

P.99
N° 4—7 B II

AVRIL—JUILLET

1938

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
1938



rcin.org.pl

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 Akademii Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego

*Badania nad systemem dokrewnym jeża (Erinaceus).
I. Histologiczne zmiany w jądrach i w dodatkowych gruczołach narządu płciowego samca występujące okresowo i pod wpływem bodźców dokrewnych. — Untersuchungen über das endokrine System des Igels (Erinaceus). I. Histologische Veränderungen in den Hoden und in den akzessorischen Drüsen des männlichen Genitalapparates, die periodisch oder unter dem Einfluß von endokrinen Reizen auftreten¹⁾.*

Mémoire

de M. S. SKOWRON,

présenté le 4 Avril 1938 par M. E. Godlewski m. t.

(Planche 4).

Der Igel ist ein primitives Säugetier. Das ist sowohl aus den paläontologischen Befunden (die Familie *Erinaceidae* ist schon aus dem Eozän, die Gattung *Erinaceus* aus dem oberen Miozän bekannt) als auch aus den anatomischen Einzelheiten und den physiologischen Eigenschaften dieser Tiere ersichtlich. Es ist daher eine genauere histologische und experimentelle Untersuchung des endokrinen Systems eines Vertreters der Familie *Erinaceidae* erwünscht, um so mehr als unsere bisherigen Kenntnisse in dieser Hinsicht noch sehr spärlich sind. Es gibt aber auch noch einen anderen Grund, warum die Igel ein wünschenswertes Objekt für derartige Untersuchungen sind. Es treten nämlich, wie bekannt, bei ihnen periodische Veränderungen im Bau und in der Funktion der Geschlechtsorgane auf, die mit dem Oestrus und der Ruheperiode des Geschlechtslebens im Zusammenhang

¹⁾ Ausgeführt mit Unterstützung des Tyszkowski-Fonds.

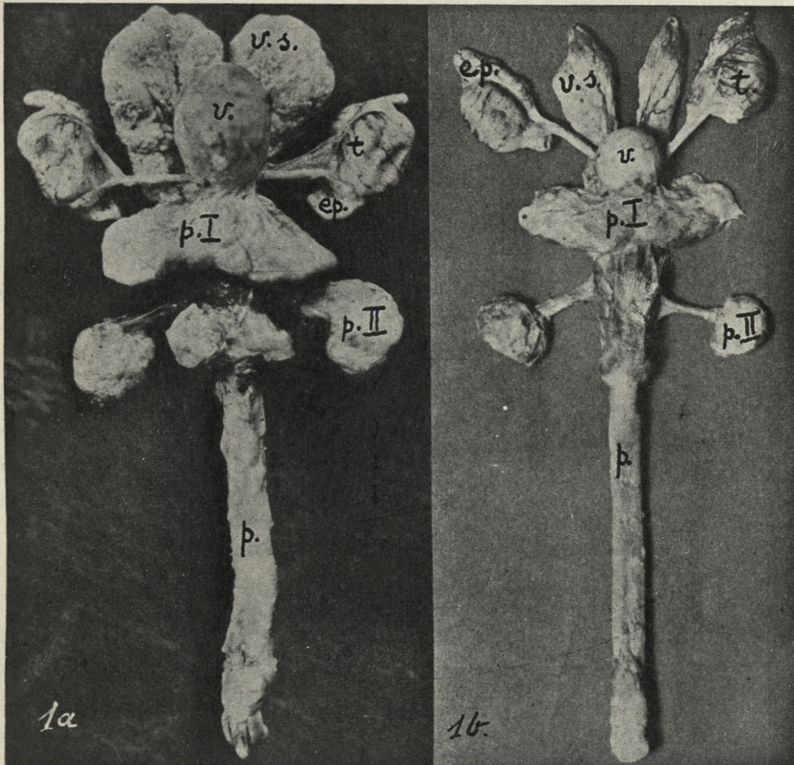
stehen. Die Arten der gemäßigten Zone machen auch einen Winterschlaf durch, der nach Ansicht vieler Forscher mit Funktionsveränderungen in den endokrinen Drüsen im Zusammenhang steht.

Da die bisherigen Untersuchungen keine erschöpfende Beschreibungen der periodischen Veränderungen in den Hoden und in den akzessorischen Drüsen des Genitalapparates zeitigten, setzte ich mir in der vorliegenden Arbeit vor allem das Ziel, unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht zu ergänzen, um dann die Ergebnisse meiner Versuche über den Einfluß der Kastration und die Wirkung der gonadotropen Hormone der Hypophyse und des Follikelhormons darzustellen.

In den männlichen Geschlechtsorganen des Igels ist außer den Samenblasen eine innere und äußere Vorsteherdrüse vorhanden. Die Nomenklatur dieser Teile ist jedoch noch nicht ganz festgelegt. Grosz und Kaudern z. B. betrachten die Samenblasen als I. Vorsteherdrüse, die innere Vorsteherdrüse als II. Vorsteherdrüse, und die äußere Vorsteherdrüse als III. Vorsteherdrüse. Dieser Ansicht zufolge besitzt also der Igel keine Samenblasen. Dagegen unterscheiden Camus und Gley, Disselhorst, Courrier außer den Samenblasen eine innere, oder I. Vorsteherdrüse und eine äußere, oder II. Vorsteherdrüse. Diese letztere Nomenklatur habe ich in der vorliegenden Arbeit angenommen, obwohl in letzter Zeit Allanson anstatt »äußere Vorsteherdrüse« den Ausdruck »Cowpersche Drüse« benützt.

Die bisherigen Veröffentlichungen beschreiben Veränderungen in der Größe der Hoden und der akzessorischen Drüsen des Igels im Laufe des Jahreszyklus. Hauptsächlich betreffen diese Beschreibungen jedoch die makroskopischen Veränderungen in der Größe der untersuchten Organe. Diesbezügliche Angaben findet man sowohl bei Owen wie auch bei späteren Verfassern, die sich auch mit dem histologischen Bau der akzessorischen Drüsen (Oudemans, Disselhorst) und ihren Veränderungen befassen (Griffiths, Rauther, Linton). Endlich beschreibt Marshall periodische Veränderungen im Geschlechtsapparat des Igels und führt die ersten Versuche über den Einfluß der Kastration auf die akzessorischen Drüsen aus, welche Untersuchungen noch durch Courrier erweitert wurden. In letzter Zeit wurde dieses Problem von M. Allanson in Angriff genommen. Die Verfasserin wollte jedoch hauptsächlich die Zeit des Oestrus und der ge-

schlechtlichen Ruhe an einer größeren Anzahl von Tieren feststellen, um auf diese Weise eine genügende quantitative Basis für weitere Untersuchungen zu erhalten. Aus diesem Grund beschäftigte sie sich auch nur nebenbei mit den histologischen Ver-



Textabb. 1. Geschlechtsorgane eines männlichen Igels, 1a aus der Periode des vollen Oestrus (Mai), 1b im September. t — Hoden, v. s. — Samenblasen, p. I. — innere Vorsteherdrüse, p. II. — äußere Vorsteherdrüse, ep. — Nebenhoden, v. — Harnblase, p. — Penis. In 1b. die bedeutende Größenabnahme der Hoden, der Samenblasen und der äußeren Vorsteherdrüse sichtbar. Um $\frac{1}{4}$ verkleinert. Photographie.

änderungen in den akzessorischen Drüsen des Genitalapparates, wobei sie ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich auf das Gewicht derselben richtete.

Die Hoden und die akzessorischen Drüsen verändern sich hinsichtlich ihrer Größe während des Oestrus und der geschlechtli-

chen Ruhezeit beim Igel bedeutend, so wie dies auch bei anderen Insektivoren der Fall ist. Dies ist klar ersichtlich, wenn man Textabb. 1 a und b vergleicht. Auf Textabb. 1 a sehen wir die Photographie der männlichen Geschlechtsorgane aus der Zeit des vollen Oestrus im Monat Mai, während Textabb. 1 b die Genitalorgane im September darstellt, aus einer Zeit also, wo sie schon stark rückgebildet sind. Nicht nur die Hoden (t) sind verkleinert, sondern auch die Samenblasen (v. s.) und die äußere oder II. Vorsteherdrüse (p. II.). Diese makroskopischen Veränderungen werden von noch augenscheinlicheren histologischen Veränderungen begleitet, mit deren Besprechung ich mich in einem weiteren Abschnitt befassen werde. Hier möchte ich nur bemerken, daß die histologische Untersuchung selbstredend ein viel sichereres und genaueres Kriterium des funktionellen Zustandes des Hodens und der akzessorischen Drüsen ist als ein Vergleich ihrer Größenverhältnisse, die wieder von der Größe des untersuchten Exemplars abhängig sind, was auch Allanson erwähnt. So muß z. B. die genaue Feststellung des vollen Oestrusperiode auf histologische Untersuchungen gestützt sein, weil oft schon dann mikroskopische Veränderungen auftreten, wenn am untersuchten Organ noch keine Veränderungen bezüglich der Größe bemerkbar sind.

Material und Methode.

Ich erhielt reichlich Igelexemplare sowohl aus der Umgebung von Kraków wie auch aus anderen Gegenden des westlichen und mittleren Kleinpolen. Unter den Tieren befand sich eine überwiegende Anzahl von Vertretern der Art *E. roumanicus*. Da die Unterschiede zwischen *E. roumanicus* und *E. europaeus* auf gewissen Einzelheiten im Bau des Gebisses und in der Form des Kieferknochens beruhen, so betreffen die hier wiedergegebenen Untersuchungen diese beide Arten, die in Polen leben (siehe E. Lubicz Niezabitowski). Nur Herter gibt an, daß *E. roumanicus* wahrscheinlich leichter in den Winterschlaf verfällt als *E. europaeus*. Kreuzungen zwischen beiden Arten sind möglich. Herter beschreibt einen Bastard zwischen *E. roumanicus* ♂ und *E. europaeus* ♀. Diejenigen Tiere, die für Untersuchungen im Winter und Vorfrühling bestimmt waren, wurden in Käfigen in einem nichtgeheizten Raum gehalten. Nachdem sie in den Winterschlaf verfallen waren, wurde mit dem Füttern aufgehört.

Das Material aus den Geschlechtsdrüsen und den akzessorischen Organen wurde in Bouin'scher Flüssigkeit fixiert, in Paraffin eingebettet und die 5—9 μ dicken Schnitte in Ehrlichschem Hämatoxylin und Eosin oder in Heidenheinschem Hämatoxylin gefärbt. Zur Vergleichszwecken wurde auch bei der Fixierung von Hodenstückchen starke und schwache Flemmingsche Flüssigkeit, Champy'sche Flüssigkeit und die Modifikation von Minouchi benützt.

Die größte Schwierigkeit bereiteten die operativen Eingriffe. Der Igel ist nämlich gegen Infektionen sehr empfindlich, so daß gute Ergebnisse nur bei einer streng aseptisch ausgeführten Operation erhalten werden konnten. Im entgegengesetzten Fall bildeten sich Abszesse. Diese Tatsache ist insofern von Interesse, als der Igel bekanntlich gegen Schlangengift, Zyanwasserstoff und gegen Diphtherie- und Tetanustoxine nur wenig empfindlich ist.

Ich benützte folgende hormonale Präparate: Follikelhormon (Benzogynöestryl, Di-Menformon), d. h. Oestradiolester und Prolane (Pregnyl). Außerdem erhielten manche Tiere subkutane Injektionen einer Flüssigkeit, die aus dem ausgepreßten Saft des zerriebenen Vorderlappens der Hypophyse des Rindes durch Zentrifugieren erhalten wurde.

Herrn S. Zajączek, Abs. phil., spreche ich meinen herzlichsten Dank aus für seine Mithilfe bei der Herstellung von mikroskopischen Präparaten, Herrn Dr. J. Grabczyński danke ich bestens für die Ausführung einiger Operationen.

Beschreibender Teil.

In diesem Teil versuche ich die Veränderungen zu beschreiben, welche im Laufe des Jahres in den Hoden, Nebenhoden und in den akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparates auftreten. Der Reihe nach werden also beschrieben: der Hoden, der Nebenhoden, die Samenblasen und die innere (I) und äußere (II) Vorsteherdrüse.

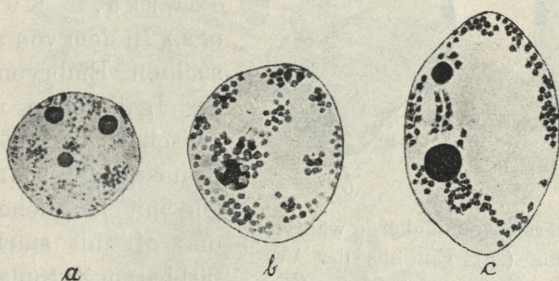
Der Hoden.

Da ich bis jetzt im Schrifttum keine Beschreibung des Igelhodens aus dem Embryonalleben gefunden habe, so gebe ich an dieser Stelle die Ergebnisse einer histologischen Untersuchung an den männlichen Gonaden zweier verschiedenaltiger Igelem-

bryonen wieder. Bei einem ungefähr 12 mm langen Embryo befindet sich die Gonade noch in einem sehr frühen Stadium. Sie enthält noch die ersten Anlagen der Samenkanälchen in Form von soliden Strängen, die vom Mesenchymgewebe getrennt sind. Innerhalb des letzteren ist eine geringe Anzahl von Blutgefäßen sichtbar. In den Keimsträngen kann man neben Zellen mit runden oder länglichen Kernen und nicht scharf abgegrenztem Zytoplasma einige Zellen beobachten, die größere Kerne aufweisen. Diese sind mit einer größeren Menge Kernsaft angefüllt und enthalten Chromatin, das sich in größeren Granulationen, in der Nähe der Kernmembran befindet. Diese Zellen, die Spermatogonien ähnlich sind, entstehen nach Stieve aus den Zellen, welche die erste Anlage der Gonade bilden. In diesem Stadium sind aus den wenigen Mesenchymzellen, die die Anlagen der späteren Kanälchen trennen, noch keine Zwischenzellen ausdifferenziert. Diese erscheinen erst in einem späteren Stadium.

Der Hoden eines viel älteren, ungefähr 5 cm langen Embryos weist deutliche Keimstränge auf, die von einer reichlicheren Menge Bindegewebe getrennt sind (Abb. 1, Taf. 4). Zwischen den Bindegewebszellen trifft man auf zahlreiche einzeln oder in Gruppen liegende Zwischenzellen mit stärker eosinfärbbarem Zytoplasma und mit Kernen, in denen das Chromatin fein granuliert ist. Die soliden Keimstränge sind von Bindegewebsfasern mit länglichen Kernen umgeben. In den Keimsträngen, hauptsächlich in der Randzone, findet man sogenannte undifferenzierte Hodenzellen (*Felix*), anders kleine Zellen genant (*petites cellules*, *Courrier*). Aus diesen Zellen entstehen nach Stieve sowohl die Geschlechtszellen als auch die Sertolischen oder Fußzellen. Außer den undifferenzierten Hodenzellen sind besonders in der Mitte des Inneren der Keimstränge auch andere Zellen mit größeren und helleren Kernen sichtbar (*les grandes cellules*), die *Courrier* für Spermatogonien hält (Textabb. 2a). Natürlich ist eine genaue Unterscheidung zwischen den Spermatogonien und den undifferenzierten Hodenzellen nicht immer möglich, da, wie Stieve hervorhebt, diese letzteren in der Prophase ebenso aussehen wie die Spermatogonien. In diesem Stadium werden oft Mitosen beobachtet, und das sowohl in den Zellen der Keimstränge wie auch in den Zellen des Gewebes, welches die Keimstränge voneinander trennt.

In den Spermatogonien sind oft Anzeichen einer Rückbildung sichtbar. Wahrscheinlich unterliegen alle Spermatogonien mit hellen Kernen, deren Chromatin sich in größeren Brocken ansammelt, schließlich einer Rückbildung (Textabb. 2 b). Die Kerne dieser Spermatogonien werden immer größer und das Chromatin bildet größere Granulationen, die dicht unter der Kernmembran liegen (Textabb. 2 c). Schließlich zerfließt der Kern. Manchmal färbt sich wieder in den degenerierenden Zellen der Kerninhalt mit Eosin und nur ein schmaler Streifen färbt sich noch mit Hämatoxylin. Innerhalb der Keimstränge, in ihren mittleren Teilen,



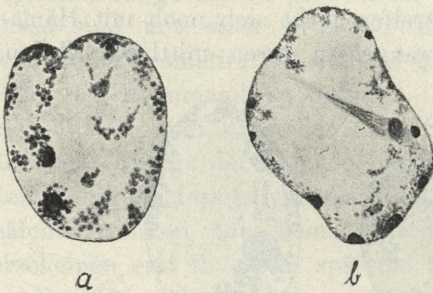
Textabb. 2. Spermatogonienkerne eines Embryos. 1a. normaler Kern, 1b. Beginn der Degeneration, 1c. weiteres Rückbildungsstadium. Vergr. ungefähr 2000 X.

kann man die Überreste dieser rückgebildeten Kerne in Gestalt von eosinfärbbaren Brocken auffinden. Das diese Kerne umgebende Zytoplasma unterliegt schon vorher dem Zerfall.

Mehrkernige (zwei- oder dreikernige) Zellen sind verhältnismäßig selten. Sie entstehen im Hoden durch das Zusammenfließen von einkernigen Zellen, was schon früher Maximow bei einer Beschädigung der Hoden beim Hunde bemerkte. Manchmal vereinigen sich in diesen Zellen auch die nebeneinander liegenden Kerne und bilden Riesenkerne, deren oftmals unregelmäßige Form auf ihre Entstehung aus ursprünglich einzelnen Kernen hinweist¹⁾. Beispiele für diese Erscheinung zeigt Textabb. 3 a und b. Da verschiedene Arten von Rückbildung in Spermatogonien in diesem

¹⁾ Die mehrkernigen Zellen in der Zwitterdrüse der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) entstehen, wie bekannt, dadurch, daß keine Teilung des Zytoplasmas erfolgt (Godlewski, Skowron) und nicht durch eine Vereinigung von einzelligen Elementen (Auerbach).

Stadium sehr häufig sind, so ist die Annahme berechtigt, daß die zu dieser Zeit bestehenden Spermatogonien größtenteils zerfallen. Meine Beobachtungen stimmen mit denjenigen von Stieve an dem Hoden des menschlichen Embryos überein. Dieser Verfasser erwähnt in seiner Monographie die Degeneration der Spermatogonien. Die im Hoden angetroffenen Degenerationserscheinungen können als physiologische Degeneration betrachtet werden, die



Textabb. 3. Spermatogonienkerne während der Vereinigung (2a). Ein aus der Vereinigung zweier Kerne entstandener Kern (2b). Vergr. ungefähr 2000 \times .

auch in anderen Organen, z. B. in den Muskeln auftritt (Godlewski, Młodowska, Kulczycki u. a.). In dem von mir untersuchten Embryonalstadium des Igels kann man auch zwischen den Zellen der Keimstränge schmale Zellen mit länglichen Kernen und oft mit stärker eosinfärbbarem Zytoplasma beobachten. Meiner Ansicht nach sind das früh auftretende

Sertolische Zellen, die aus undifferenzierten Hodenzellen entstehen, wie das Stieve annimmt. Im Gegensatz jedoch zu den beim Menschen angetroffenen Verhältnissen erscheinen die Sertolischen Zellen beim Igel während des Embryonallebens, während sie beim Menschen erst dann auftreten, wenn die ersten Spermatoziden entstehen, d. h. während der Pubertät.

Das nächste von mir untersuchte Stadium waren neugeborene Igel. Courier, der den Hoden auch zu dieser Zeit beschreibt, erwähnt nur, daß die Keimstränge aus großen und kleinen Geschlechtszellen aufgebaut sind. Außerdem gibt er an, daß die Zwischenzellen klein sind. Im Vergleich mit dem Embryo beobachtete ich im Hoden des Neugeborenen bedeutendere Mengen von Bindegewebe, welches die Keimstränge voneinander trennt, und eine stärkere Blutversorgung der Gonade. In den Keimsträngen befinden sich undifferenzierte Hodenzellen und zahlreiche Spermatogonien. Die Anzahl der in Rückbildung begriffenen Spermatogonien ist geringer als in dem vorangehenden Stadium. In manchen Keimsträngen bildet sich in der Mitte des Inneren ein

Teil der Spermatogonien auf eine derartige Weise zurück, daß ihre Kerne pyknotisch, die Zellgrenzen undeutlich werden und das Plasma endlich gänzlich degeneriert. An diesen Stellen erscheinen im Bereich der Keimstränge leere Räume, die von Zytoplasmastreifen durchzogen werden. Diese Räume sind die ersten Anlagen des Hohlraumes in den Keimsträngen und von deren Umbildung in Samenkanälchen. Die Samenkanälchen entstehen also beim Igel viel früher als beim Menschen, bei dem ähnliche Bilder erst in der Zeit der Pubertät angetroffen werden (Stieve).



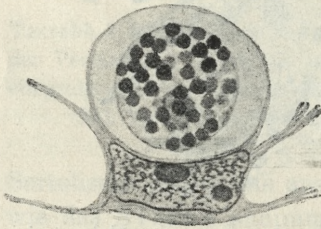
Textabb. 4. Eindringen des Bindegewebes in das Samenkanälchen eines neugeborenen Igels. Vergr. ungefähr 360 X.

Was die Anzahl und Größe der Zwischenzellen betrifft, so sind keine größeren Unterschiede im Vergleich mit dem vorangehenden Stadium zu verzeichnen. Beim Neugeborenen findet man dagegen eine größere Anzahl von Sertolischen Zellen. Manche derselben verlieren den Zusammenhang mit der Hülle der Wände der Keimstränge und verschieben sich gegen die Mitte der letzteren zu. Am häufigsten sind sowohl die Sertolischen Zellen selbst wie auch ihre Kerne von unregelmäßiger Gestalt. Diese Zellen umgeben mit ihren Ausläufern oft die Spermatogonien, sowohl diejenigen, die keine Degenerationsveränderungen zeigen wie auch die sich rückbildenden Elemente. Möglicherweise üben also die Sertolischen Zellen nicht nur eine trophische Funktion aus, sondern sie können auch in einem gewissen Grade an der Entfernung von Zerfallsprodukten der sich rückbildenden Spermatogo-

nien beteiligt sein. In manchen Fällen dringt in das Innere der Keimstränge mit teilweise ausgebildetem Hohlraum Bindegewebe aus den Streifen ein, welche die Keimstränge voneinander trennen, wie das die beigegefügte Abbildung zeigt (Textabb. 4). Derartige Bilder werden häufig angetroffen. Ich kann jedoch an Hand meiner Präparate nicht entscheiden, ob in der Folge der Keimstrang gänzlich rückgebildet wird, oder ob eine Wiederherstellung der Wand des Kanälchens eintritt.

Nach den Untersuchungen von Courrier werden die Igel erst im nächsten Jahre nach der Geburt geschlechtsreif. Dieser Verfasser beobachtete nämlich in dem Hoden eines 420 gr schweren Igels nur Spermatozyten I. Ordnung und ein Fehlen von weiteren Stadien der Spermiogenese.

Da die Veränderungen während des Jahreszyklus bei geschlechtsreifen Tieren von Courrier angegeben worden sind, beschränke



Textabb. 5. Sertolische Zelle eine Spermatozyte umgebend. Vergr. ungefähr 2000 X.

ich mich bei der Beschreibung derselben nur auf die wichtigsten Momente und diese Einzelheiten, die von dem erwähnten Forscher übergegangen worden sind. Der Hoden eines reifen Igels bietet gegen Ende April, im Mai und in der ersten Hälfte des Juni histologisch das Bild des vollen Oestrus. In den stark entwickelten Samenkanälchen, die innen hohl sind, kann man alle Stadien der Spermiogenese beob-

achten (Abb. 2, Taf. 4). Außer undifferenzierten Hodenzellen, Spermatogonien, Spermatozyten I. und II. Ordnung, erscheinen zahlreiche Spermatiden und Spermien. Bei vielen Spermien färben sich die Köpfchen mit Eosin, während bei anderen normale Färbung mit Ehrlichschem Hämatoxylin eintritt. Die stark entwickelten Sertolischen Zellen umgeben mit ihren Ausläufern die in der Nähe befindlichen Samenzellen, oder sie dringen mit ihrem verlängerten Leib bis in die Nähe der sich zu Samenfäden umbildenden Spermatiden vor. Dieses für den Igel so charakteristische Umfassen der Spermatogonien und Spermatozyten durch die Sertolischen Zellen (Textabb. 5) fand ich nirgends in dem betreffenden Schrifttum verzeichnet, obwohl es ständig auftritt.

Die Endverzweigungen der Sertolischen Zellen sind nicht scharf abgegrenzt. Sie verbinden sich wahrscheinlich mit den Ausläufern anderer Sertolischer Zellen, ein teilweises Synzytium bildend. Die zahlreichen Zwischenzellen treten in Gruppen auf. Sie sind stark entwickelt, haben ein deutlich abgegrenztes Zytoplasma und einen runden Kern. Im Plasma befinden sich zahlreiche Vakuolen, was auf die Gegenwart von durch Reagentien gelösten lipoidalen Substanzen hinweist (Textabb. 6 a). In der Periode des vollen Oestrus



Textabb. 6. Zwischenzellen. a. — aus der Oestralperiode, b. — im August c. — im November, d. — im Dezember, e. — im Februar. Vergr. ungefähr 700 X.

treten nur sehr selten Bilder auf, die für eine lokale und vorübergehende Degeneration der samenbildenden Elemente sprechen. Für eine solche Degeneration kann in manchen Kanälchen eine Ablösung, von den Zellschichten, am häufigsten von Spermatozyten I. Ordnung, deren Kerne im Hohlraum des Kanälchens pyknotisch werden oder anschwellen und das Erscheinen von mehrkernigen Spermatozyten I. Ordnung betrachtet werden. Derartige Bilder, die Schinz und Slotopolsky sowie Stieve mit Recht beim Menschen für Degenerationserscheinungen halten,

treten beim Igel während des vollen Oestrus nur in so wenigen Kanälchen auf, daß man sie nur als eine vorübergehende und lokale Veränderung betrachten kann, die keinerlei Einfluß auf die normale Funktion des Hodens ausübt.

Die histologische Struktur des Hodens ist bekanntlich gegen den Einfluß verschiedener schädlicher Faktoren sehr empfindlich. Schädlich wirken nicht nur mechanische Verletzungen, Röntgenstrahlen, viele chemische Substanzen, sondern auch psychische Reize (siehe Stieve). Für durch Beschädigung entstanden sind auch die Veränderungen in einem der Hoden eines in der vollen Oestrusperiode am 1. Juni getöteten Tieres zu halten. Während in einem Hoden die Spermiogenese in vollem Gange war, wurden in dem zweiten zahlreiche Rückbildungserscheinungen beobachtet.

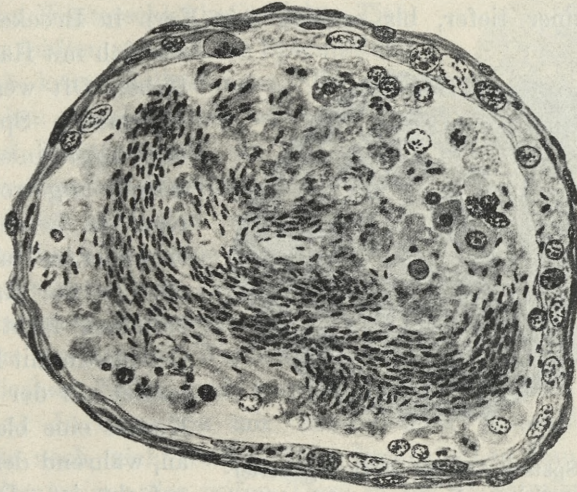


Textabb. 7. Agglutinierte Samenfäden. Vergr. ungefähr 1000 X.

Außerordentlich zahlreich traten die vielkernigen Gebilde auf, die oft in einer späteren Periode sichtbar sind. In den riesigen vielkernigen Spermatiden, die durch Vereinigung einkerniger Spermatiden entstanden waren und die im Hohlraum der Kanälchen lagen, erreichte die Anzahl der Kerne oft zwanzig und mehr.

Außerdem erschienen agglutinierte Massen von Samenkörperchen und von in Umwandlung begriffenen Spermatiden (Textabb. 7). Die innerhalb des Hohlraumes der Kanälchen befindlichen Spermatozyten bildeten sich ebenfalls zurück. An manchen der Kanälchen waren weitere Degenerationserscheinungen sichtbar. Im Kanälchen traten nur Spermatogonien und undifferenzierte Hodenzellen, manchmal mit sehr vergrößertem Kern auf (Textabb. 8), während sich im Inneren des Kanälchenhohlraums Massen agglutiniertes Samenkörperchen und Spermatiden in verschiedenen Entwicklungsstadien befanden. In anderen Kanälchen wiederum war die Wand nur aus Bindegewebszellen aufgebaut, welche die Massen der im Inneren angesammelten Samenkörperchen umgaben, während die anderen samenbildenden Elemente gänzlich degeneriert waren (Textabb. 9). Trotz den so weitgehenden Veränderungen in den samenbildenden Zellen waren jedoch die Zwischenzellen normal ausgebildet und unterschieden sich durch nichts von den Zwischenzellen eines in vollem Oestrus befindlichen Tieres.

In den Präparaten aus dem Hoden eines in der zweiten Hälfte des Juni getöteten Igels konnte man schon die ersten Veränderungen erkennen, welche die ersten Anzeichen eines Nachlassens der höchsten funktionellen Intensität des Hodens bildeten. Zwar waren die Spermien noch immer sehr zahlreich, aber die Samenkanälchen selbst waren kleiner und die degenerierenden Samenzellen häufiger. Im Lumen der Kanälchen erschienen nämlich häufig größere Mengen von degenerierenden Spermatozyten I. Ord-



Textabb. 8. Ansicht eines degenerierten Samenkanälchens. Vergr. ungefähr 580 \times .

nung (hauptsächlich im Stadium der Synapsis) und Spermatischen. Die Kerne dieser Zellen waren pyknotisch oder gequollen. Mehrkernige Gebilde traten verhältnismäßig selten auf. Die Rückbildungsanzeichen waren in manchen Kanälchen stärker als in anderen betont. Kennzeichnend war für dieses Exemplar die starke Größenabnahme der Zwischenzellen, in denen nicht nur das Zytoplasma, sondern auch die Kerne kleiner wurden und oft eine irreguläre Form annahmen.

Die schon im Juni auftretenden Veränderungen werden im Laufe des Juli noch stärker. Strichpräparate aus frischem Hodengewebe enthielten zu dieser Zeit schon wenig Spermien. Die Verkleinerung der Zwischenzellen ging nicht einheitlich vor sich

In manchen Teilen des Hodens waren sie stärker rückgebildet als in anderen. Große Veränderungen wurden an den Samenkanälchen selbst beobachtet, welche kleiner wurden und oft kein Lumen mehr aufwiesen (Abb. 3, Taf. 4). In diesem Fall füllen das Innere des Kanälchens ziemlich locker gelagerte spermatogenetische Zellen aus, zwischen denen oft ziemlich weite Lücken auftreten. Die Rückbildung der spermatogenetischen Zellen erfolgt auf verschiedene Weise. Oft tritt Pyknose der Kerne auf, oder ein Aufquellen derselben, oft färbt sich Plasma und Chromatin in manchen Zellen immer tiefer, bis endlich der Kern in Brocken zerfällt,

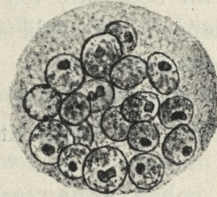


Textabb. 9. Spätere Ansicht eines degenerierten Samenkanälchens. Vergr. ungefähr 500 \times .

die sich mit Hämatoxylin färben. Oft werden auch vielkernige Spermatiden und agglutinierte Spermien angetroffen. In manchen Kernen, die sich entweder im Ruhezustand oder in der Kariokinese befinden, färbt sich das Chromatin mit Eosin, oft nimmt nur der Rand des Kernes eine blaue Farbe an, während der Rest rotgefärbt ist. Die Kerne der Sertolischen Zellen werden immer unregelmäßiger. Viele dieser Zellen dringen in das Innere des Kanälchens ein und umgeben mit ihren Ausläufern die spermatogenetischen Zellen, von denen viele dem Zerfall erliegen. Im Inneren der Samenkanälchen sind an den leeren Stellen plasmatische Fasern sichtbar, mittels derer die Sertolischen Zellen in Verbindung stehen.

Ein dem vorigen sehr ähnliches Bild trifft man auch im August an. Von wichtigeren Unterschieden ist die weitere Verkleinerung der Zwischenzellen zu erwähnen; ihre Grenzen werden häufig unsichtbar, die Kerne werden klein und nehmen oft eine unregelmäßige Gestalt an (Textabb. 6 b). Die Spermatiden treten sehr spärlich auf, Spermien fehlen gänzlich. Die Reduktionsteilungen kommen selten vor, oft werden dagegen Teilungen von Spermatogonien und undifferenzierten Hodenzellen beobachtet.

Im Laufe des Septembers unterliegt das histologische Bild des Hodens auch nur kleinen Veränderungen. Es muß nur hervorgehoben werden, daß bei manchen Exemplaren die vielkernigen Spermatiden häufiger als in anderen auftreten (Textabb. 10). Im Oktober zeigt der Hoden eines nichtschlafenden Igels ähnliche Verhältnisse wie im August und September. Die Samenkanälchen sind klein, oft solid oder mit zerfallenden Spermatozyten I. Ordnung angefüllt. Spermatiden kommen selten vor. Eine etwas weitergehende Rückbildung beobachtete ich bei einem im Winterschlaf befindlichen Tier. Bei diesem fehlten nämlich die Spermatiden und es gab keine Zellteilungen. Es muß hervorgehoben werden, daß während der Herbst- und Wintermonate die Hoden der reifen Tiere dieselben Einzelheiten des histologischen Baus aufwiesen wie diejenigen der jungen, die noch keine Oestrusperiode durchgemacht hatten. In England, wo sich der Igel in einer Oestrusperiode zweimal fortpflanzt, sind bei den Jungen des zweiten Wurfes die Wände der Kanälchen nur aus Sertolischen Zellen und wenigen Spermatogonien gebildet (Allanson). In dem von mir untersuchten Material zeigten dagegen die noch nicht reifen Tiere immer einen Bau des Hodens, der demjenigen der reifen Tiere in der anoestralen Periode analog war.



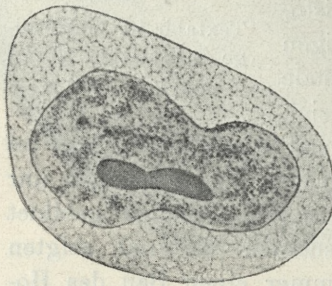
Textabb. 10. Vielkernige Spermatide. Verggr. ungefähr 2000 X.

Während des Winterschlafes im Monat November geht die Rückbildung des Hodens noch weiter. In den nicht deutlich voneinander abgegrenzten Zwischenzellen zeigen viele Kerne eine unregelmäßige Gestalt; sie schrumpfen ein und färben sich intensiv mit Hämatoxylin (Textabb. 6 c). Die Samenkanälchen sind entweder solid oder mit Massen von degenerierten Spermatozyten I. Ordnung angefüllt (Abb. 4, Taf. 4), deren Kerne schließlich die Form langer Fäden annehmen, die den Kernen der Bindegewebszellen ähnlich sehen. Zellteilungen fehlen gänzlich. Im Laufe des November und auch im Dezember setzen sich die Wände der Kanälchen nur aus undifferenzierten Hodenzellen, Spermatogonien und Spermatozyten I. Ordnung, oft im Stadium der Synapsis, zusammen. Im Dezember jedoch sind die Kanälchen größer als im November. Bei vielen ist das Lumen oft mit Massen von zer-

fallenden Zellen gefüllt und in dem Zwischengewebe besitzen die Zellen mehr Zytoplasma und größere Kerne als vorher (Textabb. 6d).

In der Hälfte des Februar sind trotz dem Winterschlaf die Zwischenzellen schon bedeutend größer, oft deutlich voneinander abgegrenzt und mit runden, regelmäßigen Kernen versehen (Textabb. 6e). Die Samenkanälchen sind größer als vorher und viele derselben weisen ein Lumen auf. Es erscheinen auch Mitosen, doch verkleben sich oft die Chromosomen und färben sich mit Eosin. In einem Fall bemerkte ich eine Amitose(?) in einer undifferenzierten Hodenzelle (Textabl. 11). Ein ähnlicher Zustand bleibt auch im März bestehen.

Anfangs April wird im Hoden schon eine rege samenbildende Tätigkeit beobachtet. Trotzdem finden sich noch Samenkanälchen,



Textabb. 11. Amitotische Teilung (?) einer undifferenzierten Hodenzelle. Vergr. ungefähr 2000 X.

die im Lumen degenerierte Zellen oder seltene vielkernige Spermatozyten I. Ordnung enthalten. Manchmal kann man auch stark rückgebildete Kanälchen beobachten (IV. Degenerationsstadium nach Schinz und Slotopolsky), die nur eine Schicht Randzellen und die mittels ihrer Ausläufer im Zusammenhang stehenden Sertolischen Zellen aufweisen. In manchen Kanälchen bleibt nur die Bindegewebshülle übrig (V. Degenerationsstadium). Sowohl in den im IV. wie auch in den im V. Degenerationsstadium] befindlichen

Samenkanälchen kann man im Inneren Massen agglutiniertes Spermien beobachten. Da ich analoge Bilder im März beobachtete, d. h. in einer Zeit, wo die Spermatogenese noch gehemmt ist, so kann man annehmen, daß die Spermien in manchen Kanälchen beim Igel die ganze geschlechtliche Ruhepause überdauern können.

Nach dem histologischen Bild zu schließen, scheint die volle Oestrusperiode beim Igel in der zweiten Hälfte des April, im Mai und in der ersten Junihälfte zu fallen, da noch anfangs April im Lumen der Samenkanälchen viele rückgebildete Spermatozyten und vielkernige Gebilde vorkommen. Ende Juni und im Juli dagegen zeigen sich schon Veränderungen, die

als Anzeichen einer beginnenden Rückbildung betrachtet werden können. In dieser Hinsicht unterscheiden sich also meine Beobachtungen von den Ergebnissen, zu welchen Marshall und Courrier kamen. Marshall, der die Igel in England untersucht, gibt zwar an, daß die Zeit des vollen Oestrus in den Mai fällt, wobei er sich hauptsächlich auf Größenveränderungen der Hoden stützt, ist aber der Ansicht, daß die Oestrusperiode den ganzen Sommer hindurch dauert. Allanson, die ein zahlreiches Material aus England untersucht, verzeichnet volle Spermio-genese im Hoden seit Anfang April. Die Rückbildung beginnt im September, aber auch dann kann man häufig in den Hoden mancher Exemplare Spermien auffinden. Am frühesten erscheinen wiederum die Spermien im Januar. Sowohl zur Zeit, wenn die Funktion des Hodens belebt ist wie auch während seiner Rückbildung sind die individuellen Schwankungen bedeutend. Courrier, welcher Material aus Frankreich untersuchte, versetzt auch die Periode des vollen Oestrus in die letzten Tage des April und Mai, aber die Rückbildungserscheinungen treten seiner Ansicht nach erst im September und Oktober auf. Höchstwahrscheinlich sind diese Unterschiede auf die klimatischen Verhältnisse in England, Frankreich und Polen zurückzuführen. In den polnischen Ländern scheint also die Oestrusperiode kürzer zu dauern als in England und Frankreich. Meiner Ansicht nach wirft das Weibchen deswegen in Polen gewöhnlich nur einmal im Jahr Junge, während in England, nach den Angaben von Millais¹⁾, der erste Wurf in den Mai oder Juni fällt, der zweite in den August oder September. Zu ähnlichen Schlüssen kommen auch Deanesly und Allanson. Zwar gibt Herter an, daß ein Weibchen in Deutschland, in der Gefangenschaft, zweimal Junge geworfen hat und führt die Beobachtungen von Stein und Eisentraut an, aus denen hervorgeht, daß die Befruchtung beim Igel im Juli erfolgte und nimmt auf Grund dessen »daß die Brunstzeit des Igels in Mitteleuropa mindestens bis Ende Juli reicht«, jedoch widersprechen diese Beobachtungen nicht den von mir angegebenen Tatsachen. Da ich in den Hoden des Igels Spermien sowohl Ende Juni wie auch im Juli fand, so ist die Befruchtung in dieser Zeit möglich, nichtsdestoweniger

¹⁾ Zitiert nach Marshall.

aber fällt sie schon in eine Zeit, wo die volle Oestralperiode schon beedingt ist. Meiner Ansicht nach sind trotz der vorhandenen Übereinstimmung zwischen makroskopischen Veränderungen der Hodengröße und den mikroskopischen Veränderungen, diese letzteren ein sicherer Indikator für den funktionellen Zustand des Hodens. In dem bisherigen Schrifttum dagegen geben nur Courrier und Allanson das histologische Bild der Veränderungen im Hoden bei der von mir untersuchten Arten an.

Nach Courrier beginnt die spermatogenetische Tätigkeit des Hodens im Januar. In dieser Zeit bemerkte er in manchen Kanälchen Spermien, die Zwischenzellen waren vergrößert. Bei den Igel in Polen werden zwar die Samenkanälchen Mitte Dezember etwas größer, aber ich konnte nicht einmal im Februar Spermien im Hoden feststellen. Man muß annehmen, daß die ersten Spermien erst im April erscheinen, obwohl natürlich gewisse individuelle Abweichungen und auch Unterschiede, die von veränderlichen klimatischen Faktoren abhängen, möglich sind. Trotzdem weist das Verhalten der Zwischenzellen darauf hin, daß sich noch während des Winterschlafes im Dezember, Januar und Februar die innensekretorische Tätigkeit des Hodens belebt. Es wird allgemein angenommen, daß die Zwischenzellen der Entstehungsort der männlichen Hormone sind. Courrier untersuchte den Zusammenhang zwischen der Entwicklungsstufe der Zwischenzellen, der Spermio-genese und der akzessorischen Drüsen und stellte eine vollkommene Zusammenstimmung unter ihnen fest. Allanson nimmt jedoch diese enge Abhängigkeit nicht an. Nach Ansicht dieser Verfasserin bilden sich die Zwischenzellen schon im Juli zurück und ihr Größerwerden kann ab Januar bis März beobachtet werden. Ein weiteres plötzliches Anwachsen dieser Elemente fällt in den April. An Hand meiner eigenen Beobachtungen muß ich jedoch annehmen, daß die Veränderungen in den Zwischenzellen diejenigen Veränderungen, die innerhalb der spermatogenetischen Elemente vorgehen, an Intensität übertreffen. In der zweiten Junihälfte tritt nämlich schon ein starkes Kleinerwerden der Zwischenzellen ein, während das spermatogenetische Gewebe erst schwach andeutet, daß der volle Oestrus verschwindet. So ist auch das Größerwerden der Zwischenzellen schon im Dezember, deutlich im Februar, sichtbar, d. h. in einer Zeit, da die Spermato-genese noch gehemmt ist und nur die Kanälchen etwas größer

geworden sind. Bekanntlich wirken die gonadotropen Hormone der Hypophyse als Stimulus auf die Tätigkeit der Zwischenzellen und des spermiogenen Gewebes. Dieser Mangel an Übereinstimmung im Verhalten der Zwischenzellen und des spermiogenen Gewebes kann auf zweierlei Art erklärt werden. Man kann nämlich annehmen, daß die lebhaftere Tätigkeit dieser beiden Gewebe von einem und demselben Hypophysenhormon bewirkt wird, wobei aber die Empfindlichkeit des Zwischengewebes gegen quantitative Veränderungen dieses Faktors größer ist als diejenige des spermiogenen Gewebes. Deswegen macht sich die Abnahme dieses Hormons in erster Linie an den Zwischenzellen bemerkbar, während die Spermiogenese erst später gehemmt wird. Das Anwachsen der Hormonmenge im Winter zeigt sich ebenfalls zuerst an dem Zwischengewebe und erst später werden die samenbildenden Elemente stimuliert. Einige Forscher sind aber der Ansicht, daß das Hypophysenhormon, welches beim Weibchen das Wachstum der Graafschen Follikel bewirkt, beim Männchen die Entwicklung des samenbildenden Gewebes anregt, während das luteinisierende Hormon das Zwischengewebe stimuliert. Falls diese Ansicht richtig sein sollte, wäre man gezwungen, den Schluß zu ziehen, daß beim Igel im Winter anfänglich mehr vom luteinisierenden Hormon entsteht, welches das Zwischengewebe anregt, daß sich gegen Ende des Oestrus dagegen dessen Menge schneller vermindert als diejenige des Hormons, welches beim Weibchen das Wachstum der Graafschen Follikel stimuliert, weswegen sich die Zwischenzellen schneller rückbilden als das spermiogene Gewebe.

Ziemlich bedeutend sind die Unterschiede im histologischen Bilde des Hodens auch bei diesen Tieren, die gleichzeitig getötet wurden. Bei den einen kann die Rückbildung stärker auftreten als bei den anderen; bei manchen Tieren treten die vielkernigen Zellen massenhaft auf, während sie bei anderen seltener sind. Trotzdem sind diese Unterschiede niemals so groß, als daß man an Hand des Präparats nicht mit großer Wahrscheinlichkeit die Periode bestimmen könnte, in welcher das Tier getötet wurde. Wenn man die Hoden von nicht schlafenden Tieren und von solchen, die in demselben Monat in den Winterschlaf verfielen, histologisch vergleicht, so bemerkt man keine größeren Unterschiede. Die schlafenden Tiere können eine stärkere Rückbildung

aufweisen, aber das nur in unbedeutendem Grade, so daß angenommen werden kann, daß der Winterschlaf auf den Verlauf und die Intensität der periodischen Veränderungen, welche der Hoden an Größe und im histologischen Bau erleidet, keinen Einfluß hat. Noch deutlicher tritt im August und September zutage, daß die Rückbildung des Hodens vom Winterschlaf nicht abhängt, da um diese Zeit der Hoden stark rückgebildet ist, trotzdem die Tiere noch nicht in den Winterschlaf verfallen sind, dagegen im Februar trotz dem Winterschlaf eine bedeutende Vergrößerung der Zwischenzellen eintritt.

Die Rückbildung des Hodens im Winter zieht beim Igel nicht so weitgehende Veränderungen mit sich wie z. B. bei Fledermäusen und dem Maulwurf. Nach den Untersuchungen von Courrier zu schließen, könnte der Rückbildungsgrad den bei *Arctomys marmotta* angetroffenen Veränderungen entsprechen. Zwar ist Courrier der Ansicht, daß auch beim Igel wahrscheinlich eine Periode vorhanden ist, in der in den Samenkanälchen ebenso wie in der Embryonalperiode nur große und kleine Zellen vorhanden sind, aber auf Grund meiner Beobachtungen, die den ganzen Jahreszyklus betreffen, kann ich nicht zu der Ansicht neigen, daß die Rückbildung des Hodens beim Igel eine derartige Form annimmt.

Wenn wir die degenerativen Veränderungen im Hodengewebe beim Igel beobachten und sie mit der Rückbildung vergleichen, die beim Tier und dem Menschen durch die verschiedenen schädlichen Faktoren entsteht, so sehen wir eine völlige Ähnlichkeit zwischen denselben. Das Hodengewebe reagiert in derselben Weise auf verschiedene schädliche Einflüsse, sowohl auf äußere wie auch auf innere. Die Veränderungen, die nämlich während des Jahreszyklus beim Igel auftreten sind den inneren Einflüssen zuzurechnen, die von den sich periodisch wiederholenden Schwankungen in der Tätigkeit der Organe und nicht unmittelbar von den Umweltbedingungen abhängen. Natürlich kann der Rückbildungsgrad verschieden sein, je nach dem Grad der Beschädigung des Hodengewebes, oder auch von der Zeit abhängen, in welcher der Hoden untersucht wurde, welcher periodische Schwankungen während seiner Tätigkeit durchmacht.

Der Nebenhoden.

Innerhalb des Nebenhodens ist die histologische Struktur der ausführenden Kanälchen (*ductuli efferentes*) in einigen Einheiten eine andere als der Bau des Nebenhodenganges (*ductus epididymidis*). Das Epithel des Ganges ist nämlich höher und alle seine Zellen sind mit Zilien versehen. Aus den morphologischen und experimentellen Untersuchungen von J. Benoit geht hervor, daß ein enger Zusammenhang zwischen der inneren Sekretion des Hodens und der histologischen Gestaltung des Nebenhodens vorhanden ist. Diese Abhängigkeit erklärt genügend die histologischen Veränderungen des Nebenhodens beim Igel, welcher zu der Art gehört, bei der die spermiogene und innen-sekretorische Tätigkeit des Hodens periodischen Schwankungen unterliegt. Da die Veränderungen der ausführenden Kanälchen und des Nebenhodenganges während des Jahreszyklus beim Igel durchaus analog sind, beschreibe ich beide Teile gleichzeitig. Für den Nebenhodengang ist bei den Säugern mit Ausnahme der Anfangspartie die Anwesenheit von Spermien kennzeichnend (Benoit), was auch für den Igel zutrifft. Die ausführliche Studie von Benoit über die Histologie des Nebenhodens beim Menschen und einer Anzahl von Tieren macht die genaue Beschreibung des Nebenhodens beim Igel überflüssig, so daß ich mich in diesem Abschnitt fast ausschließlich mit einer kurzen Charakteristik dieser Veränderungen beschäftige, welche im Nebenhoden des Igels im Laufe des Jahres auftreten.

Benoit untersuchte nur den Nebenhoden eines Ende Oktober getöteten Igels. Vor Benoit beschäftigte sich Jeleniewski mit dem Nebenhoden des Igels während des Winterschlafs. Eine ausführlichere Zusammenstellung gibt Courrier, welcher feststellt, daß der Nebenhodengang von April bis Juli gut entwickelt ist, während sein Lumen im September und Oktober enger wird und die Epithelzellen sich verkleinern. Im Januar befindet sich bei manchen Tieren der Nebenhoden im Ruhestadium, während er bei anderen schon seine sekretorische Tätigkeit beginnt.

Bei einem zirka 5 cm langen Embryo treten in den Gängen des Nebenhodens hohe Zellen auf, die noch keine Zilien tragen. Häufig sind mitotische Teilungen der Zellen in den Gängen sichtbar. Die Gänge sind leer oder enthalten eine nur unbedeutende

Menge Sekret. Manchmal befinden sich im Lumen des Ganges rückgebildete Zellen der Gänge mit pyknotischen Kernen. Das Austreten der Epithelzellen aus der Epithelschicht und ihr Herabfallen in das Lumen, welches aus dem Nebenhoden verschiedener Tiere beschrieben wurde, tritt auch beim Igel auf, und das sogar im Embryonalstadium. Bei Neugeborenen gleicht der histologische Bau des Nebenhodens demjenigen bei Embryo.

Beim erwachsenen Igel erreicht der Nebenhodengang seine volle Entwicklung ungefähr von der zweiten Hälfte des April an bis Ende Juli. Im Mai und Juni ist das Lumen des Ganges weit und im Inneren sind oft Anhäufungen von Spermien sichtbar (Abb. 5, Taf. 4). Zwischen den Spermienanhäufungen sind nur selten ins Innere der Gänge vorgeschobene Epithelzellen sichtbar. Die Zellen des Ganges sind hoch und mit Zilien versehen. Ein in den Hauptzügen ähnliches Bild bleibt noch im Juli erhalten. Erst im August ändert sich plötzlich der Bau des Nebenhodens (Abb. 6, Taf. 4). Der Durchmesser des Ganges wird kleiner und es entwickeln sich stärker das umgebende Bindegewebe und die Muskelfasern. Im Inneren des Ganges sind schon keine Spermien vorhanden, er ist leer, oder enthält rückgebildete Nebenhodenzellen und degenerierte spermiogene Elemente. Die Epithelzellen werden niedriger. Manchmal sind die ausführenden Wege des Nebenhodens stärker rückgebildet und weisen niedrigere Epithelzellen mit runden Kernen auf. Einen ähnlichen Bau zeigt der Nebenhoden auch in den späteren Monaten, d. h. im September, Oktober und November. Die Gänge werden immer enger und in ihrem Inneren tauchen degenerierte samenbildende Zellen auf, die um diese Zeit in den Samenkanälchen angetroffen werden.

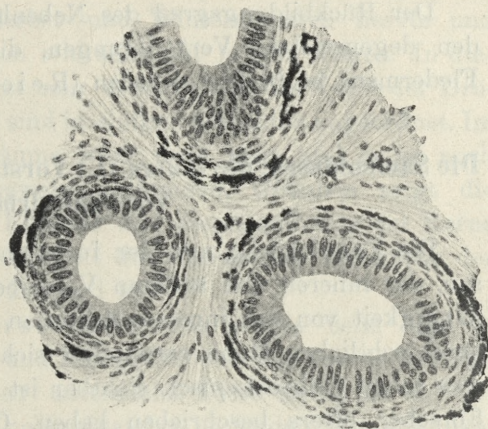
Den am stärksten rückgebildeten Nebenhoden sah ich bei einem im Dezember getöteten Tier (Abb. 7, Taf. 4). Muskel- und vor allem Bindegewebe umringt die sehr engen Gänge des Nebenhodens, deren Epithelbelag aus niedrigen Zellen mit runden Kernen besteht, die in einigen Reihen angeordnet sind. In den anderen Gängen sind die Zellen eher länglich und ihre Kerne oval. In manchen Gängen sieht man Sekret oder größere Mengen rückgebildeter samenbildender Zellen.

