

99  
N° 1—2 B II

JANVIER—FÉVRIER

1936

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

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES  
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (II)

CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1936



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 Natu-  
relles (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

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

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

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES  
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (II)

ANNÉE 1936

CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1936

LETTER TO THE NATIONAL  
ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE UNITED STATES OF AMERICA  
AND THE NATIONAL ACADEMY OF ARTS  
AND LETTERS

## Table des matières.

	Page
<b>T. Garbowski:</b> Die Rolle des Gedächtnisses bei einer blindgeborenen Katze (Planche 1) . . . . .	1
<b>I. Studentowicz:</b> Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten des Oligochaeten <i>Enchytraeus albidus</i> Henle . . . . .	37
<b>J. Tur:</b> Sur un embryon double néoplasie (Planche 2) . . . . .	67
<b>J. Zaćwilichowski:</b> Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel von <i>Aphrophora alni</i> Fall. (Rhynchota-Homoptera) (Planche 3) . . . . .	85
<b>H. Szarski:</b> Contribution to the Physiology of <i>Oligochaeta</i> belonging to the Genus <i>Chaetogaster</i> (Planche 4) . . . . .	101
<b>P. Slonimski:</b> Über Blutelemente bei dem Aalmolch ( <i>Amphiuma means</i> Gard.) (Planche 5) . . . . .	113
<b>Z. Kolodziejski †:</b> Über die Transplantation von jungen Larven des Axolotls auf ältere Tiere (Planche 6) . . . . .	123
<b>H. Liche:</b> Beiträge zur Ethologie der Dermestiden . . . . .	141
<b>S. Kéler:</b> Über die neue Mallophagengattung, <i>Dahlehornia</i> nov. gen. (Planche 7) . . . . .	163
<b>J. Ackermann:</b> Methodische Untersuchung über die Bestimmung von kleinen Mengen der Lipide in den Tierorganen . . . . .	167
— Experimentelle histo-chemische Untersuchungen über den Lezithinstoffwechsel im Tierkörper. I. Teil. Über die Resorption des Lezithins im Darm (Planche 8) . . . . .	177
<b>J. Latkowski und B. Charłampowicz:</b> Über die biologische Wirkung der sog. Kurzwellen . . . . .	189
<b>T. Vetulani:</b> Die Wiedereinführung des Waldtarpons in den Urwald von Białowieża (Bialowies) (Planche 9) . . . . .	205
<b>M. J. Cunge:</b> Über die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde der japanischen Tanzmaus (Planches 10—11) . . . . .	215
<b>J. S. Mikulski:</b> The Influence of Alternating Temperatures upon the Development of the Amphibians, <i>Bufo americanus</i> Le Conte and <i>Ambystoma tigrinum</i> Green . . . . .	245
<b>J. Zaćwilichowski:</b> Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel der Afterfrühlingsfliege <i>Isopteryx tripunctata</i> Scop. (Plecoptera) (Planche 12) . . . . .	267
<b>St. Markowski:</b> Über die Trematodenfauna der baltischen Mollusken aus der Umgebung der Halbinsel Hel (Planches 13—15) . . . . .	285

	Page
<b>T. Garbowski:</b> Von der Wiederholbarkeit einmaliger instinktiver Handlungen. (Auf Grund von Versuchen mit der Verpuppung der Gabelschwänze) (Planche 16) . . . . .	319
<b>F. Rogoziński et Zb. Główeczyński:</b> Sur la manière dont quelques colorants liposolubles se comportent dans l'organisme animal (Planche 17) . . . . .	349
<b>J. S. Mikulski:</b> The Effect of Constant and Alternating Temperatures on the Survival of some Developmental Stages of <i>Tribolium confusum</i> Duv. (Col.) . . . . .	361
— On the Changes of Developmental Velocity of some Developmental Stages of <i>Tribolium confusum</i> Duv. (Col.) when influenced by Constant and Alternating Temperatures . . . . .	373
<b>H. Szarski:</b> Studies on the Anatomy and Physiology of the Alimentary Canal of Worms belonging to the <i>Naididae</i> Family (Planche 18) . . . . .	387
<b>Z. Opoczyńska-Sembratowa:</b> Recherches sur l'anatomie et l'innervation du cœur de <i>Carausius morosus</i> Brunner (Planches 19—20) . . . . .	411
<b>B. Skarżyński:</b> Untersuchungen über den Sterinstoffwechsel während der Entwicklung des Hühnereies . . . . .	437
<b>J. Gallera:</b> Un cas de triplogénèse embryonnaire (Planche 21) . . . . .	453
<b>W. Friedberg:</b> <i>Terebralia bidentata</i> Defr. (Grat.) = <i>Cerithium lignitarum</i> Eichw. im Miocän von Polen (Planche 22) . . . . .	469
<b>J. Zaéwilichowski:</b> Eine neue Methode, aberrative Formen von Schmetterlingen durch chemische Einwirkung zu erzielen (Planches 23—24) . . . . .	481
<b>St. Żarnecki:</b> On the migration of Young Sea-Trouts of the River Dunajec from the Spawning Places to the Sea (Planches 25) . . . . .	499
<b>M. Buława:</b> Die Lymphgefäße der Haut von Knochenfischen (Planche 26) . . . . .	521
<b>H. Liche:</b> Beobachtungen über das Verhalten der Wasserläufer ( <i>Gerridae</i> , <i>Hemiptera heteroptera</i> ) . . . . .	525
<b>R. Towarnicki:</b> Über den Hakenapparat am Vorderende der Schmeißfliegenlarven ( <i>Calliphora vomitoria</i> ) (Planche 27) . . . . .	547

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

1936

---

*Rola pamięci u kota niewidomego od urodzenia. — Die Rolle  
des Gedächtnisses bei einer blindgeborenen Katze.*

Mémoire

de M. T. **GARBOWSKI**,

présenté le 13 janvier 1936, par M. H. Hoyer m. t.

(Planche 1).

**1. Provenienz, Charakteristik und Lebensverhältnisse der Katze.**

Die Katze, die mir zur näheren Untersuchung ihres eigentümlichen Gebarens im Psychogenetischen Institut der Jagellon. Universität auf längere Zeit überlassen wurde, stammt aus einer kleinen Stadt südlich von Krakau.

Zweierlei fällt an ihr auf den ersten Blick auf: der hasenartige Stummelschwanz und die Augen. Wie mich Frau A. M., die Eigentümerin der Katze, versicherte, waren in der Ortschaft keine Stummelschwanzkatzen bekannt, was in einer Kleinstadt leicht festzustellen ist. Die Anomalie ist somit in diesem Fall, ähnlich wie die der Augen, ganz sporadisch aufgetreten. Die Schwanzverkümmerng wäre demnach als eine bei der Hauskatze (*Felis ocreata* (Gm.) *domestica* Briss<sup>1)</sup>) überall mögliche Aberration aufzufassen, welche allerdings in manchen Gegenden als Varietät auftreten kann, so vor allem in England, auf der westlich von Cumberland, bzw. Nord-Lancaster belegenen Insel Man, aber auch in der südlichen Grafschaft Dorset (nordwestlich von der Insel Wight). In Ostasien sind Stummelschwanzkatzen von den Sundainseln bis Japan sehr verbreitet. Es dürfte sich trotzdem

<sup>1)</sup> Diese Bezeichnung wurde auch für Brehm's »Tierleben« von M. Hilzheimer und L. Heck angenommen. IV Aufl. 1925, Bd. XII, S. 117. Vgl. auch S. 127.

nicht um eine besondere Rasse handeln, obschon die Varietäten stellenweise endemisch auftreten, weil die Art und der Grad der Verkürzung, bzw. axialen Krümmung der Schwanzpartien recht verschieden ist und auch auf verschiedene Weise zustande kommt. Nach Kessel sollen z. B. auf Sumatra bei heranwachsenden Katzen die Schwänze erst allmählich absterben. Es gibt zwar in der Katzenfamilie Arten mit spezifisch verkürztem Schwanz, wie beim Karakal oder Luchs. Bei der Hauskatze behält aber das Merkmal den Charakter einer abnormen Verkrüppelung, was wir hier besonders hervorheben möchten. Bei unserem Exemplar (Phot. 1 u. 2 auf Taf. 1) war der Schwanz äußerlich, wie bei den Hasen, in ein symmetrisches Haarbüschel umgewandelt, das die Rückenlinie hübsch abschließt; beim Befühlen konnte man eine ziemlich lange Reihe verkümmelter und zusammengewachsener Wirbel feststellen, die in der Mitte stark seitwärts gekrümmt ist<sup>1)</sup>.

