefäß gelegt. Schon nach ganz kurzer Zeit waren alle Käfer alarmiert und befanden sich bald sämtlich am Gazebeutel, der den Köder enthielt. Ich konnte dabei gradliniges Angehen der Tiere bis zu einer Entfernung von 10 cm beobachten. Dem Kontrollbeutel wurde gar keine Beachtung geschenkt. Noch nach einigen Stunden sah ich, wie die Käfer ständig auf und unter dem Futterbeutel einen Zugang zum Futter suchten, aber erst nach längerer Zeit bissen sie sich ein Loch durch die Hülle. Dagegen verirrte sich selten einer zum Kontrollbeutel und blieb dann nur kurze Zeit dort, um wieder zum ersten Beutel zurückzukehren. Weitere Versuche mit einem aufgeschlagenen, angebrüteten und schon faulenden Taubenei brachten beim Beutelversuch in allen Punkten dieselben Ergebnisse.

Weiterhin wurden einige Haare der Fledermaus ohne jegliche Fleischbestandteile in ein Reagenzglaschen getan, und dieses mit einem entsprechenden, leeren Kontrollröhrchen horizontal auf den Boden des Behälters gelegt. Beide Röhrchen waren auf gleiche Weise mit schwarzem Papier umwickelt. Das erste Röhrchen, das die Haare enthielt, wurde ständig von den Käfern besucht, aber nachdem sie dort statt des erhofften Futters nur auf ihren Geruchssinn einwirkende Stoffe ohne jegliche Nahrung vorfanden, krochen sie heraus, kehrten jedoch durch den Duft angezogen, immer wieder zurück. Das Kontrollglaschen wurde von den Käfern überhaupt nicht besucht.

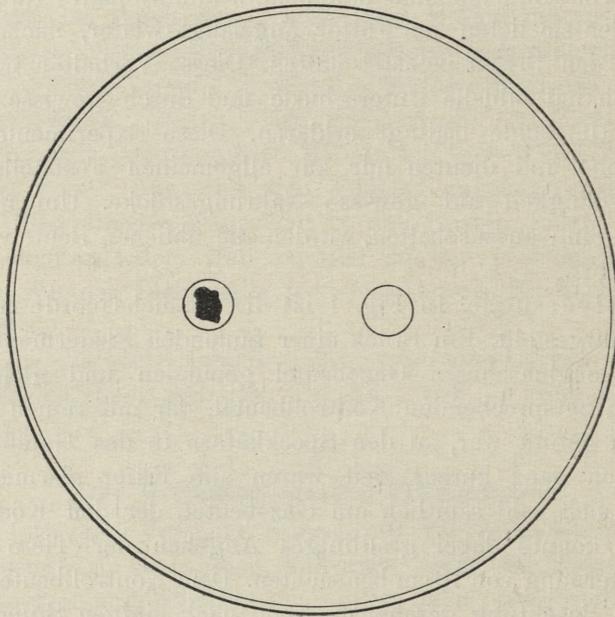


Fig. 1. Glasschale. Links Beutel mit dem Köder, rechts Kontrollbeutel.

Ein weiteres Beispiel für den gut entwickelten Geruchssinn liefern die Versuche mit Wasser. Wenn die Käfer mehrere Tage ohne Wasser geblieben waren und ihnen dann einige Tropfen in das Gefäß geträufelt wurden, so zeigten sie in kurzer Zeit die ersten Reaktionen (Aufmerksamkeitsstellung) und fanden sogar einzelne Wassertropfen auf, die in Bodenvertiefungen und künstlich errichteten Verstecken verborgen waren und die sie folglich

durch das Gesicht nicht wahrnehmen konnten. Die Wasseraufnahme dauerte gegen eine Minute und war, wie ich an mittels eines Glasstabes gereichten Tropfen feststellte, ziemlich bedeutend.

Bei den bisherigen Experimenten spielte offensichtlich der optische Sinn der Versuchstiere keine Rolle, sondern alle Reaktionen sind nur auf den chemischen Sinn allein zurückzuführen. Da ferner infolge der Versuchsanordnung ein Mitwirken des Gesichtssinnes bei der Nahrungssuche nicht möglich war, aber ohne daß den Tieren der Besitz ihrer Sinnesfunktion genommen war, so müssen die erwähnten Reaktionen als den normalen trophozetetischen Handlungen der Käfer entsprechende angesehen werden. Es kann somit kein Zweifel bestehen, daß die Speckkäfer nur auf dem chemotaktischen Wege zur Nahrung geführt werden.

Um einen weiteren Beweis für die große Bedeutung des Geruchssinnes zu bringen, teilweise auch zur Lösung der Frage nach der Lokalisation desselben, wurde in den folgenden Versuchen der chemische Sinn ausgeschaltet. Zur Beseitigung des Geruchssinnes, der hauptsächlich in der Funktion der Fühler und Palpen besteht, bedient man sich vorwiegend der operativen Entfernung der entsprechenden Sinnesorgane. Die Amputation der Fühler hatte starkes Bluten zur Folge. Die entfühlerten Tiere schienen zunächst in ihrer Lebenstätigkeit beeinträchtigt, jedoch nach einigen Stunden verhielten sie sich gänzlich wie vorher, d. h. sie frassen mit dem normalen Appetit und auch ihre Lebensdauer war durchaus nicht in Mitleidenschaft gezogen. Die Operation hatte also keine störenden Folgen hinterlassen. Wurde unversehrten Tieren ein Stück Nahrung z. B. Speck geboten, so reagierten sie sofort und begannen zu fressen; verschob man nun das Stückchen um 1—2 cm, so tasteten sie zunächst die Stelle, wo der Speck ursprünglich gelegen hatte, mit den Fühlern ab, nahmen dann die Aufmerksamkeitsstellung ein und gingen gradlinig auf das Futter zu. Anders ist das Verhalten bei den entfühlerten Käfern. Auch sie nahmen den Speck sofort an, wurde aber das Stückchen verlegt, so suchten sie, indem sie den Kopf dicht an den Boden brachten, die Stelle ab, versuchten nachher zu wittern, aber ohne Erfolg und zogen dann gewöhnlich nach einer beliebigen Richtung davon. Die oben erwähnten Beutelversuche wurden nun mit unversehrten und fühllosen

Käfern wiederholt. Beim ersten Experiment mit der Fledermaus wurden insgesamt 28 Käfer, davon 4 entfühlerte, verwendet. Schon nach einer halben Stunde waren 22 Käfer am Futterbeutel, unter den restlichen 6 befanden sich aber die 4 fühllosen. Auch bei den nächsten Versuchen mit dem Taubenei und den Haaren zeigte sich dasselbe Bild, die 4 entfühlerten Tiere reagierten nicht, auch wenn die dicht neben ihnen befindlichen normalen Versuchstiere zum Futter eilten. Nur zufällig kamen sie an die Nahrung, meist erst dann, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe der Futterbrocken befanden. Bei den Versuchen mit Wasser verhielten sich die operierten Käfer ähnlich. Die Wassertropfen, auf die normale Tiere so lebhaft reagierten, schienen auf die des chemischen Sinnes beraubten Käfer keine Wirkung auszuüben, nur das in nächster Nähe befindliche Wasser fanden sie auf. Geruchsreize aus größerer Entfernung hatten überhaupt keine ersichtliche Wirkung, während solche aus geringerer Entfernung, folglich von stärkerer Intensität, ihre Wirkung nicht verfehlten. Ich hatte hier also dieselben Ergebnisse wie Warnke (18) an *Geotrupes* und Murr-Danielczik (15) an der Schlupfwespe *Habrobracon* nach Fühleramputation. Auch meine Käfer reagierten auf Nahrung erst dann, wenn ihnen die Nahrung in unmittelbare Nähe der Mundteile gebracht wurde. Aus diesen Ergebnissen ist zu ersehen, daß die Käfer ohne Hilfe des Geruchssinnes überhaupt nicht die Nahrung finden würden.

Die Unterschiede im Verhalten normaler und operierter Tiere zeigen sich ferner bei den Versuchen mit Duftstoffen, die mit Essigäther, Formalin und Xylol durchgeführt wurden. Hierbei wurde eine Kapillare, die in den betreffenden Duftstoff getaucht wurde, langsam dem Kopf des Versuchstieres genähert. Die bloße Annäherung eines Glasstabes, der also nur auf den optischen Sinn einwirken konnte, erregte keinerlei Reaktion, das Gesicht ist also hierbei ohne Bedeutung. Bei den Versuchen mit Essigäther schreckten die Tiere bei einer Entfernung von 5—7 mm sofort zurück. Entfühlerte Käfer zeigten erst dann die Reaktion, wenn der Duftstoff längere Zeit und aus größerer Nähe einwirken konnte. 40% Formalin konnte operierten Tieren bis unmittelbar vor den Kopf gebracht werden, normale reagierten sofort mit Abkehrbewegungen. Die deutlichste Reizwirkung ergaben Versuche mit Xylol; hierauf reagierten Normalkäfer, wenn ich

ihnen die Pipette langsam näherte, schon bei 1 cm Entfernung sofort, während operierte Tiere erst nach längerer Zeit die Flucht ergriffen. Diese Reaktionen auf Reizstoffe, die an und für sich keine besonderen Beweise für den ausgezeichneten Geruchssinn sein sollten, wurden nur zu dem Zweck gemacht, um weitere Unterschiede im Verhalten von operierten und normalen Tieren vor Augen zu führen. Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß der Geruchssinn der Speckkäfer vorwiegend auf die Fühler beschränkt ist. Nach Entfernung der letzteren erlischt der Geruchssinn nicht gänzlich, das Tier wittert, aber schwerer und nur von nächster Nähe, während Normalkäfer leichter und aus größerer Entfernung geruchliche Reize empfangen.

Bei weiteren Versuchen konnte ich feststellen, daß die Speckkäfer mit überraschender Sicherheit an ihre einmal eingenommene Futterstelle zurückkehrten, wenn sie gewaltsam davon entfernt wurden; auch dann liefen sie wieder zurück, wenn die gleiche Nahrung im Überfluß vorhanden war, und sie beim neuerlichen Aufsuchen der Futterstelle ihnen absichtlich in den Weg gelegte Hindernisse zu überwinden hatten. In einem Glasbehälter hielt ich mehrere Käfer, die ich nach der Methode von v. Frisch mit roter und gelber Farbe bezeichnet hatte. Als Futter dienen ihnen auf entomologischen Nadeln aufgespießte Insekten, 2 Fliegen, 1 Rückenschwimmer (*Notonecta*) und einige Mehlkäfer (*Tenebrio*). Mehrere Tage beobachtete ich den Käfer Nr. 1, der ständig auf einer Fliege fraß, während zwei andere Nr. 2 und 3, immer wieder auf der zweiten Fliege zu finden waren. Die Käfer wurden von ihren Futterstellen entfernt, am nächsten Tage befand sich Nr. 1 wieder auf derselben Fliege, desgleichen fraßen Nr. 2 und 3 gemeinsam an dem schon vorher angenommenen Insekt. Wieder wurden die drei von den Futterstellen entfernt, am nächsten Tage fand ich die entsprechenden Käfer an denselben Futterplätzen, desgleichen am nächsten Tage, dann brach ich die Beobachtungen ab. Um diese Erscheinung weiter zu verfolgen, da sie leicht auf Zufall beruhen konnte, legte ich einige mit toten Insekten belegte Gazebeutel in ein Glasgefäß mit drei hungernden, gezeichneten Käfern. Nach einigen Tagen hatte ein Käfer sich durch den Stoff zum Futter durchgefressen. Der Käfer, Nr. 1 benannt, wurde entfernt, die Anordnung der einzelnen Beutel zueinander blieb vorläufig dieselbe. Am nächsten Tage fand ich Nr 1 an

seiner erwähnten Freßstelle vor. Der Käfer wurde wieder entfernt und schon nach 4 Stunden fand ich ihn von neuem an seiner Freßstelle, worauf er nach neuerlicher Entfernung bereits nach einer Stunde zum alten Platz zurückkehrte. Nun legte ich den Futterbeutel an einen anderen Ort, um auf diese Weise eine Orientierung des Käfers anhand der umliegenden Gazebeutel zu unterbinden. Nach 4 Stunden fand sich ein zweiter Käfer, Nr. 2 ein, er wurde entfernt, aber am nächsten Tage fand sich Nr. 2 etwas später nach Nr. 1 an seinem Futterbeutel ein. Der Käfer Nr. 3 hatte keinen eigenen Futterplatz. Nach erneuter Entfernung fanden sich beide Käfer Nr. 1 und 2 schon im Verlauf der ersten halben Stunde beim Futter ein. Jetzt verlegte ich den Futterbeutel wieder an eine andere Stelle, nach einigen Stunden fand sich Nr. 1 an seinem ursprünglichen Futterbeutel ein und bald darauf hatte sich Nr. 2 hinzugesellt. Bei nochmaligem Versuch fand Nr. 1 bereits binnen einer halben Stunde den Weg zum Futter. Am folgenden Tage wurde der Futterbeutel auf eine Nadel aufgesteckt, er befand sich jetzt gegen 3 cm über dem Boden. Nach einigen Stunden waren alle drei Käfer auf dem Beutel. Es konnte aber nicht festgestellt werden, welcher von den Käfern fraß. Die Käfer wurden von neuem entfernt, nach einer halben Stunde befand sich Nr. 1 wieder am alten Futterbeutel, nach einer weiteren halben Stunde kam auch Nr. 2 hinzu. Der Futterbeutel wurde nun unter schwarzes Papier gelegt, so daß die Tiere ihn überhaupt nicht sehen konnten. Die anderen Beutel, die bisher keine Beachtung fanden, obgleich sie dieselben Insekten enthielten, versah ich jetzt mit Löchern, um den Käfern den Zugang zum Futter zu erleichtern; trotzdem habe ich auch nach mehreren folgenden Versuchen keine Freßspuren daran entdecken können. Nach dieser großen Umänderung wurde schon nach einer halben Stunde Nr. 2 am alten Futterbeutel freßend vorgefunden.

Eine ähnliche Beobachtung machte ich mit zwei gezeichneten Käfern, die mehrere Tage hindurch ständig auf einem aufgespießten Falter (*Vanessa atalanta* L.) fraßen, trotzdem sie wiederholt dabei gestört wurden und anderes Futter im selben Gefäß zur Verfügung stand. Auch in diesem Falle änderte ich den Standort und die Umgebung des Schmetterlinges durch Umstecken von einem Platz zum anderen, ferner durch Abbrechen der Flügeldecken und trotzdem kehrten die Tiere immer wieder zum

Futterplatz zurück. Eine Raumorientierung nach optischen Eindrücken war also durch diese Maßnahmen ausgeschlossen und die Käfer können sich nur nach dem chemischen Sinn gerichtet haben. Diese Versuche sind wohl der sprechendste Beweis für den stark spezifizierten Geruchssinn der Speckkäfer, der sie ein Futterstück, das ihnen besonders zusagt und woran sie einmal zu fressen begonnen haben, unter vielen anderen gleichen unbeirrbar herausfinden läßt.

Die gleiche Erscheinung kann man auch bei den Larven der Speckkäfer am besten kurz vor der Verpuppung beobachten. Zur Verpuppung bohren sich die Larven am liebsten in Kork, Torf oder anderes weiches Material ein. Fünf erwachsene Larven wurden in ein Gefäß gebracht, in dem sich mehrere Flaschenkorken befanden. Alle Larven wurden gezeichnet. Schon am nächsten Tage bohrte sich Larve Nr. 1 in einen Korken ein. Die Stelle wurde mit I bezeichnet und dann die Larve aus ihrem Bohrloch herausgenommen. Am nächsten Tage wurde sie an derselben Stelle vorgefunden, nach ihrer nochmaligen Entfernung fand sie sich im Laufe einer Stunde wieder ein. Inzwischen hatten sich auch die übrigen Larven einzubohren begonnen und die Versuche wurden nun auch auf dieselbe Weise unter Nummerierung der eingenommenen Bohrstellen auch bei ihnen durchgeführt. Manchmal befanden sich die Larven schon nach 10 Min. an den von ihnen angebohrten Löchern ein und vertieften ihr Verpuppungsbett. Die Lage der Korken zueinander wurde nach jedem Versuch geändert, um eine optische Orientierung auszuschalten. Ich konnte nie bemerken, daß eine der Larven in einem schon angefangenen fremden Loch weiterbohrte. Auch wenn neue Larven hinzugetan wurden und die Korken schon gänzlich durchlöchert waren, bohrten sie sich einen eigenen Gang. Diese Versuche wurden von mir mehrmals wiederholt und brachten immer dieselben Ergebnisse. In einem Falle entfernte ich die bohrende Larve und verklebte den Gang mit Papier, nach kurzem vergeblichem Bemühen durch das Papier sich zum Bohrloch durchzubeißen, versuchte die Larve sich seitlich unter dem Papier durchzuzwängen, was aber ohne Erfolg blieb, sie ließ schließlich von ihrem Vorhaben ab und bohrte sich dann einen neuen Gang. Auch diese Versuche sprechen für den feinen Geruchssinn der Larven.

Um bei den Larven die Rolle des Geruchssinnes bei der Nahrungssuche festzustellen, wurden Versuche mit hungernden Larven in der Dunkelkammer durchgeführt. Um den Weg der Tiere während der Experimente verfolgen zu können, wurde be-
 rußtes Papier als Unterlage genommen, die Larven zeichneten also mittels ihres Haarpelzes und des als Nachschieber benutzten

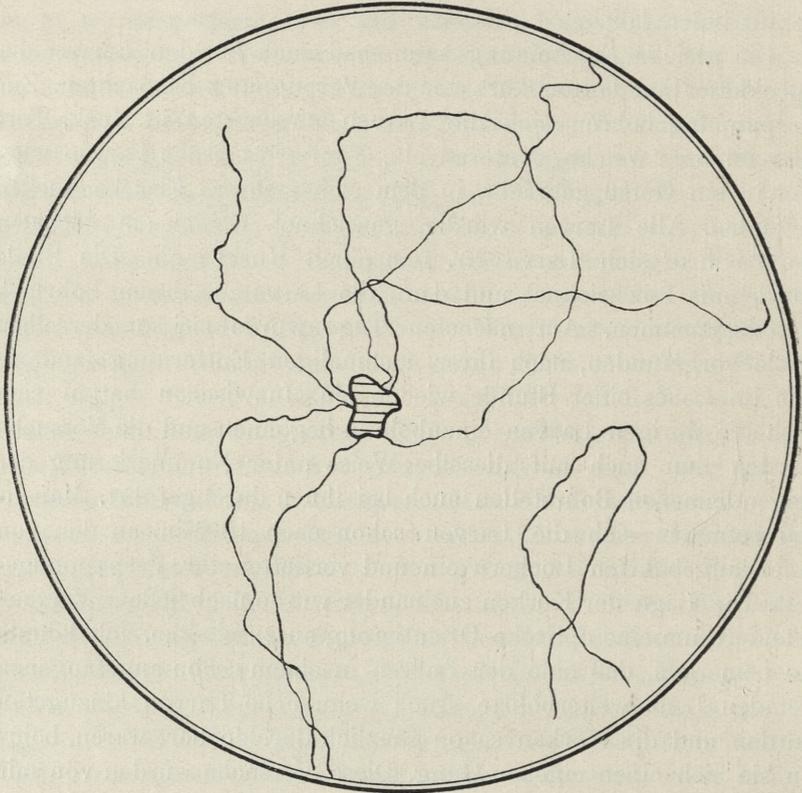


Fig. 2. Spurbahnen der Larven zum Köder.

Abdominalsegmentes ihren Weg selbst ein. Bei den Versuchen wurde ein Stück einer Fledermaus in die Mitte einer Glasschale von 21 cm Durchmesser gelegt und die Larven rings an die Wand verteilt. Nach einer halben Stunde wurden die Fährten nachgesehen. Aus Fig. 2 ist zu entnehmen, daß die Tiere fast ohne Orientierungsschleifen auf das Futter zustrebten. Im nächsten Versuch wurde die Nahrung auf Stecknadeln aufgespießt (Fig. 3a)

und wie ein Dreifuß in der Glasschale gleichzeitig mit einer ungefähr gleich großen Papiertrappe *b* aufgestellt. Der Köder befand sich so etwa 3 cm über dem Boden. Es ist deutlich zu erkennen, wie die Larven aus allen Richtungen auf den Köder *a*

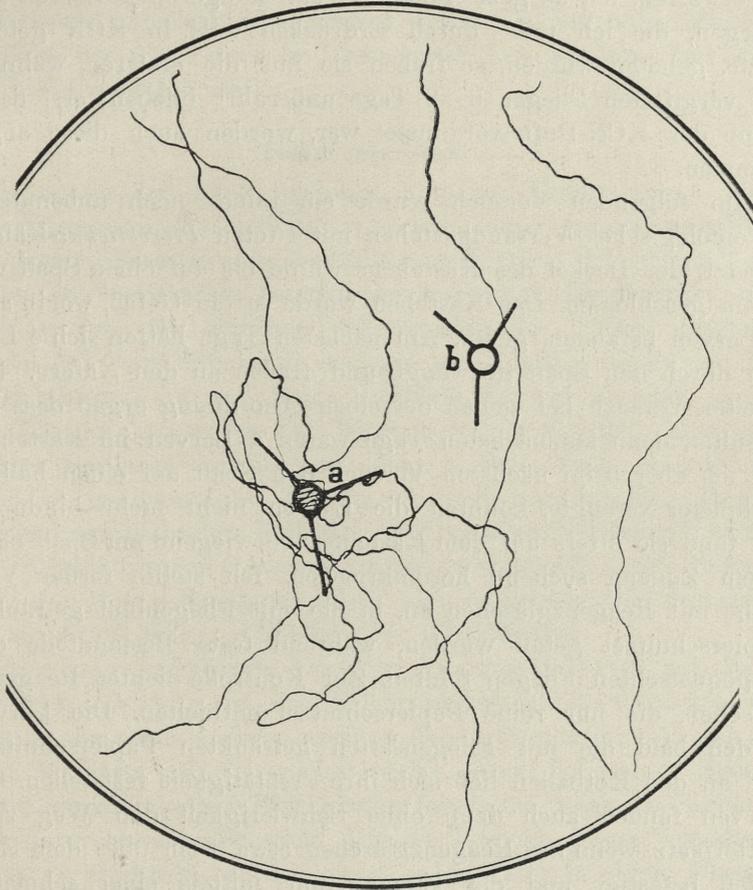


Fig. 3. *a*: auf Nadeln aufgespießter Köder.
b: auf Nadeln aufgespießte Papiertrappe.

hin zueilen, dann direkt darunter also im eigentlichen Duftzentrum zahlreiche Orientierungsschleifen ziehen und schließlich an den Stecknadeln zum Futter hochkriechen. Bei dem Kontrollgegenstand *b* hat sich, vielleicht zufällig, bloß eine Larve eingefunden,

wie aber aus ihrer Spur zu ersehen ist, kroch sie, ohne jegliche Reaktion zu zeigen, unter dem Kontrollbeutel weiter.

Die Versuche über den Geruchssinn bei *Anthrenus* beschränkten sich nur auf deren Larven. Der Geruchssinn der Larven ist, wie zu erwarten, ein ausgezeichneter. Wenn hungernden Larven alte Fliegen, die ich teils durch Erdrücken teils in KCN getötet hatte, geboten wurden, so fraßen sie nur die ersteren, während die vergifteten Fliegen 6—8 Tage unberührt blieben; erst dann, wenn der KCN-Duft verdunstet war, wurden auch diese angenommen.

Im folgenden Versuch wurde ein reines noch unbenutztes entomologisches Versandkästchen mit 4 toten *Pterostichus*-Käfern besetzt, der Deckel des Kästchens wurde bis auf einen Spalt von 1 mm geschlossen. Das Kästchen wurde in ein Gefäß, worin sich 8 Larven befanden, getan. Am nächsten Tage hatten sich 4 Larven durch den Spalt gezwängt und fraßen an den Käfern. Ein zweiter Versuch bei genau derselben Anordnung ergab dasselbe Resultat, denn am nächsten Tage waren 4 Larven im Kästchen. Als ich aber beim nächsten Versuch den Spalt auf einen halben Millimeter verengte, konnten die Larven nicht mehr hindurch. Ich fand sie öfters auf dem Kästchen, vorwiegend am Spalt nach einem Zugang suchend herumkriechen. Ich stellte ferner Versuche mit Reagenzgläschen an, in die mit Fliegenblut getränkte Papierschnitzel getan wurden, während feste Bestandteile der ausgequetschten Fliegen fehlten. Zur Kontrolle dienten Reagenzgläschen, die nur reine Papierschnitzel enthielten. Die Larven fanden bald die mit Fliegensäften getränkten Papierschnitzel, und an den Kotballen ließ sich ihre Freßtätigkeit feststellen. Die Larven fanden auch dann ohne Schwierigkeit den Weg zum Futterplatz, wenn das Reagenzgläschen etwa 1 cm über dem Erdboden befestigt und der Zugang nur mittels einer schmalen Papierleiter möglich war. Die Kontrollröhrchen blieben in diesem wie auch im vorigen Versuch unbesucht.

Auch bei den *Anthrenus*-Larven tritt die Erscheinung auf, daß sie ähnlich wie ihre nahen Verwandten, die echten Speckkäfer, ständig zu ihrem einmal eingenommenen Futterplatz zurückkehren, wenn sie von demselben entfernt wurden. So hatte sich z. B. eine Larve an eine in Gaze gewickelte Fliege durchgefressen. Sie wurde jeden Tag vom Futterplatz weggenommen und dabei

dem Beutel eine andere Lage gegeben. Immer wieder kehrte die Larve über Nacht zu ihrem alten Futterstück zurück. Ein anderer Futterbeutel, der später hinzugelegt wurde und der einen offenen Zugang zum Futter bot, wurde nicht beachtet. Die Larve verschmähte sogar ein Graspferd, das dicht neben dem erstgenannten Futterbeutel unbedeckt hineingelegt wurde. Die Versuche dauerten 14 Tage, bis die Fliege im Gazebeutel zum größten Teil von der Larve verzehrt war.

Temperatursinn.

In letzter Zeit haben mehrere Forscher Ermittlungen über den Wärmesinn der Insekten angestellt, ohne jedoch endgültig die Organe dieses Sinnes feststellen zu können. Bei meinen Versuchen an Speckkäfern benutzte ich ein Stück Kupferdraht, das stark erhitzt, den einzelnen Körperteilen des Käfers genähert wurde. Am empfindlichsten erwiesen sich hierbei die Fühler, dagegen waren Kopf und Beine merklich weniger sensibel. Auch die Flügeldecken waren für Wärmereize empfindlich, aber erst leichtes Berühren derselben mit dem heißem Draht brachte die Tiere zu beschleunigter Flucht, was bei mechanischen Reizen gleicher Art nicht der Fall war. Auf größere Entfernung waren die Flügeldecken auf thermische Reize unempfindlich. Die Reihenfolge der Wärmerezeptoren würde also folgendermaßen ausfallen: Fühler, Kopf, Beine, schließlich die Flügeldecken.

Eine sehr interessante Reaktion mancher Insekten auf Temperaturerniedrigung ist die Klumpenbildung (Traubenform bei Bienen), die unter anderen auch an *Coccinella* von Schönichen (nach Reuter (16)) beobachtet wurde. Auch bei meinen Speckkäfern konnte ich diese Erscheinung feststellen, wenn die Zimmertemperatur beträchtlich sank. Um die Ursache dieses Verhaltens genau zu ermitteln, wurden einige zehn Käfer in einem Glasgefäß längere Zeit einer für ihre sonstigen Lebensbedingungen niedrigen Temperatur von 10°C ausgesetzt. Nach einiger Zeit gruppieren sich die Käfer an einer Stelle, indem sie sich eng aneinander schmiegen, teilweise krochen sie sogar übereinander, sie bildeten also einen regelrechten Klumpen, der sie anscheinend vor allzu großen Wärmeverlusten bewahren soll (Fig. 4). Wenn nun das Gefäß mit den Käfern von unten langsam mittels einer allseits abgeblendeten Glühlampe erwärmt wurde, ohne daß also

die Käfer durch den Lichtschein beeinflusst werden konnten, so begann sich bald der Klumpen aufzulösen und die Käfer krochen umher. Die Tiere mußten also bereits die ausstrahlende Wärme gespürt haben, da ein anderer ersichtlicher Grund nicht vorlag. Wie fein ihr Temperatursinn sein muß, geht daraus hervor, daß ein einen halben Zentimeter über dem Boden liegendes empfindliches Thermometer noch gar keine Temperaturerhöhung der Luft anzeigte, als die Käfer schon auseinander liefen. Selbst

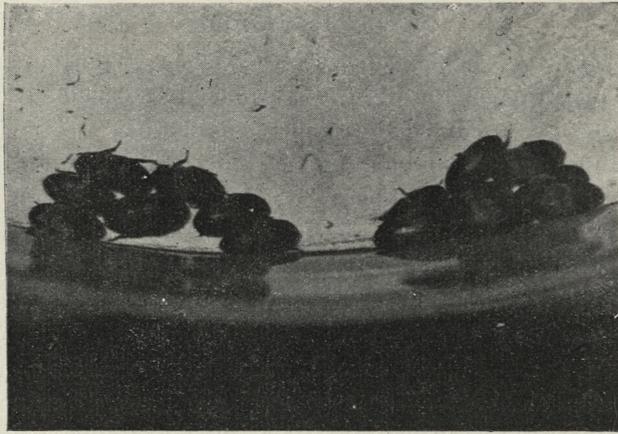


Fig. 4. Anhäufungen von *Dermestes* bei niedriger Temperatur.

wenn am entgegengesetzten Ende des Gefäßes, ungefähr 20 cm von den Käfern entfernt die Erwärmung ausging, reagierten die Tiere bald darauf, sie eilten aber nicht der wärmeren Stelle zu oder sammelten sich dort an, wie man vermuten möchte, sondern krochen wahllos im Behälter umher. Wurde jetzt die Erwärmung unterbrochen, so sammelten sich jetzt die Käfer an der erwärmten Stelle an: sie schlossen sich wiederum zu einem Klumpen zusammen und waren jetzt nicht zum Kriechen zu bewegen. Auch diese Reaktion vollzog sich, bevor noch das Thermometer einen Temperaturrückgang der Luft anzeigte. Die Versuche wurden mehrfach wiederholt und zeigten immer dasselbe Bild. Ferner stellte ich fest, daß weder Beleuchtung noch Verdunkelung des Gefäßes irgendeinen Einfluß auf die Reaktionen ausübte, daß also die Reaktionen ausschließlich dem Wärmesinn zuzuschreiben sind und daß dieser Sinn bei den Speckkäfern sehr gut ausgebildet ist.

Immobilisation.

Die Immobilisation ist eine bei den Insekten weit verbreitete Erscheinung, die verschieden gedeutet wurde. Darüber ist man sich im klaren, daß die Käfer sich nicht »absichtlich« und »bewußt« totstellen um ihren Feinden zu entgehen. Schon Fabre (nach Mangold (14) hat festgestellt, daß eine Reaktion auf Erschütterung oder irgend eine andere Reizung vorliegen muß, um den Totstellreflex auszulösen. Außerdem ist nach Reuter (16) die Stellung »scheintoter« Insekten eine andere als die toter Insekten, namentlich ist die Lage der Extremitäten in beiden Fällen ganz verschieden. Bei meinen Versuchstieren konnte ich beobachten, daß ein Tier, das aus eigenem Verschulden zu Boden fällt und dabei auf den Rücken zu liegen kommt, sich nicht »totstellt«, obgleich diese Lage sofortige Immobilisation bewirkt, wenn irgend eine fremde Ursache diese Lage veranlaßt.

Die folgenden Versuche erstreckten sich sowohl auf die Speckkäfer und deren Larven als auch auf die Kabinettskäfer und ihre Larven. Bekanntlich ist es bei jungen Tieren überhaupt schwer die Immobilisation herbeizuführen. Auch bei vor kurzem ausgekrochenen *Dermestes*-Käfern und den eben geschlüpften Räumchen war es schwer, meistens unmöglich, die Tiere zum »Totstellen« zu bringen. Sanftes Umlegen auf den Rücken fruchtete nichts, auch stärkere Reize, soweit es das noch weiche Chitinskelett aushielt, wirkten nicht oder nur in wenigen Fällen auf ganz kurze Zeit. Bei alten Käfern konnte die Immobilisation schon durch einfaches Umlegen in die Rückenlage erzielt werden. Der Käfer zieht dabei zunächst die Beine eng an den Körper an, auch die Fühler sind geborgen, bald lockern sich die Gliedmaßen und stehen jetzt etwas vom Rumpfe ab, ohne daß aber ein Erwachen des Tieres zu bemerken wäre. Als schnelles und sicheres Mittel zur Herbeiführung der Immobilisation erwies sich Einklemmen der Beine mittels einer Pinzette. Die empfindlichste Stelle dabei ist das Endglied des Femur. Der so gefaßte Käfer erstarrt sofort, man kann ihn am gefaßten Bein in die Höhe heben, dabei biegt es sich im Hüftgelenk nicht durch. Jedoch das leichteste Streicheln mittels eines weichen Haares genügt, um den Käfer aus der Starre zu wecken und Abwehrbewegungen hervorzurufen. Auch leichtes Anblasen genügt, um die Immobilisation momentan aufzuheben. Ferner bewirken schrilles

Dermeestes-Imago.