Während des Februars werden am Nebenhoden schon die ersten Anzeichen einer hormonalen Anregung bemerkbar. In den Gängen werden die Zellen höher, die Kerne sind oft in einer

Reihe angeordnet und das Lumen der Gänge ist größer. In einem Fall war bei einem im Februar getöteten Tier der Nebenhoden auf einer Seite dunkler gefärbt. Es zeigte sich, daß das schwarze Pigment um die Gänge des Nebenhodens herum und um einige Blutgefäße dichter angesammelt war, wie das die beigefügte Abbildung zeigt (Textabb. 12.). Im übrigen waren an diesem Nebenhoden so wie bei anderen aus dieser Periode Anzeichen einer erhöhten Funktion sichtbar.

Anfangs April unterscheidet sich der Nebenhoden nur noch wenig von einem Nebenhoden aus der Periode des vollen Oestrus. Den einzigen Unterschied bildet der etwas kleinere Durchmesser der Gänge.

Wie ich schon früher erwähnte, hängt die Entwicklung des Nebenhodens von den Geschlechtshormonen, die innerhalb des Hodens, höchstwahrscheinlich in den Zwischenzellen, entstehen, ab. Deshalb liegt die Vermutung nahe, daß die Rückbildungserscheinungen im Nebenhoden erst einige Zeit nach Beginn der Zwischenzellenrückbildung auftreten werden. Es ist auch in Wirklichkeit so. Beim Igel fällt nämlich der Beginn der Zwischenzellenrückbildung in die zweite Junihälfte, während die Rückbildungserscheinungen im Nebenhoden erst im August auftreten, d. h. dann, wenn die Menge der im Blut des Organismus kreisenden Geschlechtshormone unter eine gewisse Norm fällt. Umgekehrt, wird die Anregung der Zwischenzellen durch die Hypophyse, die schon im Dezember zutage tritt, von keiner gleichzeitigen Anregung des Nebenhodens begleitet. Die Anregung des letzteren macht sich erst im Februar bemerkbar, zur Zeit, da die Zwischenzellen eine entsprechende Menge von Geschlechtshormonen produziert haben, unter deren Einfluß die durch ihren Mangel im Nebenhoden entstandenen



Textabb. 12. Ein die Nebenhodengänge umgebendes schwarzes Pigment. Vergr. ungefähr 50 X.

Rückbildungsveränderungen weichen. Meine Beobachtungen stehen in dieser Hinsicht mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Allanson nicht im Einklang, welche auf Grund des Gewichts des Organs und des Durchmessers des Ganges annimmt, daß eine gänzliche Zusammenstimmung zwischen Hoden und Nebenhoden herrscht.

Der Rückbildungsgrad des Nebenhodens beim Igel entspricht den degenerativen Veränderungen, die beim Maulwurf und der Fledermaus beobachtet wurden (Reichel, Courrier).

Die Samenblasen, die innere (I.) Vorsteherdrüse, die äußere (II.) Vorsteherdrüse.

Die Entwicklung und der funktionelle Zustand der Samenblasen, der inneren und äußeren Vorsteherdrüse stehen in enger Abhängigkeit von der inneren Sekretion des Hodens. Während der geschlechtlichen Ruhe vermindert sich die Größe dieser Organe, was schon makroskopisch sichtbar ist und was schon die älteren Forscher öfters beschrieben haben. Courrier gibt in seiner Arbeit an, daß die Rückbildung dieser Drüsen im September oder Oktober beginnt. Eine Belebung ihrer Funktion kann man diesem Verfasser zufolge bei manchen Exemplaren schon im Januar bemerken. Sie wird um so deutlicher, je näher die Frühjahrsperiode heranrückt.

Die Samenblasen, an denen die Größenschwankungen beim Igel am stärksten im Laufe des Jahreszyklus hervortreten, wurden oft von verschiedenen Verfassern untersucht. Rauther bemerkte bei einem im September getöteten Tier schon eine Rückbildung des Organs. Marshall gibt an, daß in England die stärkste Entwicklung der Samenblasen in den Mai fällt. Im August beträgt ihr Gewicht gegen 6 gr, im Januar dagegen nur 1 gr. Als ich die Histologie der Samenblasen während des ganzen Jahres untersuchte, bemerkte ich, daß die regressiven Veränderungen schon im Juli, deutlich im August, sichtbar sind, während die ersten Anzeichen einer belebten Funktion im Laufe des Februars auftreten. In der Periode der regen sekretorischen Tätigkeit weisen größere Drüsenräume, die reichlich mit Sekret angefüllt sind, abgeplattete Epithelzellen auf, die kleineren Räume dagegen sind mit einem hohen Epithel bedeckt. Solch einen Bau der Samenblasen traf ich bei den von

mir untersuchten Igel während der Monate April, Mai und Juni an (Abb. 8, Taf. 4). Schon im Juli werden nämlich die Drüsenzellen niedriger und im August macht sich außer ihrer weiteren Verkleinerung auch eine Verkleinerung der Drüsenräume und ein Wuchern des sie umgebenden Muskel- und Bindegewebes bemerkbar. Diese Umbildungen treten noch deutlicher im September (Abb. 9, Taf. 4). und in den folgenden Herbst- und Wintermonaten hervor und das sowohl bei erwachsenen wie auch bei jungen Tieren. In dieser Periode tritt das Sekret sehr spärlich auf, die Kerne der Drüsenzellen werden rund und sind in einigen Schichten angeordnet. Im Februar sind die Drüsenräume zwar noch klein und es ist noch viel Muskel- und Bindegewebe vorhanden, trotzdem zeigt die Anwesenheit eines hohen Epithels und die Anordnung der Kerne der Epithelzellen in einer Schicht die stufenweise Rückkehr der Samenblasen zum tätigen Zustand an.

Die innere (I.) Vorsteherdrüse wurde beim Igel in ihrem Ruhe-, Übergangs- und Tätigkeits-Stadium von Griffiths und später von Courrier untersucht. Diese Drüse ist auf der Höhe ihrer Tätigkeit aus nebeneinander liegenden Drüsenschläuchen zusammengesetzt. Das Epithel, welches das Innere eines Schlauches bedeckt, besteht aus hohen Zellen und bildet oft ins Innere des Schlauches vorspringende Falten. Innerhalb der Schläuche befindet sich viel Sekret, das stark eosinfärbbar ist. Auf den Durchschnitten großer mit Sekret gefüllter Schläuche ist niedriges Epithel sichtbar (Abb. 10, Taf. 4). In dem die Schläuche umgebenden Bindegewebe sind stellenweise Anhäufungen von lymphatischem Gewebe verstreut.

Griffiths gibt an, daß sich in dem Sekret der inneren Vorsteherdrüse kleine runde, leukozytenähnliche Zellen befinden, deren Vorhandensein jedoch später Linton nicht bestätigt. An dem von mir untersuchten Material konnte ich oft bemerken, daß sich während der Tätigkeitsperiode der Drüse die ins Innere der Drüse hineinragenden Epithelfalten ablösen. In diesem Fall befinden sich im Inneren des noch dazu häufig mit Sekret angefüllten Schlauches abgelöste Epithelfalten, die langsam rückgebildet werden. Die Kerne werden pyknotisch und es ändert sich auch die Färbbarkeit des Plasmas. Mit der Zeit bleiben nur kleine vielseitige degenerierte Zellen übrig, die den von Griffiths angetroffenen Gebilden entsprechen.

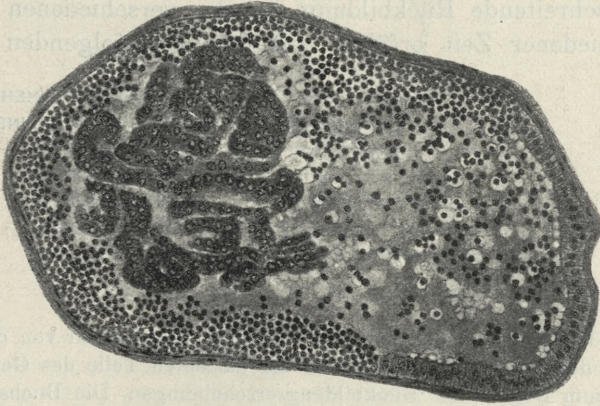
In der Ruhezeit der Drüse werden die Epithelzellen kleiner, die Sekretmenge vermindert sich, und es entwickelt sich stärker das Binde- und Muskelgewebe, das die Drüsenschläuche umgibt, deren Durchmesser ebenfalls kleiner wird. Die ersten Anzeichen einer Rückbildung in der inneren Vorsteherdrüse treten beim Igel in Polen im Juli auf und der Ruhezustand dauert ungefähr bis Ende März.

Die äußere (II.) Vorsteherdrüse wurde genau von Linton untersucht, dessen Ergebnisse Courier bestätigte. Diese Drüse ist aus Schläuchen gebaut, die in einem Teil ihres Verlaufs aus einem einschichtigen, zylindrischen Epithel bestehen, in einem anderen Teil dagegen aus einigen Schichten undeutlich abgegrenzter vielseitiger Zellen zusammengesetzt sind. Dieser Schichten gibt es während der Tätigkeit der Drüse meistens 8—10 und sogar mehr. Die Zellen der oberflächlichen Schichten degenerieren, ihr Plasma geht zugrunde und die pyknotischen Kerne werden ins Lumen des Ganges ausgestoßen. Auf der Abbildung (Textabb. 13) ist der Durchschnitt eines Schlauches dargestellt, dessen eine Partie aus einem Epithel gebildet ist, das ein formloses Sekret produziert, dessen andere Partie dagegen aus Zellen besteht, die ihre Kerne ins Innere des Ganges ausscheiden. Da die Schläuche aus beiden Typen des Drüsenschlauches zusammengesetzt sind, so trifft man sogar auf dem Durchschnitt des einschichtigen Teiles des Schlauches in dem formlosen Sekret Kerne an, die in den vielschichtigen Abschnitt des Schlauches ausgeschieden wurden. Ich bemerkte auch, daß ebenso wie in der inneren Vorsteherdrüse die Falten des einschichtigen hohen Epithels ins Innere des Ganges abgestoßen werden können, wo sie allmählich degenerieren. Deswegen kann man im Lumen mancher Schläuche außer dem formlosen Sekret auch Kerne und degenerierende Epithelmassen antreffen (vergl. Textabb. 13).

Beim Übergang ins Ruhestadium werden die zylindrischen Drüsenzellen niedrig und die Schichtenzahl der vielseitigen, ihre Kerne ausstoßenden Zellen vermindert sich bis auf 3—6 (Linton, Courier). Außerdem werden die Schläuche enger und es entwickelt sich stärker das sie umgebende Binde- und Muskelgewebe. Courier ist der Ansicht, daß im Moment, wo die herbstliche Rückbildung der Drüse einsetzt, das Ausstoßen der Kerne aufhört. Ich bemerkte jedoch an dem von mir untersuchten Ma-

terial, daß das Ausstoßen der Kerne auch in den Herbst- und Wintermonaten stattfindet, obwohl in nur unbedeutendem Maße.

Wenn man die Veränderungen untersucht, welche die äußere Vorsteherdrüse im Laufe des Jahreszyklus beim Igel durchmacht, kann man bemerken, daß die Rückbildungsveränderungen in der ein- und mehrschichtigen Partie der Drüse nicht gleichzeitig beginnen. Während nämlich in den vielschichtigen Teilen der Schläuche die Anzahl der Zellschichten schon Mitte Juni kleiner

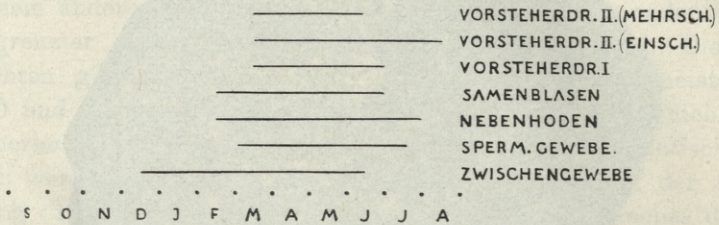


Textabb. 13. Äußere Vorsteherdrüse. Erklärungen im Text. Vergr. ungefähr 70 \times .

wird, so wird dagegen das hohe Epithel in den einschichtigen Teilen der Drüse erst von Mitte August an niedriger. Die Ruheperiode dauert bei der äußeren Vorsteherdrüse in Polen fast bis Ende März.

Courrier ist auf Grund seiner Untersuchungen über die Abhängigkeit der Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale von dem Ausbildungsgrad des Zwischengewebes des Hodens bei den Säugetieren, welche periodische Schwankungen in der Tätigkeit des Hodens aufweisen, der Meinung, daß beim Igel nicht nur eine genaue Übereinstimmung zwischen der Entwicklung des Zwischengewebes und derjenigen des samenbildenden Gewebes vorhanden ist, sondern auch eine solche zwischen der Entwicklung des Nebenhodens und der akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparats (Samenblasen, innere und äußere Vorsteherdrüse). Allanson vertritt dagegen die Meinung, daß eine Übereinstimmung

zwischen der Entwicklung des Zwischengewebes und derjenigen der sekundären Merkmale existiert. In der Zusammenfassung ihrer Ergebnisse schreibt die Verfasserin, daß: »The cycle of the epididymis is closely related to that in the testis, but in the seminal vesicles, prostate glands and Cowper's glands development is first slow and then rapid in relation to that of the testis«. Eine genaue Untersuchung der mikroskopischen Veränderungen zeigt, daß die Degeneration der einzelnen Organe sowie auch ihre fortschreitende Rückbildung, bei den verschiedenen Organen in verschiedener Zeit erfolgt. Auf dem nachfolgenden Schema



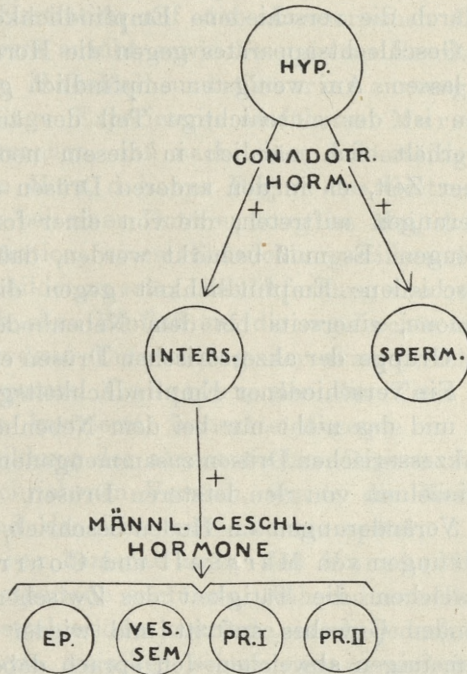
Schema 1. Die Linien bezeichnen die Perioden; angefangen von den ersten Anzeichen der beginnenden Funktion der einzelnen Teile des Genitalapparates bis zum Beginn der Rückbildungserscheinungen. Die Buchstaben bezeichnen die Monate; September—August.

bezeichnen die einzelnen Linien den Zeitpunkt, da diese Veränderungen auftreten, die von einer beginnenden Rückkehr zum tätigen Zustand zeugen, bis zum Augenblick, da die ersten Degenerationserscheinungen im Zwischengewebe des Hodens, in den samenbildenden Zellen, den Nebenhoden, den Samenblasen und in beiden Teilen der äußeren Vorsteherdüse auftreten.

Es ist ersichtlich, daß die morphologischen Anzeichen einer Anregung zuerst an den Zwischenzellen sichtbar werden, in denen auch die Rückbildungsveränderungen früh eintreten. Das zweite Schema gibt die allgemein angenommene Ansicht über die hormonale Zwischenwirkung von Hypophyse, Hoden und den akzessorischen Organen wieder.

Es ist bekannt, daß die Anregung der Zwischenzellen und des samenbildenden Gewebes durch die hormonale Einwirkung der Hypophyse zustande kommt. Das Zwischengewebe wieder erzeugt die Geschlechtshormone, welche stimulierend auf die akzessorischen Organe wirken, was auf dem angeführten Schema

verzeichnet ist. Aus diesem Grunde ist es auch verständlich, daß das Verschwinden der Rückbildungserscheinungen am frühesten in den Zwischenzellen beginnt, noch bevor es in dem Nebenhoden und in den akzessorischen Drüsen auftritt. Im Blut muß nämlich das Niveau des Geschlechtshormons eine gewisse Höhe erreichen, damit Veränderungen in den weiteren Teilen des männlichen Geschlechtsapparates erscheinen können. Im Augenblick,



Schema 2. Schema des Einflusses der gonatotropen Hormone der Hypophyse auf das spermiogene Gewebe und das Zwischengewebe sowie der Hodenhormone auf die akzessorischen Drüsen des Genitalapparates.

wo die ersten Anzeichen einer Rückbildung in den Zwischenzellen erscheinen, ist das Niveau des Hormons im Blut noch genügend hoch und erst sein langsames Aufbrauchen bedingt die allmähliche Degeneration des Nebenhodens und der akzessorischen Drüsen. Aus diesem Grund ist auch, meiner Meinung nach, die Rückbildung zuerst am Zwischengewebe bemerkbar.

Man muß jedoch hervorheben, daß die sekundären Geschlechtsmerkmale des Igels sich im Jahreszyklus der Veränderungen

ungleichartig betragen. Der Schwund der Rückbildungserscheinungen erscheint zuerst in dem Nebenhoden und in der Samenblase, erst später in den Vorsteherdrüsen. Auch die Rückbildung beginnt zuerst in dem vielschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse, dann in der inneren Vorsteherdrüse und in den Samenblasen, später im Nebenhoden und zum Schluß in dem einschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse. Ich neige zu der Meinung, daß sich diese Unterschiede durch die verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Teile des Geschlechtsapparates gegen die Hormonmenge im Blut erklären lassen. Am wenigsten empfindlich gegen das Geschlechtshormon ist der einschichtige Teil der äußeren Vorsteherdrüse. Es erhält sich nämlich in diesem noch ein aktiver Zustand zu einer Zeit, da in den anderen Drüsen schon histologische Veränderungen auftreten, die von einer fortschreitenden Rückbildung zeugen. Es muß bemerkt werden, daß auch Courrier eine verschiedene Empfindlichkeit gegen die männlichen Geschlechtshormone, einerseits bei dem Nebenhoden, andererseits bei der ganzen Gruppe der akzessorischen Drüsen einiger Fledermäuse erwähnt. Ein verschiedener Empfindlichkeitsgrad tritt auch beim Igel auf und das nicht nur bei dem Nebenhoden und den verschiedenen akzessorischen Drüsen zusammengenommen, sondern auch bei den einzelnen von den letzteren Drüsen.

Als ich die Veränderungen im Hoden beschrieb, erwähnte ich, daß die Beobachtungen von Marshall und Courrier über den Zeitpunkt, in welchem die Tätigkeit des Zwischengewebes und des samenbildenden Gewebes auftritt und wieder verschwindet, stark von den meinigen abweichen. Ich sprach dabei die Vermutung aus, daß die Ursache für diese Unterschiede in der Verschiedenartigkeit des Klimas von England, Frankreich und Polen zu suchen ist. Selbstverständlich gilt diese Erklärung auch für den Unterschied im Verhalten der akzessorischen Organe. Die Ruheperiode des Hodens sowie der akzessorischen Drüsen des Igels dauert in Frankreich und England kürzer als in Polen.

Experimenteller Teil.

In dem experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie der Igel auf künstlich hervorgerufene Hormonänderungen reagiert, um ein primitives Säugetier, wie es der Igel ist, mit anderen in dieser Hinsicht besser bekannten Säugern zu

vergleichen. Zu diesem Zweck untersuchte ich, wie schon am Anfang bemerkt wurde, den Einfluß der Kastration und den Einfluß der gonadotropen und des Follikelhormons.

Einfluß der Kastration auf die akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparates.

Der Zweck dieser Versuche war, zu untersuchen, welchen Einfluß die Kastration auf die akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparats ausübt, sowie die erzielten Resultate mit den Ergebnissen von Marshall und Courrier zu vergleichen, welche als erste analoge Experimente ausführten. Marshall bemerkte in seinen Versuchen, daß nach einer beiderseitigen Entfernung der Hoden im März, d. h. vor Beginn des Oestrus, die sekundären Merkmale bei einer Untersuchung im Mai, d. h. zwei Monate nach der Operation, einen Entwicklungsstillstand zeigten, ohne jedoch rückgebildet zu sein. Die Entfernung von nur einem Hoden blieb natürlich ohne Einfluß auf die regelrechte mit der Oestrusperiode verbundene Entwicklung der akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparats. Courrier, der die Tiere in der vollen Oestrusperiode kastrierte, bemerkte dagegen in der Folge eine starke Rückbildung der akzessorischen Organe. In einem genau von ihm beschriebenen Versuch, wurde die Kastration im Mai ausgeführt und das Tier zwei Monate später, d. h. im Juli getötet. Courrier bemerkt zwar, daß Marshall die Kastration vor der Oestralperiode ausführte, während er selbst die Tiere in der vollen Oestralperiode kastrierte, macht jedoch keinen Versuch die Unterschiede zwischen seinen eigenen und den Ergebnissen von Marshall zu erklären. Er schreibt nur, daß »contrairement à ce que pense Marshall... le tractus génital bien développé des animaux, qui viennent d'être castrés, ne reste pas stationnaire, mais qu'il subit une involution rapide«.

In meinen Versuchen wurden die Tiere während des Oestrus und später kastriert, die akzessorischen Organe der Kastrierten wurden sowohl in der Zeit, da bei nichtkastrierten Kontrolltieren noch der Oestrus dauerte, als auch in der Zeit, wo bei den Tieren mit erhaltenen Hoden schon eine Rückbildung der sekundären Merkmale eintritt, histologisch untersucht. Wir beschreiben kurz die unternommenen Versuche:

Igel B., kastriert am 28. V. 1936 (volle Oestralperiode), getötet nach 30 Tagen, Ende Juni, d. h. in einer Zeit, wo die akzessorischen Drüsen der Kontrolltiere noch wohlentwickelt sind. Histologisch ist im Bereich der Samenblasen eine unbedeutende Rückbildung sichtbar; die Epithelzellen sind niedriger und die Drüsenräume kleiner. Auf jeden Fall ist die Rückbildung der Samenblasen schwächer als die Rückbildung dieser Organe bei nichtkastrierten Tieren anfangs September. Noch weniger unterscheidet sich die innere Vorsteherdrüse von derjenigen eines Kontrolltieres, und der einschichtige Teil der äußeren Vorsteherdrüse zeigt überhaupt keinen Unterschied im Vergleich mit der Kontrolle. Am stärksten treten die Rückbildungserscheinungen an dem vielschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse hervor.

Igel C., kastriert am 28. V. 1936, getötet am 21. VII. 1936, d. h. zwei Monate nach der Operation, weist eine weitgehende Rückbildung aller akzessorischen Drüsen auf, die sich mit den Rückbildungserscheinungen nicht vergleichen läßt, die man an nichtkastrierten Tieren Ende Juli und sogar Mitte August beobachtet.

Igel S., kastriert am 12. VII. 1936, getötet am 5. VIII. 1936. Sowohl die Samenblasen wie auch die äußere und innere Vorsteherdrüse unterscheiden sich nicht von den entsprechenden Organen, die im August von nichtkastrierten Tieren fixiert wurden.

Igel H., kastriert am 20. VI. 1936, getötet am 25. VIII. 1936. Die akzessorischen Organe sind stark rückgebildet.

Igel R., kastriert am 12. VII. 1936, getötet am 12. X. 1936. Die Rückbildung ähnlich wie bei der Kontrolle.

An Hand der Befunde in den Exemplaren B und C, die in derselben Zeit (Ende Mai) kastriert wurden, und von denen eines (B) einen Monat nach der Operation, das zweite (C) zwei Monate nach der Operation untersucht wurden, könnte man annehmen, daß sich die Geschlechtshormone des Hodens einen Monat nach der Kastration noch in einer solchen Menge im Blut befinden, daß die Veränderungen der akzessorischen Organe noch unbedeutend sind. Erst zwei Monate nach der Kastration macht sich ihr Mangel deutlich an der Ausbildung des Geschlechtsapparates bemerkbar. Die Untersuchungsergebnisse bei Igel S bestärken diese Vermutung. Andererseits bleibt das Resultat der Untersuchungen von Marshall ungeklärt, der zwei Monate nach der Ka-

stration keine Rückbildung bemerkte, sondern nur eine Hemmung in der Entwicklung der akzessorischen Organe feststellte. Es kann angenommen werden, daß im Organismus nach dieser Periode eine bedeutende Menge von Hodenhormonen erhalten geblieben sei. Dagegen sprechen übrigens die Untersuchungen von Courrier und die meinen. Wenn also die Ergebnisse Marshall's richtig sind, so müßte man annehmen, daß der Zeitpunkt der Kastration auf das Tempo der Rückbildung der sekundären Merkmale Einfluß hat. Möglicherweise unterliegt die Empfindlichkeit der akzessorischen Organe gegenüber den Hormonen des Hodens bei dieser Tierart ähnlichen periodischen Schwankungen wie der funktionelle Zustand des spermiogenen und des Zwischengewebes sowie der akzessorischen Drüsen. In der Oestralperiode reagieren diese letzteren vielleicht schneller und auf kleinere Hormonmenge, als in der Zeit, wo ihre Tätigkeit im allgemeinen beendigt ist. Deswegen bemerkte vielleicht Courrier bei seinen Untersuchungen an Tieren, die am Ende des Oestrus standen, zwei Monate nach der Kastration eine starke Rückbildung der akzessorischen Drüsen, was Marshall an im März, d. h. vor dem Oestrus kastrierten Exemplaren nicht feststellte. Ich hoffe, daß weitere Versuche in dieser Richtung die Frage lösen werden, ob eine solche periodische Empfindlichkeit der akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparates wirklich angenommen werden kann.

Wenn wir das Bild, welches die akzessorischen Drüsen eines vor drei Monaten kastrierten Tieres (R) darstellt, mit denjenigen eines in derselben Zeit d. h. im Oktober getöteten Kontrolltieres vergleichen, so sehen wir keinen Unterschied in den beiden. Dies scheint ein Beleg dafür zu sein, daß im September und Oktober die Menge der im Hoden produzierten Hormone, wenn der Hoden sie zu dieser Zeit überhaupt produziert, so klein ist, daß sie die akzessorischen Organe überhaupt nicht beeinflußt, die histologisch gerade so aussehen wie die eines Tieres, welches schon längerer Zeit der Gonaden entbehrt. Aus den Untersuchungen von Courrier wissen wir, daß sich die Fledermäuse in dieser Hinsicht anders betragen, weil bei ihnen während des Winterschlafes der Hoden durch seine Hormone die akzessorischen Organe beeinflußt.

Die Versuche über den Einfluß der Kastration bestätigten auch die früher angenommene verschieden große Empfindlichkeit der akzessorischen Organe den Hodenhormonen gegenüber. Beim

Exemplar B tritt nämlich die Rückbildung nicht in gleichem Grade an allen Drüsen des Geschlechtsapparates auf. Am stärksten tritt sie in dem vielschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse auf, dann in den Samenblasen, in der inneren Vorsteherdrüse, während die einschichtige Partie der äußeren Vorsteherdrüse noch gar keine degenerativen Veränderungen aufweist. Es bleibt also dieselbe Reihenfolge erhalten, die ich bei der Schilderung der am Ende des Oestrus auftretenden Veränderungen beschrieb. Ich erwähnte damals, daß die einschichtige Partie der äußeren Vorsteherdrüse am spätesten degeneriert, d. h. am wenigsten der verringerten Menge der Hodenhormone gegenüber empfindlich ist, welcher Teil auch nach der Kastration am längsten keine Rückbildungsveränderungen aufweist.

Einfluß der gonadotropen Hormone auf den Hoden und die akzessorischen Drüsen.

Ich begegnete in dem betreffenden Schrifttum nur eine Arbeit über den Einfluß der Prolane aus dem Harn schwangerer Frauen auf den Hoden des unreifen und des reifen Igels während der geschlechtlichen Ruheperiode. M. Herlant, welcher Igelmännchen 3—5 ccm Schwangerenharn 3—10 Tage lang in der Zeit von Oktober bis Januar injizierte, bemerkte einen bedeutenden Zuwachs des Zwischengewebes und der akzessorischen Organe. Das samenbildende Gewebe dagegen wies fast gar keine Veränderungen auf, außer einer unbedeutenden Vergrößerung des Durchmesser der Samenkanälchen; die Spermio-genese war »à peine plus avancée«. Wie die reifen (1 Exemplar) verhielten sich auch die unreifen Männchen.

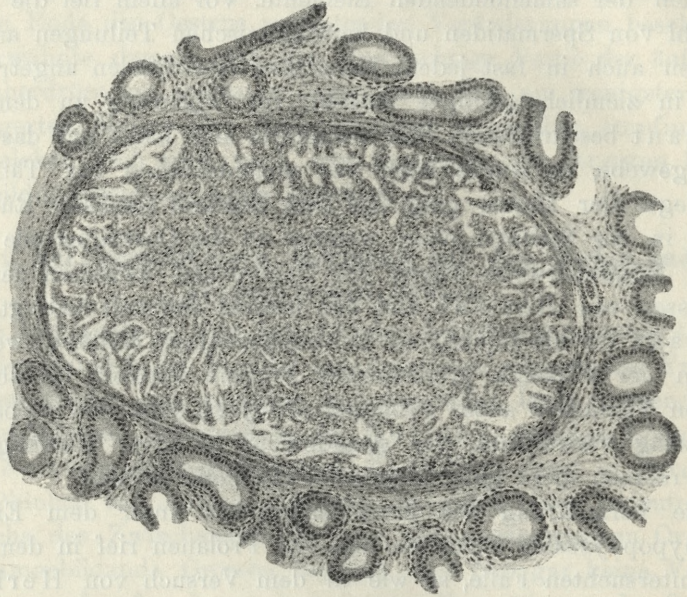
In meinen eigenen Versuchen erhielt ein reifes Männchen im November, d. h. zur Zeit der stärksten Rückbildung des Geschlechtsapparats viermal Injektionen von 1000—1500 Ratten Einh. Prolane (Pregnyl) in jeder Dosis, und sodann den Auszug aus drei Hypophysenvorderlappen des Rindes. Außer den Prolanen wurden also die gonadotropen Hormone der Hypophyse injiziert. Die Injektionen wurden vom 18. XI. 1936 an gegeben und das Tier am 30. XI. 1936 getötet. Makroskopisch war eine bedeutende Vergrößerung an den Hoden, Nebenhoden und akzessorischen Drüsen bemerkbar. Die mikroskopischen Veränderungen im Hoden betrafen sowohl das Zwischengewebe wie auch das samenbil-

dende Gewebe (Abb. 11, Taf. 4). Im Gegensatz zu den Beobachtungen von Herlant war nicht nur das Zwischengewebe allein vermehrt, wobei es große Zellen mit Vakuolen aufwies, die aus aufgelösten lipoidalen Substanzen entstanden waren, sondern auch das samenbildende Gewebe. Die weiten Samenkanälchen waren mit einem Lumen versehen und in ihrem Inneren befanden sich alle Generationen der samenbildenden Elemente. Vor allem fiel die große Anzahl von Spermatiden und kariokinetischen Teilungen auf. Es wurden auch in fast jedem Kanälchen Samenfäden angetroffen, aber in ziemlich geringer Anzahl. Im Gegensatz zu dem von Herlant beschriebenen Fall vermehrte sich nicht nur das Zwischengewebe, es wurde auch das samenbildende zur Tätigkeit angeregt. Der Hoden ging aus dem Zustand stärkster Rückbildung in ein Stadium über, welches an die Oestralperiode erinnerte. Möglicherweise wurde der Unterschied zwischen den Ergebnissen von Herlant und den meinen dadurch bedingt, daß Herlant für die Injektionen Schwangerenharn benützte, welcher die in der Plazenta produzierten Prolane enthielt, ich aber in meinen Versuchen außer Prolanen (Pregnyl) auch den Hypophysenauszug verwendete, der gonadotrope in ihrer Wirkung mit den Prolanen nicht ganz identische Hormone enthielt.

Die Vermehrung des Zwischengewebes unter dem Einfluß von hypophysealen Faktoren und von Prolanen rief in dem von mir untersuchten Falle, so wie in dem Versuch von Herlant, eine Anregung der akzessorischen Organe hervor. Der Nebenhodengang und die ausführenden Kanälchen hatten ein weites Lumen und ihr Durchmesser übertraf oft den Durchmesser aus der Zeit des Oestrus. Man könnte daraus schließen, daß die künstliche Anregung des Zwischengewebes stärker ist als die natürliche während des Oestrus, anders ausgedrückt, daß größere, die Norm überschreitende Mengen gonadotroper Faktoren die Entstehung einer bedeutenderen Menge von Hodenhormonen bewirken können, als der Oestrus. Die Reaktion des Nebenhodens auf die Geschlechtshormone während des Oestrus ist also keine maximale. Im Nebenhodengang bemerkte ich auch Samenfäden, die im Hoden durch eine Anregung der Spermiogenese entstehen.

Bei diesem Exemplar fand ich auch in einem Nebenhoden eine große Zyste, die reichlich mit Samenfäden angefüllt war (Textabb. 14). Das Vorkommen von Samenfäden in derselben konnte

keine Erklärung in der Wirkung der gonadotropen Hormone und der Prolane finden, und zwar deswegen, weil in dem Hoden dieses Exemplars nur spärlich Samenfäden vorkamen und weil auch im Nebenhodengang nur wenige Samenfäden vorhanden waren. Die Zeit, welche seit dem Beginn des Versuchs bis zur Tötung des Tieres verfloßen war, war zu kurz, als daß die samenbildende



Textabb. 14. Zyste aus dem Nebenhoden, angefüllt mit Samenfäden. Vergr. ungefähr 75 X.

Tätigkeit des Hodens sich hätte ganz entwickeln und der Nebenhodengang sich ganz mit Samenfäden hätte anfüllen können. Die in der Zyste befindlichen Samenfäden müssen also aus der letzten Geschlechtssaison stammen und haben die Winterzeit in der in den Nebenhoden gebildeten Zyste durchgemacht. Courier gibt an, daß das Vorkommen von Samenfäden in dem Nebenhoden bei *Vesperugo pipistrellus* eine normale Erscheinung und bei weitem keine seltene Anomalie ist, wie C. L. Faure dachte. Beim Igel ist mir jedoch ein Überwintern der Samenfäden weder aus den Angaben des Schrifttums, noch aus meinem Material mit Ausnahme dieses einzigen Falles bekannt. Die Zyste, deren Durchmesser viel größer als derjenige des Nebenhodengangs ist, hat

eine aus Bindegewebsfasern gebaute Wand, auf welcher degenerierte Epithelzellen ohne deutliche Zellgrenzen ruhen. Hie und da findet man größere Ansammlungen von Kernen, die nebeneinander liegen, an anderen Stellen unterliegen dagegen die Kerne einer Degeneration. Bei vielen Tieren und auch beim Menschen kommen nicht selten Zysten im Nebenhoden vor, die sich oft in den Nebenhodengang öffnen. In dem von mir beobachteten Fall ist die Größe der Zyste und deren Inhalt an Samenfäden auffallend, was dafür spricht, daß sich beim Igel, so wie bei *Vesperugo*, die Samenfäden während des Winters im Nebenhoden befinden können. Bei *Vesperugo* befinden sie sich jedoch ständig in einem Teil des Nebenhodenschweifes, während sie sich beim Igel während der geschlechtlichen Ruhepause nur ausnahmsweise in der Zyste vorfinden.

Wie der Nebenhoden so reagieren auch die akzessorischen Drüsen des Geschlechtsapparats intensiv auf die gonadotropen Faktoren. Der Versuch dauerte zwar zu kurz, als daß man in den Samenblasen und in den beiden Vorsteherdrüsen eine Vergrößerung der Drüsenräume hatte hervorrufen können, welche derjenigen gleichkäme, die während des Oestrus vorkommt, aber die Anregung der Zellteilungen und das Wachstum der Zellen ist vielleicht noch stärker als während des Oestrus. Zahlreiche Zellteilungen haben eine Faltenbildung zur Folge, die sich gegen das Innere der Drüsen richtet. In den Samenblasen bilden diese Falten oft neue Drüsenräume innerhalb der schon früher vorhandenen und nicht selten lösen sich ganze Partien des ausgewachsenen Epithels ab und degenerieren in dem Lumen der Drüse, von Sekretmassen umgeben. Manchmal ist das Wachstum der Epithelzellen so stark, daß sie sogar noch höher werden als während des Oestrus, was besonders leicht an den Samenblasen und dem einschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse zum Vorschein kommt.

In einem anderen Versuch wurde einem schlafenden, geschlechtlich noch unreifen Igel dreimal der Auszug aus Hypophysenvorderlappen des Rindes injiziert. Jedesmal wurde ein Auszug aus drei Hypophysen injiziert. Fünf Tage nach der ersten Injektion (11. XII. 1936—16. XII. 1936) wurde das Tier, dessen Winterschlaf schon nach der ersten Injektion unterbrochen worden war, getötet. So wie bei dem vorher beschriebenen Exemplar, so war

auch in diesem Fall sowohl das Zwischengewebe wie auch der samenbildende Teil des Hodens stimuliert. Wegen der geschlechtlichen Unreife dieses Exemplars jedoch und infolge der kurzen Versuchsdauer (5 Tage) waren die Veränderungen nicht so weitgehend. In den in den meisten Fällen mit einem Lumen versehenen Samenkanälchen gab es noch keine Samenfäden. Oft traten dagegen Spermatozoen und andere Generationen der samenbildenden Zellen auf. Es kamen zahlreiche Mitosen vor. Weniger deutlich traten die Veränderungen auch im Nebenhoden auf, obwohl sie auch hier im Vergleich mit den Kontrolltieren auffallend waren.

Eine Analyse dieser beiden Fälle berechtigt uns zur Annahme, daß die gonadotropen Hormone sowohl das samenbildende Gewebe wie auch die Zwischenzellen und die von ihnen abhängigen Nebenhoden und akzessorischen Drüsen beeinflussen, und das im Augenblick da diese Teile des Geschlechtsapparates der stärksten Rückbildung erliegen. Der Igel reagiert also genau so wie andere in dieser Hinsicht untersuchten Tiere.

Der Einfluß des Follikelhormons auf den Hoden und die akzessorischen Drüsen.

Viele Publikationen betreffen den Einfluß der weiblichen und männlichen Geschlechtshormone auf das Hodengewebe. Die schädliche Wirkung des Follikelhormons auf die männliche Gonade stellten schon die Untersuchungen von Steinach und Laqueur fest. Die genannten Verfasser benützten jedoch noch nicht die reine, krystallinische Form des Follikelhormons. In den letzten Jahren wiesen Zondek, Korenchewsky und Dennison nach, daß das Gewicht der Hoden unter dem Einfluß des Follikelhormons abnimmt, Schweller und Gehrke beschrieben eine Hemmung in der Entwicklung des Hodens bei unreifen Ratten nach einer Injektion von männlichem Hormon. Nach der heute allgemein angenommenen Ansicht, ist die schädliche Wirkung des Follikelhormons auf das Hodengewebe nicht der antagonistischen Einwirkung des weiblichen Hormons zuzuschreiben, sondern dem hemmenden Einfluß des Follikelhormons auf den gonadotropen Teil der Hypophyse. Es wirken nämlich auf eine derartige Weise nicht nur das Follikelhormon, sondern auch die männlichen Hormone, indem sie die Entwicklung des sa-

menbildenden Gewebes hemmen. Es würde schwer fallen, auf eine andere Weise die Ergebnisse der Untersuchungen von Schweller und Gehrke zu erklären. Im Zusammenhang damit muß jedoch bemerkt werden, daß Geréb bei unreifen männlichen Mäusen eine stimulierende aber kurz dauernde Wirkung des weiblichen Hormons auf die Spermiogenese feststellte und daß in letzter Zeit Clauberg angibt, daß eine einzelne große Dosis Follikelhormon vorübergehend die Tätigkeit des Hodens dadurch anregt, daß eine Durchblutung der Gonade hervorgerufen wird.

Da, soweit mir bekannt ist, der Einfluß des Follikelhormons auf den Hoden bei Tieren mit periodischer Spermiogenese nicht untersucht wurde, führte ich Versuche an Igel aus, zu denen ich reine Follikelhormonpräparate, hauptsächlich Oestradiolester (Benzogynoestryl, Dimenformon) aber auch Oestron (Gynoestryl) benützte. Das Hormon wurde den Tieren in Form von subkutanen Injektionen verabreicht. Das Exemplar AF erhielt in der Zeit vom 26. IV. 37 bis zum 15. V. 37, 30.000 IE. Benzogynoestryl in drei Dosen, ein anderes (AA) vom 7. IV. 37 bis zum 18. V. 37, 300.000 IE desselben Präparats in sechs Dosen. Ein drittes Männchen (E) erhielt in der Zeit vom 8. VI. 36 bis zum 21. VII. 36, 300.000 IE. Dimenformon in sechs Dosen, und ein viertes (G) vom 12. VI. 36 bis zum 1. VIII. 36, 1400 M. E. Gynoestryl in 14 Dosen. Die Tiere wurden unmittelbar nach Abschluß der Injektionsreihe getötet. Zwei Tiere (AF, AA) erhielten Follikelhormon während des Oestrus und wurden gegen Mitte Mai, d. h. noch in der vollen Oestralperiode getötet. Zwei andere (E, G) wurden dagegen in dem Augenblick getötet, da in den Hoden und in den akzessorischen Drüsen der Geschlechtstiere schon Rückbildungserscheinungen auftraten.

Bei allen untersuchten Exemplaren traten die am meisten charakteristischen Veränderungen innerhalb des Hodengewebes auf und das sowohl in dessen samenbildendem Teil wie auch in dem Zwischengewebe. Nur beim Exemplar G (1400 M. E. Oestron) wurde der Hoden histologisch nicht untersucht, da die fixierten Ausschnitte beschädigt waren. Es wurde bei diesem Exemplar nur makroskopisch, so wie bei allen anderen, eine bedeutende Größenabnahme der Gonade festgestellt. Der Hoden ist auch weniger kompakt und wird dadurch dem Hoden der Kontrolltiere im Winter ähnlich. Die histologischen Veränderungen, die durch das

Follikelhormon hervorgerufen wurden, waren auch diesen ähnlich, denen der Hoden unterliegt, wenn er aus dem tätigen in den Ruhezustand übergeht. Beim Exemplar AF, welches im Laufe von nicht ganz drei Wochen 30000 IE. Benzogynöestrol erhielt, wies das Zwischengewebe weitgehende Rückbildungserscheinungen auf. Die Mehrzahl der Zellen war bedeutend kleiner in diesem Gewebe, ihre Kerne wiesen oft eine unregelmäßige Gestalt auf und zeigten Anzeichen von Pyknose. In dem samenbildenden Gewebe war der Durchmesser der Samenkanälchen kleiner und die lose angeordneten Zellen füllten das ganze Kanälchen aus, welches auf diese Weise kein Lumen aufwies. Sehr oft waren an dem Plasma der samenbildenden Zellen keine deutlichen Grenzen sichtbar. Teilungen fehlten gänzlich. In den Samenkanälchen waren von samenbildenden Elementen undifferenzierte Hodenzellen, Spermatogonien, Spermatozyten I Ordn. und hauptsächlich Spermatisiden vorhanden. Ziemlich häufig waren in Umbildung begriffene Spermatisiden sichtbar, die Anzahl der Spermien dagegen war sehr gering. In manchen Samenkanälchen war der Rückbildungsprozeß weiter fortgeschritten; in diesem Fall entstanden vielkernige Zellen und Agglutinate, die bei andersartigen Hodenbeschädigungen beschrieben werden. Manchmal blieb von den Samenkanälchen nur die bindegewebige Wand übrig, wobei sich innen Massen von Spermien befanden. Oft waren auch Degenerationsbilder der Zellkerne in den undifferenzierten Zellen und in den Spermatogonien sichtbar.

Das Exemplar AA, welches im Laufe von fast sechs Wochen 300.000 IE Benzogynöestryl erhielt, zeigte, mit dem Exemplar AF verglichen, noch weitgehendere Veränderungen im Bereich des Hodens. Histologisch ähnelte die Gonade dieses Exemplars gänzlich dem Hoden eines Kontrolltieres, das im November getötet wurde, d. h. in einer Zeit, wo der Hoden die weitgehendste Rückbildung aufweist. Die mit einem kleinen Durchmesser versehenen Samenkanälchen hatten kein Lumen, oder befanden sich in denselben Massen degenerierter samenbildender Zellen. Von den samenbildenden Elementen waren hauptsächlich nur undifferenzierte Hodenzellen und Spermatozyten I. Ordn. im Synapsisstadium erhalten geblieben (Abb. 12, Taf. 4). Einen ähnlichen Bau hatte auch der Hoden des Exemplars E, welcher ebenfalls im Laufe sechs Wochen dieselbe Anzahl von Follikelhormoneinheiten erhielt. Trotz-

dem also das Exemplar E Ende Juli getötet wurde, d. h. in einer Zeit, wo bei den Kontrolltieren der Hoden schon Rückbildungserscheinungen aufweist, war der Degenerationsgrad in beiden Fällen derselbe.

Die unter dem Einfluß des Follikelhormons hervorgerufene Rückbildung des Zwischengewebes hemmt die Ausscheidung der Geschlechtshormone, was wiederum eine Rückbildung in dem Nebenhoden und in den akzessorischen Drüsen hervorruft. Diese Rückbildungserscheinungen sind beim Exemplar AF noch nicht deutlich erkennbar, da die Zeit von nicht ganz drei Wochen, in deren Verlaufe der Versuch durchgeführt wurde, zu kurz ist, um eine sichtbare Reaktion der akzessorischen Organe hervorzurufen. Das Follikelhormon hält nämlich, wie man annehmen muß, nicht sofort die endokrine Tätigkeit der Zwischenzellen auf, auch reicht die im Blut kreisende Hormonmenge noch aus. Die Rückbildung ist erst bei den Exemplaren AA, E und G deutlich sichtbar, wobei der Grad der Rückbildung in den drei Fällen ungefähr derselbe war. Im Einklang mit der früher angenommenen verschiedenen intensiven Empfindlichkeit der akzessorischen Organe den Hormonen des Hodens gegenüber ist die Rückbildung am schwächsten in dem einschichtigen Teil der äußeren Vorsteherdrüse ausgeprägt.

Daß die Beschädigung des Hodengewebes durch das Follikelhormon diesen Beschädigungen ähnelt, die durch andere Faktoren hervorgerufen wurden, ist, wie schon erwähnt, ein Beweis dafür, daß das Hodengewebe in derselben Weise auf verschiedenartige schädliche Reize reagiert.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Nach dem histologischen Bild des Hodens zu schließen, fällt die Periode des vollen Oestrus beim Igel in Polen in die zweite Hälfte des April, im Mai und in die erste Junihälfte.
2. Die Oestralperiode des Igels in Polen ist kürzer als diejenige der in England und Frankreich untersuchten Igel.
3. Die Rückbildungserscheinungen und die Belebung der Tätigkeit treten bei den Zwischenzellen früher auf als die analogen Veränderungen in dem samenbildenden Gewebe.
4. Die Empfindlichkeit gegen die Hormone des Hodens ist beim Nebenhoden und bei den verschiedenen akzessorischen Drü-

Follikelhormon hervorgerufen wurden, waren auch diesen ähnlich, denen der Hoden unterliegt, wenn er aus dem tätigen in den Ruhezustand übergeht. Beim Exemplar AF, welches im Laufe von nicht ganz drei Wochen 30000 IE. Benzogynöestrol erhielt, wies das Zwischengewebe weitgehende Rückbildungserscheinungen auf. Die Mehrzahl der Zellen war bedeutend kleiner in diesem Gewebe, ihre Kerne wiesen oft eine unregelmäßige Gestalt auf und zeigten Anzeichen von Pyknose. In dem samenbildenden Gewebe war der Durchmesser der Samenkanälchen kleiner und die lose angeordneten Zellen füllten das ganze Kanälchen aus, welches auf diese Weise kein Lumen aufwies. Sehr oft waren an dem Plasma der samenbildenden Zellen keine deutlichen Grenzen sichtbar. Teilungen fehlten gänzlich. In den Samenkanälchen waren von samenbildenden Elementen undifferenzierte Hodenzellen, Spermatogonien, Spermatozyten I Ordn. und hauptsächlich Spermatischen vorhanden. Ziemlich häufig waren in Umbildung begriffene Spermatischen sichtbar, die Anzahl der Spermien dagegen war sehr gering. In manchen Samenkanälchen war der Rückbildungsprozeß weiter fortgeschritten; in diesem Fall entstanden vielkernige Zellen und Agglutinate, die bei andersartigen Hodenbeschädigungen beschrieben werden. Manchmal blieb von den Samenkanälchen nur die bindegewebige Wand übrig, wobei sich innen Massen von Spermien befanden. Oft waren auch Degenerationsbilder der Zellkerne in den undifferenzierten Zellen und in den Spermatogonien sichtbar.

Das Exemplar AA, welches im Laufe von fast sechs Wochen 300.000 IE Benzogynöestryl erhielt, zeigte, mit dem Exemplar AF verglichen, noch weitgehendere Veränderungen im Bereich des Hodens. Histologisch ähnelte die Gonade dieses Exemplars gänzlich dem Hoden eines Kontrolltieres, das im November getötet wurde, d. h. in einer Zeit, wo der Hoden die weitgehendste Rückbildung aufweist. Die mit einem kleinen Durchmesser versehenen Samenkanälchen hatten kein Lumen, oder befanden sich in denselben Massen degenerierter samenbildender Zellen. Von den samenbildenden Elementen waren hauptsächlich nur undifferenzierte Hodenzellen und Spermatozyten I. Ordn. im Synapsisstadium erhalten geblieben (Abb. 12, Taf. 4). Einen ähnlichen Bau hatte auch der Hoden des Exemplars E, welcher ebenfalls im Laufe sechs Wochen dieselbe Anzahl von Follikelhormoneinheiten erhielt. Trotz-

dem also das Exemplar E Ende Juli getötet wurde, d. h. in einer Zeit, wo bei den Kontrolltieren der Hoden schon Rückbildungserscheinungen aufweist, war der Degenerationsgrad in beiden Fällen derselbe.

Die unter dem Einfluß des Follikelhormons hervorgerufene Rückbildung des Zwischengewebes hemmt die Ausscheidung der Geschlechtshormone, was wiederum eine Rückbildung in dem Nebenhoden und in den akzessorischen Drüsen hervorruft. Diese Rückbildungserscheinungen sind beim Exemplar AF noch nicht deutlich erkennbar, da die Zeit von nicht ganz drei Wochen, in deren Verlaufe der Versuch durchgeführt wurde, zu kurz ist, um eine sichtbare Reaktion der akzessorischen Organe hervorzurufen. Das Follikelhormon hält nämlich, wie man annehmen muß, nicht sofort die endokrine Tätigkeit der Zwischenzellen auf, auch reicht die im Blut kreisende Hormonmenge noch aus. Die Rückbildung ist erst bei den Exemplaren AA, E und G deutlich sichtbar, wobei der Grad der Rückbildung in den drei Fällen ungefähr derselbe war. Im Einklang mit der früher angenommenen verschiedenen intensiven Empfindlichkeit der akzessorischen Organe den Hormonen des Hodens gegenüber ist die Rückbildung am schwächsten in dem einschichtigen Teil der äußeren Vorstehdrüse ausgeprägt.

Daß die Beschädigung des Hodengewebes durch das Follikelhormon diesen Beschädigungen ähnelt, die durch andere Faktoren hervorgerufen wurden, ist, wie schon erwähnt, ein Beweis dafür, daß das Hodengewebe in derselben Weise auf verschiedenartige schädliche Reize reagiert.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Nach dem histologischen Bild des Hodens zu schließen, fällt die Periode des vollen Oestrus beim Igel in Polen in die zweite Hälfte des April, im Mai und in die erste Junihälfte.

2. Die Oestralperiode des Igels in Polen ist kürzer als diejenige der in England und Frankreich untersuchten Igel.

3. Die Rückbildungserscheinungen und die Belebung der Tätigkeit treten bei den Zwischenzellen früher auf als die analogen Veränderungen in dem samenbildenden Gewebe.

4. Die Empfindlichkeit gegen die Hormone des Hodens ist beim Nebenhoden und bei den verschiedenen akzessorischen Drü-

sen ungleich. Am empfindlichsten ist der vielschichtige Teil der äußeren Vorsteherdrüse, sodann die innere Vorsteherdrüse, die Samenblasen, der Nebenhoden und der einschichtige Teil der äußeren Vorsteherdrüse.

5. Die Behauptung, daß die akzessorischen Organe verschieden empfindlich sind, wird durch Untersuchungen über den Einfluß der Kastration bestätigt. Die Kastrationserscheinungen treten in den akzessorischen Drüsen deutlich zwei Monate nach der Operation auf.

6. Die gonadotropen Hormone der Hypophyse regen beim Igel sogar zur Zeit der stärksten Rückbildung des Genitalapparates sowohl die Tätigkeit des Zwischengewebes wie auch diejenige des samenbildenden Gewebes und indirekt auch diese des Nebenhodens und der akzessorischen Drüsen an. Die Anregung des samenbildenden Gewebes geht so weit, daß normal ausgebildete Spermien entstehen.