Eine weitere Abnormität im Bau der Katze betrifft die Beine. Namentlich die Vorderbeine sind auffallend kurz und dicker als gewöhnlich. Dies kam besonders beim Gang zur Geltung, vielleicht auch wegen der hohen Haltung der enger angezogenen Schultergelenke. Der Rumpf des Tieres war bei gemächlichem Schreiten vorne in der Schultergegend wie niedergeduckt und dies war so deutlich, daß man mich beim Vorzeigen des Tieres gerade auf diese Eigenart aufmerksam gemacht hat.

Am hervorstechendsten und wichtigsten war jedoch die Anomalie der Augen. Ihr Ausdruck überraschte als etwas im Katzen-geschlecht nie dagewesenes. Stark gewölbt und zumeist aufgerissen bis zu vollkommener Zurundung, scheinen sie einfach aus tiefschwarzen Pupillen zu bestehen. Erst bei eingehender Untersuchung bei entsprechender Beleuchtung wird man längs der Lider eines schmalen, ebenfalls sehr dunklen Irisstreifens gewahr, der die Pupille umrandet. Das Tier richtet die Augen stets in normaler Weise auf den es interessierenden Gegenstand oder auf jemanden, der zu ihm spricht (Phot. 3), man äußerte jedoch Zweifel darüber, ob sie wirklich sehen. Bald konnte ich tatsächlich mit aller Sicherheit feststellen, daß die riesigen Pupillen

<sup>1)</sup> Unter den Geschwistern der blinden Katze besaß ein Kätzchen einen stark gekürzten, ein anderes einen um die Hälfte gekürzten Schwanz. Beim nächsten Wurf hat dieselbe Mutter nochmals einen Nachkommen mit Stummel-schwanz geboren; ob von demselben Vater, bleibt ungewiß.



von wunderbarem Glanz der Katze lediglich zur Zierde gereichen, aber keine optischen Eindrücke ihr übermitteln. Da die Eigentümerin, eine das Katzenleben mit großer Sachkenntnis studierende Dame, mit Entschiedenheit behaupten konnte, der Ausdruck der Augen und das Verhalten des Tieres, namentlich beim Heruntersteigen von einem Schemel oder einem Sessel, seien von Anfang an stets die gleichen gewesen, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß hier der ungewöhnliche Fall einer vollständigen Blindheit vorliegt. Das Aufflammen stärkster Glühbirnen bis zu 150 W in unmittelbarer Nähe des Tieres bei geräuschloser Einschaltung vermochte keine merklichen Reaktionen auszulösen<sup>1)</sup>.

Somit bot mir dieses abnorm organisierte Individuum die ebenso seltene wie erwünschte Gelegenheit, die, wie es sich herausstellte, bewunderungswürdige Kunst, sich in einem unbekanntem Milieu bis zu einer unfehlbaren Treffsicherheit zurechtzufinden, nicht etwa an geblendeten Katzen, sondern an einem blindgeborenen Tier systematisch zu untersuchen und die bisjetzt zur Kenntnis der Katzenpsychologie zusammengetragenen Materialien durch einen überaus wichtigen Beitrag zu vervollständigen. Schmidberger, dem wir interessante Mitteilungen aus den letzten Jahren über das Verhalten blinder Katzen verdanken, konnte das zu seinen Versuchen nötige Material nur dadurch gewinnen, daß mehrere Kätzchen beiderseitiger *Exenteratio bulbi* unterzogen wurden<sup>2)</sup>. Abgesehen davon, daß ich diese grausame

<sup>1)</sup> Die Herren Ärzte Dr Al. Boryczko und Dr K. Leibel haben sich letzthin der Mühe unterzogen, die Augen der Katze okulistisch zu untersuchen, wofür ich ihnen sehr zu Dank verpflichtet bin. Da die maximal erweiterten Pupillen auf Licht gar nicht reagieren, war die Untersuchung mit dem Augenspiegel verhältnismäßig leicht durchzuführen.

Der Augenhintergrund ist von der inneren, nasalen Seite dunkel pigmentiert, mit stellenweise kräftigeren Streifen. Von der äußeren, temporalen Seite erhält man einen grünlich-goldigen Reflex. Die Grenzen zwischen dem pigmentierten und dem grünlich schimmernden Teil der Netzhaut sind undeutlich und verschwommen. Jener schwache, auch sonst bemerkbare Schimmer ist ganz verschieden von dem intensiven Glanz normaler Katzenaugen, die in der Finsternis hellen, grasgrünen Glühlampen gleichen; hier bleiben sie abgründig schwarz. Auf der Netzhaut ließ sich kein Blutgefäßnetz beobachten. Sowohl die Sehnervenpapille als der gelbe Fleck sind ebenfalls unsichtbar. Es liegt demnach nach meiner Ansicht eine Entwicklungsanomalie vor.

<sup>2)</sup> G. Schmidberger. Über die Bedeutung der Schnurrhaare bei Katzen. Ztschr. f. vgl. Physiologie, Bd. 17, Berlin 1932.

Operation an psychisch so hoch stehenden Tieren für unzulässig halte, können indessen Reaktionen operativ geblendeter Tiere auf die Frage nach den angeborenen Orientierungsmethoden blinder Katzen keine eindeutige Antwort geben.

Die Beschreibung der Katze möge dahin vervollständigt werden, daß sie semmelgelb war, rostbraun gesprenkelt, mit weißlichen Partien an den Körperseiten und unten. Es war ein Männchen, zur Zeit, als es mir übergeben wurde, 6 Monate alt, von mittlerer Statur, sonst sehr wohl genährt und entwickelt. Es hat bei mir gegen 3 Frühjahrsmonate zugebracht.

Da ich anfangs durch anderweitige Arbeiten verhindert war, sofort mit anhaltender Beobachtung zu beginnen, wurde der Kater fürs erste dem Institutslaboranten anvertraut, damit er nicht zu sehr unter Vereinsamung leide. Nach wenigen Tagen wurde er jedoch in das Psychogen. Institut zurückgetragen, weil das etwas verzogene Tier in der kleinen Wohnung namentlich die Nachtruhe der Mitbewohner zu arg störte und auch die weißen Fenstergardinen bei unermüdlich wiederholten Kletterübungen zerfetzte. So mußte er auf etwa 3 Wochen im Institute selbst untergebracht werden, wo er in 2 Räumen frei herumlaufen durfte und sich tatsächlich ziemlich gut eingelebt hat. Endlich habe ich ihn auf 2 weitere Monate zu mir ins Haus genommen, worauf er von seiner rechtsmäßigen Herrin, wohl sehr gegen seinen Willen, abgeholt wurde und an seinen Geburtsort zurückkehrte.

## 2. Methoden der räumlichen Orientierung.

Seit Scheitlin's begeisterter Schilderung der psychischen Fähigkeiten und des spezifischen Verhaltens der Katzen bis zu zeitgenössischen Monographen der Katzenpsychologie, wie Georgina Stickland Gates von der Columbia-University <sup>1)</sup> oder Johannes Reinke, der bekannte Botaniker und Vitalist in Kiel <sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> G. Stickland Gates, *The modern cat, her mind and manners. An introduction to comparative psychology.* New York 1928. Dasselbst ein ausführliches Verzeichnis englisch verfaßter Schriften; anderssprachige Literatur recht unvollständig.