Expl. A.		Expl. B.	
Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer
1.	22	1.	17
2.	20	2.	11
3.	27	3.	7
4.	8	4.	5
5.	17	5.	9
6.	7	6.	6
7.	7	7.	1
8.	10	8.	3
9.	3	9.	0
10.	8	10.	0
11.	0		
12.	2		
13.	3		
14.	2		

TABELLE I.

Dermeestes-Larven

Expl. A.		Expl. B.		Expl. C.		Expl. D.		Expl. E.		Expl. F.	
Ver-such	Zeit-dauer										
1.	12	1.	22	1.	12	1.	24	1.	15	1.	27
2.	30	2.	23	2.	15	2.	60	2.	32	2.	15
3.	24	3.	13	3.	4	3.	70	3.	15	3.	13
4.	17	4.	14	4.	3	4.	18	4.	11	4.	13
5.	13	5.	8	5.	17	5.	15	5.	7	5.	16
6.	8	6.	6	6.	7	6.	12	6.	7	6.	7
7.	7	7.	7	7.	7	7.	7	7.	5	7.	3
8.	8	8.	9	8.	4	8.	3	8.	5	8.	4
9.	7	9.	7	9.	11	9.	5	9.	5	9.	3
10.	7	10.	4	10.	12	10.	4	10.	3	10.	3
11.	7	11.	5	11.	11	11.	2	11.	4	11.	3
12.	3	12.	4	12.	6	12.	3	12.	2	12.	2
13.	2	13.	6	13.	7	13.		13.	2	13.	3
14.	2	14.	3	14.	4	14.		14.	1	14.	2
15.		15.	8	15.	4	15.		15.		15.	
16.		16.	2	16.	1	16.		16.		16.	
17.		17.	5	17.	4	17.		17.		17.	
18.		18.	3	18.	2	18.		18.		18.	

TABELLE II.

Anthrenus-Larven.

Expl. A.		Expl. B.		Expl. C.		Expl. D.	
Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer
1.	14	1.	5	1.	30	1.	24
2.	14	2.	4	2.	29	2.	21
3.	5	3.	3	3.	14	3.	8
4.	8	4.	2	4.	12	4.	23
5.	7	5.	1	5.	7	5.	7
6.	4	6.	2	6.	8	6.	13
7.	4	7.	3	7.	4	7.	5
8.	7	8.	3	8.	6	8.	6
9.	8	9.	4	9.	7	9.	1
10.	4	10.	2	10.	5	10.	2
11.	4	11.	3	11.	5	11.	3
12.	4	12.	4	12.	3	12.	1
13.	6	13.	2	13.	4	13.	3
14.	5	14.	2	14.	5		
15.	4	15.	3	15.	3		
16.	4	16.	2	16.	4		
17.	2	17.	3	17.	2		
18.	5	18.	2	18.	6		
19.	4	19.	3	19.	2		
20.	4	20.	2	20.	3		
21.	4						
22.	4						
23.	4						
24.	2						

Anthrenus-Imago.

Expl. A.		Expl. B.		Expl. C.		Expl. D.	
Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer	Ver-such	Zeit-dauer
1.	4	1.	4	1.	4	1.	2
2.	3	2.	3	2.	2	2.	2
3.	2	3.	6	3.	4	3.	2
4.	3	4.	5	4.	3	4.	2
5.	2	5.	4	5.	4	5.	1
6.	2	6.	5	6.	2	6.	1
7.	1	7.	3	7.	4	7.	1
8.	1	8.	3	8.	3	8.	0
9.	1	9.	3	9.	3	9.	1
		10.	3	10.	3	10.	1
		11.	3	11.	1	11.	0
		12.	3	12.	1	12.	1
		13.	3	13.	1	13.	1
		14.	0	14.	0	14.	0
		15.	0	15.	0	15.	1

Pfeifen oder sonstige helle Töne sofortiges Strampeln des immobilisierten Tieres, die Bewegungen hören aber auf, wenn der Ton abbricht und die Käfer liegen dann wieder ganz still. Die Reaktion konnte beliebig oft wiederholt werden, bis das Tier durch die eigenen Bewegungen erwachte.

Durch ständig aufeinander folgende Versuche gleicher Art gewöhnen sich die Tiere an den Reiz und die Immobilisationsdauer nimmt von Fall zu Fall ab. In den Tabellen (S. 158 u. 159) sind die Daten der Immobilisationsdauer zusammengefaßt. Die Zeitdauer ist in Sekunden angegeben. Als Reiz zur Auslösung des Reflexes diente einfaches Umlegen der Tiere auf den Rücken. Die Temperatur betrug 18°C.

Aus der ständig eintretenden Verringerung der Immobilisationszeit geht hervor, daß das Versuchstier sich mit der Zeit an den Reiz gewöhnt hat. Um eine längere Immobilisationszeit hervorzurufen, müssen stärkere Reize angewandt werden. Die Erscheinung, daß die Tiere manchmal wieder in eine verhältnismäßig lange Immobilisationsdauer zurückfallen, läßt sich durch die nicht immer gleichmäßige Art des Umlegens erklären.

Niedrige Temperatur verlängert die Dauer bedeutend. Bei einer Temperatur von 18°C dauert die durch einfaches Umlegen hervorgerufene Immobilisation der Speckkäfer durchschnittlich 15—20 Sek. Bei 10°C erhöht sich die Dauer auf 40 Sek., in einigen Fällen bis auf eine Minute. Dagegen konnten die Versuchstiere bei Temperaturen über 20°C fast gar nicht immobilisiert werden.

Zusammenfassung.

Übereinstimmend mit Freilandbeobachtungen wurde auch durch Laboratoriumsversuche bei Larven und Imagines von *Dermestes* und den Larven von *Anthrenus* eine negative Phototaxis festgestellt. Die Phototaxis ist abhängig von der Temperatur, bei 21°C und fehlendem Schatten werden die Speckkäfer so stark positiv phototaktisch, daß sie entgegen ihrem sonstigen Verhalten auf die Lichtquelle zu laufen.

Bei der Trophozetese bedienen sich die Tiere ausschließlich des chemischen Sinnes, der sehr gut ausgebildet ist, nach Fühleramputation finden die Käfer nur durch Zufall das Futter, nur noch aus nächster Nähe werden geruchliche Reize perzipiert.

Interessant ist die beim Speckkäfer (Larven und Imagines) und bei dem Kabinettkäfer (Larven) festgestellte Erscheinung, daß die Versuchstiere mit überraschender Sicherheit an die einmal eingenommene Futterstelle immer wieder zurückkehren und sich durch keine Hindernisse und in den Weg gelegte Nahrungstücke beeinflussen lassen, zu ihrer Futterstelle zurückzukehren.

Die Immobilisationsfähigkeit ist bei allen untersuchten Tieren gut ausgebildet. Ständig aufeinanderfolgende Reize setzen die Immobilisationsdauer herab, niedrige Temperatur erhöht die Dauer bedeutend. Junge, eben geschlüpfte Tiere sind nur schwer zu immobilisieren.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität in Kraków.

Literatur.

1. v. Buddenbrock W. Grundriss der vergleichenden Physiologie. Berlin 1928. — 2. Doflein Fr. Die Ameisenlöwe. Eine biologische, tierpsychologische und reflexbiologische Untersuchung. Jena 1916. — 3. Doflein I. Chemotaxis und Rheotaxis bei Planarien. Ein Beitrag zur Reizphysiologie u. Biologie der Süßwassertricliden. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 3, 1926. — 4. Essenberg Ch. The habits and natural history of the backswimmers Notonectidae. Jour. of animal behav. 5, 1915. — 5. Forel A. Das Sinnesleben der Insekten. München 1910. — 6. v. Frisch K. Über den Sitz des Geruchsinnes bei Insekten. Jena 1921. — 7. Hempelmann F. Tierpsychologie. Leipzig 1926. — 8. Herter K. Untersuchungen über den Temperatursinn einiger Insekten. Zeitschr. f. vergl. Physiol. I, 1924. — 9. Hoffmann W. Die reflektorischen Immobilisationszustände im Tierreich. Handbuch der Norm. u. Pathol. Physiol. Bd. XVII. — 10. Kalandadze L. Über die Biologie des Museumskäfers *Anthrenus verbasci* L. und seine Bekämpfung. Zeitschr. f. angew. Entomologie. XIII. 1928. — 11. Kaweckı Z. Beobachtungen über das Verhalten und die Sinnesorientierung der Florfliegenlarven. Extrait du Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres 1930. — 12. Kreyenberg J. Experimentell-biologische Untersuchungen über *Dermestes lardarius* L. und *Dermestes vulpinus* F. Ein Beitrag zur Frage nach der Inkonstanz der Häutungszahlen bei Coleopteren. Zeitschr. f. angew. Entomologie. XIV. 1929. — 13. Luther W. Versuche über die Chemorezeption der Brachiuren. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 12, 1930. — 14. Mangold E. Hypnose und Katalepsie bei Tieren im Vergleich zur menschlichen Hypnose. Jena 1914. — 15. Murr-Danielczik L. Über den Geruchssinn der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobracon juglandis* Ashmead. Zugleich ein Beitrag zum Orientierungsproblem. Zeitschr. f. vergl. Physiol.

11, 1930. — 16. Reuter O. M. Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten. Jena 1921. — 17. Schaller G. Sinnesphysiologische und psychologische Untersuchungen an Wasserkäfern und Fischen. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 4, 1926. — 18. Warnke G. Experimentelle Untersuchungen über den Geruchsinn von *Geotrupes silvaticus* Panz. und *Geotrupes vernalis* L. Zugleich ein Beitrag zum Problem der Orientierung der Tiere im Raum. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 14, 1931. — 19. Wojtusiak R. Über die Raumorientierung bei *Pieris*-Raupen. Extrait du Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres 1929. — 20. Wojtusiak R. Weitere Untersuchungen über die Raumorientierung bei Kohlweißlingraupen. Extrait du Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres 1930.

Dahlehornia, nowy rodzaj rzędu wszołowatych. — Über die neue Mallophagengattung, *Dahlehornia* nov. gen.

Mémoire

de M. S. KÉLER,

présenté le 2 mars 1936, par M. J. Stach m. c.

(Planche 7).

Eine ganz auffallende Erscheinung in der alten Gattung *Nirmus* Nitz. bildet die von Nitzsch 1827 im Pariser botanischen Garten auf zwei eben verendeten Exemplaren von *Dromaeus novae-hollandiae* entdeckte, und in hallescher Sammlung bis heute aufbewahrte Art, *Nirmus asymmetricus* Nitz. Die Art verdient es mit vollem Rechte in eine besondere Gattung aufgestellt zu werden. Sonst hatte schon Piaget die generische Selbständigkeit dieser Art, welche er auch sammelte, vermutet, indem er (Les Pediculines, 1880, p. 206) sagt: »je serais tenté de proposer la création d'un nouveau genre; car si, comme chez quelques *Nirmi*, les trabécules sont réduites à une excroissance insignifiante...«. Die *trabeculae* sind aber hier auch ganz besonders reduziert, nämlich sie bilden zwei stark chitinierte Höcker, während sie bei den sonstigen *Nirmi* mit freiem clypeus, zwar klein, aber doch weichhäutig sind.

Ganz befremdend ist die Anschauung Harrison's (1914), welcher den *Nirmus asymmetricus* Nitz. als kongenerisch mit *Lipeurus asymmetricus* Piag. und *L. quadrimaculatus* Piag. betrachtete. Daß die Tiere miteinander nichts gemein haben, hat schon Cummings (1916) erkannt, indem er unseren *Nirmus asymmetricus* Nitz. nicht in seine neue Gattung *Struthiolipeurus*, neben die beiden oben genannten *Lipeuri*, aufzunehmen wagte. Er sagt (l. c. p. 678) »I have omitted *Degeeriella asymmetrica*, as in my opinion it should stand in a genus for itself«.

Es ist so auffallend, daß die Asymmetrie des Kopfes gerade bei diesen Mallophagen-Arten vorkommt, welche auf den phylogenetisch alten Ratiten leben, daß das Problem eine Frage sui generis wird. Ich bemerke nebenbei, daß die Asymmetrie der *Lipeuri*, soweit mir bekannt, die Anordnung und Stärke der inneren Chitinbeulen des Vorderkopfes betrifft, wahren bei dem *Nirmus asymmetricus* Nitz. die Futterrinne in der Hauptsache schief ist.

Die Beschreibung der Gattung fällt natürlich mit derselben der Art zusammen, solange keine weiteren Arten dieser Verwandtschaft bekannt sind. Ich verweise daher auf die alten Beschreibungen von Nitzsch (in Giebel, 1874) und Piaget (l. c.), und beschränke mich hier auf einige bisher nicht beachtete Merkmale dieser auffallenden Art.

Es ist zuerst die Asymmetrie des Kopfes selbst, das Hauptmerkmal der neuen Gattung, welche neuer Beleuchtung bedürft.

Nitzsch selbst (in Giebel, 1874, p. 151, Taf. VII. Fig. 8, 9), sagt darüber Folgendes: »Der gestreckt dreiseitige Kopf ist vorn gerade abgestutzt und hier tief und schiefwinklig ausgeschnitten, in welchen Ausschnitt die tiefe Futterrinne der Unterseite ausläuft«.

Etwas besser versteht diese Asymmetrie Piaget, indem er (l. c. p. 206) sie wie folgt beschreibt: »La tête est conique et échancrée en avant, mais non pas tronquée obliquement (Giebel). Dans quelques individus l'échancrure est plus profonde et les angles du clypéus très-aigus (f. 3e). Ce qui a trompé nos auteurs, au point de leur faire croire que le clypéus était tronqué obliquement (f. 3f), c'est que l'avant-tête est mobile, que l'animal en rapproche les bords en dessous, ou plutôt rapproche celui de droite de l'autre, et forme ainsi une gaine aux deux tiers fermée jusqu'à peu de distance des mandibules. De là une espèce d'*asymétrie*. Il est à remarquer que dans les jeunes cette asymétrie n'existe pas; le clypéus est alors tronqué droit et la gaine est une simple dépression; tous les changements apparaissent peu à peu«.

In der Diagnose von Nitzsch passierte natürlich ein lapsus linguae s. calami, denn ein gerade abgestutzter und zugleich schief ausgeschnittener Vorderrand schließen sich aus. Piaget erkannte richtig, daß der rechte Rand der Futterrinne beweglicher ist als der linke, und daß er gegen den letzteren, also bis über die Mittellinie, verschoben werden kann. Ich habe zwar die Tiere im

Leben nicht beobachtet, aber nach dem Studium der Einzelheiten des Baues, denke ich, daß der rechte Rand der Futterrinne imstande wäre die Futterrinne fast ganz zu schließen. Ich kann aber Piaget nicht beipflichten, daß die Larven keine Asymmetrie aufweisen. Ganz junge Larven liegen mir leider nicht vor, aber $\frac{3}{4}$ erwachsene (3 mm lange, gegen 4 mm Länge des erwachsenen Weibchens) besitzen schon eine völlig dem Imago gleichende Asymmetrie der Futterrinne und des Vorderrandes.

Über die Einzelheiten der morphologischen Verhältnisse geben meine Zeichnungen genügenden Aufschluß. Es ist selbstverständlich, daß die Asymmetrie der Chitinkapsel des Vorderkopfes mit derselben der Muskulatur in engem Zusammenhang stehen muß. Die rechte Muskelansatzbeule ist auch stärker entwickelt als die linke. Im Hinterkopf ist die Asymmetrie schwach, aber deutlich, doch ist hier umgekehrt, die rechte Hälfte, nämlich der Temporallobus, schwächer als die linke. Es wäre sehr interessant, auf Schnittserien die inneren Verhältnisse des Kopfes näher zu betrachten.

Die innere Ausfütterung der Futterrinne ist ziemlich weich-chitinig, so daß sie in der Lauge mazeriert stark quillt, was die Strukturverhältnisse verschleiert, wodurch ich bei meinen ersten Präparaten zu falschen Schlüssen verleitet worden bin. Erst das Studium trockener Präparate, in Vergleich mit ganz vorsichtig gelaugten und durch Nelkenöl in die Hoyer'sche Lösung übergeführten Tieren hatte mich das richtige zu erkennen gelehrt.

Über die Chaetotaxie will ich vorläufig keine Einzelheiten angeben, da diese Verhältnisse, was die Taxonomie anlangt, an meinen Zeichnungen genau zu erkennen sind, und gewisse allgemeine Schlüsse über den systematischen Wert derselben noch weiter vergleichender Studien bedürfen.

Ich widme die neue Gattung meinem lieben alten Freunde Dr. Horn, dessen Name mit dem berühmten Deutschen Entomologischen Institut in Berlin-Dahlem in der Geschichte der entomologischen Forschung vereinigt ist.

Das mir zur Verfügung stehende Material umfaßt 21 Exemplare der Männchen, Weibchen und älterer Larven. Ich verdanke es der großen Freundlichkeit von Prof. Dr. Brüel in Halle, der mir die ganze Mallophagensammlung der Universität zwecks Revision zur Verfügung stellte.

Figurenerklärung auf der Tafel 7.

Fig. 1 a.	<i>Dahlehornia asymmetrica</i> Nitz.,	Weibchen dorsal.
Fig. 1 b.	„	die rechten Beine des ♀ von unten.
Fig. 1 c.	„	der rechte Fühler des ♀ von unten.
Fig. 1 d.	„	Kopf und Prothorax des ♀ dorsal.
Fig. 1 e.	„	Kopf des ♀ von unten.
Fig. 1 f.	„	Kopf des ♀ von vorne.
Fig. 1 g.	„	Hinterleibsende des ♀ von unten.
Fig. 1 h.	„	Hinterleibsende des ♀ von oben.
Fig. 2 a.	„	Männchen dorsal.
Fig. 2 b.	„	die rechten Beine des ♂ von unten.
Fig. 2 c.	„	der linke Fühler des ♂ von unten.
Fig. 2 d.	„	Penis.

N. B. Die eingezeichneten Maße beziehen sich auf die einzelnen Zeichnungen wie folgt:

Für die Fig. 1 a und 2 a der Maßstab dazwischen (1000 micr.).

Für die Fig. 1 b, 1 c, 2 b und 2 c der Maßstab unter Fig. 2 c (400 micr.).

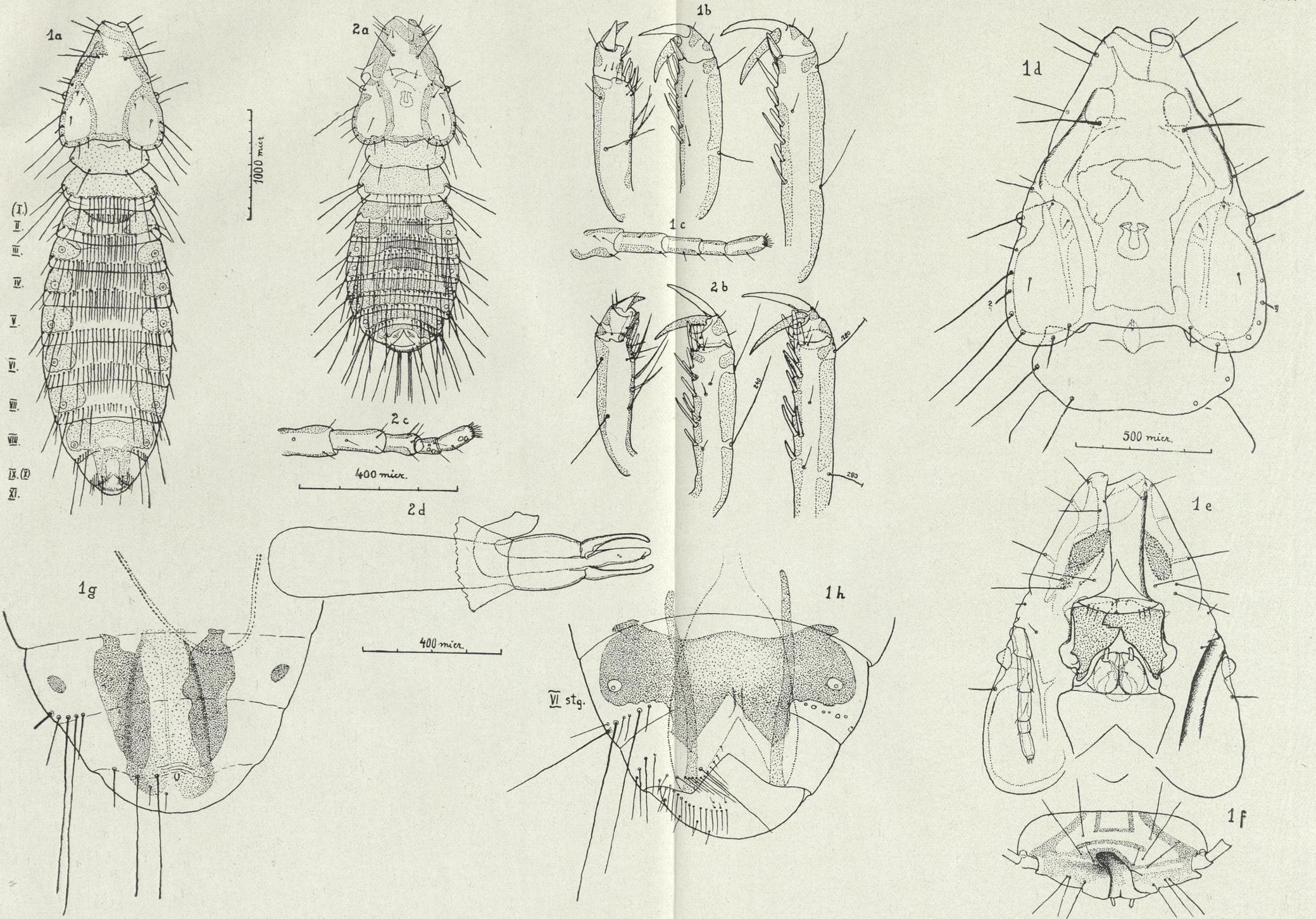
Für die Fig. 1 d und 1 e der Maßstab dazwischen (500 micr.).

Für die Fig. 1 g, 1 h und 2 d der Maßstab unter Fig. 2 d (400 micr.).

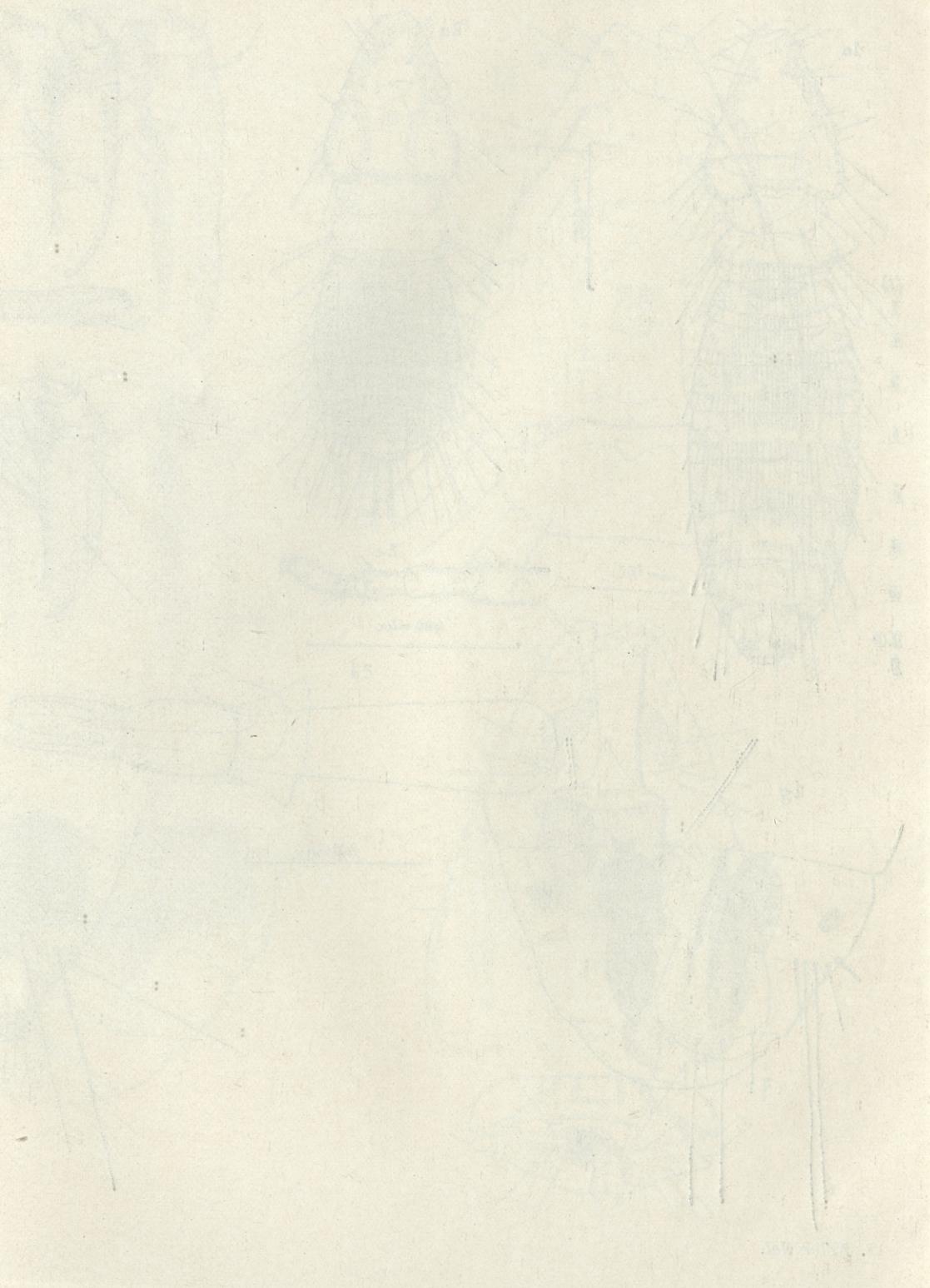
Die Fig. 1 f bleibt ohne Maßstab.

Literatur.

1. Giebel. Insecta Epizoa, Leipzig, 1874. — 2. Piaget. Les Pediculines, Leide, 1880. — 3. Harrison. Australian Zoologist, Sydney, 1914. — 4. Cummings. Proceed. Zool. Soc., London, 1916.



S. Kéler del.



Badania metodyczne nad oznaczaniem małych ilości lipidów w narządach zwierzęcych. — Methodische Untersuchungen über die Bestimmung von kleinen Mengen der Lipide in den Tierorganen.

Mémoire

de M^{lle} **J. ACKERMANN**,

présenté le 2 mars 1936, par M. L. Marchlewski m. t.

Bei meinen Untersuchungen über den Gehalt der Lipide in den Tierorganen bediente ich mich der Methode von Katsura, Hatakeyama und Tajima (7). Da die in die Rede stehende Methode für Blutuntersuchungen ausgearbeitet wurde, mußte sie durch die entsprechende Extraktionsmethode der Lipide aus den Geweben ergänzt werden. Bei der Ausführung diente mir als Grundlage die Lipidextraktionsmethode der Organe, welche von Bloor (2) publiziert wurde.

Die von mir angewandte Technik stellt sich im Ganzen folgendermaßen dar:

Der Darm, mit entfetteten Instrumenten entnommen, wird im fließendem Wasser gründlich gewaschen und für mehrere Minuten auf entfettetes Filtrierpapier aufgelegt, damit das Wasser aufgesogen wird. Das gewogene Organ wird mit analytischem Seesand fein zerrieben, dann quantitativ in einen geschliffenen Erlenmeyerkolben übergeführt und endlich mittels ca 80 ccm einer Mischung von wasserfreiem Äthylalkohol und Äthyläther im Raumverhältnis 2:1 sechzehn bis zwanzig Stunden hindurch im Dunkeln bei Zimmertemperatur extrahiert. Der Extrakt wird dann in einen 100 ccm fassenden Meßkolben filtriert, der Sand wird dreimal mit einigen Kubikzentimetern einer siedenden Alkohol-Äthermischung gewaschen. Nachdem der Meßkolben aufgefüllt ist,

werden 30 ccm davon in ein spezielles Gerät zur Vakuum-Destillation und 20 ccm in einen Verseifungskolben genau abgemessen.

Die 30 ccm Probe dient zur Bestimmung der Gesamtlipide, der Neutralfette, der Phosphatide und des freien Cholesterols mit den Cholesterolestern. Die 20 ccm Probe dient zur Bestimmung des Gesamtcholesterols.

Die 30 ccm Probe des Extraktes wird unter vermindertem Druck bei ca 50° abgedampft, der Abdampfrückstand in Äthyläther gelöst, zu dem einige Wassertropfen hinzugefügt werden, um die Verunreinigungen zu verdrängen.

Die dekantierte Ätherlösung wird in einen Meßzylinder gegossen und derselbe bis 15 ccm aufgefüllt. 5 ccm der Lösung werden genau in einen Oxydationskolben abgemessen (der Gehalt: die Gesamtlipide, Probe a), 10 ccm werden in einen Kolben übergeführt, um darin die Phosphatide mit wasserfreiem und mit kryst. Calciumchlorid gesättigtem Aceton in konzentrierter Acetonlösung ausfallen zu lassen. Der ausgefällte Niederschlag wird abfiltriert und das Filtrat durch Abdampfen und Lösung des Überrestes im Äthyläther mit einigen Wassertropfen von CaCl_2 befreit. Die Lipide lösen sich jetzt in Äther auf und das Calciumchlorid in Wasser. Die dekantierte Ätherlösung wird in einen Meßzylinder gegossen und derselbe bis 10 ccm aufgefüllt. 5 ccm der Lösung werden in einen Oxydationskolben abpipetiert, sie enthalten die phosphatidfreien Lipide, also das freie und gebundene Cholesterol und die Neutralfette (Probe b).

In den übriggebliebenen 5 ccm wird das Cholesterol mit Digitonin in Wärme ausgefällt. Das Vorhandensein von Aceton und Wasser beschleunigt die Reaktion. Nachdem der Niederschlag des Digitonids ausgefällt und die Lösungsmittel bei 70° größtenteils abgedampft sind, wird die Temperatur gesteigert und der Abdampfrückstand getrocknet.

Ich dampfte die Lösung ab und trocknete den Niederschlag mittels eines eingeleiteten Stromes von Kohlensäure, denn auf diese Weise wird der Abdampfprozeß beschleunigt und verläuft bei einer niederen Temperatur. Der Abdampfrückstand wird mit Äthyläther aufgenommen, Neutralfette und Cholesterolester gehen in Lösung über und das Digitonid bleibt mit dem Überschuß des Digitonins ungelöst im Kolben.

Die Ätherlösung enthält nach dem Abfiltrieren Neutralfette und Cholesterolester (Probe *c*).

Die 20 ccm Probe des primären Gewebeextraktes wird gleichzeitig zur Ermittlung des Gesamtcholesterols mit einem Tropfen der gesättigten Natronlauge im kochenden Wasserbade verseift. Beim Abschluß des Verseifungsprozesses wird die Kohlensäure eingeleitet, um die störenden Einflüsse der atmosphärischen Luft auf die Fällbarkeit der Sterole zu verhindern. Nach dem Abdampfen des Rückstandes wird er mit 1 ccm *n* Phosphorsäure angesäuert und die saure Reaktion mittels Neutralrot bestätigt.

Ich wandte analytische Schwefelsäure an (verdünnt im Raumverhältnis 1:3), denn 1 ccm *n* Phosphorsäure genügt entschieden nicht zum Ansäuern der Probe und dementsprechend zur Zerlegung der entstandenen Seifen. Dann wurde das Ganze mit Petroläther in Wärme extrahiert. Der Petrolätherextrakt, trocken-abgedampft und in Äthyläther gelöst, wird in einen 10 ccm fassenden Meßzylinder gegossen. 5 ccm Extrakt werden in den Oxydationskolben pipetiert (Probe *d*₁), und in den übriggebliebenen 5 ccm wird das Cholesterol wie oben ausgefällt. (Der Ätherextrakt entspricht der Probe *d*₂).

Alle Oxydationskolben werden in 50—60° abgedampft, im eingeleiteten Kohlensäure-Strom getrocknet und die Rückstände folgendermaßen oxydiert:

In jeden Kolben werden z. B. 2 ccm Oxydationsreagens abgemessen (10 ccm *n* Kaliumbichromat und 40 ccm Nicloux-Reagens), außerdem noch 2 ccm Oxydationsreagens zu drei Blindversuchen. Die Kölbchen, mit geschliffenen Stöpseln verschlossen und mit Gummibinden geschützt, um das Herausfallen der Stöpsel zu verhindern, werden anderthalb Stunden im kräftig siedendem Wasserbade erwärmt. Der Überschuß des unbenützten Bichromats wird nach Erkalten mittels $\frac{n}{25}$ Thiosulfatlösung titriert.

Bezeichnen wir nun die Menge der benützten ccm der $\frac{n}{25}$ Thiosulfatlösung mit denselben Buchstaben wie die entsprechenden Proben, so berechnen wir die Menge der Lipide aus der Differenz zwischen *b*—*a*, *c*—*b* usw. mit dem für die gegebene Gruppe der Lipide entsprechenden Koeffizienten. Dieselben wurden von den Autoren in ihren vorigen experimentellen Arbeiten angegeben (5, 6).