7. Das Follikelhormon ruft eine Degeneration des Hodens hervor und das sowohl des samenbildenden, wie auch des Zwischengewebes. Die Rückbildung des Zwischengewebes hat wiederum eine Rückbildung der akzessorischen Organe zur Folge. Die unter dem Einfluß des Follikelhormons entstandenen Veränderungen entsprechen denjenigen, die man um diese Zeit beobachtet, wenn der Hoden aus dem Oestrus in den geschlechtlichen Ruhezustand übergeht und auch während des Ruhezustandes selbst.

Aus dem Biologisch-Embryologischen Institut der Jagellonischen Universität, Kraków Leiter: Prof. Dr E. Godlewski.

Schrifttum.

- 1) Allanson M., Phil. Trans. R. Soc. London. S. B. v. 223. 1934. —
- 2) Benoit J., Bull. d'Histol. appliq. T. 2. 1925. — 3) Benoit J., Arch. d'Anat. d'Histol. et d'Embryol. T. 5. 1926. — 4) Bolk L., Göppert E., Kallius E., Lubosch W., Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. B. VI. 1933. — 5) Brambell F. W. R., Phil. Trans. R. Soc. London. S. B. v. 225. 1935. — 6) Clauberg C., Zentralbl. f. Gynäk. B. 60. 1926. — 7) Courrier R., Arch. de Biol. T. XXXVII. 1927. — 8) Deanesly R., Phil. Trans. R. Soc. London. S. B. v. 223. 1934. — 9) Disselhorst R., Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Wirbeltiere, mit besonderer Berücksichtigung des Menschen. Wiesbaden. 1897. — 10) Geréb P., Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. B. 99. 1931. — 11) Godlewski E., Arch. f. mikrosk. Anat. B. 60. 1902. —

- 12) Griffiths J., Journ. of Anat. a. Physiol. v. 24. 1890. — 13) Herlant M., Arch. d'Anat. microsc. T. XXVIII. 1932. — 14) Herter K., Zeitschr. f. Säugetierk. B. 8. 1933. — 15) Herter K., Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Oekol. u. Geogr. d. Tiere. B. 65. 1933. — 16) Herter K., Zeitschr. f. vergl. Physiol. B. 20. 1934. — 17) Jeleniewski Z., Anat. Anz. B. 24. 1904. — 18) Korenchevsky V. and Dennison M., Bioch. Journ. v. XXVIII. 1934. — 19) Kulezycki A., Bull. Acad. Pol. S. B. 1931. — 20) Linton R. G., Anat. Anz. B. 31. 1907. — 21) Marshall F. H. A., Journ. of Physiol. v. XLIII. 1911—12. — 22) Marshall F. H. A., Phil. Trans. R. Soc. London. S. B. v. 226. 1936. — 23) Maximow A., Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. B. 26. 1899. — 24) Młodowska J., Bull. Acad. Sc. Cracovie. 1904. — 25) Niezabitowski L. E., Klucz do oznaczania zwierząt ssących Polski. Kraków. 1933. — 26) Oslund R. M., Quart. Rev. of Biol. v. III. 1928. — 27) Owen, The anatomy of Vertebrates v. III. Mammals. London. 1868. — 28) Rauther M., Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. B. 38. 1903—04. — 29) Reichel H., Anat. Anz. B. 54. 1921. — 30) Schoeller W. und Gehrke M., Biochem. Zeitschr. B. 264. 1933. — 31) Stieve H., Harn- und Geschlechtsapparat. Handb. d. mikr. Anat. d. Menschen B. 2. Berlin. 1930. — 32) Tandler J. und Grosz S., Roux Arch. B. 33. 1912.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel 4.

Abb. 1. Hoden eines Neugeborenen. Erklärungen im Text. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 2. Hoden eines Igels aus der Oestralperiode. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 3. Hoden eines Igels im Juli. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 4. Hoden eines Igels im November. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 5. Nebenhoden zur Zeit des Oestrus. Im Inneren der Gänge Massen von Samenfäden. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 6. Nebenhoden im August. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 7. Nebenhoden im Dezember. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 8. Samenblasen aus der Oestralperiode. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

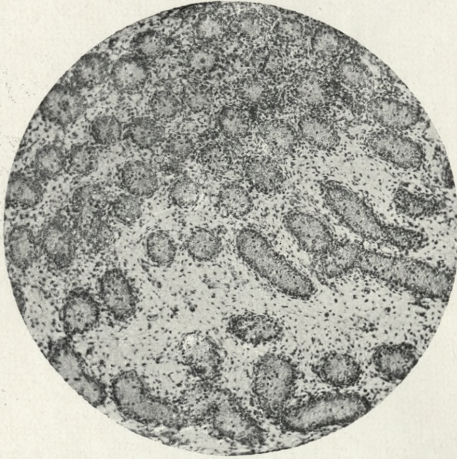
Abb. 9. Samenblasen im Dezember. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 10. Innere Vorsteherdrüse. Erklärungen im Text. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

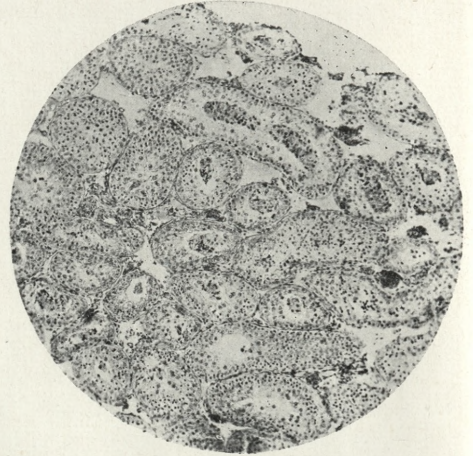
Abb. 11. Einfluß des gonadotropen Hormons auf den Hoden. Erklärungen im Text. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

Abb. 12. Rückbildung des Hodens unter dem Einfluß des Follikelhormons. Erklärungen im Text. Vergr. ungefähr 70 ×. Mikrophoto.

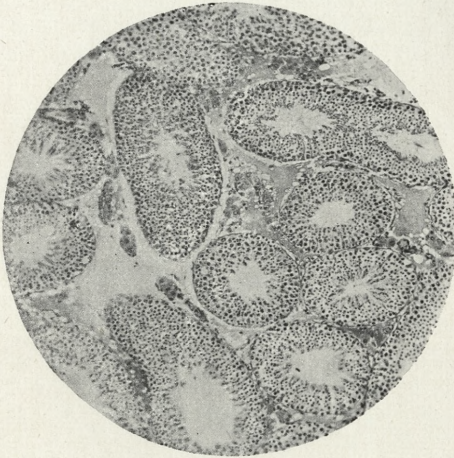
Anmerk. Alle Abbildungen um $\frac{1}{7}$ verkleinert.



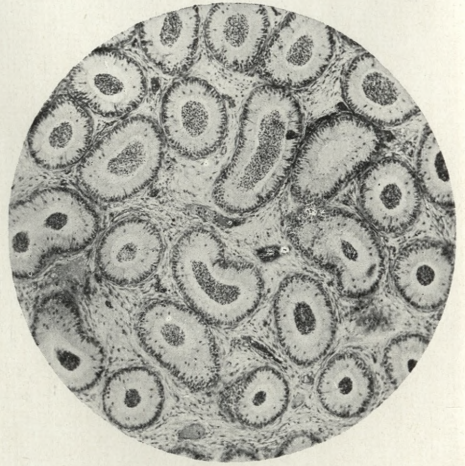
1.



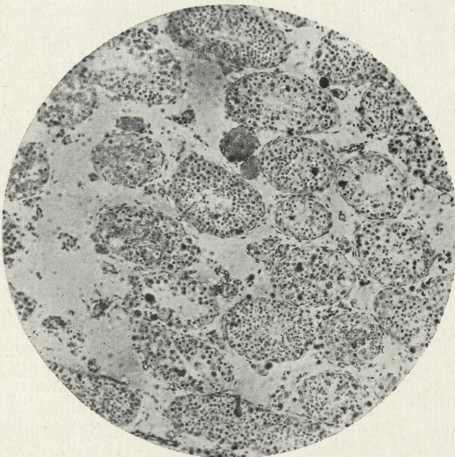
4.



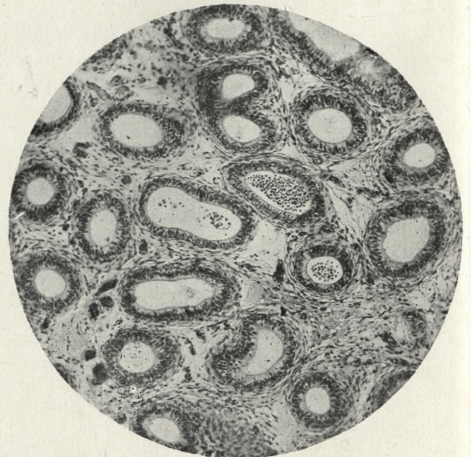
2.



5.



3.

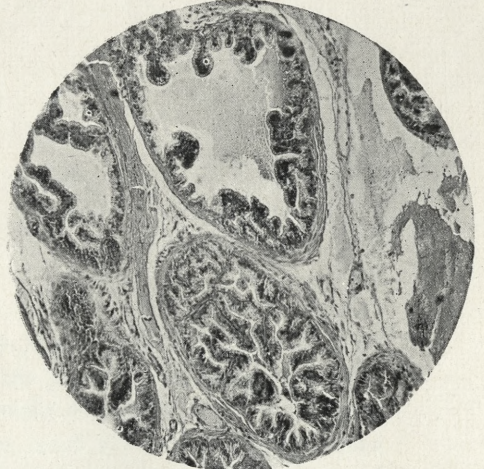


6.

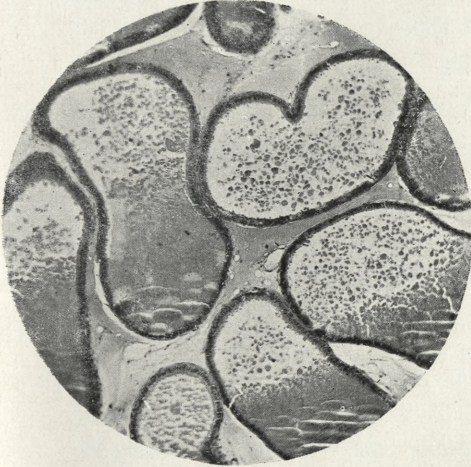
S. Skowron phot.



7.



10.



8.



11.



9.



12.

Badania nad zdolnością orientacji i szybkością lotu u ptaków. IV. — Szybkość powrotu do gniazda i sposób orientacji jaskółek dymówek (Hirundo rustica L.). — Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. IV. — Heimkehrgeschwindigkeit und Orientierungsart bei den Rauchschwalben (Hirundo rustica L.)¹⁾.

Mémoire

de MM. **R. J. WOJTUSIAK** et **B. FERENS**,

présenté le 4 Avril 1938 par M. H. Hoyer m. t.

Im Jahre 1933 begannen wir gemeinsam mit Prof. Dr. K. Wodzicki eine Serie von Untersuchungen über das Orientierungsvermögen und die Fluggeschwindigkeit bei Vögeln. Als Untersuchungsmaterial benutzten wir Rauchschwalben (*Hirundo rustica* L.) und Mehlschwalben (*Delichon urbica* L.). Die bisher erlangten Resultate (K. Wodzicki & R. J. Wojtusiak 1934 und R. J. Wojtusiak & K. Wodzicki & B. Ferens 1937) zeigten, daß diese Vögel einen gut entwickelten Raumorientierungssinn besitzen, sie finden nämlich aus großen Entfernungen — 120 km in der Luftlinie — das Nest zurück. Ähnliche, ungefähr in derselben Zeit in Deutschland von Rüppel (1934, 1936, 1937) durchgeführte Versuche bestätigten unsere Beobachtungen und vervollständigten sie betreffs größerer Entfernungen, die bis ca 1850 km in Betracht kamen. Da die Schwalben nach verschiedenen Himmelsrichtungen gebracht wurden, also auch in Gegenden, die sich von ihren Wanderungen nach dem Süden nicht kennen konnten, da ferner die Distanzen zu groß waren, als daß man an-

¹⁾ Die Arbeit wurde mit Unterstützung des Ministeriums für Kultus und Unterricht ausgeführt.

nehmen könnte, sie hätten von dort ihren Heimatsort sehen können, so wäre es möglich anzunehmen, daß sie bei der Rückkehr ins Nest in der Hauptsache von irgendeinem nicht näher bekannten Orientierungs- oder Richtungssinn geleitet werden.

Beim Vergleich der durchschnittlichen Rückkehrgeschwindigkeiten der Schwalben aus verschiedenen Entfernungen stellten wir schon im Jahre 1934 die höchst interessante Tatsache fest, daß die Geschwindigkeit bei dem Rückflug aus kleinen Entfernungen gering ist, dagegen bei größeren Distanzen deutlich wächst. Spätere Beobachtungen (1937) und Vergleiche mit Protokollen von Loos (1907) bestätigten diese Tatsache vollständig. So war beispielsweise die Fluggeschwindigkeit bei Schwalben, die aus Entfernungen von 120 km zurückkehrten, durchschnittlich 9 mal größer als bei Schwalben, die aus einer Entfernung von kaum 10 km zurückkamen. Dasselbe bemerkten wir auch bei Schwalben, die nachts oder in den Bergen (1937) losgelassen wurden; auch bei ihnen zeigte sich bei der Rückkehr ins Nest ein Ansteigen der Geschwindigkeit proportional den Entfernungen, aus welchen sie losgelassen wurden.

Diese Tatsache stand im ausgesprochenen Gegensatz zu den bisherigen Angaben über Tauben. Tauben kehren nämlich aus kleineren Entfernungen schneller zurück als aus großen (Rabaud 1927). Die Sache wäre so zu erklären, daß Tauben, welche unweit von ihrem ständigen Aufenthaltsort losgelassen werden, nach Wiedererlangen ihrer Freiheit ihre weitere Umgebung bereits kennen und keine Zeit zu verlieren brauchen, um irgendwelche Zeichen zu finden, die sie in den Taubenschlag zurückführen. Anders ist es, wenn man sie nach größeren Entfernungen bringt. Sie müssen dann meistens erst lange Orientierungsflüge unternehmen, ehe sie die eigentliche Richtung finden. Nach derzeitigen Ansichten sollen demnach bei Tauben beim Auffinden des Heimatsortes Erinnerungen optischer Art die Hauptrolle spielen.

Für Schwalben, die ein entgegengesetztes Verhalten bei der Rückkehr aus Entfernungen unter 120 km zeigten, läßt sich diese Erklärung nicht in demselben Maße anwenden. Hier müssen wir ein anderes Erklärungsprinzip suchen. Bei dem Versuch diese eigenartige Erscheinung des Anwachsens der durchschnittlichen Rückkehrgeschwindigkeit proportional dem Anwachsen der Entfernung zu erklären, sprachen wir die Vermutung aus (Wo-

dzicki & Wojtusiak 1934), es sei wohl möglich, »daß bei der Rückkehr aus verschiedenen Entfernungen ein konstanter Zeitabstand (K) existiert, welchen die Vögel nach der Freilassung für das Suchen der eigentlichen Richtung verwenden und erst dann nach ihrem Heimatsort fliegen. Bei der Annahme eines solchen Zeitabstandes könnte man vermuten, daß die Vögel entweder irgendwelche ihnen bekannte, für das Auffinden der eigentlichen Richtung unbedingt nötige Merkmale der Landschaft wieder auffinden, oder nach diesem Zeitabstand hier ein »Richtungsgefühl« (Stresemann 1933) oder ein »Richtungstrieb« zum Vorschein kommt«. Was weiterhin Entfernungen bis 120 km anbelangt, welche die heimkehrenden Schwalben bei unseren Versuchen zurückzulegen hatten, so wurde auch die Vermutung ausgesprochen (Wojtusiak 1934), »daß Schwalben, die nach verhältnismäßig nahen Entfernungen gebracht wurden, die betreffende Umgebung kennen. Sie beunruhigen sich deshalb nicht besonders und kehren langsam zurück, nachdem sie erst ihren Hunger gestillt haben und die Ortschaft eine Zeit lang in verschiedenen Richtungen überflogen haben. Wenn sie dagegen weit in unbekannte Gegenden gebracht wurden, bemühten sie sich so schnell als möglich zu orientieren, um sich in den Heimatsort zurückzufinden«. Wir nahmen hier also neben dem eigentlichen Orientierungssinn noch die Einwirkung anderweitiger, psychischer Momente an.

Wir bemerkten schon damals, daß in diesem Sinne weitere Beobachtungen nötig sind. Vor allen Dingen kam die Frage auf, bis zu welcher Entfernungsgrenze die durchschnittliche Rückkehrgeschwindigkeit bei Schwalben ansteigen kann. Es war klar, daß sie nicht ins Unendliche ansteigen kann, sonst müßten ja diese Vögel bei Rückkehr aus mehreren hundert Kilometern eine geradezu phantastische Geschwindigkeit entwickeln. Es muß also eine bestimmte Entfernungsgrenze bestehen, über die hinaus die Schwalben mit der gleichen Geschwindigkeit zurückkehren oder sogar diese Geschwindigkeit vermindern.

Zur Bestätigung dieser Tatsache waren Beobachtungen an Schwalben, die aus größeren Entfernungen als 120 km losgelassen wurden, nötig. Versuche dieser Art führte zwar Ruppell (1934—1937) durch, allerdings legte er dabei besonderen Wert überhaupt auf das Rückkehrvermögen von Vögeln aus großen

Entfernungen und weniger auf die Rückkehrgeschwindigkeit. Deshalb finden wir in seinen Protokollen nur für einige wenige Schwalben individuelle Zahlenangaben, die sich in diesem Sinne verwenden ließen. Das ist aber zu wenig um daraus ernstere Schlüsse ziehen zu können. Deshalb beschlossen wir in diesem Jahr diese Lücke zu füllen und spezielle Versuche durchzuführen, welche feststellen sollten:

1. die Rückkehrgeschwindigkeit von Schwalben aus verschiedenen Entfernungen, bei besonderer Berücksichtigung von Entfernungen über 120 km. Bei positiven Resultaten wollten wir noch feststellen:

2. die Entfernungsgrenze, oberhalb welcher die Rückkehrgeschwindigkeit nicht mehr zunimmt, und:

3. die Art und Weise der Raumorientierung bei diesen Vögeln.

Die Durchführung unserer Versuche ermöglichte eine von Prof. Dr. K. Wodzicki erlangte Subvention des Unterrichtsministeriums. Da in demselben Jahre neben Versuchen an Schwalben auch Beobachtungen über das Orientierungsvermögen von Störchen geplant waren, teilten wir die Aufgaben untereinander. Prof. Wodzicki arbeitete mit Störchen (Wodzicki 1937, Wodzicki & Liche & Puchalski 1938), wogegen uns weitere Versuche mit Schwalben oblagen. Für das kameradschaftliche Teilen der erhaltenen Geldmittel danken wir Herrn Prof. K. Wodzicki bestens an dieser Stelle.

Material und Methodik.

Unsere Versuche führten wir im Juni und Anfang Juli 1937 an Rauchschwalben (*Hirundo rustica* L.) durch, welche aus 3 verschiedenen Ortschaften stammten. Die größte Anzahl der in den Versuchen verwendeten Vögel (27 Exemplare) stammte aus der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt der Jagellonischen Universität in Mydlniki, also aus einer Gegend, in welcher wir den größten Teil unserer früherer Versuche (1934—1937) durchgeführt haben. Außerdem wurden 8 Exemplare auf dem Gute Konary unweit von Kraków eingefangen. Acht weitere stammten aus Butyny bei Żółkiew, nördlich von Lwów. Manche Tiere wurden zu mehreren Versuchen benutzt.

Die Vögel wurden mit Ringen der Polnischen Station für Vogelzugforschung am Staatlichen Zoologischen Museum in War-

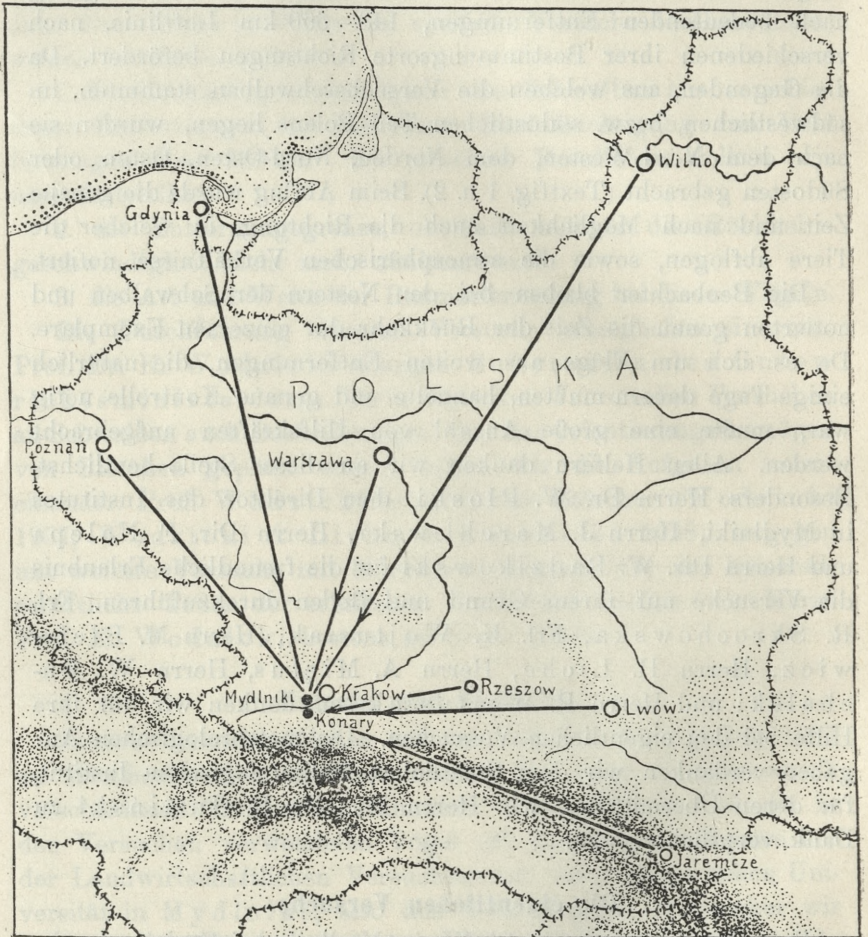
szawa versehen und mit farbiger Tusche nach der bereits 1936 verwendeten Methode bemalt. Einzelne Farben und entsprechende Farbkombinationen bezeichneten die Nummern der einzelnen Versuchstiere. Die Vögel wurden in ihren Nestern am Abend gefangen und mit dem Auto, der Eisenbahn oder dem Flugzeug nach bedeutenden Entfernungen, 148—660 km Luftlinie, nach verschiedenen ihrer Bestimmungsorte Richtungen befördert. Da die Gegenden, aus welchen die Versuchsschwalben stammten, im südwestlichen bezw. südöstlichen Teil Polens liegen, wurden sie nach dem Nord-Westen, dem Norden, Nord-Osten, Osten oder Südosten gebracht (Textfig. 1 u. 2). Beim Abflug wurde die genaue Zeit und nach Möglichkeit auch die Richtung, in welcher die Tiere abflogen, sowie die atmosphärischen Verhältnisse notiert.

Die Beobachter blieben bei den Nestern der Schwalben und notierten genau die Zeit der Rückkehr der einzelnen Exemplare. Da es sich um Flüge aus weiten Entfernungen, die natürlich einige Tage dauern mußten, handelte und genaue Kontrolle nötig war, mußte eine große Anzahl von Hilfskräften aufgebracht werden. Allen Helfern danken wir an dieser Stelle herzlichst. Besonders Herrn Dr. W. Płoski, dem Direktor des Institutes in Mydlniki, Herrn J. Marchlewski, Herrn Dir. F. Nalepa und Herrn Dir. W. Radzickowski für die freundliche Erlaubnis die Versuche auf ihrem Grund und Boden durchzuführen. Fr. R. Skrochowska, Fr. K. Wojtusiak, Herrn M. Bielewicz, Herrn H. Liche, Herrn A. Miętus, Herrn W. Puchalski und Herrn R. Wojtusiak sen. danken wir für ihre Hilfe bei den eigentlichen Versuchen. Die meteorologischen Angaben verdanken wir dem Staatlichen Meteorologischen Institut, für deren Übermittlung wir Herrn Doc. Dr. R. Gumiński zu Dank verpflichtet sind.

Die eigentlichen Versuche.

Versuch 1 wurde am 16. VI. in Mydlniki bei Kraków durchgeführt. Wir benutzten dazu 12 alte Schwalben, welche zu der Zeit in den Viehställen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt der Jagellonischen Universität gerade nisteten bezw. schon Junge ausgebrütet hatten. Die Vögel wurden am Vorabend (15. VI. 1937) gefangen, beringt und gezeichnet. Nähere Einzelheiten über Ringe, farbige Zeichnungen und Geschlecht der Versuchstiere sind aus

der Tabelle I. zu ersehen. Am selben Tage wurden die Vögel in verhüllten Käfigen mit dem Schnellzuge nach Poznań transportiert, welches 332 km in der Luftlinie von Mydlniki entfernt ist, andere nach Gdynia, 504 km von Mydlniki (Textfig. 1). Die Vögel



Textfig. 1.

wurden in den genannten Städten am nächsten Tage in zwei Gruppen freigelassen.

1. Die erste Gruppe, die aus 5 Exemplaren bestand, wurde während des Zugsaufenthaltes vom Bahnhof Poznań um 4^h57' früh freigelassen, auf einem Punkt, von dem man die Vögel leicht

TABELLE I.

Nr.	Nr. des Ringes, Geschlecht und Farbe	Heimatsort	Abflugsort	Entfernung	Abflug	Rückkehr	Flugzeit	Geschwindigkeit in 1 Stunde	Durchschnittliche Geschwindigkeit in 1 Stunde
1.	G-66519 Grün, Rot	i k i n	P o z n a n	332 km	16. VI. 4 ^h 57'	19. VI. 8 ^h 58'	76 ^h 01'	4·362 km	} 2·602 km
2.	G-77702 Blau, Rot					21. VI. 12 ^h 15'	127 ^h 18'	2·604 km	
3.	G-66518 Rot, Weiß, Rot					22. VI. 16 ^h 35'	155 ^h 38'	2·130 km	
4.	G-66517 Grün, Weiß, Grün					?	?	?	
5.	G-77701 Grün, Weiß, Orange					26. VI. 17 ^h 20'	252 ^h 23'	1·314 km	
6.	G-66524 Rot	M y d l n i a	G d y n i a	504 km	16. VI. 10 ^h 25'	21. VI. 17 ^h 10'	126 ^h 45'	3·972 km	} 3·309 km
7.	G-66522 Orange					21. VI. 16 ^h 45'	126 ^h 20'	3·984 km	
8.	G-77713 Grün					20. VI. 16 ^h 50'	102 ^h 25'	4·920 km	
9.	G-66523 Blau					27. VI. 16 ^h 15'	269 ^h 50'	1·866 km	
10.	G-77707 Gelb ♂					27. VI. 16 ^h 00'	269 ^h 35'	1·866 km	
11.	G-66521 Rot, Grün					?	?	?	
12.	G-66520 Rot, Blau					22. VI. 21 ^h 25'	155 ^h 00'	3·246 km	

beobachten konnte. Zur Zeit des Freilassens war das Wetter verhältnismäßig günstig, ohne Regen. Gleich nach dem Wiedererlangen der Freiheit stiegen die Schwalben in die Höhe und nach einigen Kreisen wandten sich nach Süden und Süd-Osten. Die Rückkehr der ersten Schwalbe wurde in Mydlniki am 19. VI. um 8^h58' bemerkt. Sie weilte demnach 76 Stunden 1 Minute

außerhalb des Nestes. Die durchschnittliche Rückkehrgeschwindigkeit aus einer Entfernung von 332 km betrug also bei diesem Vogel 4.362 km/h. Die Schwalbe kehrte in gutem Zustand heim. Es wurde bemerkt, daß sie vom Norden angeflogen kam, sich aus großer Höhe hinunterließ und sich sofort nach dem Stall wandte, in der sich ihr Nest befand. Sie sah gar nicht ermüdet aus, flog gleich lebhaft herum und schaute nach ihren Jungen um ihnen Futter zu bringen. In den nächsten Tagen kehrten die Schwalben Nr. 2, 3 und 5 zurück (Tabelle I), nur eine ist irgendwo verschollen.

Die atmosphärischen Bedingungen in den Tagen des Rückflugs stellen sich folgendermaßen dar:

In Poznań: am 16. VI. Himmel bewölkt, tagsüber Regengüsse mit Unterbrechungen, schwache Winde vom NW und N, durchschnittliche Temperatur 17·3°C. — 17. VI. Abnahme der Bewölkung, mäßiger NW Wind, abends windstill, Temp. 13·4°C. — 18. VI. sonnig bei mittlerer Bewölkung, während des Tages ein vorübergehender Regenfall, mäßige S und SE Winde, Temp. 15·7°C. — 19. VI. bewölkt und nebelig, dann Regen, stellenweise Aufheiterungen, mäßiger SE Wind, der später nach NW und N drehte, Temp. um 13°C. — 20. VI. bewölkt, Regengüsse, schwache Winde von NE, E und S, Temp. um 14°C. — 21. VI. bewölkt, nebelig, Sichtbarkeit unterhalb 1 km, mäßige SE und SW Winde, Temp. um 14°C. — 22. VI. heiter, allmähliche Bewölkungszunahme, mäßige SW Winde, gegen Abend windstill, Temp. um 17°C. — 23. VI. heiter, mäßige SE und E Winde, Temp. um 19°C. — 24. VI. schwache Bewölkung, nebelig, schwache SE und E Winde, Temp. 21·6°C. — 25. VI. Bewölkungszunahme und stärkerer Nebel, gegen Abend Regen, schwache, später mäßige E, NE und NW Winde, Temp. 18·2°C. — 26. VI. mittlere Bewölkung mit Aufheiterungen, mäßiger NW Wind, Temp. um 17°C. — 27. VI. heiter, später schwach bewölkt, mäßige NW und N Winde, Temp. 20·6°C.

In Mydlniki: 16. VI. heiter, allmähliche Bewölkungszunahme, von 12^h30' ab Regen, schwache SW und W Winde, Temp. um 18°C. — 17. VI. regnerisches Wetter, schwache NW und SW Winde, Temp. um 12°C. — 18. VI. völlig bewölkt, im Laufe des Tages Bewölkungsabnahme, schwache Winde aus SW und E, Temp. um 14°C. — 19. VI. mittlere Bewölkung mit Aufheiterungen, von 14^h30'—15^h15' Regengüsse, mäßige E Winde, Temp. 16·2°C. — 20. VI. zunehmende Bewölkung und Regenschauer, bei schwachen E und SW Winden, Temp. 17·4°C. — 21. VI. früh am Morgen Regengüsse, später Aufheiterung, schwache W Winde, Temp. 16°C. — 22. VI. heiter, schwache SW und NE Winde, gegen Abend windstill, Temp. 17·2°C. — 23. VI. heiter, schwache E und NE Winde, gegen Abend windstill. Temp. um 19°C. — 24. VI. heiter, schwache SE Winde, Temp. 20·4°C. — 25. VI. am Morgen heiter, um 15^h15' heftige Regengüsse, schwache Winde aus NE, SE und SW, Temp. um 22°C. — 26. VI. früh Regenschauer, später

Aufheiterung, mäßige W Winde, Temp. 13°C. — 27. VI. heiter, schwache Bewölkung, schwache SW und NW Winde, Temp. 18·3°C. — 28. VI. heiter, schwacher E Wind, Temp. 20·8°C.

Wie man aus obiger Zusammenstellung ersieht, waren die atmosphärischen Bedingungen im allgemeinen nicht günstig, trotzdem kehrte das erste Exemplar während der 4 ersten schlimmsten Tage zum Nest zurück, somit dürfte schlechtes Wetter den Rückflug verzögern, nicht aber unmöglich machen. Auch hier konnte beobachtet werden, daß die Vögel, nachdem sie emporgestiegen sind, in südlicher, also richtiger Richtung flogen. Die erste Schwalbe ist in Mydlniki am 20. VI. um 16^h50' angekommen und begann sofort ihre Jungen zu füttern (Tabelle I). Später ließ sie sich oft auf das Nest nieder und verblieb daselbst längere Zeit. Man hatte den Eindruck, daß sie durch den langen Heimflug von 102^h25' ermüdet war. Die mittlere Geschwindigkeit bei dieser Schwalbe betrug also 4.920 km/h. Die 5 folgenden kehrten vom 21—27. VI. zurück und wiesen eine Rückkehrgeschwindigkeit von 1.866 km/h bis 3.984 km/h auf. Von der ganzen Gruppe, die zu diesem Versuch benutzt wurde, kehrten 6 Exemplare d. h. 85% zurück, nur ein einziger ist ausgeblieben.

Die meteorologischen Bedingungen, die auf der Strecke Gdynia-Mydlniki in den Tagen des Rückfluges der Schwalben herrschten, stellen sich folgendermaßen dar:

In Gdynia: 16. VI. starke Bewölkung, später schwache Nebel und Regen, mäßige SE und NW Winde, Temp. 17·6°C. — 17. VI. völlig bewölkt, Regenschauer bei heftigen Windstößen aus NW, Temp. 13·4°C. — 18. VI. heiter, allmähliche Zunahme der Bewölkung, mäßige NW und SE Winde, Temp. 15·2°C. — 19. VI. sonnig, allmähliche Bewölkungszunahme und Regen, mäßige Winde aus SE, E und NE, Temp. 16·5°C. — 20. VI. bewölkt, nachmittags Regenschauer, schwache W, SW und SE Winde, Temp. um 15°C. — 21. VI. vollständige Bewölkung ohne Regenschauer, schwache Winde aus NW und S, Temp. 14°C. — 22. VI. heiter, stellenweise schwach bewölkt, mäßige S und SW Winde, gegen Abend windstill, Temp. 16·2°C. — 23. VI. sonnig, schwach bewölkt, mäßige SE Winde, Temp. um 18°C. — 24. VI. heiter, schwache Winde vom S, SE und NE, Temp. um 19°C. — 25. VI. mäßig bewölkt mit Aufheiterungen, es blitzt ohne Donner, mäßige Winde aus NW und NE, Temp. 14·2°C. — 26. VI. völlige, allmählich abnehmende Bewölkung, sehr heftige Windstöße vom NW, Temp. 16·2°C. — 27. VI. heiter und neblig, mäßige NW Winde, Temp. um 19°C.

Die atmosphärischen Verhältnisse zur selben Zeit in Mydlniki wurden bereits bei der 1. Gruppe der Versuche angegeben. Es kommen hierbei

auch die meteorologischen Angaben für Poznań in Betracht, als einer zwischen Gdynia und Mydlniki gelegenen, wenn auch mehr gegen Westen verschobenen Stadt.

Wie wir sehen, gestalteten sich hier die atmosphärischen Verhältnisse im allgemeinen ähnlich wie bei den Versuchen auf der Strecke Poznań-Mydlniki. Ihr eventueller Einfluß auf die Rückkehrgeschwindigkeit der Vögel müßte also ebenfalls ähnlich ausfallen, wie bei den früheren Heimflügen.

Der 2 Versuch wurde desgleichen von Mydlniki aus am 25. VI. 1937 ausgeführt. Es wurden dazu 15 am 22. VI. abends eingefangene Rauchschwalben benutzt. Die Vögel wurden in zwei Gruppen geteilt und nachts mit Schnellzug nach Warszawa, 254 km in der Luftlinie von Mydlniki, befördert. In Warszawa wurde die erste Gruppe der Vögel freigelassen. Die zweite Gruppe wurde aus Warszawa mit einem Flugzeug der Polnischen Staatlichen Luftlinien (P. L. L. Lot) nach Wilno transportiert¹⁾. Die letzte Stadt ist 628 km in der Luftlinie von Mydlniki entfernt.

Die 1. Gruppe, bestehend aus 7 Schwalben, wurde in Warszawa um 10^h03' auf einem freien Platz freigelassen, von wo man den Abflug bequem beobachten konnte. Die Vögel stiegen empor und flogen ungefähr 100 km in der westlichen Richtung, dann wandten sie sich gegen Süd-Westen. Die Rückkehr der ersten Schwalbe wurde am 25. VI. um 8^h45' bemerkt. Der Vogel verbrachte demnach vom Augenblick des Freilassens 46^h42' außerhalb des Nestes und entwickelte beim Heimflug eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 5.436 km/h. Am 28. VI. sind noch zwei weitere Schwalben aus dieser Gruppe angekommen mit einer Rückkehrgeschwindigkeit von 2.148 km/h. Die übrigen Exemplare wurden nicht wiedergesehen.

Die meteorologischen Verhältnisse, die in den Tagen des Rückfluges herrschten, stellen sich folgendermaßen dar:

In Warszawa: 23. VI. mäßige Bewölkung, stellenweise Aufheiterungen, schwache Winde aus N, NW und E, Temp. 19°C. — 24. VI. sonnig, schwach bewölkt, schwache SE und S Winde, Temp. 22°C. — 25. VI. heiter, später allmählich zunehmende Bewölkung, nachmittags zwischen 13^h48'

¹⁾ Der Leitung der Staatlichen Luftverkehrslinien namentlich Herrn Direktor Major a. D. L. Seifert sind wir für das freundliche Entgegenkommen und die Erlaubnis die Vögel kostenfrei mit den Flugzeugen des P. L. L. zu befördern, sehr verbunden.

und 14^h vorübergehender Regenschauer, schwache und mäßige Winde vom S, SW und W, Temp. 24·2°C. — 26. VI. stark bewölkt, mäßige NW Winde, Temp. 17·1°C. — 27. VI. starke, allmählich abnehmende Bewölkung, später heiter, mäßige NW und NE Winde, Temp. 20·7°C. — 28. VI. sonning, schwache NE Winde, Temp. 21°C.

Die meteorologischen Verhältnisse, die in diesen Tagen in Mydlniki herrschten, wurden schon bei der Darstellung der Versuche aus 1. Serie auf Seite 180 angegeben.

Im Unterschiede zum vorübergehenden Versuch, flogen hier die Vögel bei relativ günstigen atmosphärischen Verhältnissen. Trotzdem zeigt die mittlere Rückkehrgeschwindigkeit keine nennenswerte Steigerung, im Gegenteil, war diesmal die Anzahl der verschollenen Vögel größer als vorher (Tabelle II).

Die 2. Gruppe bestand aus 8 Schwalben. Zwei von ihnen, und zwar Nr. 13 und 15 haben schon beim 1. Versuche die Strecke Gdynia-Mydlniki durchgeflogen. Sämtliche Vögel wurden auf dem Flughafen in Wilno am 23. VI. um 14^h40' beim nebligen und regnerischen Wetter freigelassen. Beobachtungen über ihr Verhalten nach dem Freilassen fehlen. Die Rückkehr der ersten Schwalbe aus dieser Gruppe wurde am 26. VI. um 16^h05' verzeichnet (Tabelle II). Ihr Heimflug hat somit 73^h25' beansprucht. Die mittlere Rückkehrgeschwindigkeit war hier ziemlich bedeutend und betrug 8.550 km/h. Außer dieser Schwalbe wurde noch in 2 nächsten Tagen die Rückkehr von 2 weiteren festgestellt, nämlich Nr. 11 und 13, die eine mittlere Geschwindigkeit von 6.534 und 5.238 km/h aufwiesen. Die durchschnittliche Rückkehrgeschwindigkeit aller Exemplare war also in diesem Versuch ein bisschen höher als bei den früheren.

Die atmosphärischen Verhältnisse an den Tagen des Rückfluges der Vögel gestalteten sich folgendermaßen:

In Wilno: 23. VI. völlig bewölkt, Nebel und Regen, gegen Abend schwacher N Wind, Temp. 17°C. — 24. VI. morgens Regen, dann abnehmende Bewölkung, schwache S und NW Winde, gegen Abend Windstille, Temp. 18·2°C. — 25. VI. sonnig und dunstig, leicht bewölkt, schwache und mäßige S und SE Winde, Temp. 23°C. — 26. VI. völlig bewölkt, Regen, mäßige NW Winde, Temp. 13·8°C. — 27. VI. völlige, allmählich abnehmende Bewölkung, später heiterer, schwache Winde aus NE und SE, Temp. 17·1°C. — 28. VI. schwache Bewölkung, neblig, schwache S und SE Winde, Temp. 20·6°C.

Die meteorologischen Verhältnisse in diesen Tagen für Mydlniki sind bereits oben angeführt worden.

TABELLE II.

Nr.	Nr. des Ringes, Geschlecht und Farbe	Heimatsort	Ablugsort	Entfernung	Ablug	Rückkehr	Flugzeit	Geschwindigkeit in 1 Stunde	Durchschnittliche Geschwindigkeit in 1 Stunde
1.	G - 66516 Orange, Weiß, Grün	M y d l i n o W i l n o	W a r s z a w a	254 km	23. VI. 10 ^h 03'	?	?	?	3·244 km
2.	G - 66511 Rot, Grün					?	?	?	
3.	G - 66512 Grün, Orange					25. VI. 8 ^h 45'	46 ^h 42'	5·436 km	
4.	G - 66513 Blau, Rot					28. VI. 8 ^h 15'	118 ^h 12'	2·148 km	
5.	G - 66514 Blau, Weiß, Grün					?	?	?	
6.	G - 66476 ♂ Blau, Weiß, Blau					?	?	?	
7.	G - 66477 Grün, Rot					28. VI. 8 ^h 00'	117 ^h 57'	2·148 km	
8.	G - 66525 ♂ Orange, Weiß, Grün					?	?	?	6·774 km
9.	G - 66526 Grün, Rot, Grün					?	?	?	
10.	G - 77709 ♂ Rot, Grün, Rot					26. VI. 16 ^h 05'	73 ^h 25'	8·550 km	
11.	G - 66527 Blau, Weiß, Blau					27. VI. 14 ^h 45'	96 ^h 05'	6·534 km	
¹⁾ 12.	G - 66505 ♀ Grün, Weiß, Grün					?	?	?	
13.	G - 66522 ♂ Orange					28. VI. 14 ^h 30'	119 ^h 50'	5·238 km	
14.	G - 66528 ♀ Orange, Weiß, Blau					?	?	?	
¹⁾ 15.	G - 66520 ♀ Rot, Blau					?	?	?	

¹⁾ Wurde schon bei dem Versuch Mydlniki-Gdynia benutzt.

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersehen kann, lagen auch hier die atmosphärischen Verhältnisse im allgemeinen weit günstiger als in Versuchen Mydlniki-Poznań-Gdynia. In engem Zusammenhang damit sind hier auch die mittleren Rückkehrgeschwindigkeiten ein bischen höher als in den früheren Versuchen. Betrug dort, in beiden Versuchsgruppen, die niedrigste Rückkehrgeschwindigkeit 1.214 km/h und die höchste 4.920 km/h, so stieg jetzt jene bis auf 2.148 km/h und diese bis 8.550 km/h. Die mittlere Rückkehrgeschwindigkeit war also bei günstigerer atmosphärischer Lage fast 2 mal größer als bei ungünstiger Witterung.

Der 3. Versuch wurde am 25. VI. in Konary durchgeführt, einer Ortschaft, die an den äußersten Ausläufern der Karpathen, 14 km südlich von Kraków, liegt. Es wurden 8 Schwalben verwendet, die am 24. VI. eingefangen wurden. Die Vögel wurden in 3 Gruppen eingeteilt, mit Schnellzuge befördert und am 25. VI. in Rzeszów, 148 km ostwärts von Konary, in Lwów, 292 km und in Jaremcze, 374 km von Konary freigelassen (Textfig. 1). Alle diese Orten sind östlich beziehungsweise südöstlich von Konary gelegen.

Zur 1. Gruppe gehörte eine Schwalbe, die in Rzeszów um 3^h40' früh vom Bahnhof freigelassen wurde. Der Vogel schwang sich empor und flog in westlicher Richtung davon. Die Rückkehr dieser Schwalbe wurde am selben Tage d. h. am 25. VI. um 12^h15' beobachtet. Auf den Rückflug hat sie also 8^h35' verbraucht, und zeigte eine ziemlich große mittlere Rückkehrgeschwindigkeit von 17.238 km/h (Tabelle III).

Da wir die meteorologischen Angaben für Rzeszów nicht erlangen konnten, stellen wir hier solche für Przeworsk, die nächste Stadt östlich von Rzeszów, mit einer systematisch geführten meteorologischen Station dar. Przeworsk liegt übrigens an der Flugstrecke Lwów-Konary, weshalb wir nicht nur die dortigen Wetterangaben vom 25. VI., sondern auch für die nächsten Tagen wiedergeben. — Am 25. VI. mäßige, allmählich zunehmende Bewölkung, schwache Winde aus S, W und SE, Temp. 24°C. — 26. VI. völlige, dann allmählich abnehmende Bewölkung, schwache SW Winde, Temp. 15·2°C. — 27. VI. mäßige, zunehmende Bewölkung, schwache SW und S Winde, Temp. 19·6°C. — 28. VI. Bewölkungszunahme, schwache Winde vom S und W, Temp. 20·8°C. — 29. VI. heiter, allmähliche Bewölkungszunahme, mäßige W und SW Winde, Temp. 22·6°C. — 30. VI. vollständige Bewölkung, nachmittags Regenschauer, schwache NE, E und S Winde, Temp. um 20°C. — 1. VII. völlig bewölkt, keine Niederschläge, schwache S und E Winde, Temp. 13·2°C. — 2. VII. heiter, etwas bewölkt, schwache N und W Winde, Temp. um 18°C.

TABELLE III.

Nr.	Nr. des Ringes, Geschlecht und Farbe	Heimatsort	Abflugsort	Entfernung	Abflug	Rückkehr	Flugzeit	Geschwindigkeit in 1 Stunde	Durchschnittliche Geschwindigkeit in 1 Stunde
1.	G-77742 ♀ Rot, Weiß, Rot	K o n a r y J a r e m c z e	Rzeszów	148 km	25. VI. 3 ^h 40'	25. VI. 12 ^h 15'	8 ^h 35'	17·238 km	4·887 km
2.	F-77741 ♀ Grün, Weiß, Grün		L w ó w	292 km	25. VI. 7 ^h 00'	?	?	?	
3.	G-77740 ♂ Blau, Rot					27. VI. 6 ^h 45'	47 ^h 45'	6·114 km	
4.	G-77739 ♀ Orange					28. VI. ?	79 ^h 45'	3·660 km	
5.	G-77738 Blau					28. VI. 14 ^h 30'	73 ^h 47'	5·064 km	
6.	G-77737 Grün					2. VII. 15 ^h 00'	170 ^h 17'	2·196 km	
7.	G-77736 ♀ Orange, Grün			374 km	25. VI. 12 ^h 43'	?	?	?	
8.	G-77735 ♂ Rot					27. VI. 11 ^h 30'	46 ^h 47'	7·992 km	

Für Konary verfügen wir ebenfalls über keine meteorologischen Angaben, darum müssen wir uns hier der atmo-meteorologischen Notierungen für Kraków bedienen, 14 km nordwärts. Sie lauten für die Zeit des Rückfluges der Schwalben aus den 3 Gruppen folgendermaßen: 25. VI. mittlere Bewölkung, sonnig, später allmähliche Bewölkungszunahme, zwischen 14^h10' und 15^h Regen und in benachbartem Gebiete Gewitter, schwache SE und SW Winde, Temp. um 23°C. — 26. VI. vollständige Bewölkung, am frühen Morgen Regenschauer, schwache NW und W Winde, Temp. 14·5°C. — 27. VI. vollständige, dann abnehmende Bewölkung, schwache Winde aus SW, NW und W, Temp. 20·2°C. — 28. VI. heiter, schwache SE und E Winde, Temp. 21·2°C. — 29. VI. heiter, in den Nachmittagsstunden Regenschauer, schwache Winde vom S und NE, Temp. 22°C. — 30. VI. völlig bewölkt, nachmittags Regen, schwache SW, N und W Winde, Temp. 16·2°C. — 1. VII. völlig bewölkt, später Aufheiterung und sonnig, schwache NW Winde, Temp. 16°C. — 2. VII. heiter und neblig, schwache SW und NW Winde, Temp. 18·3°C.

Die 2 Gruppe bestand aus 3 Schwalben. Sie wurden am 25. VI. um 7^h00 früh vom Bahnhof Lwów freigelassen. Die Schwalben flogen in westlicher Richtung bei schönem Wetter ab. Es wurde die Rückkunft von 2 Exemplaren beobachtet. Das erste kam am 27. VI. um 6^h45' früh mit einer mittleren Rückkehrgeschwindigkeit von 6.114 km/h, das zweite am 28. VI. um 14^h45' mit durchschnittlicher Geschwindigkeit von 3.660 km/h (Tabelle III). Beide weisen also eine bedeutende Verlangsamung im Vergleich mit der Schwalbe, die aus einer Entfernung von 148 km zurückkehrte. Ein Exemplar ist verschollen.

Die meteorologischen Angaben für die Tage ihres Rückfluges lauten folgendermaßen:

In Lwów: 25. VI. heiter, schwache Winde aus S, SW und SE, Temp. 25·8°C. — 26. VI. vollständig bewölkt und vormittags Regenschauer, mäßige W und NW Winde, Temp. 17°C. — 27. VI. stark bewölkt, nachmittags Regenschauer, schwache SW und NW Winde, Temp. 17·4°C. — 28. VI. mittlere Bewölkung, sonnig, sehr schwache SE Winde, Temp. 20·4°C. — 29. VI. heiter, allmähliche Bewölkungszunahme, schwache Winde aus SW und S, Temp. 22·6°C. — 30. VI. Bewölkungszunahme, Gewitter in den Mittagsstunden, schwache SW, W und NW Winde, Temp. 19·5°C. — 1. VII. völlige, dann abnehmende Bewölkung, schwache NW Winde, Temp. um 19°C. — 2. VII. heiter, schwache NW Winde, Temp. 19·2°C.

Die meteorologischen Angaben vom 29. VI. bis 2. VII. können zur Illustration der Witterung dienen, die auf der Rückflugstrecke der dritten Gruppe herrschten.

Die für Konary geltenden, meteorologischen Berichte aus Kraków genommen, wurden schon oben angeführt.

Wie ersichtlich, lagen auch hier die atmosphärischen Verhältnisse im allgemeinen recht günstig.

Die 3. Gruppe der Schwalben bestand aus 4 Exemplaren, die am 25. VI. um 12^h45' mittags in Jaremceze, einer im Tale des Prut, in den Ostkarpathen liegenden Ortschaft, freigelassen wurden. Zuerst beabsichtigten wir die Vögel weiter südlich in Worochta fliegen zu lassen, es wurde aber vom Zuge aus ein aus jener Richtung herankommendes Gewitter wahrgenommen und wurden sie bereits schon in Jaremceze, ung. 14 km vor Worochta freigelassen. In Freiheit gesetzt flogen die Schwalben sofort in der nördlichen Richtung davon, längs des Pruttales. Offenbar flohen sie vor dem Gewitter und schlugen zugleich die Richtung nach ihrem Heimatsort ein, wohin sie nach Verlassen

der Gebirgskette direkt gelangen konnten. Tatsächlich fanden laut meteorologischen Tabellen in Jaremcze in den Mittagsstunden heftige Regengüsse statt. Es wurde die Rückkehr von 3 Exemplaren aus dieser Gruppe beobachtet und nur eine Schwalbe ist verschollen (Tabelle III). Das erste Exemplar kam am 27. VI. um 11^h30' zurück, mit einer mittleren Geschwindigkeit von 7.992 km/h. Die folgenden zwei kehrten am 28. VI. und 2. VII. zurück mit einer Geschwindigkeit von 5.064 km/h und 2.196 km/h.

Die damaligen atmosphärischen Verhältnisse stellen sich für Jaremcze folgendermaßen dar: 25. VI. heiter, später Bewölkungszunahme, in den Mittagsstunden Regen, schwache SW und W Winde, Temp. 19·7°C. — 26. VI. völlig bewölkt, Regenschauer, schwache Winde aus NW und N, Temp. 18·6°C. — 27. VI. stark bewölkt, nachmittags Regenschauer, Temp. 16·2°C. — 28. VI. Bewölkungsabnahme, schwache N und SW Winde, Temp. 16·3°C. — 29. VI. mittlere Bewölkung, früh Hagelgräupchen, schwache Winde vom N und NE, Temp. 18°C. — 30. VI. Bewölkungszunahme, gegen Abend Regen, schwache N und NE Winde, Temp. um 17°C. — 1. VII. völlig bewölkt, gegen Mittag Niederschläge, schwache N und NE Winde, Temp. 16·3°C. — 2. VII. Bewölkungsabnahme, schwache N Winde, Temp. 13·6°C.