<sup>2)</sup> J. Reinke, *Beitrag zur Kenntnis der Psychologie der Hauskatze.* Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-Phys. Klasse, 1929.

wird immer wieder die besondere Orientierungsgabe der Hauskatze und ihre auf vorzüglichem Gedächtnis beruhende Ortskenntnis hervorgehoben, so daß sie geradezu als »Ortstier« bezeichnet wurde. Es gilt ferner als eine allgemein anerkannte Tatsache, daß der scharfe Gesichtssinn der Katze beim Erwerben der Ortskenntnis die wichtigste Rolle spielt, im Gegensatz zum Hund, wie dies seinerzeit von Szymański<sup>1)</sup> experimentell nachgewiesen wurde. Beim Studium des Verhaltens einer blinden Katze in neuer Umgebung hieß es vor allem zu ermitteln, ob das Streben nach räumlicher Orientierung tatsächlich in den Vordergrund tritt und auf welche Weise diese Erkenntnisaufgabe beim Mangel jedweder Gesichtswahrnehmungen gelöst wird.

Als Lambro — denn diesen Namen habe ich dem jungen Kater aus weiter unten anzuführenden Gründen gegeben — in das Institut gebracht wurde, war er nach den Strapazen einer ziemlich langen Reise sichtlich müde und etwas verwirrt. Nachdem er eine fast anderthalbstündige Fahrt im Auto überstanden hat, wurde er in eine Privatwohnung getragen, dann erst in einem unbequemen Vogelbauer in das Institut transportiert, lauter Erlebnisse zweifellos unangenehmer Natur, die in seinem Dasein noch nicht vorgekommen sind. Aus dem Käfig herausgenommen und liebevoll mit der Hand gestreichelt, hat sich das Tier zunächst mitten im Zimmer niedergekauert, mit zusammengezogenen Vorderpfoten, wie es ruhende Katzen zu tun pflegen und verblieb so vollkommen ruhig mehrere Minuten. Es waren dabei an ihm keine Anzeichen von Erschrockenheit oder stärkerer Beunruhigung zu bemerken. Lambro hatte einfach das Bedürfnis sich auszuruhen, dann erhob er sich nach einer Weile und setzte sich vorsichtig in gerader Richtung in Bewegung. Wenige Schritte haben ihn

<sup>1)</sup> Vgl. J. S. Szymański in Pflügers Arch. f. ges. Phys. B. 152, Lernversuche bei Hunden und Katzen (1913), 171 (1918) u. a. a. O. Vgl. auch Er. Murr, Physiologische Untersuchungen über die sog. leuchtenden Augen bei den Wirbeltieren. 1. Die Lichterregbarkeit der Hauskatze etc. Zool. Jahrb. Ab. a. Zool. Phys. Bd. 49, 1931. — Es hat sich herausgestellt, daß die Leistungsfähigkeit der Katzenaugen im Dämmerchein jene der menschlichen Augen dreifach übersteigt.

Eine kurze Zusammenstellung hauptsächlichster Eigentümlichkeiten des Katzenauges findet man in einer übersichtlichen anatomisch-physiologischen Vergleichstabelle in einer älteren Arbeit von Stella Burnham Vincent, The mammalian eye. Journ. of anim. Behavior, Vol. II, 1912, S. 254.

zur Wand geführt, die er zu beriechen schien; dann wandte er sich nach links, der Wand entlag, um sowohl die Mauer wie die an ihr angetroffenen Gegenstände, wie Tischbeine, Schirm- und Kleiderständer u. dgl. aufs genaueste mit labialen Schnurrhaaren und der Schnauze selbst zu untersuchen. An der offenen Tür angelangt, wurde er durch unsere Anrede und die üblichen Lockrufe aufgehalten. Doch wollen wir die Schilderung, wie er sich mit den Institutsräumen bekannt machte, nicht fortsetzen, da ich ihn erst in meiner Privatwohnung ununterbrochen zwei ein halb Tage lang auf Schritt und Tritt begleiten und die von ihm zurückgelegten Wege protokollarisch aufzeichnen konnte.

Lambro startete an der Schwelle einer Tür, die einen inneren, zu den Wohnzimmern führenden Gang mit der Küche, seinem eigentlichen Aufenthaltsort, verbindet. Auf dem beigegebenen Grundriß (Fig. 1) ist sie an der rechten Seite markiert. Sein erster Orientierungsgang führte ihn nach links, genau in der soeben beschriebenen Weise, an einem großen Schrank vorbei, zunächst unter den Gasherd, der über dem Fußboden an der Wand angebracht, ihm den Weg nicht verstellte, jedoch, als Neuheit durch ungewohnte Gerüche seine Aufmerksamkeit fesselte, so daß er stehen blieb und mit erhobenem Kopf herumspähte. Nachher hat er sich auf den Hinterbeinen aufgerichtet und mit den Vorderpfoten die eisernen Stützstangen betastet. Neben dem Küchenherd behinderten ihn sichtlich Kohleneimer und andere unten stehende Geräte, da er bei allen Orientierungsgängen stets bis in die Ecken und Winkel einzudringen trachtete und, wie ich vermute, auf Grund wiederholter Erfahrungen kleinere Objekte als wechselnde, beziehungsweise verschiebbare Bestandteile kennen gelernt hat, die für die Orientierung in der Situationslage nur als bedingte Anhaltspunkte in Betracht kommen. Auch die unmittelbare Nähe des Kochherdes bringt zweifellos verschiedene Momente mit sich, die eine Katze fesseln und zu eingehender Untersuchung veranlassen können. Überhaupt pflegte Lambro bei erstmaligem Besuche eines Ortes sehr oft stehen zu bleiben, zuweilen sogar, wenigstens mit dem Kopfe, um einige zehn cm zurückzuweichen, gewissermaßen, um sich einzelne Befunde seiner Untersuchung besser einzuprägen.

An der äußeren Wand des Küchenofens stieß er auf eine viereckige Blechplatte mit niedrigem senkrechten Rande, die mit

Sand gefüllt war, in welchem er seine Exkremente verscharren durfte. Er wurde denn auch sofort emporgehoben und in die Mitte des Behälters gesetzt. Es ereignete sich auch, daß er sogleich seine Notdurft verrichten konnte, was natürlich nicht ge-

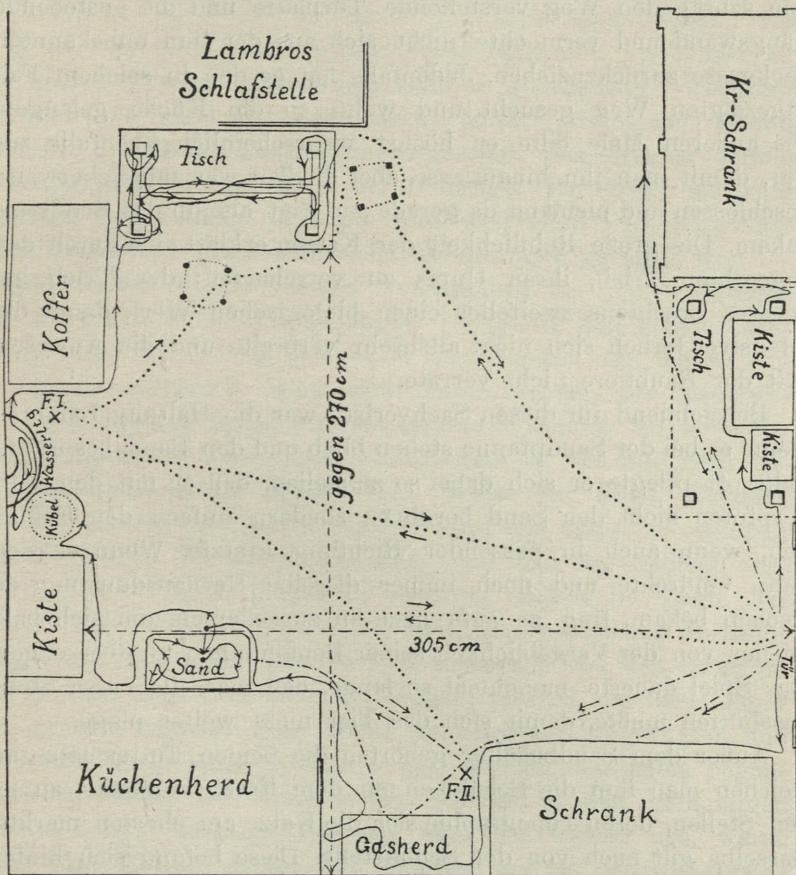


Fig. 1. Grundriß des Küchenraumes mit Spurbahnen Lambros: Anfangsbahnen in gezogenen Linien, Diagonalstrecken in punktierten Linien, intermediäre Bahnen punktiert-gestrichelt X Futterstellen I und II. Pfeile markieren die Richtungen, in welchen die Bahnen begangen wurden.