Ein wesentlicher Vorzug der Methode ist, daß man bei niedrigeren Temperaturen arbeitet und daß der Gewebeextrakt unter

vermindertem Druck zum Abdampfen gelangt, was die störende Wirkung einer mehr als 50-gradigen Temperatur auf die Phosphatide verhindert (Thierfelder und Klenk (8)). Außerdem kommt hier noch die Anwendung neuerer analytischer Ideen in Frage wie z. B. das Ausfällen der Phosphatide in der eingeengten Acetonlösung mittels des mit Calciumchlorid gesättigten absoluten Acetons.

Die Methode verlangt peinlichste Sauberkeit und Genauigkeit bei der Ausführung der Arbeit, nämlich beim Entfetten der Glasgeräte im warmen Chromsäuregemisch und während des Abmessens des Oxydationsgemisches.

Alle Reagenzien müssen analytisch rein sein, alle flüssigen Reagenzien obendrein redestilliert werden.

Im Verlaufe der Experimente erwies es sich jedoch, daß die Bestimmungen von Cholesterolestern im Darm des Frosches auf Schwierigkeiten stoßen. Wie aus dem oben Dargestellten hervorgeht, soll die Differenz zwischen dem Gesamt- und freien Cholesterol die Menge des gebundenen ausweisen, welche dann in entsprechender Weise in Ester umgerechnet wird. (Siehe die Originalarbeit von Katsura und seinen Mitarbeitern l. c.). Wären die Ester nicht da, würden die Bestimmungen des freien und Gesamtcholesterols identische Resultate ergeben.

Aus meinen Bestimmungen geht jedoch hervor, daß, wie Tabelle I zeigt, das Resultat der Bestimmung des Gesamtcholesterols nur ausnahmweise mehr oder weniger mit dem des freien Cholesterols übereinstimmt (Nr 7 u. 9), selten dieses übertrifft (Nr. 1, 4, 5), und größtenteils viel niedriger ist. Die Differenz der Bestimmungen des Gesamt- und freien Cholesterols beträgt öfters ca 50% der freien Cholesterolmenge.

So große Differenzen könnten durch irgend einen methodischen Fehler verursacht werden. Ursprünglich meinte ich, daß die Ursache des Mißlingens in der Verseifung der Cholesterolester in der Luft liege.

Es wird in der einschlägigen Literatur erwähnt, daß eine solche Behandlung uns näher nicht bekannte Veränderungen in der Struktur des Cholesterols hervorrufen soll und daß dasselbe deswegen teilweise unfällbar wird. Okey (9) bestätigt, daß sich die Verluste durch das Erwärmen des Cholesterols mit strengen Alkalien in der Luft bis auf 40% des Gehaltes belaufen können.

TABELLE I.

Nr.	Freies Cholesterol in mg	Gesamtcholesterol in mg
1.	0.261	0.290
2.	0.153	0.134
3.	0.122	0.053
4.	0.013	0.064
5.	0.184	0.220
6.	0.207	0.072
7.	0.092	0.100
8.	0.116	0.060
9.	0.167	0.160
10.	0.142	0.090
11.	0.240	0.102
12.	0.253	0.182

Die genannte Verfasserin empfiehlt also, den Endprozeß der Verseifung in der Atmosphäre von Kohlensäure durchzuführen. Die in Rede stehende Methode berücksichtigt Experimente von Okey (l. c.) nicht. Von mir ist sie in dieser Richtung modifiziert worden, leider ohne bessere Analysenergebnisse gezeitigt zu haben.

Ich habe auch Versuche unternommen die Cholesterolester in konzentrierten wässerigen Lösungen von Kalilauge zu verseifen, nachdem der Extrakt in dem eingeleiteten Kohlensäure-Strom abgedampft worden war. Ich erhielt jedoch nie befriedigende Ergebnisse.

Ich habe mich deswegen entschlossen, Kontrollversuche über das Verhalten des reinen Cholesterols durchzuführen, nämlich in den Verhältnissen, welche die Methode für die Bestimmung der Menge des Gesamtcholesterols voraussieht.

Das reinste Cholesterol von Merck wurde aus Alkohol umkristallisiert und im Vakuumexsiccator getrocknet. Die abgewogene Menge wurde in Chloroform gelöst. Identische Proben, die eine Menge enthielten, welche den meist in den untersuchten Organen auftretenden Mengen entsprach, wurden sorgfältig in einer genauen Bürette abgemessen. In jeder Bestimmung wurden zwei abgedampft und wie immer oxydiert, in zwei anderen wurde das

Cholesterol mit Digitonin immer auf dieselbe Weise gefällt. Die weiteren vier Proben wurden verseift, die Menge von Kalilauge variierte in den einzelnen Versuchen. Nach der Verseifung wurden zwei von diesen vier Proben angesäuert und mit Petroläther extrahiert, der Petroläther abgedampft und der Rückstand oxydiert. In zwei anderen wurde wieder das Cholesterol (nachdem sie angesäuert und mit Petroläther extrahiert wurden) mit Digitonin gefällt. Die Ergebnisse dieser Experimente sind in Tabelle II angegeben, jede Menge ist ein Mittelwert von zwei Bestimmungen.

TABELLE II.

Nr.	Cholesterol unmittelbar gefällt		Cholesterol nach Verseifung gefällt	
	n_{25}° Na ₂ S ₂ O ₃ ccm	mg	n_{25}° Na ₂ S ₂ O ₃ ccm	mg
1.	3.79	0.387	—	—
2.	3.81	0.389	3.67	0.374
3.	3.93	0.401	3.51	0.358
4.	3.83	0.391	3.68	0.376

Hier muß bemerkt werden, daß die Behandlung mit Kalilauge die Fällbarkeit des Cholesterols mittels Digitonin in kaum beachtenswertem Grade beeinflusst und daß die ganze Methodik des Cholesterolentzugs nach der Verseifung, die von Katsura und seinen Mitarbeitern angewandt wird, ganz befriedigende Resultate zeitigt.

Von anderem Einflusse der Lauge auf das Cholesterol kann keine Rede sein, denn es ist seit langem bekannt, daß das Cholesterol gegen hydrolytische Einwirkungen der Laugen oder Fermente unempfindlich ist, was seinem Charakter als Alkohol entspricht und wodurch er sich von den Fetten und Wachsen unterscheidet.

Die Digitoninreaktion wird seit langem bei der quantitativen Fällung des Cholesterols allgemein angewendet, ihre Launenhaftigkeit wird überall in dem Sinne hervorgehoben, daß das Digitonid aus unbekanntem Gründen nicht ausflockt und in der Lösung bleibt, was von der Konzentration des Cholesterols ab-

hängen soll. Okey (l. c.) meint, daß man in solchen Fällen die Lösung abdampfen darf, doch bemerkt hingegen Szent-Györgyi (12) »eine Eintrocknung des Niederschlages gab keine Gewähr für ein vollständigeres Ausflocken. Das unausgeflockt eingetrocknete Digitonid verschwand bei der Waschung vollkommen vom Filter«.

Nach vielen mühsamen Versuchen gelang es ihm eine derartige Methode zu schaffen (12, 13), daß die Mikrobestimmungen des Cholesterols den Versuchsfehler der Makromethode, d. h. $\pm 3\%$ nicht überstiegen. Die Methode entspricht im Ganzen den Angaben von Katsura und seinen Mitarbeitern (l. c.).

Ich muß bemerken, daß bei meinen Versuchen immer ein schöner Niederschlag entstand, welcher dann ausflockte und sich setzte. Selbstverständlich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß ein Teil des Digitonids sich aus unbekanntem Gründen löste. Merkwürdig ist der Umstand, daß dieser Vorgang nur bei der Bestimmung des Gesamtcholesterols und nicht bei derjenigen des freien Cholesterols stattfand. Die Reaktionsverhältnisse scheinen in beiden Fällen die gleichen zu sein mit der Ausnahme, daß während der Fällung des freien Cholesterols eventuell Cholesterolester und Neutralfette und während der Fällung des Gesamtcholesterols die Fettsäuren vorkommen, welche von den zerlegenen Seifen stammen.

Bei der Bestimmung des Gesamtcholesterols erklären sich alle Methoden für die Verseifung: man fügt verschiedenen Verfassern zufolge differente Mengen von Kali- oder Natronlauge oder Natriumäthylat hinzu. Auch ist die Verseifungszeit verschieden, sie dauert von 5—10 Minuten (Jendrassik u. Bokrétás (4)), bis 2—5 Stunden (Pinkussen (10)) oder 3 Stunden lang im Wasserbade mit dem Rückflußkühler (Frölicher u. Süllmann (3)).

Jendrassik u. Bokrétás (l. c.) bestätigen, daß sich das Cholesterol nur als frisch erhaltenes Produkt zur Digitoninfällung eignet. Später soll eine Art Umformung vorkommen, welche die Digitoninfällung verhindert. »Dies ist im Serum darum nicht zu fürchten, weil darin Stoffe enthalten sind, welche das Cholesterin von einer solcher Umformung schützen.« Nach der Verseifung entstehen jedoch Substanzen, welche zwar durch Digitonin nicht gefällt werden, die aber die kolorimetrische Farbenreaktion von Liebermann ergeben. Die in Rede stehenden Substanzen werden »Paracholesterin« genannt, sie sollen im normalen und patho-

logischen Blute vorkommen und deswegen sollen auch die Resultate der kolorimetrischen Bestimmungen diejenigen der Digitoninfällungsmethode übertreffen.

Die Anwendung des Begriffes von »Paracholesterin« halte ich für die Bestätigung eigener Unkenntnis. Ich habe zweimal versucht den Cholesterolgehalt in der verseiften Probe auf kolorimetrischem Wege zu bestimmen, die Werte waren jedoch niedriger, als die Fällungswerte. Selbstverständlich ist dieses Resultat nicht als Endergebnis zu betrachten, denn die kolorimetrische Methodik verlangt eine spezielle Geläufigkeit.

Aus dem oben Gesagten kann man folgende Schlüsse ziehen: entweder ist die aus dem Darm extrahierte Substanz etwas anderes als reines Laboratoriumcholesterol, oder ist es ein Cholesterol, von einem Körper dieser Klasse begleitet, welcher speziell gegen Erwärmung und Verseifung empfindlich ist. Weitere Untersuchungen sind im Gange, vielleicht werden sie die erwünschten Aufklärungen bringen.

Während der Ausführung der Experimente über die Resorption des Lezithins im Darm war selbstverständlich ein hoher Reinheitsgrad des Präparates erforderlich.

Es zeigte sich, daß reinstes Handelslezithin nach der quantitativen Methode von Katsura u. Mitarbeitern (l. c.) untersucht, höchstens ca 60% reiner Substanz enthält. Sie wurde nach der in der Monographie von Thierfelder u. Klenk (l. c.) enthaltenen Methode bis auf einen 97—99%-igen Gehalt reinen Lezithins gereinigt. Außerdem habe ich selbst Lezithin aus Eigelb hergestellt, durch sorgfältige Reinigung bis zu einem 98%-igen Gehalt gebracht und bei meinen Experimenten verwendet. Mit einem solchen, im Vakuum-Exsiccator gehaltenen, Lezithin sind Frösche gefüttert worden.

Während meiner Untersuchungen ist die Arbeit über den Zerfall des Lezithins im Vakuum sogar und in der Atmosphäre des trockenen Stickstoffs publiziert worden. Es ist die Erscheinung der sog. »spontaneous decomposition«, welche sich in der Abspaltung der freien Fettsäure von dem Molekül des Lezithins äußert (Price (11)). Der isoelektrische Punkt des frisch hergestellten Lezithins liegt in pH 6.7 und des »veralteten« in pH 2.7. Hievon ergibt sich der praktische Schluß, daß das Lezithin sogar im dunklen Vakuum-Exsiccator zerfällt und daß es eigentlich vor

jedem Experimente gereinigt werden sollte. Um mich zu orientieren, inwiefern der Zerfall des Lezithins durch das Halten im Vakuum-Exsiccator (welcher jeden Tag sorgfältig evakuiert wurde) beeinflußt wird, habe ich einige Bestimmungen unternommen, deren Resultate in Tabelle III angegeben sind. Es geht daraus hervor, daß die Spaltung des Lezithins im Vakuum auf analytischem Wege 5 Tage nach der Herstellung nicht aufzuweisen ist. Erst nach 10 Tagen machten die Spaltungsprodukte 2% des Gehaltes aus.

TABELLE III.

Seit dem Tag der Herstellung	% des Lezithins	% der Verunreinigung
nach 48 Stunden	97.10	2.90
„ 5 Tagen	97.20	2.80
„ 10 „	95.50	4.50

Price (l. c.) gibt übrigens an, daß »veraltetes« Lezithin nach einiger Zeit zu einem elektrophoretischen Gleichgewicht gelangt. Vom Standpunkte der physiologischen Tätigkeit der Phosphatide ist es interessant, daß sich das konstitutionelle Lezithin in seinen Eigenschaften mehr diesem Gleichgewichtsprodukte nähert, als der frisch präparierten Substanz. (Lezithin in situ resembles this equilibrium material more closely, than that freshly extracted).

Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, daß die Mehrzahl der physiologischen Eigenschaften der Phosphatide mit ihren Dispersionsfähigkeiten zusammenhängt. Frisches Lezithin emulsioniert schlecht, »veraltetes« Lezithin besitzt dagegen große Dispersionsfähigkeiten.

Ich erlaube mir, Herrn Prof. Dr L. Marchlewski meinen verbindlichsten Dank dafür auszusprechen, daß er mir die Ausführung meiner Arbeit im Laboratorium für physiologische Chemie der Jagellonischen Universität ermöglichte. Herrn Dr J. Z. Robel danke ich bestens für seine Hilfsbereitschaft und seine wertvollen Ratschläge.

Aus dem Institut für physiologische Chemie der Jagellonischen Universität in Kraków.

Vorstand: Prof. Dr L. Marchlewski.

Literaturangabe.

1. Bang I.: Biochem. Ztschr. Bd. 91. — 2. Bloor W. R.: Journ. of Biol. Chem. Bd. 82. — 3. Frölicher E. u. Süllmann H.: Biochem. Ztschr. Bd. 274. — 4. Jendrássik L. u. Bokrétás A.: ibidem. — 5. Katsura u. Hatakeyama: ibidem Bd. 234. — 6. Dieselben, ibidem Bd. 257. — 7. Dieselben u. Tajima: ibidem Bd. 269. — 8. Thierfelder H. u. Klenk E.: Die Chemie der Cerebroside und Phosphatide 1930. — 9. Okey R.: Journ. of Biol. Chem. Bd. 88. — 10. Pinkussen: Mikromethodik usw. 1928. — 11. Price: Biochem. Journ. Bd. 67. — 12. Szent-Györgyi: Biochem. Ztschr. Bd. 136. — 13. Derselbe: ibidem.

N	I	II
100	100	100

*Doświadczalne badania histochemiczne nad przemianą
lecytyny w ustroju zwierzęcym. I. cz. O wchłanianiu le-
cytyny w jelicie. — Experimentelle histo-chemische Unter-
suchungen über den Lezithinstoffwechsel im Tierkörper.
1. Teil. Über die Resorption des Lezithins im Darm.*

Mémoire

de M^{lle} **J. ACKERMANN**,

présenté le 2 mars 1936, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 8).

Die experimentellen Untersuchungen über den Verlauf und die Resultate der Einführung verschiedener Substanzen durch den Darm in den Tierorganismus gehören zu den öfters behandelten Stoffen der morphologischen und biochemischen Literatur.

Wenn der Verlauf des Resorptionsprozesses einer untersuchten Substanz verfolgt wird, so eignet sich die mikroskopische Beobachtung nicht nur zur Verfolgung der eventuellen zytologischen Veränderungen in den resorbierenden Zellen, sondern auch zur Feststellung des Schicksals der Substanz selber unter der Voraussetzung, daß eine technische Methode für die mikroskopische Bestimmung der Substanz existiert. Chemisch-analytische Untersuchungen bestätigen und ergänzen die mikroskopischen Ergebnisse. Die vorliegende Arbeit bildet einen Versuch über die Bestimmung einer morphologisch-chemischen Behandlung des Lezithinstoffwechsels im Tierorganismus.

Obwohl das Lezithin ein längst bekannter Vertreter der Phosphatide ist und in bezug auf seine Verbreitung im Tierkörper, auf den chemischen, physikalischen und physiologischen Charakter seiner Eigenschaften mehrmals untersucht wurde, ist uns seine Rolle im Tierorganismus noch nicht ganz klar. Es ist z. B. seit

langem bekannt, daß die Phosphatide zu den sog. Abbausubstanzen des Tierkörpers gehören, daß sie gewiß samt anderen Lipiden einen Komponenten des Protoplasmas bilden. Sie unterliegen der Abnutzung und regenerieren. Hier ergibt sich das Problem, ob diese Regeneration eine *sui generis* synthetische Tätigkeit des Tierkörpers ist, oder ob sie durch Einführung dieser Verbindungen von außen zustande kommt.

Die *per os* eingeführten Phosphatide werden nach Rewald (15) in 90·1%₀ resorbiert. Der genannte Verfasser stellt fest, daß im Gegensatz zu den Ergebnissen seiner Vorgänger, eine Vermehrung des Phosphatidgehaltes in den Nieren, in der Leber, im Gehirn, nach Verfütterung der Tiere mit einer Nahrung, die die entsprechenden Substanzen reichlich enthält, beobachtet wird. Leider hat Rewald (l. c.) keine histologischen Untersuchungen der genannten Organe unternommen und infolgedessen liegt keine Bestätigung vor, ob die Phosphatide nicht zufälligerweise in den Zellen als metaplasmatische Produkte abgelegt werden, was den physiologischen Charakter dieser Vermehrung des Phosphatidgehaltes in den Organen erklären könnte. Außerdem ist nicht bestätigt worden, ob nicht durch eine Anhäufung dieser Substanzen, welche morphologisch immer mit den Neutralfetten auftreten, degenerative Veränderungen in den untersuchten Organen vorkommen, was seit langer Zeit zufolge häufiger Untersuchungen über die experimentelle Cholesterolesterverfettung bekannt ist (Anitschkow (2), Chaladow (6)).

In bezug auf die Resorption des Lezithins könnte es theoretisch als unzerspaltetes Produkt resorbiert werden und zwar dank seiner großen Dispersionsfähigkeit. Es ist jedoch seit langer Zeit bekannt, daß das Lezithin im Darmlumen unter dem Einflusse lipolytischer Fermente in Fettsäuren, Glycerol-Phosphorsäure und Cholin hydrolysiert wird. Wie verhalten sich aber diese Hydrolyseprodukte in der Darmwand? Werden sie resorbiert und zu Lezithin resynthetisiert, oder unterliegen sie irgendwelchen Umwandlungen? Dieses Problem behandelt die vorliegende Arbeit.

In der älteren Literatur und in den neueren Handbüchern lesen wir, daß das Lezithin durch den Darm resorbiert, als solches in den Tierkörper eingeführt und zwar auf die übliche Weise wie das Fett weitertransportiert wird (Slowtzoff (23), Fraenkel (8)). Die Einwirkung verschiedener pharmakologischer Prä-

parate basiert auf der Zuführung der »Lezithine« in den Körper durch den Darm.

Die neuere Literatur weist keine Arbeiten über dieses Thema auf. Leites (11) beschäftigte sich zwar mit Versuchen über die Verfütterung von Tieren mit dem Handelslezithin, aber seine Untersuchungen beschränkten sich nur auf das Blut. Er versuchte eine spezifische Phosphatidämie hervorzurufen, um dieselbe mit dem Blutbilde nach der Fettresorption zu vergleichen. Seine theoretischen Schlüsse über das Nichtsynthetisieren des Lezithins im Darm und über die Teilnahme der Leber an der eventuellen Synthese des spezifischen Organlezithins sind rein spekulativen Charakters.

Material und Methoden.

Als Versuchstiere dienten Wasserfrösche. Eine der Hauptbedingungen bei den Experimenten war, mit einem möglichst fettfreien Darm zu arbeiten, um die Folgen der Verfütterung mit Lezithin aufweisen zu können. Die weißen Mäuse vertragen das Hungern schlecht, nach 24 Stunden gehen sie zugrunde. Der nach dieser Zeit untersuchte Darm enthält noch viel Fett im Epithel und im Zottenstroma. Der chemisch bestimmte Fettprozentatz ist ebenfalls hoch und da die Mäuse obendrein das Lezithin nicht freiwillig essen wollten, verzichtete ich auf die Verwendung von Mäusen und beschränkte mich auf Frösche.

Die Tiere wurden in einheitlichen Verhältnissen gehalten, in der Sommerzeit durchschnittlich 2—3 Wochen lang vor dem Experiment ausgehungert. Die Kontroll- und Versuchstiere wurden durch Dekapitation getötet. Nur einmal mit Lezithin gefüttert, wurden sie nach einer entsprechenden Zeitspanne in der Phase einer intensiven Resorption dekapitiert. Es ergab sich, daß die Phase der höchsten Intensität der Resorption nach 6—7 Stunden stattfand. Der ganze Darm wurde entnommen, kleine Stückchen von differenten Partien zu histologischen Zwecken fixiert, der Rest für die chemischen Untersuchungen bestimmt.

Histologische Methoden.

Die Darmstücke, verschiedenen Teilen des Organes entnommen, wurden in 10%-igem Formol während 12—24 Stunden fixiert, in Gelatin eingebettet und auf dem Gefriermikrotom in 10 μ dicke Schnitte zerlegt.

Die Methoden, welche dem mikroskopischen Nachweis von Lipiden dienen, wurden in der letzten Zeit aufs schärfste kritisiert (Lison (12, 13, 14)). Wie aus den betreffenden Arbeiten hervorgeht, sind nur die Färbungsmethoden mit Sudan III und Scharlach R vorbehaltlos zu empfehlen.

Von den mikroskopischen Nachweismethoden wählte ich zwei, da sie am besten den Verhältnissen und Zielen meiner Arbeit entsprachen: die Untersuchung in polarisiertem Lichte und die Sudan-Orange-Färbung nach Romeis (17). Die erstgenannte Methode eignet sich zum eventuellen Nachweis von anisotropen Produkten im Darms. Da das Lecithin anisotrop ist, wäre z. B. seine Auffindung im Darmepithel in dem Falle möglich, wenn es dort resynthetisiert würde. Sudan-Orange färbt die Lipide auf orange, vor der Färbung braucht man keinen Alkohol anzuwenden, was die Arbeit sehr erleichtert und eventuellen Verlusten vorbeugt. Die Färbungszeit muß man sorgfältig ermitteln, sonst entstehen durch die Überfärbung Niederschläge des Färbemittels.

Andere Methoden einer histologischen Nachweisung von Lipidklassen wurden nicht unternommen, denn jetzt könnten die früher angewandten Methoden zur Differenzierung der Neutralfette von den Lipiden der Phosphatiden- oder Cerebrosidenklasse nicht mehr angewandt werden.

Die mit Sudan-Orange gefärbten Präparate wurden mit saurem Hämalaun nachgefärbt und in *Gummi arabicum* montiert. Alle Präparate waren sehr dauerhaft und zur Untersuchung mit den stärksten Objektiven vollkommen geeignet.

Chemische Methoden.

Der Tierdarm wurde gleich nach der Entnahme der Länge nach zerschnitten und in fließendem Wasser ausgespült. Auf Grund entsprechender Kontrollversuche überzeugte ich mich, daß es auf diese Weise gelingt, den Überschuß des unresorbierten Lecithins aus dem Organ zu verdrängen. Die chemische Ausführung habe ich in einer methodischen Arbeit, die gleichzeitig von mir publiziert wird, genau beschrieben (Ackermann 1). Ich erwähne dort die Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Gesamtcholesterols. Ich bin aber der Ansicht, daß die Widersprüche bei den Bestimmungen des Gesamt- und freien Cholesterols keine größeren Differenzen verursachen sollten. Der Prozentgehalt des gebunde-

nen Cholesterols war immer sehr gering, bisweilen war dieses überhaupt nicht vorhanden. Es müßte ein besonderer Zufall sein, daß im Falle einer bemerkenswerten Vergrößerung des Neutralfettgehaltes eine größere Menge von gebundenem Cholesterol vorkommen sollte. Die Kontrollbestimmungen weisen eine große Übereinstimmung zwischen dem Gehalt an Neutralfetten und mit eventuellen Cholesterolestern auf, was die frühere Voraussetzung zu bestätigen scheint.

Experimente.

Die Wasserfrösche des bestimmten Geschlechtes wurden mit reinem Lezithin gefüttert. Ca 0.5 g der Substanz, mit Wasser rasch emulsiert, wurde mit einer Pipette in den Magen des Tieres eingeführt. Vom Augenblick der Probeentnahme aus dem Vakuum-Exsiccator bis zur Einführung in den Magen des Frosches vergingen meistens einige Minuten. In der früher erwähnten Arbeit (Ackermann l. c.) sind die Resultate der Bestimmungen des Lezithingehaltes angegeben, das im Vakuum-Exsiccator 3—10 Tage lang nach der Herstellung bzw. Reinigung des Präparates gehalten wurde. Die Tiere wurden mit diesem einige Tage in Vacuo gehaltenen Lezithin, sowie mit dem vor dem Versuch unmittelbar gereinigten, gefüttert. Die Resultate wiesen keinerlei Unterschiede auf.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle I zusammengefaßt. Was den Gehalt der Lipide bei den Kontrollfröschen anbelangt, weisen die Bestimmungen der Phosphatide und des Cholesterols große Differenzen, dem Geschlecht entsprechend, auf, die Ergebnisse für Neutralfette (mit eventuellen Cholesterolestern) sind dagegen bei Weibchen und Männchen fast identisch.

Durch weiteres Hungern wird der Phosphatidgehalt und der oben erwähnte Prozentsatz der Neutralfette nicht mehr beeinflußt.

Die Veränderlichkeit des Cholesterolgehaltes bestätigt die Literatur. Das Cholesterol unterliegt ganz besonders großen Schwankungen im Darmlumen, denn jetzt wird der letztere für ein das Cholesterol resorbierendes und exkretierendes Hauptorgan gehalten (Sperry (22), Frölicher und Süllmann (9)). Die Ergebnisse der Versuche an den mit Lezithin gefütterten Tieren bestätigen, daß die analytischen Bestimmungen im Verhältnisse zu den Kontrolltieren eine bedeutend größere Menge an Neutralfetten im

TABELLE I.

K o n t r o l l t i e r e							
Nr.	Ge- schlecht	% Phos- phat.	% Cholesterol		% Neutral- fett	Bemerkungen: Histologische Ergebn.	Monate
			frei	-ester			
1.	♂	0·36	0·67	—	0·12	sehr wenig Fett	Juli
2.	♂	0·31	0·44	—	0·10	„ „ „	„
3.	♂	0·76	0·32	—	0·12	„ „ „	November
4.	♂	0·32	0·49	—	0·11	„ „ „	Juni
5.	♂	0·16	0·43	—	0·09	„ „ „	„
6.	Mittel- wert	0·33	0·46	—	0·11		
7.	♀	0·60	0·53	0·09	0·01	gar kein Fett	Juli
8.	♀	0·79	0·35	—	0·13	sehr wenig Fett	Mai
9.	Mittel- wert	0·69	0·44	—	wie oben		
V e r s u c h s t i e r e							
1.	♂	0·39	0·24	—	0·65	sehr viel Fett	Juli
2.	♂	0·26	0·03	0·20	0·47	„ „ „	„
3.	♂	0·87	0·27	—	0·45	„ „ „	Mai
4.	♂	—	0·60	—	0·40	„ „ „	Juni
5.	Mittel- wert	0·33	0·26	—	0·54		
6.	♀	0·65	0·26	0·08	0·25	„ „ „	Mai
7.	♀	0·74	0·32	—	0·17	weniger Fett	„
8.	♀	0·83	0·17	0·03	0·09	„ „	„
9.	♀	0·91	0·24	—	0·21	viel Fett	„
10.	♀	0·69	0·24	—	0·18	„ „	November
11.	♀	0·90	0·16	—	0·27	sehr viel Fett	„
12.	♀	0·52	0·22	—	0·31	„ „ „	„
13.	♀	0·95	0·29	—	0·16	„ „ „	„
14.	Mittel- wert	0·75	0·21	0·05	0·23		

Darme aufweisen. Der Gehalt an Phosphatiden bleibt in denselben Verhältnissen fast unverändert derselbe.

Die Beschreibung der histologischen Präparate.

Der Zweck meiner Versuche war, morphologische Veränderungen im Darm, vor allem im Darmepithel, der mit reinem Lezithin gefütterten Tiere zu verfolgen. Wenn die Lezithinsynthese im Darmepithel stattfände, könnte man dort sein Auftreten in der Gestalt eines metaplasmatischen Produktes erwarten. Im entgegengesetzten Falle könnten eventuell seine Stoffwechselprodukte in den resorbierenden Zellen auftreten.

Das anatomische Bild des Dünndarmes der mit Lezithin verfütterten Tiere war ganz normal, zuweilen kam dort unresorbiertes Lezithin als weiße Emulsion vor, manchmal enthielt er Biliverdin, schließlich war er zuweilen auch leer. Falls Schmarotzer vorkamen, wurde das Material weggeworfen.

Die Präparate aus dem Dünndarm der Kontrolltiere enthielten größtenteils nur Fettspuren. Die mit Sudan-Orange rot gefärbten Fetttropfen erschienen über den Kernen der Epithelzellen und öfters in ihren basalen Teilen. Das letztere ist um so mehr charakteristisch, da diese Lage der Lipide gerade den sog. Blutpolen der Zylinderzellen entspricht (Cham py (7)). Diese Fette könnten also für Zellexkrete angesehen werden. Ein solcher Befund stimmt sehr gut mit den Ergebnissen der neuesten Arbeiten von Sperry (l. c.) überein, welcher in einer Reihe von experimentellen Arbeiten bestätigte, daß der Kot der Tiere immer eine kleine aber stabile Menge von Lipiden enthält, welche entschieden nicht von der Galle stammen, sich in solchen Kotbestandteilen wie Bakterien und desquamierte Epithelien befinden und gewiß Resorptions- resp. Adsorptionsprodukte der durch den Darm exkretierten Lipidsubstanzen bilden.

Die Untersuchungen im Polarisationsmikroskope ergaben negative Resultate.

Die Präparate aus dem Darm der mit Lezithin gefütterten Tiere hatten ein charakteristisches Aussehen. Die Darmepithelzellen waren größtenteils mit orange-roten Kugeln überfüllt. Dem Darmabschnitte entsprechend waren die Kugeln größer oder kleiner, der Resorptionsphase entsprechend waren sie im oberen oder

unteren Teile der Zelle sichtbar, füllten die Zelle ganz aus, oder befanden sich außerhalb derselben.

Am wenigsten Fett tritt in dem ersten Abschnitte des Dünndarmes zum Vorschein, in den weiteren gibt es dessen immer mehr. Die hohen und schlanken Zellen des Froschdarmepithels weisen einen distinkten Kutikularsaum auf, welcher ebenso, wie der subbasale Raum des Protoplasmas, kein Fett enthält (Taf. 8, Abb. 2). Der obere Teil der Zelle, über dem Kern, ist mit orange-roten Kugeln dicht angefüllt, welche je näher dem Kerne desto deutlicher an Größe zunehmen (Taf. 8, Abb. 2). Die in Rede stehenden Kugeln erscheinen aber auch in den basalen Teilen der Zellen (Taf. 8, Abb. 3 und 4), unter den letzteren, in den Spalten des Bindegewebes der Mucosa, Submucosa und Subserosa und auch in den Blutgefäßen in Form einer feinen rötlichen Emulsion.

Das oben dargestellte Bild ändert sich im Material eines 4 Stunden nach der Verfütterung dekapitierten Frosches insofern, daß die jetzt erscheinenden Kugeln in Form mehr dispersierter Elemente vorkommen. Sie sind kleiner, keine Anhäufungen sind sichtbar, sie liegen eher zerstreut in den Epithelzellen in Körnchengestalt von einheitlicher Stärke.

Im Darmepithel erscheint also eine Substanz, welche in den Kontrollpräparaten nicht vorhanden ist. Ihr Auftreten ist gewiß das Resultat der Resorption, welche in folgende drei Phasen zu fassen ist: Die erste Phase repräsentieren Epithelzellen mit einem mit orange-roten Kugeln ausgefüllten oberen Teile des Protoplasmas. Der oberste Teil der Zelle bleibt frei, die Kugeln diverser Größe bleiben über dem Kern, die Base der Zelle weist nur wenige Kugeln auf (Abb. 2).

Die zweite Phase charakterisiert die mit Kugeln angefüllte Zelle. Nur der Kern und der Kutikularsaum bleiben frei (Taf. 8, Abb. 3).

Wie aus Abb. 4 auf Tafel 8 ersichtlich ist, wird die dritte Phase durch den freien, oberen Teil der Zelle kenntlich, während in dem basalen Teil die Kugeln noch genau sichtbar sind.

Die oben dargestellten Bilder stimmen vollkommen mit den Angaben über das Verhalten der Zylinderzelle während der Fettresorption, bzw. mit den Beobachtungen von Champy (l. c.) überein.