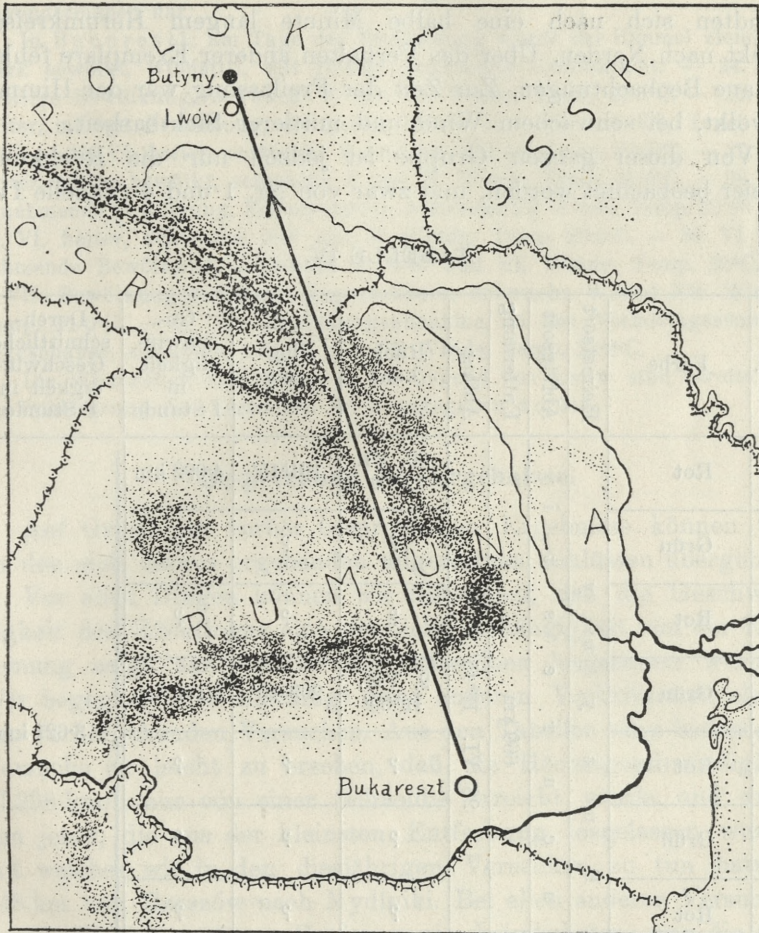
Die atmosphärischen Daten für Kraków-Konary und Städte, die wahrscheinlich auf der von den zurückkehrenden Schwalben überflogenen Strecke liegen, d. h. für Lwów und Jarosław sind bereits oben angegeben worden.

Wie man aus ihnen ersieht, war die Witterung entschieden schlechter als bei den Versuchen mit der 1 und 2 Gruppe, trotzdem die mittlere Rückfluggeschwindigkeit nicht wesentlich nachgelassen hat.

Man soll dabei die Tatsache im Auge behalten, daß Jaremcze in den Ostkarpathen gelegen ist, also daß hier auf die Fluggeschwindigkeit neben den atmosphärischen Verhältnissen auch die vertikale Gestaltung des Terrains einen Einfluß ausüben konnte. Der Umstand, daß die freigelassenen Vögel zunächst abwärts, längs des Pruttalles flogen, dürfte darauf hinweisen, daß sie bestrebt sind Terrainshindernissen auszuweichen. Diese Beobachtungen stimmen mit jenen überein, die wir im Tatragebirge bei dem Hochsee Morskie Oko in 1936 gemacht haben, wo die Schwalben ebenfalls zunächst die Richtung talabwärts eingeschlagen haben.

Der 4. Versuch auf der Strecke Butyny-Bukareszt wurde von prof. K. Wodzicki und seinen Mitarbeitern durchgeführt und zwar bei Gelegenheit der Versuche, die mit den Störchen auf derselben Linie und weiter bis nach Palästina unternommen

wurden. Bei der Beschreibung dieses Versuches stützen wir uns gänzlich auf die Angaben, die uns unser Kollege in freundlicher Weise zur Verfügung stellte. In diesem Versuch wurden 8 Schwalben benutzt, die nachts vom 22. VI. auf 23. VI 1937 in Butyny



Textfig. 2.

bei Żółkiew, nördlich vom Lwów eingefangen waren. Die Schwalben wurden nach entsprechender Farbenmarkierung mit einem Mietwagen und mit der Eisenbahn nach Lwów gebracht, und dann im Flugzeug bis nach Bucuresti befördert, 660 km weit von

ihren Nistplätzen (Textfig. 2.), um dort auf dem Flughafen Baneasa am 23. VI. um 18^h45' freigelassen zu werden. Die Vögel haben den langen Transport ganz gut überstanden und zwitscherten im Käfig während der Luftfahrt. Beim Freilassen wurde bemerkt daß 3 Schwalben ihren Flug nach Osten richteten, 2 andere wandten sich nach eine halbe Minute langem Herumkreisen direkt nach Norden. Über das Verhalten anderer Exemplare fehlen genaue Beobachtungen. Zur Zeit der Freilassung war der Himmel bewölkt, bei schwachem Wind und mittlerer Sichtbarkeit.

Von dieser ganzen Gruppe ist jedoch nur die Rückkunft zweier beobachtet worden, und zwar von Nr. 1 und 4 (Tabelle IV).

TABELLE IV.

Nr.	Farbe	Heimatsort	Abflugsort	Entfernung	Abflug	Rückkehr	Flugzeit	Geschwindigkeit in 1 Stunde	Durchschnittliche Geschwindigkeit in 1 Stunde
1.	Rot	B u c u r y n e s t i		660 km	23. VI. 18 ^h 45'	30. VI. 12 ^h 00'	161 ^h 15'	4·092 km	3·621 km
2.	Grün					?	?	?	
3.	Rot					?	?	?	
4.	Grün					2. VII. 12 ^h 00'	209 ^h 15'	3·150 km	
5.	Rot					?	?	?	
6.	Grün					?	?	?	
7.	Rot					?	?	?	
8.	Grün					?	?	?	

Das Schicksal der übrigen wurde nicht festgestellt. Das erste Exemplar wurde am 30. VI. mittags um 12^h gesichtet, das zweite zu derselben Zeit zwei Tage später. Ihre mittlere Rückkehr-

geschwindigkeit betrug 4.092 und 3.150 km/h, war also wenig verschieden von jener, die wir selbst bei Entfernungen über 200 km ermittelt haben.

Die atmosphärischen Verhältnisse zur Zeit des Rückfluges stellten sich folgendermaßen dar:

In Bucuresti: am Tage der Freilassung wurde der Himmel ziemlich stark bewölkt, windstill, mit relativ schwacher Sichtbarkeit. — 24. VI. mittlere Bewölkung, schwache E und NE Winde, Temp. 21·8°C. — 25. VI. heiter, mäßige Bewölkung, schwache Winde aus EN und ES, Temp. um 23°C. — 26. VI. heiter, schwache E und SE Winde, Temp. 21·4°C. — 27. VI. heiter, mäßig bewölkt, schwache E und W Winde, Temp. 21·6°C. — 28. VI. zunehmende Bewölkung, Regenschauer, schwache NE Winde, Temp. 22·8°C. — 29. VI. heiter, schwache NW und W Winde, Temp. 23·5°C. — 30. VI. zunehmende Bewölkung, schwache E, SW und SE Winde, Temp. 25°C. — 1. VII. Bewölkungszunahme, Regenschauer, schwache W und NW Winde, Temp. 21·6°C. — 2. VII. Bewölkungsabnahme, in den Vormittagsstunden Regenschauer, schwache SW, E und NE Winde, Temp. 21·8°C.

Die Witterungsverhältnisse in der Gegend von Lwów sind bereits bei der Schilderung des Versuches Nr. 3 angegeben worden.

Besprechung der Ergebnisse.

Auf Grund der vorher besprochenen Ergebnisse können wir zu den sich daraus ergebenden allgemeinen Schlüssen übergehen.

Vor allen Dingen können wir feststellen, daß die Geschwindigkeit des Rückfluges eine deutliche Abhängigkeit von der Entfernung zeigt, aus welcher die Schwalben losgelassen wurden. Wir begegnen hier allerdings ganz anderen Verhältnissen als in den vorhergehenden Versuchen. Aus den Tabellen aller bisherigen Versuche ist leicht zu ersehen, daß die Höchstgeschwindigkeit 17.238 km/h nur von einer Schwalbe erreicht wurde und zwar von jener, die aus der kleinsten Entfernung losgelassen wurde, mit welcher wir in den diesjährigen Versuchen zu tun hatten: 148 km von Rzeszów nach Mydlniki. Bei allen anderen Versuchstieren, die aus größeren Entfernungen heimkehrten, war die Geschwindigkeit geringer und schwankte zwischen 1.314—8.550 km/h. An diesen Resultaten verblüfft der große Unterschied im Verhältnis zu den früheren Versuchen, bei denen es sich um kleinere Entfernungen handelte als die kleinsten diesmalig gewählten. Damals, wie schon in der Einleitung vermerkt wurde, zeigten Schwalben, die aus sehr kleinen Entfernungen (6·5 km) losgelassen

wurden, die kleinste Rückkehrgeschwindigkeit. Die durchschnittliche Rückkehrgeschwindigkeit betrug bei ihnen 0.947 km/h, also nicht ganz 1 km/h. Zugleich mit dem Anwachsen der Entfernungen, aus welchen die Vögel losgelassen wurden, wuchs proportional die Rückkehrgeschwindigkeit. Bei Entfernungen von 10 und 10.5 km betrug sie durchschnittlich 3.853—5.725 km/h, bei 23 km betrug sie 11.581 km/h, bei 45.5 km—16.654 km/h u. s. w. Die Höchstgeschwindigkeit 42.857 km/h hat eine Schwalbe entwickelt, die aus einer Entfernung von 100 km, auf der Linie Morskie Oko—Mydlniki zurückkehrte. Andere Exemplare, die aus Entfernungen von ungefähr 100 km kamen, wiesen zwar kleinere Fluggeschwindigkeiten auf, trotzdem waren diese bedeutend größer als jene aus kleinen Entfernungen. In einer Entfernung von 70 km betrug diese Geschwindigkeit 14.577 km/h, bei 113 km—19.744 km/h, bei 120 km—35.432 km/h. Das Anwachsen der Rückkehrgeschwindigkeit proportional dem Anwachsen der Entfernung bis zu 120 km ist so charakteristisch, daß man es in einer regelmäßigen Kurve erfassen kann (Wodzicki & Wojtusiak 1934). Man kann es auch anhand von Versuchen anderer Autoren (z. B. Loos 1907) feststellen.

In den vorliegenden Versuchen ist diese Proportionalität der Geschwindigkeit zum Anwachsen der Entfernungen nicht zu sehen. Die höchste von uns verzeichnete Rückkehrgeschwindigkeit beträgt 17.238 km/h und entspricht der kleinsten Entfernung unserer letzten Versuche. Diese Zahl nähert sich den Zahlen, die wir weiter oben für Entfernungen von 100—120 km angaben. Sie ist gleichsam als Ergänzungswert zu betrachten und bestätigt die Ergebnisse der früheren Versuche vollständig. Da bei noch größeren Entfernungen, wie wir diesmal benutzten, d. h. 254, 292, 332, 374, 504, 628 und 660 km, die Rückkehrgeschwindigkeit die obengenannte nicht überschreitet, müssen wir annehmen, daß Schwalben nur bei Entfernungen von ung. 100—150 km die Höchstgeschwindigkeit erreichen können. Diese Geschwindigkeit wächst also nur bis zu einer gewissen Grenze. Bei mehr als ung. 100—150 km nimmt die Geschwindigkeit nicht mehr zu, sie kann sogar abnehmen. Unsere Versuche ließen uns annähernd die größte Entfernung bestimmen, innerhalb welcher Schwalben die Höchstgeschwindigkeit entwickeln. Diesbezüglichen Vermutungen haben wir schon in früheren Arbeiten Ausdruck gegeben.

Gegen unsere hier angeführten Ergebnisse könnte man einwenden, daß die Anzahl der bei unseren letzten Versuchen verwandten Vögel, obwohl wir einige zehn Exemplare benutzten, zu gering war, um derartige weitgehende Schlüsse zuzulassen. Eine Reihe äußerer Einflüsse z. B. atmosphärische Faktoren, Berge usw. könnten den Flug der Vögel beeinflussen und ihre Geschwindigkeit beeinträchtigen. Diese Faktoren beeinflussen zweifellos die Rückkehrgeschwindigkeit der Schwalben (siehe unsere früheren Versuche), sind aber nicht so stark, daß sie den Wert der Ergebnisse grundsätzlich ändern könnten. Unsere Versuche zeigen, daß die Vögel zwar an gewissen Tagen auf dem Rückwege ungünstigen Bedingungen ausgesetzt waren, und zwar bei den Versuchen auf der Linie Gdynia-Poznań-Mydlniki oder Jaremce-Konary; anderseits waren diese Bedingungen aber bei den Versuchen auf der Linie Wilno-Warszawa-Mydlniki oder Lwów-Rzeszów-Konary im allgemeinen gut. Sie stellen gewissermaßen ein Gegengewicht gegen die erstgenannten dar. In allen Versuchen zeigten die Vögel keine bedeutenden Unterschiede in der Rückkehrgeschwindigkeit. Ungünstige Bedingungen konnten also höchstens die Geschwindigkeit einiger Exemplare vermindern, aber ohne bedeutenden Einfluß auf das allgemeine Resultat der Versuche. Dasselbe gilt für die Versuche in den Bergen. Nur in 2 Versuchen: auf der Linie Jaremce-Konary und Bukuresti-Butyny könnten sie eine bedeutendere Rolle spielen. Der größte Teil unserer Versuche wurde zwischen Orten durchgeführt, in denen Terrainshindernisse nicht vorhanden waren. Eventuell wurde ihr Einfluß bei solchen Versuchen ausgeglichen, bei denen diese Hindernisse nicht bestanden. Ein Einfluß von Nebenfaktoren ist noch unwahrscheinlicher, da wir unsere Versuche nicht nur auf einer Linie und an einem Tage durchführten, sondern an verschiedenen Tagen in den Sommermonaten und zwischen verschiedenen Orten in verschiedenen Himmelsrichtungen. Schwankungen fänden so ihre Berichtigung in anderen Versuchen.

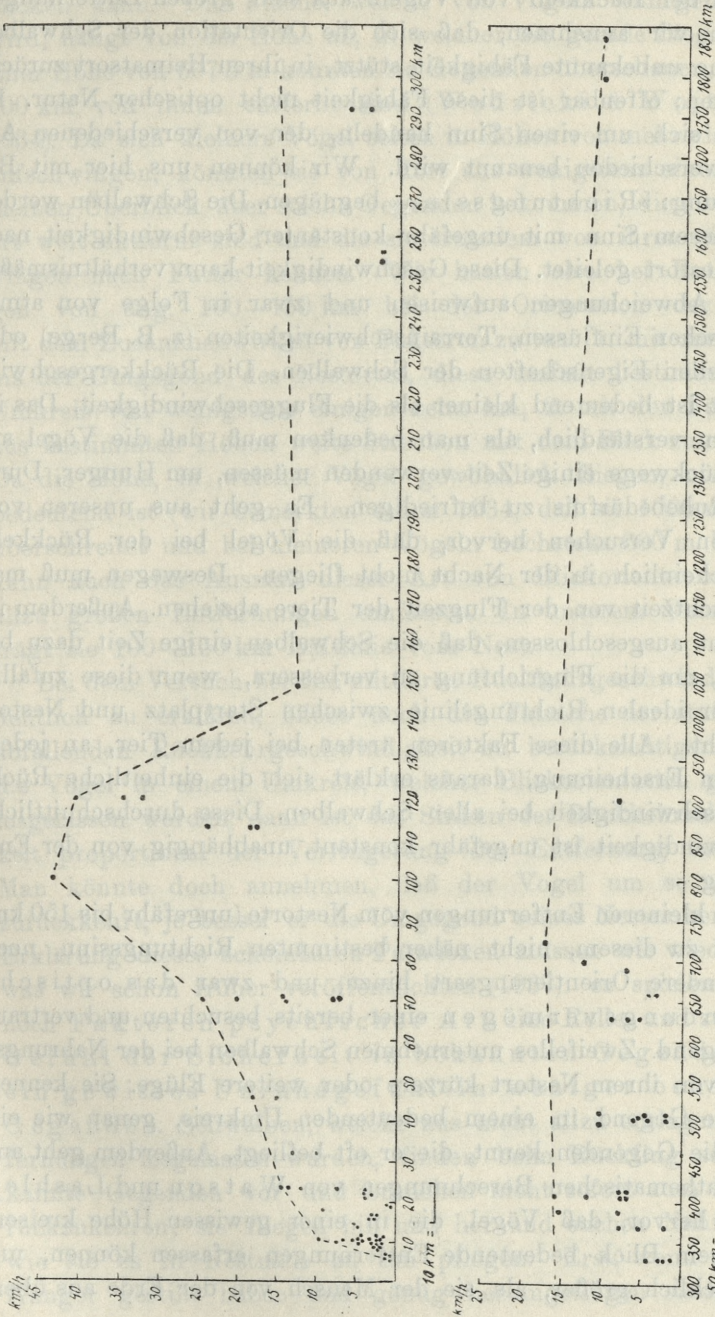
Daß unsere Versuchsergebnisse nicht zufälliger Art sind, folgern wir aus Vergleichen mit den Rückkehrgeschwindigkeit, die andere Autoren beobachteten, vor allem Rüppell. In seinen Versuchen (op. cit.) findet man Angaben über die Zeit der Rückkehr einiger 10 Exemplare. Wir stellten sie in Tab. V. zusammen. Daraus können wir ersehen, daß Exemplare, die aus kleinen Ent-

TABELLE V.

Nr.	Nr. des Ringes und Geschlecht	Heimatsort	Abflugsort	Entfernung	Abflug	Rückkehr	Flugzeit	Geschwindigkeit in 1 Stunde	Durchschnittliche Geschwindigkeit in 1 Stunde
1.	G-155191 ♀	Winsen	Lüneburg	19 km	25. V. 32. 7 ^h 55'	27. V. 32. 6 ^h 00'	46 ^h 05'	0-408 km	0-408 km
2.	G-155194 ♂	»	Harburg	»	27. V. 32. 7 ^h 55'	28. V. 32. 5 ^h 45'	21 ^h 50'	0-870 km	0-870 km
3.	G-218701 ♂	Pausin	Rheine a. d. Ems	390 km	28. VI. 34. 6 ^h 10'	30. VI. 34. 8 ^h 50'	50 ^h 40'	7-692 km	11-466 km
4.	G-218739 ♂	»	»	»	»	29. VI. 34. 7 ^h 45'	25 ^h 35'	15-240 km	
5.	G-281377 ♂	»	Bentheim	410 km	28. VI. 34. 6 ^h 50'	30. VI. 34. 19 ^h 00'	60 ^h 10'	6-810 km	9-906 km
6.	G-281378 ♀	»	»	»	»	29. VI. 34. 8 ^h 40'	25 ^h 50'	15-870 km	
7.	G-281382 ♂	»	»	»	»	29. VI. 34. 18 ^h 15'	35 ^h 25'	11-574 km	11-850 km
8.	G-281367 ♀	»	»	»	28. VI. 34. 6 ^h 55'	29. VI. 34. 17 ^h 30'	34 ^h 35'	11-850 km	

fernungen — 19 km — losgelassen wurden, eine sehr kleine Rückkehrgeschwindigkeit aufwiesen, nicht ganz 1 km/h. Angaben über Entfernungen von 19—150 km fehlen bei Ruppell. Allerdings finden wir eine Reihe von Angaben betreffs noch größerer Entfernungen (380—1850 km). Sie decken sich vollkommen mit den unsrigen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit kommt niemals an 20 km/h heran, sie schwankt zwischen 8 und 14 km/h. Die Maximalgeschwindigkeit beträgt 17.010 km/h. Da wir über ein Material von 18 Exemplaren verfügen und keine größeren Abweichungen bei den einzelnen Tieren wahrnehmen, müssen wir diese Ergebnisse als Bestätigung unserer Resultate betrachten; diese gewinnen dadurch einen festeren Boden.

Unsere früheren und jetzigen Versuchsergebnisse, die von Loos (1907) und Ruppell's (1934—1936) Resultaten bestätigt werden, erlauben nicht nur die Rückkehrgeschwindigkeiten aus verschiedenen Entfernungen festzustellen, sondern auch Schlüsse bezüglich des Orientierungsvermögens dieser Vögel zu ziehen. Zur Vereinfachung der Übersicht trugen wir in Textfig. 3. auf der X-Achse alle Ziffern ein, welche wir und andere Autoren erhielten. Auf der Y-Achse wurden die durchschnittlichen Rückkehrgeschwindigkeiten, mit welcher die Vögel zum Nest zurückkehrten, eingetragen. Wir erhalten so ein Bild, das uns die beiden, weiter oben besprochenen Zonen deutlich unterscheiden läßt. Die erste ist dadurch charakterisiert, daß zugleich mit der Entfernung, aus welcher die Tiere losgelassen wurden, die Punkte, welche die durchschnittliche Rückkehrgeschwindigkeit bezeichnen, bis zu einem gewissen Kulminationspunkt bei 100—120 km steigen. Bei größeren Entfernungen ist nicht nur kein Ansteigen zu sehen, sondern umgekehrt ein Fallen der Rückkehrgeschwindigkeit. Dieses Fallen sehen wir nur bei einer Entfernung von 120—150 km, nachher ist die Geschwindigkeit annähernd konstant und übersteigt nirgends den Wert von 20 km/h. Die Maximalgeschwindigkeiten betragen in dieser Zone höchstens die Hälfte der Höchstgeschwindigkeiten in der ersten. Um diese Tatsache zu erklären, müssen wir annehmen, daß wir bei der Rückkehr von Schwalben ins Nest mit zwei Arten der Raumorientierung zu tun haben. Dieser Annahme würde die Rolle einer Art Arbeitshypothese zufallen, die als Grundlage für weitere Studien auf diesem Gebiete dienen könnte.



Textfig. 3.

Bei der Rückkehr von Vögeln aus sehr großen Entfernungen müssen wir annehmen, daß sich die Orientation der Schwalben auf eine unbekannte Fähigkeit stützt, in ihren Heimatsort zurückzukehren; offenbar ist diese Fähigkeit nicht optischer Natur. Es dürfte sich um einen Sinn handeln, der von verschiedenen Autoren verschieden benannt wird. Wir können uns hier mit Bezeichnung: »Richtungssinn« begnügen. Die Schwalben werden von diesem Sinn mit ungefähr konstanter Geschwindigkeit nach dem Nestort geleitet. Diese Geschwindigkeit kann verhältnismäßig kleine Abweichungen aufweisen und zwar in Folge von atmosphärischen Einflüssen, Terrainsschwierigkeiten (z. B. Berge) oder individuellen Eigenschaften der Schwalben. Die Rückkergeschwindigkeit ist bedeutend kleiner als die Fluggeschwindigkeit. Das ist insofern verständlich, als man bedenken muß, daß die Vögel auf dem Rückwege einige Zeit verwenden müssen, um Hunger, Durst und Ruhebedürfnis zu befriedigen. Es geht aus unseren vorjährigen Versuchen hervor, daß die Vögel bei der Rückkehr wahrscheinlich in der Nacht nicht fliegen. Deswegen muß man die Nachtzeit von der Flugzeit der Tiere abziehen. Außerdem ist es nicht ausgeschlossen, daß die Schwalben einige Zeit dazu benutzen, um die Flugrichtung zu verbessern, wenn diese zufällig von der idealen Richtungslinie zwischen Startplatz und Nestort abweicht. Alle diese Faktoren treten bei jedem Tier, an jedem Tage in Erscheinung, daraus erklärt sich die einheitliche Rückkehrgeschwindigkeit bei allen Schwalben. Diese durchschnittliche Geschwindigkeit ist ungefähr konstant, unabhängig von der Entfernung.

Bei kleineren Entfernungen vom Nestorte (ungefähr bis 150 km) kommt zu diesem, nicht näher bestimmten Richtungssinn, noch eine andere Orientierungsart hinzu, und zwar das optische Erkennungsvermögen einer bereits besuchten und vertrauten Gegend. Zweifellos unternehmen Schwalben bei der Nahrungssuche von ihrem Nestort kürzere oder weitere Flüge. Sie kennen also die Gegend in einem bedeutenden Umkreis, genau wie ein Pilot die Gegenden kennt, die er oft befliegt. Außerdem geht aus den mathematischen Berechnungen von Watson und Lashley (1915) hervor, daß Vögel, die in einer gewissen Höhe kreisen, mit ihrem Blick bedeutende Entfernungen erfassen können, unvergleichlich größer, als sie der Mensch von der Erde aus über-

blicken kann. Die Fläche, welche von Vögeln wahrgenommen wird, hängt von der Höhe ab, in welcher sie gerade fliegen. Aus einer Höhe von 667·5 m könnten sie Gegenden überschauen, welche 100 km von ihnen entfernt sind (Wodzicki & Wojtusiak 1934). Da sich kleinere Vögel selten in Höhen von mehr als 300 m aufschwingen, könnten sie von dort aus wenigstens einen allgemeinen Überblick über solche Gegenden bekommen, die vom Nestort weit entfernt sind und die sie trotzdem von ihren täglichen Flügen nach Futter kennen. Wir hätten also bei Entfernungen von ung. 100—150 km bei der Orientation der Vögel mit dem Zusammenwirken von Faktoren zu tun: 1. mit der Kenntnis der Umgegend des Nestortes, diese umfaßt bestimmt einen Umkreis von wenigstens einigen zehn km, 2. mit der Fähigkeit, aus bestimmten Höhen weite Strecken mit dem Blick zu erfassen. Da die Höhe, in welcher Vögel gewöhnlich fliegen, nicht sehr bedeutend ist (wir bemerkten schon 1934, daß sie 1000 m selten überschreitet und bei kleineren Vögeln höchstens 300 m beträgt), kann auch das Ausmaß dieser Art von Blickorientation keine allzu großen Entfernungen umfassen. In unserem Versuch beträgt sie 100—150 km Luftlinie vom Nest.

Bei dem Versuch bei den mittleren Rückkehrgeschwindigkeiten deutlich zu erklären, bliebe noch die Tatsache der stufenweise abfallenden Rückkehrgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Wenn die Vögel in einem Umkreis, welcher Blickorientation gestattet, losgelassen werden, dann ist das Sinken der Rückkehrgeschwindigkeit proportional der Verringerung der Entfernung vom Nest. Man könnte doch annehmen, daß der Vogel um so schneller zurückkehrt, je besser er die Umgegend seines Nestes kennt. Zur Erklärung dieses scheinbaren Paradoxen müssen wir wiederholen, was wir schon früher veröffentlichten (1937): es spielen hierbei noch Faktoren psychischer Art eine Rolle, und zwar das Gefühl der Sicherheit in bekannten Gegenden und ein gewisses Unruhegefühl in weniger bekannten Gegenden. Schwalben, welche aus nicht allzu entlegenen Entfernungen losgelassen wurden, finden beim Rückflug sofort bekannte Gegenden vor und brauchen nicht sofort zum Nest zurückzukehren; sie fliegen hin und her und suchen Nahrung, so wie sie es in Nestnähe zu tun pflegen. Erst, wenn sie ihren Hunger gestillt haben und genug herumgeflogen sind, suchen

sie ihre Nester wieder auf. Je größer aber die Entfernung ist, aus der sie losgelassen werden, und je unbekannter ihnen die Umgebung erscheint, umso stärker macht sich ein Unruhegefühl geltend, daß sie zum Aufsuchen bekannter Gegenden treibt. Sie kehren demnach schneller zurück. Am schnellsten fliegen die aus der Entfernung von circa 100 km heimkehrenden Schwalben, weil sie stark beunruhigt sind und unter Zuhilfenahme charakteristischer, von weitem sichtbarer Merkmale der Landschaft sich bei dem Heimflug rascher zurückfinden können. Bei Entfernungen von über ung. 150 km kommen Faktoren optischer Natur sowie eine unmittelbare Terrainerkennntnis nicht mehr in Betracht und die Vögel sind ausschließlich auf ihren Richtungssinn angewiesen. Die Schnelligkeit des Heimfluges kann beim Übergang des einen Typus der Raumorientierung in den anderen in geringem Maße herabgesetzt werden, nachher aber hält sie sich bei jedweder Entfernung ungefähr auf dem gleichen Niveau, d. i. durchschnittlich gegen 10 km/h.

Auf diese Weise ließen sich alle die ziemlich verwickelten Einzelbeobachtungen erklären, ebenso bei den gegenwärtigen, wie bei den früheren, unseren und fremden Versuchen. Wie gesagt, es handelt sich lediglich um eine Deutungsmöglichkeit, die wir als eine Arbeitshypothese behandeln möchten. Vielleicht beweisen spätere Versuche ihre Richtigkeit, oder werden eine Korrektur nötig machen. Jedenfalls erscheint sie uns als die zur Zeit einzig möglicher Erklärungsversuch für alle den Schwalben eigenen Arten der Orientierung, die sich bei verschiedenen Entfernungen in verschiedenen Rückkehrgeschwindigkeiten äußern.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität, Kraków.

Angegebene Literatur.

- 1) Loos C., Ein Beitrag zur Frage über die Geschwindigkeit des Fluges der Vögel. Ornithol. Monatsber. **15**. 1907. — 2) Rabaud E., L'orientation lointaine et la reconnaissance des lieux. Paris 1927. — 3) Rüppell W., Versuche zur Ortstreue und Fernorientierung. III. Heimfinde-Versuche mit Rauchschwalben (*Hirundo rustica*) und Mehlschwalben (*Delichon urbica*) von H. Warnat. Vogelzug, **5**. 1934. — 4) Rüppell W., Heimfindeversuche mit Staren und Schwalben. Journ. f. Ornithol. **84**. 1936. — 5) Rüppell W.,

Heimfindeversuche mit Staren, Rauchschwalben, Wendehälsen, Rotrückwürgern und Habichten (1936). Journ. f. Ornithol. **85**. 1937. — 6) Stresemann E., Aves. in Handb. d. Zool. v. Kückenthal. Bd. **7**. 1933. — 7) Watson J. B. and Lashley K. S., Homing and related activities of Birds. Publ. of the Carnegie Instit. of Washington. **7**. Publ. 211. 1915. — 8) Wodzicki K., Dalsze doświadczenia nad zdolnością do orientacji u ptaków. Przyr. i Techn. **16**. 1937. — 9) Wodzicki K. & Liche H. & Puchalski W., Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. III. — Untersuchungen an Störchen (*Ciconia c. ciconia* L.) Acta Ornithol. Mus. Zool. Polon. **2**. 1938. — 10) Wodzicki K. & Wojtusiak R. J. Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. I. — Experimente an Schwalben (*Hirundo rustica* L.). Acta Ornithol. Mus. Zool. Polon. **1**. 1934. — 11) Wojtusiak R. J., Z doświadczeń nad orientacją przestrzenną u ptaków. Przyr. i Techn. **13**. 1934. — 12) Wojtusiak R. J. & Wodzicki K. & Ferens B. Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. II. — Weitere Versuche an Schwalben. Beeinflussung durch Nachtzeit und Gebirge. Acta Ornithol. Mus. Zool. Polon. **2**. 1937.

presented at April 1938 by N. S. Masakali m. s.

Schon im Jahre 1824 wurden von Flourens Untersuchungen angestellt über die Regeneration von motorischen und sensiblen Nervenfasern nach einer Vereinigung des zentralen mit dem peripheren Abschnitt eines anderen gleichartigen Nerven.

Es war jedoch für die Erkennung des Regenerationsprozesses viel wichtiger zu erfragen, ob bei der Nervenregeneration motorische Fasern mit den sensiblen verknüpfen können, d. h. ob die ungleichartigen Nervenäste zu einer eigentlichen Regeneration gebracht werden können.

Anfanglich hatten die diesbezüglichen Untersuchungen einen ausschließlich funktionellen Charakter. Die ersten Autoren, die außer der funktionellen auch morphologische Beobachtungen anstellten, waren Schiffi und R. Heidenhain.

Funktionelle Untersuchungen über die heterogene Regeneration zwischen *Lingua* und *Hypoglossus*, *Vagus* und *Hypoglossus* wurden im Laufe der letzten Jahre des vorigen Jahrhunderts oft durchgeführt. Im allgemeinen muß gesagt werden, daß sie in funktioneller Hinsicht keine positiven Resultate ergeben haben.

Die einschlägige Literatur ist im Handb. d. Neurol. angeführt. Hervorgehoben v. O. Bamke und O. Foerster, Bd. I. Anatomie, 1933.

Die Orientierung des Vogels bei Nacht ist ein Problem, das seit langem die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen hat. In den letzten Jahren haben sich die Untersuchungen in diesem Bereich erheblich vertieft. Insbesondere die Beobachtungen an Zugvögeln haben wichtige Erkenntnisse über die Mechanismen der Orientierung geliefert. Es ist nun allgemein anerkannt, dass die Orientierung nicht nur auf visuellen Hinweisen beruht, sondern auch auf anderen Sinnesorganen wie dem Magnetfeld und dem Geruchssinn. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Untersucher	Jahr	Art der Untersuchung	Ergebnisse
W. S. Hoar	1958	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1961	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1962	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1963	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1964	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1965	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1966	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1967	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1968	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1969	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.
W. S. Hoar & J. A. King	1970	Experimentelle Untersuchungen an Zugvögeln	Die Vögel orientieren sich an magnetischen Feldern.

Auf diese Weise lassen sich die ziemlich verwickelten Einzelbeobachtungen erklären, denen bei den gegenwärtigen, wie bei den früheren, unseren im Freidenk-Versuchen. Wie gezeigt es handelt sich lediglich um eine Deutungsmöglichkeit, die wir als eine Arbeitshypothese behaupten können. Vielfach beweisbare weitere Versuche ihrer Richtigkeit oder werden eine Korrektur nötig machen. Jedenfalls erscheint es uns als ein für die weitere mögliche Erklärungsversuch für alle Schwärmer gegenwärtigen Arten der Orientierung, die sich bei verschiedenen Experimenten in verschiedenen Rückkehrgeschwindigkeiten zeigen.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagiellonen-Universität, Kraków

Angewandte Literatur:

1) Lohs O., Ein Beitrag zur Frage über die Geschwindigkeit des Fluges der Vogel-Ornithol. Monatsheft 15, 1905. — 2) Hoar W. S., Orientation in the night sky. Journ. Anim. Psychol. 1957. — 3) Hoar W. S., Versuche zur Orientierung und Fernorientierung. III. Hinfliegen-Versuche mit Hauschwalben (*Hirundo rustica*) und Meidachschwalben (*Delichon urbica*) von B. Warst. Vogelzug, 3, 1964. — 4) Hoar W. S., Hinfliegen-Versuche mit Meidachschwalben. Journ. Anim. Psychol. 14, 1961. — 5) Hoar W. S.,

O heterogenicznej regeneracji zakończeń nerwowych we włosach zatokowych. — Über die heterogene Regeneration von Nervenendigungen in den Tasthaaren.

(Regeneration nach Vereinigung eines zentralen motorischen Nervenabschnittes mit einem peripheren sensorischen, N. buccolabialis sup. + N. infraorbitalis).

Mémoire

de M. **B. JALOWY**,

présenté le 4 Avril 1938 par M. S. Maziarski m. t.

(Planche 5).

Schon¹⁾ im Jahre 1828 wurden von Flourens Untersuchungen angestellt über die Regeneration von motorischen und sensiblen Nervenfasern nach einer Vereinigung des zentralen mit dem peripheren Abschnitt eines anderen gleichartigen Nerven.

Es war jedoch für die Erkenntnis des Regenerationsprozesses viel wichtiger zu erforschen, ob bei der Nervenregeneration motorische Fasern mit den sensiblen verheilen können, d. h. ob die ungleichartigen Nervenstücke zu einer eigentlichen Regeneration gebracht werden können.

Anfänglich hatten die diesbezüglichen Untersuchungen einen ausschließlich funktionellen Charakter. Die ersten Autoren, die außer den funktionellen auch morphologische Beobachtungen anstellten, waren Schiff und R. Heidenhain.

Funktionelle Untersuchungen über die heterogene Regeneration zwischen *Lingualis* und *Hypoglossus*, *Vagus* und *Hypoglossus* wurden im Laufe der letzten Jahre des vorigen Jahrhunderts oft durchgeführt. Im allgemeinen muß gesagt werden, daß sie in funktioneller Hinsicht keine positiven Resultate ergeben haben.

¹⁾ Die erschöpfende Literatur ist im Handb. d. Neurol. angeführt. Herausgeb. v. O. Bumke und O. Foerster. Bd. I. Anatomie. 1935.

In den diesbezüglichen Untersuchungen wurden verschiedene Nerven miteinander verbunden. So stellte Mislawski (1902) bei der Katze den Hals-sympathicus mit dem *N. recurrens vagi* zusammen. In demselben Jahre berichteten Budgett und Snodgrass über Experimente, bei welchen der *Vagus* zentralwärts vom *Ganglion nodosum* durchgeschnitten und der periphere Abschnitt (mit dem Ganglion) mit dem peripheren Ende des Hals-sympathicus vereinigt wurde. Langley und Anderson vereinigten den zentralen Abschnitt des sensiblen *N. saphenus internus* mit dem peripheren *N. ischiadicus*. Stefani und Bethe verbanden die zentralen Enden zweier Nerven miteinander, jedoch mit gänzlich negativem Resultat.

Von den zahlreichen Untersuchungen über die heterogene Regeneration behandeln nur wenige diesen Prozeß vom morphologischen Standpunkt aus. Deswegen gilt das ausgezeichnete Studium von Boeke über die heterogene Nervenregeneration als erste Abhandlung, welche dieses Problem in erschöpfender Weise behandelt.

Boeke gelangte auf Grund seines Materials, welches von Igelzungen stammte, bei welchen er entweder den zentralen Abschnitt des *N. hypoglossus* mit dem peripheren Teil des *N. lingualis*, oder umgekehrt verband und nach der Regenerationsperiode den zentralen Abschnitt des bei dem Experiment auszuschaltenden Nerven nochmals durchschnitt, zu folgenden Schlüssen: In beiden Untersuchungsserien kam in den meisten Fällen eine Vereinigung der heterogenen Nerven gut zustande und es wurden sowohl die Narbe wie auch der periphere Nervenabschnitt wieder markhaltig. Der Neubildungsprozeß hatte jedoch einen langsameren und schwereren Verlauf als bei der homogenen Regeneration. Die regenerierenden Nervenfasern folgten den heterogenen Bahnen bis zu ihren Enden. Keine einzige Nervenfaser schritt vom *N. lingualis* oder vom *Hypoglossus* von den heterogenen in die homogenen Bahnen über. Die regenerierenden Nervenfasern gelangten durch die heterogenen Bahnen zur Peripherie und bildeten Endigungen, welche für diese charakteristisch waren. Die in die Lingualisbahn eingedrungenen Hypoglossusfasern lieferten innerhalb der Mucosa Nervenendigungen. Die Hypoglossusfasern beginnen sich zu verzweigen, nachdem sie in die oberen Schichten des *Stratum proprium mucosae* gelangt waren. Es kam, besonders im

Bereich des Bindegewebes der Zungenpapillen, zur Bildung eines Plexus, dessen Verwicklungsgrad vom Fortschritt des Regenerationsprozesses abhing. Man kann keinen besonderen Typus für die sich differenzierenden Endverzweigungen angeben. Bei einem Vergleich mit der nicht operierten Seite gewinnt man den Eindruck, daß die Endformen der regenerierenden Fasern eher irregulär sind. Im Bindegewebe der Mucosa sind intrakapsuläre Endnetzchen, netzförmige Verbreiterungen der Neurofibrillenstränge neben Schlingenbildungen und Knäuelungen sichtbar, welche eben nichts anderes als unregelmäßige, verwirrte Nachahmungen der homologen Endorgane der Mucosa der normalen Seite sind. Boeke ist der Ansicht, daß ein bestimmter Typus der regenerierenden Nervenendigungen nicht angegeben werden kann und daß sich besonders im Bindegewebe der großen Papillen ein mehr oder weniger dichtes Gewirr von feinen Fasern bildet. Jene Gebilde, mit denen die einzelnen Nervenfasern enden, liegen intraprotoplasmatisch, womit die Differenzierung von periterminalen Netzen zusammenhängt. Die Endverzweigungen der regenerierenden Hypoglossusfasern dringen auch ins Epithel ein. Meistens gelangen sie nicht in die Tiefe, sondern bilden in den basalen Schichten desselben zarte Endnetzchen. Sie können sich auch verzweigen und mit feineren Endigungen in den oberen Epithelschichten enden. »Es scheint jedoch, daß das Epithel dem Eindringen der Hypoglossusfasern einen gewissen Widerstand entgegengesetzt, welcher allem Anschein nach für die Lingualisfasern nicht besteht«.

Ähnlich verhalten sich die Hypoglossusfasern in den heterogenen Lingualisbahnen. Nachdem sie im Endgebiet, d. h. in den Muskelfasern angelangt sind, bilden sie in diesen letzteren Endverzweigungen, »welche den gleichen Habitus, die gleichen allgemeinen Eigenschaften besitzen, wie die regenerierenden Endorgane des Nervus hypoglossus bei der Nervenregeneration nach einfacher Durchschneidung des Hypoglossus«.

Auf Grund seiner Beobachtungen gelangt Boeke zum Schluß, daß der »Habitus der Endverzweigungsweise der regenerierenden Nervenfasern durch die Umgebung, das »Milieu«, bestimmt wird und die Nervenfasern sich selber dabei ziemlich passiv verhalten«. »Diese Behauptung trifft aber« — schreibt Boeke — »wie mir scheint, gar nicht immer zu. Tatsächlich ist die Eigenart der

Nervenfasern bei der heterogenen Regeneration in manchen Fällen ganz entschieden von Einfluß auf die Endverästelungsweise«.

Wir haben die Abhandlung von Boeke etwas eingehender angeführt, da diese, wie bereits oben erwähnt wurde, das erste Studium überhaupt ist, welches die Morphologie des heterogenen Regenerationsprozesses der Nervenfasern und ihrer Endigungen so vielseitig behandelt. Von der Besprechung anderer Abhandlungen wollen wir absehen, da diese von Boeke im Handbuch der Neurologie¹⁾ zusammengestellt wurden, während über die physiologische Literatur der heterogenen Nervenregeneration in Bethe's Handbuch der Physiologie²⁾ nachgelesen werden kann.

Untersuchungsmaterial und Methodik.

In der vorliegenden Abhandlung werden wir uns mit dem heterogenen Regenerationsprozeß der motorischen Nervenfasern des *Buccolabialis superior* im Endgebiet des sensiblen *Infraorbitalis*, d. h. in den sog. Sinushaaren, beschäftigen. Diese Untersuchungen wurden am erwähnten Material zum ersten Mal von uns durchgeführt.

Das Endgebiet der Differenzierung des zugeleiteten Nervs ist so charakteristisch und bildet so verschiedenartige lokale Bedingungen, daß es uns möglich war, die Bedeutung der Umgebung, d. h. des sog. »Milieus« für den Differenzierungsprozeß von Nervenendigungen genau kennen zu lernen. Das Endgebiet, welches nämlich gerade das Sinushaar bildet, hat mit seinen Umkreisen, in deren Bereich gewisse Nervenendigungsformen auftreten, mit dem lockerem Bindegewebe in der *Tunica conjunctiva interna*, der stark entwickelten Glasmembran, einer epithelialen äußeren Wurzelscheide, die nur in ihrer oberen Verdickung von Nerven versorgt wird, einen ganz besonderen Charakter. An diesem Untersuchungsmaterial konnten wir auch die Differenzierungseigenschaften der Nervenfasern in gewisse terminale Formen beurteilen.

Wir haben unsere Untersuchungen an 23 Kaninchen durchgeführt. Auf Grund anatomischer Angaben (W. Ellenberger u. H. Baum-W. Krause) wissen wir, daß »der *N. facialis* in seinem Endabschnitt sich in mehrere nach vorn gehende Zweige

¹⁾ Bumke und Foerster. Bd. I. 1935.

²⁾ Bethe. Bd. XV. 1932.

spaltet, die an der lateralen Fläche des *M. Masseter* den *Pes Anserinus N. facialis* bilden. Aus letzteren gehen zwei Hauptäste hervor, welche unterhalb und längs der *Art. transversa faciei* gerade nach vorn an der lateralen Seite des *Musc. Masseter* verlaufen. Der obere Ast (*n. buccalis s. buccolabialis superior*) ist der stärkere, kreuzt sich am vorderen Ende des *Arcus zygomaticus* mit der *Vena angularis*, vor welcher derselbe verläuft, gelangt an der lateralen Seite des *Buccinator* zu dem letzteren Muskel, und gibt auch Äste ab, nämlich die *Rr. zygomatici* und *buccales* zu den *Mm. zygomatici, subcutaneus faciei, levator labii superioris* u. s. w.« (zit. nach W. Krause).

Den operativen Eingriff haben wir auf folgende Weise durchgeführt: Nachdem der *N. buccolabialis superior* freigelegt war, wurde er in seinem möglichst vordersten Abschnitt durchgeschnitten. Den freigelegten *N. infraorbitalis* trennten wir an der höchsten Stelle ab, um die allerlängsten Nervenstämme zu erhalten. Sonach wurde der periphere Abschnitt des *N. infraorbitalis* mit dem zentralen Teil des *N. buccolabialis superior* zusammengenäht. Der Infraorbitalnerv wurde bei diesem Eingriff abgebogen und nach hinten gezogen. Die so gebildete Anastomose wurde mit Haut überzogen. Nach einer gewissen Zeitperiode, 10 Tage bevor das Tier getötet wurde, wurde der *N. infraorbitalis* noch einmal im *Foramen infraorbitale* durchgeschnitten, um eventuell vorhandene sensible Nervenfasern aus dem Endgebiet auszuschalten, in welches der motorische Nerv eingeführt wurde. So haben wir uns bemüht, im Bereich der Sinushaare ausschließlich motorische Nervenfasern zu erhalten, die durch heterogene Bahnen zugeleitet wurden.

Da der Regenerationsprozeß nach einer einfachen Neurotomie des *N. infraorbitalis* ziemlich frühzeitig, nämlich schon nach etwa 25 Tagen beginnt und unter den in den gegenwärtigen Untersuchungen geschaffenen Bedingungen nach einer Verlängerung der Regenerationsbahnen etwas länger dauern müßte, wurden die ersten Kaninchen 35 Tage nach der ersten Operation getötet, während der *N. infraorbitalis* am 25. Tage der Regeneration zum zweitenmal durchgeschnitten wurde. Unser Untersuchungsmaterial haben wir in folgenden Gruppen eingeteilt: 3 Kaninchen wurden 35 Tage nach zustande gekommener Anastomose der heterogenen Enden und 10 Tage nach der zweiten Durchschneidung des *N. in-*

fraorbitalis getötet. Ferner töteten wir je 5 Kaninchen 60 (10)¹⁾, 90 (10), 120 (10) und 150 (10) Tage nach durchgeführter Anastomose. Nach einer makro- und mikroskopischen Kontrolle der geschaffenen Nervenastomosen stellten wir fest, daß es in 7 Fällen zu keiner Verbindung der zusammengenähten Enden kam, so daß die zweite Gruppe (60 Tage) nur vier, die dritte (90 Tage) nur drei, die vierte (120 Tage) vier und die fünfte Gruppe (150 Tage) lediglich zwei Kaninchen umfaßte.

Zur Färbung der Nerven (Anastomosen) und ihrer Endigungen haben wir meistens die Methylenblaumethode nach den früheren Abhandlungen dargelegten Grundsätzen angewandt. Ausserdem wandten wir Silbermethoden an, nämlich jene von M. Perez und von v. Gross. Zur Darstellung der Myelinscheiden bedienen wir uns der Benda-Spielmeyer'schen und Schultze'schen Methode.

Eigene Untersuchungen.

Wir wollen jetzt mit der Beschreibung der einzelnen Regenerationsperioden beginnen. Einleitend wollen wir noch eine Einzelheit hervorheben, welcher wir uns bei der homogenen Regeneration bedienen, um beurteilen zu können, ob die Sinushaare bereits reinnerviert wurden und die regenerierenden Nervenfasern an ihrem Bestimmungsort schon angelangt sind. Normal innervierte Sinushaare haben nämlich einen charakteristischen Tonus; die starke Blutfüllung der *Corpora cavernosa* und des Ringsinus des Haarbalges verleiht denselben, insbesondere bei Albinotieren, eine deutliche rosa-Färbung. Aus der angeschnittenen *Tunica conjunctiva externa* strömt eine bedeutende Menge von Blut heraus, die bei einer Färbung der Sinushaare mit Methylenblau in der Regel entfernt wird. Bei einem deutlicheren Fortschritt des (homogenen) Regenerationsprozesses nehmen die Haare ihre charakteristische Farbenabstufung und Tonus an. Beim Präparieren von Tasthaaren dagegen, die noch nicht reinnerviert wurden, findet man, daß diese deutlich blaß und schwach sind, die *Tunica conjunctiva externa* ungespannt und gefaltet ist. So können wir uns schon auf Grund des bloßen Aussehens der Sinushaare im allge-

¹⁾ Die in Klammern stehenden Ziffern bezeichnen die Tagesanzahl nach der zweiten Neurotomie des *N. infraorbitalis*.

meinen darüber orientieren, ob der Regenerationsprozeß normal fortschreitet und ob die Nervenfasern schon an der Peripherie angelangt sind. Diese makroskopische Kontrolle der reinnervierten Sinushaare ermöglichte uns auch in einem gewissen Grade die funktionelle Restitution zu beurteilen.

In der ersten Gruppe unserer Untersuchungen, d. h. 35 Tage nach durchgeführter Nerven-anastomose und 10 Tage nach der zweiten Durchschneidung des *Infraorbitalis* waren die Tasthaare schwach und blaß, obwohl die zusammengesetzten Nervenenden vereinigt waren. Auf Sinushaar-Präparaten dieser Regenerationsperiode haben wir keine Nervenfasern festgestellt. Die Hanken-Büngner'schen Bänder sind leer. Die Zeitspanne von 35 Tagen reicht also für den Übergang der Nervenfasern in die Sinushaare noch nicht aus. Zu derselben Zeit ist der Regenerationsprozeß nach einfacher Neurotomie bereits in vollem Gange. Sowohl die epi- wie auch die hypolemmalen Nervenfasern beginnen ihre Endigungsformen zu differenzieren. Diese Verspätung des Regenerationsprozesses wird unzweifelhaft von der deutlichen Verlängerung der Regenerationsbahnen bedingt, außerdem, — was vielleicht von noch größerer Bedeutung ist — von der Bildung des Narbengewebes an der Anastomosenstelle, welche letztere den Übergang der Fasern aus dem zentralen motorischen in den peripheren sensorischen Nervenabschnitt erschwert. Tatsächlich findet man auf Anastomose-Präparaten solcher Nervenstämme zahlreiche Perroncito'sche Spiralen.

Auch 60 Tage nach durchgeführter Anastomose und 10 Tage nach der zweiten Neurotomie des *Infraorbitalnervs*, waren die Sinushaare blaß, die *Tunica conjunctiva externa* ungespannt und gefaltet. Wir setzten also voraus, daß auch in diesen Sinushaaren keine Nervenfasern festgestellt werden konnten. Auf den Präparaten dieser Serie sieht man jedoch Nervenfasern, die durch heterogene Bahnen ihren Terminalabschnitten zustreben. Die Tatsache, daß sowohl in dieser wie auch in den nächsten Untersuchungsserien in allen Sinushaaren eine verhältnismäßig spärliche Menge von Nervenfasern sichtbar ist, kann in einem gewissen Mißverhältnis der Größe, welches zwischen dem zentralen motorischen und dem peripheren sensiblen Nervenstamm besteht, ihre Erklärung finden. Der *Buccalis dorsalis* ist nämlich beim Kaninchen viel dünner als der ziemlich dicke *Infraorbitalis*.

Die Nervenfasern sind in den Sinushaaren dünn, marklos und verzweigen sich vielfach. Im Bereich der oberen Außenscheidenverdickung wird auf der Glasmembran ein ziemlich reichhaltiges Netz gebildet, dessen Verzweigungen sich zum oberen Haarteil wenden.

Auffallend ist, daß die Fasern, welche zur infrafollikulären und subpapillären Gegend reichen, nicht abgegrenzt sind. Die vom oberen Haarteil stammenden Fasern nehmen eine ringförmige, dem zirkulären Nervenplexus entsprechende Richtung an, gelangen teilweise nach unten und tragen zur Bildung des Nerven-netzes bei, welches die obere Wurzelscheidenverdickung umfaßt. Die Anzahl der Nervenfasern ist in den Sinushaaren verschieden. In manchen Präparaten findet man nur einzelne dünne Fasern, in anderen dagegen sehen wir ziemlich reichhaltige Nerven-netze.

Im Bereich der *Tunica coniunctiva interna* treten hie und da charakteristische Endigungen auf, deren Struktur auf Silberpräparaten deutlich zu sehen ist. Abbildung 1. zeigt solche Endformen, deren neurofibrilläre Verzweigungen periterminale Netze bilden.

Die Anzahl dieser Endformen ist jedoch auffallend gering. Man sieht keine typischen Palisaden, üppig verzweigte »Arbori-cationes« (Tello), bzw. die bei Kaninchen so häufig beobachteten Ruffini'schen Körperchen.

Es gelang uns auf keinem Präparat dieser Serie hypolemmale Nervenfasern festzustellen. Trotz des ziemlich reichhaltigen Nerven-netzes, welches die obere Verdickung der äußeren Wurzelscheide umfaßt, treten im Bereich der Außenscheide selbst, intraepitheliale Nervenfasern nicht auf. Dieses Verhalten der Nervenfasern kann auf die Weise erklärt werden, daß dieselben nicht imstande sind, den Widerstand, den die dicke Glasmembran bietet, zu überwinden. Neben diesem Faktor, den wir als den mechanischen bezeichnen können, ist das Nichtvorkommen von Nervenfasern in der Außenscheide unzweifelhaft noch von dem Charakter der regenerierenden Fasern selbst bedingt. Während der Regeneration nach der einfachen Neurotomie des Infraorbitalnervs erscheinen zu dieser Zeit gerade sehr zahlreiche hypolemmale Nervenfasern (Jałowy, I.) in Gestalt von üppig verästelten intraepithelialen Bäumchen. In dieser Periode findet man auch schon die ersten regenerierten Merkel'schen Tastkörperchen.