schehen würde, wenn ihm die nämliche Einrichtung nicht von zuhause und aus dem Institut bekannt gewesen wäre. Jedenfalls war es für ihn eine wichtige Stelle, die er sich gleich gemerkt hat und nach wenigen weiteren Rundgängen auch sicher zu fin-

den wußte. Kaum 2—3 mal passierte es ihm, daß er den richtigen Ort nicht erreicht hat. Das erste Mal wollte er zu diesem Zweck durch den erwähnten Gang in die Küche gelangen, zu der die einflügelige Zimmertür offen stand, er geriet aber zwischen die ihm schräg den Weg verstellende Türplatte und die anstoßende Längswand und vermochte nicht sich aus der ihm unbekanntem Sackgasse zurückzuziehen. Jedenfalls hat er den in solchem Fall angezeigten Weg gesucht und wollte in die Küche gelangen. Die anderen Male eilte er höchst wahrscheinlich ebenfalls zur Tür, damit man ihn hinauslasse, aber die Tür war möglicherweise geschlossen und niemand da gerade zur Zeit, als ihn das Bedürfnis ankam. Die große Reinlichkeit der Katzen erklärt sich durch den angeerbten Trieb, ihren Unrat zu verscharren; der Trieb hat unseres Erachtens zweifellos einen biologischen Wert, damit der intensive Geruch sich nicht allzusehr verbreite und die Anwesenheit der Raubtiere nicht verrate.

Bezeichnend für diesen Sachverhalt war die Haltung Lambros, wenn er bei der Sandpfanne stehen blieb und den Sand bespritzte. Sehr oft pflegte er sich dabei so zu stellen, daß er mit den Vorderpfoten nicht den Sand berührte, sondern einfach den Fußboden, wenn auch in passender Richtung, kratzte. Wenn er sich dann umdrehte und noch immer dieselbe Harnausdunstung zu riechen bekam, fing er aufs neue an zu scharren, um sich bald wieder von der Vergeblichkeit seiner Bemühungen zu überzeugen. Das Spiel dauerte manchmal so lange, daß man die nasse Stelle zuschütten mußte, damit sich das Tier nicht weiter plage.

Außer dem Sandbehälter gehörten die beiden Futterplätze, an welchen man ihm die Schälchen mit dem Essen vorsetzte, zu jenen Stellen, deren Topographie sich die Katze am ehesten merkte. Dasselbe gilt auch von der Schlafstelle. Diese befand sich hinter einem Tisch, dessen durch Leisten verbundene Beine ihre besondere Aufmerksamkeit wachriefen. Als Lambro bei seinem ersten Rundgang zu dem Tisch gelangte und an die 18 cm über dem Boden angebrachten Querleisten mit der Schnauze stieß, hat er sie lange in allen Richtungen betastet, überschritten und ihre Anheftung an den Tischbeinen untersucht. Dieses besondere Interesse läßt sich durch zweierlei Gründe erklären. Entweder hat ihn die Konstruktion als Neuheit interessiert und das längere Verharren bei ihr hatte einfach einen spielerischen Charakter,

oder erinnerte sie ihn besonders eindringlich an einen von früherher bekannten Tisch, so daß er sich überzeugen wollte, ob es nicht jener andere Tisch wäre, mit welchem das Tier etwaige angenehme Eindrücke verknüpfte.

Wenn er anderseits an manchen Einrichtungsstücken, wie z. B. an dem rechts von der Küchentür stehenden Tisch oder an den beiden daselbst befindlichen Stühlen gleichgültig vorbeiging und sich mit ihnen erst dann näher befaßte, als es sich darum handelte, dieselben zu erklettern, so geschah dies offenbar gerade deswegen, weil er sie schon bei flüchtiger Berührung als wohl bekannte Gegenstände erkannte und weil seine Verhaltensweise ihnen gegenüber durch zahlreiche Erfahrungen geregelt war.

Die ersten Stunden seines Aufenthaltes bei mir vergingen ihm mit derlei Orientierungsgängen. Die ganze Zeit schritt Lambro langsam einher und jede seiner Bewegungen war ebenso umsichtig wie zweckhaft. Seine Schrittweite scheint mir besonders beim Durchqueren freier Flächen kleiner zu sein als bei sehenden Katzen. Sobald er sich müde fühlte, setzte er sich auf jeder beliebigen Stelle in der angegebenen Weise zur Ruhe. Einzelne Strecken wurden bald gewissermaßen bevorzugt und öfter belangen als die anderen. Es zeigte sich auch bald, daß die Fahrten vereinfacht und folglich abgekürzt wurden. Schon im Laufe des ersten Tages wurden gewisse Krümmungen und Ecken vernachlässigt, die Spürbahn entfernte sich zusehends von den Objekten und es kam nach und nach zu Diagonalfahrten, die bald länger und gerader wurden. Dies betraf zunächst die eingeengten und dicht verstellten Raumabschnitte und die am häufigsten begangenen Strecken. Das Endresultat, welches in den geräumigen Wohnzimmern mitunter tagelang auf sich warten ließ, waren mehr oder minder geradlinige Bahnen, die bei den wichtigsten Geschäften in Gebrauch kamen und zu den Futternapfen, zum Sand oder zu der Schlafstelle und anderen, von Lambro in späterer Zeit gewählten Liegeplätzen oder Spielgelegenheiten hinführten. Wie man aus Fig. 1 ersehen kann, stellen sie von Tastperceptionen immer mehr emanzipierte Richtungskorrekturen dar und erinnern an planimetrische Aufgaben, gewisse Punkte komplizierter Figuren auf kürzesten Strecken miteinander zu verbinden. Daß diese Korrekturen auf umfassender Einsicht in die topographischen Ortsverhältnisse beruhten, zeigte sich mit ge-

nügender Klarheit bei Versuchen, die neugewählten Bahnen durch Stühle oder Kisten zu versperren. Meistens ließ sich Lambro durch derartige Hindernisse nicht beirren und suchte sich den Weg zwischen den Beinen eines Sessels oder ging um eine Kiste herum, ohne die eingeschlagene Richtung zu verlieren, obgleich auch das letztere vorkam. In der Regel stieß er aber mit der Nase an den unerhofften Gegenstand. Auf diese Weise hat er sich nicht nur mit dem Küchenraum so gut bekannt gemacht, daß er sich in ihm bald frei zu bewegen wußte, sondern nach und nach mit mehreren Zimmern und Nebenräumen mit recht reichhaltiger und komplizierter Einrichtung.

Es ist dabei zu beachten, daß die Katze viel auf den Händen herumgetragen und an verschiedenen Stellen in der Wohnung auf den Fußboden heruntergesetzt wurde, daß sie folglich ihre Orientierungsgänge tatsächlich in sehr verschiedener Lage beginnen mußte und sozusagen ihr topographisches Orientierungsnetz zu gleicher Zeit von verschiedenen Ansatzpunkten aus auszuführen verstand. Wie sehr dies die Arbeit erschwert, kann man sich an sich selbst leicht überzeugen, wenn man mit zugebundenen Augen in einem unbekanntem Raum von verschiedenen Punkten aus sich zurechtzufinden versuchte.

Die von dem Tier mit Leichtigkeit gelösten Aufgaben waren aber in Wirklichkeit weit verwickelter Natur, da wir bisjetzt nur planimetrische Verhältnisse erörtert haben, während es sich ja doch stets um Mannigfaltigkeiten eines dreidimensionalen Raumes handelte, um Kenntnisnahme von Gegenständen, die erklimmen und allseitig ertastet werden mußten, um Tische, Stühle und Ruhebetten, die zu verschiedener Zeit mit verschiedenen Sachen und in wechselnder Ordnung belegt und besetzt werden. Und gerade die Geschicklichkeit und Vielseitigkeit, die das Tier bei Erkennungsaufgaben dieser Art zu entwickeln wußte, sind geeignet, das größte Interesse des Beobachters zu erwecken.