Die Lipidnatur der resorbierten Substanz läßt sich um so leichter feststellen, da sie sich mit Sudan-Orange elektiv färbt.

Übrigens ist die Bedeutung der Fettfärbung durch Sudan III und Scharlach R nie in Frage gestellt worden. Im Gegenteil, kritische Untersuchungen der letzten Zeit, welche fast allen morphologischen Fettfärbungsmethoden jeden chemischen Wert abgesprochen haben, schreiben der Färbung mit Sudan und Scharlach die Bedeutung einer mikrochemischen Methode zu (Lison l. c.). Die genannte Methode erlaubt aber nur die Feststellung, daß eine Substanz der Lipidengruppe im weitesten Sinne angehört. Welche Lipidklasse repräsentiert wird, läßt sich auf diesem Wege nicht bestimmen. Bis zu einem gewissen Grade kann man sich des Polarisationsmikroskopes bedienen. In den beschriebenen Versuchsfällen sind im Darmepithel und in den Bindegewebespalten keine anisotropen Substanzen gefunden worden. Obwohl nach modernen Kritikern ein negativer Befund einen relativen Wert besitzt (Lison l. c.), halte ich es doch für unwahrscheinlich, daß während der verschiedenen Versuche und Verhaltungsmaßregeln, wie z. B. Untersuchungen in differenten Einschlußmitteln (Gummi, Glycerol, Wasser) und variabler Temperatur keine Anisotropie erschiene, falls selbstverständlich in der Darmwand das Lezithin vorhanden wäre. Dem oben Gesagten zufolge scheinen die orange-roten Kugeln Neutralfette zu sein.

Diskussion.

Wird ein Tier mit 99⁰/₀-igem Lezithin gefüttert, erscheint im Darmepithel massenhaft eine Substanz, welche das mikroskopische Bild von Neutralfetten ergibt. Dieselben konnten nur aus der Synthese der Fettsäuren entstehen, welche ihrerseits von dem durch die Fermente zerspalteten Lezithin stammen. Die Resorption des Lezithins als eines solchen ist unwahrscheinlich auch deswegen, weil es im ganzen Darmepithel nicht vorkommt, selbstverständlich in Gestalt eines metaplastischen, anisotropen Produktes.

Die morphologischen Untersuchungen sind jedoch einseitig. Unter dem Mikroskop läßt sich nicht nachzuweisen, daß das dort sichtbare »Neutralfett« das Lezithin nicht als Beimengung enthält, wobei doch bekannt ist, daß die Lipide regelmäßig als Mischungen im Tierkörper vorkommen.

Parallel durchgeführte chemisch-analytische Untersuchungen ergeben, daß die Analysen des Darmes in der Periode der Lezi-

thinresorption eine bedeutend vergrößerte Menge von Neutralfetten und eine minimale an Phosphatiden aufweisen. Die minimale, in den Mittelwerten sogar nicht darstellbare Vergrößerung der Phosphatidenmenge ist der Steigerung des Phosphatidenlevels im Blute zuzuschreiben, die jeden Resorptionsprozeß der Lipide begleitet (Bloor (4), Verzár und Laszt (26), Süllmann und Willbrandt (25), Sinclair (18), Leites (11)).

In der neuesten biochemischen Literatur wird berichtet, daß die Fettresorption in der Darmmucosa mittels der Phosphatide zustande kommt (Bloor l. c., Sinclair l. c., Süllmann und Willbrandt l. c., Verzár und Laszt l. c.).

Einige Autoren erkennen in der Darmschleimhaut ein spezifisches Phosphatid, welches Sinclair (l. c.) den Mitochondrien gleichstellt. Die physiologische Rolle desselben beruht auf seiner Fähigkeit wasserunlösliche Fettsäuren in eine transportfähige Form überzuführen. Verzár und Laszt (l. c.) bestätigen: »daß alles Fett, das resorbiert wird, durch ein Phosphorylierungsstadium geht« und halten ihren Befund als identisch mit den Ansichten Sinclair's. Nach Süllmann und Willbrandt (l. c.) ist dieses Phosphatid ein Produkt der Darmsynthese und verläßt dieses Organ, um in den *Chylus intestinalis* zu dringen.

Meine Ergebnisse stimmen mit den Ansichten Sinclair's überein, welcher angibt, daß die Phosphatidenmenge in der Darmschleimhaut während der Fettresorption nicht variiert.

Wie aus Tabelle I ersichtlich ist, ist der prozentige Gehalt der Phosphatide im Darm der ausgehungerten und der mit Lezithin gefütterten Tiere fast identisch.

Die von mir festgestellten Tatsachen scheinen mikroskopische Beobachtungen und Ergebnisse auf chemischem Wege zu bestätigen, wenn es sich um den Prozeß der Lezithinresorption handelt. Und zwar wird das durch den Verdauungstrakt in den Körper kommende Lezithin in der Darmwand nicht resynthetisiert. Es entstehen daraus Neutralfette, welche wahrscheinlich als Depotfett abgelagert werden.

Es steht nun die Frage offen, ob die Resorption der Fettsäuren des Lezithins, von denen wenigstens eine hoch ungesättigt ist, nicht eine eigenartige Bedeutung hat und zwar in dem Sinne, daß der Tierkörper eine Tendenz aufweist, ungesättigte Fettsäuren aufzunehmen und aufzuspeichern (Sinclair). Vielleicht sollen die

resorbierten Lezithinfettsäuren nicht nur zum Ablagern des Depotfettes, sondern auch zum Aufbau des Organfettes dienen. Es ist aber verfrüht darüber jetzt schon zu sprechen, da die physiologische Chemie bisher noch nicht ihr letztes Wort über die Bedeutung der ungesättigten Fettsäuren im Tierkörper gesprochen hat.

Das Lezithin ist eine allzu spezifische Substanz für den gegebenen Organismus, auf daß es resorbiert und als solches zu Abbauzwecken verwendet werde. Wenn man die Tatsache berücksichtigt, daß die Lezithine in zwei Organen desselben Tieres einen differenten chemischen Aufbau aufweisen, läßt sich leicht erkennen, daß ein durch den Verdauungstrakt zerspaltetes Lezithin keineswegs im Darm resynthetisiert werden kann, so wie dort auch keine Eiweißkörper aus den resorbierten Aminosäuren synthetisiert werden. Weitere Untersuchungen, welche im Gange sind, werden vielleicht die erwünschten Aufklärungen bringen, ob resorbierte Fettsäuren in irgendeinem Organe in spezifisches Phosphatid umgewandelt werden können.

Außer dem oben Gesagten ist aus Tabelle I ersichtlich, daß der mittelmäßige Gehalt an Neutralfetten im Darm der Versuchstiere zwei- und mehrmal größer bei den Männchen als bei den Weibchen ist. Nachdem ich diesen Befund bemerkt hatte, führte ich absichtlich mehrere Versuche an Weibchen durch. Diese Differenz kann durch die Tätigkeit der Darmepithelzellen erklärt werden, welche verschiedenen Einflüssen unterliegen können. Vielleicht geht der Fetttransport bei den Weibchen rascher vor sich als bei den Männchen.

Zusammenfassung.

1) Im Darne des Frosches erscheinen nach der Verfütterung mit reinem Lezithin (99%-iger Gehalt) Neutralfette, die in großen Anhäufungen vor allem im Darmepithel auftreten.

2) Die Lage der genannten Fette in den Zylinderzellen des Darmepithels weist auf einen typischen Prozeß einer intensiven Resorption hin.

3) Das Lezithin wird überhaupt nicht einmal durch den Darm in Form des ungespalteten Produktes aufgenommen, auch wird es im Organ nicht aus seinen Spaltungsprodukten resynthetisiert. Aus seinen Fettsäuren entstehen die Neutralfette.

4) In der Resorptionsperiode kommt es nicht zur Erhöhung des Phosphatidprozentages in der Darmwand.

Aus dem Institut für physiologische Chemie, Vorstand: Prof. Dr. L. Marchlewski, und dem histologischen Institut der Jagellonischen Universität in Kraków, Vorstand: Prof. Dr. S. Maziański.

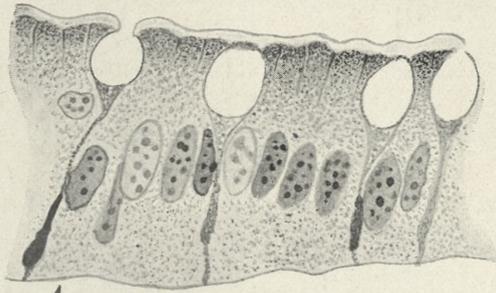
Erklärung der Abbildungen auf Tafel 8.

Alle Präparate sind mit Sudan-Orange gefärbte und mit Hämalaun nachgefärbte Gefrierschnitte des Wasserfroschdarmes.

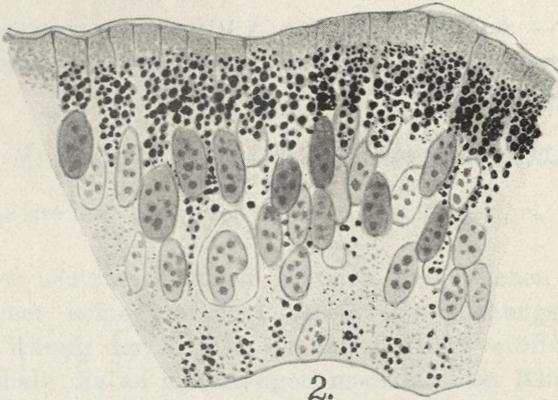
1. Kontrolltier ♂, im Darmepithel sind keine Fette sichtbar.
2. Versuchstier ♂, am Anfang des Resorptionsprozesses; der obere Teil der zylindrischen Zellen ist mit Fetttropfen gefüllt.
3. Versuchstier ♀, weiteres Resorptionsstadium; ganze Zellen weisen Fette auf.
4. Versuchstier ♀, Endphase des Resorptionsprozesses, die oberen Zellen bleiben frei, in den unteren sind noch Fette sichtbar. Zwei Wanderzellen, mit Fett gefüllt.

Literaturangabe.

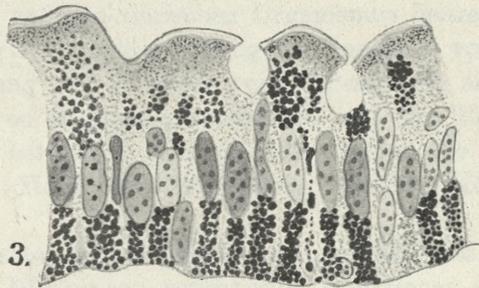
1. Ackermann J. Bull. Int. d. l'Acad. Sc. L. 1936. — 2. Anitschkow. Zieglers Beiträge Bd. 57. — 3. Bloor. Journ. of Biol. Chem. Bd. 107. — 4. Bloor. Ibidem Bd. 95. — 5. Bloor. Ibidem Bd. 82. — 6. Chalатов. Zieglers Beiträge Bd. 57. — 7. Champy. Arch. anat. micr. Bd. 13. — 8. Fraenkel zit. nach Leites. — 9. Frölicher und Süllmann. Bioch. Ztschr. Bd. 270. — 10. Katsura, Hatakeyama, Tajima. Ibidem Bd. 269. — 11. Leites. Ibidem Bd. 184. — 12. Lison. Bull. d'hist. Bd. 10. — 13. Lison. Ibidem. — 14. Lison. Ibidem Bd. 12. — 15. Rewald. Bioch. Ztschr. Bd. 202. — 16. Rewald. Ibidem Bd. 198. — 17. Romeis. Taschenbuch der mikr. Technik, 1932. — 18. Sinclair. Journ. of Biol. Chem. Bd. 82. — 19. Sinclair. Ibidem Bd. 86. — 20. Sinclair. Ibidem Bd. 88. — 21. Sinclair. Ibidem Bd. 95. — 22. Sperry. Ibidem Bd. 67, 71, 81, 85, 96. — 23. Slowtzoff. Hofmeisters Beiträge Bd. 7. — 24. Thierfelder und Klenk. Chemie der Cerebroside und Phosphatide, 1930. — 25. Süllmann und Willbrandt. Bioch. Ztschr. Bd. 270. — 26. Verzár und Laszt. Ibidem.



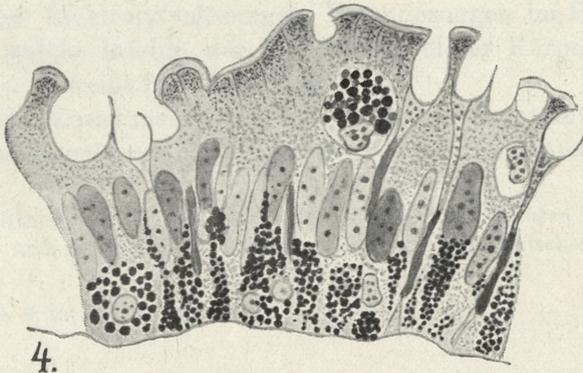
1.



2.



3.



4.

J. Ackermann del.

Wydawnictwo Literackie, Kraków, 1974

Wydawnictwo Literackie
ul. Krakowska 10
31-111 Kraków

O biologicznem działaniu t. zw. fal krótkich. — Über die biologische Wirkung der sog. Kurzwellen¹⁾.

Mémoire

de M. J. **LATKOWSKI** et M^{lle} **B. CHARŁAMPOWICZ**,

présenté le 2 mars 1936, par M. L. Marchlewski, m. t.

Trotz der heutzutage schon ziemlich ansehnlichen Literatur, wurden bisher keine umfangreicheren Untersuchungsergebnisse über die Wirkung der Kurzwellen auf das Blut veröffentlicht. Es können deshalb die an der hiesigen medizinischen Klinik durchgeführten Tierexperimente zur Deutung der allgemeinen Kurzwellenwirkung auf den tierischen Organismus beitragen. Die Untersuchung der Kurzwellenwirkung ist insofern von Bedeutung für die Erklärung der Wirkung von Wärmereizen auf den Organismus, als deren Einfluß hauptsächlich auf der Erzeugung der Wärmeenergie beruht. In diesem Falle erfolgt die Temperaturerhöhung beim Tiere, ohne Einführung fremder Körper in den Organismus.

Ich habe schon früher Gelegenheit gehabt, bei den Untersuchungen der Wirkungen parenteraler Injektionen verschiedener Substanzen, wie Eiweißkörper, Tuberkulin, Albumosen sowie hypertotonischer Elektrolytenlösungen, Veränderungen im Blute festzustellen, welche infolge der Einwirkung dieser Körper und besonders der Eiweißkörper, stattfanden.

Denn die Zusammensetzung des Blutes ist konstant und unterliegt keinen größeren Schwankungen, da sehr feine Mechanismen

¹⁾ Die Benennung der sog. Kurzwellen wurde der drahtlosen Telegraphie entnommen und ist allgemein in der physikalisch-medizinischen Literatur üblich.

die regelmäßige Zusammensetzung desselben überwachen und überdies die konstante und unveränderliche Blutzusammensetzung von einem besonderen Korrelationssystem zwischen dem Gewebe und den inneren Organen einerseits, und den innersekretorischen Drüsen anderseits abhängt. Daher kann eine Veränderung der Blutzusammensetzung Veränderungen im Organismus aufweisen, welche sowohl infolge innerer Faktoren wie auch äußerer Reize stattfinden. Die Veränderungen des Blutserums beschränken sich nicht nur auf Eiweißkörper und organische Körper, die einen regelmäßigen Bestandteil des Organismus oder ein Produkt des Stoffwechsels bilden, sondern können sogar die Zusammensetzung und die Verteilung der Elektrolyte betreffen. Die Elektrolyte befinden sich im Blute nicht nur im ionisierten Zustande und als Salze, sondern sind auch an Eiweißkörper gebunden. So befindet sich z. B. 1 Drittel des Kalziumgehaltes, d. h. 4—5 mg im Kolloidzustande, in Verbindung mit Eiweiß als komplexe Salze, fast die Hälfte des Kalziumgehaltes im Blutserum ist krystalloid aber nicht ionisiert, während kaum $\frac{1}{6}$, d. h. 2 mg positiv geladen ist. Deshalb kann die Untersuchung der Kationen- und Anionen-Verteilung ein Bild der chemischen, die Eiweißkörper selbst betreffenden Veränderungen geben.

Seit den Untersuchungen von Jaques Loeb, kennen wir schon den Einfluß der anorganischen Salze auf das Leben der Zellen. Wir wissen, daß die Elektrolyte zur regelrechten Funktion des Protoplasmas notwendig sind und daß eine Veränderung der Zusammensetzung derselben, sowohl die Zellenfunktion wie auch den Verlauf der sich in ihnen abspielenden Prozesse beeinflussen kann. Veränderungen in der Zusammensetzung der Elektrolyte finden schon unter physiologischen Umständen als Ausdruck normaler Zellentätigkeit statt. Besonders genau wurde die Kalzium- und Kalium-Jonen-Wirkung auf die Herztätigkeit und auf die Funktion des Nervensystems untersucht. Vor Jahren u. zw. im Jahre 1906 habe ich nachgewiesen, daß eine Vermehrung der Blut-Kalziumjonen die Herzsystole bedeutend steigert, während die Untersuchungen anderer Forscher den Einfluß des Kaliums auf die Herzdiastole nachgewiesen haben. Die Untersuchungen von S. G. Zondek haben auch erwiesen, daß der Zellen-Kaliumgehalt nicht nur unter normalen Verhältnissen, sondern auch durch Giftwirkung verändert wird, da die Zellgifte haupt-

sächlich auf die Kolloide einwirken und gleichzeitig die Verteilung der Elektrolyte in der Zelle ändern. Die angeführten Beispiele dienen als Beweis, daß die Protoplasmatätigkeit von dem Gehalte und der Verteilung der Elektrolyte abhängt.

Um die Wirkung der Herz'schen Wellen auf die Blutzusammensetzung festzustellen, habe ich physikalisch-chemische Blutuntersuchungen mit Frl. B. Charłampowicz durchgeführt, da die Reaktionen, welche in den Zellen und in der die Zellen umgebenden Grenzschicht stattfinden, natürlicherweise nicht unmittelbar untersucht werden könnten.

Die bisherigen Untersuchungen über den Einfluß der Kurzwellen betrafen hauptsächlich die morphologischen Blutveränderungen, wie z. B. die Zahl der weißen und roten Blutkörperchen und deren gegenseitiges Verhältnis, wie auch andere Blutbestandteile z. B. Blutzucker usw., oder auch gewisse physikalische Eigenschaften des Blutes, wie Veränderungen der Blutgerinnung, Sedimentierung der Blutkörperchen usw.

Solche Untersuchungen wurden von v. Oettingen und Schultze-Ronhoff, wie auch von Schliephake und Noeller an Kaninchen durchgeführt; außerdem hat Pflomm den Blutzuckerspiegel sowohl bei Tieren als auch bei Menschen bestimmt, nachdem er auch seine Befunde über die Veränderung der Blutreaktion bei Menschen unter der Einwirkung von Kurzwellen beschrieben hat. Auch andere Forscher haben die Veränderung des Verhältnisses des Serumeiweißes zu den Globulinen in einzelnen Fällen bei an progressiver Paralyse leidenden Kranken festgestellt (Kauders, Liebesny, Finaly).

Schliephake und Compère haben wieder die Veränderungen der Oberflächenspannung des Blutserums und der Senkung der roten Blutkörperchen beobachtet.

Andere umfangreichere Untersuchungen über das Verhalten des Blutes konnte ich in der mir zugänglichen Literatur bis jetzt nicht finden. Aus diesem Grunde können vorliegende Untersuchungen zur Erklärung der Veränderungen, die im Blute unter dem Einfluße der Kurzwellen stattfinden, beitragen, da man in diesem Falle, Schliephake zufolge, nicht nur mit einer Temperatursteigerung beim Tiere, sondern auch mit einer physikalisch-chemischen Wirkung des elektrischen Feldes zu tun hat.

Schon nachdem unsere Untersuchungen abgeschlossen waren, erschien eine Abhandlung von L. Binet, M. Laudat und Auclair, in welcher die genannten Forscher die Ergebnisse ihrer Untersuchungen an verschiedenen Blutbestandteilen bei narkotisierten Hunden angeben und behaupten, daß die Ansäuerung des Blutes die wichtigste Reaktion der Kurzwellenwirkung ist.

In vorliegender Arbeit wollte ich ein vollständiges Bild der Blutveränderungen geben und habe aus diesem Grunde den Einfluß der Kurzwellen auf die Zahl der roten Blutkörperchen, das Hämoglobin, den Eiweißgehalt, wie auch auf die Verteilung der wichtigeren Elektrolyte und einzelner Eiweißfraktionen bestimmt. Außerdem habe ich auch die Reaktion des Blutes, die Alkalireserve und die Menge des Reststickstoffes, von den Kationen vor allem die wichtigsten, wie Kalzium, Kalium, Natrium bestimmt.

Ich habe mich folgender Methode bedient: Kaninchen wurden mit einer Philippslampe von 1·5 kw. bestrahlt. Die Anodenspannung betrug bis 4.000 V., die Heizung 20 V., Wellenlänge 6·4 m. Die Tiere wurden 15—30 Minuten lang bestrahlt, um bloß eine vorübergehende Reaktion hervorzurufen und sie nicht allzusehr zu beschädigen. Es wurde das Venenblut zu verschiedenen Zeiten, d. h. vor der Bestrahlung, wie auch $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 und 24 Stunden nach der Bestrahlung untersucht. Im Blute wurde die Hämoglobinmenge, die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen, das Hämoigramm, im Bluteserum der Eiweißgehalt und die Wasserstoffionenkonzentration bestimmt. Dann wurde die Alkalireserve nach der Methode von van Slyke bestimmt. Die Refraktion des Bluteserums nach der Methode von Robertson diente zur Bestimmung des Eiweißgehaltes.

Der Bluteserum-Kalzium-Gehalt wurde nach der Methode von Kramer und Tisdall bestimmt, u. zw. wurde das Kalzium als Oxalat im Serum niedergeschlagen und dann mit Kaliumpermanganat titriert.

Nach der Methode von Kramer und Tisdall wurde auch das Kalium bestimmt; das Kalium wird hier als Komplexsalz: Kaliumnatriumhexanitrokobaltiat niedergeschlagen und der erhaltene Niederschlag mit Kaliumpermanganat titriert.

Der Blut-Chlor-Gehalt wurde mit Hilfe der Veraschungsmethode bestimmt. Nach Zusatz von Salpetersäure und Silbernitrat wurde das Serum durch Permanganat verascht. Der Perman-

ganatüberschuß wurde dann mittels Glukose reduziert und darauf der Silberüberschuß mit Rhodanammonium titriert. Als Indikator wurde Eisenammoniumalaun verwendet.

Die Wasserstoffionenkonzentration wurde mittels elektrischer Methode gemessen, wobei ein Potentiometer mit einer kombinierten Glaselektrode als positive Kalomel- und negative Chinhydronelektrode verwendet wurde. Nach Ansicht von Bayliss, Keridge und Verney ist es am bequemsten die Glaselektrode zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration zu verwenden. Mit Hilfe des verwendeten Potentiometers aus Cambridge konnte man, bei Berücksichtigung der Temperatur, das Ph unmittelbar an diesem ablesen.

Bei der Blutentnahme wurden sämtliche, in solchen Fällen nötige Vorsichtsmaßregeln beobachtet, und zwar wurden die Tiere immer auf dieselbe Weise gefüttert und in denselben Verhältnissen gehalten; das Blut wurde nüchtern in mit Paraffin gefüllte Gefäße aufgefangen und sofort nach der Entnahme untersucht.

Eiweiß, Albumine und Globuline wurden nach der refraktometrischen Methode von Robertson bestimmt. Es wurde die Refraktion 1^o des Serums und 2^o der Nichteiweißkörper gemessen. Zu einer bestimmten Serummenge wurde dasselbe Quantum einer $n_{25}^{1/25}$ Essigsäure hinzugefügt und dieselbe nach der durch Erwärmen im siedenden Wasserbade bewirkten totalen Koagulation des Eiweißes zentrifugiert und die Refraktion der klaren Flüssigkeit bestimmt. Es wurde auch der Lichtbrechungskoeffizient einer $n_{25}^{1/25}$ Essigsäure bestimmt und daraus der Lichtbrechungskoeffizient und der prozentuale Gehalt der Nichteiweißkörper berechnet. Endlich wurde die Refraktion 3^o der Albumine bestimmt, indem man zu einer gesättigten Ammosulfatlösung die gleiche Menge von Serum hinzufügte. Nachdem die Flüssigkeit zentrifugiert worden ist, wurde sie mit einem gleichen Teil Wasser vermischt und die Refraktion dieser Lösung bestimmt. Da außerdem die Refraktion der $\frac{1}{4}$ gesättigten Ammonsulfatlösung bekannt war, wurde die Refraktion und der prozentuale Gehalt der Albumine berechnet.

Aus den oben angegebenen Bestimmungen berechnete man den Lichtbrechungskoeffizienten und den prozentualen Gehalt der Globuline.

TABELLE I.

N ^o	Zeit	PH	Kalzium mg ‰	Kalium mg ‰	Chlor mg ‰	Albumin ‰	Hämoglobin ‰	Rote Blut- körperchen in Tausend.
1.	vor Bestrahlung	7.64	17.86	24.56	374.0	7.87	85	4.232
	nach Bestrahlung	7.62	16.24	23.72	384.7	7.50	72	4.200
2.	vor Bestrahlung	7.68	14.65	21.30	313.0	7.55	95	5.700
	nach Bestrahlung	7.59	14.05	25.62	330.6	7.13	75	5.600
3.	vor Bestrahlung	7.78	17.03	31.01	339.2	6.77	85	5.750
	nach Bestrahlung	7.76	15.84	37.05	346.8	6.34	80	5.750
4.	vor Bestrahlung	7.57	16.24	22.15	371.9	6.05	87	4.710
	nach Bestrahlung	7.34	15.24	22.30	378.5	5.43	80	4.560
5.	vor Bestrahlung	7.63	15.45	22.51	352.6	5.92	78	4.640
	nach Bestrahlung	7.45	16.04	21.36	363.4	5.38	60	3.900
6.	vor Bestrahlung	7.77	15.80	23.28	377.6	6.01	85	4.800
	nach Bestrahlung	7.74	15.43	27.62	389.3	5.40	70	4.300
7.	vor Bestrahlung	7.70	17.23	19.79	356.2	6.68	83	5.100
	nach Bestrahlung	7.35	16.04	24.35	356.2	6.34	70	4.500
8.	vor Bestrahlung	7.77	17.26	22.01	364.9	6.55	100	6.870
	nach Bestrahlung	7.56	16.24	19.88	403.1	5.70	80	5.200
9.	vor Bestrahlung	7.59	16.63	32.01	330.8	7.67	78	5.700
	nach Bestrahlung	7.38	14.46	39.84	359.1	6.55	72	4.600
10.	vor Bestrahlung	7.49	14.85	38.90	350.5	7.18	80	5.088
	nach Bestrahlung	7.36	16.23	38.19	378.5	6.12	70	4.000
11.	vor Bestrahlung	7.54	16.64	28.10	364.9	6.88	90	5.600
	nach Bestrahlung	7.76	19.00	24.28	364.9	6.34	80	4.800
12.	vor Bestrahlung	7.58	17.13	21.94	389.0	7.29	75	4.510
	nach Bestrahlung	7.29	16.44	23.36	410.2	6.98	62	4.392
13.	vor Bestrahlung	7.68	16.63	21.51	389.0	6.40	70	4.992
	nach Bestrahlung	7.33	19.01	20.06	411.5	6.14	70	5.100
14.	vor Bestrahlung	7.41	16.44	25.60	383.4	6.47	75	4.120
	nach Bestrahlung	7.33	15.25	30.39	393.1	5.72	65	4.300
15.	vor Bestrahlung	7.68	17.23	27.55	381.9	6.55	80	5.150
	nach Bestrahlung	7.38	16.44	30.74	395.9	6.10	75	5.320
16.	vor Bestrahlung	7.49	17.23	26.91	378.5	6.51	65	4.232
	nach Bestrahlung	7.42	16.24	29.32	403.1	5.90	67	4.660
17.	vor Bestrahlung		16.64	24.16	361.9	6.76	68	4.250
	nach Bestrahlung		17.42	23.68	362.4	6.92	64	3.920

Die Albumine und Globuline wurden zur Kontrolle mehrfach nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. Der Globulinstickstoff wurde bestimmt, indem man die Globuline mittels einer gesättigten Magnesiumsulfatlösung zum Niederschlag brachte und dann versachte. Man berechnete den Albuminstickstoff durch Abzug des Rest- und Globulinstickstoffes vom allgemeinen Stickstoffe, und durch Umrechnung des Albumineiweißwertes in prozentualen Albumingehalt.

Die Methode der Reststickstoffbestimmung nach Kjeldahl gab mit derjenigen von Robertson übereinstimmende Werte, nahm aber größere Serummengen in Anspruch, was bei den Untersu-

TABELLE II.

N ^o	Zeit	PH	Kalzium mg %	Kalium mg %	Albumin %	Globulin %	Eiweiß %	Nicht Eiweiß- körper %	Hämoglobin %	Rote Blut- körperchen in Tausenden
1.	vor nach Bestrahlung	7.68	14.86	25.25	5.00	0.97	5.97	1.29	66	6.430
		7.66	14.46	29.47	4.20	1.48	5.68	1.35	65	6.000
2.	vor nach Bestrahlung nach	7.70	15.45	24.05	5.99	1.76	7.75	1.25	80	6.040
		7.71	16.05	23.74	6.21	0.80	7.01	0.89	77	5.784
		7.64	16.06	23.03	6.27	0.34	6.61	0.89	77	5.820
3.	vor nach Bestrahlung	7.69	16.63	27.41	5.65	1.59	7.24	1.45	78	5.672
		7.65	15.45	27.76	6.03	1.13	7.16	1.40	68	5.125
4.	vor nach Bestrahlung	7.64	14.44	22.93	3.50	2.95	6.45	1.59	65	4.880
		7.55	14.44	22.08	3.71	2.73	6.44	1.69	65	4.670
5.	vor nach Bestrahlung	7.69	14.85	20.66	4.00	2.87	6.87	1.68	80	5.840
		7.62	15.25	20.59	4.17	2.18	6.35	1.53	75	5.280
6.	vor nach Bestrahlung	7.68	15.64	27.19	5.11	2.05	7.16	1.88	80	6.520
		7.64	16.63	24.00	5.96	1.17	7.13	1.83	76	4.944
7.	vor nach Bestrahlung	7.63	15.32	25.99	6.24	1.44	7.68	1.34		
		7.58	14.33	25.26	6.33	0.77	7.10	1.44		
8.	vor nach Bestrahlung	7.70	15.46	27.76	5.09	1.48	6.57	1.62		
		7.68	14.04	29.25	5.64	0.89	6.53	1.49		
9.	vor nach Bestrahlung	7.65	14.65	25.48	5.29	1.75	7.04	1.72		
		7.57	16.05	24.24	5.29	1.24	6.53	1.82		
10.	vor nach Bestrahlung	7.59	14.08	21.66	5.36	1.89	7.25	1.67		
		7.67	13.20	27.05	5.90	1.24	7.14	1.62		
11.	vor nach Bestrahlung	7.67	18.42	25.80	4.42	2.30	6.72	1.68		
		7.60	18.80	25.57	5.56	1.53	7.09	1.77		

TABELLE III.

N ^o	Zeit	PH	Eiweiß %	Albumin %	Globulin %	Nicht Eiweiß- körper %	Reststick- stoff mg %	
1.	vor	Bestrahlung	7.67	7.17	5.48	1.69		
	nach		7.59	7.55	5.45	2.10	1.68 1.92	
2.	vor	Bestrahlung	7.75	7.35	5.37	1.98	1.48	30.24
	nach		7.67	7.13	5.53	1.60	1.48	30.24
3.	vor	Bestrahlung	7.69	6.80	4.83	1.97	1.44	
	nach		7.63	6.42	4.31	2.11	1.48	
4.	vor	Bestrahlung	7.69	6.91	4.96	1.95	1.59	32.36
	nach		7.65	6.40	5.28	1.12	1.59	32.32
5.	vor	Bestrahlung	7.68	6.91	5.07	1.84	1.54	22.4
	nach		7.55	6.59	5.86	0.73	1.49	22.4
6.	vor	Bestrahlung	7.72	6.74	4.60	2.14	1.63	41.44
	nach		7.61	6.64	4.87	1.77	1.50	40.88
7.	vor	Bestrahlung	7.70	7.38	5.62	1.76	1.49	25.76
	nach		7.72	7.53	6.64	0.89	1.87	25.20
8.	vor	Bestrahlung	7.71	6.47	5.12	1.35	1.70	31.04
	nach		7.69	6.44	5.32	1.12	1.64	31.84
9.	vor	Bestrahlung	7.67	7.08	5.51	1.57	1.59	32.92
	nach		7.64	7.00	6.29	0.71	1.54	33.04
10.	vor	Bestrahlung	7.70	6.71	5.49	1.22	1.61	38.68
	nach		7.61	7.27	6.53	0.74	1.61	37.56
11.	vor	Bestrahlung	7.67	6.24	4.13	2.11	1.87	30.24
	nach		7.63	5.92	4.38	1.54	1.77	30.80
12.	vor	Bestrahlung	7.71	6.32	4.62	1.70	1.64	32.48
	nach		7.64	7.09	6.53	0.56	1.54	31.36
13.	vor	Bestrahlung	7.67	6.98	5.00	1.98	1.82	33.60
	nach		7.64	6.45	5.55	0.90	1.64	33.04

chungen über die Blutveränderungen bei Kaninchen in Betracht gezogen werden mußte. Aus diesem Grunde wandten wir bei den meisten unserer weiteren Untersuchungen die Robertson'sche Methode an.