90 Tage nach Bildung der Nerven Anastomose und 10 Tage nach der zweiten Durchschneidung des *N. infraorbitalis*, sieht der Regenerationsprozeß gewissermaßen wie der früher erwähnte aus. Die Menge der marklosen Nervenfasern ist aber in dieser Zeit in den einzelnen Sinushaaren etwas größer (Tafel 5).

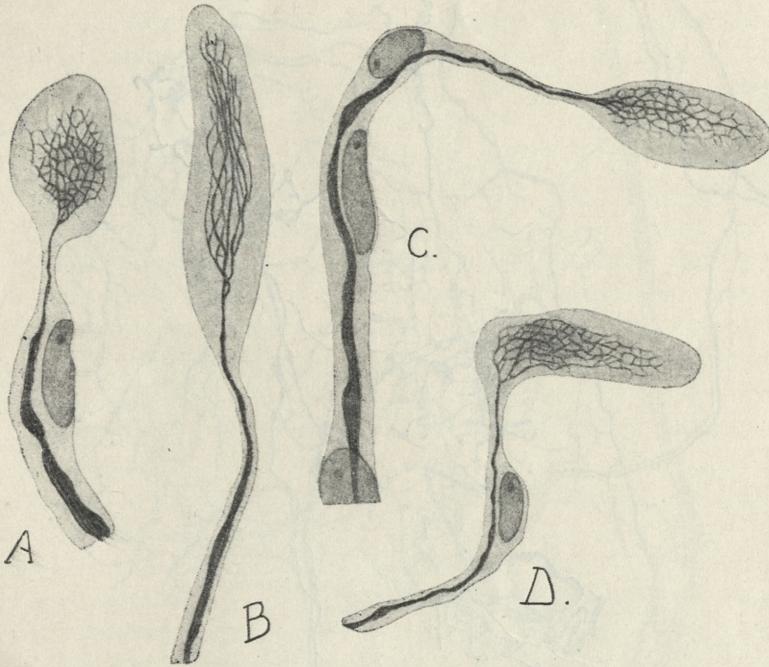


Abbildung 1. 60 Tage nach vollzogener Anastomose und 10 Tage nach der zweiten Neurotomie des Infraorbitalnerven. Palisadenähnliche Endformen in der *Tunica conjunctiva interna*. A, C und D stellen typische periternale Netze in den Bindegewebszellen dar. Nur B hat die Gestalt einer kurzen Palisade.

Gross'sche Methode. Starke Vergrößerung.

Auf Präparaten dieser Serie kommen im Bereich der *Tunica conjunctiva interna* einzelne ziemlich üppig verästelte Geflechte vor, die sowohl an zusammengesetzte Palisaden wie auch an schwach verzweigte Endbäumchen erinnern. Sie treten im unteren Haarteil auf. Typische Palisaden, bzw. Ruffini'sche Körperchen haben wir nicht festgestellt.

In einigen Haaren kommen unterhalb der Ringwulst Nervenfaserngeflechte vor, welche den schwach entwickelten Ruffini'schen Körperchen am meisten entsprechen. Diese Gebilde ähneln auch sog. Endbäumchen mit verhältnismäßig dicken und spärlichen Verästelungen. Man kann sie als Übergangsformen zwischen Ruffini'schen Körperchen und Endbäumchen bezeichnen.

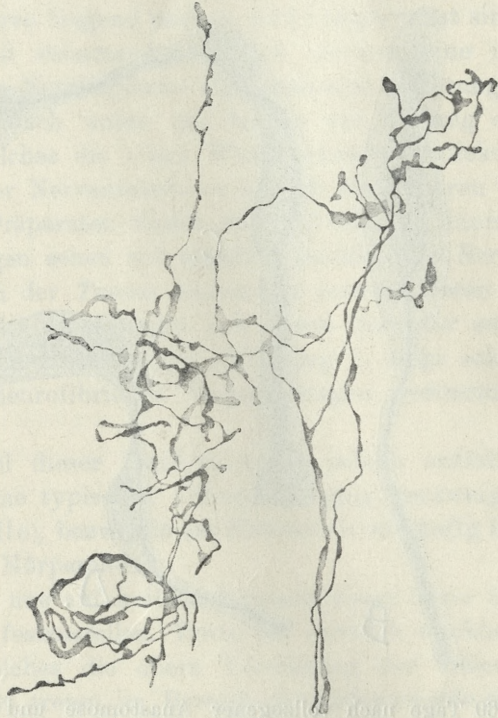


Abbildung 2. 90 Tage nach vollzogener Anastomose und 10 Tage nach der zweiten Kontrollneurotomie. Ein Nervenfaserngeflecht, der dem Ruffini'schen Körperchen am meisten ähnelt.

Methylenblau. Mittelstarke Vergrößerung.

Es gelang uns im Bereich der oberen Außenscheidenverdickung lediglich nur auf einem Präparat dieser Regenerationsperiode ein Geflecht von intraepithelialen Fasern zu beobachten, die auf einem ziemlich beschränkten Abschnitt der Wurzelscheide auftreten. Wir haben keine Terminalverbreiterungen (bei der Methylenblaumethode) bemerkt, welche nur der Form nach an Tastmenisken erinnern würden.

Es ist charakteristisch, daß die auf heterogenen Bahnen zu-geleiteten Nervenfasern sich nicht im Bereich des bindegewebi-

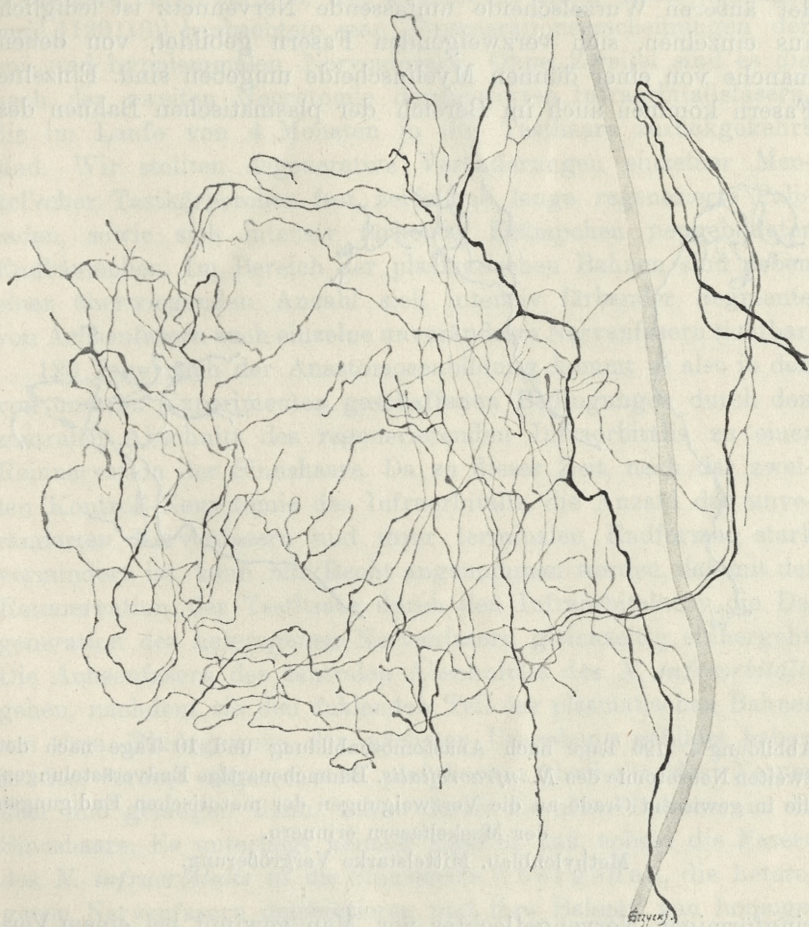


Abbildung 3. Sinushaar des Kaninchens aus derselben Serie wie Abb. 2. Üppig verzweigte intraepitheliale Fasern, die auf einer begrenzten Stelle der Außenscheide auftreten.

Methylenblau, Mittelstarke Vergrößerung.

gen Anteils des Tasthaares zu typischen Endformen differenzieren und prinzipiell in den ektodermalen Teil desselben nicht eindringen.

120 Tage nach der Anastomosenbildung und 10 Tage nach der zweiten Neurotomie des *N. infraorbitalis* ist eine deutliche

Verminderung der Anzahl von Nervenfasern im Bereich der *Tunica coniunctiva interna* feststellbar. Das die obere Verdickung der äußeren Wurzelscheide umfassende Nervennetz ist lediglich aus einzelnen, sich verzweigenden Fasern gebildet, von denen manche von einer dünnen Myelinscheide umgeben sind. Einzelne Fasern kommen auch im Bereich der plasmatischen Bahnen des



Abbildung 4. 120 Tage nach Anastomosenbildung und 10 Tage nach der zweiten Neurotomie des *N. infraorbitalis*. Bäumchenartige Endverzweigungen, die in gewissem Grade an die Verzweigungen der motorischen Endigungen der Muskelfasern erinnern.

Methylenblau. Mittelstarke Vergrößerung.

ringförmigen Nervengeflechtes vor. Man gewinnt bei einem Vergleich von Bildern aus dieser Periode mit den oben beschriebenen Etappen den Eindruck, als wäre die Anzahl der Nerven-elemente deutlich reduziert. Es fehlen eigentliche, bzw. diesen ähnliche Nervenendigungsformen. Nur hier und da kann man Verzweigungen feststellen, die an sog. Endbäumchen erinnern. In der äußeren Wurzelscheide haben wir keine Nervenfasern gefunden.

Diese Präparate sind aber noch aus anderen Gründen interessant. Der Zeitraum von 120 Tagen reicht nämlich, wie aus unse-

ren vorherigen Arbeiten (l. c.) hervorgeht, aus, um nach einer einfachen Neurotomie eine vollständig erneuerte Innervation der Sinushaare hervorzurufen. Auf Präparaten dieser Untersuchungsreihe [120(10)] beobachtete man Degenerationserscheinungen der epi- und hypolemmalen Nervenfasern. Ohne Zweifel sind es die nach der zweiten Neurotomie degenerierten Infraorbitalfasern, die im Laufe von 4 Monaten in die Tasthaare zurückgekehrt sind. Wir stellten degenerative Veränderungen einzelner Merkel'scher Tastkörperchen fest, zerfallene lange regenerierte Palisaden, sowie sich intensiv färbende Klümpchen neugebildeter Endbäumchen. Im Bereich der plasmatischen Bahnen sind neben einer überwiegenden Anzahl sich intensiv färbender Segmente von Achsenfasern auch einzelne unveränderte Nervenfasern sichtbar.

120 Tage nach der Anastomosenbildung kommt es also in den von unseren Experimenten geschaffenen Bedingungen durch den zentralen Abschnitt des regenerierenden Infraorbitalis zu einer Reinnervation der Sinushaare. Da zu dieser Zeit, nach der zweiten Kontroll-Neurotomie des Infraorbitalis, die Anzahl der unveränderten Nervenfasern und ihrer terminalen Endformen stark vermindert ist, kann mit Recht angenommen werden, daß mit der Reinnervation der Tasthaare durch den Infraorbitalnerv die Degeneration der heterogenen Nervenfasern gleichzeitig einhergeht. Die Achsenfasern des zentralen Abschnittes des *N. infraorbitalis* gehen, nachdem sie den fehlenden Teil der plasmatischen Bahnen aus dem Bindegewebe der nächsten Umgebung gebildet haben, in den vorerst abgetrennten peripheren Abschnitt des Nerven über und gelangen dann, schon durch die alten Bahnen, in die Sinushaare. Es unterliegt keinem Zweifel, daß, sobald die Fasern des *N. infraorbitalis* in die Sinushaare übergehen, die heterogenen Nervenfasern degenerieren und ihre Bahnen von homogenen Achsenfasern eingenommen werden.

150(10) Tage nach durchgeführter bucco-infraorbitaler Anastomose werden fast analoge Verhältnisse wie nach 120 Tagen festgestellt. Auf Präparaten von Sinushaaren aus dieser Periode sind deutliche degenerative Veränderungen im Bereich der epi- und hypolemmalen Nervenendigungsformen sichtbar. 150 Tage nach der ersten Neurotomie des *N. infraorbitalis*, die zwecks Verbindung des peripheren Abschnittes desselben mit dem zentralen Teil des motorischen Nerven durchgeführt wurde, kam es durch

sympathische mit dem *N. infraorbitalis* verlaufende Fasern zu einer Reinnervation des Ringsinus und des Schwellkörpers des Haarbalges. Auf Präparaten aus diesem Stadium sieht man üppig verästelte Geflechte markloser sympathischer Fasern, die in den Endothelzellen des Ringsinus verlaufen und welche 10 Tage nach der zweiten Neurotomie noch nicht gänzlich segmentiert wurden.

Die Anzahl der nicht degenerierten Nervenfasern, die in den Sinushaaren aufgefunden werden, ist viel geringer als im Stadium der 90 bzw. 120 Tage nach vollzogener Anastomose. Nur hier und da stellen wir charakteristische terminale Formen fest, welche knapp verzweigten Endbäumchen am meisten ähneln. Palisaden, Ruffini'sche Körperchen, bzw. üppig verzweigte »Arboricationes« (Tello) werden nicht beobachtet. Im Bereich der äußeren Haarwurzelscheide kommen unveränderte Nervenfasern nicht vor, hingegen sieht man vielerorts charakteristisch umgebildete Tastzellen Merkel'scher Körperchen, die sich mit Methylenblau intensiv färben. 10 Tage nach der zweiten Neurotomie bilden diese Zellen schon Ausläufer, die ihnen das Aussehen der multipolaren Langerhans'schen Zellen verleihen (Jałowy, II).

Wenn man die Präparate dieser Serie durchsieht, gelangt man zur Überzeugung, daß die Anzahl der durch heterogene Bahnen zugeleiteten Fasern immer geringer wird, und zwar in dem Maße, wie die sensiblen Nervenfasern zurückkehren, so bis schließlich nach einer gewissen Zeit die normalen Verhältnisse wiederhergestellt sind, da alle Bahnen des Infraorbitalnervs von den eigentlichen sensiblen Axonen eingenommen werden.

Besprechung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen.

Für unsere Untersuchungen über das Verhalten der Nervenfasern in den terminalen Abschnitten heterogener Bahnen lieferten Präparate vom Stadium der 60, 90 und eventuell 120 Tage nach vollzogener Anastomose die wertvollsten und brauchbarsten Bilder. Es gelang uns, motorische Fasern durch heterogene sensible Bahnen den Sinushaaren zuzuleiten.

Eine weitgehendere Konfigurationsungezwungenheit heterogener Nervenfasern im Bereich der Sinushaare ist nicht festgestellt worden. Die beobachteten Endigungen waren keine typischen üppig verzweigten »Arboricationes«, bzw. in die Länge gezogene spatelförmige Palisaden, resp. vielfach verzweigte Neurofibrillen-

bänder, die als Ruffini'sche Körperchen bezeichnet werden. Die bäumchenartigen Endformen waren meistens schwach ausgebildet, da sie sich ausschließlich im unteren Haarteil differenzierten. Man könnte bei einer weitgehenden Folgerung der Anschauung Boeke's zustimmen, daß diese Endigungsformen »eine Ähnlichkeit mit dem Bilde der auf den Muskelfasern regenerierten motorischen Endplatten aufweisen« (l. c.). Tatsächlich gewinnt man bei der Beobachtung dieser Sinushaare den Eindruck, daß eine Ähnlichkeit zwischen diesen Endverästelungen und den motorischen Endplatten von quergestreiften Muskelfasern besteht (Vergl. Abb. 4).

Boeke (l. c.) hat in seinen Untersuchungen über die heterogene Regeneration dieselben Nervenendigungsformen gefunden, welche normalerweise in dem betreffenden Gebiet angetroffen werden. Wir konnten diese Beobachtungen bei unseren Untersuchungen nicht vollauf bestätigen. Es ist jedoch möglich, daß differentes Material und verschiedene lokale Bedingungen, d. h. das Regenerationsgebiet, diese Unterschiede verursachen. Die von uns festgestellten entsprechen strukturell den sog. »freien«, schwach ausgebildeten Nervenendigungen des Bindegewebes.

Trotz der Reinnervation der Sinushaare und der Ausbildung von Endformen, ist die normale Blutversorgung des Ringsinus und des Schwellkörpers nicht wiederhergestellt worden.

Die Reinnervation der Sinushaare mit heterogenen Nervenfasern führt demnach nicht zu einer funktionellen Restitution dieser Tastorgane.

Das Verhalten der sog. intraepithelialen Fasern verdient besonders erwähnt zu werden. In den Untersuchungen von Boeke drangen die *Hypoglossus*fasern durch die *Lingualis*bahnen ins Epithel der Zungenschleimhaut. Ihre Anzahl war jedoch spärlich. Boeke nimmt an, daß die regenerierenden heterogenen Nervenfasern an der Grenze des Epithels und des *Stratum proprium mucosae* einen gewissen mechanischen Widerstand antreffen, der ihr Eindringen ins Epithel erschwert. Die Tatsache, daß während der heterogenen Regeneration im Epithel Nervenfasern auftreten, zeugt, seiner Ansicht nach, von einer starken Regenerationskraft derselben. Schon im Verlauf der homogenen Regeneration müssen nach Boeke die Nervenfasern an der Epithelgrenze »einen ungeheuren Widerstand« überwinden. Wie aus unseren bisherigen Untersuchungen (l. c.), zum mindesten hinsichtlich der homogenen

Regeneration folgt, begegnen die Nervenfasern keinen größeren Schwierigkeiten bei ihrem Durchtritt durch die Glasmembran in die äußere Wurzelscheide. Ja, bei Betrachtung dieser besonders reichhaltigen Innervation der äußeren Wurzelscheide mittels intraepithelialer Nervenfasern, gewinnt man eigentlich den Eindruck, daß die Nervenfasern leichter in die Basalmembran des Epithels, d. h. in unserem Falle in die sog. Glasmembran dringen als unter normalen Bedingungen. Diese weitgehende Hyperneurotisation der äußeren Wurzelscheide findet nicht nur im Verlauf der homogenen Regeneration nach einmaliger Neurotomie statt, vielmehr haben wir Bilder einer solchen besonders üppigen Innervation der Wurzelscheide auch nach mehrmaligen nacheinander folgenden Neurotomien beobachtet (Jałowcy, III).

Im Hinblick darauf, daß Nervenfasern während des heterogenen Regenerationsprozesses prinzipiell nicht im Bereich der äußeren Wurzelscheide auftreten (von einem Präparat abgesehen, welches wir auf Abb. 3. darstellen), muß eine andere Erklärung für diese Erscheinung angeführt werden, und nicht die Annahme von großen Widerständen an der Grenze der Glasmembran.

Wir haben die Hyperneurotisation der äußeren Wurzelscheide mit intraepithelialen Fasern im Verlauf des homogenen Regenerationsprozesses durch die Tendenz der regenerierenden Fasern erklärt, vorläufig andere Nervenendigungsformen zu vertreten, die einstweilen noch nicht ausgebildet wurden.

Wir lehnen aber jedenfalls die Annahme ab, daß irgendwelche Widerstände für die regenerierenden Nervenfasern an der Oberfläche der Glasmembran bestehen. Wahrscheinlich spielen hier andere Faktoren eine Rolle. In erster Reihe wohl die neurotaktischen Einflüsse der äußeren Wurzelscheidezellen auf die regenerierenden Nervenfasern. Die Nervenfasern unterliegen demnach im heterogenen Regenerationsprozeß nicht dem Einfluß der Anziehungskraft von Epithelzellen, die unter ihrer Einwirkung im Laufe der homogenen Regeneration in Merkel'sche Tastzellen umgebildet werden.

Bei der morphologischen Differenzierung der Nervenendigungen im Verlauf des homogenen sowie heterogenen Regenerationsprozesses spielen die lokalen Verhältnisse, resp. wie sie Boeke (l. c.) nennt, das »Milieu«, in dem sich die Nervenfasern befinden, eine große Rolle.

Auf Grund unserer Untersuchungen nehmen wir an, was bereits auch Boeke hervorhebt, daß die Eigenart der Nervenfasern ebenfalls einen wichtigen Faktor bildet, der die morphologische Struktur der Nervenendigungen bedingt.

Wir haben in unseren Untersuchungen nachgewiesen, daß im Bindegewebe der *Tunica coniunctiva interna*, wo gewöhnlich eine so große Formenmannigfaltigkeit angetroffen wird, wo Palisaden, Endbäumchen, Ruffini'sche Körperchen, Krause'sche Endkolben bzw. deren verschiedenartige Übergangsformen vorkommen, im Verlauf des heterogenen Regenerationsprozesses in dem scheinbar so günstigem »Milieu« fast ausschließlich Endbäumchen gebildet werden, die in gewissem Grade an schwach ausgeprägte Ruffini'sche Körperchen bzw. Verzweigungen motorischer Endplatten von quergestreiften Muskelfasern erinnern.

Auf Grund unserer Untersuchungen nehmen wir an, daß im Differenzierungsprozeß der Endigungsformen, sowohl während der homogenen wie auch der heterogenen Regeneration, prinzipiell zwei Faktoren eine formbildende Rolle spielen: der Ort der Differenzierung und der Charakter der Stammfasern. Unserer Ansicht nach überwiegt im Verlauf der homogenen Regeneration der erste formbildende Faktor, d. h. das sog. »Milieu«, im heterogenen Regenerationsprozeß hingegen hat der zweite, d. h. die Eigenart der regenerierenden Nervenfasern, eine entscheidende Bedeutung.

Aus dem Histologisch-Embryologischen Institut der Jan Kazimierz Universität in Lwów.

Literaturverzeichnis.

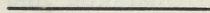
1. J. Boeke, Studien zur Nervenregeneration. 1. u. 2. Verhand. d. Konink. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1917. (hier eine Literaturzusammenstellung). — 2. Budgett u. Snodgrass, cit. nach Boeke Handb. d. Neurol. Bumke u. Förster. Bd. 1. Anatomie. 1935. — 3. W. Ellenberger u. H. Baum, Anatomie d. Hundes. 1891. — 4. R. Heidenhain, Über pseudomotorische Nervenwirkungen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Suppl. Bd. 1883. — 5. B. Jałowy, I. Über die Regeneration der Nervenendigungen in den Tasthaaren des Meerschweinchens (*Cavia cobaya*). Zeitsch. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anatomie. Bd. 21. H. 1. 1934. und Über die De- und Regeneration der Nervenendigungen in den Fingerbeeren der oberen Extremitäten der Affen (*Macacus rhesus*). Zeitsch. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anatomie.

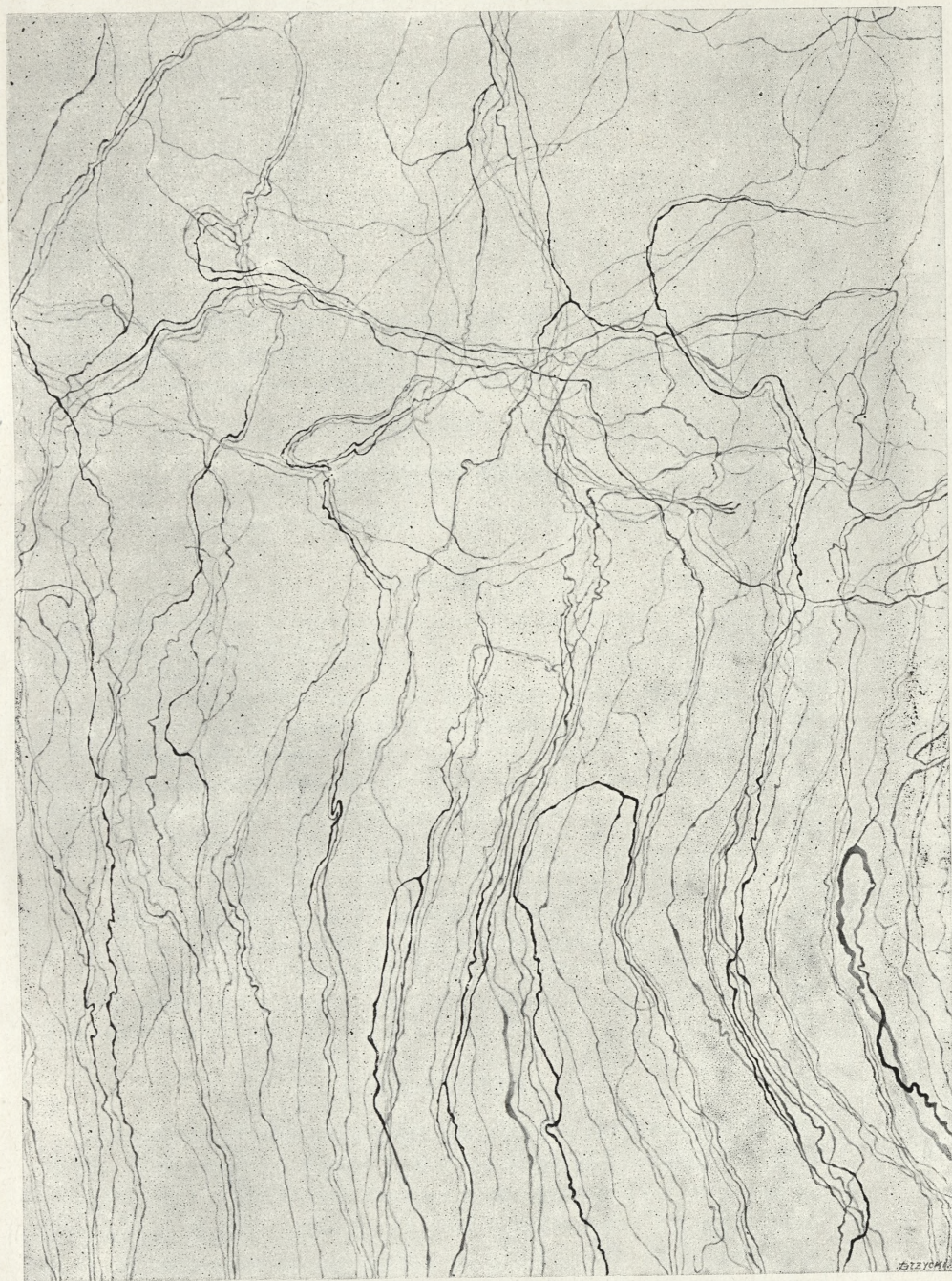
Bd. 23. H. 1. 1935. — B. Jałowy, II. Über die Herkunft und Bedeutung der Langerhans'schen Zellen in den Sinushaaren. Bull. de l'Acad. Pol. Cracovie. 1934. — B. Jałowy, III. Über die Regeneration der Nervenendigungen in den Sinushaaren nach mehrmaliger Durchschneidung des *Nervus infraorbitalis*. Zeitsch. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anatomie. Bd. 26, H. 4. 1937. — 6. W. Krause, Die Anatomie des Kaninchens. 1884. — 7. Langley u. Anderson, The union of different kinds of nerves. J. of Physiol. 32. 1904. — 8. Mislawsky, Cpt. r. Soc. Biol. Paris. 1902. — 9. M. Schiff, Sur la reunion des nerfs moteurs d'origine et de fonctions différentes. Arch. Sc. physiol. et natur. (3). 13. 1885. und Recueil des mémoires physiologiques 1884. — 10. Stefani u. Bethe, cit. n. J. Boeke. vide Nr. 1.

Erklärung der Tafel 5.

90 Tage nach vollzogener Anastomose und 10 Tage nach der zweiten Durchschneidung des *N. infraorbitalis*. Nervennetz auf der Glasmembran im Bereich der oberen Außenscheidenverdickung. Trotz der Anwesenheit so zahlreicher Nervenfasern, keine Endigungsformen. Im oberen Teil der Abbildung sieht man Nervenfasern, die eine zirkuläre Richtung annehmen.

Methylenblau. Schwache Vergrößerung.





B. Jalowy del.

111

WYKAZ PRACOWNIKÓW WYDZIAŁU

*Doświadczenia nad barwieniem przyżyciowym ameb
(Amoeba proteus i A. dubia). — Vital staining
experiments on Amoeba proteus and A. dubia.*

Mémoire

de M. **LUDWIK MONNÉ**,

présenté le 2 Mai 1938 par M. B. Fuliński m. c.

Contents

	Page
I. Introduction	221
II. Morphology of the Amoebae	222
III. Vital Staining Experiments	223
1. Vital Staining Experiments by Immersion in Dye Solutions	223
2. Vital Staining Experiments by Microinjection	227
a) Injection of Basic Dyes	227
b) Injection of Acid Dyes	228
IV. Chemical Nature of Reserve Products	230
V. Injury Effects	230
1. Injury Effects caused by Immersing the Amoebae in Dye So- lutions	230
2. Injury Effects caused by Injection of Dye Solutions	231
a) Injury effects caused by Injection of Basic Dyes	231
b) Injury effects caused by Injection of Acid Dyes	231
VI. Discussion	233
VII. Literature	239

I. Introduction

The object of my researches was *Amoeba proteus* and *Amoeba dubia*. I intended to study: 1) the microscopical structure of these animals, 2) the action of various dyes, giving vital staining by immersion of the amoebae in dye solutions and by microinjection, 3) inclusions being reserve products, such as fat and glycogen by detecting them as far as possible in living animals and

4) some injury effects caused by vital staining, especially the „pinching-off” reaction (Chambers).

II. Morphology of the Amoebae

The morphology of the amoebae has been studied by many authors, but recently most carefully by Mast and Doyle (1935). They give a very detailed list of the earlier literature on this subject.

In normal resting amoebae the inclusions of the cytoplasm are not scattered without any rule, but they are arranged in definite layers in the following order from the surface to the interior: 1) the hyaline ectoplasmic layer, 2) the mitochondrial layer, 3) the alveolar layer and 4) the liquid core carrying crystals. Mast (1926) has seen a similar arrangement of the formed components in the cytoplasm of those animals.

To the solid interface, between the ectoplasm and the entoplasm, stick the β -granules (Mast and Doyle 1935), which have to be considered as mitochondria, as it will be shown below. Several β -granules stick to the wall of the contractile vacuole. The mitochondria are not scattered among the alveoles, but they are located nearer to the surface, forming a layer between the ectoplasm and the alveoles. For this reason it is possible to squeeze out almost all mitochondria from the animals, while the alveoles remain inside the plasma membrane. This may be done by pressing the amoebae delicately with a cover slip. In general the mitochondria are spherical, but they may have also the shape of thick discs and short rods. Thus their shape seems to be variable. On the interface between the ectoplasm and the entoplasm the mitochondria are always motionless. This solid boundary prevents the mixing up of the ectoplasm with the entoplasm. Only when pseudopodia are formed this solid boundary is torn down or dissolved. Sometimes we can see very distinctly, that a hole is formed in this solid interface by a stream of the liquid interior protoplasm. Through this hole the liquid entoplasm protrudes, mixes with the ectoplasm and at the same time the mitochondria become disorderly scattered among the alveoles.

The size of the alveoles is variable. The smallest are not bigger than mitochondrial granules. All intermediate sizes between the smallest and the biggest alveoles are found. There are two

kinds of alveoles. They correspond to the refractive bodies and „crystal vacuoles without crystals” of Mast and Doyle (1935). Those authors have described in detail the differences in their structure. The refractive bodies are scattered at random among the „crystal vacuoles without crystals”.

Microsomes (α -granules of Mast and Doyle 1935) are very small brilliant granules scattered at random in the mitochondrial and in the alveolar layer. The amount and size of microsomes in different individuals are rather variable.

The core of the resting amoebae is the most liquid of all cytoplasmic layers and carries crystals. In resting amoebae flattened against the cover slip, in which alveoles, mitochondria, and microsomes are perfectly motionless, the crystals may flow there and back as in a channel, suspended in the most liquid cytoplasmic substance, collected in a single stream.

Centrifuging is a very useful method in studying the formed cytoplasmic components. By stratifying these components it enables us to distinguish them from each other, which is especially important, when they are mixed. In a centrifuged amoeba we can see the inclusions of the cytoplasm stratified from the centripetal to the centrifugal pole in the following order: 1) alveoles, 2) hyaloplasm or cytoplasmic ground substance, 3) mitochondria and microsomes, 4) crystals. In our centrifuging experiments, the formed cytoplasmic components have not been stratified in quite the same way as in the experiments of Mast and Doyle, probably because we have not employed such high centrifugal forces as the named authors. After centrifuging, the amoebae recover completely and the cytoplasmic components return to their normal position.

III. Vital Staining Experiments

1. Vital Staining Experiments by Immersion in Dye Solutions

Different dyes have been dissolved in the culture medium in order to obtain vital staining of the amoebae. The culture medium has been acidified by adding HCl only when methyl red was employed. Aminoazobenzene, dimethylaminoazobenzene, methyl red, yellow AB, yellow OB and sudan II could be obtained in an aqueous solution only when first dissolved in alcohol. By

this method sudan II could be obtained, only with difficulty, in an extremely diluted aqueous solution.

According to their vital staining effect the dyes may be classified as follows:

TABLE I

Dyes staining:					
the refractive bodies and some digestive vacuoles	the refractive bodies, some digestive vacuoles, mitochondria and microsomes	mitochondria and some digestive vacuoles	mitochondria, some digestive vacuoles and microsomes	microsomes	„crystal vacuoles without crystals”
neutral red, neutral violet, brilliant cresyl blue, cresyl <i>echt</i> violet, Nile blue sulfate, Nile blue chloride (vacuome stains)	Bismarck brown	methyl violet, gentian violet, dahlia, crystal violet (mitochondrial stains)	chrysoidin, aminoazobenzene	dimethyl-amino-azobenzene, yellow AB, yellow OB, sudan II (fat stains)	methyl red from a slightly acidified medium (pale red solution)
Dye staining					
all cytoplasmic inclusions, the cytoplasmic ground substance, the nucleus and the contractile vacuole:					
methyl red from a solution of about pH 5 (deep red solution)					

The refractive bodies stain with: neutral red, neutral violet, brilliant cresyl blue, cresyl *echt* violet, Nile blue sulfate, Nile blue chloride and Bismarck brown. All these dyes, except Bismarck brown, colour the refractive bodies, relatively, in an elective way. The colour of the dyes appears only in the cortex of the refractive bodies, the interior remaining colourless. Neutral red

stains the outer layer of the refractive bodies, at first, uniformly orange, but later on appears to be precipitated in the form of small granules on the surface. All other dyes staining the refractive bodies are almost instantly precipitated.

The β -granules or mitochondria stain with methyl violet, gentian violet, dahlia, crystal violet, Bismarck brown, chrysoidin and aminoazobenzene. The staining was relatively elective only with the three first named dyes. For an unknown reason it was not always easy to get a satisfactory coloration of the mitochondria with methyl violet, gentian violet, dahlia and crystal violet. Sometimes it was necessary to keep the amoebae several hours in the dye solutions in order to get a satisfactory staining. Crystal violet is very toxic. Bismarck brown stains the β -granules (mitochondria), α -granules (microsomes) and refractive bodies. Chrysoidin and aminoazobenzene stain β -granules (mitochondria) and α -granules (microsomes). I have not been able to stain the β -granules (mitochondria) of the amoebae with Janus green B (Höchst).

Microsomes (α -granules) stain with Sudan II, dimethylaminoazobenzene, yellow AB, yellow OB, aminoazobenzene, chrysoidin and Bismarck brown. The staining was relatively elective only with the 4 first named dyes. Vital staining with Sudan II is rather difficult to obtain, due to its extremely low solubility in water. It stains after 12–24 hours, when the amoebae are still living, although they may be sometimes injured. All those dyes, staining microsomes, are basic, except Sudan II which is acid. Sudan II, yellow AB and yellow OB are of almost identical chemical structure, except that the first named is acid and the two, last named, basic. These three dyes stain nothing but microsomes.

„Crystal vacuoles without crystals” may be stained electively only with methyl red under certain conditions, as we shall see below.

Methyl red is an amphoteric dye (Morita and Chambers 1929, Chambers 1930), which penetrates the cells only when the pH of the medium is definitely below 6.0. When the culture medium is slightly acidified (pale red solution, pH 5.9–5.5), the amoebae take on a pale yellowish colour, which by centrifuging can be shown to be restricted to the „crystal vacuoles without crystals”. When the medium is more acid (deeply red solution,

pH about 5) a large amount of methyl red penetrates. In this case the cytoplasmic ground substance, all inclusions of the cytoplasm, the nucleus and the contractile vacuole become coloured, as has been previously shown by Morita and Chambers. However, the alveoles seem to be more intensely coloured.

Methyl red is an amphoteric electrolyte possessing both a carboxyl and an amino group. This dye is largely associated in an aqueous medium in the neighbourhood of pH 5.5. Below pH 5.5 it behaves as a dissociated basic salt and above pH 5.5 it behaves as a dissociated acid salt. It was interesting to test the action of basic dyes of similar chemical structure e. g. dimethylaminoazobenzene, aminoazobenzene and chrysoïdin. Especially the first named dye is identical with methyl red, except that it lacks the carboxyl group.

Amoebae, treated with solutions of aminoazobenzene and chrysoïdin, look as if they were entirely and diffusely coloured, but when centrifuged, it can be seen that the staining is entirely confined to the mitochondrial layer containing also microsomes. The single mitochondria are faintly stained. The single microsomes are heavily stained. These dyes stained nothing but microsomes, mitochondria (β -granules) and sometimes some digestive vacuoles, no matter how concentrated their solution was. They never stain the cytoplasmic ground substance. Dimethylaminoazobenzene acts in a similar way, by staining heavily the microsomes and leaving the mitochondria unstained or almost so. Thus, methyl red stains quite differently from aminoazobenzene, chrysoïdin, and dimethylaminoazobenzene. Methyl red gives a diffuse staining of the whole amoebae, when it penetrates from a medium of pH about 5. Aminoazobenzene, chrysoïdin, and dimethylaminoazobenzene give always a granular staining.

All dyes in my experiments giving vital staining by immersion, are typically basic, except methyl red and sudan II. Methyl red is amphoteric and sudan II is an acid dye. With no other acid dye was vital staining by immersion obtained. Also with many basic dyes, vital staining by immersion has not been obtained. With acid and basic dyes, which do not stain by immersion, vital staining by microinjection has been obtained. Those dyes are listed below (table II, III).

2. Vital Staining Experiments by Microinjection

I have studied the effect of basic and acid dyes on the cytoplasm, also, by injecting them into the amoebae by means of the micromanipulator. In general the amount and concentration of the injected aqueous dye solutions has not been exactly determined, but when I wanted to obtain comparable results, I tried to inject approximately the same amount of the same concentration. The dyes have been injected in neutral, acid and alkaline solutions. The pH has been varied by adding NaOH and HCl.

a) Injection of basic dyes

I have injected following basic dyes:

TABLE II.

Janus green	has 4 benzene rings in its molecule
Safranin O	" 3 " " " " "
+ Dahlia	" 3 " " " " "
+ Nile blue	" 3 " " " " "
+ Crystal violet	" 3 " " " " "
+ Methyl violet 5B	" 3 " " " " "
Methylene violet	" 2 " " " " "
Azur II	" 2 " " " " "
+ Cresyl echt violet	" 3 " " " " "
Thionin	" 2 " " " " "
+ Neutral red	" 2 " " " " "
Toluidine blue	" 2 " " " " "
Methylene blue	" 2 " " " " "
+ Brilliant cresyl blue	" 2 " " " " "
Pyronin	" 2 " " " " "

Vital staining by immersion has been obtained only with the dyes, which are marked with a cross and their effect has been described above

The listed basic dyes, when injected, give all a localized coagulation of the cytoplasmic ground substance. The coagulated area adsorbs almost all of the injected dye. From this coagulated area the dye may diffuse out in a very low concentration and, meeting the cytoplasmic components or the nucleus, it may stain them also. Basic dyes may spread out in the cytoplasm, only, in

extremely low concentration. Dyes, colouring the amoebae, when penetrating from the outside (marked with a cross on table II), stain the same when injected, but in the latter case they never do it well. This is explained by the fact, that basic dyes coagulate a portion of the cytoplasmic ground substance (Chambers 1924) and this coagulated area adsorbs almost all of the injected dye. All other basic dyes (not marked with a cross on table II), when injected, have no tendency to give any distinct staining of the formed cytoplasmic components.

The pH of the injected dye solutions has been varied between 1.2 and 9.6. Almost all basic dyes became insoluble at about pH 7.5. I succeeded to get only safranin O in a solution of pH 9.6. The pH of the injected dye solution does not influence the manner of staining. The staining was always localized. A coagulated area of the cytoplasm was always stained.

Only rhodamin B, considered as basic dye, acts in an entirely different way from all other basic dyes injected. It does not coagulate the cytoplasmic ground substance locally. It does not give a localized staining, but it spreads always out in the whole cytoplasm, giving a diffuse staining of the whole animal, even when injected in a highly concentrated solution.

No basic dye was found which would penetrate the contractile vacuole, even when the pH of the dye solution was varied and even when it was blown with the micropipette against the wall of this vacuole.

b) Injection of acid dyes

Vital staining of the amoebae was not obtained, when they were immersed in solutions of acid dyes. For this reason, they have been stained by microinjection of acid dyes, listed on table III.

Acid dyes always give a diffuse staining of the whole cytoplasm (Chambers 1924). No acid dye was found which would give a localized coagulation and a localized staining of the cytoplasmic ground substance. The pH of the injected dye solutions was varied between 1.2 and 9.6. The dye always spreads out, no matter what the pH of the injected dye solution may be. Thus the pH of the injected dye solution has no effect on the manner of staining.

TABLE III.

Dye	Number of benzene rings in the molecule ¹⁾	Injury effect
Nigrosin . . .	chemical structure uncertain	Rapid pinching-off even when the weakest dye solution is injected
Congo red . .	has 6 benzene rings	
Vital red . . .	" 6 " "	
Trypan red . .	" 6 " "	
Rosidulin 2G .	" 4 " "	
Methyl blue . .	" 6 " "	
Azo blue . . .	" 6 " "	
Water blue . .	" 5 " "	
Alizarin red . .	" 2 " "	
Carmine . . .	" 2 " "	
Trypan blue . .	" 6 " "	Pinching-off does not occur when a dye solution of low concentration is injected; but it occurs when a solution of higher concentration is injected
Xylene blue AS	" 5 " "	
Amaranth . . .	" 4 " "	
Patent blue V	" 3 " "	
Erythrosin . .	" 3 " "	
Eosin	" 3 " "	
Aurantia	" 2 " "	
Acid fuchsin . .	" 3 " "	
Fluoresceine . .	" 3 " "	No pinching-off, even when the dye solution is injected in high concentration. Sometimes the amoeba makes an attempt to pinch-off, but it never completes it. The stained material may separate from the healthy cytoplasm in the form of many small vacuoles
Phenol red . . .	" 3 " "	
Orange G	" 3 " "	
Brilliant yellow	" 3 " "	
Cyanol	" 3 " "	
Methyl orange	" 2 " "	
Tropaeolin O . .	" 2 " "	
Martius yellow	" 2 " "	
Sodium picrate	" 1 " "	

With the exception of methyl red (Morita and Chambers 1929) and natrium picrate (Chambers personal communication), I have found no acid dye which would penetrate the contractile vacuole, even when the dye solution was blown against

¹⁾ Naphthaline and anthracene rings are counted as two benzene rings.

its wall with the micropipette. The pH of the injected solution has no effect on the penetration of dyes into the contractile vacuole.

IV. Chemical Nature of Reserve Products

In a foregoing chapter I have stated, that the microsomes stain in vital condition with Sudan II, dimethylaminoazobenzene, aminoazobenzene, yellow OB, yellow AB, chrysoidin and Bismarck brown. Fat stains with all these dyes (Rowe 1924). Especially Sudan II and dimethylaminoazobenzene are considered as reagents for fat. Thus the microsomes seem to be nothing but minute fat granules.

I do not know any method which would allow us to detect glycogen in living animals and for this reason it has to be done in dead animals. When the amoebae are exposed to iodine vapours 5 minutes or longer, they are immediately killed, but in their ectoplasm, especially on the top of the short pseudopodes, appear small port wine-coloured granules; supposed to be glycogen. These granules are immediately dissolved in saliva and are lacking in starving animals. The whole amoebae are stained yellowish by iodine vapours, except the port wine-coloured glycogen granules. In saliva this yellow colour disappears very fast, almost instantly, except in the mitochondrial layer, where it fades away very slowly after one hour or longer. This may be seen especially well in centrifuged amoebae.

V. Injury Effects

1. Injury Effects caused by Immersing the Amoebae in Dye Solutions

As we have seen above, only the cortex of the refractive bodies stains with several basic dyes. The dyes are precipitated there in the form of small granules. The refractive bodies may get rid of their stained material by throwing off their whole stained outer layer. We were able to see this process directly. The outer layer is solidified when stained with the dyes. Then it bursts and may contract into a mass on one side of a colourless liquid vacuole. Finally, the stained material separates from the vacuole and, gradually, collects in the posterior part of the amoeba, where it is eliminated by defecation.

The colour of the mitochondria and the refractive bodies, stained in vital condition, disappears momentarily when the amoebae are crashed. I am unable to give an exact explanation of this fact.

Crystal violet, penetrating the amoebae from outside, is highly toxic. The mitochondria, slightly stained with this dye, have a tendency to crowd together in one big mass in the centre of the cell, especially around the contractile vacuole. Toxic dyes tend, sometimes, to produce a similar effect to that, obtained by centrifuging, that is to say, they have a certain tendency to stratify the cytoplasmic components.

2. Injury Effects caused by Injection of Dye Solutions

a) Injury effects caused by injection of basic dyes

Basic dyes, except rhodamin B, coagulate locally the cytoplasmic ground substance. On table II the dyes are arranged according to their decreasing power of coagulating the cytoplasm. In all cases, approximately the same amount of dye solutions of the same concentration has been injected. Small pieces, coagulated by very diluted solutions of dyes, mentioned on the bottom of table II, may redissolve. All dyes, injected in higher concentration, cause an irreversible local coagulation of the cytoplasm. The coagulated area is solid, irregularly shaped, and deeply stained. Sometimes the coagulated area breaks into small pieces, which is probably caused by protoplasmic currents. Large pieces of coagulated material may be eliminated by disruption of the plasma membrane, whereupon it closes again. This is a forcible injection caused by protoplasmic currents. In general, no pinching-off occurs when basic dyes are injected in a neutral or in an alkaline solution. Only seldom in those conditions could I state that there was a very weak tendency to pinch off. A very well pronounced pinching-off process takes place, only, when basic dyes are injected in an acid solution. Only rhodamin B did not give a localized coagulation of the cytoplasm. Its toxicity is very low and its tendency to cause pinching-off is very weak.

b) Injury effects caused by injection of acid dyes

The injury effects caused by injection of acid dyes are the pinching-off reaction and separation of the stained material in

the form of many small vacuoles, sometimes combined with a reversible paralyzation of the animals. Not all acid dyes cause pinching-off. The rapidity of the pinching-off process is different, depending upon the dye injected.

The first 10 dyes on table III cause pinching-off instantly or very rapidly, even when injected in extremely low concentration. Some of them cause pinching-off before they have time to spread out in the whole cytoplasm. This part of the cytoplasm in which the dye has time to spread out is immediately pinched off.

The next 8 dyes on table III may not cause „pinching-off”, when injected in low concentration. In higher concentration they always cause pinching-off. They spread out in the whole cytoplasm and then pinching-off may occur. Sometimes one can see directly how the stained material separates itself from the healthy cytoplasm. One can see thin coloured streams unite in one large stream, which strikes against the plasma membrane of the amoebae. This stream forms a coloured drop in a blister, which is pinched off. The pinched off cytoplasmic material, stained with acid dyes, is always liquid at first, but later on it gets solid and sets slowly.

The last 9 dyes on table III do not cause pinching-off, even when injected in high concentration. Sometimes the amoeba makes an attempt to pinch off by forming a protrusion, which is later on drawn in. Thus, the pinching-off reaction is never completed. The colour of the amoebae, stained entirely and diffusely by those dyes, disappears sooner or later. The dye is partially taken up by some digestive vacuoles. After a long time the stained material separates from the healthy cytoplasm in the form of many small vacuoles. Sometimes the amoebae move at once after injection, although their cytoplasm is entirely and diffusely stained and sometimes they get paralyzed after injection, remaining motionless for a certain time, but later on they recover.

All acid dyes, even the least toxic, cause a complete fine coagulation of the whole amoebae, when injected in high concentration or in a large amount. They act like good fixatives. The amoebae get fixed. On the other hand, basic dyes cause a coarse coagulation of the cytoplasm; they act like bad fixatives.

Acid dyes, causing pinching-off when injected in a neutral solution, do the same when injected in an alkaline or in an acid

solution. Thus, they cause pinching-off, regardless of the pH of the injected solution. The pH has been varied between 1.2 and 9.6. Those acid dyes which do not cause pinching-off in a neutral solution do so, when injected in an acidified solution. In an alkaline solution they do not cause pinching-off at all. Acid dyes never give a localized staining of the cytoplasm, even when the pH of their solution is varied between 1.2 and 9.6.

VI. Discussion

In the foregoing chapters has been described the effect of staining in vital condition on the cytoplasmic ground substance and its formed components. The amoebae were coloured by immersion and by microinjection. Reserve products were detected as far as possible by vital staining. Injury effects caused by vital stains have been described.

By immersion in dye solutions, vital staining with 18 different dyes was obtained. All these stains are typically basic dyes, except methyl red and sudan II. Methyl red is an amphoteric dye, which penetrates from a medium of pH about 5.5. Below pH 5.5 it behaves as a dissociated basic salt and above pH 5.5 as a dissociated acid salt. According to Chambers (1930) methyl red penetrates the cell rather as a basic dye. Sudan II is an acid dye, changing easily by molecular rearrangement to a compound, which cannot form salts and does not act as an ordinary dye. It does, however, prove to be soluble in oil and is able to colour it by an apparently physical process (Conn 1929, p. 43). No other acid dye was found, which would give vital staining by immersion. Thus, we may conclude that vital staining by immersion was obtained, only, with certain stains, behaving as basic dyes and with sudan II, which does not seem to act as an ordinary dye.

The dyes, colouring by immersion, fall into four groups according to their vital staining effect: 1) mitochondrial stains colouring the β -granules, 2) vacuome stains, colouring the refractive bodies, 3) fat stains, colouring the microsomes and 4) methyl red which may stain whole amoebae.

Contrary to Mast and Doyle (1935), who coloured the amoebae by immersion in several vital stain solutions, I have not been able to stain the β -granules with Janus green B (Höchst).

As we both seem to have employed the same Janus green, the divergent results may be explained by assuming that our amoebae have been in a different physiological condition than those of the named authors. Our amoebae seem to contain much more „crystal vacuoles without crystals” than those of Mast and Doyle, which is a consequence of a much more abundant feeding, according to the named authors. However, I have been able to stain the β -granules with methyl violet, gentian violet and dahlia, which are generally considered as mitochondrial stains. They stain mitochondria, practically, in any cell. In addition to it, I stained the mitochondria with Bismarck brown, chrysoidin and aminoazobenzene. The two first named dyes sometimes stain the mitochondria in several other cells (Cowdry 1918). Thus, I join the opinion of previous authors, that β -granules should be considered as mitochondria. Finally, I want to emphasize, that the three last named dyes stain not only mitochondria, but also microsomes.

The refractive bodies may be stained by several dyes, especially by neutral red, which is known to stain the vacuome in other cells. Hall (1930), Brown (1930), Mast und Doyle (1935) have previously shown, that in the amoebae the bodies, stainable with neutral red, may be blackened by osmic acid too. As we do not find any other inclusion, that could be compared with Golgi-bodies, we have to conclude that the refractive bodies correspond to both vacuome and Golgi-bodies. Such Golgi-bodies, stainable by neutral red and morphologically identical with the vacuome, are known only in a few cases, for instance in male germ cells of *Astacus* (Grabowska 1930), of *Asellus* (Dworak 1934) and in ovocytes of Ascidians (Jägersten 1935). In these cases we may assume that Golgi-bodies and vacuome are so intimately united with each other that they form one morphological unit. These Golgi-bodies are visible in vital condition also without staining and, therefore, it is certain that they are performed in the cytoplasm.

Microsomes have to be considered as minute fat granules, because they may be coloured with some fat staining dyes: sudan II, dimethylaminoazobenzene, yellow AB, yellow OB, aminoazobenzene, chrysoidin and Bismarck brown. It is remarkable that the three last named dyes stain both microsomes and mito-

chondria, and Bismarck brown stains, also, the refractive bodies. Sudan II is an acid dye, which, however, may not act as an ordinary dye, due to its readiness of molecular rearrangement, as it has been explained above. Sudan II, yellow OB, and yellow AB stain nothing but microsomes. The three dyes are almost of identical chemical structure, except that sudan II is an acid dye and yellow OB and yellow AB basic dyes.

Methyl red stains quite differently from all penetrating basic dyes. These dyes never stain the cytoplasmic ground substance diffusely. They always give granular staining and they fall into three groups, according to which kind of granules they stain with preference. As we have seen, some of them stain with preference the mitochondria, some the refractive bodies and some the microsomes. Methyl red may give also a granular staining, colouring, electively, the „crystal vacuoles without crystals” when a low amount of this dye penetrates the cell, due to a low acidity of its solution. When a large amount of this dye penetrates, thanks to a higher acidity of its solution, it gives a diffuse intense staining of the cytoplasmic ground substance and it colours all its formed components. Thus, methyl red may give a diffuse staining, while basic dyes give a granular staining.