Man kann als Regel bezeichnen, daß die Orientierung in horizontaler Richtung vorausgeht und die vertikale, wenn man sich der Kürze halber so ausdrücken darf, nachfolgt. Eine strenge Scheidung läßt sich selbstverständlich nicht durchführen, insofern niedrige Objekte, Schachteln, Eimer u. dgl. häufig schon beim ersten Rundgang näher untersucht werden. Sobald also Lambro eine Strecke, z. B. längs einer Zimmerwand, bereits ein oder



mehrere Male begangen hat, konnte man beobachten, wie er den Kopf erhebt und sich auf den Hinterbeinen aufrichtet, um die Mauer oder Wände eines Schrankes mit weitgestreckten Vorderpfötchen aufmerksam zu betasten. War es ein Stuhl, dann trachtete er auf denselben zu gelangen und von diesem womöglich eine Tischplatte zu erreichen, doch versuchte er niemals hinaufzuspringen, sondern hinaufzuklettern. Er pflegte sich mit den Vorderpfoten festzuhalten und hob die Hinterbeine empor, nach Stützpunkten suchend, und wenn solche nicht zu finden waren, wußte er sich einfach hinaufzuwinden. Bei Tischen benützte er mit Vorliebe tiefer herabhängende Tischdecken, die ihm das Hinaufklettern sehr leicht machten. Da er gegenwärtig ein überaus ansehnlicher, stark gebauter Kater geworden ist, erreicht er, wenn er sich aufrichtet, jeden Tisch mit den Vorderpfoten; mit diesen angestemmt, hat er genügende Kraft, sich wie ein Turner ganz emporzuheben, drückt dabei den Bauch an die Tischkante, kippt dann nach vorne um und befindet sich bald auf dem Tische<sup>1)</sup>.

Um herunterzukommen, kletterte er ebenfalls ausnahmslos in derselben Weise herab, wie er hinaufgekommen war, das heißt mit den Hinterbeinen nach unten, und führte mit denselben ebenfalls tretende Bewegungen aus, als ob er nach Leiterstufen suchte, auf die er sich beim Hinabsteigen stützen könnte. Dieses Gebaren war sehr auffällig und machte den Eindruck eigentümlicher Unbeholfenheit, namentlich wenn es sich um einen Stuhl von kaum 45—47 cm Höhe oder um ein niedriges Ruhebett handelte. Erst nach geraumer Zeit, wenn er mit den betreffenden Möbelstücken ganz vertraut wurde, faßte er den Mut, hinauf- und hinabzuspringen. Um auf Tische zu gelangen, benützte er stets herangerückte Stühle, auch Stoffvorhänge an den Türpfosten und nur in Ermangelung solcher Zwischenstufen riskierte er manchmal herabzuspringen. Phot. 1 gibt gut die Haltung wieder, in der sich seine Unsicherheit und sein Zögern deutlich abspiegeln. Es ist bemerkenswert, daß nach dem Berichte Schmidbergers seine geblendeten Katzen bereitwillig herauf und heruntersprangen, selbst von einer Höhe von 2 m.

<sup>1)</sup> Nach einer mündlichen Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Otto Antonius aus Wien pflegt seine helläugige Siamkatze auf genau dieselbe Weise auf Tische zu gelangen. Sie steht aber auch im Verdacht, sehr schwach-sichtig zu sein.

Auf Tischen, Kasten, Kredenzschränken, Klavier- oder Waschtischplatten benimmt sich Lambro stets mit größter Umsicht. Es soll nie vorkommen, daß er etwas zerschlagen oder umgeworfen hätte. Bei mir hat er höchstens zweimal frische Blumen umgeworfen und Wasser ausgeschüttet. Beide Male geschah es aber mit neu aufgestellten, weit ausladenden Blütenzweigen in schlanken, hohen Glasgefäßen, an die er unversehens anstieß; die Blumenhalter selbst hätte er sicherlich nicht umgeworfen. Manche Dinge, die er auf seinen Streifzügen entdeckte, weckten seine besondere Neugierde. Einmal war es ein Fließpapierlöscher auf dem Schreibtisch, der bei Berührung wie eine Schaukel wackelte, dann wieder eine am Kredenzschrank aufgehängte Tafelschippe mit sichelförmiger Bürste, die einen blechernen Klang von sich gab, Dinge, deren jedesmalige Begegnung ihn im gleichen Grade zu fesseln schien. Aber eine einzige Begegnung reichte in solchen Fällen aus, daß er sich die Stelle, wo er den Gegenstand gefunden hat, bleibend merkte und mühelos wieder fand.

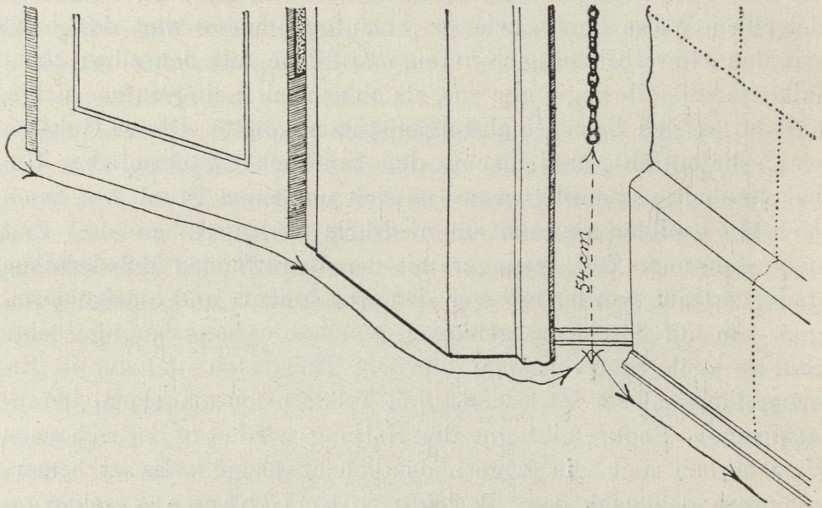


Fig. 2. Lambros Spurbahn zu der Uhrkette.

Als Beispiel will ich den Fall mit der Kette einer kleinen Wanduhr anführen (Fig. 2). Es war bei einem ersten Rundgang, der die Katze dicht neben einer halboffenen zweiflügeligen Tür, am Türpfosten ohne Schwelle, in ein anderes Zimmer führte,

während ich ihm nachfolgte. Gleich hinter der Tür stieß dort Lambro auf einen Kachelofen und der enge, abgewinkelte Raum zwischen dem glatt lackierten, etwa 14 cm breiten Türrahmen und dem ebenfalls glatten Ofen hat ihn veranlaßt stehen zu bleiben und sich aufzurichten, um die Mauer abzutasten. Dabei kam er in Berührung mit der langen, tief herabhängenden Messingkette ohne Gewicht, nur mit einem runden Endring, den er mit einer Kralle erfaßte. Bei jeder Berührung kam die frei hängende Kette in Schwung, was dem Tier offenbar lebhaftes Vergnügen bereitete. Er blieb längere Zeit bei dem aufgefundenen Spielzeug und besuchte dann jene Stelle mit Vorliebe, um mit der Kette immer wieder zu spielen und zwar so heftig, daß er sich wenige Tage später eine Klaue, die sich in ein engeres Kettenglied eingezwängt hatte, mit starkem Ruck herausriß. Ich muß noch hinzufügen, daß die Uhr unaufgezogen war und die Aufmerksamkeit des Tieres niemals durch Pendelgeräusche wachrufen konnte. So oft es bis zum Schluß seines Aufenthaltes bei mir an der Tür vorbeiging, hat es nie versäumt den kleinen Abstecher zu machen und die Kette anzutasten.

Ein anderes kleines Begebnis beweist vielleicht noch nachdrücklicher, wie fein Lambro beobachtet und wie vorzüglich sein Ortsgedächtnis ist. Er hat unlängst ein langes Roßhaar gefunden, welches aus der Kehrbürste in einer Ritze des Fußbodens stecken geblieben war und schräg in die Höhe ragte. Er vergaß nachher keinen Tag zu dem Haar zu gehen und damit zu spielen.