Vor und nach der Bestrahlung der Tiere wurde die Temperatur gemessen, wobei ständig eine Temperatursteigerung von 1—2^o vorkam.

Die Zahlen, welche auf den Tabellen angegeben sind, stellen den Durchschnittswert von zwei gleichzeitig ausgeführten Messungen jedes einzelnen Blutbestandteiles dar.

Um ein möglichst genaues Bild der Blutveränderungen zu bekommen und das gegenseitige Verhältnis dieser Veränderungen berücksichtigen zu können, wurden gleichzeitig sämtliche Bestimmungen einzelner Blutelemente ausgeführt.

Außerdem wurden zur Kontrolle in einer Reihe von Fällen einzelne Bestandteile gesondert untersucht, was auf den Tabellen nicht angegeben wurde, da wir wegen Mangels an Kaninchenserum nicht immer imstande waren sämtliche Bestimmungen durchzuführen. So wurde neben Chlor nachträglich der Blut-Natrium-Gehalt bestimmt. Bei einer größeren Anzahl von Untersuchungen hat man sich mit der Bestimmung von Chlor allein begnügt und da das Chlor in Serum fast total mit Natrium verbunden ist, konnte man aus seiner Bestimmung auf den Natrium-Gehalt schließen.

Wie aus den erwähnten Tabellen ersichtlich ist, trat in den ersten Stunden nach der Bestrahlung eine Blutverdünnung ein, die besonders in den ersten Stunden bemerkbar ist. Diese Blutverdünnung konnte man sowohl durch Bestimmung der Hämoglobinmenge, des Serum-Eiweiß-Gehaltes wie auch durch die Zahl der roten Blutkörperchen feststellen. Nach 3 bis 4 Stunden trat schon eine langsame Bluteindickung ein. Diese Blutverdünnung bei den Tieren kann als Abwehrmittel des Organismus gedeutet werden, infolge welcher ein Übertritt der Gewebsflüssigkeit ins Blut stattfindet. Wie aus unseren Bestimmungen hervorgeht, wird diese Deutung durch die Steigerung des Chlor- und Natrium-Gehaltes im Serum, bei gleichzeitiger Senkung des Hämoglobins und des Eiweißgehaltes bestärkt, obwohl die Steigerung des Blut-Chlor-Gehaltes auch von der Veränderung der roten Blutkörperchen selbst herrühren kann. Aus den Bestimmungen des Kalzium- und Kalium-Gehaltes geht ferner hervor, daß sich auch das gegenseitige Verhältnis dieser antagonistischen Ionen verändert. Nur in einzelnen Fällen stieg der Kalziumgehalt gleich in den ersten 15—30 Minuten nach der Bestrahlung; in den späteren Zeitabständen von 1—4 Stunden konnte man jedoch eine deutliche Senkung (bis 1.64 mg %) des Kalziumgehaltes feststellen. Diese Senkung tritt 2—4 Stunden nach der Bestrahlung auf und besteht

noch 4, ja sogar 6 Stunden lang. Der Kalium- und Natrium-Gehalt nimmt dagegen, im Gegensatz zur Senkung des Kalzium-Spiegels, gewöhnlich zu.

Diese Untersuchungen beweisen also, daß eine Veränderung des Verhältnisses der Kalziumionen- zur Kaliumionenmenge stattfindet, da Kalzium- und Kalium-Bestandteile des Protoplasmas sind, was nicht ohne Einfluß auf den Zustand der Eiweißkörper sein kann.

Nach der Bestimmung des Kalzium-, Kalium- und Natrium-Gehaltes, wurde vor und nach der Bestrahlung die Wasserstoffionenkonzentration untersucht. Diese Untersuchungen ergaben eine Steigerung der Wasserstoffionen in den ersten Stunden nach der Bestrahlung, d. h. eine Verschiebung der Serumreaktion wenige Fälle ausgenommen nach der saueren Richtung. Diese Ansäuerung steigt gewöhnlich in der ersten 4 Stunden; sie ist nach 4 Stunden größer als nach zwei Stunden und zeigt bedeutende, bis zu einem Unterschiede von 0.65 reichende Schwankungen.

Außerdem wurde auch die Alkalireserve, nach der Methode von van Slyke, vor und nach der Bestrahlung bestimmt. Auch da wurde schon in den ersten 20—30 Minuten, besonders aber nach $1\frac{1}{2}$ bis 4 Stunden eine Verminderung der Alkalireserve beobachtet, wie man aus der Senkung der Blutserum- CO_2 -Spannung schließen konnte.

Die Azidose wurde also direkt, durch Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration und außerdem mittels Bestimmung der Alkalireserve nachgewiesen. Die Alkalireserve sinkt oft schon nach 20 Minuten, gewöhnlich aber erst später. Nach anderthalb Stunden vergrößert sich manchmal die Senkung bis zu $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen CO_2 -Gehaltes. Nach Verlauf von 3 Stunden kann man gewöhnlich nach der soeben beschriebenen Senkung eine dauernde Steigerung der Alkalireserve beobachten; später ist diese Steigerung größer, da der Zuwachs nach 24 Stunden manchmal 50% des ursprünglichen CO_2 -Volumens beträgt. Diese Veränderung der Serumreaktion ins Alkalische dauert schon länger, erreicht ihren Gipfel nach 24 Stunden, nicht selten aber geht sie in eine dauernde Alkalose über, welche einige Tage, manchmal sogar 2—3 Wochen dauern kann. Bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration stellten wir auch eine konstante Ph-Verschiebung in die alkalische Richtung fest, welche 24 Stunden nach

der Bestrahlung sichtbar wurde, was eine Verminderung der Wasserstoffionenkonzentration bedeutete.

Beachtenswert ist, daß Haagard keine Veränderung der Alkalireserve nach warmen Bädern bei Menschen nachweisen konnte, während Kroetz im Gegenteil gerade eine Alkalose ohne vorangehende Azidose festgestellt hat.

Die in unseren Untersuchungen nachgewiesene Ansäuerung des Blutserums, welche nach Kurzwellenbestrahlung bei Tieren auftritt, muß hervorgehoben werden. Diese Veränderungen haben wir bei fast allen Untersuchungen festgestellt und halten sie für ein ganz charakteristisches Merkmal, welches unter dem Einfluß der Kurzwellen in den ersten Stunden zutage tritt. Wenn wir in Erwägung ziehen, daß der Organismus ständig eine konstante Wasserstoffionenkonzentration behält und daß eine ganze Reihe von Puffern zur Erhaltung des Säure-Alkali-Gleichgewichtes dient, so deutet die Verschiebung der Blutreaktion nach der saueren Seite auf eine beträchtliche Gleichgewichtsstörung des Organismus hin.

Untersuchungen an Menschen, welche ich durchzuführen beabsichtige, werden dieses Problem besser beleuchten.

Wenn man die Entstehung der Azidose erklären will, so muß man bedenken, daß eine ganze Reihe von Faktoren in diesem Falle die Blutreaktion beeinflussen kann, u. zw. eine Steigerung der Blutserum-Chlor-Ionen, eine Senkung des Blut-Kalzium-Gehaltes (wahrscheinlich des ionisierten Kalziums), und eine Steigerung der Fraktion des Serumeiweißes im Blutserum, welches saurer als die Globuline reagiert.

Die Untersuchung und Bestimmung einzelner Eiweißkörperfraktionen weist eine Veränderung des Verhältnisses zwischen Serumeiweiß und Globulinen auf, u. zw. eine Steigerung des Serumeiweißgehaltes und eine Verminderung der Globuline. Der Eiweißgehalt verändert sich im Serum in der ersten Wirkungsperiode, d. h. bei der Blutverdünnung, und in dieser Phase steigt auch der Albumingehalt. Diese Schwankungen verschiedener Eiweißkörperfraktionen können Veränderungen in den Eiweißkörpern selbst aufweisen, worauf man auch aus der nachgewiesenen Veränderung des Verhältnisses zwischen Anionen und Kationen schließen kann.

Ähnliche Albuminanteil-Steigerungen wurden bei gesunden, mit Roentgenstrahlen behandelten Menschen von Wichels und

Behrens beobachtet; bei allergischen Menschen dagegen wurden Globulinanteil-Steigerungen festgestellt.

Um zu beweisen, daß die saure Reaktion nicht durch Eiweißzerfall bedingt ist, haben wir, wie oben erwähnt, eine Reihe von Reststickstoffbestimmungen vor und nach der Bestrahlung durchgeführt. Aus diesen Untersuchungen konnte man, wie aus Tabelle IV hervorgeht (geringe Ausnahmen abgesehen), keine Reststickstoffvermehrung feststellen, was mich zur Annahme berechtigt, daß hier kein nennenswerter Eiweißzerfall stattfindet, dessen Produkte das Blutserum ansäuern könnten. Wir weisen hier gleichzeitig auf die von Bernhard festgestellte Analogie, daß die Stickstoffausscheidung bei gesunden Menschen auch nach Roentgenbestrahlung nicht steigt.

All diese Veränderungen beweisen, daß das Gleichgewicht der Mineralionen im Blutserum eine Störung erleidet, was die Erregbarkeit der nervösen Zentren und besonders des Atemzentrums beeinflussen kann. Die Zellen dieses Zentrums sind nämlich gegen Veränderungen des Blutes, welches das Atemzentrum ernährt, sehr empfindlich; die Veränderungen in der Mineralzusammensetzung des Blutes können wieder eine Kolloidveränderung des Protoplasmas der Nervenzentrenzellen und eine Veränderung der Durchlässigkeit ihrer Grenzschichten bewirken. Infolge dieser Veränderungen kann sich auch die atemregulierende Funktion der Wasserstoffionenkonzentration verändern. Das Zentrum wird nämlich gegen sie empfindlicher und eine geringe Vermehrung der Wasserstoffionen wirkt schon als Atemreiz. So kommt es infolge Veränderungen der Blutzusammensetzung zu einer Funktionsveränderung der Zellen des Atemzentrums, welche durch seine Tätigkeitssteigerung und Hyperventilation schließlich zur Alkalose führt. Hasselbach hat nämlich nachgewiesen, daß Veränderungen in der Blutzusammensetzung, infolge der Erhöhung der Erregbarkeit des Atemzentrums, eine Funktionsveränderung dieses Zentrums bewirken, welche ihrerseits von dem Gleichgewicht bestimmter Ionen im Blute, wie dies Untersuchungen von Kl. Gollwitzer-Mayer beweisen, abhängig sind.

Wie ich nachgewiesen habe, können beide Faktoren bei den Kurzwellenbestrahlungen zusammenwirken, und deshalb kann die von uns experimentell nachgewiesene anhaltende Alkalose mit

TABELLE IV.

N°	Alkalireserve = Vol. % CO ₂						N°	pH			
	vor der Bestrahlung	nach		nach	nach			vor der Bestrahlung	nach		nach
1.	54·55	1H30			24H	55·55		1H30		24H	
			48·74					7·33		7·67	
2.	53·65	1H30			24H	56·50	7·49	1H30		24H	
			52·60					7·40		7·50	
3.	52·60	1H30			24H	62·30	7·53	1H30		24H	
			46·80					7·48		7·69	
4.	48·80	1H30					7·40	1H30			
			54·60					7·43			
5.	45·0	45'					7·43	45'			
			58·45					7·54			
6.	55·5	30'			24H	55·5	7·56	30'		24H	
			52·6					7·51		7·68	
7.	57·4	20'			24H	60·3	7·78	20'		24H	
			55·5					7·20		7·71	
8.	49·90	1H30		3H30	24H	54·07	20. 7·46	4H		24H	
			49·90					7·35		7·54	
9.	46·00	1H30		3H			21. 7·61	4H		24H	
			53·70					7·55		7·85	
10.	57·50	1H30			24H	64·30	22. 7·77	4H		24H	
			40·40					7·59		7·79	
11.	53·70	1H30			24H	55·60	23. 7·69	4H		24H	
			47·90					7·65		7·71	
12.	46·95	2H		3H30	24H	56·60					
			50·80								
13.	48·80	1H30			24H	49·80					
			47·80								
14.	38·00	3H									
			36·60								
15.	32·80	3H30									
			32·90								
16.	38·45	2H45									
			36·65								
17.	47·05	2H									
			45·38								
18.	48·10	1H30									
			42·40								
19.	43·33	1H30									
			37·65								

ihrem vorteilhaften Einfluß auf die Lebensfunktionen des Organismus auftreten.

Derartigen, in dieser Richtung sich bewegenden Untersuchungen über Kurzwellen, bin ich in der Literatur nicht begegnet. Mit der Wirkung der Roentgen- und ultravioletten Strahlen haben sich dagegen viele Forscher beschäftigt, wobei jedoch die Resultate ihrer Untersuchungen große Widersprüche aufwiesen, an denen vielleicht die Unzulänglichkeit früherer Untersuchungsmethoden schuld war. Erst die von Chr. Kroetz, mittels der neuen Methoden durchgeführten Untersuchungen haben nachgewiesen, daß infolge von Bestrahlung, sowohl mit Quarzlampe als auch mit Roentgenstrahlen eine Ionenverschiebung im menschlichen Blute auftritt, und ähnlich wie in unseren Versuchen, der Blut-Kalium-Gehalt steigt, der Kalziumspiegel dagegen im Blutserum beträchtlich sinkt. Kroetz hat auch eine Ansäuerung des Blutserums festgestellt. Bei seinen Untersuchungen über die Wirkung der ultravioletten Strahlen nahm Kroetz an, daß die Azidose des Blutserums eine Folge des Vorkommens saurer, vom Eiweiß herstammender Produkte sein könnte. Diese Meinung gründete er auf die von Mond und Young mit ultravioletten Strahlen, von Fernau und Pauli mit Radiumstrahlen, und von Wells mit Roentgenstrahlen durchgeführten Untersuchungen, welche eine Ansäuerung der *in vitro* bestrahlten Eiweißkörperlösungen nachwiesen.

Die Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration, des Kalium- Phosphat- und Kalzium-Gehaltes, hält Kroetz für eine normale und grundsätzliche Reaktion des bestrahlten Organismus und glaubt, daß die Verschiebung der Kationen und Anionen mit der Ansäuerung des Organismus im Zusammenhange steht.

Kroetz hat auch das Blut bei Menschen nach warmen und kalten Bädern, wie auch nach reaktiver, durch Sonnenbestrahlung hervorgerufener Hautentzündung untersucht. Es wurden von ihm Veränderungen in der Anzahl der einzelnen Mineralionen, der Wasserstoffionenkonzentration und der Verteilung einzelner Eiweißkörperfraktionen festgestellt, und er machte darauf aufmerksam, daß sie den im Blutserum unter dem Einfluße der Proteinkörpertherapie entstehenden Veränderungen ähnlich sind.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über den Einfluß der Kurzwellen auf den tierischen Organismus zeigen ganz ähnliche

Reaktionen, außerdem eine Veränderung in der Verteilung einzelner Elektrolyte, so wie auch eine Ansäuerung des Blutserums mit nachfolgender, anhaltender Alkalose.

Es ist auffallend, daß die Herz'schen Wellen, deren Länge unvergleichlich größer als die der ultravioletten und Roentgenstrahlen ist, ganz ähnliche Reaktionen hervorrufen. Bedingt ist das wahrscheinlich durch den Einfluß der Temperatursteigerung, neben der Wirkung des elektrischen Feldes, da hier die Wärmewirkung vor allem auftritt. So wie bei der Diathermie, wird auch bei den Kurzwellen die elektrische Energie in Wärmeenergie verwandelt. Diese Wärmewirkung können wir übrigens auch bei der Sonnestrahlung, bei der Quarzlampe und sogar bei den Roentgenstrahlen beobachten. Dessauer erklärt die Wirkung der letztgenannten Strahlen durch eine ausgesprochene, obwohl bis auf ganz kleine Flächen begrenzte Wärmewirkung, welche die Temperatur der Eiweißkoagulation überschreitet (Punktwärmetheorie). Wir sehen also, daß verschiedene, sogar so weit liegende Arten von Strahlenenergie ähnliche Folgen hervorrufen können. Zahlreiche Experimente haben auch bewiesen, daß das Zellen-Kolloid gegen die Einwirkung verschiedener Bestrahlungsarten, wie Wärme-, Licht-, Roentgen-, Radiumstrahlen, sehr empfindlich ist. Diese Bestrahlungsarten rufen in den Kolloiden verschiedene physikalisch-chemische Veränderungen hervor, u. zw. Veränderungen der Oberflächenspannung, der Viskosität, der Wasserstoffionenkonzentration, der Sedimentierungsgeschwindigkeit usw.; alle diese Veränderungen stehen mit den elektrischen Ladungsänderungen im Zusammenhang.

Das in den Kolloiden sehr labiles Gleichgewicht, welches sich nach dem Gesetze des Donann-Gleichgewichtes richtet, kann sich bei der Änderung der elektrischen Ladung sehr leicht verändern und als Ausgangspunkt verschiedener biologischer Reaktionen dienen.

Sowohl die oben angeführten wie auch die Untersuchungen anderer, zahlreicher Forscher, bestätigen die ähnliche Wirkung verschiedener Arten von Strahlenenergien auf die Kolloidsysteme des lebenden Organismus. Die Wirkung dieser Strahlenenergien richtet sich nach denselben allgemeinen physikalischen Gesetzen, welche in der leblosen Natur der Allwelt herrschen.

(Aus der medizinischen Klinik der Jagellonischen Universität. — Direktor: Prof. Dr. J. Latkowski).

Schrifttum.

1. Bernhard: Ztschr. f. klin. Med. 98, 1926. — 2. Binet L., Laudat und Auclair I.: Presse med. 1934, Nr. 95. — 3. Fernau und Pauli: Kolloid Z. T. 30, 1922. — 4. Gollwitzer-Mayer: Arch. f. exp. Path. 51, 1926. — 5. Haggard How.: Journ. of biol. chem. T. 44, 1920. — 6. Haselbach: Hdb. der norm. u. path. Physiol. Bethe Bergman 1925. — 7. Kroetz Ch. Strahlentherapie 18 (1924), und Z. f. d. exp. Mediz. F. 52 (1926) u. Bioch. Z. 151 (1924). — 8. Latkowski J.: Przegląd Lek. 1906 Nr. 43 u. Pol. Gaz. Lek. Nr. 3, 1934. — 9. Liebiesny: Wien. Klin. Woch. N. 24, 1932 u. Klin. Woch. N. 4, 1933. — 10. Mond und Young: Pflüg. Archiv. 196, 1932. — 11. Oettingen und Schultze: Z. f. Gyn. 1930, S. 2245. — 12. Pflomm: Arch. f. klin. Chir. 166. 1931. — 13. Robertson: Z. f. d. exp. Med. T. 36, H. 4/6. — 14. Schliephake: Kurzwellentherapie 1932. — 15. Wells: Strahlenther. T. 16, 1924. — 16. Wichels u. Behrens: Z. f. exp. Med. Bd. 56, 1927. — 17. Zondek S. G.: Kl. Woch. S. 809, 1925.
-

Ponowne wprowadzenie tarpana leśnego do Puszczy Białowieskiej. — Die Wiedereinführung des Waldtarpans in den Urwald von Białowieża (Bialowies).

Mémoire

de M. T. VETULANI,

présenté le 6 avril 1936, par M. H. Hoyer m. t.

(Planche 9).

Wie aus verschiedenen Untersuchungen und wissenschaftlichen Studien hervorgeht, wurde der zum ersten Male im Jahre 1912 von Antonius (1) als echtes wildes Pferd bezeichnete südrussische Steppentarpan (*Equus gmelini* Ant.), dessen letzter, wilder Vertreter durch Menschenhand in den Steppen Südrußlands, Ende des XIX Jahrhunderts (im Jahre 1880), umgekommen ist, allgemein als Haupt-Ausgangsform der orientalischen Pferde, sowie auch mancher primitiver Pferde Eurasiens, anerkannt. In meiner Arbeit vom Jahre 1928 (13) habe ich auch nachzuweisen gesucht, daß dieser Steppentarpan in den postglazialen Tundren und Steppen Europas zusammen mit der anderen für diese ökologischen Bedingungen charakteristischen Fauna auch in Mittel- und Nord-Westen von Europa lebte, daß er aber nachher, als diese ersten, postglazialen Verhältnisse der genannten Gegende Europas, durch den sich ausbreitenden Wald und die bis in unsere Zeit reichenden klimatischen Veränderungen verdrängt wurden, sich teilweise, zusammen mit anderer Steppenfauna, über das gegenwärtige Podolien und die Ukraine, in seine Wiege, d. i. in die südlichen Steppen Rußlands, worauf Spuren hinweisen, zurückzog, teilweise aber sich dem feuchten Wald-Milieu Mittel-Europas angepaßt hat, wobei er aber diese Akklimatisation durch verschiedene Hemmungs- und Rückbildungserscheinungen in seinem Gesamt-Habitus zu büßen hatte.

Diesen veränderten Tarpan Mittel- und Nord-West-Europas, welcher sich vom Steppentarpan u. a. durch kürzeren, aber breieren und im Profile mehr konkaven Kopf und durch die kürzeren Beine wie auch durch reichlichere Bemuskelung unterschied, habe ich im Gegensatze zum ursprünglichen, normalen Steppentarpan, als Waldtarpan, *Equus gmelini* Ant. subspezies *silvatica* bezeichnet (13). Nachdem aber letztens Antonius (4), der allgemein angenommenen ternären Nomenklatur gemäß, für seinen Steppentarpan, anstatt der früheren lateinischen Benennung: *Equus gmelini*, die ternäre Benennung: *Equus caballus gmelini* eingeführt hat, so möchte auch ich, dieser ternären Nomenklatur entsprechend, für den meinerseits abgesonderten Waldtarpan die lateinische Bezeichnung: *Equus caballus gmelini* Ant. *forma silvatica*, vorschlagen.

Die, aus den Gebieten Polens und Deutschlands bekannten fossilen Überreste dieses wilden Pferdes, welche die einzelnen Autoren, ohne den Tarpan überhaupt zu berücksichtigen, unter verschiedenen Bezeichnungen beschrieben haben, wurden nämlich, wie ich dies hervorgehoben habe, ausschließlich in Begleitschaft von typischer Waldfauna gefunden. Auch kleine mausgraue, wilde Waldpferde, welche im Mittelalter in den Urwäldern Schlesiens und Dänemarks, und später noch länger in den Urwäldern Preußens, Polens, Lithauens und Samogitiens lebten und die man ganz einfach als im Walde wild lebende Pferde, mit dem Namen *Equus silvestris* oder *Equiferus* bezeichnete, wobei man aber ihre wilde Natur vielfach in Frage stellte, waren zweifellos Vertreter gerade dieses wilden Waldtarpans.

Wie ich dies im Lichte mancher, teilweise vergessener Quellen nachgewiesen habe (14), unterliegt es heute keinem Zweifel, daß die Waldtarpane am längsten in Polen, u. zw. im Urwalde zu Białowieża überdauert haben und daß sie, mit ihren kurzen Mähnen, wirklich echte, wilde Pferde waren. Aus den genannten Quellen geht auch hervor, daß diese letzten, wilden Waldtarpane in der zweiten Hälfte des XVIII Jahrhunderts im Urwalde zu Białowieża abgefangen, sodann in dem Tiergarten (daher die Ortsbenennung »Zwierzyniec«) des Grafen Zamoyski in der Nähe von Zamość, sogar bis in die Anfänge des XIX Jahrhunderts hinein wild lebten, von wo man sie endgiltig an die benachbarten Bauern (also vor allem auch an die Bauern des benachbarten Bezirkes

Bilgoraj) verteilt hat. Es ergibt sich nun daraus, daß die letzte Etappe der Domestikation des wilden Waldtarpans in Polen in der jetzigen Wojwodschaft Lublin, vor ca. 100 Jahren stattfand, indem die Bauern die an sie verteilten letzten wilden Exemplare mit Gewalt bespannten.

Der Zusammenhang des polnischen, primitiven Koniks mit dem Waldtarpane, erübrigt sich klar aus den diesbezüglichen, wissenschaftlichen Arbeiten. Die angeführten Angaben, gestützt auf die Analyse der Quellen, erläutern außerdem, warum gerade im Bezirke Bilgoraj, aus welchem ich seit 13 Jahren ununterbrochen mein Studienmaterial bezüglich des polnischen Koniks schöpfe, unter der Population der polnischen, einheimischen Pferde vom Tarpantypus, sich noch heutzutage Konikexemplare beobachten lassen, welche den Waldtarpantyp am treuesten wiederspiegeln.

Auf Grund der gemeinsamen Untersuchungen mit Robert Schulze aus Wien, welcher bei mir in Wilno, zwecks gemeinsamer Studien im Jahre 1932/33 durch einige Wochen weilte, haben wir festgestellt (15), daß diese Veränderungen, welche den polnischen Konik vom Waldtarpantypus charakterisieren, in analoger Weise wie bei anderen Tiergattungen und auch bei Menschen mit Reduktionsveränderungen der Hypophyse, also dieser wichtigen, endokrinen Drüse, deren Hormone die Prozesse des Stoffwechsels und des Wachstums regulieren, im Zusammenhange stehen. Die histologischen Untersuchungen Hiller's (6) an den ihm zur Verfügung gestellten Hypophysen durchgeführt, haben unsere Resultate deutlich bestätigt.

Antonius (3 und 4) hat sich in einigen wissenschaftlichen Abhandlungen meinen oben geschilderten Ansichten über das Waldtarpan-Problem angeschlossen, und auch Hilzheimer (7) hat in einem seiner Briefe an mich (1933) die Meinung geäußert, daß seiner Ansicht nach der Waldtarpan ihm als wichtiger Schlüssel zur Lösung des Problems der wilden alluvialen Pferde Europas erscheint.

Nachdem Antonius (1) im Jahre 1912 zum erstenmal die Wichtigkeit und die Bedeutung des Steppentarpans als des wilden Ahnen einer Reihe von Rassen der orientalischen Pferde und mancher kleiner, einheimischer Pferde Europas und Asiens unterstrichen hat, haben die Vertreter der gegenwärtigen Wissenschaft der russischen Gelehrten-Welt öfters dagegen eingewendet, daß

Ende des XIX Jahrhunderts in den Steppen Süd-Rußlands vor ihren Augen die letzten Tarpane, hauptsächlich während der Winterjagden auf dem Eise, ausgerottet wurden. Hierbei hat man auch den Umstand betont, daß dadurch fast nichts von den Steppentarpanen übrig geblieben ist, da sich in den russischen, musealen Sammlungen bloß zwei Schädel und ein unkomplettes Skelett dieser wilden Pferde befindet.

Desto größeres Interesse hat man unseren primitiven, tarpanähnlichen Koniks aus der Gegend von Bilgoraj, welche eine Rekonstruktion des Aussehens der wilden Tarpane gestatten, zugewendet. Mehrere Schädel, sowie auch Skelette und Felle dieses Koniks befinden sich in unseren musealen Sammlungen in Polen, im Museum der Physiographischen Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften und dem Tierzuchtinsitute der Jagellonischen Universität in Kraków, außerdem im Tierzuchtinsitute der Universität in Wilno, sowie auch im Institute für Spezielle Tierzucht in der Universität in Poznań. Im Jahre 1927 hat der Posener Zoologische Garten und im Jahre 1933 der Warschauer Zoologische Garten die ersten Konik-Exemplare vom Waldtarpantypus aus der Gegend von Bilgoraj eingeführt. Auf die Bitte des Herrn Prof. Dr. Othenio Abel (jetzt Göttingen), hat ihm das Museum der Physiographischen Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Krakau im Jahre 1927 zwei typische Konikschädel für die Sammlungen seines Paläobiologischen Institutes in der Wiener Universität abgetreten. In demselben Jahre habe ich, einer Bitte des Posener Zoologischen Gartens folgend, zwei typische Konikexemplare vom Waldtarpantypus auf dem Gebiete des Bezirkes Bilgoraj für den Zoologischen Garten in Berlin gewählt und gekauft (12). Eine mausgraue Konikstute hat im Jahre 1932 Prof. Dr. Atonius für den Wiener Zoologischen Garten vom Posener Zoologischen Garten bezogen.

Für das große Interesse, welches auch andere zoologische Gärten hinsichtlich unseren tarpanähnlichen Koniks hegen, sprechen die Informationen der Direktionen unserer zoologischen Gärten, und für das Interesse der ausländischen wissenschaftlichen Kreise sprechen die zahlreichen Erwähnungen in der diesbezüglichen Literatur (vergl. Hilzheimer (8), Stang (9), Stegmann von Pritzwald (10 und 11) u. a. m.).

Angesichts der dargelegten Tatsachen sowie auch im Zusammen-

hange mit unseren Naturschutzbestrebungen habe ich schon seit einigen Jahren eine Aktion für die Einführung der typischen Koniks vom Walddarpanotypus in ein spezielles Reservat im Urwalde von Białowieża eingeleitet. Dies erschien mir desto wichtiger, als gleichzeitige Bestrebungen zur Gründung eines Staatsgestütes, bzw. einer Pepinière der Koniks zu Züchtungszwecken in Polen, was infolge der Krise bis jetzt noch nicht realisiert worden ist, sowie die gewöhnlichen, allgemeinen Maßnahmen zur Veredelung und Verbesserung unseres Pferdebestandes im Lande, die Existenz der typischen und primitiven Koniks von Jahr zu Jahr immer mehr bedrohten.

Im Zusammenhange mit meinem diesbezüglichen Memorandum an unseren Staatsrat für Naturschutz (Ende des Jahres 1934, vergl. 16), wurde schließlich die Gründung eines Reservates für die Rückzüchtung des Walddarpans im Urwalde zu Białowieża seitens des Forschungsinstitutes der Hauptdirektion unserer Staatswälder beschlossen und bereits in ihren Anfängen realisiert. Die Organisation dieses neuen Reservates wurde der Direktion unserer Staatswälder in Białowieża übertragen. Die umzäunte Waldfläche von ca. 4 ha, in der Nähe von Białowieża (5 km Entfernung), im Reviere 529, Gródek, teilweise offen (Weideplätze), teilweise bewaldet, zum Teil höher gelegen und trocken, zum Teil niedriger gelegen und morastig, soll dazu den Anfang machen. Im Reservate befindet sich ein hölzerner Schuppen, welcher anfänglich als provisorischer Stall, später aber bloß als Dachgeschoß dienen soll. Das Trinkwasser wird vorläufig dem Reservate vermitteltst einer hölzernen Rinne aus dem außerhalb der Umzäunung sich befindlichen Brunnen in die Tröge zugeführt.

Seitens der genannten Institutionen beauftragt, das entsprechende Ausgangsmaterial zur Rückzüchtung des Walddarpans zu wählen, faßte ich den Entschluß, zu dem mich die bekannten Verdienste von Prof. Dr. Otto Antonius um das Darpanproblem verleiteten, die mir übertragene Aufgabe in Anwesenheit dieses hervorragenden Zoologen zu realisieren. Nachdem mir hiezu die notwendige Bewilligung und auch Unterstützung unserer maßgebenden Kreise erteilt wurde, verbrachten wir mit Prof. Antonius sowie mit dem Vertreter der Staatswälder-Direktion in Białowieża, Herrn Forstmeister Cz. Kurażyński, vier Tage auf dem Gebiete des Bezirkes von Biłgoraj, wo seitens des Ministeriums für Landwirtschaft und der örtlichen Bezirkshaupt-

mannschaft an drei Punkten dieses Bezirks, u. zw. in Biłgoraj, Frampol und Tarnogród eine Vorführung aller kleinen Pferde dieser Gegenden angeordnet wurde. Der dortige Bezirkshauptmann, Tierärzte des Bezirkes und aus Warszawa, der landwirtschaftliche Instruktor des Bezirkes u. a. m. haben uns dabei assistiert. Obwohl schon bei den ersten Ansammlungspunkten, u. zw. in Biłgoraj und Frampol wie auch in den Dörfern Smulsko Duże und Majdan, schöne und sehr gut ausgeglichene Koniks vom Tarpantypus zu sehen waren, gelang es uns doch erst am letzten Tage, d. i. in Tarnogród, die für das Reservat geeigneten Exemplare von mausgrauer und anderer wilder Färbung zu finden. Aber auch hier waren es bloß alte Stuten, da infolge züchterischer Maßnahmen der letzten Jahre, die älteren, typischsten kleinen, mausgrauen Hengste leider schon kastriert waren, die jüngeren aber schon den Einfluß des »edlen Blutes« sowohl im Gesamthabitus als auch in größeren Ausmaßen zum Vorschein brachten, wenn auch ihre oft typische, schöne, mausgraue und gestreifte Färbung deutlich die »eiserne« Konikgrundlage bei ihnen bestätigte.

Aus der zusammengetriebenen Population wurden in Tarnogród die sechs nachstehenden Konikexemplare ausgewählt und gekauft, welche am 9. Februar 1936 in den Mittagsstunden ins Reservat eingeführt wurden (vergl. Tafel 9, Abb. 1).