Methyl red is an amphoteric dye; below pH 5.5 it behaves as a basic and above pH 5.5 as an acid dye. This dye penetrates the cell only from a medium of about pH 5.5. The pH of the cytoplasm of the amoebae is about 6.9 (Chambers, Pollack and Hiller 1927). Consequently, we may infer that methyl red behaves in the medium of the amoebae as a basic dye and, for this reason, it may penetrate the cell. However, in the protoplasm of the amoebae it behaves as an acid dye and, for this reason, it gives a diffuse staining of the cytoplasmic ground substance. This conclusion is supported by the following facts: 1) Methyl red gives a yellow staining of the cytoplasmic ground substance. Methyl red is red below pH 5.5, when it behaves as a basic dye and it is yellow above pH 5.5, when it behaves as an acid dye. 2) The effect of staining with methyl red is exactly the same as with all acid dyes injected. All acid dyes give a diffuse colouration of the whole cytoplasmic ground substance. 3) Dyes of similar or identical structure, but lacking an acid group (dimethylaminoazobenzene, aminoazobenzene, chrysoidin), stain quite

differently from methyl red. Especially dimethylaminoazobenzene is identical with methyl red, except that it lacks the carboxyl group. Those dyes never stain the cytoplasmic ground substance diffusely, contrary to methyl red, but they give a granular staining, like other basic dyes. Methyl red gives a diffuse staining, because in the protoplasm it behaves as an acid dye and dimethylaminoazobenzene gives a granular staining, because in the protoplasm it behaves as a basic dye.

Basic dyes, staining the formed cytoplasmic components when penetrating from outside, do the same when injected, but in the last named case they never do it well. This is explained by the fact that basic dyes coagulate a portion of the cytoplasmic ground substance (Chambers 1924) and that this coagulated area adsorbs almost all of the injected dye.

Rhodamin B is considered as a basic dye (Conn 1929, p. 119) but, when injected it gives a diffuse staining, like all acid dyes. However rhodamin B is rather an amphoteric dye, because it has two amino-groups (one completely and one not completely substituted) and one carboxyl-group in its molecule (Conn 1929, p. 119). For this reason, it is possible that rhodamin B within the cytoplasm (pH 6.9) may behave as a dissociated acid salt, similar to methyl red. Also it is possible to think that the rhodamin molecule becomes electrically neutral by internal salt formation and that, for this reason, it cannot act as an ordinary basic dye.

Thus we may conclude: By immersion vital staining can be obtained with certain stains, behaving as basic dyes and with sudan II, which does not act as an ordinary dye. Basic dyes do not stain the cytoplasmic ground substance diffusely, but they colour granules which are preformed in the cytoplasm. Different basic dyes stain different granules with preference. A diffuse staining of the cytoplasmic ground substance may be obtained only with stains, behaving in the protoplasm as acid dyes and with rhodamin B, which seems to be an electrically neutral dye. With acid dyes vital staining by immersion cannot be obtained. These dyes have to be injected.

This generalization, however, concerns only the amoebae, because in the literature we find examples that the cytoplasmic ground substance in certain cells may be stained by basic dyes,

too. Neutral red stains the eggs of *Parechinus*, before fertilization diffusely and after fertilization it gives a granular staining (Parat 1927). In young ovocytes of *Styela partita* certain basic dyes (methyl violet, gentian violet, neutral violet, neutral red and rhodamin B) give a granular staining, while in mature eggs the same dyes give a diffuse staining of the gray protoplasm. Auramin and chrysoidin stain diffusely the whole mature eggs of *Styela* (Monné).

The injury effects caused by injection of acid and basic dyes are different. Also the degree of toxicity of different basic and acid dyes is different.

The injury effect of basic dyes is a local coagulation of the cytoplasmic ground substance as it has been previously shown by Chambers (1924). I consider as the criterium of toxicity of a basic dye its power of coagulating the cytoplasm. The higher its coagulating power, the more toxic it is. On table II the dyes are arranged according to their decreasing coagulating power and, consequently, according to their decreasing toxicity. It is evident that to a certain degree their toxicity is dependent upon the number of benzene rings present in the molecule, that is to say, upon their molecular weight. The cytoplasmic ground substance, locally killed by basic dyes, is solid. This fact explains why pinching-off does not occur. Only liquid material may be pinched off. A forcible injection of the stained material may occur, though it is entirely different from the pinching-off process. Basic dyes in alkaline and in neutral solution do not cause pinching-off, but they do so in an acid solution. The cytoplasmic material, injured by the acid contained in the dye solution, is liquid and, for this reason, pinching-off may occur.

The injury effect of acid dyes is the pinching-off reaction (Chambers 1924) and elimination of the dead material in small vacuoles (Spek and Chambers 1933). As a measure of toxicity of an acid dye we consider the pinching-off process and its rapidity. The least toxic dyes do not cause pinching-off at all. The higher the rapidity of the pinching-off reaction, caused by a dye, the higher its toxicity. On table III the dyes are arranged according to their decreasing toxicity. From this it is evident, that the degree of toxicity is to a certain degree depen-

dent upon the number of benzene rings present in their molecules, that is to say, upon their molecular weight.

Acid dyes do not coagulate the cytoplasm at once. The coagulation progresses slowly. The stained material is always, at first, liquid and that is why it may flow in streams through the cytoplasm. Probably the stained material is partially dehydrated, therefore it is less soluble in the cytoplasm. Being less soluble it separates itself from the healthy cytoplasm by a streaming process. The different action of different acid dyes is dependent upon the degree of decreased solubility of the resulting acid dye-protein compound. If the solubility of this compound is very high, it does not separate at once from the healthy cytoplasm and, consequently, no pinching-off occurs, but the stained material may separate slowly from the cytoplasm in many small vacuoles; is its solubility lower, a slow protoplasmic streaming occurs, leading to pinching-off; is its solubility very low, a violent streaming takes place, leading to a very rapid pinching-off process. Acid dyes, having many benzene rings in their molecules, that is to say, a high molecular weight, seem to have a higher dehydrating and desolvating power than acid dyes having a low molecular weight. Later on the stained material gets solid by a very slow process of gelation.

Thus, we may conclude that the toxicity of injected basic and acid dyes seems to be to a certain degree dependent upon their molecular weight (number of benzene rings present in their molecules).

This paper is based on experiments, made in the spring of 1935 during my stay in New York as a Fellow of the Rockefeller Foundation. I am cordially indebted to Dr. Robert Chambers for his kind advice, for his interesting discussions in experimental cytology and for having initiated me in his method of micromanipulation. I am taking this opportunity to express my gratitude also to Prof. Dr. B. Fuliński for kindly facilitating my scientific work.

(Department of Biology, Washington Square College, New York University and Zoological Institute of the Polytechnic in Lwów).

VII. Literature

- 1) Brown V. E., The Golgi-Apparatus of Amoeba proteus. Bioll. Bull. 59. 1930. — 2) Chambers R., The physical structure of protoplasm as determined by microdissection and injection. Cowdry General Cytology 1924. — 3) Chambers R., The relation of the environment to the pH of protoplasm and of its inclusion bodies. Biol. Bull. 55. 1928. — 4) Chambers R., Vital staining with methyl red. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 27. 1930. — 5) Chambers R., Pollack H. a. Hiller S., The protoplasmic pH of living cells. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 24. 1927. — 6) Dworak J., Maturation des cellules sexuelles males et structures cytoplasmiques dans la spermatogénèse chez l'Asellus aquaticus. Folia Morphologica 5. 1935. — 7) Conn H. J., Biological stains. Geneva N. Y. (U. S. A.) 1929. — 8) Cowdry E. V., The mitochondrial constituents of protoplasm. Carnegie Inst. Publ. 271. Washington 1918. — 9) Grabowska Z., Über Plasmakomponenten (Golgi-Apparat u. a.) in den männlichen Geschlechtszellen von Potamobius astacus. Bull. Acad. Polonaise Sc. Lettr. Sc. Math.-Nat. Sér. B. II. 1929. — 10) Hall P. R., Cytoplasmic inclusions of Trichamoeba and their reaction to vital dyes and to osmic and silver impregnation. Journ. Morphol. 49. 1930. — 11) Jägersten G., Untersuchungen über den strukturellen Aufbau der Eizelle. Zool. Bidrag. f. Uppsala 16. 1935. — 12) Mast S. O., Structure, movement, locomotion and stimulation in Amoeba. Journ. Morphol. 41. 1925—1926. — 13) Mast S. O. a. Doyle W. L., Structure, origin, and function of cytoplasmic constituents in Amoeba proteus. Arch. Protistk. 86. 1935. — 14) Monné L., Permeability of the nuclear membrane to vital stains. Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. 32. 1935. — 15) Monné L., O barwieniu witalnem ameb drogą immersji i iniekcji. Pam. XV. Zjazdu Pol. Lekarzy i Przyrodników Lwów 1937. — 16) Morita Y. a. Chambers R., Permeability differences between nuclear and cytoplasmic surfaces in Amoeba. Biol. Bull. 56. 1929. — 17) Parat Marg. et Parat M., Vacuome et inversion des phases cytoplasmiques dans l'oeuf d'Oursin activé. C. R. Soc. Biol. 96. 1927. — 18) Pollack H., The buffer action of the cytoplasm of Amoeba dubia and its use in measuring the pH. Biol. Bull. 55. 1928. — 19) Reznikoff P. a. Pollack H., The effect of injection of acids and salts on the cytoplasmic pH of Amoeba dubia. Biol. Bull. 55. 1928. — 20) Rowe F. M., Colour Index. Soc. Dyers. a. Colourists. Bradford Yorkshire 1924. — 21) Schultz G., Farbstofftabellen Berlin. 1931. — 22) Spek J. a. Chambers R., Neue experimentelle Untersuchungen über das Problem der Reaktion des Protoplasmas. Protoplasma 20. 1933.

Badania histochemiczne nad zawartością lipidową i karotenoidową jelita zimującej żaby. — Histochemische Untersuchungen über den Gehalt an Lipiden und Karotenoiden im Darm des überwinternden Frosches.

Mémoire

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

présenté le 2 Mai 1938 par MM. L. Marchlewski m. t. et S. Maziarski m. t.

Die Arbeiten, welche das Problem des Winterschlafes behandeln, sind größtenteils dem Studium dieser Erscheinung bei den Säugetieren gewidmet, verhältnismäßig wenige befassen sich mit dem Winterschlaf der Amphibien. Es ergibt sich jedoch aus den zuletzt erwähnten Publikationen, daß die Jahreszeit den Lebensprozessen mancher Amphibien eine bestimmte und gesetzmäßige Periodizität vorschreibt. Diese Tiere sinken am Anfang der Winterperiode in Schlaf, nehmen während dessen eine charakteristische Lage an, verweigern die Nahrung und ihre physiologischen Prozesse scheinen gehemmt zu werden. Die Frösche verkriechen sich im Schlamm der Teiche und dergleichen Wasserbehältern und kommen erst im Frühling, unmittelbar oder einige Zeit vor der Kopulationsperiode, zum Vorschein. Nach dem Abbläuen kehren sie manchmal wieder in den Schlamm zurück, um sich dort während ca zwei Wochen zu erholen (*Rana fusca s. temporaria* Marquis zitt. nach Gaupp). Nach Ablauf dieser Zeit kommen sie wieder hervor und es beginnt die Periode des mobilen Lebens und der Nahrungsaufnahme.

Der Winterschlaf des Frosches stellt im Vergleich zu demjenigen der anderen Tiere einen insofern charakteristischen Typus dar, daß der Frosch, wie andere poikilothermen Tiere, in den Schlaf sinkt, ohne daß in der Regulierung der Körpertemperatur

eine Veränderung eintritt. Diese Veränderung in der Temperaturregulierung ist bekanntlich bei anderen Tieren ein charakteristisches Merkmal für den Winterschlaf.

Es wurde festgestellt, daß die Winterschlafperiode beim Frosch nur anscheinend eine Ruheperiode ist, in der Wirklichkeit gehen in dieser Zeit wichtige physiologische Vorgänge vor sich, welche sich vor allem darin äußern, daß sich die Tiere für die mit dem Frühling kommende Brunstperiode vorbereiten.

Während des Winterschlafes gelangen die Eierstöcke und die Hoden zur vollen Entwicklung, die Bauchhöhle des Weibchens füllt sich mit Eiern aus und die vergrößerten Hoden des Männchens enthalten mehrere Samenfäden.

R. Holzapfel hat in ihrer umfangreichen Arbeit die den Winterschlaf der Amphibien betreffende Literatur zusammengestellt und bewiesen, daß der Winterschlaf eine Phase des jährlichen Lebenszyklus des amerikanischen Frosches *Rana pipiens* darstellt. Der genannte Frosch sinkt nämlich in den Winterschlaf um dieselbe Zeit und unter denselben Bedingungen, wie unsere einheimischen Frösche, welche den Gegenstand meiner Experimente bildeten. Es waren dies die Spezies *Rana esculenta* und *Rana temporaria*. Nach Gaupp findet bei *R. esculenta* die Begattung »ganz beträchtlich nach dem Aufgeben des Winterschlafes statt« (S. 288).

Allgemein wird angenommen, daß die Temperaturveränderungen der Umgebung den Winterschlaf der Tiere bewirken. Das Sinken der Temperatur verursacht, daß die Wärme, welche das Tier produziert, nicht mehr ausreicht, um die Temperaturdifferenz zwischen dem Tierkörper und der Umgebung auszugleichen, das Blut kühlt sich ab und das Tier sinkt infolgedessen in den Schlaf (Adler). Holzapfel bewies jedoch, daß die Temperatur selbst nicht imstande ist, den Winterschlaf hervorzurufen. Zwei Jahre hindurch setzte sie jeden Monat die Frösche *Rana pipiens* in einen elektrischen Eisschrank und hielt sie in der mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre in einer Temperatur von 0°. Trotzdem fielen die Frösche nur in der Zeit von Oktober bis April in den Schlaf und verkrochen sich in ihrer charakteristischen Lage in den am Boden des Eisschranks liegenden Sand. Der Mangel an Nahrung, welcher zweifellos im Winter herrscht, ruft auch den Winterschlaf von selbst nicht hervor. Die Versuchsfrosche wurden

während ihres Aufenthaltes im Eisschrank gar nicht gefüttert, die Kontrolltiere aber, welche in Zimmertemperatur in den Käfigen lebten, aßen die Insekten, welche ihnen im Winter geliefert wurden, auch nicht. Auch wurden in den Wintermonaten bei der Obduktion der Tiere nie die verzehrten Insekten im Magen der Tiere vorgefunden.

Aus den oben erwähnten Versuchen von Holzappel geht klar hervor, daß durch eine Veränderung der Außenverhältnisse der Winterschlaf beim Frosch nicht hervorgerufen werden kann. Es müssen die Faktoren, welche die Erscheinung bewirken, im Organismus selbst gesucht werden. Holzappel versuchte also die histologischen Veränderungen, die in den Organen während der winterlichen Periode vor sich gingen, zu beobachten. Die Untersuchungen wurden am Nervensystem, an den innersekretorischen Drüsen, an der Milz, den Chromatophoren der Haut, am Blut und an der Physiologie der Herz- und Skelettmuskeltätigkeit unternommen. Der genannten Verfasserin zufolge wird die Erscheinung des Winterschlafes ausschließlich durch die inneren Faktoren des Tierorganismus hervorgerufen. Äußere Einflüsse spielen gar keine Rolle.

Das Verdauungssystem wurde von Holzappel während der Winterperiode gar nicht untersucht.

Seit einigen Jahren benutzte ich Frösche zu meinen Experimenten über die Resorption des Lecithins und ich habe einige interessante Tatsachen bemerkt, welche die histologische Struktur und gewissermaßen auch die physiologische Tätigkeit des verdauenden Teiles des Verdauungssystems betreffen. In die Augen fällt schon makroskopisch die orange-gelbe Färbung der Schleimhaut des Darmes und öfters auch des Magens, deren Intensität im Laufe des Winters zunimmt. Diese Färbung tritt am stärksten in der Gegend des Duodenums auf. Wenn der Darm der Länge nach zerschnitten, flach auf dem Objektträger mit der Schleimhaut nach oben gelegt und unter dem Mikroskop beobachtet wird, wird ein charakteristisches Bild sichtbar: in der Schleimhaut treten mehrere große Zellen auf, welche in der Oberfläche der Darmfalten einzeln und regellos zerstreut sind. In dem ungefärbten Präparat sind sie dank ihrer natürlichen, gelben Färbung außerordentlich klar sichtbar. In großer Menge erscheinen die genannten Zellen im Darm nur im Winter.

Die oben erwähnte Verfasserin Holzappel fand, daß sich im Winter verschiedene Organe gelb färben. Diese Tatsache steht meines Erachtens sicher im Zusammenhang mit der winterlichen Wanderung von karotenartigen Farbstoffen durch den Froschorganismus. Weiter unten wird erwähnt, daß der Frosch eine verhältnismäßig große Menge von diesen Stoffen in seinem Körper aufspeichert.

Die Karotenoide, anders karotenartige Pigmente oder Polyene genannt, sind gefärbte Naturstoffe, von gelber, orange-gelber, roter, sogar dunkelvioletter Farbe. Im Wasser unlöslich, lösen sie sich vortrefflich in den Fetten auf, mit denen sie homogene Mischungen bilden. Deshalb werden die genannten Farbstoffe am häufigsten in lipidreichen Geweben aufgespeichert. Öfters besitzt z. B. das Fettgewebe eine gelbe Färbung, da in ihm Karotenoide vorkommen, welche übrigens das Tier zugleich mit der Nahrung zu sich nimmt. Die Tiere verhalten sich dem eingeführten Lipochrom gegenüber verschieden: entweder speichern sie nur die Polyenkohlenwasserstoffe (die Karotentiere, Pferde, Kühe), oder nur die Polyenalkohole auf (die Xanthophylltiere, Hennen), oder sie speichern keine Polyene (Schweine) oder beide Typen derselben auf (Menschen, Frösche) (Zechmeister). Was die selektive Resorption der genannten Lipochrome verursacht, ist noch nicht bekannt. Das Vorhandensein der Gallensäuren beeinflusst in demselben Maße die Wasserlöslichkeit und die Resorbierbarkeit von Vertretern der beiden Gruppen der Karotenoide und zwar der Polyenkohlenwasserstoffe und der Polyenalkohole (Zechmeister).

Obwohl die physiologische Rolle der Karotenoide im Tierkörper auch noch nicht vollkommen klar ist, so können sie auf keinen Fall für den Ballast im Organismus gehalten werden. Am besten ist das Karoten als Provitamin A bekannt. Einen schönen Fortschritt bezeichnen in dieser Hinsicht die Arbeiten Wald's, welcher eine grundsätzliche Rolle der Karotenoide im Sehakt feststellte (zitt. nach Zechmeister).

Der Frosch gehört zu den wenig zahlreichen Tieren, deren Lipochromgehalt ziemlich genau untersucht wurde. Keine von den mir bekannten Arbeiten erwähnt jedoch die Untersuchungen über den Polyengehalt des Verdauungsapparates. Verschiedene Autoren studierten den Lipochromgehalt diverser Froschorgane. Sie untersuchten: Fettkörper, Leber, Haut, Eierstöcke, Eileiter, Nieren,

Lungen und Milz der Sommer- und Wintertiere (Rand), Haut, Leber, Eierstöcke von *R. esculenta* im Januar und Februar (Brunner und Stein), Haut, Leber und Eierstöcke von *R. esculenta* und *temporaria* (Dietel). All diese Arbeiten wurden an den Fröschen mittels rein chemischer Methoden unternommen. Ebenso untersuchten auch Zechmeister und Tuzson den Lipochromgehalt der Froschleber an einigen hundert Fröschen. Sie extrahierten die Karotenoide aus 1,35 kg einer frischen Froschleber und überzeugten sich, daß die Leber des Frosches hauptsächlich das β -Karoten und das Xanthophyll in freiem und gebundenem Zustand, außerdem auch kleine Mengen von α -Karoten und Zeaxanthin enthält. Andere Organe wurden in einem kleineren Umfange untersucht, das Material stammte von 14 Tieren. Die Haut enthielt Karoten, sehr wenig freies Xanthophyll und hauptsächlich die Xanthophyll- und Zeaxanthinester. Die Eierstöcke enthielten Karoten, in kleineren Mengen freies, in größeren gebundenes Xanthophyll. Vorkommen von allen drei Karotenoidgruppen bei einem Übergewicht von Xanthophyllestern ist für den Fettkörper charakteristisch. In bezug auf die verhältnismäßig hohe Konzentration von Polyenen im Fettkörper, wird der letztere für eines von den lipochromreichsten Organen gehalten.

Es ist wichtig, daß Zechmeister und Tuzson ihre Studien im August (in Südungarn!) durchführten, Brunner und Stein dagegen im Winter (Januar und Februar). Zechmeister und Tuzson erwähnen diesen Unterschied in der Jahresperiode und setzen voraus, daß vielleicht dieser Umstand die Differenzen zwischen den Ergebnissen ihrer Arbeiten aufklären könnte. Die Karotenoidfraktion ist nach Zechmeister und Tuzson chromatographisch uneinheitlich und die Xanthophyllfraktion weist neben Xanthophyll auch Zeaxanthin auf. Davon erwähnen Brunner und Stein nichts, sowie sie auch von Vorkommen der chemisch angegriffenen Polyene nicht sprechen, welche Zechmeister und Tuzson beschreiben und die sie für ein Anzeichen der chemischen Umwandlungen halten, welchen die lipochromen Farbstoffe im Tierorganismus teilweise unterliegen. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß der Karotenoidstoffwechsel beim Frosch im Winter abgeschwächt wird, was mit der allgemeinen Hemmung der Stoffwechselprozesse im Zusammenhange steht.

Wie aus dem obigen hervorgeht, unterliegt der Organismus des Frosches distinkten Umwandlungen im Winter. Es weisen besonders die Gonaden bei Frühlingsanfang eine zunehmende Tätigkeit auf.

Dem Aufbau und der Funktion des Verdauungskanals des Frosches im Winter wurde noch wenig Aufmerksamkeit zugewendet. In der mir zugänglichen Literatur fand ich nur eine einzige Arbeit, welche die Differenzen im histologischen Bau des Magens im Winter und im Sommer behandelt (Kater). Der Verfasser beschäftigt sich jedoch in Abhandlung nur mit der Zytologie und der Vermehrung der Drüsenzellen.

Den Gegenstand meiner Untersuchungen bildet der Darm des Frosches während des Winterschlafes. Da die Beobachtungszeit sich nur auf einige Wintermonate beschränken konnte, nahmen meine Untersuchungen drei Winterperioden in Anspruch, nämlich die Wintermonate: 1935/36, 1936/37, 1937/38. Ich führte chemische und morphologische Untersuchungen aus. Mittels der morphologischen Untersuchungen wollte ich das histologische Bild des Darmes während des Winterschlafes erhalten, die chemischen Untersuchungen betrafen den winterlichen Level der Lipide und der Karotenoide in dem erwähnten Organ. Die Verbindung von zwei ungleichwertigen Untersuchungsmethoden versichert meines Erachtens eine vielseitigere Bearbeitung des Problems, als das einseitige Verfahren nur mit einer von ihnen. Die histologische Methodik ermöglicht uns, eventuelle Verschiedenheiten in der Organstruktur zu beobachten, die chemische die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Karotenoide als die natürlich gefärbten Substanzen und die Lipide als die metaplasmatischen Komponenten der Zellen sich zum mikroskopischen Nachweis in den Geweben *in situ* eignen, entschloß ich mich den morphologischen Beobachtungen eine sicherere Basis zu geben, indem ich gleichzeitig chemische Bestimmungsmethoden der genannten Substanzen anwandte. Einer leichter Orientierung halber führe ich zuerst die Ergebnisse der chemischen Bestimmungen an und lasse erst später die mikroskopischen Beobachtungen folgen.

Methoden und Ergebnisse der chemischen Untersuchungen.

Die Untersuchungen über den Lipidgehalt des Dünndarmes der ausgehungerten Frösche ergaben folgende Mittelwerte für die Weibchen und Männchen im Sommer:

	Phosphatide	Freies Cholesterol	Neutralfett
♂	0·30%	0·49%	0·11%
♀	0·75%	0·31%	0·11%

Die Bestimmungen fanden in den Monaten Mai, Juni und Juli statt (Ackermann).

Im Laufe meiner Untersuchungen mußte ich den Lipidgehalt des Dünndarmes in der Herbst- und Winterperiode bestimmen unter der Voraussetzung, daß diese Zeit des physiologischen Hungerns, während deren der Frosch keine Nahrung zu sich nimmt, sich besonders zu den Experimenten über die Resorption eignen könnte. Die Ergebnisse einiger Kontrollversuche sind in Tabelle I zusammengestellt. Hier muß bemerkt werden, daß das wirkliche Gewicht des ganzen Dünndarmes ein bißchen größer war, es waren nämlich vorher zwei kleine Stückchen davon zu histologischen Zwecken abgeschnitten worden. Aus der Tabelle I ergibt sich, daß das Darmgewicht des Weibchens dasjenige des Männchens dreimal und noch etwas mehr übersteigt. Der Mittelwert des

TABELLE I.

No	Datum	Geschlecht	Dünndarmgewicht in g	Phosphatide %	Cholesterol		Neutralfette %	Gesamtlipide %
					frei %	-ester %		
1	14 XII 1935	♀	0·6193	0·87	0·33	—	0·26	1·46
2	17 XII „	♀	0·5550	0·65	0·28	—	0·42	1·35
3	16 I 1936	♀	0·7592	0·55	0·11	0·14	0·39	1·19
4	28 I 1936	♂	0·2225	0·89	0·41	0·63	0·21	2·14
5	30 I „	♂	0·1565	1·29	0·51	—	0·00	1·80
6	3 II „	♂	0·1235	0·73	0·45	—	0·30	1·48
	Mittelwert	♀	0·6445	0·69	0·24	—	0·35	1·33
	Mittelwert	♂	0·1675	0·97	0·45	—	0·25	1·80

Phosphatidgehalt beträgt im Darm des Weibchens 0·69% des frischen Organgewichts und stimmt mehr oder weniger mit den Sommerbestimmungen überein. Beim Männchen dagegen übersteigt der Wintergehalt der Phosphatide (0·97%) annähernd dreimal den Sommerlevel beim ausgehungerten Tier (0·30%). Der Gehalt an Cholesterol gleicht am meisten beim Männchen dem sommerlichen, beim Weibchen dagegen fällt er von 0·31% auf 0·24%. Überraschend sind die Differenzen in der Menge der Neutralfette. Das Hungern der Frösche im Sommer führt den Gehalt an Neutralfetten zum Mittelwert 0·11% und derselbe fällt nicht mehr tiefer. Währenddessen enthalten die im Winter hungernden Frösche, welche um diese Zeit nicht nur nicht gefüttert werden sondern nach Holzapfel auch ihre gewöhnliche Nahrung nicht einnehmen wollen, dreimal größere Mengen von Neutralfetten. Selbstverständlich stammen diese Fette nicht von der verzehrten Nahrung, denn der Frosch ißt um diese Zeit gar nichts, außerdem enthalten der zusammengezogene Magen und der Darm nichts bei der Sektion außer dem Schleim. Das Vorhandensein von Fetten in der Darmwand wird von einer spezifischen Tätigkeit des Organs im Winter bewirkt. Die histologischen Untersuchungen liefern auch manche Beweise, welche diese Voraussetzung zu bestätigen scheinen (siehe histologischer Teil).

Die Alkoholauszüge von zwei anderen Därmen, von einem Weibchen und einem Männchen, wurden abgesondert in der CO₂-Athmosphäre bis zum Trocken abgedampft, dann wurde Abdampfrückstand in dem Gemisch von 1 ccm absoluten Alkohols und 1 ccm Chloroforms aufgelöst. In beiden Fällen trat eine distinkte gold-gelb gefärbte Lösung auf. Da fiel mir ein, ob nicht vielleicht den Lipiden der Darmwand die karotenartigen Farbstoffe beigemischt wären. Dieselben würden bei der angewandten Methode (siehe unten) oxydiert und der Verbrauch des Oxydationsmittels würde den Neutralfetten zugute kommen. Es müßte also die Konzentration der lipochromen Pigmente im Organauszug bestimmt werden, wobei aber vorher auf experimentellem Wege der Oxydationskoeffizient der einzelnen Verbindungen der Karotenoidengruppe aufgefunden werden müßte. In diesem Falle könnte der wirkliche Gehalt an Neutralfetten berechnet werden, wenn man die Menge des Oxydationsmittels abziehen würde, welches durch die vorhandenen Karotenoide abgenutzt wurde.

Wie aber aus den späteren Untersuchungen hervorgeht, kommen die Karotenoide im Darmauszug in einer sehr schwachen Konzentration vor. Der Gehalt an diesen Stoffen übersteigt in den meisten Fällen nicht einige γ . Da der Oxydationskoeffizient der Karotene 3.52 beträgt, d. h. daß 1 mg von Karotengemisch 3.52 ccm n/10 $K_2Cr_2O_7$ zur Oxydation verbraucht (Ackermann, bisher noch nicht publiziert), beeinflußt also das Vorkommen von einigen γ der Karotenoide den Verbrauch des Oxydationsmittels durch die Neutralfette in einem solch geringen Grad, daß damit kaum zu rechnen ist.

Die im obigen gebotene Übersicht über die Eingangsexperimente weist darauf hin, daß sich während der Winterhungerperiode der Neutralfettlevel hebt. Dieser Befund wurde mit aller Sicherheit an den Laboratoriumstieren festgestellt. Dieselben leben aber in der Gefangenschaft in ganz anderen Verhältnissen als die freilebenden Frösche. Ich entschloß mich daher im nächsten Winter meine Untersuchungen zu wiederholen und zwar an einer größeren Menge von Tierexemplaren, welche man im Winter aus den Gewässern beziehen würde und die Untersuchungen nicht nur in der Winter- sondern auch in der Frühlingsperiode durchzuführen, da bekanntlich um diese Zeit die Geschlechtstätigkeit ausgeübt wird.

Im Winter 1936/37 dienten nämlich zu meinen Bestimmungen Frösche, welche zweimal im Winter direkt aus dem Teich bezogen wurden, wo sie sich am Boden im Schlamm verkrochen hatten. Die erste Serie wurde am 22. XII. 1936 aus dem Teich geholt, die zweite am 14. II. 1937. Die Frösche wurden dann im Keller gehalten, wo die Temperatur ziemlich niedrig war. Nach Holzapfel ist für den Winterschlaf der Frösche eine niedrige Temperatur (0°) von Wichtigkeit.

Meine Untersuchungen hatten den Zweck, den Lipiden- und Karotenoidenlevel des Dünndarmes des Frosches im Winter zu bestimmen. Ich bediente mich dieser Methode, welche von Katsura, Hatakeyama und Tajima für die Blutuntersuchungen ausgearbeitet wurde und die ich bei der Organuntersuchung angewandt hatte (Ackermann). Die in der Rede stehende Methode ist in einer speziellen Arbeit publiziert worden, sie ermöglicht aber nur die Lipide, d. h. die Phosphatide, das freie und gebundene Cholesterol und das Neutralfett zu bestimmen. Sie mußte daher

durch eine entsprechende Technik der Karotenoidenbestimmung ergänzt werden. Die von mir angewandte Technik wird in Kürze in einer speziellen methodischen Arbeit genau beschrieben werden. Hier erwähne ich sie nur kurz.

Den alkoholisch-ätherischen Darmauszug, welcher nach den in meiner erwähnten Arbeit ausgeführten Grundsätzen hergestellt wurde, teilte ich in zwei Hälften: 50 ccm dienten nämlich zur Bestimmung der Lipide, die anderen 50 ccm zur Bestimmung der Karotenoide. Die ersten 50 ccm wurden nach den in der erwähnten Arbeit (Ackermann) dargestellten Angaben präpariert und auf diese Weise wurde der Gehalt an Phosphatiden, freiem und gebundenem Cholesterol, Neutralfetten und Gesamtlipiden bestimmt. Die zweite Hälfte kann auf zweierlei Art behandelt werden: entweder werden die Karotenoide ins Benzin übergeführt, indem die Alkohollösung mit demselben Wasservolumen verdünnt wird, worauf die Verseifung des Benzinauszuges erfolgt, oder es könnten die Xanthophyllester in der alkoholisch-ätherischen primären Lösung verseift werden, worauf dann erst die Gesamtkarotenoide ins Benzin übergeführt werden.

Am Anfang verseifte ich den ganzen Auszug mit dem gleichen Volumen 5% Kalilauge in 96% Alkohol während 3 Stunden in einer Temperatur von 40°. (Die Konzentration der Kalilauge, die Zeit und die Temperatur nach Kuhn und Brockmann). Dann führte ich die Karotenoide ins Benzin über, nachdem ich die Alkoholphase mit dem gleichen Wasservolumen verdünnt hatte. Die Benzinschicht wurde mit Wasser mehrmals gewaschen, um die Seifenspuren zu entfernen. Dann wurde in einem kleinen Scheidetrichter die Entmischungspole unternommen. Sie beruht bekanntlich darauf, daß die Benzinlösung der Karotenoide mit 90% Methylalkohol ausgeschüttelt wird. Die freien Polyenalkohole wandern in den Alkohol, während die Polyenkohlenwasserstoffe im Benzin bleiben. Es kommen also epiphatische (Benzin) und hypophatische (Alkohol) karotenartigen Farbstoffe vor. Die Ester der Polyenalkohole bleiben im Benzin und müssen deswegen früher verseift werden.

Die Entmischung muß natürlich mehrmals wiederholt werden, die vereinigten Alkoholphasen müssen mit Benzin gewaschen werden, um die eventuellen Spuren von Polyenkohlenwasserstoffen zu eluieren. In unserem Falle enthält die reine Benzinprobe (Epiphase)

Karotene, die Alkoholprobe (Hypophase) freie Xanthophylle. Die erstere eignet sich nach mehrmaligem Waschen mit Wasser und nach eventuellem Trocknen mit wasserfreiem Na_2SO_4 zur weiteren Behandlung. Die hypophasischen Farbstoffe müssen ins Benzin übergeführt werden, was auch geschieht, nachdem die Alkoholphase mit Wasser verdünnt worden ist. Die Benzinschicht wird, wie oben erwähnt wurde, gewaschen und getrocknet.

Die auf diese Weise vorbereiteten Benzinlösungen der Karotenoide eignen sich zur chromatographischen Adsorptionsanalyse. Dieselbe beruht bekanntlich darauf, daß die Karotenoidengemische durch Anwendung von geeigneten Adsorptionsmitteln quantitativ leicht getrennt werden können. Die Farbstoffe dringen der Adsorptionsaffinität gemäß tiefer oder sie lassen sich höher auf der Adsorptionskolonne und so entstehen auf derselben nach einer späteren Entwicklung mit Benzin getrennte Zonen, in denen sich einzelne Verbindungen befinden. Sie werden von denselben durch geeignete Lösungsmittel eluiert (Zechmeister und v. Cholnoky).

Die chromatographische Adsorptionsanalyse wurde in meiner Arbeit mehrmals in den Anfangsbestimmung ausgeführt und zwar deswegen weil ich mich über das Vorkommen der Karotenoidengruppe im Froschdarm orientieren wollte. Den Auszug machte ich aus einigen Därmen. Es entstanden meistens einheitliche und nur einzelne Zonen oben an der Al_2O_3 -Kolonne. Diese Substanzen konzentrieren sich im Darms eines Tieres nur in sehr geringen Mengen so, daß der Gehalt an Karotenoiden direkt nach dem Abdampfen der Benzinlösung auf das Volumen von ca 1 ccm bestimmt wurde. Dies geschah im Wege der Mikrokolorimetrie, d. h. durch einen Vergleich mit der Azobenzolstandardlösung bekannter Konzentration, welche von Kuhn und Brockmann angeführt wird.

Die oben angeführte Methode kann jedoch nur dann angewandt werden, wenn eine Bedingung erfüllt wird, nämlich wenn der absolute Alkohol, welcher zur Verfertigung des Organauszuges benutzt wird und der 96% Alkohol, welcher zur Lösung der Kalilauge dient, aldehydspurefrei ist. Die Aldehydspuren bilden nach dem Zusatz von Alkalien harzartige Produkte von gelber Farbe, welche die Ergebnisse fälschen können, da sie die Farbenintensität der Lösungen der Karotenoide vertiefen. Die erwähnten Harze lösen sich im Benzin auf, werden auf der Al_2O_3 -Kolonne

adsorbiert und von derselben in der Weise eluiert, wie dies für die karotenartigen Farbstoffe charakteristisch ist. Der Alkohol muß also von den Aldehydspuren mittels entsprechender Methoden befreit werden, damit die Analyse nicht gestört werde.

Außerdem ermöglicht die oben angeführte Methode, die Karotenoide in diesen Organen zu bestimmen, wo sie in einer Menge von mindestens 5 γ auftreten. Im entgegengesetzten Falle ist an deren Bestimmung in der Hälfte des Auszuges nicht zu denken. Wenn der Gehalt des Organes an Karotenoiden niedriger ist, so muß man von der Bestimmung der Lipide absehen, um das ganze Ausgangsmaterial den Untersuchungen über die Karotenoide zur Verfügung zu stellen.

Ich bediente mich der oben erwähnten Methode, um die Karotenoide neben den Lipiden im verdauenden Teile des Verdauungsystems des überwinternden Frosches bestimmen zu können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Tabellen II und III zusammengestellt. Tabelle II veranschaulicht die Bestimmungsergebnisse des Lipiden- und Karotenoidengehaltes des Darmes von acht Weibchen, welche im Dezember 1936 oder im Februar 1937 aus dem Teiche herausgeholt wurden. Drei Bestimmungen wurden im Januar, zwei im Februar und drei im April ausgeführt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß das Darmgewicht Veränderungen unterlag. Es muß jedoch gleichzeitig festgestellt werden, daß zu histologischen Zwecken kleine Stückchen vom Organ abgeschnitten wurden, welche einmal größer einmal kleiner sein konnten. Die dadurch verursachten Unterschiede dürften minimal sein, auf der Tabelle sind jedoch öfters zweimal größere Gewichte verzeichnet. Es müssen hier die Nummern 2 und 3 sowie 4 und 5 miteinander verglichen werden denn die Gewichtsunterschiede scheinen mit der Spezies des Frosches im Zusammenhang zu stehen.

Rana esculenta besitzt im allgemeinen einen längeren Darm und eine dickere Darmwand als die *Rana temporaria*.

Die Phosphatide weisen einen hohen Level in den Monaten Januar und Februar auf, im April dagegen sinkt er zusehend; im Januar beträgt der Phosphatidgehalt ca 1% des frischen Darmgewichtes, im Februar ca 0.80%, im April ca 0.66%.

Der Gehalt an freiem Cholesterol hält sich im allgemeinen an einem Level von ca 0.24%; bei dem zufällig niedrigen Gehalt

TABELLE II.

No	Datum	Geschlecht	Dünndarm- gewicht in g	Phosphatide %	Cholesterol		Neutralfette %	Karoten in %	Xanthophyll in %	Gesamtlipide %	Gesamtka- rotenoide mg %	Bemerkungen
					frei %	-ester %						
1	20 I 1937	♂	0.4740	0.97	0.20	—	0.26	—	—	1.23	—	Während des Eierlegens Nach dem Eierlegen
2	23 I "	♂	0.5215	1.46	0.26	0.00	0.28	—	2.95	2.00	0.56	
3	31 I "	♂	0.6150	0.96	0.20	0.07	0.10	—	7.00	1.33	1.10	
4	11 II "	♂	0.3085	0.81	0.32	—	0.35	—	—	1.48	—	
5	14 II "	♂	0.2320	0.80	0.16	0.00	0.29	—	6.50	1.25	2.80	
6	15 IV "	♂	1.1545	0.58	0.20	0.04	0.07	0.17	Spuren	0.89	0.17	
7	21 IV "	♂	0.3715	0.65	0.13	0.18	0.20	—	—	1.16	0.00	
8	23 IV "	♂	0.3955	0.76	0.26	0.00	0.28	Spuren	Spuren	1.30	0.00	

TABELLE III.

No	Datum	Geschlecht	Verdauungs- system Gew. in g	Phosphatide %	Cholesterol		Neutralfette %	Karoten in %	Xanthophyll in %	Gesamtlipide %	Gesamtka- rotenoide mg %	Bemerkungen
					frei %	-ester %						
1	28 I 1937	♂	0.4808	0.79	0.20	—	0.26	—	4.00	1.25	0.83	Dick- u. Dünndarm
2	16 II "	♂	0.4370	0.60	0.18	—	0.26	Spuren	5.60	1.04	1.30	Dünndarm u. Magen
3	25 II "	♂	0.4700	0.83	0.30	—	0.26	2.7	5.00	1.39	1.67	" "
4	2 III "	♂	0.5800	0.82	0.23	0.11	0.12	3.0	11.00	1.28	2.40	" "
5	11 III "	♂	0.5025	0.79	0.25	—	0.38	—	1.30	1.42	0.25	" "
6	10 IV "	♂	0.6920	0.80	0.17	0.00	0.22	—	8.82	1.19	1.30	" "
7	13 IV "	♂	1.7300	0.45	0.09	0.02	0.09	3.6	3.00	0.65	0.38	" "

von N^o 7 treten die Cholesterolester in dem ziemlich hohen Prozent von 0·18% auf.

Der Prozentsatz der Neutralfette beträgt ca 0·23%, ihr Gehalt ist also zweimal größer als bei den im Sommer ausgehungerten Tieren.

Die Karotene kommen meistens im Darm gar nicht vor, erscheinen dagegen die Xanthophylle in einer veränderlichen Konzentration. Sie fehlen im April bei diesen Fröschen, welche ihre Geschlechtstätigkeit im April schon beenden. Auf der Tabelle III sind die Bestimmungsergebnisse des Gehaltes an Lipiden und Karotenoiden in der Wand des Verdauungssystems angegeben. Die Untersuchungen betreffen hier in einem Fall den Dünndarm samt dem Dickdarm, in den anderen Fällen den Dünndarm mit dem Magen.

Der Gehalt an Phosphatiden gleicht fast demjenigen des Darmes allein, weist aber außer einem Fall keine distinktere Senkung im April auf, wie dies im Darne der Fall war. Es ist möglich, daß der Gehalt des Magens die Differenzen des Darmes in dieser Hinsicht verwischt.

Der niedrige Prozentsatz an Phosphatiden im Falle N^o 7 wird durch das sehr hohe Organgewicht aufgeklärt. Da der Level der anderen Lipide auch herabgesetzt wurde, so ist es nicht ausgeschlossen, daß das Organgewicht wegen des erhöhten Wassergehaltes in den Geweben stieg, wofür nicht nur das makroskopische Bild, sondern auch die mikroskopischen Präparate sprechen.

Der Cholesterollevel hält sich auf ca 0·20%, die Neutralfette kommen in einem Prozentsatze von 0·25% des frischen Organgewichtes vor. Ein charakteristisches Merkmal des Falles N^o 7 ist der Umstand, daß der Prozentsatz der Neutralfette ziemlich niedrig ist (0·12%), die Cholesterolester aber in einer Menge von 0·11% auftreten, was ein außerordentlich hoher Prozentsatz ist, da sie größtenteils im allgemeinen fehlen.

Den Gehalt an Karotenoiden bildeten ausnahmsweise die Karotene, ausnahmslos dagegen immer die Xanthophylle. Die letzteren traten im allgemeinen in einer höheren Konzentration auf als im Darne selbst, was gewiß dadurch hervorgerufen wurde, daß der Magen auch einen Teil des Ausgangsmaterials bildete. Die Analyse der Magenschleimhaut (Gewicht 0·09 g) wies einen Gehalt von 1·14 γ Xanthophylle auf, was 1·26 mg% entsprach (siehe N^o 7 a in Tabelle IV). Diese Bestimmung scheint die letztere Voraussetzung zu bestätigen.

In den Jahren 1936/37 wurde das Material auf den Gehalt an Lipiden allein und an Lipiden nebst Karotenoiden untersucht. Außerdem wurden auch histologische Untersuchungsmethoden angewandt. Im Winter 1938 wurden die Kontrollbestimmungen der Karotenoide im Dünndarm allein unternommen. Ich wollte auch das wirkliche Darmgewicht feststellen, welches, wie oben erwähnt wurde, Veränderungen unterlag und von der Tierspezies abzuhängen schien.

Die mittels der chromatographischen Methode gewonnenen Anfangsbestimmungen ergaben, daß der Froschdarm keine Karotene, sondern nur Xanthophylle enthält, die meistens in veresterter Gestalt auftreten. Während der eigentlichen quantitativen Bestimmungen wurden die Xanthophyllester nicht verseift, sondern es wurde der ganze Karotenoidengehalt des Froschdarmes als Xanthophyll kolorimetriert. Die Ausführung sah praktisch folgendermaßen aus: der Dünndarm wurde mit laufendem und destilliertem Wasser durchgespült, getrocknet und gewogen und dann mit analytischem Seesand fein zerrieben, mit ca 100 ccm eines Gemisches von absolutem Äthylalkohol und Benzin (Siedepunkt 65°) im Raumverhältnis 2:1 eine Stunde lang in Zimmertemperatur und im Dunkeln extrahiert. Der Auszug wurde dann in einen Scheidetrichter filtriert und die Karotenoide wurden ins Benzin übergeführt. Die Benzinschicht färbte sich gleich distinkt gelb. Die Benzinschicht wurde mehrmals mit Wasser gewaschen und dann mit etwas Na_2SO_4 getrocknet. Die klare Benzinlösung wurde dekantiert und im CO_2 -Strom bis zu einem Volumen von ca 1 ccm abgedampft. Das Ganze übertrug ich in einen 5 ccm fassenden Meßzylinder, wobei das Abdampfkölbchen zweimal mit einigen Benzintropfen gewaschen wurde. Das Gesamtvolumen durfte 2 ccm nicht übersteigen, damit der Karotenoidenextrakt nicht allzusehr verdünnt werde, was bei der kleinen Substanzmenge eine Abschwächung, wenn nicht das Schwinden des gelben Stiches verursachen konnte, dessen Vorkommen jedoch die Basis für das kolorimetrische Verfahren bildet.

Die Ergebnisse von zehn Bestimmungen, welche an Fröschen der Spezies *R. esculenta* und *R. temporaria* im Winter 1937/38 unternommen wurden, sind in Tabelle IV zusammengefaßt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß sich der Gehalt an Karotenoiden im Dünndarm nur wenig verändert, was mit dem Geschlecht und der

TABELLE IV.

No	Datum	Geschlecht	Tierspezies	Individuumsgewicht in g	Darmgewicht in g	Gefundene Karotenoidmenge in γ	Karotenoidde mg %	Herkunft des Frosches
1	18 II 1938	♂	<i>R. esculenta</i>	43·00	0·6155	2·16	0·35	Terrarium
2	20 II "	♀	"	64·50	0·7565	1·70	0·22	"
3	22 II "	♀	<i>R. temporaria</i>	61·00	0·5020	3·64	0·72	"
4	23 II "	♀	<i>R. esculenta</i>	40·00	0·5020	1·50	0·30	"
5	24 II "	♂	<i>R. temporaria</i>	54·50	0·2980	4·50	1·51	Teich
6	26 II "	♀	"	59·50	0·2690	2·85	1·04	"
7	27 II "	♀	"	55·60	0·2800	1·74	0·62	"
7a	27 II ¹⁾	♀	"	55·60	0·0900	1·14	1·26	"
8	28 II "	♀	<i>R. esculenta</i>	50·90	0·2840	1·15	0·40	"
9	1 III "	♂	"	48·60	0·3130	2·27	0·72	"
10	2 III "	♂	"	33·50	0·1965	2·08	1·06	"

Spezies des Tieres im Zusammenhang steht. Meistens enthält der Darm ca 2 γ Karotenoide (7 Fälle auf 10, während sich in den restlichen ca 2–4 γ befanden). In der Kolonne, welche die Berechnung des Karotenoidenprozentsatzes in der Darmwand veranschaulicht, beobachten wir distinkte Differenzen bei einzelnen Tieren. Einen prozentuell niedrigen Gehalt (in Milligrammprozenten) weisen die Frösche *R. esculenta* auf (1, 2, 4, 8), die Frösche *R. temporaria* dagegen einen viel höheren (2, 5, 6). Die Männchen *R. esculenta* (9, 10) enthalten einen höheren Prozentsatz an Karotenoiden als die Weibchen. Dieser Umstand wird klar, wenn wir die Verschiedenheiten in den Darmgewichten berücksichtigen. Ein Blick auf die betreffende Kolonne belehrt uns, daß das Darmgewicht des Weibchens *Rana esculenta* in unseren drei Fällen mehr als doppelt so groß ist als dasjenige des Männchens, gleichzeitig auch größer ist als dasjenige des Weibchens von *R. temporaria*. Die Tatsache, daß der Prozentsatz der Karotenoide bei den einzelnen Tieren verschieden ist, wurde festgestellt. Am besten illustrieren dies No 3 und 4. Dank besonderen Umständen werden hier die Ergebnisse der Bestimmungen an zwei Weibchen (*R. esculenta*

¹⁾ Magenschleimhaut.

und *R. temporaria*) angeführt, welche im Laboratorium vollkommen identischen Verhältnissen ausgesetzt waren. Die Darmgewichte waren bei beiden Weibchen zufälligerweise identisch: der Dünndarm der *R. temporaria* (Körpergewicht 61 g) und der *R. esculenta* (Körpergewicht 40 g) wog 0.5020 g. Der Gehalt an Karotenoiden war jedoch verschieden: *R. temporaria* wies 3.65 γ , *R. esculenta* 1.5 γ im ganzen Darm aus. Es muß also vorausgesetzt werden, daß der Karotenoidengehalt von der Tierspezies abhängt, daß nämlich *R. temporaria* mehr Karotenoide im Darm aufspeichert, als die *R. esculenta*. Wie aus der Tabelle IV ersichtlich ist, hängt das Erscheinen der Karotenoide im Darm nicht davon ab, ob der Frosch in künstlich geschaffenen Verhältnissen im Laboratorium, oder in seiner natürlichen Umgebung, im Schlamm verkrochen, den Winter verbringt. Die Frösche No 1—4 stammten aus den Laboratoriumsterrarien, die anderen wurden im Winter unmittelbar vor dem Anfang der Versuche aus dem Teich herausgeholt und in einem kühlen Keller gehalten, in dem selten eine höhere Temperatur als 0° herrschte. Das Erscheinen der Karotenoide im Darm scheint mit dem winterlichen Veränderungszyklus im Zusammenhang zu stehen. Der letztere beeinflußt bekanntlich den Lauf der physiologischen Tätigkeiten des Organismus in spezifischer Weise.

Wenn wir die Ergebnisse der Untersuchungen über den Lipidgehalt des Dünndarmes der überwinternden Frösche zusammenfassen, so können wir feststellen, daß im Vergleich zur Sommerperiode gewisse Veränderungen beobachtet werden. Der berechnete Mittelwert des Phosphatidgehaltes des Männchens beträgt im Sommer 0.30%, im Winter (Januar) 0.97%, des Weibchens im Sommer 0.75%, im Dezember dagegen 0.69%, im Januar 1.13%, im Februar 0.80%, im April 0.66%. Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß der Phosphatidgehalt gegen die Mitte des Winters größer wird, um am Anfang des Frühlings beim Weibchen bis an die Sommernorm herabzusinken. Ich habe keine Angaben für die Männchen im April. Auf jeden Fall ist die Differenz zwischen dem sommerlichen und dem winterlichen Phosphatidenlevel beim Männchen auffallend. Wenn wir die Tatsache gelten lassen, daß die physiologische Aktivität des Organs mit seinem Gehalt an Phosphatiden im Zusammenhang steht, so wird die Aktivität des Darmes des überwinternden Frosches im

Winter nicht nur nicht gehemmt, sondern in der Periode des winterlichen Hungers zuzunehmen scheint.

Der Gehalt an freiem Cholesterol hält sich mehr weniger auf demselben Level bei beiden Geschlechtern, im Sommer und im Winter. Bei Männchen fällt er im Frühling (März) bis zur Hälfte. Daß der Cholesterolgehalt im Darm in verschieden großen Quantitäten auftritt, ist leicht verständlich, denn jetzt wird der letztere für ein das Cholesterol resorbierendes und exkretierendes Hauptorgan gehalten (Sperry, Frölicher und Süllmann). Für die Jahreszeiten charakteristische Konzentrationen des Cholesterols dürfen also in der Darmwand nicht gesucht werden, weil der Gehalt fortwährenden Schwankungen unterliegt.

Im Winter beobachten wir eine entschiedene Steigerung des Prozentsatzes der Neutralfette in der Darmwand. Hungern wir das Tier im Sommer aus, so fallen die Neutralfette des Darmes auf den durchschnittlichen Gehalt von 0.11%, aber nicht tiefer. Es ist leicht möglich, daß dieser Level auch im Winter, da der Frosch keine Nahrung zu sich nimmt, bestehend bleibt. Der Gehalt an Neutralfetten steigt aber im Dezember auf 0.30% des Darmgewichtes und darüber hinaus; in den folgenden Monaten hält er sich auf dem Level von 0.20%. Die in Rede stehenden Neutralfette stammen aber nicht von der Resorption her, sie müssen in dem Organismus selbst gesucht werden. Die Neutralfette erscheinen bekanntlich in den Geweben als metaplasmasches Produkt; es müssen uns also histologische Untersuchungen darüber belehren, in welchem Teil der Darmwand und in welcher Dislozierung dieselben in den Geweben auftreten.