Groß ist auch seine Kletterlust, die er bei mir auszuüben begann, nachdem es ihm zur Gewohnheit geworden war, mich täglich in aller Frühe noch im Bett zu besuchen, dann aber das leere, höher gedeckte Bett, unter Verwendung der weit nach unten herabreichenden Decke als Kletterwand, zu erklimmen und auf demselben Wege zu verlassen. Zunächst interessierte es ihn, einen großen, mit geknüpften Teppichstoff überzogenen Lehnstuhl, von dem aus er auf den Schreibtisch gelangte, von allen Seiten zu untersuchen und an ihm herumzuklettern. Dann war es der Wandteppich am Bett, der ihn zu Kletterübungen reizte, endlich ein anderer, großer, aus Wollstoff derb gewirkter Teppich, der über einem Ruhebett die Wand mehrere Meter hoch überspannte. Ich pflegte mit Lambro unter den vielen auf dem Ruhebett zerstreuten Polstern zu spielen und eines Tages, als er sich darauf her-

umwälzte, in ausgelassenster Stimmung, und wie es in solcher Verfassung des öfteren vorkam, sich den Kopf tüchtig stieß, raffte er sich plötzlich auf, tat einen wilden Sprung gegen die Wand und blieb mit ausgespreizten Krallen während einiger Sekunden am Teppich hängen. Dies gab ihm Anlaß zu weiteren Versuchen, an der Wand in die Höhe zu klettern, die er auch an den folgenden Tagen wiederholte.

Von dieser interessanten Selbstübung gelang es mit einiger Mühe und mit Hilfe eines zweiten Beobachters mehrere Kurven zu gewinnen von recht instruktivem und charakteristischem Verlauf (Fig. 3). Kurve I entspricht dem Anfangsversuch, bei dem

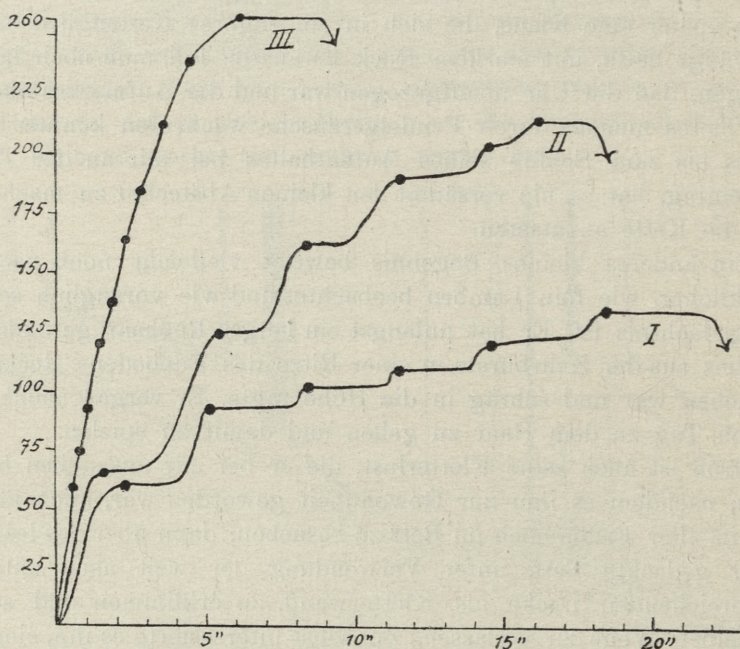


Fig. 3. Kletterdiagramme. Auf der Ordinate die erreichte Höhe in cm, vom Startpunkt an gerechnet. Die Abszissen entsprechen der Zeit in Sekunden.

die Katze sichtlich von Neugierde getrieben, aber unsicher und ein bisschen furchtsam, mit kurzen, durch Ruhepausen von mehreren Sekunden von einander getrennten Griffen in die Höhe zu kommen trachtete. Es gab im ganzen 6 Griffe, die nach 18 Sekunden erreichte Höhe betrug 135 cm, von der Polsterung des

Divans ausgerechnet. Der erste Satz, von der federnden Unterlage aus, war naturgemäß der höchste und so blieb es auch bei allen weiteren Versuchen (über 60 cm). Nach jedem weiteren, wenn auch unbedeutenden Ruck in die Höhe zögerte das Tier sekundenlang, bevor es weiter kam; nach dem letzten Griff vergingen mehr als 3 Sek., bevor es verzichtet hat, weiter zu klettern. Die späteren Aufstiegsbahnen (II) zeigen insofern einen Fortschritt, als das Tier sicherer, psychologisch ausgedrückt, mit wachsender Zuversicht die weiteren, sprunghaften Griffe ausführte, deren Distanz infolgedessen wächst und erst in der höheren Partie der Kletterbahn nachläßt. Dem entspricht auch das Resultat: 215 cm, erreicht in 16 Sek. Ruhepausen fallen vornehmlich auf die untere Partie und nehmen immer weniger Zeit in Anspruch. Die Kurve III veranschaulicht die höchste Stufe. Nur der erste Ansatz bleibt der gleiche. Lambro war mitten im eifrigsten Spiel; von seinem Temperament hingerissen durchquerte er das Zimmer in Galoppsprüngen, befand sich in einem »Nu« — dieses Wort genau im Sinne Uexkülls<sup>1)</sup> genommen — auf dem Divan und entlud den kondensierten lokomotorischen Schwung, indem er sich auf die senkrechte Wand stürzte und die volle Höhe von 260 cm, die Anheftungslinie des oberen Stoffrandes, in kaum 6 Sekunden ohne Pausen erstürmte, worauf er oben noch gegen 4 Sek. ausharrte, bevor er sich herabließ.

Hier waren die Griffe, die Kletterschritte, weit zahlreicher als in den früheren Fällen. Bei der Raschheit der Bewegung ließen sie sich nur mit Hilfe des farbigen Stoffmusters und im Rhythmus des Gesamtbildes der ruckartigen Vorwärtsbewegung festhalten; die Sekunden mußten aber, wie bei photographischen Belichtungszeiten, an den Fingern abgezählt werden.

Es bleibt noch übrig zu betonen, was die entworfenen Diagramme, wo die Schrägstellung der Kurven die Zeit wiedergibt, nicht ausdrücken können, daß die Kletterbahn bei den anfänglichen Einübungsversuchen tatsächlich schief verlief, besonders in den oberen Abschnitten, im Falle III dagegen fast senkrecht geblieben ist. Die bogenförmige Ausbiegung des Diagramms III nach rechts zeigt aber, daß auch hier die Kräfte des Tieres im

<sup>1)</sup> J. v. Uexküll. Theoretische Biologie, II Aufl., Berlin 1928, S. 56.

Laufe der Kletterarbeit nachließen und die Wegeinheiten, an der Zeit gemessen, kleiner wurden.