Wie erwähnt, waren während unseres Aufenthaltes auf dem Gebiete des Bezirkes Biłgoraj leider schon keine entsprechenden Konik-Hengste zu finden. Einigen typischen fehlte die wilde Farbe, schöne, mausgraue waren schon zu groß und zu edel und dienten bloß als schönes und belehrendes Beispiel, welche hübsche, veredelte, korrekte und ausgeglichene Pferde man rationellerweise auf Grundlage des Konikmaterials in einer speziellen Pepinière massenhaft züchten könnte.

Als Stammhengst wird in den nächsten Tagen ins Reservat nach Białowieża ein alter, dunkelmausgrauer und sehr typischer Konik-Hengst »Liliput« (16—19 Jahre) abgehen, den ich auf dem Gebiete des Bezirkes Biłgoraj im Dorfe Jasiennik Stary für die Physiographische Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Kraków, noch im Jahre 1927, angekauft habe (vergl. Tafel 9, Abb. 2). Wer konnte vermuten, daß dieser alte Hengst, der vor kurzem, schon in nächster Zukunft zu anatomischen Zwecken bestimmt wurde, sich nun zum Schlusse als einer der

Nr.	Geschlecht	Name ¹⁾	Farbe	Geburtsjahr	Widerrist-Höhe	Gewicht
						kg
1.	Stute	Dziducha	falb, gestreift	1919	ca. 134 cm	370
2.	Stute	Myszka	mausgrau, gestreift	1921	ca. 126 cm	235
3.	Stute	Bilgorajka	mausgrau, gestreift	1917	ca. 135 cm	265
4.	Hengst	Majdan	mausgrau, gestreift	1935		220
5.	Stute	Sohn der Bilgorajka und unbekanntes Vaters Wilczyca		1924	ca. 130 cm	265
		mit beschädigtem linkem Auge				
6.	Stute	Biszczka	dunkelmausgrau, gestreift	1924	ca. 125—130 cm	305

»letzten Mohikaner« aus dem Bezirke Bilgoraj erweisen würde, dem noch zuvor die ehrenvolle Rolle des Beginnes der Rückzucht der Waldtarpane im Urwalde von Białowieża überlassen wird! Während ich in den Jahren 1923—28 noch viele typische Konikhengste im Gebiete des Bezirkes Bilgoraj fand und untersuchte, mußte ich jetzt, in höchster Beunruhigung vom Bezirke Bilgoraj und von Białowieża aus, für das nun wertvolle Leben des alten, beinahe »letzten Mohikaners« auf telegraphischem und telefonischem Wege sorgen, ohne zu wissen, ob es nicht doch schon zu spät ist. Für die Aufbewahrung dieses Hengstes, welcher neben einer typischen, mausgrauen Konikstute (die im Jahre 1926 in Krynica, Kleinpolen, gekauft wurde), meinen Studien und dann den musealen Zwecken der Akademie dienen sollte, gebührt sowohl der Physiographischen Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Kraków wie auch der Leitung des Versuchsgutes

¹⁾ Die Namen dieser Koniks stammen von mir, Prof. Antonius und Forstmeister Kurażyński, und wurden aus folgenden Gründen gewählt: »Dziducha« nach dem Namen des früheren Besitzers Dziduch, »Myszka« und »Wilczyca« nach ihrer Farbe, »Bilgorajka«, »Majdan« und »Biszczka« nach den Ortschaften des Bezirkes Bilgoraj. Die Gewichte wurden in Białowieża auf der Bahnhofswage bei Ankunft der Koniks am 9. Februar 1936 festgestellt. Die Widerristhöhenmaße wurden aus den Evidenzen der Pferde entnommen.

Mydlniki der Jagellonischen Universität in Kraków, wo diese Koniks gezüchtet und gepflegt wurden, die aufrichtigste Dankbarkeit.

Außer diesem alten, aber noch sehr temperamentvollen, typischen, dunkelmausgrauen Hengste, wurde auch sein 4-jähriger, hellmausgrauer Sohn und gleichzeitig (mütterlicherseits) Enkel »Tref« zu demselben Zwecke bestimmt, welcher Hengst in Mydlniki, von den typischen Eltern — im Wege der Verwandtschaftszucht — geboren, deswegen eine ganz spezielle Beachtung verdient, weil er, abhängig von der Jahreszeit, seine Haarfarbe, manchen wilden Tieren ähnlich, wechselt (vergl. Tafel 9, Abb. 4). Während ich ihn in den ersten Tagen des Januar 1936, also noch vor sechs Wochen, als hell mausgrau, mit dem dunklen Aalstriche am Rücken und mit einer ganz geringen Anwesenheit von, am ganzen Leibe zerstreuten, weißen Haaren — welche schon damals meine Aufmerksamkeits lenkten — beobachtete, hat er mich am 13. Februar in große Verlegenheit, aber gleichzeitig auch in Erstaunen versetzt, als ich ihn, an dem genannten Tage Herrn Prof. Dr. Antonius wegen seiner typischen mausgrauen Farbe demonstrieren wollte. Durch die reichliche Anwesenheit langer und dichter, pigmentloser Winterhaare, welche das unten anwesende, kurze, mausgraue Deckhaar dicht zudeckten, hat er sich nämlich diesmal am ganzen Leibe, außer dem Kopfe, den Schweif-Mähnen- und Schopfhaaren sowie den Extremitäten — seit vorderen und hinteren Fußwurzeln abwärts —, beinahe schneeweiß gezeigt¹). Ein seltsamer Fall, welcher so lebhaft an die weißen

¹) Am 19. April 1936 wurden die beiden genannten Hengste nach Bialowieża gebracht, wobei der alte »Liliput« im Reservate freigelassen wurde, während die Hengste »Tref« und der schon früher mit seiner Mutter »Bilgorajka« ins Reservat eingeführte ganz junge »Majdan«, ihre Freiheit vorläufig auf den separaten Wald-Weideplätzen genießen werden.

Infolge des fortschreitenden Verlustes der weißen Winter-Deckhaare, schimmerte beim »Tref« am 7. April stellenweise, und am 19. April 1936 schon am ganzen Leibe seine hellmausgraue Sommerfarbe deutlich durch.

Diese charakteristischen weißen Winterhaare des Hengstes »Tref« haben sich auf Grund der mikroskopischen Kontrolle am Rumpfe als mehr oder weniger gewellte ca. 25—30 mm lange, pigmentlose und markhaltige Winter-Deckhaare erwiesen, während die scheinbar schmutzig-weißen Winter-Deckhaare des Halses, außer der bedeutenderen Länge (ca. 40—45 mm), sich von diesen weißen Winterhaaren des Rumpfes, bloß durch die Anwesenheit des Pigmentes in ihren Endspitzen unterschieden.

Lofotenpferde Norwegens zu erinnern scheint, von welchen Brinkmann (5) schrieb, und die, meiner Ansicht nach, wie ich dies schon früher betont habe (13), zweifellos dem Waldtarpan-Typus angehörten. Laut Aussage des Leiters und des Stallpersonales in Mydlniki, wiederholt sich bei dem besprochenen Hengste dieser Haarfarbewechsel, der sich, wenn auch in schwächerer Form, auch bei der mausgrauen Mutter dieses Hengstes beobachten ließ (vergl. Tafel 9, Abb. 3), jeden Winter, wobei aber in diesem Winter 1936 seine, durch das weiße, ganz seicht und schwach in der Haut steckende pigmentlose Winterhaar verursachte Verblässung viel krasser hervorgetreten ist, als in den vorhergehenden Jahren¹⁾. Nach Verlust des weißen Winterhaares erwartet man bei diesem Hengste wieder seine mausgraue Sommerfarbe (vergl. Fußnote¹⁾ Seite 212.

Es ist anzunehmen, daß unsere polnischen Koniks vom Waldtarpantypus, wenn sie mit der Zeit im Urwalde zu Białowieża, also in der Wiege des Auftretens ihrer letzten, wilden Ahnen, wieder verwildern werden, nicht nur eine wertvolle Bereicherung der Fauna unseres Reservates, sondern auch einen höchst interessanten Gegenstand zu weiteren Studien über die Abstammung des Pferdes und somit eine ernste und gebührende Attraktion für die weitesten Kreise der Spezialisten darstellen werden.

Literatur.

1. Antonius O.: Was ist der Tarpan? Naturwiss. Wochenschrift, N. F. XI. Jena 1912. — 2. Antonius O.: Grundzüge einer Stammesgeschichte der Haustiere. Jena 1922. — 3. Antonius O.: Die Pferde als aussterbende Tiergruppe. Biol. Generalis Bd. VIII, Wien u. Leipzig 1932. — 4. Antonius O.: Über einige Quellen zur Frage der europäischen Wildpferde in historischer Zeit. Zeitschrift für Züchtung, Reihe B, Bd. XXVII, Berlin 1933. — 5. Brinkmann A.: Equidenstudien I—II. Bergen 1919—20. — 6. Hiller S.: Beitrag zum Studium über die innere Struktur des Hirnanhanges (*Hypophysis cerebri*)

¹⁾ Ganz gleicher, periodischer Haarfarbewechsel, wie beim Hengste »Tref«, wurde nachher, einige Wochen später, auch bei seiner jüngeren Schwester »Czajka« beobachtet. Während sie nämlich am 13. Februar 1936 eintönig mausgrau war, und schon am Ende dieses Monats den Übergang zu ihrem charakteristischen weißen Winterkleide zeigte (vergl. Tafel 9, Abb. 5), war sie am 7. April 1936, ihrem Haarkleide nach, vom Hengste »Tref«, laut Abbildung 4, kaum zu unterscheiden.

beim Pferde. Bull. de l'Acad. Polon. des Sc. et des Lettr., Série B. Cracovie 1934. — 7. Hilzheimer M.: Briefliche Mitteilung vom Jahre 1933. — 8. Hilzheimer M.: Eine Haustierrasse von mehrtausendjährigem Alter. Naturschutz Jrg. 16, Nr. 7, Neudamm 1935. — 9. Stang V.: Polen (Tierzuchtverhältnisse). Tierheilkunde u. Tierzucht Bd. VIII, Berlin-Wien 1930. — 10. Stegmann von Pritzwald F. P.: Der polnische Konik im Zoologischen Garten in Berlin. Zeitschrift für Gestützkunde, Jhrg. 23. Hannover 1928. — 11. Stegmann von Pritzwald F. P.: Was ist das »Panjepferd«? Zoologischer Garten (N. F.), Bd. 4. Leipzig 1931. — 12. Vetulani T.: Die Exemplare des polnischen Koniks vom Tarpantypus im Berliner Zoologischen Garten. Deutsche Landw. Tierzucht, Hannover 1927 und Zeitschrift für Gestützkunde und Pferdezucht, Hannover 1927. — 13. Vetulani T.: Weitere Studien über den polnischen Konik (Polnisches Landpferd). Bull. de l'Acad. Polon. des Sc. et des Lettr., Série B., Cracovie 1928. — 14. Vetulani T.: Zwei weitere Quellen zur Frage des europäischen Walddarpan. Zeitschrift für Säugetierkunde, 8. Bd., Heft 6, Berlin 1933. — 15. Vetulani T. und Schulze R.: Einleitende Studien über die Hypophyse beim polnischen Konik (Steppen- und Walddarpanantypus), als Beitrag zu dessen Morphologie. Bull. de l'Acad. Polon. des Sc. et des Lettr., Série B., Cracovie 1934. — 16. Vetulani T.: Wegen Einführung des polnischen Koniks vom »Walddarpanantypus« ins Reservat des Urwaldes von Bialowieża (polnisch). Il. Kurjer Codz. Nr. 318, Kraków 1934 u. Jeździec i Hodowca Nr. 36, Warszawa 1934.

Erläuterungen der Figuren auf der Tafel 9.

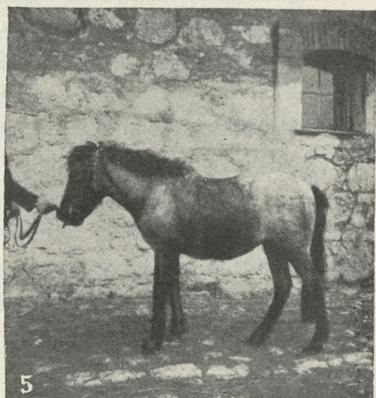
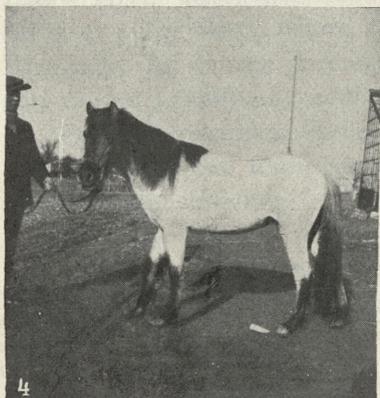
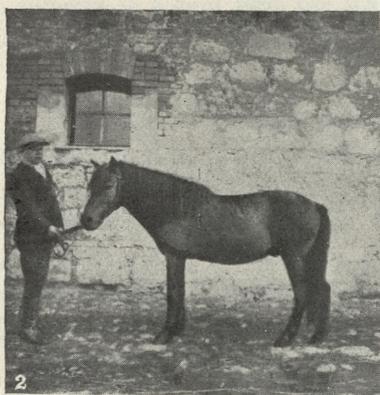
Abb. 1. Die Exemplare der polnischen Koniks vom Walddarpanantypus, aus der Gegend von Bilgoraj, im Reservate des Urwaldes zu Bialowieża (Bialowies). Orig. Phot. von Dr. Ing. J. J. Karpiński.

Abb. 2. Winteraufnahme eines dunkel-mausgrauen polnischen Konikhengstes, des 16—19-jährigen »Liliputs«, welcher im Jahre 1927 im Dorfe Jasiennik Stary des Bezirkes Bilgoraj gekauft und nachher in Mydlniki aufbewahrt, als Hauptbeschäler für das Reservat in Bialowieża eingeführt wurde. Orig. Phot. von Dr. W. Płoski.

Abb. 3. Mausgraue polnische Königstute »Liliputka II« in ihrem charakteristischen weißen Winterkleide, in Mydlniki, aus der Paarung der mausgrauen Konikstute »Liliputka I« aus Krynica mit dem Konikhengste »Liliput« im Jahre 1928 geboren. Orig. Phot. von Dr. W. Płoski.

Abb. 4. Mausgrauer polnischer Konikhengst »Tref« in seinem charakteristischen extrem weißen Winterkleide, in Mydlniki aus der Paarung der Stute »Liliputka II« mit ihrem Vater »Liliput« im Jahre 1933 geboren. Orig. Phot. von Dr. W. Płoski.

Abb. 5. Der mausgraue polnische Konik, das Stutfohlen »Czajka«, in Mydlniki, aus der Paarung der Stute »Liliputka II« mit ihrem Vater »Liliput« im Jahre 1935 geboren, beim Übergang zu ihrem charakteristischen weißen Winterkleide. Orig. Phot. von Dr. W. Płoski.



T. Vetulani phot.

Cytoarchitektonika kory mózgowej japońskiej myszy tańczącej. — Über die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde der japanischen Tanzmaus.

Mémoire

de M. M. J. CUNGE

présenté le 6 avril 1936, par MM. M. Konopacki m. t. et M. Rose m. c.

(Planches 10—11).

Die Untersuchungen der letzten drei Jahrzehnte (Hammarberg, Smith, Campbell, Ramon y Cajal, Vogt, Brodmann, Rose, Economo und Koskinas u. a.) über die Cyto- und Myeloarchitektonik der Großhirnrinde gingen von der Voraussetzung aus, daß die in physiologischer Hinsicht weitgehend differenzierte Hirnrinde auch morphologisch eine weitgehende Differenzierung aufweisen muß.

Brodmann teilt die Hirnrinde in homo- und heterogenetische ein und rechnet zur ersteren jene Rindengebiete, die im Laufe ihrer ontogenetischen Entwicklung eine sechsschichtige Struktur aufgewiesen haben, zur zweiten dagegen die ganze übrige Hirnrinde. Im *Cortex heterogeneticus* unterscheidet Brodmann den *Cortex primitivus, rudimentarius* und *striatus*.

Wesentlich anderer Kriterien bedient sich O. Vogt, welcher das Verhalten der Radii im definitiven Zustande als Grundlage seiner Rindeneinteilung in *Iso-* und *Allocortex* benutzt.

M. Rose hat auf Grund ontogenetischer und vergleichend anatomischer Untersuchungen ein histogenetisch begründetes Princip aufgestellt, nach welchem sich folgende Rindeneinteilung ergibt.

1. Cortex semiparietalis sive striatalis (Semicortex).

(*Regio praepyramidalis, Tuberculum olfactorium, Regio periamygdalaris, Septum pellucidum, Area diagonalis*).

2. Cortex totoparietalis sive pallialis (Totocortex).

a) Schizoprotychus (Schizocortex).

α) *parustratificatus* (*area praesubicularis, parasubicularis, perirhinalis*),

β) *multistratificatus* (*Regio entorhinalis*).

b) Holoprotychus (Holocortex).

α) *bistratificatus* (*Cornu Ammonis, Subiculum, Taenia tecta, Fascia dentata, Area retrobulbaris*),

β) *quinquestratificatus* (*Regio infraradiata, Regio subgenualis, Regio retrosplenialis granular., Regio retrosplenialis agran.*),

γ) *septemstratificatus* (*Regio front., R. parietalis, R. tempor. R. occipitalis*).

3. Cortex pallio-striatalis sive bigenitus (Bicortex).

α) *quatuorstratificatus* (*Area praepyramidalis 1*),

β) *septem- (octo) -stratificatus* (*Regio insularis agranularis*),

γ) *novemstratificatus* (*Regio insularis granularis et propeagranularis*).

Wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich ist, nimmt der *Cortex holoprotychus quinquestratificatus* eine Mittelstellung zwischen der zweischichtigen Ammonshornformation und dem höchst organisierten siebenschichtigen *Isocortex* ein; deshalb wird dieser fünfschichtige Typus von Rose auch als *Mesocortex* bezeichnet.

Der japanischen Tanzmaus haben Anatomen, Physiologen, Biologen und Psychologen viel Aufmerksamkeit gewidmet. Ihre gründlichen Untersuchungen sind in zwei umfangreichen Monographien veröffentlicht worden; R. M. Yearkes: *The Dancing mouse* (New-York, 1967) und Taco Kuiper: »*Die funktionellen und hirnanatomischen Befunde bei der japanischen Tanzmaus*« (Rotterdam, 1913).

Mit der Rindenstruktur dieses Tieres haben sich Drooglee-ver Fortnijn (cit. nach Kuiper) und Taco Kuiper befaßt.

Der erste hat keine Differenzen in den histologischen Bildern der Hirnrinde der gewöhnlichen und der Tanzmaus wahrgenommen.

Taco Kuiper stellte an einer gewissen Anzahl seiner mit Carmin gefärbten Präparate drei Felder fest: das dorsale, das mittlere und das ventrale, in denen sich das *Stratum moleculare* dunkelrot färbt, im Gegensatz zu den übrigen Abschnitten, wo diese Schicht hell tingierbar ist. Diese Schicht ist als Ganzes schmaler und zeigt eine gleichförmige Struktur; sie enthält hypertrophische Gliazellen und eine kleine Anzahl von Astrozyten.

In keiner von den von mir geprüften drei Schnittserien konnte das oben beschriebene Bild wahrgenommen werden. Außerdem habe ich festgestellt, daß die in gewissen Hirnrindeabschnitten dunkel färbbare und schmalere *Lamina zonalis* sehr oft die Folge eines fehlerhaften Herausnehmens des Gehirns darstellt. Dies erfolgt nämlich am häufigsten dann, wenn die Gehirnoberfläche während des Präparierens ungenügend mit der Ringer-Lock'schen Flüssigkeit befeuchtet wird und deshalb austrocknet.

Methodik.

Unmittelbar nach der Herausnahme aus dem Schädel wurden die Gehirne im 70% Alkohol fixiert; nach zwei Tagen brachte man sie in 96% Alkohol, nachher für weitere zwei Tage in absoluten Alkohol. Aus dem absoluten Alkohol wurden die Gehirne auf die Dauer von vierundzwanzig Stunden in ein Gemisch von absolutem Alkohol und gleichem Quantum von chemisch reinem Chloroform gebracht; nachher für vierundzwanzig Stunden in chemisch reines Chloroform; das Chloroform muß mehrmals täglich gewechselt werden; aus dem Chloroform kamen die Gehirne für zehn Stunden in ein Gemisch von Chloroform und weichem Paraffin; schließlich auf drei und ein halb Stunden in weiches und ebenfalls auf drei und ein halb Stunden in hartes Paraffin.

Die Schnittdicke betrug 20 μ ; die Schnitte wurden mit Kresylviolett gefärbt. Es wurden drei Frontalserien, eine Sagittalserie und eine Horizontalserie angefertigt.

Zur Rekonstruktion wurde eine Frontalserie verwendet. Die Rekonstruktion wurde auf folgende Weise angefertigt: jeder zweite Serienschnitt wurde bei 30-facher Vergrößerung mit Hilfe des Edinger'schen Apparates auf einer entsprechend dicken Pappe

gezeichnet. Da das Gehirn beim Schneiden und durch Schrumpfen ca. $\frac{1}{3}$ seiner Ausdehnung einbüßt (M. Rose), muß man annehmen,

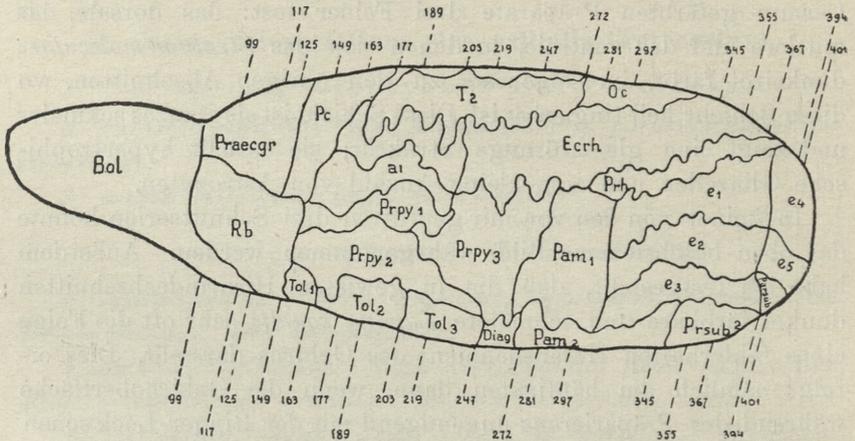


Fig. 1. Lateralansicht.

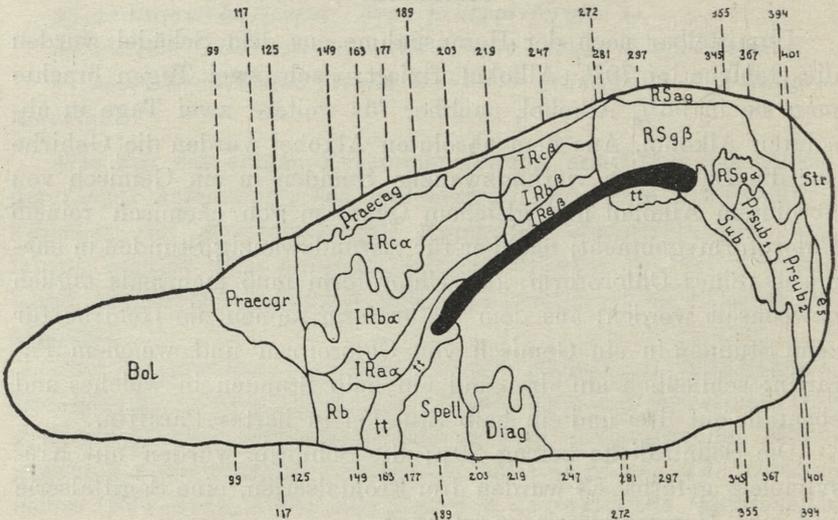


Fig. 2. Medialansicht.

daß die Schnittdicke nicht $20\ \mu$ sondern $30\ \mu$ beträgt; in Anbetracht dessen beträgt die Dicke der zur Rekonstruktion verwen-

deten Pappe (2×30) $\times 30 = 1800 \mu = 1.8 \text{ mm}$; auf jedem Pappenschnitt wurden hierauf an der Peripherie die Grenzen der architektonischen Felder eingezeichnet.

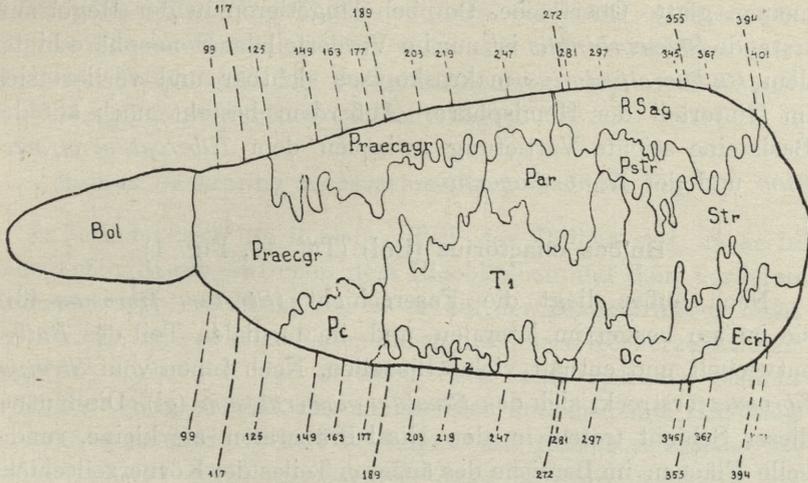


Fig. 3. Dorsalansicht.

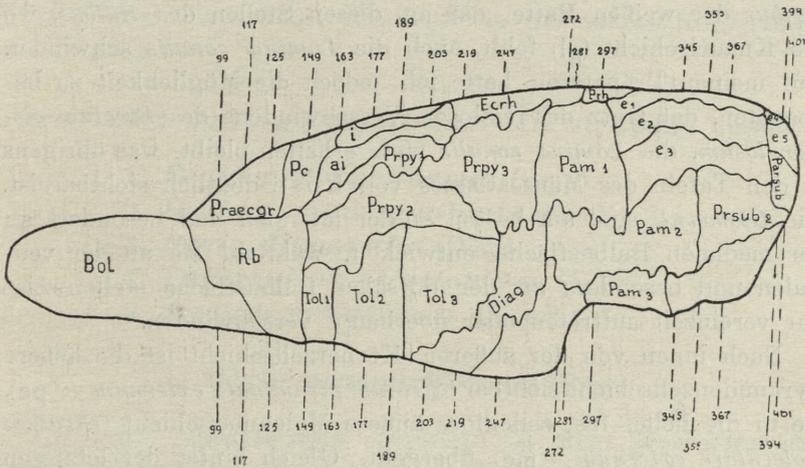


Fig. 4. Basalansicht.

Die oben wiedergegebenen Schemata illustrieren das Bild der Rekonstruktion von vier Seiten: von oben, von unten, von der lateralen und von der medialen Seite.

Die Topographie und die Beschreibung der cytoarchitektonischen Felder der Hirnrinde.

Das Gehirn der japanischen Tanzmaus besitzt eine im allgemeinen glatte Oberfläche. Der bei Säugetieren in der Regel auftretende *Sulcus rhinalis* ist nur im Vorderteil der Hemisphäre hinter dem *Bulbus olfactorius* makroskopisch sichtbar und verliert sich im Hinterteil der Hemisphäre. Außerdem besteht noch auf der Basis eine seichte Vertiefung zwischen dem *Tuberculum olfactorium* und der *Regio diagonalis*.

Bulbus olfactorius (Bol) (Taf. 10, Fig. 1)

Nach außen liegt die Faserschicht (*Stratum fibrosum fib*); sie ist am besten im lateralen und im medialen Teil des *Bulbus* entwickelt und enthält viele Gliazellen. Nach innen vom *Stratum fibrosum* erstreckt sich das *Stratum glomerulosum* (gl). Die Knäuel dieser Schicht treten in den Nissl-Präparaten als kleine, runde, helle Flächen im Bereiche des äußeren Teiles der Körnerzellschicht (*Stratum granulosum externum* — gre) hervor. Georg Kreiner unterstreicht in seiner Arbeit über die Myeloarchitektonik des *Bulbus* der weißen Ratte, daß an diesen Stellen des *Bulbus*, wo die Knäuelschicht (gl) fehlt, auch die *Lamina zonalis* schwindet. Auf meinen Präparaten hatte ich jedoch die Möglichkeit zu beobachten, daß trotz des restlosen Verschwindens des *Stratum glomerulosum*, die *Lamina zonalis* stets erhalten bleibt, was übrigens in den Tafeln des Mäuseatlasses von Rose deutlich sichtbar ist. Die *Glomeruli* sind am besten an der lateralen und besonders an der medialen Bulbusfläche entwickelt, während sie an der ventralen und besonders an der dorsalen Bulbusfläche stellenweise nur vereinzelt auftreten oder überhaupt verschwinden.

Nach innen von der äußeren Körnerzellschicht ist die äußere Pyramidenzellschicht sichtbar (*Stratum pyramidale externum* — pe), die in die helle, fast zellenlose äußere Molekularschicht (*Stratum moleculare externum* — me) übergeht. Gleich hinter der letzteren befindet sich die innere Pyramidenzellschicht (*Stratum pyramidale internum* — pi); nach innen von ihr die sehr schmale innere Molekularschicht (*Stratum moleculare internum* — mi), die an die innere Körnerzellschicht (*Stratum granulosum internum* — gri) grenzt. Diese Schicht besteht aus mehreren, aus Körnerzellen gebildeten

Streifen, welche in den medialen Partien etwas kürzer sind als in den lateralen. Die Streifen liegen im lateralen Teil dichter als im medialen. Genau in der Mitte des Bulbus ist eine Aufhellung sichtbar, in der man ziemlich reichliche Gliaelemente wahrnimmt und die dem obliterierten Bulbus-ventrikel entspricht. Gleich oberhalb des akzessorischen Bulbus sieht man auf drei aufeinanderfolgenden Präparaten der Frontalserie zwei, resp. drei Knäuel, die in der äußeren Molekularschicht liegen.

Bulbus olfactorius accessorius (Bac) (Taf. 10, Fig. 1).

Er befindet sich im dorsalen Teil des Bulbus und, da er in einer tiefen Spalte zwischen dem Riechkolben und dem vorderen Hemisphärenpol versteckt ist, ist er auf der Rekonstruktion nicht sichtbar. Er ist von allen Seiten durch die innere Körnerzellschicht umgeben; diese von der dorsalen Seite sehr spärliche Schicht bildet im ventralen Teil eine in lateraler und medialer Richtung sich verschmälernde Sichel. Im innern des *Bulbus accessorius* befindet sich die *Regio retrobulbaris bulbi olfactorii accessorii*, die aus zwei Schichten besteht: aus einer Schicht der regellos zerstreuten Pyramidenzellen und aus einer unteren molekulären Schicht, die in Gestalt eines hellen Streifens an die innere Körnerzellschicht grenzt.

I. Semicortex (Cortex semiparietalis sive striatalis) umfaßt:

1. *Regio praepyriformis* (Prpy)
2. *Regio periamygdalaris* (Pam)
3. *Regio diagonalis* (Diag)
4. *Tuberculum olfactorium* (Tol)
5. *Septum pellucidum* (S. pell).

1. *Regio praepyriformis* (Prpy).

Zur *Regio praepyriformis* gehören: die *Area praepyriformis medialis* (Prpy 2) und die *Area praepyriformis intermedia* (Prpy 3). Die *Area praepyriformis lateralis* (Prpy 1) wird gegenwärtig dem *Cortex bigenitus* zugerechnet und wird deshalb bei der Besprechung der Inselrinde erwähnt.

Area praepyriiformis medialis (Prpy 2) Taf. 10, Fig. 2.

grenzt vorn an die *Regio retrobulbaris* (Rb), dorsocaudal an Prpy 3, dorsal an die *Area praepyriiformis lateralis* (Prpy 1), ventral an die drei Felder des *Tuberculum olfactorium*.

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit; ihr äußerer Teil, der dem lateralen Riechtractus entspricht, enthält viele Gliaelemente; der innere Teil ist dagegen an Gliaelementen wesentlich ärmer. Die aus Pyramidenzellen bestehende Zellschicht α ist sehr breit und bogenförmig gekrümmt.

Area praepyriiformis intermedia (Prpy 3).

Sie stößt oben an die *Area ectorhinalis*; vorne dringt sie keilförmig zwischen die *Area Prpy 1* und die *Area Prpy 2*; caudalwärts geht sie in die *Area periamygdalaris lateralis* (Pam 1) über; ventral grenzt sie teilweise an die *Area diagonalis* (Diag).

Die *Lamina zonalis* ist schmaler als in der *Area Prpy 2*, die Schicht α zeigt dagegen tangential zur Oberfläche verlaufende Zellstränge, was für dieses Feld sehr charakteristisch ist.

Tuberculum olfactorium (Tol).