Außer den Lipiden kommen in der Darmwand im Winter auch die Karotenoide vor, welche im Sommer, wenigstens bei den ausgehungerten Tieren, nicht in nachweisbarer Menge auftreten. Ihre Konzentration ist zwar auch im Winter außerordentlich klein, sie genügt aber, um den normalerweise im Sommer farblosen Organauszug, im Winter gelblich zu färben. Die Karotenoide erscheinen bekanntlich zugleich mit den Neutralfetten, in welchen sie sich auflösen. Ich vermute also, daß die Neutralfette deshalb in einer größeren Menge in der Darmwand im Winter auftreten, um den Karotenoiden als Lösungsmittel zu dienen. Diese Vermutung kann jedoch im Wege von chemisch-analytischen Untersu-

chungen nicht entschieden werden. Ich versuchte daher mittels histologischer Beobachtungen weitere Aufklärungen zu bringen.

Chemisch wurde also festgestellt: vermutliche Aktivität des Organs im Winter (der hohe Gehalt an Phosphatiden), ein höherer Gehalt an Neutralfetten als im Sommerhungerzustande und das Vorhandensein von Karotenoiden.

Methoden und Ergebnisse der histologischen Untersuchungen.

Den eigentlichen Gegenstand meiner Untersuchungen bildete der Darm. Zum Vergleich wurden aber immer Präparate aus den Magen- und Dickdarmsstücken sowie aus der Leber herangezogen, weil dieselbe eine wichtige physiologische Rolle im Metabolismus der Lipide und der Karotenoide spielt und weil charakteristische Erscheinungen der sekundären Fettimpletion auftreten, welche auf eine Teilnahme der Leber an der Frühlingsmobilisierung der Lipide im Organismus hinweisen. Der zyklische Charakter des in Rede stehenden Prozesses hat die Aufmerksamkeit mehrerer Forscher erregt; vor kurzem wurde er von Berg beim Salamander untersucht.

Ich wollte bei meinen Untersuchungen den eventuellen Zusammenhang der Leber mit dem Darm während des winterlichen Lipidenmetabolismus nicht unbeachtet lassen.

Die Frösche wurden durch Dekapitation vertilgt und gleich nach der Blutentleerung seziiert. Nach einer anatomischen Untersuchung des ganzen Verdauungskanals wurden kleine Stückchen der Magen- und Darmwand aus dem Anfangs- und Endteile des Organs, sowie aus dem Dickdarm und aus der Leber herausgeschnitten. Das Material fixierte ich in 10% Formol und im Fixierungsmittel nach Regaud. Das erstere diente zur morphologischen Lipidenuntersuchung, nach Regaud wurden die Mitochondrien gefärbt. Die im Formol 12—24 Stunden hindurch fixierten und im laufenden Wasser gespülten Stücke durchtränkte ich mit Gelatin und verfertigte daraus 7—10 μ dicke Gefrierschnitte. Dieselben wurden teilweise mit Sudan-Orange auf Lipide gefärbt, nachher fand die Nachfärbung mittels sauren Hämalauns statt.

Der zweite Teil der Gefrierschnitte wurde in Gummi arabicum ohne irgendwelche Färbung montiert. Auf diese Weise bekam ich Präparate, welche sich nicht nur zur Beobachtung im Polaris-

tionsmikroskop eignen, sondern auch zur Auffindung der natürlichen gelben Farbstoffe dienen.

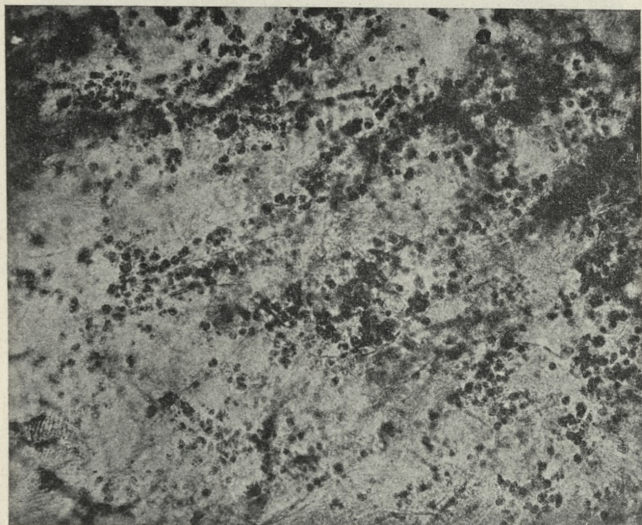
TABELLE V.

No	Datum	Geschlecht	Körpergewicht in g	Dünndarmgewicht in g	Herkunft des Frosches
<i>Rana esculenta</i>					
1	22 I 1938	♀	51·50	0·7175	Teich
2	25 I „	♀	51·90	0·6950	Terrarium
3	13 II „	♀	51·50	0·8400	„
4	17 II „	♀	43·20	0·5405	„
5	18 II „	♂	43·00	0·6155	„
6	20 II „	♀	64·50	0·7565	„
7	23 II „	♀	40·00	0·5020	„
<i>Rana temporaria</i>					
1	22 II 1938	♀	61·00	0·5020	Terrarium
2	24 II „	♂	54·50	0·2980	Teich
3	26 II „	♀	59·50	0·2690	„
4	27 II „	♀	55·60	0·2800	„
5	28 II „	♀	50·90	0·2840	„
6	1 III „	♂	48·60	0·3130	„
7	2 III „	♂	33·50	0·1965	„

Unter den frisch aus den Gewässern bezogenen und den im Laboratorium gehaltenen Tieren wurden nur anatomische Unterschiede im Entwicklungsgrade der Gonaden beobachtet. Bei den frisch bezogenen Tieren fand ich immer gut entwickelte Ovarien und Hoden und der Fettkörper war immer klein. Dagegen wiesen die Laboratoriumstiere größtenteils verkümmerte Gonaden und einen prächtigen Fettkörper mit mehreren bandartigen Lappen von schöner gelber Farbe auf. Schon seit langem wird dem Fettkörper eine Teilnahme an der Vorbereitung der Gonaden zur Geschlechtstätigkeit zugeschrieben, wobei der Fettkörper unverändert

bleibt, wenn die Gonaden verkümmern, anstatt stufenweise zu verschwinden, wie dies in dem Falle geschieht, wenn die Gonaden in entsprechender Zeit ihre Tätigkeit auszuüben beginnen (Gaupp).

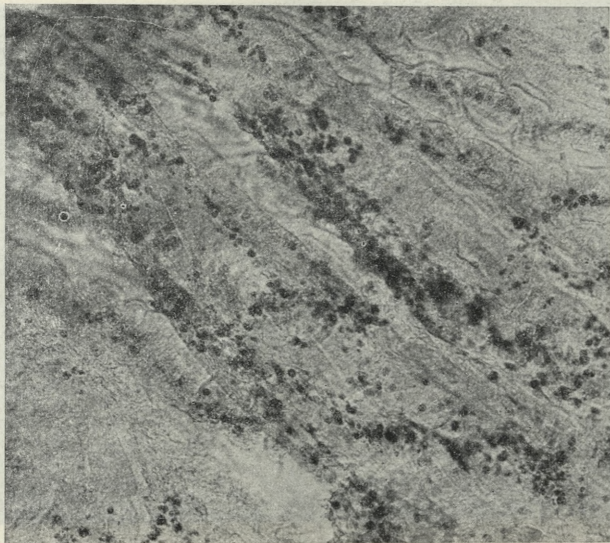
Das anatomische Bild des Verdauungskanals sah im Winter folgendermaßen aus: der Schlund war mit seinen distinkten Längsfalten ziemlich stark zusammengezogen und seine Schleimhaut



Phot. 1.

mit einer Schicht dunstigen Schleims bedeckt. Der Magen war ebenso distinkt verengt und sein Lumen mit Schleim ausgefüllt. Die Schleimhautfärbung war bei *R. esculenta* und *R. temporaria* verschieden. *R. esculenta* besaß meistens einen blaßgelben Färbungsstich der Schleimhaut, bei *R. temporaria* war die Schleimhaut orange-gelb gefärbt und deshalb wurde auch der Magen samt dem Darm zur Untersuchung des Karotenoideninhaltes herangezogen. Der Dünndarm der zwei untersuchten Froschspezies weist ein verschiedenes Gewicht auf. Grundsätzlich hat die *R. temporaria* ein niedrigeres Darmgewicht als die *R. esculenta*. Das ist klar, denn dieses Organ ist bei *R. esculenta* viel länger als bei *R. temporaria*. Auch ist seine Wand viel dicker als die Darmwand der letzterwähnten Spezies.

Wie aus Tabelle V ersichtlich ist, können diese Verschiedenheiten im Darmgewicht nicht durch die Differenzen in der Tiergröße und im Gewicht erklärt werden. Das Körpergewicht der untersuchten Exemplare von *R. esculenta* schwankte zwischen 40—64·50 g, das Darmgewicht zwischen 0·5020—0·8400 g. Bei *R. temporaria* betrug das Körpergewicht 33·50—61·00 g, das Darmgewicht 0·1965—0·2980 g. Der Darm wog nur einmal 0·5020 g.

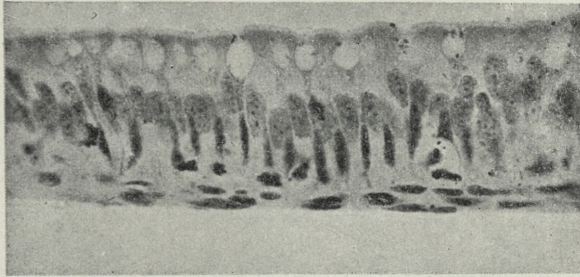


Phot. 2.

Es ist klar, daß die Zunahme des Körpergewichtes am häufigsten mit der Zunahme des Darmgewichtes zusammengeht und zwar in den Gewichtsgrenzen, welche für beide Froschspezies charakteristisch sind.

Der Länge nach zerschnitten und von der Innenseite beobachtet, zeichnet sich der Dünndarm durch eine orange-gelbe Färbung aus, deren Intensität von Duodenum angefangen gegen den Dickdarm zu abnimmt. Wenn er auf dem Objektträger in der Gänze liegt und unter dem Mikroskop beobachtet wird, so weist er an der ganzen Oberfläche der gefalteten Schleimhaut mehrere Zellelemente von distinkter gelber Farbe auf. Dieselben treten noch besser auf einem Dauerpräparate zutage, welches aus der ganzen

Darmwand hergestellt wurde. Nach dem Entwässern des Organs mittels 96% und absoluten Alkohols und nach der Aufhellung in Zedernholzöl wurde das Präparat in Kanadabalsam montiert.



Phot. 3.

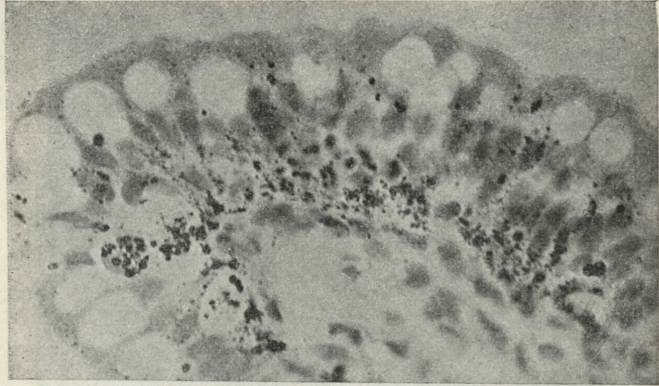
Trotz der erwähnten Behandlung verloren die in Rede stehenden gelben Zellen ihre Färbung nicht. Das Mikrophoto No 1 stellt



Phot. 4.

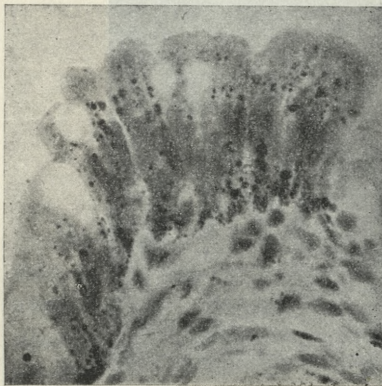
eine Aufnahme solch eines Präparates aus der Darmwand eines Froschmännchens der *R. esculenta*-Spezies, Anfang Dezember 1937, dar. Die in einer größeren Anzahl deutlich auftretenden dunklen Elemente entsprechen unseren oben beschriebenen gelben Zellen.

Auf dem Mikrophoto No 2 sind dieselben sehr gut sichtbar, sie erscheinen aber in kleineren Anhäufungen, in einer deutlich umrandeten Darmfalte. Selbstverständlich wurden die gelben Zellen



Phot. 5.

ohne jede künstliche Färbung photographiert. Vielleicht ist also die gelbe Schleimhautfärbung ihrem Vorhandensein zuzuschreiben.

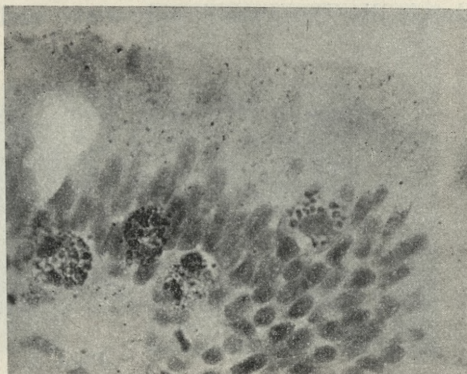


Phot. 6.

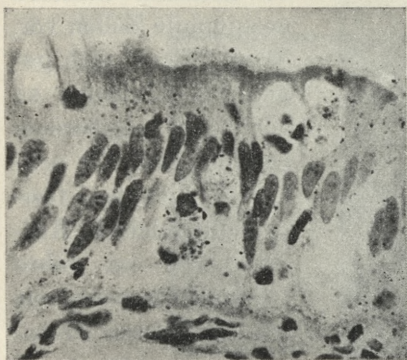
Der histologische Aufbau des Froschdarmes ist bekanntlich sehr einfach. Die Oberfläche der Darmschleimhaut weist nämlich eine charakteristische Faltung auf. Die Faltenwurzel ist aus Bindegewebe aufgebaut und besitzt ein zentral verlaufendes Lymphgefäß. Dieses zarte Bindegewebe sieht in den einzelnen Darmabschnitten verschieden aus. Es enthält ziemlich viele Bindegewebszellen, welche sich auch dicht unter der Basalmembran des Darmepithels befinden. In der Darmschleimhaut sind viele Phagozyten sichtbar, nämlich eosinophile Zellen, deren Anzahl von Duodenum anfangen abnimmt. Außer den letztgenannten eosinophilen Leuko-

zyten werden noch sog. Phagozyten vorgefunden, welche in ihrem Protoplasma kleinere und größere Klümpchen enthalten.

Die Faltenoberfläche ist mit dem gewöhnlichen Darmepithel bedeckt, welches Phot. 3 darstellt. Charakteristisch ist die unter dem Kutikularsaum sich befindende Protoplasmagegend; sie ist nämlich dunkler gefärbt. Dort befindet sich bekanntlich die apikale Anhäufung der Mitochondrien und dort ist vielleicht die Ursache für die vergrößerte Adsorptionsfähigkeit dieses Zellengebietes zu suchen. In der Periode der angestrengten Fettresorption bleibt der oberste Protoplasmateil frei von der Substanz, welche dagegen das Zellengebiet oberhalb des Kernes ausfüllt (Phot. 4).



Phot. 7.

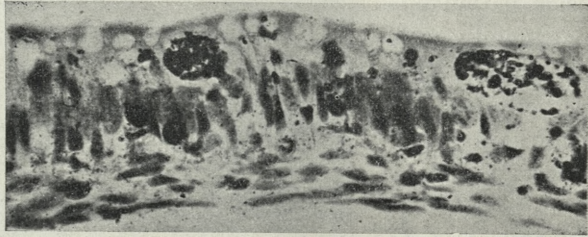


Phot. 8.

Der Gehalt an mikroskopisch sichtbaren Lipiden verändert sich im Winter im Darmepithel. Meinen bisherigen Beobachtungen zufolge hängt dies mit dem Darmabschnitt zusammen. Auf den Präparaten des Duodenums sind solche Stellen sichtbar, auf denen ziemlich große Lipidenanhäufungen beobachtet werden. Diese Lipide kommen an der Grenze des Epithels und des Bindegewebes

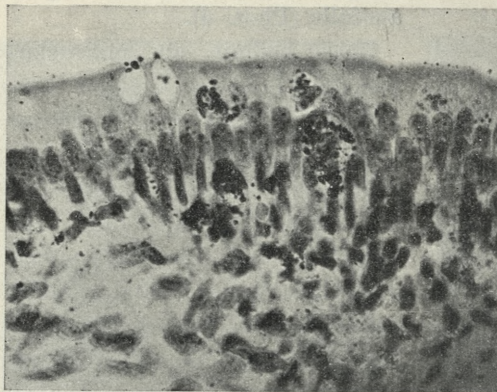
vor, sowie in den basalen Teilen der Zylinderzellen unter dem Kern (Phot. 5). Außerdem sehen wir auch feine Lipidkörnchen in den oberen Zellenteilen (Phot. 6). Selbstverständlich stammen sie nicht von den Resorptionsprodukten, da der Frosch um diese Zeit gar nichts isst und der Darm außer dem Schleim nichts mehr

enthält. Auch ist die Menge und die Anordnung dieser Lipide eine ganz andere, als die zur Zeit der angestregten sommerlichen Fettresorption, was durch einen Vergleich mit Phot. 4. bestätigt werden kann. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Lipide durch die Darmwand exkretiert und dann reabsorbiert wurden.



Phot. 9.

Ziemlich viele Lipide werden in den Phagozyten der diversen Typen beobachtet. Nach Gaupp zerfallen sie in mehrere Gruppen von Wanderzellen, welche fein oder grob granuliertes Protoplasma besitzen.

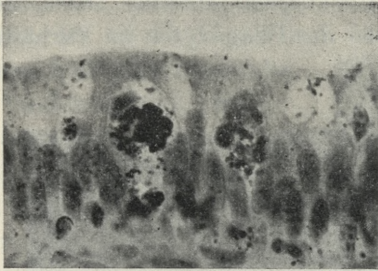


Phot. 10.

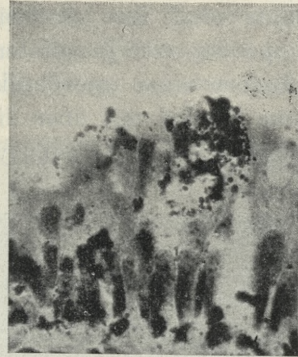
Nach Krause kommen mehrere eosinophile Zellen vor, deren Anzahl sich gegen den Enddarm zu verringert. Außerdem werden auch die echten »Phagozyten« festgestellt, welche R. Heidenhain im Jahre 1888 als Elemente mit bunt gefärbten Protoplasmaeinschlüssen diverser Größe beschrieben hat. Nach Nico-

las stellen sie die degenerierenden Epithelzellen dar, de Bruyne dagegen kam auf die Heidenhainsche Konzeption zurück und bestätigte, daß diese Phagozyten die Überreste der aufgefressenen Zellen enthalten und nicht nur im Epithel, sondern auch im Bindegewebe vorgefunden werden. Endlich unterschied Oppel

als eine besondere Phagozytengruppe die Wanderzellen mit gelben Pigmenteinschlüssen, welche er nur in dem Endteile des Dünndarmes vorfand.

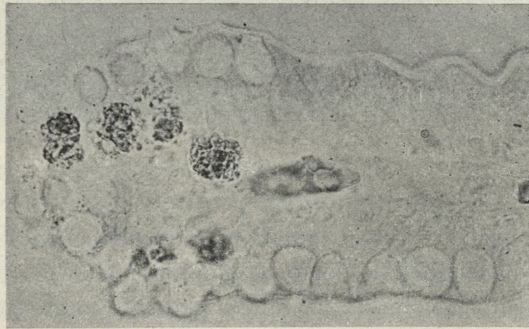


Phot. 11.



Phot. 12.

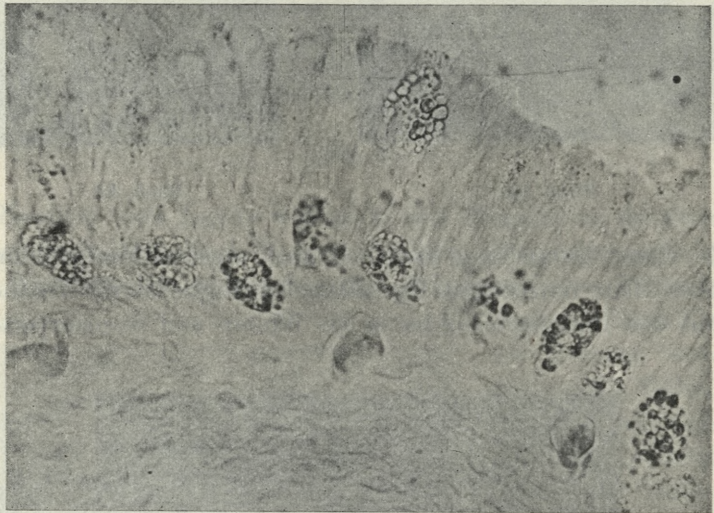
Zu dieser Darstellung kann ich nach eigenen Beobachtungen manches Neue hinzufügen. Vor allem bestätigte ich die Veränderlichkeit des Phagozytenbildes in der Winter- und Sommerperiode.



Phot. 13.

Die oben erwähnten Beobachtungen, die an den Darmphagozyten angestellt wurden, entsprechen dem Sommerbilde. Im Winter verändert es sich: selbstverständlich kommen auch gewöhnliche neutro- und eosinophile Leukozyten im Darmepithel vor, an erster Stelle stehen aber die großen Phagozyten von R. Heidenhain

und vor allem die Pigmentphagozyten von O p p e l. Die letzteren sind aber in einer so großen Menge und in einer so veränderten Gestalt vorhanden, daß man von einer besonderen Phagozytengruppe sprechen kann. Charakteristisch für die in Rede stehenden Gebilde sind ihre großen Dimensionen. Auf Phot. 7. ist eine Gruppe der vier genannten Phagozyten sichtbar, von denen einer im Innern einen gewöhnlichen Leukozyten enthält. Diese Aufnahme belehrt uns über die Größe der Phagozyten im Verhältnis zu derjenigen der Leukozyten.



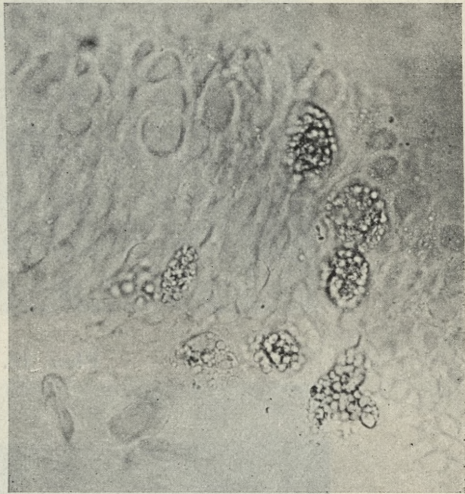
Phot. 14.

Im Protoplasma treten ziemlich viele Körnchen und große Kugeln auf, die die Zellen meistens gänzlich ausfüllen. Der Kern ist gewöhnlich einheitlich, öfters aber geteilt (Phot. 8). Wird das Präparat mit Sudan-Orange gefärbt, so beobachtet man, daß der größte Teil unserer großen Phagozyten viele Lipidkugeln enthält. Die letzteren können sehr groß sein und das Zellenprotoplasma gänzlich ausfüllen (Phot. 9), in dem sie auch den Kern zudecken (Phot. 11). Öfters erscheinen sie aber in kleineren Dimensionen; gleichzeitig verringert sich auch die Größe der Wanderzellen (Phot. 10). Die Phagozyten wandern von der Basis des Epithels aus nach dessen Oberfläche, und bewegen sich in der Richtung

des Darmlumens. Auf Phot. 12 ist ein Phagozyt an der Lumen-grenze sichtbar.

Von Zeit zu Zeit lassen sich aber die Innenlipide der Phagozyten nicht auffärben.

Wird das ungefärbte Präparat untersucht, so fällt die gelbe Färbung der Phagozyten in die Augen. Die Färbung ist so distinkt, daß diese Elemente direkt aufgenommen werden können (Phot. 13, 14, 15, 17). Wir sehen hier eine Darmfalte, in welcher eine Phagozytengruppe auftritt (Phot. 13). Auf Phot. 14 sind sie an der Epithelbasis sichtbar; einige befinden sich noch im Bindegewebe, andere sind schon zwischen die Epithelzellen gewandert.



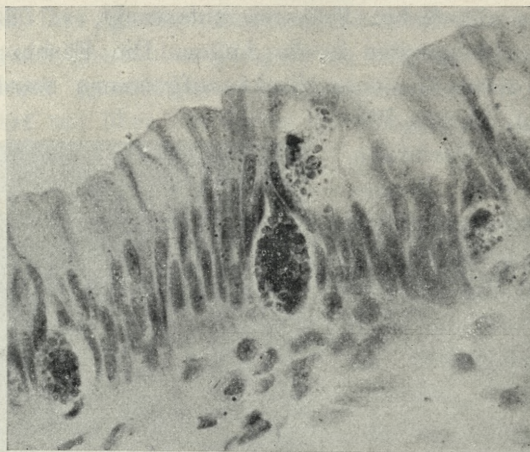
Phot. 15.

Eine stufenartige Wanderung nach der Epitheloberfläche zu stellt Phot. 15 dar. Auf Phot. 16 ist das Verhältnis des Phagozyten zu den ihn umgebenden Zellen sichtbar. Der

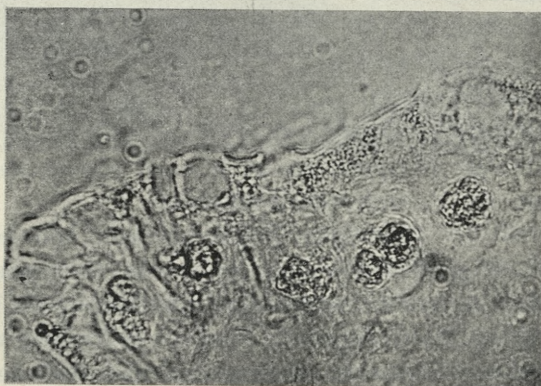
große grobkörnige Phagozyt steckt in einer Nische, welche durch ein Umbiegen der Zylinderzellen entstand.

Auf Grund der bisherigen Beobachtungen könnte man annehmen, daß die großen Phagozyten in zwei Gruppen eingeteilt werden sollten: die erstere würde die Lipidphagozyten, die zweite die Pigmentphagozyten umfassen. Eine solche Teilung würde aber nicht den wahren Tatsachen entsprechen und sie ist auch nicht nötig. Die oben beschriebenen Zellen repräsentieren einen und denselben Phagozytentypus; ihr Vorkommen im Darm im Winter ist für diese Jahresperiode charakteristisch und hängt mit den Prozessen zusammen, während derer die Mobilisierung und der Transport der Lipide und der Karotenoide im Organismus vor sich geht.

Außer den gelben Einschlüssen kommen in den Phagozyten auf den ungefärbten Duodenumpräparaten noch viele gelbe Körnchen in den Zylinderzellen selbst vor. Dieselben verleihen den



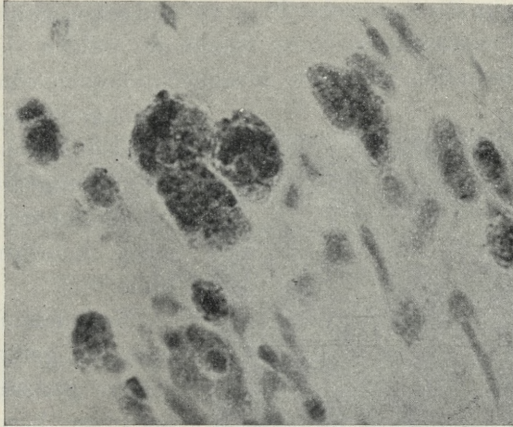
Phot. 16.



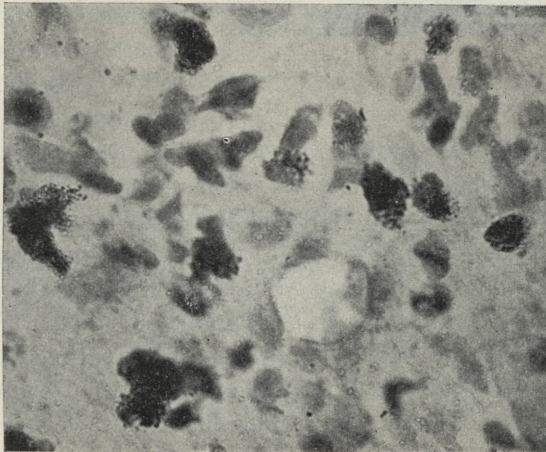
Phot. 17.

oberen Zellenteilen einen gelblichen Stich. Diese Körnchenanhäufungen sind auf Phot. 17 sichtbar, wo sie im ungefärbten Zustande aufgenommen wurden. Es gibt dort noch außerdem einige gelbe Phagozyten. Dem Umstand, daß gelbe Körnchen massen-

haft in den apikalen Partien der Zellen des oberen Darmteiles auftreten, halte ich für sehr wichtig.



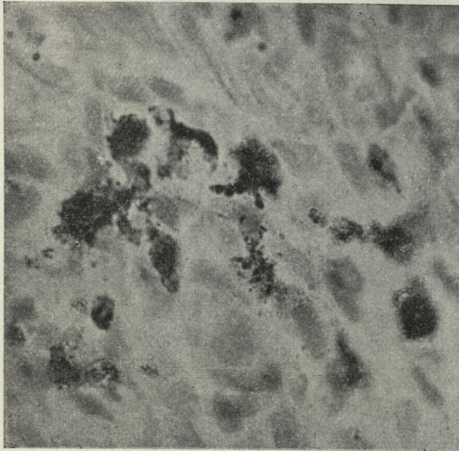
Phot. 18.



Phot. 19.

Die oben beschriebenen Phagozyten sind manchmal auch in den tieferen Partien der Submukosa vorhanden (Phot. 18). Infolgedessen ist es ausgeschlossen, sie für degenerierende Epithelzellen zu halten.

Außerdem kommt in der Mucosa noch eine Zellenart vor. Es sind dies nämlich kleinere Zellen mit einem Kern, welche distinkte Körnchen enthalten, die mit Sudan-Orange färbbar sind. Sie liegen gruppenweise im Bindegewebe (Phot. 19) und sehen ganz verschieden aus. Phot. 20 repräsentiert diese Elemente, welche sich unter dem Darmepithel befinden. Distinkte Ausläufer scheinen von ihren Wan-



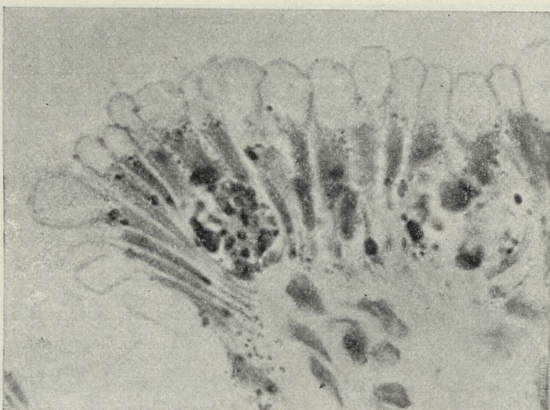
Phot. 20.

derungspotenzen zu zeugen. Die Körnchen erscheinen im ungefärbten Präparat als gut sichtbare, weiße, stark lichtbrechende Gebilde.

Nachdem das Vorkommen der gelben Phagozyten im ganzen Dünndarm bei einer besonderen Anhäufung am Anfang des Organs und in der Duodenumgegend zweifellos nachgewiesen worden war, versuchte ich dieselben in den anderen Teilen des Verdauungssystems festzustellen.

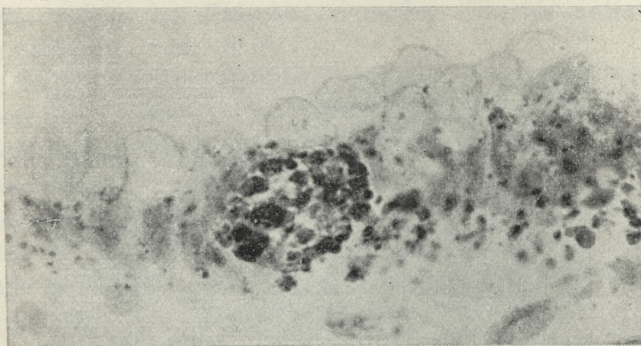
Tatsächlich wurden sie auch im Dickdarm, obwohl in kleineren Mengen und in kleineren Dimensionen, vorgefunden. Im Epithel des Magens befanden sich auch Lipide und die den Farbstoff enthaltenden Phagozyten (Phot. 21). Es waren ihrer aber nicht viele. Es wurden auch große Phagozyten mit groben Lipideinschlüssen festgestellt (Phot. 22). Als ganz spezifische Erscheinung kommt außerdem eine Verfettung des Protoplasmas der Epithelzellen vor, welche die Schleimhautoberfläche bedecken. Auf Phot. 23 ist das Epithel der Schleimhautfalte sichtbar mit dem distinkt vom Protoplasma abgegrenzten Sekret im oberen Zellenteile. Über dem Kern und in dem Basalteile der Zelle sind Lipidkörnchen angehäuft. Obwohl dem Magenepithel die Resorptionsfähigkeit zugeschrieben wird (G a u p p), so nehme ich trotzdem an, daß hier eine Fettphanerose vorliegt, welche durch die winterliche Hemmung der Organstätigkeiten verursacht wurde.

Weder die Schleim- noch die Flimmerzellen des Schlundepithels enthalten sichtbare Lipide. Im Epithel werden aber einige



Phot. 21.

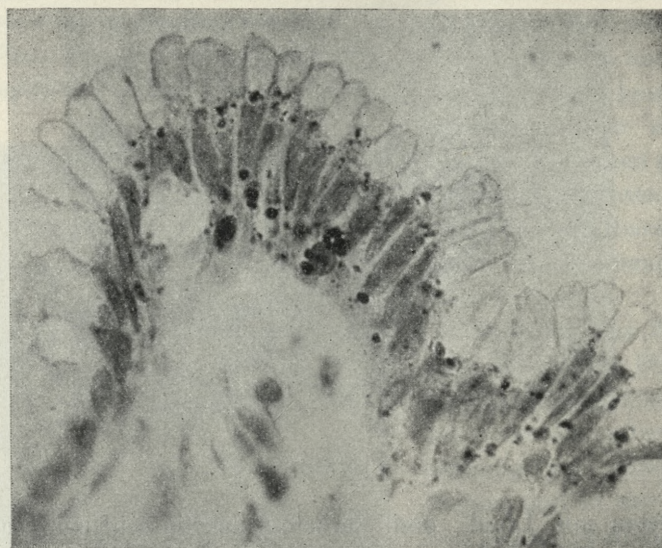
Phagozyten mit Lipid- und Farbstoffeinschlüssen vorgefunden. Ein solcher Phagozyt ist auf Phot. 24 sichtbar.



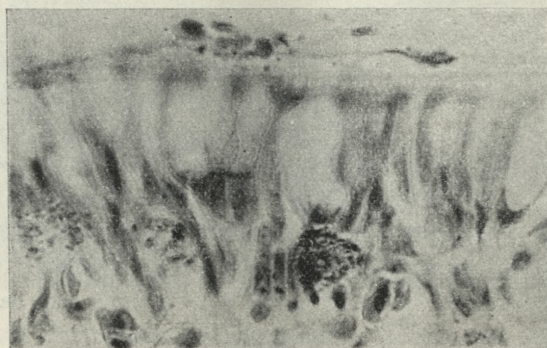
Phot. 22.

Die Leber der im Winter untersuchten Tiere enthält nur ausnahmsweise größere Lipidmengen. Sie weist einen schönen, schlauchartigen Aufbau auf, besitzt große Parenchymzellen mit einer Protoplasmaverdunstung am Gallenpol und eine geringe Menge braunen Pigments in besonderen Inseln. Von den 18 Frö-

schen, welche in der Zeit von 14. I. zum 26. IV. 1937 untersucht wurden, besaßen nur 5 Individuen Lipide in der Leber, davon



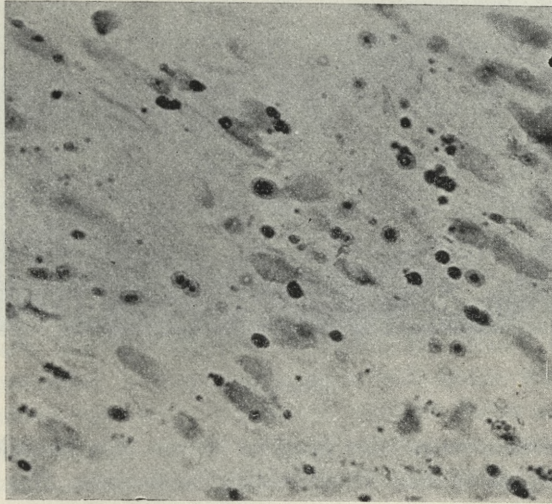
Phot. 23.



Phot. 24.

4 im Januar und einer im April, ganz kleine Mengen wiesen drei Frösche auf, je einer in den Monaten Januar, Februar und März, die anderen enthielten gar keine Lipide in ihren Lebern.

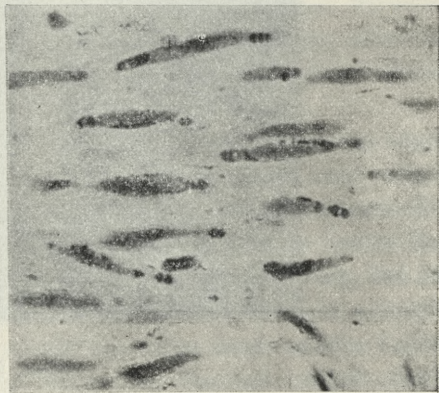
Selbstverständlich sind das keine endgültigen Ergebnisse; das Problem der Fettimpletion der Froschleber am Ende des Winters



Phot. 25.

und am Anfang des Frühlings erfordert systematische Untersuchungen, welche an Fröschen derselben Spezies unternommen werden müssen, weil nach Berg die sekundäre Fettimpletion der Leber mit der Laichperiode zusammenhängt und die Brunst für die verschiedenen *Rana*-Spezies bekanntlich nicht in dieselbe Zeit fällt (Gaupp).

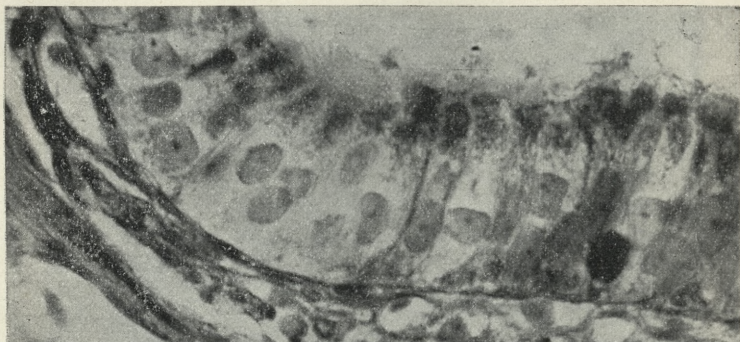
Berg stellt fest, daß die Leber am Anfang des Frühlings von der Skelettmuskulatur Lipide erhält. Im Verdauungskanal des Frosches beobachtet man aber auch im Winter eine charakteristische



Phot. 26.

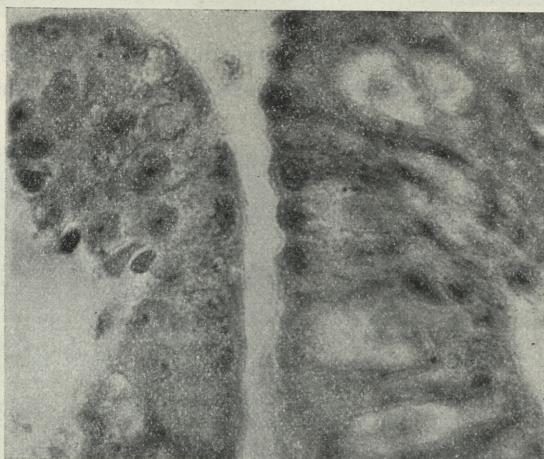
Verfettung der glatten Muskulatur, und zwar unterliegt die Außenmuskulatur des Schlundes der größten Verfettung, weniger die

Magen- und am wenigsten die Darmmuskulatur. Auf Phot. 25 ist die Verfettung der Schlundmuscularis sichtbar. Im Bereiche



Phot. 27.

der *Muscularis externa* des Magens wurde eine charakteristische Lage der Lipide in den Muskelzellen beobachtet. Die Lipide er-



Phot. 28.

scheinen an den Enden der stäbchenartigen Kerne, an diesen Stellen also, wo sich das Sarkoplasma befindet. Die Lipidentröpfchen fließen öfters zusammen und bilden um die Kernoberfläche eine Art von Spirale oder Käppchen (Phot. 26).

Die Mitochondrien, deren Teilnahme an den Resorptions- und Sekretionsprozessen so deutlich von den Verfassern früherer Arbeiten hervorgehoben wurde, werden im Darmepithel des überwinternden Frosches mittels der Regaud'schen Methode ohne Schwierigkeit nachgewiesen. Sie kommen nämlich in zwei Anhäufungen vor: die größere, apikale Anhäufung befindet sich in dem oberen Zellenteile und berührt fast den Kutikularsaum. Es sind dies kleine, stäbchen- und körnchenartige Mitochondrien, welche sich in der Nähe des Kernes lockern (Phot. 27). Derselbe apikale Apparat, welchem bekanntlich die Teilnahme an der Resorptions-tätigkeit der Zelle zugeschrieben wird, kommt auch in dem stark akkumulierten System vor (Phot. 28). Außerdem ist in den Präparaten der zweite Mitochondrienapparat sichtbar, welcher sich in der Basis der Zylinderzelle befindet. Er nimmt angeblich an der sekretorischen Tätigkeit der Zelle teil. Beide Mitochondrien-systeme treten also in der Zelle in aktiver Form auf, wodurch eine Zerkleinerung der Mitochondriensubstanz zustande kommt, deren Zweck es ist, eine große Fläche zu bilden.

Schlußfolgerungen.

Das Problem der physiologischen Aktivität des Darmes beim überwinternden Frosch kann nur im Wege des Experiments gelöst werden. Die Untersuchungen ergeben, daß im Winter Prozesse in der Darmwand vor sich gehen, welche im Sommer entweder gar nicht zustande kommen oder in einem nur beschränkten Grade stattfinden.

Der Darm übt bekanntlich vielseitige Tätigkeiten im Organismus aus: er ist ein resorbierendes, sekretierendes und exkretierendes Organ. Die Exkretionstätigkeit umfaßt auch manche Zusammensetzungen der Lipidengruppe, wie aus den in letzter Zeit erschienenen Publikationen hervorgeht. Wir wissen jetzt, daß der Darm nicht nur das Cholesterol resorbierende und exkretierende Hauptorgan ist, sondern daß er sicher auch andere Lipide ausscheidet. Die exkretierende Rolle des Darmes umfaßt gewiß auch die die Lipide stets begleitenden Stoffe, nämlich die karotenartigen Pigmente. Diese Erscheinung untersuchte ich im Froschdarm im Winter, während die Polyenfarbstoffe im Organismus kreisten, was durch eine allgemeine Mobilisierung der Karotenoide im Organismus verursacht wird.

Der Froschkörper enthält ziemlich viele karotenartige Farbstoffe. Es wurden in ihm Polyenkohlenwasserstoffe, Polyenalkohole und deren Ester festgestellt. Der größte Teil dieser Substanzen befindet sich in der Leber und in dem Fettkörper des Frosches. Wir müssen uns nur die Verschiedenheit in der Intensität der gelben Färbung des letzteren vergegenwärtigen, um zu verstehen, inwiefern die individuellen und vor allem die geschlechtlichen Differenzen den Karotenoideninhalt des Fettkörpers beeinflussen. Die Weibchen besitzen meistens einen dunkler gefärbten Fettkörper als die Männchen. Nach Gaupp ist der Fettkörper ein Reservefettdepot, dessen Vorräte in erster Reihe für die Keimdrüsen bestimmt sind. Zu Beginn des Winterschlafes ist er normal stark gefüllt und groß, eine starke Abnahme weist er erst kurz vor dem Laichgeschäft auf. Welche Rolle die Fettvorräte des genannten Körpers bei den Leistungen der Gonaden spielen ist jedoch noch nicht bekannt. Außer dem Fett enthält aber der Fettkörper auch karotenartige Pigmente, deren Rolle in den Keimdrüsen zwar nicht klar ist, deren Erscheinen aber in überraschender Weise mit der Gonadenaktivität zusammenfällt. Die aktiven Hoden der Froschmännchen bekommen im Frühjahr eine orange-gelbe Färbung (Holzapfel). Im allgemeinen ist die Tatsache bekannt, daß sowohl die Gonaden der Tierwelt wie auch diejenigen der Pflanzenwelt Polyene aufspeichern.

Die Tatsache, daß der Froschorganismus sich während des Winterschlafes zur Laichperiode vorbereitet, unterliegt keinem Zweifel. In Zusammenhang damit und vielleicht auch infolge der Hemmung der metabolischen Prozesse beginnen die Polyenpigmente im Organismus zu kreisen. Ein Teil derselben wird von den sich entwickelnden Gonaden zurückgehalten, den anderen speichert gewiß auch die Leber auf. Der Rest reizt die phagozytierenden Potenzen des Histiozytensystems des Organismus. Die letztere Anschauung bildete ich auf Grund meiner Beobachtungen, während welcher ich feststellte, daß im Winter in der Darmwand des Frosches große Phagozyten erscheinen, die mit gelbem Farbstoff reich beladen sind. Da diese großen Gebilde meistens im Darmepithel auftraten und an dessen Basis viel kleiner waren, vermutete ich, daß sie im Bereiche des Epithels wuchsen, da sie mehr Farbstoff in sich nahmen.

Ein natürliches Lösungsmittel der Karotenoide sind bekanntlich die Neutralfette. Es zeigte sich, daß die in Rede stehenden Zellen mit Fettkugeln ausgefüllt waren, welche sich aufs schönste mittels der histologischen Methoden färben ließen.

Die Stelle des Bindegewebes, wo die Karotenoidenaufspeicherung durch die Phagozyten beginnt, ist vor allem das Grenzgebiet, wo das Bindegewebe an das Epithel anliegt. Öfters sind dort aneinander gereihete Bindegewebszellen zu sehen, welche sich eng zusammenschließen. Diese Schicht »der sternförmigen Bindegewebszellen« nennt Krause »eine zellige Basalmembran«. Hoffmann nimmt diese Benennung nicht an. Meines Erachtens gibt es hier keine Fibrozyten, sondern Histiocyten, welche nach einer entsprechend kräftigen Reizung frei werden.

Die Lipidenaufspeicherung kann natürlich auch in den zerstreuten Histiocyten der Schleimhaut stattfinden. Deshalb werden hie und da größere oder kleinere Phagozyten in den tieferen Partien der Mukosa und Submukosa angetroffen, obwohl in viel kleineren Mengen als im Epithel und in der Bindegewebsschicht, die es einschließt.

Der während des Winters zahlreiche Lipochromphagozyten enthaltende Froschdarm wurde mittels chemischer Methoden auf das Vorkommen von Lipiden und Karotenoiden untersucht. Gleichzeitig wurde Xanthophyll gefunden, größtenteils in gebundener Form. Dies ist außerordentlich charakteristisch, denn der Fettkörper, den ich für die Hauptquelle des Lipochroms im Froschorganismus im Winter hielt, enthielt größtenteils Karoten (Rand, Zechmeister und Tuzson). Der Organismus scheint also nicht Polyenkohlenwasserstoffe, sondern Polyenalkohole auszuscheiden.

Die Lipochromphagozyten kommen zwar in der ganzen Länge des Dünndarms vor, aber der gelbe Farbstoff wird nur im Duodenum und in den folgenden Darmstücken, in den oberen Teilen der Zylinderzellen, vorgefunden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es hier zur Reabsorption der in das Darmlumen ausgeschiedenen Karotenoide kommt. Der Umstand, daß der Prozeß nur im Duodenum vor sich geht, wird dadurch erklärt, daß in das Duodenum der gemeinsame Ausführungsgang der Leber und der Bauchspeicheldrüse mündet, welcher die zur Resorption der Polyene notwendigen gallensauren Salze zuführt.

Das mikroskopische Bild der Leber spricht für eine physiologische, wenn auch nicht angestrenzte, Tätigkeit des Organs während dieser Zeit. Die Karotenoide werden also, ähnlich wie die Sterole, in das Darmlumen ausgeschieden, um nachher resorbiert zu werden.

Die chemischen Untersuchungen über den Gehalt an Lipiden im Darm des überwinternden Frosches ergaben folgende Resultate: der Phosphatidenlevel sinkt nicht bei den Männchen im Winter, sondern er steigt im Vergleich zu den Sommerergebnissen. Seit Mayer und Schaeffer ist es bekannt, daß zwischen der physiologischen Aktivität und einem hohen Phosphatidenlevel ein Zusammenhang besteht, daß also das Fortbestehen eines hohen Phosphatidgehalts während des Winters auf eine physiologische Aktivität des Organs hinzuweisen scheint. Bloor liefert einige interessante Beispiele für die Theorie von Mayer und Schaeffer. Er sagt folgendes: das aktive *Corpus luteum* weist einen einigemal höheren Phosphatideninhalt in der Periode der Tätigkeit auf, als zur Zeit der Entwicklung oder des Schwundes. Die sekretierende Milchdrüse hat einen doppelt so hohen Gehalt an Phosphatiden als in der Ruheperiode. Aktivere Muskeln, welche eine präzise Funktion ausüben, weisen einen höheren Prozentsatz an Phosphatiden auf, als die weniger aktiven Muskeln, welche die einfachen, mechanischen Dienste leisten.

Das morphologische Korrelat des hohen Phosphatidenprozentsatzes im Darm ist der sehr gut entwickelte Mitochondrienapparat, welcher ebenso an dem Resorptions- wie auch an dem Sekretionspol erscheint.

Das zweite wichtige Ergebnis der chemischen Bestimmungen ist die Feststellung, daß ein verhältnismäßig hoher Gehalt an Neutralfetten in der Darmwand vorkommt. Das Hungern der Frösche während des Sommers verursacht ein Fallen der Neutralfette auf 0.11%. Man könnte annehmen, daß sich der Level im Winter, da der Frosch keine Nahrung zu sich nimmt, auf dieser Höhe halten sollte. Das Gegenteil geschieht. Der Level steigt distinkt, indem er am Anfang des Winters über 0.40% beträgt. Morphologisch wird dieses Fett wahrscheinlich in Gestalt von metaplasmatischen Produkten vorgefunden, welche in den Lipochromphagozyten, an der Basis des Darmepithels oder schließlich in den Zylinderzellen allein auftreten. Mit höchster Wahrscheinlichkeit

kann angenommen werden, daß die Neutralfette in diesem Fall zur Auflösung der karotenartigen Pigmente dienen. Zum Beweis hierfür stellen wir folgendes fest: die Neutralfette werden in den Phagozyten vorgefunden, welche Karotenoide enthalten, dann an der Basis des Darmepithels, wo, wie oben ausgeführt wurde, die Histiozytenschicht auftritt und schließlich in den Zylinderzellen, welche auch die resorbierten Lipochrome aufspeichern.

Der Neutralfettlevel sinkt im Frühjahr, was sich durch die Aufspeicherung der Karotenoide samt ihren natürlichen Lösungsmitteln in den sich schnell entwickelnden Gonaden erklären läßt.

Zusammenfassung.

1. Die Arbeit behandelt das Problem der Aktivität des Froschdarms im Winter. Obwohl der Frosch im Winter keine Nahrung zu sich nimmt, leistet der Darm, wie festgestellt wurde, doch eine spezifische Tätigkeit.

2. An der ganzen Oberfläche der Dünndarmsschleimhaut erscheinen nämlich große Phagozyten, welche Lipide mit aufgelösten Karotenoiden enthalten. Die Phagozyten entstehen wahrscheinlich aus den Histiozyten des Schleimhautbindegewebes.

3. Das Vorhandensein der Karotenoide in der Darmwand wurde auf chemischem Wege festgestellt. Es wurde nämlich das freie und das gebundene Xanthophyll gefunden.

4. In der Duodenumgegend beobachtet man in den Zylinderzellen das gelbe Pigment, welches wahrscheinlich aus dem Lumen reabsorbiert wurde.

5. Chemische Untersuchungen über den Lipidgehalt des Darmes im Winter ergaben manche interessanten Resultate in bezug auf Phosphatide und Neutralfette.

6. Der Gehalt an Phosphatiden beläuft sich auf ca 1% des frischen Organgewichtes. Im Vergleich zu den Sommerergebnissen ist er nicht gesunken, bei den Männchen ist er sogar gestiegen. Auf dieser Basis muß die physiologische Organtätigkeit aufgebaut werden. Die letztere muß auf die Exkretion zurückgeführt werden.

7. Der Gehalt an Neutralfetten ist im Winter viel höher als bei den ausgehungerten Fröschen im Sommer. Die Neutralfette werden durch den Organismus selbst geliefert, da der Frosch im Winter keine Nahrung zu sich nimmt.

8. Während des Winterschlafes bereiten sich die Keimdrüsen zur Geschlechtstätigkeit vor. Dieser Prozeß hängt natürlich vom Zustand des ganzen Organismus ab. Als Vorbereitungsgebiet gelten auch die Lipide und die Karotenoide des Körpers. Sie werden in jener Periode mobilisiert und durch die Gonaden aufgespeichert. Die Lipidenmobilisierung wurde beim Salamander von Berg im Frühjahr beobachtet. Beim Frosch muß dieses Problem näher untersucht werden. Es wird den Gegenstand meiner nächsten Abhandlung bilden. Vorläufig bin ich zu dem Ergebnis gelangt, daß der Frosch im Winter die Karotenoide mobilisiert. Das Ausscheiden der karotenartigen Pigmente durch die Darmwand ist in der mir zugänglichen Literatur bisher nicht beschrieben worden.