Von besonderer psychologischer Bedeutung ist folgende Kletterleistung Lambros aus der letzten Zeit, deren Zeuge ich nicht gewesen bin, die mir aber mit ganz zuverlässiger Genauigkeit und Anschaulichkeit geschildert wurde. Es fiel auf, daß er sich immer wieder in der Nähe eines 2-stufigen Kredenzschrankes im Eßzimmer aufhielt, sichtlich mit einem Wunsch beschäftigt, den er nicht zu stillen wußte. Auf die untere Kredenzplatte konnte er mit Hilfe eines benachbarten Stuhles gelangen und war genügend mit allem vertraut, was dort zu finden war. Es hat sich nun aber schließlich gezeigt, daß es sich ihm um den ziemlich hohen und glattwändigen Oberteil des Schrankes handelte, den er aus einem nicht näher angebbaren Grunde durchaus erklimmen wollte und man war glücklicherweise zugegen, als es ihm endlich gelang, dieses Vorhaben auszuführen. Die Katze bestieg ein Sofa, über welchem ein Teppich an der Wand ausgespannt war, viel breiter als das Möbelstück, so daß er seitlich bis in die Nähe des Kredenzschrankes hinübertagte. Nun kletterte Lambro von der Rücklehne aus auf den derb gewirkten, rauhen Stoff herüber und bewegte sich auf ihm vorsichtig in schräger Richtung, die ihn immer höher und immer näher zu dem erwähnten Schrank brachte. An den Rand angekommen, streckte er die Vorderpfote möglichst weit nach der Seite und betastete die Mauer, bis er die glatte Seitenwand des Schrankes mit den Zehen erreichte. Er befühlte sie mehrere Male, zog dann das Bein zurück, kletterte ein Stück aufwärts und tastete weiter, bis er endlich so hoch gekommen war, daß er den gesuchten Oberrand des Schrankes getroffen hat. Daraufhin erhob er sich noch ein wenig und nahm sich zu einem Sprung zusammen, der ihn faktisch an das ersehnte Ziel brachte. Oben angelangt, untersuchte er sogleich in eingehender Weise alles, was sich darauf befand — es handelte sich übrigens um nichts Eßbares — und als er damit fertig war, setzte er sich hin und begann zu miauen, was er auch bei mir zu tun pflegte, so oft ihm nach Ersteigung eines hohen Objektes der Rückweg nicht genügend geläufig war. Diesmal hat er ebenfalls um Hilfe gerufen und wurde heruntergeholt. Aber nach kurzer Zeit sprang er auf das Sofa, wiederholte die komplizierte Klettertour und saß bald wieder oben. Nur war er mit der Lösung seiner Aufgabe

viel früher fertig, die Bewegungen waren sicherer und gewandter und beim Abschätzen der richtigen Höhe brauchte er nicht mehr die komplizierten und mühseligen Tastbewegungen mit dem Vorderpfötchen zu wiederholen.

Abschließend möchte ich erwähnen, daß er, wie dies auch normale, namentlich junge Kätzchen häufig versuchen, gerne auf sitzende oder stehende Menschen klettert, um auf den Schoß oder auf die Hände zu gelangen, ein für den Betreffenden bei der Stärke und Schärfe seiner klauenförmig gebogenen Krallen ungemein schmerzliches Anzeichen der Anhänglichkeit.

Mit dem Hang zum Klettern verbindet sich bei Lambro seine Vorliebe fürs Schaukeln. Es begann mit Herüberspringen von dem erwähnten Fauteuil in meinem Arbeitskabinett auf Stoffvorhänge, welche eine anstoßende Tür umrahmen. Besonders wenn er zum Spielen aufgelegt war, was sich mit seiner gewöhnlichen Verfassung mehr minder deckte, tobte er in wilden Sprüngen auf dem gepolsterten Stuhl herum und sprang dann regelmäßig auf den Vorhang, um daran in die Höhe zu klettern. Der lange, bis zum Fußboden reichende Stoff geriet dadurch in Schwung und das Vergnügen erreichte seinen Höhenpunkt, wenn man nachhalf und die Vorhänge bei geöffneten Türflügeln in eine pendelnde Schaukel verwandelte.

Das Mitgeteilte möge ausreichen, um von der vortrefflichen räumlichen Orientierung, die von dem blinden Tier im Laufe von kaum zwei Monaten erworben wurde, eine richtige Vorstellung zu geben. Die Katze bewegte sich schließlich mit vollständiger Freiheit in der ganzen Wohnung. Ihre Treffsicherheit, die Gewandtheit ihrer Sprünge, ihre Schmiegsamkeit gegenüber den Gegenständen sind geradezu bewunderungswürdig. Hierzu noch ein Beispiel. Als einmal die Eigentümerin Lambros bei mir erschien, um nach ihrem Liebling zu sehen, konnte ich die Dame nicht selber empfangen, da ich gerade infolge einer Erkältung das Bett hüten mußte. Lambro wurde in das Arbeitskabinett getragen, wo er auf die Kniee gesetzt und mit Liebkosungen überschüttet wurde. Da habe ich ihn versuchshalber aus drittem Zimmer ziemlich laut zu mir gerufen. Beim ersten Ruf horchte er gespannt auf, bei Wiederholung seines Namens machte er sich blitzschnell aus der Umarmung unter energischer Benützung seiner Krallen los und galoppierte in das Schlafzimmer, wo er

in ein paar Sätzen zu mir ins Bett sprang, ohne sich auf der winkligen Strecke irgendwo anzustoßen. Es zeugt dies von einer für uns Menschen schwer begreiflichen, vollständigen räumlichen Beherrschung der Situation. Denn bei schnellem Lauf oder Springen kommen die bei allen Katzen so gut entwickelten Tastrezeptoren in Form von Schnurrhaaren am Gesicht gar nicht in Betracht, um so weniger die feinen Zehenvibrissen an der inneren Seite der Vorderbeine, die sonst bei Lambro eine besonders wichtige Rolle spielen müssen.

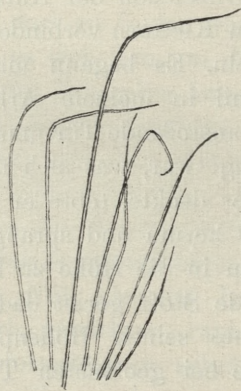


Fig. 4. Die Supraorbitalvibrissen der linken Augenbraue.

Auch die Gesichtsschnurrhaare waren für Lambro, als Tastwerkzeuge bei den üblichen Orientierungsgängen ein sehr wichtiger Behelf, vor allem ein Warnungsmittel, um heftigen Anstoßkollisionen vorzubeugen. Die Schnurrhaare sind am Gesicht als Augenbrauen, Wangenborsten (bei Lambro zu je einem Paar) und Labialvibrissen so verteilt, daß sie um den Kopf eine tangorezeptive Schutzsphäre bilden, so daß der Kopf eigentlich nie in eine unmittelbare Berührung mit den Objekten zu kommen braucht, sofern das Tier wirklich aufmerksam bleibt. Bei Lambro konnte ich das bei jedem ersten Besuch eines Tisches, eines Schrankes oder einer Schublade, — denn er mußte überall hindringen, — genau beobachten. Leichtes Anstoßen erfolgte nur dann, wenn er seinen Erfahrungen gemäß irgendwo keinen Vorsprung u. dgl. erwartete oder wenn ihm absichtlich etwas in den Weg gestellt wurde. Die Vibrissen, als Sinushaare, sind so reichhaltig



mit Blutgefäßen an der Wurzel umgeben und so stark innerviert, daß es der Katze möglich wird, die Oberflächenbeschaffenheit der Gegenstände bei leisester Berührung zu beurteilen und danach ihre Bewegungen zu richten. Wenn sie dagegen übermütig herumsprang, konnte sie sich leicht schmerzliche Verletzungen zuziehen; die auf Phot. 3 und 4 (Taf. 1) sichtbare Narbe auf dem Nasenrücken gibt davon ein bleibendes Zeugnis.

Ähnliche Spürhaarenbewaffnung besitzen auch andere viel im Dunkel verweilende Säuger und sinnesphysiologisch ist ihre Funktion eingehend zuerst vor allem bei Ratten untersucht worden<sup>1)</sup>. Die geblendeten Katzen Schmidbergers waren ebenfalls auch in unbekannter Umgebung vor Kollisionen geschützt, wenn ihnen die Schnurrhaare belassen wurden, und wußten Hindernissen gut auszuweichen, im Gegensatz zu solchen, denen die Sinushaare ausgerissen wurden. Um mich davon zu überzeugen, habe ich dem Lambro sämtliche Schnurrhaare an der rechten Kopfseite hart an der Haut abgeschnitten. Gegen Erwartung schien ihm jedoch die entsnurrte Seite keine besonderen Schwierigkeiten zu bereiten. Er zirkulierte wie sonst herum und nur ab und zu, z. B. an Türflügeln, die unter verschiedenen Winkeln geöffnet waren, stieß er sich leise in der Schläfengegend oder an der Schnauze.

Ich erkläre dieses Verhalten damit, daß Lambro zur Zeit der Entsnurrung die Wohnung zu eingehend kannte und daß auch manche dem Wechsel unterliegende Einzelheiten in seinem vorzüglichen Gedächtnis so treu eingepreßt waren, daß er auch ohne angeerbte Tangorezeptoren gut auszukommen vermochte. Daher halte ich die Behauptung Hilzheimers (in seinem Handbuch der Biologie der Wirbeltiere, Stuttgart 1913), daß schnurrhaarlose Katzen äußerst unsicher und unruhig werden, für übertrieben.