Diese Region nimmt an der Basis einen ziemlich großen Raum ein; sie liegt eingeschlossen zwischen der *Taenia tecta* (tt), dem *Septum pellucidum* (S. pell), der *Area diagonalis* (Diag), der *Area Prpy 2*: vorn grenzt sie an die *Regio retrobulbaris* (Rb), hinten an die *Area periamygdalaris intermedia* (Pam 2). Es werden darin drei Felder unterschieden: *Tuberculum olfactorium frontale* (Tol 1), *Tuberculum olfactorium intermedium* (Tol 2), und das *Tuberculum olfactorium caudale* (Tol 3).

Tuberculum olfactorium frontale (Tol 1).

Dieses Feld grenzt vorn an die *Regio retrobulbaris* (Rb), lateral an die *Area Prpy 2*, medial an die *Taenia tecta* (tt) und caudal an das Tol 2.

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich schmal, ähnlich wie die darunter liegende Schicht α , die aus kleinen, rundlichen, bläschenförmigen Zellen mit einem hellen Kern und einem kleinen Kernkörperchen besteht.

Tuberculum olfactorium intermedium (Tol2) Taf. 10, Fig. 2.

In frontaler Richtung geht es in das Tol1, nach hinten in das Tol3 über, medial stößt es an das *Septum pellucidum*, lateral an die *Area Prpy 2*.

In der *Lamina zonalis* treten zwei, drei bis vier aus kleinen dunkel tingierbaren Zellen bestehende Knäuel auf; diese Knäuel dringen manchmal in Gestalt eines Ringes oder eines Hufeisens in die Zellschicht α vor.

Tuberculum olfactorium caudale (Tol3).

Es grenzt vorn an das Tol2, hinten an die *Area periamygdalaris medialis* (Tol3); medial an die *Area diagonalis*, lateral an die *Area Prpy 2*.

In der *Lamina zonalis* sind keine Knäuel sichtbar; sie sind dagegen nach innen von der Schicht α , die mehr Zellelemente als das Tol1 und Tol2 besitzt, zu finden; die Zellen sind dabei viel kleiner und dunkler färbbar.

2. Regio periamygdalaris (Pam).

Sie umfaßt eine ziemlich ausgedehnte Fläche im laterobasalen Gehirnabschnitt und besteht aus drei Feldern: der *Area periamygdalaris lateralis* (Pam1), der *Area periamygdalaris intermedia* (Pam2) und der *Area periamygdalaris medialis* (Pam3).

Area periamygdalaris lateralis (Pam1) Taf. 10, Fig. 3.

Sie ist dorsal durch die *Area entorhinalis* und die *Area periamygdalaris* begrenzt; vorn grenzt sie an die *Area praepyramidalis* 3; ventral teilweise an die *Area diagonalis* und teilweise an die *Area periamygdalaris* 2; caudal an die *Regio entorhinalis* und die *Area Pam 2*.

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich schmal; die Zellschicht ist ebenfalls schmal und besteht aus einer großen Anzahl von kleinen Pyramidenzellen; sie ist durch einen lichten schmalen Streifen vom *Nucleus amygdalae* getrennt.

Area periamygdalaris intermedia (Pam2) Taf. 10, Fig. 3.

Sie grenzt vorn an die *Area diagonalis*; dorsal an die *Area Pam 1* und die *Area entorhinalis* 3, ventral an die *Area Pam 3*, caudal an die *Area Prsub 2*.

Die *Lamina zonalis* ist nur etwas schmaler als in Pam 2, dagegen sind die Zellen der Schicht α kleiner, bedeutend lockerer gefügt und gehen fließend in den *Nucleus amygdalae* über.

Area periamygdalaris medialis (Pam 3).

Sie verläuft als ein schmaler Streifen ventral von der *Area Pam 2*, und geht caudalwärts in *F. A.* über.

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal und geht fließend in die aus dunkel gefärbten Zellen bestehende Zellschicht über.

Septum pellucidum.

Es umfaßt ein ziemlich ausgedehntes Gebiet an der medialen Fläche zwischen der *Taenia tecta*, der *Area diagonalis* und dem *Tuberculum olfactorium 3*.

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal und gliazellreich, geht in die aus rundlichen, eckigen Pyramidenzellen mit hellen Kernen bestehende Zellschicht über; die Zellen der Zellschicht bilden stellenweise größere oder kleinere Aggregate.

Regio diagonalis.

Sie beginnt als ein langer und schmaler Streifen an der medialen Oberfläche gleich hinter dem *Septum pellucidum*; dann zieht sie an die Gehirnbasis, verläuft ventral vom Tol 3 und stößt hinten an die *Area Pam 2*.

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich breit, reich an Gliaelementen und an Zellen der benachbarten Schicht α ; die Zellen dieser Schicht sind größtenteils polymorph, von verschiedener Größe und gruppieren sich parallel zur Gehirnbasis.

II. Totocortex (cortex totoparietinus sive pallialis).

1. *Schizocortex (cortex schizoprototyphos).*

Zum *Schizocortex* gehören: *Regio entorhinalis (e)*, *Regio prae-subicularis (Prsub)* und *Regio perirhinalis (Prh)*.

Regio entorhinalis.

Wir unterscheiden darin: die *Subregio entorhinalis anterior* und die *Subregio entorhinalis posterior*. Die *Subregio entorhinalis ant.* teilt sich in die *Area entorhinalis ant. dorsalis (e 1)*, die *Area*

entorhinalis anterior medialis (e2) und die *Area entorhinalis ant. ventralis* (e3); die *Subregio entorhinalis posterior* wird in die *Area entorhinalis posterior dorsalis* (e4) und die *Area entorhinalis post-ventralis* (e5) geteilt.

Der Unterschied zwischen der *Subregio entorhinalis anterior* und der *Subregio entorhinalis posterior* besteht darin, daß die Zellelemente der letzteren kleiner sind, und die *Lamina principalis externa* keine für die *Subregio entorhinalis ant.* so charakteristische Dreischichtung aufweist.

Area entorhinalis anterior dorsalis (e1) Taf. 11, Fig. 4.

Dieses Feld ist oben durch die *Area perirhinalis* (Prh), vorn durch die *Area periamygdalaris lat.* (Pam), unten durch die *Area entorhinalis ant. intermedia* (e2) begrenzt; hinten geht es in die *Area entorhinalis posterior dorsalis* (e4) über.

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal, die *Lamina principalis externa* zeigt eine deutliche dreischichtige Struktur; **Pre α** zeigt große dreieckige, dunkel färbbare Zellen, die die Neigung aufweisen, hie und da Ansammlungen von 12, 18, 20 Zellen zu bilden. **Pre β** bildet einen zellarmen, hellen Streifen; für **Pre γ** ist die Anwesenheit von Zellen kennzeichnend, die sich viel schwächer als die Zellen von **Pre α** färben; außerdem liegen diese Zellen viel lockerer als in **Pre α** . Die *Lamina dissecans* besteht aus wenigen eckigen und rundlichen Zellen, die viel kleiner sind als die Zellen der *Lamina principalis ext.* In der *Lamina principalis interna* finden sich ovale, rundliche und eckige Zellen, die sich dunkler färben, als die der *Lamina dissecans*. **Pri** hebt sich vom *Alveus* scharf ab.

Area entorhinalis ant. intermedia (e2) Taf. 11, Fig. 4.

Dieses Feld liegt als ein schmaler Streifen zwischen der *Area e1* und der *Area e2*; frontalwärts geht es in die *Area periamygdalaris lateralis* (Pam1), caudalwärts in die *Area entorhinalis post. dorsalis e5* über.

Die *Lamina zonalis* ist breiter als in e1; die Struktur der *Lamina principalis ext.* ist nicht so deutlich dreischichtig wie in e1. Die *Lamina dissecans* und *principalis interna* sind schmaler als im Felde e1.

Area entorhinalis ant. ventralis (e3) Taf. 11, Fig. 4.

Sie wird oben durch die *Area entorhinalis ant. intermedia* (e2), unten durch den caudalen Teil der *Area periamygdalaris intermedia* (Pam2) und den basalen Teil der *Area praesubicularis 2* (Prsub2) begrenzt, vorn geht sie in die *Area periamygdalaris lateralis* (Pam1), hinten in die *Area entorhinalis post. ventralis* (e5) über.

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit; die übrigen Schichten sind sehr schmal; die *Lamina principalis ext.* zeigt keine dreischichtige Struktur.

Area entorhinalis posterior dorsalis (e4) Taf. 11, Fig. 5.

Sie liegt zwischen der *Area perirhinalis* (Prh), der *Area entorhinalis post. ventr.* (e5) und geht teilweise auf den occipitalen Pol über.

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich schmal; die *Lamina principalis ext.* geht fließend in die *Lamina dissecans* über; die letzte weist keine Dreischichtung auf; die aus viel kleineren Zellen bestehende *Lamina principalis int.*, ist viel breiter als in vorigen Feldern.

Area entorhinalis posterior ventralis (e5) Taf. 11, Fig. 5.

Dieses Feld ist an der medialen Hemisphärenoberfläche durch die *Area praesubicularis* (Prsub5), an der lateralen durch die *Area praesub. ventr.* (Prsub2) und die *Area parasubicularis* (Parsub) begrenzt.

Die *Lamina zonalis* ist etwas breiter als in der *Area e4*, dagegen sind die übrigen Schichten schmaler, die Zellelemente sind bedeutend kleiner und weniger zahlreich als in der e4.

Regio praesubicularis.

Diese Region befindet sich zum größten Teil an der medialen Oberfläche der Hemisphäre. Sie besteht aus drei Feldern: der *Area praesubicularis dorsalis* (Prsub1), der *Area praesubicularis ventralis* (Prsub2) und der *Area parasubicularis* (Parsub).

Area praesubicularis dorsalis (Prsub1) Taf. 11, Fig. 5.

Sie geht in frontaler Richtung in das *Subiculum* (Sub), in fronto-dorsaler in die *Regio retrosplenialis granularis*, in caudo-ventraler dagegen in die *Area praesubicularis ventralis* über.

Die *Lamina zonalis* ist verhältnismäßig breit; die *Lamina principalis externa* ist sehr zellklein und zelldicht; ihre Elemente liegen unterhalb der *Lamina zonalis* viel dichter als weiter nach innen und bilden gewissermaßen eine Extraschicht; diese Zellen sind auch stärker als die übrigen färbbar; die *Lamina dissecans* ist sehr schmal; die *Lamina principalis interna* ist schmaler als die *Lamina externa*.

Area praesubicularis ventralis (Prsub2) Taf. 11, Fig. 5.

Dieses Feld ist vorn und oben durch das *Subiculum* (Sub) und die *Area praesubicularis dorsalis* (Prsub1) begrenzt, hinten geht es in die *Area entorhinalis post. ventr.* (e5) über.

Die *Lamina zonalis* ist breiter als in der *Area Prsub1*; die *Lamina dissecans* ist schmaler als in der *Area praesubicularis dorsalis* (Prsub1).

Area parasubicularis (Parsub) Taf. 11, Fig. 5.

Sie liegt als ein schmaler Streifen zwischen der *Area e5* und der *Area Prsub2*. Die *Lamina zonalis* ist schmaler als in der benachbarten *Area e5*; die Zellen in der *Lamina principalis ext.* sind ziemlich regellos zerstreut; sie sind entweder rundlich oder eckig; in der *Lamina principalis int.* sind die Zellen viel kleiner und dunkler färbbar, als in der *Lam. princ. ext.*; die *Lamina dissecans* ist schmal.

Regio perirhinalis (Prh) Taf. 11, Fig. 4. u. 5.

Sie verläuft als ein schmaler Streifen zwischen der *Area ectorhinalis* (Erh) und der *Area entorhinalis ant. dors.* (e1). Frontalwärts dringt sie zwischen die *Area ectorhinalis* (Erh) und die *Area periamygdalaris dorsalis* (Pam1) ein.

Die *Lamina principalis ext.* hebt sich infolge der starken Zellauflockerung sehr deutlich ab. Die *Lamina principalis interna* ist dichter als die *Lamina principalis externa*.

2. Holocortex (cortex holoprotoptychos).

a) **Holocortex bistratificatus.**

Es gehören hierher: *Regio retrobulbaris* (Rb) und *Formatio Ammonis* (F. A.).

Regio retrobulbaris (Rb) Taf. 10, Fig. 1.

Der größte Teil dieses Feldes liegt an der lateralen Hemisphärenfläche ventral vom *Sulcus rhinalis*; als ein schmaler Streifen verläuft es durch die Basis bis an die mediale Oberfläche, wo seine vordere Grenze zusammen mit dem Riechkolben nach hinten verschoben wird, wie dies übrigens in der Rekonstruktion sichtbar ist; caudal grenzt die *Regio retrobulbaris* basal und lateral an die Prpy1, Prpy2 i Tol1, medial an die *Taenia tecta* (tt) und die *Area infraradiata anterior ventralis* (IRa α).

In der *Lamina zonalis* kann man zwei Schichten unterscheiden: die äußere, gliazellreichere und die innere, gliazellärmere. Die ringförmige Zellschicht ist lateral und dorsal am dichtesten; medial ist sie am breitesten, jedoch am meisten zellocker. In der Mitte sieht man eine Gruppe Gliaelemente an Stelle des obliterierten Ventrikels.

Formatio Ammonis (F. A.).

Es gehören hierher das *Subiculum* (Sub), die Ammonshornfelder h_1, h_2, h_3, h_4 und h_5 , die *Fascia Dentata* (F. D.) und die *Taenia tecta* (tt). Das Ammonshorn beginnt samt *Subiculum* in der *Regio periamygdalaris* und verläuft von dort in dorso-frontaler Richtung; in der Nähe des *Splenium Corporis callosi* erfolgt eine weitgehende Rückbildung des *Subiculum* und des Ammonshornes, welches weiter frontalwärts als *Taenia tecta* an der Oberfläche des Balkens verläuft; frontal vom Balkenknie wendet sich die *Taenia tecta* als ein schmaler Streifen zwischen dem *Septum pellucidum* (S. pell) und der *Area infraradiata ventralis anterior* (IRa α) basalwärts, wo sie auch bereits in der Gegend des *Tuberculum olfactorium* I (Tol1) endet. Weiter frontal geht sie in die *Regio retrobulbaris* (Rb) über.

Das Ammonshorn weist in seinem vordersten in das *Regio periamygdalaris* übergehenden Teil eine verkümmerte Struktur auf. Erst in seinem weiteren Verlauf zeigt es eine deutliche Differenzierung in *Subiculum* und $h_1 - h_5$.

Das Subiculum (Taf. 11, Fig. 4).

Die Struktur dieses Feldes ist am deutlichsten in seinem mittleren Teil.

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich breit und gliazellreich; in der Zellschicht unterscheiden wir drei Unterschichten: α , β und γ ;

die am nächsten der *Lamina zonalis* liegende Unterschicht α besteht aus unregelmäßig zerstreuten, dreieckigen, polymorphen und rundlichen Zellen, die stellenweise in die *Lamina zonalis* eindringen; die Unterschicht β ist von der vorigen fast zweimal breiter und besteht aus großen, hell färbbaren, dreieckigen Zellen, deren Achsenzylinder, ähnlich übrigens wie in anderen Zellen, nach der *Lamina zonalis* gerichtet sind; diese Zellen liegen viel lockerer als in der Unterschicht α ; die Unterschicht γ ist sehr schmal und besteht aus kleinen, dunkler als die Zellen der Schicht β färbbaren, spindelförmigen und dreieckigen Zellen. In der Nähe der *Regio periamygdalaris* erfolgt eine Verdichtung der Unterschicht β .

Area h 1.

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit; man kann in ihr zwei Unterschichten unterscheiden: die äußere, schmalere und gliazellreichere und die innere breitere und gliazellarme. In der Zellschicht finden sich ebenfalls zwei Unterschichten: eine äußere breite mit dicht stehenden schlanken Pyramidenzellen und eine innere mit kleineren Pyramidenzellen. Die Zellschicht zeigt eine Verschmälerung in der Richtung von h 2.

Area h 2.

In der *Lamina zonalis* sind ebenfalls zwei Schichten unterscheidbar: eine äußere schmalere, gliazellreichere und eine innere, breitere und gliazellarme. Die Zellschicht ist im Vergleich mit dem vorigen Feld schmaler, die Zellen liegen dichter und weisen eine radiäre Anordnung auf.

Area h 3.

Die *Lamina zonalis* und die Zellschicht sind sehr breit; die *Lamina zonalis* zeigt keine zweischichtige Struktur; die Zellschicht besteht aus großen, polymorphen Zellen, die regellos und ziemlich locker verteilt sind.

Area h 4.

Die *Lamina zonalis* ist ähnlich wie im Feld h 3 gebaut. In der Zellschicht sind die Zellelemente nicht so ausgesprochen radiär geordnet wie im Feld h 2; sie sind aber regelmäßiger verteilt als im Feld h 3.

Area h5.

Dieses Feld liegt im *Hilus* der *Fascia dentata*. Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal. Die drei- und vieleckigen, regellos verteilten Zellen zeigen keinen direkten Übergang in die *Fascia dentata*.

Fascia dentata (F. D.).

Die ziemlich breite Zonalschicht ist sehr gliazellreich. Der dorsale aus Körnerzellen bestehende Teil der Zellschicht ist schmaler und dichter gefügt, als der breitere und lockerere ventrale Teil.

Taenia tecta (tt) Taf. 10, Fig. 2 u. 3.

Dieses Feld ist am besten in den frontalen Hemisphärenteilen vor dem Balken entwickelt; es verläuft dort zwischen der *Area infraradiata anterior ventralis* (IRa α), dem *Tuberculum olfactorium* I (Tol 1) und dem *Septum pellucidum* (S. pell) und gliedert sich in eine ziemlich breite *Lamina zonalis* und eine aus dicht gefügten und dunkel färbbaren Pyramidenzellen bestehende Zellschicht. Im rückgebildeten Zustand kann man sie längs der ganzen dorsalen Balkenoberfläche verfolgen; etwas besser sieht man sie im caudoventralen Balkenteil, wo sie in h 1 übergeht.

b) Holocortex quinquestratificatus.

Dieser Rindenteil besteht aus vier Regionen: der *Regio infraradiata* (IR), der *Regio retrosplenialis granularis* (RSg) und der *Regio praecentralis agranularis* (Praecagr).

Regio infraradiata (limbica anterior).

Wir unterscheiden hier: die *Subregio infraradiata ventralis* (IRa), die *Subregio infraradiata intermedia* (IRb) und die *Subregio infraradiata dorsalis* (IRc). Jede von den erwähnten Regionen gliedert sich in zwei nacheinander folgende Felder, so, daß man hier im allgemeinen 6 Felder unterscheiden kann: die *Area infraradiata anterior ventralis* (IRa α), die *Area infraradiata posterior ventralis* (IRa β), die *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α), die *Area infraradiata posterior intermedia* (IRb β), die *Area infraradiata anterior dorsalis* (IRc α) und die *Area infraradiata posterior dorsalis* (IRc β).

Area infraradiata anterior ventralis (IRa α). Taf. 10, Fig. 2.

Ihr Vorderteil ist dorsal von der *Regio retrobulbaris* und der *Taenia tecta* gelegen; ihr caudaler Teil verläuft direkt über der dorsalen Balkenoberfläche und grenzt hinten an die *Area infraradiata posterior ventralis* (IRa β); dorsal ist sie in ihrem ganzen Verlauf durch die *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α) begrenzt.

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit; die Schicht II—IV ist sehr locker gefügt und geht in die sehr schmale *Lamina ganglionaris* über (V). Die aus großen, rundlichen und ovalen, gut färbbaren Zellen bestehende *Lamina infima* (VII) setzt sich scharf von der schmalen *Lamina multiformis* ab.

Area infraradiata posterior ventralis (IRa β).

Sie bildet die caudale Verlängerung des vorigen Feldes und ist hinten durch die *Area retrosplenialis granularis* (Rsg β), oben durch die *Area infraradiata posterior intermedia* (IRb β), unten durch den Balken begrenzt. Dieses Feld unterscheidet sich vom vorigen vor allem dadurch, daß die Zellen aller Schichten, insbesondere der Schicht V kleiner sind, dagegen ist die V Schicht auf Kosten der II und der IV Schicht breiter als in der *Area IRa α* .

Area infraradiata anterior intermedia (IRb α). Taf. 10, Fig. 2.

Sie ist von der *Area infraradiata anterior ventralis* (IRa α) bedeutend breiter und wird ventral durch die letztere begrenzt; vorn stößt sie an die *Area praecentralis granularis* (Praecgr), dorsal an die *Area infraradiata anterior dorsalis* (IRc α), caudal an die *Area infraradiata posterior intermedia* (IRb β).

Die *Lamina zonalis* ist schmaler als in der *Area IRa α* ; die II—IV Schicht besitzt rundliche resp. polygonale ziemlich dicht liegende Zellen; in der V ganglionären Schicht kann man drei Unterschichten (α , β , γ) unterscheiden; die größten Pyramidenzellen finden sich in der mittleren Schicht β . Die VI Schicht (*Lamina multiformis*) ist viel schmaler als die V und hebt sich scharf von der sehr schmalen, aus länglichen, tangential verlaufenden Zellen der VII Schicht ab.

Area infraradiata posterior intermedia (IRb β).

Ihre Zellelemente sind bedeutend kleiner als in der *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α); in der aus ganz kleinen Pyramidenzellen bestehenden V Schicht, kann man keine dreischichtige Struktur wahrnehmen.

Area infraradiata anterior dorsalis (IRc α). Taf. 10, Fig. 2.

Frontal und lateral grenzt sie an die *Area praecentralis agranularis* (Praecagr), caudal an die *Regio retrosplenialis granularis* (Rsg), ventral an die *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α).

Die *Lamina zonalis* (I) ist schmaler als in der *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α). Im äußeren Teile der II—IV Schicht ist eine viel dichtere Zellanhäufung als in der *Area infraradiata anterior intermedia* (IRb α) bemerkbar. In der V Schicht kann man eine Dreischichtung wahrnehmen; die Zellen der mittleren Unterschicht β sind von den Zellen der Unterschichten α und γ größer. Die VI und VII Schicht sind breiter als in der *Area IRb α* und *IRa α* .

Area infraradiata posterior dorsalis (IRc β).

Die Zellen aller Schichten sind kleiner als im vorigen Feld. In der II—IV Schicht ist eine Zellverdichtung unterhalb der Zonalschicht zu bemerken. In der V Schicht zeigt die dichtere äußere Unterschicht verhältnismäßig größere Zellen als die lockere innere. Die VI Schicht (*Lamina multiformis*) geht fließend, im Gegensatz zur *Area infraradiata posterior dorsalis* (IRc α) in die VII Schicht über. Die Elemente sind in allen Schichten radiär geordnet.

Regio retrosplenialis agranularis (Rsag). Taf. 10, Fig. 3.

Der größte Teil dieses Feldes dehnt sich an der dorsalen Hemisphärenoberfläche zwischen der *Area retrosplenialis granularis dorsalis* (Rsg β), der *Area praecentralis agranularis* (Praecagr), der *Area peristriata* und der *Area striata* (Str) aus; an der medialen Oberfläche liegt sie zwischen der *Area retrosplenialis granularis dorsalis* (Rsg β) und der *Area striata* (Str).

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal; im äußeren Teil der II—IV Schicht besteht eine Neigung zur Zellverdichtung; die Zellen

sind dabei größer als jene, die sich in der Tiefe dieser Schicht befinden: sie sind drei- und vieleckig, hie und da auch rundlich. Die V Schicht besteht aus großen, ziemlich regellos verteilten Ganglienzellen. Die VI Schicht hebt sich deutlich von der V ab. Die VII aus spindelförmigen Zellen bestehende Schicht, ist sehr locker gefügt.

Regio retrosplenialis granularis (Rsg).

Diese Region besteht aus zwei Feldern: der *Area retrosplenialis granularis dorsalis (Rsg β)* und der *Area retrosplenialis granularis ventralis (Rsg α)*.

Area retrosplenialis granularis dorsalis (Rsg β). Taf. 10, Fig. 3.

Dieses Feld ist caudal durch das *Subiculum*, die *Area retrosplenialis granularis ventralis (Rsg α)* und die *Area praesubicularis dorsalis (Prsub 1)*, dorso-caudal durch die *Area retrosplenialis agranularis (Rsag)* und die *Area striata (Str)*, frontal durch die *Areae: infraradiata post. ventralis, infraradiata post. intermedia* und *infraradiata post. dorsalis* begrenzt.

Die *Lamina zonalis* ist viel breiter als in der *Area retrosplenialis agranularis (Rsag)*. Im äußeren Teile der II—IV Schicht unterhalb der *Lamina zonalis*, zeigen die Zellen eine ausgesprochene Verdichtung. Diese Schicht besteht aus einer großen Menge dicht liegender Körnerzellen. In der V Schicht sind drei Schichten zu unterscheiden: α , β , γ ; die mittlere β ist dadurch von den übrigen zu unterscheiden, daß ihre Pyramidenzellen zahlreicher und viel größer sind als in den übrigen Teilen dieser Schicht. Die VI Schicht ist ein wenig schmaler als in der *Area retrosplenialis agranularis (Rsg)*. Die VII Schicht ist im Vergleich mit dem benachbarten Feld viel dichter.

Area retrosplenialis granularis ventralis (Rsg α) Taf. 11, Fig. 4 u. 5.

Sie befindet sich an der medialen Hemisphärenfläche. Dorsal und caudal ist sie durch die *Area retrosplenialis granularis dors. (Rsg β)*, ventral durch das *Subiculum* und die *Area praesubicularis dorsalis (Prsub 1)* begrenzt.

Sie zeigt in ihrer Struktur denselben Charakter wie das vorige Feld, unterscheidet sich jedoch von der *Area Rsg β* durch die Breite ihrer Schichten.

Die *Lamina zonalis* und die II—IV Schicht sind breiter als in der *Area retrosplenialis granularis dorsalis* (Rsg β); die Schichten V, VI und VII sind dagegen schmaler.

***Regio praecentralis agranularis* (Praecagr). Taf. 10, Fig. 2.**

Sie verläuft als ein schmaler Streifen an der Übergangskante der dorsalen Hemisphärenfläche in die mediale. Medial ist sie durch den *Gyrus limbicus*, frontal und lateral durch die *Area praecentralis granularis* (Praecgr) und teilweise durch die *Area parietalis*, caudal durch die *Area retrosplenialis agranularis* (Rsag) begrenzt.

Die *Lamina zonalis* (I) ist schmaler als in der *Area infradiata dorsalis*. In der II—IV Schicht, die mit der V Schicht zusammenfließt, ist die Tendenz zu einer Verdichtung der Elemente unterhalb der *Lamina zonalis* wahrzunehmen; die II—IV Schicht ist aus Pyramidenzellen verschiedener Größe zusammengesetzt. Die V Schicht besteht aus großen Ganglienzellen. Die VI aus kleinen polymorphen Zellen zusammengesetzte Schicht, hebt sich scharf von der sehr schmalen, aus länglichen, spindelförmigen, tangential verlaufenden Zellen bestehenden Schicht VII ab. Diese Zellen sind auch dunkler färbbar, als die Zellen der VI Schicht.

c) *Holocortex septemstratificatus*.

Es gehören hierher die *Regio praecentralis granularis* (Praecgr), *Regio postcentralis* (Pc), *Regio temporalis* (T) und *Regio occipitalis* (Oc).

Dieser siebenschichtige Rindentypus (*cortex homogeneticus*) tritt in seiner vollen Ausprägung erst bei höheren Säugetieren auf und verdrängt den zwei- und fünfschichtigen Typus. Bei der *Tanzmaus* ist der größte Rindenteil noch durch die *Formatio Ammonis* und den fünfschichtigen *Totocortex* ausgefüllt.

***Regio praecentralis granularis* (Praecgr). Taf. 10, Fig. 2.**

Diese Region umfaßt den vorderen Hemisphärenpol und erstreckt sich an der lateralen Oberfläche bis an den *Sulcus rhinalis*.

Sie verläuft caudalwärts als ein schmaler Streifen, der medial durch die *Area praecentralis agranularis* (Praecagr), lateral durch die *Area postcentralis* (Pc) und die *Area temporalis dorsalis* (T1) begrenzt ist.

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit; die II—IV Schicht ist breiter als in der *Area postcentralis*; die Körnerzellschicht (IV) ist schwach zu unterscheiden; die V, ganglionäre Schicht, besteht aus sehr großen Pyramidenzellen; sie zeigt eine dreischichtige Struktur; wobei die mittlere Unterschicht größere und zahlreichere Zellen zeigt als die äußere und die innere. Die VI und VII Schicht besitzen die bei Beschreibung der oben erwähnten Felder aufgezählten Merkmale.

***Regio postcentralis* (Pc).**

Dorsofrontal ist diese Region durch die *Area praecentralis granularis* (Praecg), caudal durch die *Regio temporalis*, ventral durch die *Insula Reili* begrenzt.

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal. Die II—IV Schicht ist ziemlich locker gefügt und besteht aus Pyramidenzellen verschiedener Größe.

Für dieses Feld ist die Körnerzellschicht (IV) besonders charakteristisch; sie ist sehr dicht gefügt und fast so breit wie die II—III Schicht. Die V Schicht ist sehr breit und zeigt eine ausgesprochene Dreischichtung (α , β , γ); die Zellen der Unterschicht β sind sehr groß, schön ausgebildet und viel zahlreicher als in den Unterschichten α und γ . In der VI Schicht kann man eine äußere Unterschicht α mit größeren, dunkler färbbaren und dichter liegenden Zellen von einer inneren β Unterschicht mit kleineren, helleren, lockerer verteilten Elementen unterscheiden. Die VII Schicht besteht aus länglichen, spindelförmigen, tangential liegenden Zellen.

***Regio temporalis* (T).**

Sie umfaßt zwei Felder: *Area temporalis dorsalis* (T1) und *Area temporalis ventralis* (T2).

Area temporalis dorsalis (T1). Taf. 10, Fig. 2 u. 3.

Dieses Feld liegt zwischen der *Area postcentralis* (Pc), der *Area temporalis ventralis* (T2), der *Area occipitalis* (Oc), der *Area striata* (Str), der *Area peristriata* (Pstr), der *Area parietalis* (Par) und der *Area praecentralis granularis* (Praecgr).

Die *Lamina zonalis* ist sehr schmal; die II—III Schicht zeigt stellenweise an der Grenzstelle mit der *Lamina zonalis* eine Nei-

gung zur Verdichtung. Die VI Schicht ist sehr dicht gefügt und weist hier und da die von Lorente de Nó beschriebenen charakteristischen Zellansammlungen auf. Dieser Autor bringt damit die Perzeption der Gehörseindrücke in der Hirnrinde in Zusammenhang, gibt jedoch keine nähere Begründung seiner Annahme an. Die V Schicht ist sehr breit und zeigt eine deutliche Dreischichtung; die mittlere Unterschicht β ist aus sehr großen dicht stehenden Nervenzellen zusammengesetzt; die übrigen Unterschichten α und γ sind zellkleiner und zellockerer. Die *Lamina multiformis* (VI) ebenfalls sehr breit, besteht aus zwei Unterschichten: der äußeren zellgroßen und zeldichten und der inneren zellkleinen und zellockeren. Die VII Schicht setzt sich aus länglichen, tangentialen Zellen zusammen.

Area temporalis ventralis (T2). Taf. 10, Fig. 2 u. 3.

Dieses Feld liegt ventral von der *Area temporalis dorsalis* (T1); frontal ist es durch die *Area postcentralis* (Pc), ventral durch die *Area insularis granularis* (igr) und die *Area ectorhinalis* (Erh), caudal durch die *Area occipitalis* (Oc) begrenzt.

Es ist durch eine ziemlich breite *Lamina zonalis* (I), durch eine sehr breite *Lamina ganglionaris*, breiter als in T1 und durch eine locker gefügte *Lamina granularis* (IV) gekennzeichnet.

Regio parietalis (Par). Taf. 10, Fig. 3.

Dieses Feld ist vorn durch die *Area praecentralis granularis* (Praecg), lateral und caudal durch die *Area temporalis dorsalis* (T1) begrenzt; auf einer kleinen Strecke grenzt es an die *Area peristriata* (Pstr).

Die *Lamina zonalis* ist schmal, die *Lamina granularis* scharf, von der II—III Schicht abgegrenzt, ist ziemlich gut entwickelt; die V Schicht besitzt in der Unterschicht β die größten Ganglienzellen, die bei der Maus anzutreffen sind. Es ist das charakteristischste Merkmal der *Regio parietalis*. In der *Lamina multiformis* unterscheiden wir eine äußere zellgrößere und zeldichtere Schicht von einer inneren, zellkleineren und zellockeren. Die *Lamina infima* verhält sich ebenso wie in den vorigen Feldern.

Regio occipitalis.

Es gehören hierher: die *Area occipitalis* (Oc) und die *Area striata* (Str). Obwohl die Zugehörigkeit der *Area peristriata* und der *Area ectorhinalis* zu dieser Region nach Rose zweifelhaft ist, werden wir diese Felder wegen gewisser Ähnlichkeiten des strukturellen Aufbaus an dieser Stelle besprechen.

Area peristriata (Pstr).

Das Feld liegt als ein schmaler Streifen zwischen der *Area retrobulbaris agranularis* und der *Area striata* (Str).