Vorliegende Arbeit wurde im Institut für physiologische Chemie und im Histologischen Institut der Jagellonischen Universität ausgeführt. Ich erlaube mir den Herrn Direktoren beider Anstalten, Herrn Prof. Dr L. Marchlewski und Herrn Prof. Dr St. Maziarski bestens dafür zu danken, daß sie mir die Ausführung der Arbeit ermöglichten. Es ist mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr M. Siedlecki, dem Direktor des Zoologischen Institutes, und Herrn Dr J. Z. Robel für die ständige liebenswürdige Hilfsbereitschaft und die unentberlichen Ratschläge an dieser Stelle wärmstens zu danken.

Literaturverzeichnis.

- 1) Ackermann J., Bull. Int. Acad. Pol. Sc. Lt. Série B II. Cracovie 1936.
- 2) Ackermann J., Ibidem.
- 3) Adler, Der Winterschlaf, Handbuch der norm. und pathol. Physiologie Bd. 17, 1926 (zit. nach Holzapfel).
- 4) Barthélémy, C. R. Acad. Sc. Paris Bd. 182.
- 5) Berg W., Arch. f. mikr. Anat. Bd. 94, 1920.
- 6) Berg W., Ibidem Bd. 96, 1922.
- 7) Berg W., Ztschr. f. mikr.-anat. Fg. Bd. 1, 1925.
- 8) Bloor u. Snider, Journ. of Biol. Chem. Bd. 107, 1934.
- 9) de Bruyne C., Annales Soc. Méd. de Gand. Bd. 70, 1891. (zit. nach Gaupp).
- 10) Champy Chr., Archiv. anat. micr. Bd. 13, 1911.
- 11) Dietel, Klin. Wochschr. Bd. 12, 1933.
- 12) Frölicher u. Süllmann, Bioch. Ztschr. Bd. 270.
- 13) Gaupp E., Anatomie des Frosches III. Die Lehre von den Eingeweiden. 1904.
- 14) Heidenhain R., Pflügers Archiv. Bd. 43 Suppl. 1888.
- 15) Hoffmann H., Leitfaden für histologische Untersuchungen an Wirbellosen und Wirbeltieren. Fischer, Jena 1931.
- 16) Holzapfel R., Quart. Rev. Biol. Bd. 12, 1937.
- 17) Kater J. McA, Ztschr. Zellfg. u. mikr. Anat. Bd. 5, 1927.
- 18) Katsura u. Hatakeyama,

- Bioch. Zt. Bd. 234. 19) Katsura und Hatakeyama, *Ibidem* Bd. 257.
20) Katsura, Hatakeyama u. Tajima, *Bioch. Ztschr.* Bd. 269, 1934.
21) Katsura, Hatakeyama u. Tajima, *Ibidem* Bd. 284, 1936. 22) Krause R., *Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere III.* Berlin-Leipzig 1923.
23) Kuhn R. u. Brockmann H., *Hoppe-Seylers Ztschr.* Bd. 206, 1932.
24) Lederer E., *Les caroténoïdes des plantes.* Paris 1934. 25) Lederer E. *Les caroténoïdes des animaux.* Paris 1936. 26) Mayer u. Schaeffer J., *d. physiol. et path. gén.* Bd. 15, 1913. 27) Nicolas A., *Bull. séances Soc. Sc. Nancy.* 2-e Année 1890 (zit. nach Gaupp). 28) Okey R., *Journ. of Biol. Chem.* Bd. 88, 1930. 29) Ooppel, *Sitzber. Gesell. Morph. u. Phys. München* 1890 (zit. nach Gaupp). 30) Rand Ch., *Bioch. Ztschr.* Bd. 281, 1935.
31) Sperry W. M., *Journ. Biol. Chem.* Bd. 67, 1926. 32) Sperry W. M., *Ibidem* Bd. 71, 1926/27. 33) Sperry W. M., *Ibidem* Bd. 81, 1929. 34) Sperry W. M., *Ibidem* Bd. 85, 1929/30. 35) Sperry W. M., *Ibidem* Bd. 96, 1932.
36) Zechmeister L., *Erg. d. Phys.* Bd. 39, 1937. 37) Zechmeister L. u. v. Chohnoky L., *Die chromatographische Adsorptionsmethode.* Springer Wien 1937. 38) Zechmeister L. u. Tuzson P., *Naturwiss. Jhrg.* 23, 1925.
39) Zechmeister L. u. Tuzson P., *Hoppe-Seylers Ztschr.* Bd. 238, 1936.
-

Budowa histologiczna naczyń żylnych dorsza. — Über den histologischen Bau der Venen des Dorsches (Gadus callarias L., syn.: G. morrhua L.)

Mémoire

de M. J. BIBORSKI,

présenté le 17 Juin 1938 par M. St. Maziarski m. t.

Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung der Untersuchungen über die Venen bei niederen Wirbeltieren, deren Bau nur fragmentarisch und ungenau untersucht wurde. Der Verfasser hat den feineren Bau der Venen des Wasserfrosches *Rana esculenta* (Biborski 1932) bearbeitet, da sich jedoch bei den Untersuchungen herausstellte, daß der mikroskopische Bau der Venen dieses Tieres von den Bildern, welche wir in den Wänden der Venen höherer Tiere — Säugetiere, Mensch — finden, verschieden ist, ist die Frage aktuell geworden, ob der Bau der Venen der Fische ein anderer, einfacherer, oder aber ein komplizierter ist.

So wie der feinere Bau der Venen bei den Lurchen, so wurde auch die mikroskopische Anatomie der Venen bei den Fischen nur wenig behandelt.

Kurz erwähnt in der vergleichenden Histologie der Tiere Schneider (1902) nur die *Ammocoetes*-Gefäße, indem er gleichzeitig feststellt, daß *Venae cardinales* gar keine Muskelelemente besitzen, und daß sich nicht einmal das Vorkommen des Endothels in ihren Wänden konstatieren läßt. Krause (1923) stellt in der mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere fest, daß sich die Venenwand in die Intima, Media und Adventitia nicht teilen läßt. Das Vorkommen von Muskelzellen wird nur in der Wand

der größten Venen (*Essox lucius*) beobachtet, das elastische Element findet sich dagegen in der ganzen Wandstärke des Gefäßes. Derselbe Autor gibt an, daß in der Wand der Venengefäße von *Torpedo ocellata* Muskelemente gänzlich fehlen, daß unter dem Endothel ein von elastischen Elementen durchwebtes Bindegewebe liegt und daß die Wand der Gefäße ohne deutliche Abgrenzung in das sie umgebende Bindegewebe übergeht. Den Bau der Venengefäße beim Neunauge (*Petromyzon fluviatilis*) erachtet Krause (ibidem) für genau so bedeutend wie den Bau der Kapillargefäße bei diesem Tiere.

Material und Methoden.

Das zu untersuchende Material wurde in der Meeresstation Hel im August und September 1936/37 gesammelt. Die Venen wurden aus 45—60 cm langen Dorschen herauspräpariert und in der Bouin'schen Mischung fixiert. Manchen Exemplaren wurde nach Freilegung des Herzens und der großen Venenstämme vorsichtig mittels einer Glaskanüle direkt durchs Herz die oberwähnte Flüssigkeit eingespritzt, worauf entsprechende Teile der Gefäße herausgeschnitten und in frische Fixierflüssigkeit übertragen wurden, die nach 2—3 Tagen durch 70% Alkohol ersetzt wurde. Das durch Benzen durchgeführte Material wurde nachher in Paraffin eingebettet, worauf 8—12 μ dicke Quer- und Längsschnitte gefertigt wurden. Bei diesen Methoden, welche das Sichtbarwerden der Muskelemente zum Zwecke hatten, wurde auf bedeutende Schwierigkeiten gestoßen. Endlich hat das Färben mit Weigert's Hämatoxylin und vor allem mit Säurealizarinblau (Holborn) glänzende Resultate ergeben. Elastische Elemente wurden mit Orcein »D« (nach Pranter) gefärbt. Die Anwendung gerade dieser Methoden hatte zum Zwecke, das quantitative Verhältnis der Muskelemente zu den elastischen Elementen und zur Größe der Vene zu erforschen, denn diese Kennzeichen unterscheiden über ihren Typus und Charakter.

Der Verfasser hat folgende Venen des Dorsches untersucht:

- 1) *Vena jugularis*,
- 2) *Vena cardinalis posterior*, ihr Nieren- und der freie Abschnitt,
- 3) *Ductus Cuvieri*,
- 4) *Vena hepatica*, der Leber- und der freie Abschnitt.

Eigene Untersuchungen.

Im allgemeinen besteht die Venenwand des Dorsches aus Bindegewebe mit einer kleineren oder größeren Anzahl von elastischen Fasern und aus glatten Muskelzellen. Die elastischen Fasern sind von verschiedener Stärke so wie in den Venen des Frosches (Biborski).

Vena jugularis.

Die *Vena jugularis* verläuft in der Mittellinie des Körpers, zwischen dem *Truncus arteriosus* und der Schlundmuskulatur. Das Lumen dieses Gefäßes hat in dem dem Kopfe näher gelegenen

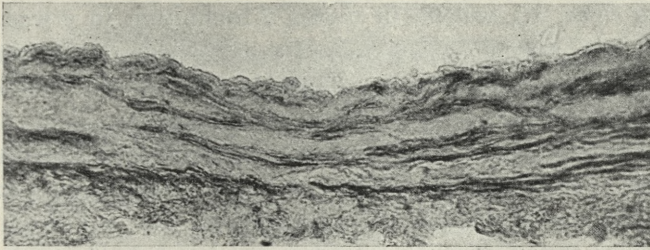


Abb. 1. Querschnitt durch einen Wandausschnitt der *Vena jugularis*. Sichtbar sind Bündel zirkulär laufender glatter Muskelzellen. Säurealizarinblau. Vergr. 350 \times .

Teile ca 1 mm Durchmesser, der in dem Maße als er sich dem *Sinus venosus* nähert, in welchen diese Vene mündet, fast bis zu 2 mm anwächst. Die Wandstärke dieses Gefäßes beträgt anfangs gegen 30 μ , und erreicht indem sie allmählich wächst, in dem, dem *Sinus venosus* am nächsten gelegenen Abschnitte 100 μ und sogar mehr.

Die stark in die Länge gezogenen glatten Muskelzellen laufen in der Wand dieser Vene zirkulär. Sie liegen nebeneinander in kleinen Bündeln, welche durch bedeutende Mengen von Bindegewebe voneinander getrennt sind. Das Muskelement ist in der Gefäßwand mehr oder weniger gleichmäßig verteilt. Die schräg und längs der Wand verlaufenden Faserbündel sind in einer bedeutenden Minderheit (Abb. 1).

Das faserförmige elastische Element steht meistens im engen Zusammenhang mit den Muskelzellen, und seine Verteilung, ins-

besondere im inneren und mittleren Teile der Gefäßwand, entspricht beinahe genau der Verteilung der Muskelbündel. Die elastischen Fasern, welche die glatten Muskelzellen begleiten, sind dünn, dagegen sind sie auf der von Muskelementen freien Peripherie stark.

In dem Maße als das Lumen wächst, ändert sich der Bau der Gefäßwand. Das Muskelement nimmt zu, doch vermehren sich nicht die zirkulär verlaufenden Zellen, sondern die schräg und längs der Wand verlaufenden Zellen. Sie verlaufen also in verschiedenen Richtungen; stellenweise, obwohl nur auf einer kleinen Strecke, fehlen die Muskelemente in der Gefäßwand sogar gänzlich. Es überwiegen jedoch immer zirkulär verlaufende Muskelzellen (Abb. 1.), welche in diesen Abschnitten in etwas größeren Bündeln angeordnet stehen. In der Nähe des Lumens erscheinen in größerer Anzahl längs der Wand oder schräg verlaufende, starke elastische Fasern. Im mittleren Teile des Gefäßes verlaufen diese Elemente parallel zu den Muskelementen, wobei sie Verdichtungen bilden, welche ihrer Lage nach der Anordnung der Muskelbündel entsprechen. Im äußersten Teile des Gefäßes treten deutlich einzelne, starke, zirkulär verlaufende elastische Fasern und noch stärkere als diese längs der Wand hervor.

Vena cardinalis posterior.

Die *Vena cardinalis posterior* ist ein unterhalb der Wirbelsäule verlaufender Venenstamm, dessen Anfangsteil tief in den Nieren steckt. Nachdem die Vene die Nieren verlassen hat biegt sich der nun freie Teil nach kurzem Verlauf bogenartig gegen die Mitte des Körpers zu und mündet in den *Ductus Cuvieri*. Diese Vene besitzt unter den beschriebenen Gefäßen das größte Lumen, welches an der Mündung bis 8 mm Durchmesser erreicht, ohne im Anfangsteile 1 mm zu überschreiten. Kleinere, jedoch ebenfalls bedeutende Unterschiede weist die Wandstärke dieses Venenstammes auf, welche im Nierenteile kaum 40 μ beträgt. Durch ihren Bau erinnert sie deutlich an den oben beschriebenen Anfangsteil der *Vena jugularis*. Im freien Abschnitte besitzt die *Vena cardinalis posterior* einen ihr eigenen Bau, und ihre Wand erreicht nach und nach eine Stärke von 100 oder sogar mehr Mikrons. In den, dem *Ductus Cuvieri* zunächst liegenden Teilen

werden die Wände dieses Gefäßes ein wenig schwächer. Ihre Stärke sinkt bis ca 90 μ .

Da die *Vena cardinalis posterior* ein Gefäß von bedeutender Länge ist, werden wir zuerst ihren Nieren-, dann den freien Abschnitt besprechen. Wie ich schon erwähnt habe, steht die Struktur und die Wandstärke des Nierenabschnittes jenen der *Vena jugularis* sehr nahe, es muß jedoch betont werden, daß während die Wandstärke der *Vena cardinalis posterior* in dem mit der Niere verwachsenen Teile nicht größer als 40 μ ist, erreicht der freilaufende Teil eine Stärke von 60—70 μ .

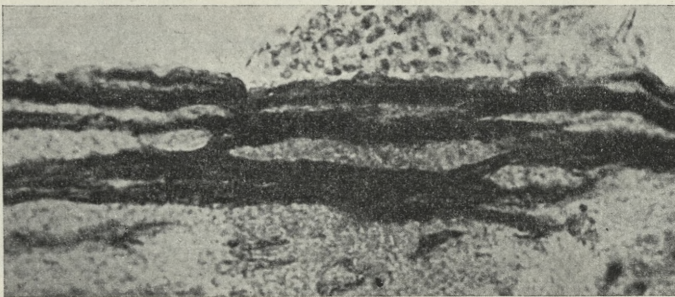


Abb. 2. Querschnitt durch die Wand der *Vena cardinalis posterior* (näher dem Lumen zu). Sichtbar sind Muskelbündel, die sich miteinander vereinigen. Orcein. Weigert's Hämatoxylin. Vergr. 480 \times .

In dem Maße wie der Gefäßdurchmesser, wächst auch die Anzahl der Muskelemente in seiner Wand. Das elastische Element beginnt in Gestalt von Fasern, welche die Bündel der glatten Muskelzellen begleiten, ebenfalls reichlicher aufzutreten. Eine größere Ansammlung der erwähnten Elemente macht sich in der Nähe des Gefäßlumens bemerkbar, es ist jedoch schwer, dieselben trotz zirkulären Verlaufes für die Media zu halten. Die Muskelfasern und die sie begleitenden elastischen Fasern verlaufen vorwiegend in verschiedenen Richtungen, also schräg, in Längsrichtung, ja sogar in querschräger Richtung. In dem Maße als sie gegen den *Ductus Cuvieri* vorrücken, wächst die Zahl der muskulösen und elastischen Elemente, und in dem äußeren Teile des Gefäßes erscheinen dicke, manchmal in kleinen Bündeln laufende elastische Fasern, welche wir jedoch niemals an der ganzen Peripherie des Gefäßes antreffen. In dem, in der Nähe des

Lumens gelegenen Teile der Gefäßwand können Bündel beobachtet werden, die aus glatten miteinander verbundenen Muskelzellen bestehen (Abb. 2). Die Abzweigungen der Muskelbündel begleitet immer das elastische Element (Abb. 5).

In dem, dem *Ductus Cuvieri* zunächst gelegenen Teil kann die Stärke der Wand stellenweise bis zu $150\ \mu$ anwachsen, und die meistens zirkulär verlaufenden Bündel glatter Muskelzellen treten außerordentlich zahlreich auf. Die muskulösen, elastischen und kollagenen Elemente treten hier ebenfalls deutlich hervor (Abb. 3).

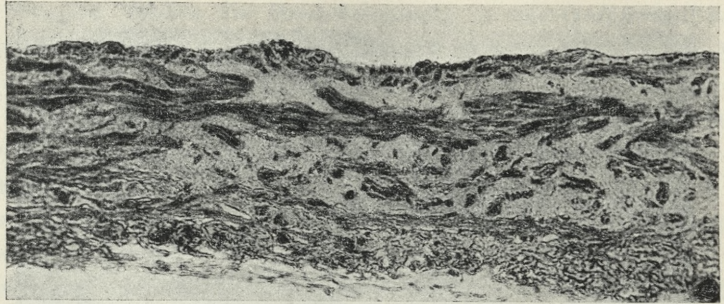


Abb. 3. Querschnitt durch die Wand der *Vena cardinalis posterior*. Sichtbar sind Muskelbündel, an der linken Seite stärker angehäuft. Säurealizarinblau. Vergr. 200 \times .

Ductus Cuvieri.

Der *Ductus Cuvieri* ist beim Dorsch ein verhältnismäßig kurzer, fast senkrecht zur Achse des Körpers verlaufender, in den *Sinus venosus* mündender Venenstamm. Die Lumengröße dieses Gefäßes erreicht 4 mm und seine gegen $180\ \mu$ betragende Wandstärke wächst rasch bis $250\ \mu$, stellenweise erreicht sie sogar $300\ \mu$. Im Anfangsteile ist der mikroskopische Bau der Wände dieses großen Venenstammes dem Bau der *Vena cardinalis posterior* (näher dem Herzen zu) ähnlich, doch ändert er sich rasch in dieser Hinsicht, so daß die Bündel glatter Muskelzellen sich immer zahlreicher in dem, dem Lumen näher gelegenen Teile der Wand ansammeln und fast einen Längsverlauf aufweisen, wogegen die im übrigen Teile zerstreuten Faserbündel schräg und fast in Längsrichtung oder auch zirkulär verlaufen; die letztere Richtung tritt im mittleren und vor allem im äußeren Teile der Wand

dieses Gefäßes hervor (Abb. 4). Unterschiede in der Wandstärke treten in derselben Höhe des *Ductus Cuvieri* besonders stark hervor (Abb. 4). Zugleich mit der Stärke der Wände ändert sich deren Aufbau, je nachdem wir es mit der ventralen oder dorsalen Seite dieser Vene zu tun haben.

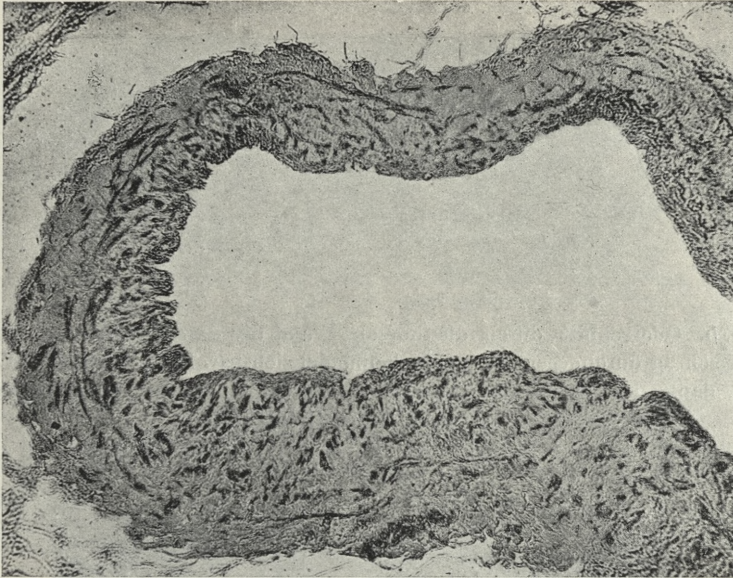


Abb. 4. Querschnitt durch einen Teil der Wand des *Ductus Cuvieri* in der Nähe des *Sinus venosus*. Sichtbar sind Muskelbündel, in der Nähe des Lumens quer angeordnet, an der Peripherie in Längsrichtung verlaufend. Der Unterschied in der Stärke der Wand ist deutlich sichtbar (oberer Teil 120, unterer 220 μ). Säurealizarinblau. Vergr. 120 \times .

Die dorsale Wand des *Ductus Cuvieri* (Abb. 5), diejenige also, welche der Speiseröhre zugewandt ist, besitzt im Verhältnis zu ihrer ventralen Wand (Abb. 6) weniger Muskel- und elastische Elemente. In der Nähe des Lumens treffen wir im dorsalen Teile dieses Gefäßes (Abb. 5) eine Ansammlung dünner Bündel glatter Muskelzellen an, welche in Hüllen, die aus elastischen Fasern gebaut sind, fast eingeschlossen sind. Im mittleren Teile der Wand sehen wir Netze aus elastischen Fasern mit stark in die Länge gezogenen Maschen, deren Lage den in Bündel angeordneten Muskelementen entspricht (Abb. 5). Im äußeren Teile des

Gefäßes können sehr starke, schräg verlaufende, oft in Gruppen auftretende elastische Fasern beobachtet werden.

Das histologische Bild der ventralen Wand dieses Gefäßes (Abb. 6) ist auf demselben Schnitte verschieden. Das elastische Element ist bedeutend reicher und die Längsanordnung der Muskelemente, welche immer von elastischen Fasern begleitet wer-

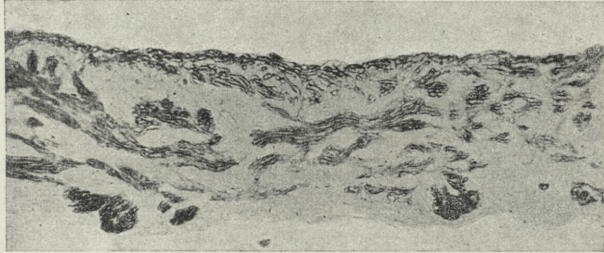


Abb. 5. Querschnitt durch die dorsale Wand des *Ductus Cuvieri*. Am Lumen schräg durchgeschnittene Muskelbündel sichtbar. In der Mitte der Wand sind, dank den elastischen Fasern, Konturen der Muskelbündel zu sehen. Orcein. Vergr. 100 \times .

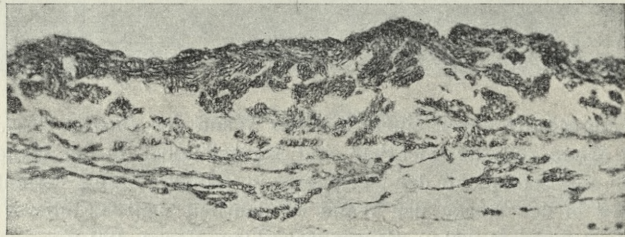


Abb. 6. Ausschnitt derselben Gefäßwand wie Abb. 5, in derselben Höhe, jedoch an der Ventralseite. Stärkere Ansammlung der muskulösen sowie der elastischen Elemente, insbesondere am Lumen. Orcein. Vergr. 100 \times .

den, ist nur stellenweise knapp am Lumen und im äußeren Teile der Vene erhalten geblieben, denn es überwiegen in der Gefäßwand glatte Muskelzellen, die in Bündeln mit schrägem oder Längsverlauf angeordnet sind, und die immer von elastischen Fasern, fast scheidenförmig, umhüllt sind.

Diese Struktur tritt noch deutlicher in dem, dem *Sinus venosus* zunächst liegenden Abschnitte auf (Abb. 7) und dieses Bild

erinnert, obwohl nicht vollkommen, an Bilder des histologischen Baues des Bulbus von *Anguilla vulg.* (Hoyer).

Höchstwahrscheinlich ist es der Übergang von der Struktur, welche die Blutgefäße aufweisen, zur Struktur, welche dem zentralen Kreislauforgan, dem Herzen, in unserem Falle dem *Sinus venosus*, eigen ist.

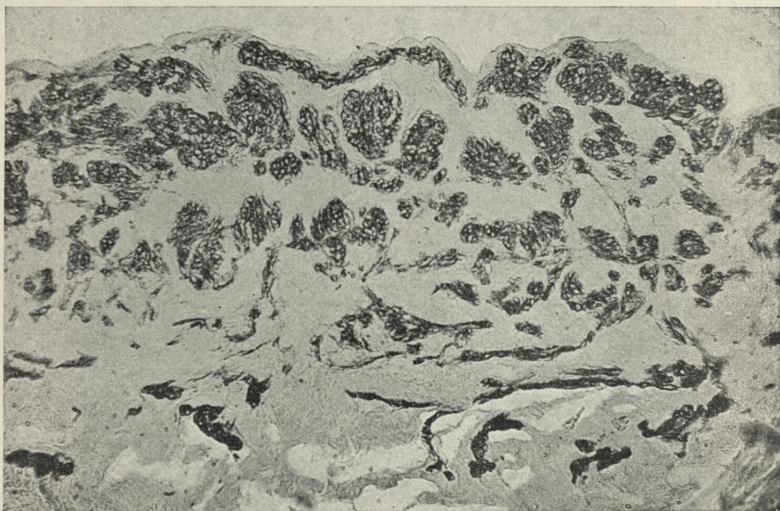


Abb. 7. Querschnitt der Wand des *Ductus Cuvieri* in der Nähe des *Sinus venosus*. Sichtbar sind meistens Querschnitte zahlreicher Muskelbündel. Orcein. Vergr. 210 \times .

Vena hepatica.

Die *Vena hepatica* ist ein Venenstamm, welcher mit seinem Anfangsteile in dem Gewebe der Leber steckt und in den *Sinus venosus* direkt mündet. Der Durchmesser dieses Gefäßlumens beträgt ca 4 mm. Die Wandstärke ist im Leberabschnitte anfangs gering, sie beträgt kaum 50 μ , dann wächst sie jedoch sukzessive, und erreicht im Endabschnitte 120 und sogar 150 μ .

Die Wand der *Vena hepatica* hat in dem in der Leber stekenden Abschnitte die Struktur eines lockeren Bindegewebes. Das Muskelement bildet eine Art von Netz, welches fast gleichmäßig die ganze Wandstärke umfaßt, die aus feinen Bündeln glatter Muskelzellen gebaut ist, welche von ähnlich verlaufenden,

am Lumen des Gefäßes etwas dichter auftretenden elastischen Fasern begleitet werden. Es überwiegen jedoch kollagene Fasern. Diese Struktur ist in den etwas weiteren Abschnitten deutlicher.

In dem Abschnitte, wo der größere Teil des Gefäßumfanges mit dem Organe nicht mehr verwachsen ist, beginnen in der Wand der *Vena hepatica* immer dichtere Netze aus elastischen

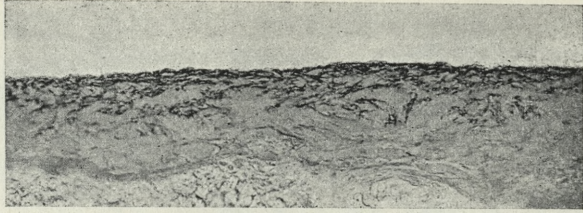


Abb. 8. Querschnitt durch *Vena hepatica* aus dem Leberteile. Am Lumen Anhäufung elastischer Fasern. Orcein. Vergr. 180 \times .



Abb. 9. Querschnitt der Wand der *Vena hepatica* in der Nähe der Einmündung in den *Sinus venosus*. Zwischen den ungefärbten kollagenen Fasern liegen inselartig angeordnete, querverlaufende Muskelbündel. Orcein. Vergr. 200 \times .

Fasern auf den in Bündeln auftretenden glatten Muskelzellen zu erscheinen, und die Struktur der Wand ist dem Bau derselben im *Ductus Cuvieri* in dem dem Herzen näher gelegenen Abschnitte, ähnlich.

In dem Abschnitte der *Vena hepatica*, welcher in der Nähe des *Sinus venosus* liegt, treten in deren Wand (Abb. 9) ziemlich dicke Bündel dicht nebeneinander angeordneter glatter Muskelzellen mit Hüllen aus elastischen, längsverlaufenden Fasern (Abb. 10)

auf, jedoch weniger zahlreich als im *Ductus Cuvieri*. Im äußeren Teile der Wand begegnen wir dagegen dem schrägen oder zirkulären Verlaufe der erwähnten Elemente, welche in diesem Teile der Gefäßwand nur spärlich auftreten.

Außer der eigentlichen Gefäßwand ist die ganze Vene von einer Art Scheide umschlossen (Abb. 11); diese Scheide ist eine Verlängerung des die Leber umhüllenden und auf das Herz übergehenden Bindegewebes. Diese ziemlich dicht gefügte Scheide

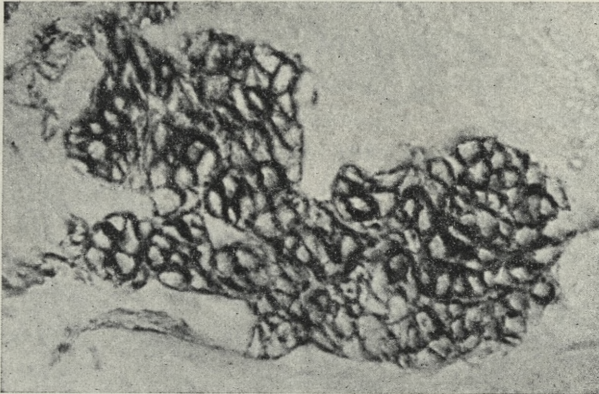


Abb. 10. Querschnitt durch ein Muskelbündel in der Wand der *Vena hepatica* (Abb. 9). Um die hellen Muskelzellen herum sind dunkle Hüllen aus elastischen Fasern sichtbar. Orcein. Vergr. 600 \times .

besteht aus kollagenen Fasern und aus einer bedeutend kleineren Menge sehr dünner, zirkulär verlaufender elastischer Fasern. Nur im äußersten Teile finden wir starke, meist längsverlaufende elastische Fasern. Diese Scheide ist schon makroskopisch gut sichtbar.

In dem in der Nähe der Leber gelegenen Teile des Gefäßes, ist diese Scheide mit der Venenwand eng zusammengewachsen in den weiteren Abschnitten wird das Gefäß allmählich selbständig, und die Verwachsung mit der Scheide bleibt auf dem der Leber zugekehrten Teile, und auf der entgegengesetzten Seite am längsten bestehen (Abb. 11).

In dem Abschnitte, welcher in der Nähe des *Sinus venosus* liegt, steckt diese Vene schon in der erwähnten Scheide, aber ganz locker. Obwohl diese Scheide vorhanden ist, ändert sich doch nach und nach der Bau der Wand der *Vena hepatica* und so-

wohl das Muskelement als auch das elastische Element nehmen an Menge zu. In der, der Leber zugewendeten Gefäßwand, finden wir jedoch immer weniger von diesen Elementen. Die Stärke der Wand ist jedoch im Vergleich mit anderen Gefäßen, die denselben Lumendurchmesser haben, etwas kleiner, was höchstwahrscheinlich durch die oben beschriebene Scheide bewirkt wird.

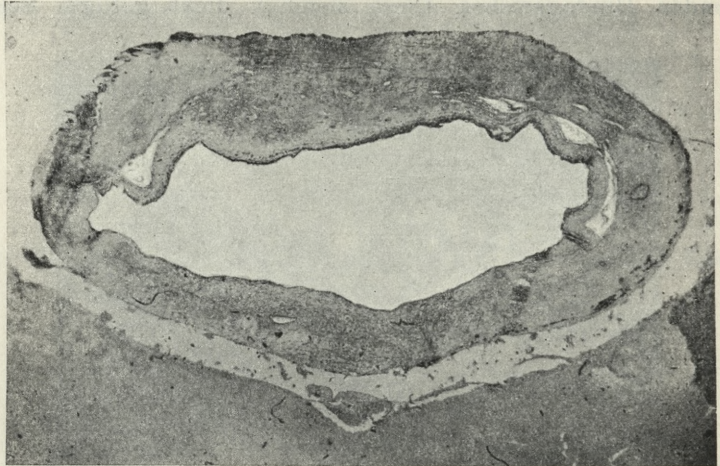


Abb. 11. Querschnitt durch die *Vena hepatica*. Links und rechts ist eine Spalte zwischen der Venenwand und der umgebenden Scheide sichtbar. Die große Spalte unten ist künstlich bei Ausführung der Präparate entstanden.
Orcein. Vergr. 20 \times .

Zusammenfassung der Resultate.

In dem Maße als das Lumen der Venen des Dorsches zunimmt, ändert sich allmählich der Bau der Venen und es nehmen sowohl die muskulösen als auch die elastischen Elemente an Menge zu, wobei sie in dem dem Herzen am nächsten liegenden Abschnitte am reichlichsten auftreten. Die Wand der Venengefäße ändert ihre Struktur und Stärke, da beide von den sie umgebenden Organen abhängen, so wie dies bei anderen Wirbeltieren der Fall ist. In der Nähe der Organe, wie z. B. der Leber, Niere oder der Muskeln, ist die Wand immer schwächer. Die Stärke der Wand der nur locker mit der Umgebung verwachsenen Gefäße ist auf derselben Höhe sehr verschieden; die größten

Schwankungen zeigt der *Ductus Cuvieri*, in welchem auf derselben Höhe die Wand an einer Stelle 120 μ , an einer anderen 220 μ mißt.

Das kollagene Element bildet immer das Gerippe der Wände und tritt am reichlichsten, weil beinahe selbständig, in den Anfangsabschnitten der beschriebenen Gefäße, mit Ausnahme des *Ductus Cuvieri* auf.

Das Muskelement der Venenwände des Dorsches bilden glatte Muskelzellen, die 4—6 μ stark und bis 100 μ lang sind. In dem Maße als die Stärke der Wände zunimmt, ordnen sie sich in immer dickere Bündel. Die Anordnung dieser Bündel ist sehr verschieden; in der großen und in den größten Gefäßen bilden sie besonders deutliche Anhäufungen (Abb. 2 und 3).

Das elastische Element tritt in Form von elastischen Fasern auf, welche entweder um die glatten Muskelzellen herum Netze mit stark in die Länge gezogenen Maschen bilden (Abb. 5), oder aber als einzelne, bedeutend stärkere und meistens im äußeren Teile des Gefäßes gruppierte Fasern verlaufen.

In dem Maße als der Durchmesser des Lumens wächst, hüllt das elastische Element die Zellen immer dichter ein und in den dem Herzen nahe gelegenen Abschnitten der besprochenen Gefäße, ausgenommen der *Vena jugularis*, bildet es auf den Muskelzellen fast einheitliche Hüllen (Abb. 10). In den Teilen der äußeren, in der Nähe des Herzens liegenden Gefäßwände, tritt das elastische Element in Gestalt von starken, selbständigen, oft in Gruppen angeordneten Fasern auf (Abb. 7).

Mit Rücksicht auf die verschiedene Anzahl der Bindegewebs- und Muskelemente, können die Venengefäße des Dorsches in zwei Typen eingeteilt werden.

I. Gemischter Typus. Alle drei Bestandteile, d. h. die kollagenen, elastischen und muskulösen Elemente treten deutlich und fast gleichmäßig auf (*Ductus Cuvieri* und die in der Nähe des Herzens gelegenen Teile der *Vena cardinalis posterior* und der *Vena hepatica*).

II. Bindegewebs-Typus. Übergewicht der kollagenen Elemente, wenige glatte Muskelzellen und elastische Fasern (*Vena jugularis* und Anfangsabschnitte der *Vena cardinalis posterior* sowie der *Vena hepatica*).

Die Resultate meiner bisherigen Untersuchungen deuten einerseits darauf hin, daß sich in den Venengefäßen des Wasserfrosches schon eine Einteilung — wenigstens in manchen Gefäßen (Biborski) — in gewöhnlich drei unterscheidbare Schichten, d. h. in die Intima, Media und Adventitia bemerkbar macht, insbesondere in Venen mittlerer Größe, während diese Einteilung in den Venengefäßen des Dorsches nicht vorkommt.

Andererseits tritt das Muskelement in den Venengefäßen des Wasserfrosches nur in Gestalt von einzelnen, höchstens zu zweien gemeinsam verlaufenden glatten Muskelzellen auf (Biborski), wogegen es in den Venengefäßen des Dorsches in Form von Bündeln auftritt. Diese haben oft eine bedeutende Stärke und sind aus zahlreihen, dicht aneinander liegenden, von elastischen faserigen, netzartigen Hüllen umgebenen glatten Muskelzellen zusammengesetzt.

Die Zahl der Muskelemente ist in den analogen Venen des Dorsches bedeutend größer als in jenen des Frosches. Weitere Untersuchungen der Venengefäße bei anderen See- und Süßwasserfischen werden unsere Beobachtungen ergänzen und vervollständigen. Wir können jedoch annehmen, daß die besprochenen Erscheinungen wahrscheinlich mit der verschiedenen Lebensweise dieser Tiere zusammenhängen.

Während es sehr schwer ist eine Analogie zwischen dem Bau der Venen des Wasserfrosches und jenem höherer Wirbeltiere, vor allem des Menschen durchzuführen, gestattet der Venenbau des Dorsches, eben dank den zahlreichen, starken Muskelementen und der Anordnung der Muskelbündel, als auch dank den zahlreichen elastischen Elementen in ihren Wänden, einen Vergleich derselben mit dem Bau mancher Venen des Menschen, insbesondere der unteren Extremitäten, da sie an die Struktur der letzteren dank dem allgemeinen Charakter und der Anordnung dieser Elemente, aus denen ihre Wände bestehen erinnert.

Obwohl zwischen dem feineren Venenbau des Dorsches und den Gefäßen z. B. beim Menschen bedeutende Unterschiede bestehen, so sind diese Unterschiede doch unvergleichlich kleiner, als diejenigen, welche zwischen dem Venenbau des Menschen und demjenigen des Wasserfrosches bestehen.

Das Untersuchungsmaterial wurde mit Unterstützung des Fonds für Nationale Kultur (Fundusz Kultury Narodowej) in der Meeresstation Hel (Polen) gesammelt.

Aus dem Histologischen Institut der Jagellonischen Universität, Kraków. Vorstand: Prof. Dr. St. Maziarski.

Literaturverzeichnis.

- 1) Benninghoff A., Blutgefäße und Herz, in: Handb. d. mikr. Anat. d. Menschen Bd. VI. 1 Teil. 1930. — 2) Biborski J., Über den feineren Bau der Venen des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). Bull. de l'Acad. Pol. Crac. 1933. — 3) Boas J. E. v., Über Conus bei Butrinus und anderen Knochenfischen. Morphol. Jahrb. Bd. 6. 1880. — 4) Burne R. H., Some Peculiarities of the Blood-Vascular System of the Porbeagle Shark (*Lamna Cornubica*). Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, Series B. Vol. 212. 1924. — 5) Dean B., A bibliography of fishes. New York. 1916/23. T. I—III. — 6) Gelderen van, Chr., Zur vergleichenden Anatomie der *Vv. cardinales post.*, der *V. cava inf.* und d. *Vv. azygos (vertebrales)*. Anat. Anz. Bd. 63. 1927. — 7) Grodziński Z., Blutgefäßsystem (Echte Fische) in: Bronns Klassen u. Ord. des Tierreichs Bd. VI. 1 Abt. 2 Buch, Teil 2, 1 Lief. — 8) Hoyer H. jun., Zur Morphologie des Fischherzens. Bull. Acad. Pol. 1900. — 9) Krause R., Mikroskopische Anatomie d. Wirbeltiere. IV. 1923. — 10) Marceau E., Note sur la structure du coeur chez les vertébrés inférieurs. C. R. Soc. Biol. Paris T. 54. 1902. — 11) Pogonowska J., Histologie des Herzens der Fische, mit besonderer Berücksichtigung der elastischen Elemente. (polnisch). Festschr. Nussbaum. Lwów 1911. — 12) Schaffer J., Lehrbuch d. Histologie u. Histogenese, III Aufl. 1933. — 13) Schneider C., Lehrbuch der Histologie der Tiere. Jena 1902. — 14) Skramlik E. v., Über den Kreislauf bei den Fischen. Ergebn. der Biologie. Bd. XI. 1935. — 15) Zarnik B., Über segmentale Venen bei Amphioxus und ihr Verhältnis zum Ductus Cuvieri. Anat. Anz. Bd. 24. 1904.
-

Die Entwicklung der ...

Einleitung

Die Entwicklung der ...

Die Entwicklung der ...

Znaczenie cewki nerwowej i struny grzbietowej w rozwoju ogona kijanki żaby płowej (Rana temporaria). — Die Bedeutung von Nervenrohr und Chorda dorsalis für die Entwicklung des Schwanzes der Larve des Grasfrosches (Rana temporaria).

Note préliminaire
de M. F. PAUTSCH,

présentée le 17 juin 1938 par M. E. Godlewski m. t.

Aus den Untersuchungen von Holtfreter¹⁾ und Lehmann²⁾ geht hervor, daß die Anlagen des Nervenrohres und der Chorda dorsalis des Schwanzes schon während deren Ausdifferenzierung einen formativen Einfluß sowohl auf den ganzen Schwanz wie auch gegenseitig auf sich selbst ausüben. Andererseits wissen wir aus den Versuchen von Godlewski³⁾ und Morgan und Davis⁴⁾, welch große Bedeutung diesen Organen bei der Regeneration des Amphibienschwanzes zukommt. Sowohl bei der Entwicklung der Schwanzknospe als auch während der Schwanzregeneration kommt es nach Lehmann zu einer kombinativen Einheitsleistung dieser Organe.

In den in der vorliegenden Mitteilung beschriebenen Versuchen galt es zu untersuchen, ob das Nervenrohr und die Chorda dorsalis auch für die weitere Entwicklung des schon über das Anlagestadium hinaus entwickelten Schwanzes eine etwaige Bedeutung besitzen. Um diese Möglichkeit nachzuprüfen, entfernte ich das Nervenrohr und die Chorda aus dem in Entwicklung begrif-

1) Arch. Entw. Mech., 127, 1933, Arch. Exp. Zellforsch., 151, 1934.

2) Revue Suisse de Zool., 42, 1935.

3) Bull. Acad. Sciences, Cracovie, 1904.

4) Arch. Entw. Mech., 15, 1903.

fenen Schwanze. Als Material dienten mir Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria*) von 4 bis 7 mm Schwanzlänge, wobei ich jedoch für die einzelnen Versuche nur Larven verwendete, die eine einheitliche Schwanzlänge aufwiesen.

Vor der Operation wurden die Larven in einer einprozentigen Urethanlösung narkotisiert. Die narkotisierten Tiere wurden dann auf feuchtes Fließpapier gelegt und mit dem Lichtbündel eines Linsenkondensors durchleuchtet. Das durch das Fließpapier dringende Licht war stark genug, um die Lagerung von Nervenrohr und Chorda dorsalis im Schwanz sichtbar zu machen. Wie auf Abb. 1 ersichtlich ist, entfernte ich sowohl das Nerven-

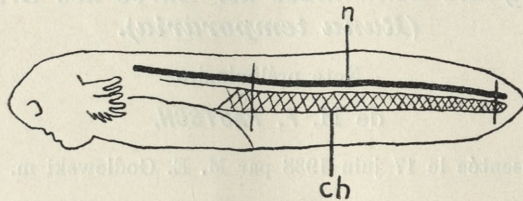
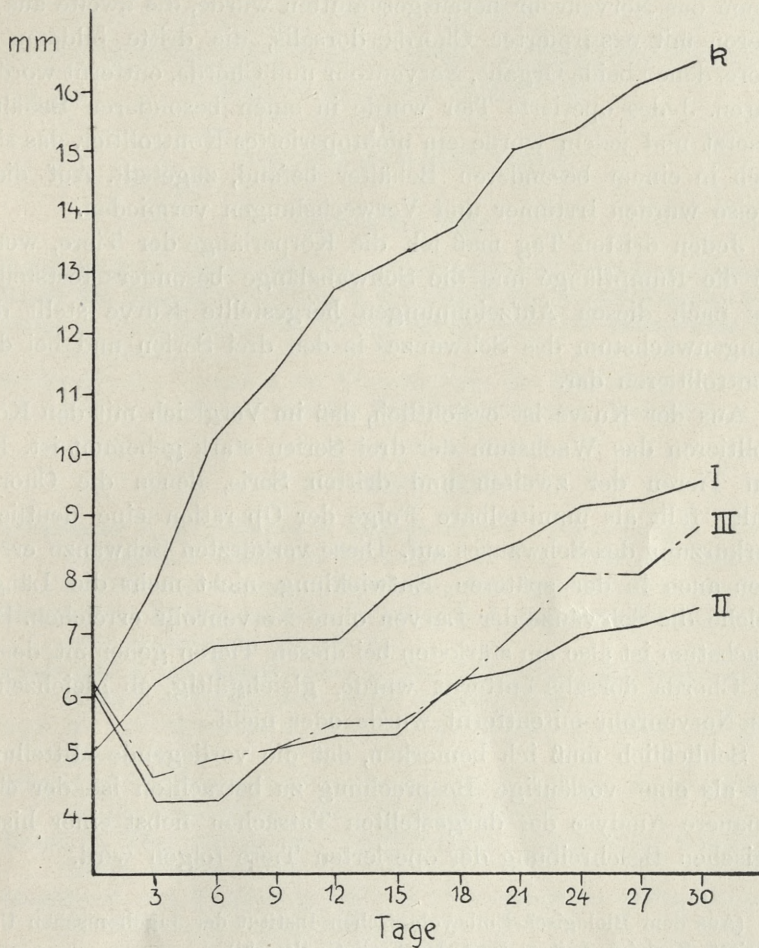


Abb. 1 Schema der Lagerung von Nervenrohr und Chorda dorsalis im Kaulquappenschwanz, n — Nervenrohr, ch — Chorda. Zwei senkrechte Striche grenzen die entfernten Partien ab.

rohr wie die Chorda längs des ganzen Schwanzes, mit Ausnahme des ganz distalen Endes. Dort ließ ich diese Organe unversehrt, um das Schwanzende nicht zu beschädigen und die Gestalt des Schwanzes auf diese Weise nicht zu verändern. Mittels eines kleinen Messers, welches ich aus einer schräg abgefeilten und geschärften Nähnadel herstellte, durchtrennte ich Haut und Muskeln längs der Linie, auf der das Nervenrohr oder die Chorda lagen, je nachdem welches Organ entfernt werden sollte. Den Einschnitt führte ich in die Tiefe bis zu dem Organ, welches ich zu entfernen beabsichtigte, wobei ich mich jedoch bemühte, das letztere nicht zu zerstören. Ich trachtete auch jede Beschädigung der benachbarten Gewebe möglichst zu vermeiden. Dann erweiterte ich vorsichtig die spaltartigen Ränder des Schnittes. Das zu entfernende Organ, welches auf diese Weise von oben freigelegt wurde, wurde darauf mit dem Messer vorsichtig von den anderen Seiten losgelöst, mit einem kleinen Haken ergriffen und aus dem Körper herausgezogen. Um den Heilungsprozeß zu beschleunigen, ließ ich die operierten Tiere $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden lang in

der feuchten Atmosphäre einer Petrischale, deren Boden mit feuchtem Fließpapier ausgelegt war, ehe ich die Tiere ins Wasser brachte.



Längenwachstumskurve der Schwänze der operierten Larven sowie der Kontrolltiere. I — Erste Serie, ohne Nervenrohr, II — Zweite Serie, ohne Chorda dorsalis, III — Dritte Serie, ohne Nervenrohr und Chorda, k — Kontrolltiere.

Ich führte insgesamt 468 derartige Operationen aus, aber von den operierten Larven überlebten nur ungefähr 27% den Eingriff. Von einigen operierten Tieren stellte ich Kontrollpräparate her, an denen ich feststellen konnte, daß tatsächlich das

richtige Organ entfernt worden war. Die Larven, an denen ich längere Zeit hindurch Beobachtungen anstellen wollte, wurden in drei Serien eingeteilt. Die erste Serie bestand aus 32 Larven, denen das Nervenrohr herausgeschnitten wurde, die zweite aus 27 Tieren mit exstirpierter Chorda dorsalis, die dritte bildeten 43 Tiere, denen beide Organe, Nervenrohr und Chorda, entfernt worden waren. Jedes operierte Tier wurde in einen besonderen Behälter gesetzt und jedem wurde ein nichtoperiertes Kontrolltier, das sich auch in einem besonderen Behälter befand, zugeteilt. Auf diese Weise wurden Irrtümer und Verwechslungen vermieden.

Jeden dritten Tag maß ich die Körperlänge der Tiere, wobei ich die Rumpflänge und die Schwanzlänge besonders feststellte. Die nach diesen Aufzeichnungen hergestellte Kurve stellt das Längenwachstum des Schwanzes in den drei Serien und bei den Kontrolltieren dar.

Aus der Kurve ist ersichtlich, daß im Vergleich mit den Kontrolltieren das Wachstum der drei Serien stark gehemmt ist. Bei den Tieren der zweiten und dritten Serie, denen die Chorda fehlte, fällt als unmittelbare Folge der Operation eine deutliche Verkürzung des Schwanzes auf. Diese verkürzten Schwänze erreichen auch in der späteren Entwicklung nicht mehr die Länge, welche die Schwänze der Larven ohne Nervenrohr erreichen. Das Wachstum ist also am stärksten bei diesen Tieren gehemmt, denen die Chorda dorsalis entfernt wurde, gleichgültig, ob gleichzeitig das Nervenrohr mitentfernt wurde oder nicht.

Schließlich muß ich bemerken, daß die vorliegende Mitteilung nur als eine vorläufige Besprechung zu betrachten ist, der eine genauere Analyse der dargestellten Tatsachen nebst einer histologischen Beschreibung der operierten Tiere folgen wird.

(Aus dem Biologisch-Embryologischen Institut der Jagellonischen Universität, Kraków. Leiter: Prof. Dr Emil Godlewski).

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° 1—5 B I, 1938.

- Skalińska M.** Cytogenetic Studies in Aneuploid types of *Aquilegia* (Planche 2).
Szafer Wl. Eine pliozäne Flora in Krościenko am Dunajec (Planches 9—12).
Walas J. Wanderungen der Gebirgspflanzen längs der Tatra-Flüsse (Planches 3—8).
Weiler Fr. Das Verhalten der Wurzeln unter der Einwirkung von Wuchsstoffen der *Avena*- und der *Zea*-Koleoptilspitzen (Planche 1).

N° 1—3 B II, 1938.

- Ackermann J.** Experimentelle histo-chemische Untersuchungen über den Lezithinstoffwechsel im Tierkörper. II. Teil. Über den Einfluß der Lezithinverfütterung auf den Lipidgehalt der Leber (Planche 1).
Główczyński Zb. Sur la teneur en vitamine A de la graine d'Alpiste (*Phalaris canariensis*) (Planche 3).
Grodziński Z. and **Marchlewski J.** The Influence of the Serum upon the Motility of Spermatozoa of the Domestic Cock.
Hans M. und **Tabencka Z.** Über die Blutgefäße der Haut von *Myxine glutinosa* L.
Mikulski J. S. Experimental studies in thermal ecology of developing eggs of some amphibians (*Rana*, *Bufo*, *Pelobates*).
Monné L. Über polychrome Vitalfärbungen verschiedener Gastropoden-Zellen mit Pyroninen.
Skowron S. und **Wiciński Z.** Über die Lebensdauer der gelben Körper und die sie beeinflussenden Faktoren.
Skrochowska R. Über die Abhängigkeit der Gewöhnung bei Vorticellen von der Frequenz wiederholter Reize.
Szarski H. Corpus lymphaticum subdermale in the frogs: *Rana esculenta*, *R. temporaria* and *R. terrestris* (Planche 2).

TABLE DES MATIÈRES.

Avril—Juillet 1938.

	Page
S. SKOWRON. Untersuchungen über das endokrine System des Igel (Erinaceus). I. Histologische Veränderungen in den Hoden und in den akzessorischen Drüsen des männlichen Genitalapparates, die periodisch oder unter dem Einfluß von endokrinen Reizen auftreten (Planche 4)	129
R. J. WOJTUSIAK und B. FERENS. Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. IV. Heimkehrgeschwindigkeit und Orientierungsart bei den Rauchschwalben (<i>Hirundo rustica</i> L.)	173
B. JALOWY. Über die heterogene Regeneration von Nervenendigungen in den Tasthaaren (Planche 5)	203
L. MONNÉ. Vital staining experiments on <i>Amoeba proteus</i> and <i>A. dubia</i>	221
J. ACKERMANN. Histochemische Untersuchungen über den Gehalt an Lipiden und Karotenoiden im Darm des überwinterten Frosches	241
J. BIBORSKI. Über den histologischen Bau der Venen des Dorsches (<i>Gadus callarias</i> L., syn.: <i>G. morrhua</i> L.)	285
F. PAUTSCH. Die Bedeutung von Nervenrohr und Chorda dorsalis für die Entwicklung des Schwanzes der Larve des Grasfrosches (<i>Rana temporaria</i>)	301

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).