Die *Lamina zonalis* ist sehr breit (breiter als in der *Area retrosplenialis agranularis* und der *Area striata*). Die II—III Schicht ist dichter als in den beiden benachbarten Feldern. Die Körnerzellschicht (IV) fehlt. Die V Schicht zeigt keine so ausgesprochene Dreischichtung wie in der *Area striata* (Str). Die VI Schicht ist lockerer als in der *Area striata*. Die VII Schicht zeigt einen analogen Charakter, wie in der *Area striata*, doch ist sie, im Vergleich mit derselben Schicht in der *Area retrosplenialis agranularis* (Rsag), viel dichter.

Wie aus dem obigen ersichtlich ist, bildet dieses Feld eine Durchgangszone zwischen der *Area retrosplenialis* (Rsag) und der *Area striata* (Str).

Area ectorhinalis (Ecrh). Taf. 11, Fig. 4 u. 5.

Dieses Feld erstreckt sich als ein breiter Streifen von der *Regio insularis* bis zum Occipitalpol; dorsal von diesem Feld befindet sich die *Area temporalis ventralis* (T2) und die *Area occipitalis* (Oc); ventral die *Area praepyriiformis* 3, teilweise die *Area periamygdalaris* 1 und die *Area perirhinalis* (Prh).

Die *Lamina zonalis* ist ziemlich schmal; die II—III Schicht zeigt dort, wo sie an die *Lamina zonalis* stößt, eine beträchtliche Verdichtung; die Körnerzellschicht (IV) ist schmal und ziemlich zeldicht; dieses Merkmal spricht für die Zurechnung dieses Feldes zur *Regio occipitalis*. Die V Schicht geht ohne scharfe Grenze in die VI Schicht über. Die VII Schicht besteht aus länglichen und spindelförmigen Zellen.

Area occipitalis (Oc), Taf. 11, Fig. 4.

Sie liegt dorsal von der *Area ectorhinalis* (Ecrh); dorsal grenzt sie an die *Area striata* (Str) und an die *Area temporalis dors.* (T 1), frontal an die *Area temporalis ventralis* (T 2).

Zu den charakteristischsten Merkmalen dieses Feldes gehören die sehr schmale *Lamina zonalis* und die zellockere *Lamina granularis* (IV).

Area striata (Str). Taf. 11, Fig. 4 u. 5.

Dieses Feld grenzt vorn an die *Area temporalis 1*, medial an die *Area peristriata* (Pstr), lateral an die *Area occipitalis* (Oc) und an die *Area ectorhinalis* (Ecrh).

Es ist durch die sehr schmale *Lamina zonalis* und durch die sehr zeldichte und breite *Lamina granularis* gekennzeichnet. Die übrigen Schichten V, VI und VII sind schmal.

Cortex palliostriatialis sive bicortex.

Hierher gehören zwei Gebiete: die *Regio insularis granularis* und die *Regio insularis agranularis*.

***Regio insularis granularis* (i). Taf. 10, Fig. 2.**

Sie grenzt dorsal an die *Area postcentralis* (Pc) und an die *Area temporalis ventralis* (T 2); ventral an die *Area insularis agranularis* (ai), caudal an die *Area ectorhinalis* (Ecrh).

Die II—III Schicht neigt hie und da in ihrem äußeren Teil zur Bildung von geringen Zellverdichtungen. Die IV Schicht ist sehr zellocker. In der V Schicht unterscheidet man eine äußere, hellere, zellkleinere und eine innere dunklere und großzelligere Unterschicht. Die VI Schicht ist zeldichter als die VII und besitzt, wie jene, polymorphe Zellen. Direkt an die VII Schicht stößt das *Clastrum*, das aus großen, dunkel färbbaren Nervenzellen besteht. Die *Capsula extrema* fehlt. Zwischen dem *Striatum* und der Inselrinde befindet sich die *Capsula externa*. Die *Capsula interna* fehlt.

***Regio insularis agranularis*.**

Dieses Gebiet umfaßt: die *Area insularis agranularis* (ai) und die *Area praepyramiformis lateralis* (Prpy 1).

Area insularis agranularis (ai). Taf. 10, Fig. 2.

Sie verläuft als ein schmaler Streifen unterhalb der *Area insularis granularis (igr)*. Ventral grenzt sie an die *Area praepyriiformis lateralis (Prpy 1)*, caudal an die *Area ectorhinalis (Ecrh)* und an die *Area praepyriiformis intermedia (Prpy 3)*, frontal an die *Area postcentralis (Pc)*.

Die II—IV Schicht ist zeldichter und neigt mehr zur Bildung von Verdichtungen als in der *Area insularis granularis (igr)*. Die übrigen Schichten, d. h. die *Lamina ganglionaris (V)*, die *Lamina multiformis (VI)*, die *Lamina infima (VII)* und das *Clastrum* verhalten sich so wie in der *Regio insularis granularis (igr)*.

Area praepyriiformis lateralis (Prpy 1). Taf. 10, Fig. 2.

Auf Grund der embryologischen Untersuchungen (Rose), wird dieses Feld dem *Cortex bigenitus* zugerechnet. Es verläuft als ein schmaler Streifen ventral von der *Area insularis agranularis (ai)*; vorn grenzt es an die *Regio retrobulbaris (Rb)*, hinten an die *Regio praepyriiformis intermedia (Prpy 3)*, ventral an die *Regio praepyriiformis medialis (Prpy 2)*.

Die *Lamina zonalis* und die Zellschicht *a* sind bedeutend schmaler als in der *Area praepyriiformis medialis (Prpy 2)*; etwas tiefer ist diese Zellschicht vom *Clastrum* durch einen schmalen hellen Streifen getrennt.

Wenn wir die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde der japanischen Tanzmaus mit der von M. Rose in seinem Atlas geschilderten Cytoarchitektonik der Maus (*Mus musculus*) vergleichen, so ergeben sich keine nennenswerten Differenzen weder in der Topographie noch in der Größe und im Bau der einzelnen Regionen und Aree.

Über Gesichtssinn und Gehörsinn bei der japanischen Tanzmaus.

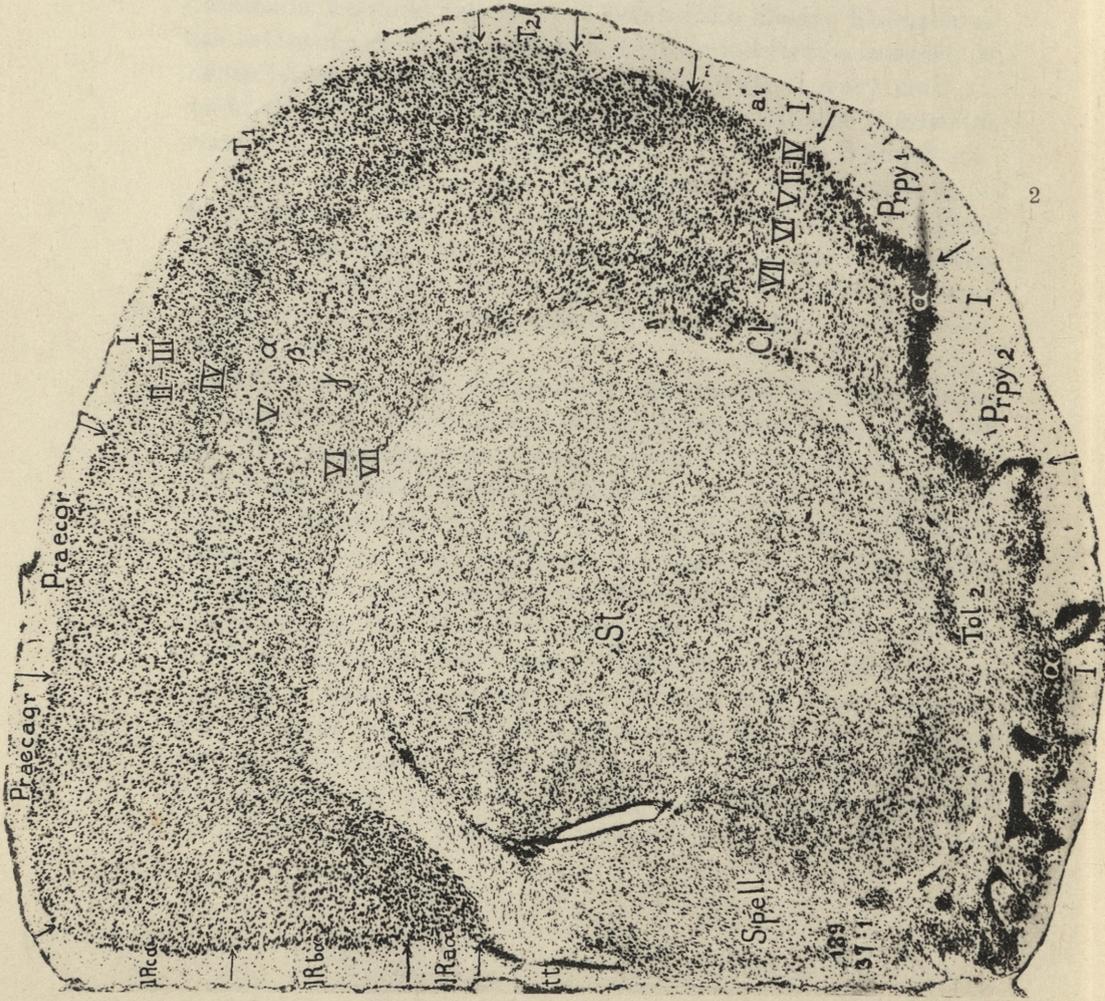
Es bleiben uns jedoch noch Fragen zur Besprechung, die mit der Lokalisation der Seh- und Gehörseindrücke zusammenhängen.

Wie aus den Ergebnissen der Yearkes'schen Arbeiten, die er in seiner umfangreichen Monographie über die japanische Tanzmaus veröffentlichte, hervorgeht, besitzen diese Tiere keine Fähigkeit der Farbenunterscheidung. Dagegen ist bei ihnen die Unter-

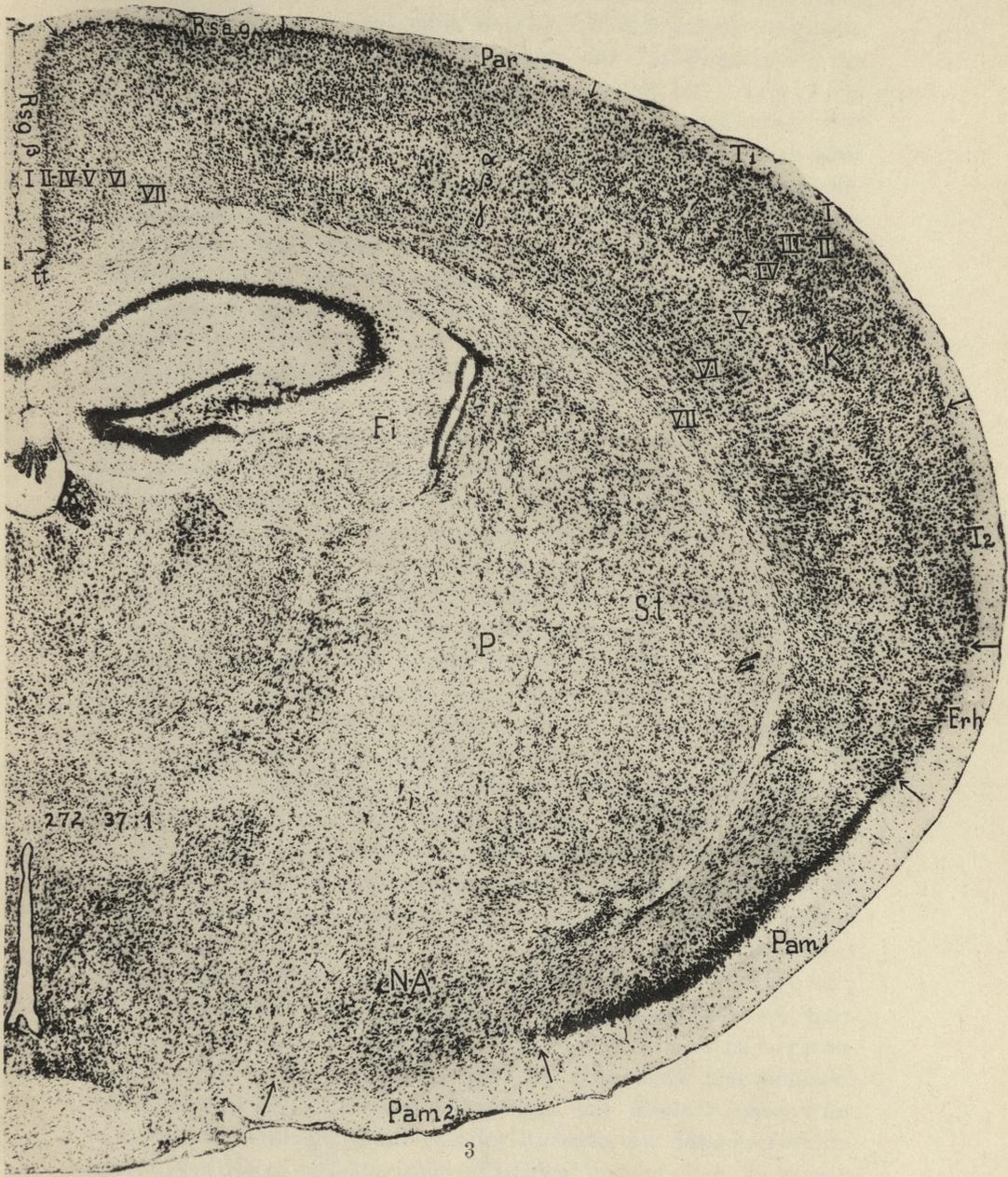
scheidungsfähigkeit des Helligkeitsgrades erhalten und diese wird durch Übungen vervollkommnet so, daß ein Unterschied von $\frac{1}{10}$ in der Lichtstärke vom Tier bereits gemerkt wird. Diese Experimente decken sich nach Yearkes mit den Untersuchungen von Karl Waugh, der unter der Leitung von G. H. Parker das Fehlen der Zapfen in der Retina der japanischen Tanzmaus festgestellt haben soll. Wie jedoch meine Präparate der Augenretina der japanischen Tanzmaus zeigen, ist es durchaus leicht in der äußeren Körnerschicht die Anwesenheit der Zapfenzellen festzustellen. Bei der Unterscheidung der Stäbchen und der Zapfen habe ich mich auf die Arbeit von Mennner gestützt; die Kerne der Zapfenzellen liegen gleich bei der *Membrana limitans externa*; sie haben eine ovale Form ($5:3\mu$) und ihr Chromatin ist ziemlich locker gefügt; die Kerne der Stäbchenzellen sind dagegen rundlich, das Chromatin ist dicht und hat die Gestalt eines kleinen Klümpchens, das zahlreiche radiäre Fortsätze in die Kernmembran aussendet; die Zellen bilden nach manchen Autoren 5 bis 6 (Mennner), nach anderen (Keeler) 1 bis 3 Reihen. Die charakteristische Chromatinverteilung in den Zapfenzellen ist in Taf. 11, Fig. 6 sichtbar.

Es ist also möglich, daß die Fähigkeit der Farbenunterscheidung mit der Anzahl der Zapfen, die bei der Tanzmaus ungenügend ist, zusammenhängt. Denn es ist bekannt, daß bei den Mäusen mit stäbchenloser Retina die Zellzahl in der äußeren Körnerschicht die Unterscheidungsfähigkeit des Helligkeitsgrades beeinflußt (Keeler).

Es bleibt noch die Frage der Perception der Gehörseindrücke zu besprechen. Wie bekannt, ist die erwachsene Tanzmaus nach den Untersuchungen von Yearkes taub. 20 Tage nach der Geburt kommen jedoch Gehörsreaktionen auf Töne von 5.000 bis 10.000 Sekundenschwingungen zum Vorschein; diese Reaktionen dauern drei, vier Tage und lassen sich später nicht mehr auslösen. Die Untersuchungen von Yearkes stehen jedoch in einem krassen Gegensatz zu den Untersuchungen von Cyon, nach welchem ein Ton von 7.000 Sekundenschwingungen eine ausgesprochene motorische Reaktion erzeugt hatte. Cyon war sogar imstande die Tiere aus dem Schlaf zu wecken, wobei das Weibchen immer vor dem Männchen erwachte. Während der Ausführung der Tanzbewegungen zog sich auf das gegebene Tonsignal immer das Weibchen vor dem Männchen in das Nestchen zurück; die Art



M. J. Cunge phot.



der Experimentausführung, die darauf beruhte, daß ein Pfeifchen direkt oberhalb des Tierkopfes sich befand, läßt jedoch vermuten, daß es sich hier eher um die Wirkung des Luftstromes als um die Rezeption von Gehörseindrücken gehandelt hat (Yearkes). Den Anschauungen Cyons schließen sich Alexander und Kreidl an. Die Autoren behaupten, daß diese Mäuse doch etwa hören können; dafür sprechen die durch Taco Kuiper bestätigten anatomischen Daten wie auch die Tatsache, daß die Tanzmäuse selbst zu Tonlauten fähig sind; das betrifft speziell die Weibchen in der Zeit der sexuellen Erregung. Die Autoren haben auf Grund vergleichend-anatomischer Untersuchungen des Gehörorganes der grauen und der Tanzmäuse folgendes bei der jap. Tanzmaus festgestellt: 1) eine Zerstörung der *Papilla basilaris cochleae*, 2) eine Verarmung an Nervenfasern des Schneckenastes des Hörnerven und die zerstörten 3) *Ganglion spirale* und 4) *Macula sacculi*. Taco Kuiper unterstreicht in seiner anatomischen Monographie ebenfalls die beträchtliche Verarmung an Nervenfasern der beiden Acusticuswurzeln: ausgesprochener in der distalen, weniger in der proximalen Wurzel.

Andererseits ist es bekannt (Hammerschlag), daß die Durchschneidung des Hirnstammes gleich hinter dem Vierhügel den Muskelkrampf, der nach einem Gehörsreiz das Trommelfell anspannt, nicht aufhebt. Dieses Experiment beweist natürlich nicht, daß die höheren Zentren unnötig seien. Sie beeinflussen am wahrscheinlichsten die Empfangsprecision der Sinneseindrücke und die gründlichere Bearbeitung der letzteren im Moment der Perzeption. Spiegel und Takeshita durchschnitten bei Tieren beiderseits die Gehörbahn, um sowohl die hetero- wie auch die homolateralen Bahnen zu zerstören. Es hat sich herausgestellt, daß weder die beiderseitige Durchschneidung der *Striae acusticae* v. Monakow, noch die beiderseitige Durchschneidung der Vierhügelfasern, die experimentellen Reaktionen auf Gehörsreize bei den Tieren aufgehoben hat. Die Autoren haben diese Tatsache nicht interpretiert. Man sollte vermuten, daß die erhaltenen Nervenfasern und Kerne, wie der *Nucleus trapezoides*, der *Nucleus lemnisci lat.* usw. die Aktualisierung der von der Aufsicht der höheren Gehirnzentren befreiten, reflektorischen Tätigkeit ermöglichen. In diesem Sinne sollen auch die oben angeführten Untersuchungen von

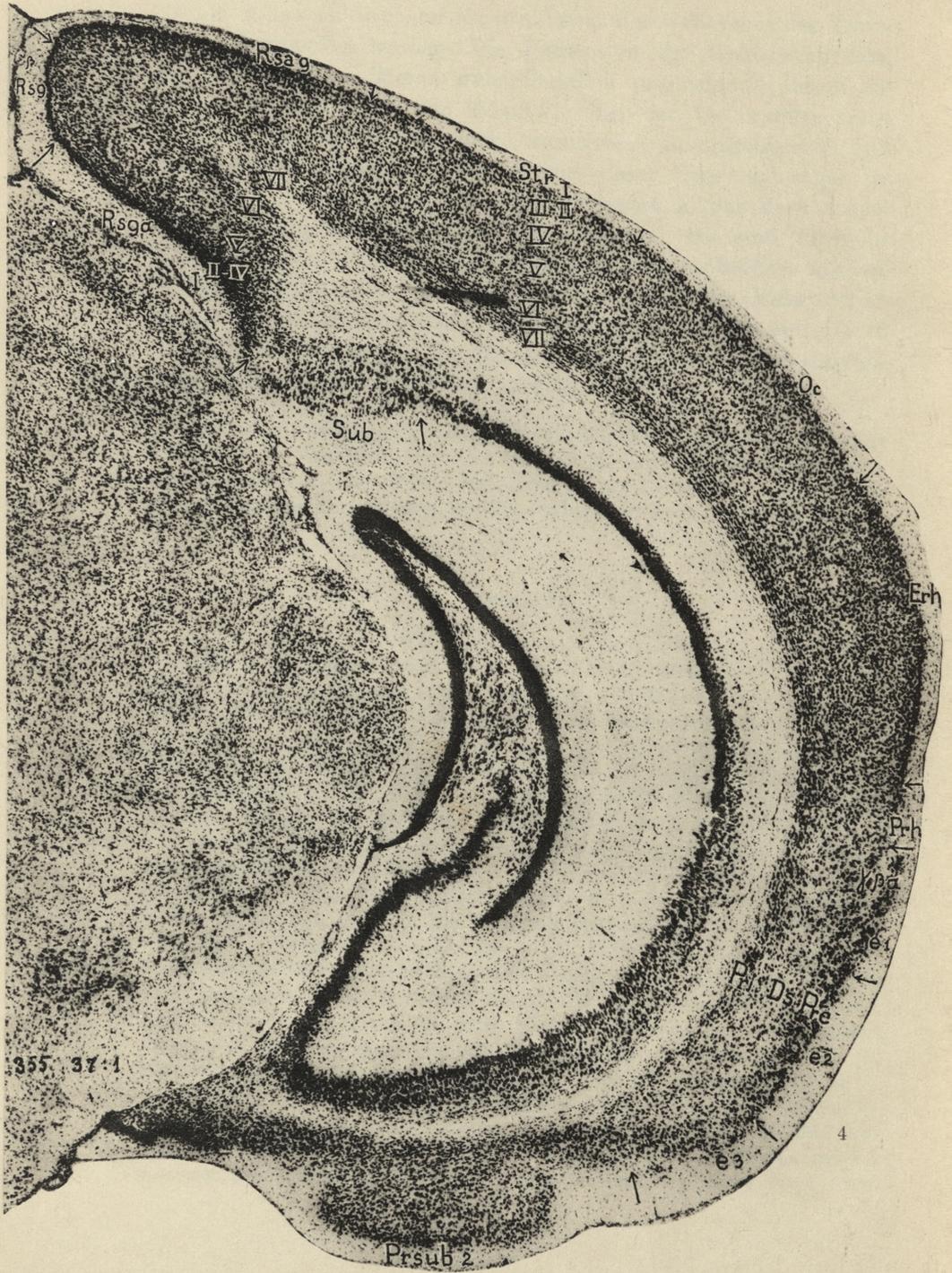
Cyon, Alexander und Kreidl über den Gehörsinn der Tanzmaus interpretiert werden. Die Perzeption der Gehörseindrücke ist also bei diesen Tieren wahrscheinlich ungenügend durch die Hirnrinde bearbeitet. Die Beantwortung der Gehörsreize trägt demnach den Charakter einer primitiven, unkomplizierten und reflektorischen Tätigkeit. Auf Grund dieser Untersuchungen ist es schwer den oben beschriebenen *Glomeruli* in der *Area temporalis dors.* eine spezielle Rolle zuzuschreiben. Sie sind übrigens bei vielen Tieren und auch beim Menschen nicht beobachtet worden.

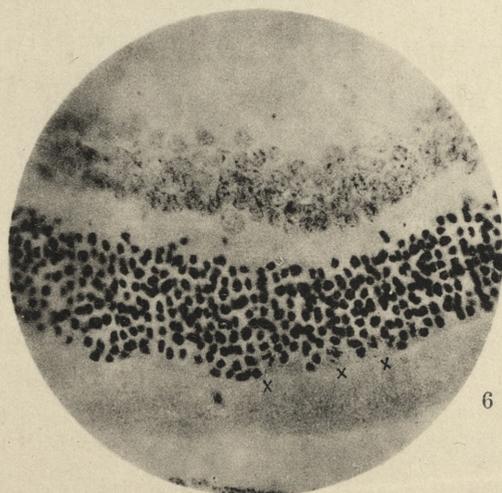
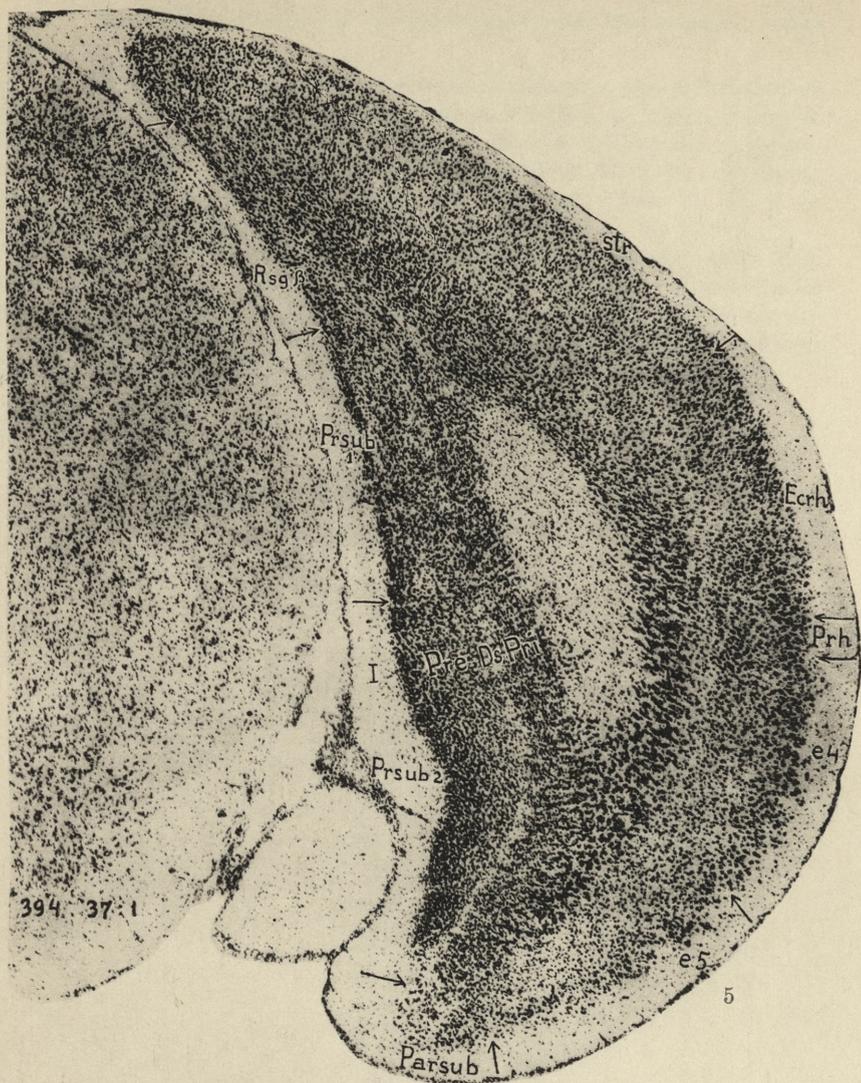
Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. Maksymiljan Rose für die Hilfe und die Anleitung bei der Arbeit und Herrn Prof. Dr. M. Konopacki für die Ermöglichung ihrer Ausführung meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Aus dem Histologisch-embryologischen Institut der Józef Piłsudski Universität in Warschau (Direktor: Prof. dr M. Konopacki), der Neurologisch-Psychiatrischen Klinik der Stefan Batory Universität und dem Polnischen Hirnforschungsinstitut in Wilno (Direktor: Prof. Dr M. Rose).

Literatur.

1. Brodmann K., 1909. Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde, J. A. Barth Leipzig. — 2. Cajal S. R. y. 1911. Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. — 3. Denissenko G., 1881. Über den Bau der äußeren Körnerschichte bei Wirbeltieren, Arch. mikrosk. Anat. 19. — 4. Drooglever-Fortuyn. 1911. De Cytoarchitectonie der groote Hersenchoors van einige Knaagdieren, Inaug-Dis. Amsterdam. — 5. Goldstein K., 1927. Die Lokalisation in der Großhirnrinde, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. B. X. S. 600—842. Berlin. — 6. Hopkins A. E., 1927. Experiments on color vision in mice in relation to the duplicity theory, Zeitschr. f. vergl. Physiol. — 7. Hopkins A. E., 1927. Vision in mice with »rodless« retina, Zeitschr. f. vergl. Physiol. — 8. Isenschmied R., 1911. Zur Kenntnis der Großhirnrinde der Maus, Königl. Ak. d. Wissensch. — 9. Kappers A., 1921. Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen. — 10. Keeler C. E., 1927. Rodless retina an opthalmie mutation in the house mouse J. of exp. Zool. 46. — 11. Kreiner G., 1933. Bulbus olfactorius der weißen Ratte, Zeitschr. f. Anat. u. Entw. B. 102. H. 2. u. 3. — 12. Kühlenbeck H., 1927. Vorlesungen über das Zentralnervensystem der Wirbeltiere, Jena. — 13. Lorente de Nó, 1933. Studies on the stukture of the cerebral cortex, I. — 14. Lorente de Nó, 1934. Studies on the structure of the cerebral cortex, II. — 15. Menner E., 1929. Untersuchungen über die Retina mit besonderer Berücksichtigung der äußeren Körnerschicht, Zeitschr. f. vergl. Phy-





BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES
ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

N° 8—10 B I, 1935.

- Rouppert K.** Blasenrost der Arve in der Hohen Tatra (Planches 11—13).
Szafer Wl. The Significance of Isopollen Lines for the Investigation of the Geographical Distribution of Trees in the post-Glacial Period (Planches 9—10).

N° 8—10 B II, 1935.

- Biborski J.** Über die Segmentalgefäße und die Gefäße der unpaaren Flossen der Scholle (*Pleuronectes platessa*) (Planche 12).
Cišlik Wl. und **Kawecki Zb.** Das spontane Auftreten der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. in Polen (Planche 13).
Garbowski T. Zur Ethologie und Psychologie der Asopiden (*Hemiptera heteroptera*).
Grodziński Z. Die Entwicklung der Venen in der Keimscheibe des Hühnchens.
Grodziński Z. and **Marchlewski J.** Studies on the motility of Spermatozoa of the Domestic Cock outside the organism.
Łuczyńska H. Über den Formensinn und das Gedächtnis für optische Eindrücke bei Eidechsen.
Zieliński M. A. Phosphorus in the early development of the frog.

Janvier—Février 1936.

- Garbowski T.** Die Rolle des Gedächtnisses bei einer blindgeborenen Katze (Planche 1).
Kołodziejewski Z. † Über die Transplantation von jungen Larven des Axolotls auf ältere Tiere (Planche 6).
Słonimski P. Über Blutelemente bei dem Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) (Planche 5).
Studentowicz I. Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten des Oligochaeten *Enchytraeus albidus* Henle.
Szarski G. Contribution to the physiology of *Oligochaeta* belonging to the genus *Chaetogaster* (Planche 4).
Tur J. Sur un embryon double néoplasie (Planche 2).
Zacwilichowski J. Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel von *Aphrophora alni* Fall. (Rhynchota-Homoptera) (Planche 3).

TABLE DES MATIÈRES.

Mars — Avril 1936.

	Page
H. LICHE. Beiträge zur Ethologie der Dermestiden	141
S. KÉLER. Über die neue Mallophagengattung, <i>Dahlehornia</i> nov. gen. (Planche 7)	163
J. ACKERMANN. Methodische Untersuchung über die Bestimmung von kleinen Mengen der Lipide in den Tierorganen	167
— Experimentelle histo-chemische Untersuchungen über den Lezithinstoffwechsel im Tierkörper. I. Teil. Über die Resorption des Lezithins im Darm (Planches 8)	177
J. LATKOWSKI und B. CHARŁAMPOWICZ. Über die biologische Wirkung der sog. Kurzwellen	189
T. VETULANI. Die Wiedereinführung des Waldtarpans in den Urwald von Białowieża (Bialowies) (Planche 9)	205
M. J. CUNGE. Über die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde der japanischen Tanzmaus. (Planches 10—11)	215

Le «*Bulletin International*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries. La première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) se divise en deux sous-séries; l'une d'elles «I» contient les mémoires qui se rapportent aux diverses branches de la Botanique (la Systématique, l'Anatomie et la Physiologie des Plantes), l'autre «II» est réservée aux publications qui concernent le vaste domaine des recherches morphologiques et physiologiques sur l'homme et les animaux (Anatomie, Biologie générale, Embryologie, Histologie, Physiologie, Psychologie, Zoologie systématique et expérimentale).

Depuis 1928, le «*Bulletin International*» ne contient que les communications dont l'étendue ne dépasse pas une limite strictement définie; les mémoires de plus vaste envergure sont réunis en un Recueil différent, les «*Mémoires*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles). Les *Mémoires* sont également publiés en deux séries: A et B. Chaque mémoire publié dans les *Mémoires* se vend séparément.

Les abonnements relatifs au «*Bulletin International*» sont annuels et partent de Janvier. Les livraisons de ce Recueil se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie «Gebethner et Wolff» Rynek Gł., Cracovie (Pologne).