Bei näherer Besichtigung Lambros ist es mir mehrere Male aufgefallen, daß seine Vibrissen, sei es über den Augen, sei es an der Oberlippe auf einer Seite stark verbogen, mitunter fast winkelig gekrümmt waren. Auf der Phot. 4 sieht man die Verbiegung deutlich an den Barthaaren der linken Seite; Fig. 4 zeigt dieselbe Erscheinung an den 4 Hauptborsten einer Augenbraue, von denen eine (nicht die längste) sogar zweimal unter scharfem

<sup>1)</sup> Stella Burnham Vincent. The function of the vibrissae in the behavior of the white rat. Behavior-. Monogr. Vol. 1, Serial-Nbr 5, 1912. Die Spürhaare werden mit einem Stock in der Hand eines Blinden verglichen.

Winkel geknickt ist, während die 4 schwächeren Ersatzvibrissen den normalen, fast geradlinigen Verlauf bewahrt haben. Nach einiger Zeit scheinen derartige Krümmungen von selbst zu verschwinden. Es ist mir nicht gelungen, einen plausiblen Grund für diese Erscheinung ausfindig zu machen. Möglicherweise entsteht eine derartige Verbiegung, wenn die Katze sich zum Schlafen zusammenrollt mit benetzten Tasthaaren, oder wenn sie sich mit nassen Schnurrhaaren an einen warmen Ofen anlehnt. Jedenfalls dürften dieselben Haare nachher die normale Form zurückgewinnen.

Die Zahl der Vibrissen im Schnurrbart oder in den Augenbrauen wechselt.

### 3. Das Verhalten bei anderweitigen Perzeptionen.

Neben Gesichtseindrücken spielen auch akustische Perzeptionen im Leben der Hauskatze eine sehr beträchtliche Rolle. Für den Nahrungserwerb, zum Auffinden und auch zum Erfassen der Beute, namentlich in der Dunkelheit, sind sie oft unumgänglich nötig. Geräusche gehören hier somit als konstruktive Elemente zu einem Vollbild der Umwelt und je nach Qualität erregen sie die Aufmerksamkeit der Katze. Sofern man aus äußeren Anzeichen, z. B. aus der Bewegung der Ohrmuscheln schließen kann, hängt die Intensität der geweckten Aufmerksamkeit nicht von der Stärke des Schallreizes ab, sondern von seiner spezifischen Qualität. Besondere Empfänglichkeit für leise Geräusche, Rascheln, Knistern und dgl. ist biologisch ohneweiters verständlich. Sonst bleiben selbst intensive Laute, wie die der artikulierten Sprache, zum großen Teil unbeachtet, wenn sie nur biologisch gleichgültig sind. Von gut entwickelter akustischer Unterscheidungsfähigkeit bei Lambro zeugt unter anderem die Sicherheit, mit welcher er nicht nur nach stimmlichen Eigentümlichkeiten, sondern nach Schritten (Gangart) und dem begleitenden Bodengeknister die herankommenden Personen zu erkennen vermag. Sein Gehörsinn ist fein differenziert.

Ein interessantes Beispiel lieferte mir ein Versuch mit einem neuen artikulierten Namen im Gegensatz zu einem neuen Ton-signal.

Als ich die Katze mit den im Polnischen allgemein üblichen Locksilben *kić-kić-kić* oder *kici-kici-kici* zu mir gerufen habe, um ihr gekochtes Eidotter, ihre Lieblingsspeise zu reichen, dabei aber zu gleicher Zeit, als sie bereits den ersten Bissen im Munde hatte, sie durch zwei scharfe, schnell nacheinander folgende Töne aus einer

schrillen Tonpfeife überraschte, fuhr sie nervös zusammen und hob den Kopf mit gespitzten Ohren, ließ sich aber beim Essen nicht stören, obwohl das Signal während der kleinen Mahlzeit noch mehrmals wiederholt wurde. In diesem Fall wirkte das erstmalige Erlebnis mit dem durchdringenden Pfiff genügend stark und aufrüttelnd, um einen nachhaltigen Eindruck zu hinterlassen und ihn mit der Geschmacksvorstellung des Leckerbissens dauernd zu assoziieren. Denn bei dem nächsten Doppelpfiff, der nach Verlauf einer Stunde ertönte, lief das Tier von selbst in angezeigter Richtung, offenbar in Erwartung eines neuen Bissens, der ihm sofort gereicht wurde.

Ganz anders ging es mit dem neuen Worte »Lambro«. Diesen griechisch klingenden Namen habe ich absichtlich gewählt, weil in ihm weder die Konsonanten, noch der Vokal des gewöhnlichen, von der Katze seit ihren ersten Lebenstagen unzählige Male gehörten Lockrufes vorkommen; es fehlt namentlich die in demselben dominierende und den Ruf lautlich kennzeichnende, sehr weiche palatale Affrikate *č* und sowohl die an Stelle des hellen Vordergaumenvokals *i* verwendeten Vokale, das klare, tiefere *a* und der Hintergaumenvokal *o*, als die zahlreich angehäuften Konsonanten dem Worte eine ganz andere Lautgestalt verleihen. Wie es nicht anders zu erwarten war, hat nun der umgenannte Lambro volle 14 Tage gebraucht, bis er den Namen, der doch gewöhnlich mit recht deutlicher Betonung und mit besonderer Intonation ausgesprochen wurde, mit sich selber in Verbindung brachte, aber noch lange nicht mit der gewünschten Regelmäßigkeit auf den Ruf reagierte.

Hemmend wirkte dabei der Umstand mit, daß die Katze von den Hausgenossen und manchmal sogar von mir selbst aus Versehen in der altgewohnten Weise gelockt wurde. Die Einwurzelung des neuen Namens im Gedächtnis blieb demnach sowohl auf der tierischen als der menschlichen Seite unter dem störenden und beirrenden Einfluß wochenlang mangelhaft. Erst nach anderthalb Monaten war die Aufmerksamkeitsreaktion auf das Wort Lambro endgültig gefestigt.

Das Signal war dagegen von Anfang an von unfehlbarer Wirkung und lockte die Katze selbst aus einem entlegenen Zimmer sofort herbei. Als ich mehrere Wochen später versuchshalber auf dem Klavier das dem Pfiff ziemlich genau entsprechende,

4 × gestrichene *Cis* stark anschlug, identifizierte die Katze diesen Doppellaut trotz der ganz erheblich verschiedenen Klangfarbe des Instrumentes sofort mit dem Pfeifensignal und eilte ohne Zögern zu mir.

Von großem Interesse ist die Tatsache, daß der neue Name nach Ablauf der notwendig gewesenener Frist nicht nur als ein stimmlich hervorgehobener, isolierter Ruflaut apperzipiert, sondern sogar in sehr verstümmelter Form im Wortstrom eines menschlichen Gespräches von der Katze bemerkt wurde. Als ich nämlich in ihrer Gegenwart, zu jemandem anderen gewendet, das Wort *Lampe* ausgesprochen habe, wandte sich Lambro zu mir mit einem leisen Verständigungslaut, in der Meinung, man spräche von ihm oder zu ihm. Trotzdem also eine menschliche Unterredung sonst Katzen und Hunde gleichgültig läßt, hat die Silbe *lamp* für das Ohr des Tieres eine besondere Bedeutung gewonnen, indem ihre Perzeption nunmehr gewohnheitsmäßig zur Apperzeption führte.

Dies gab mir Anlaß zu einigen Versuchen mit absichtlicher Verstümmelung des Namens: die Silben *lamb*, *lam* und *mbro* genügten fortan als verständliche Lockrufe. Zu jener Zeit war mir die oben erwähnte, sehr sorgfältige und inhaltsreiche Studie des griechischen Psychologen Sarris<sup>1)</sup> noch unbekannt, besonders seine Hamburger Lautversuche mit dem Hunde Ares, wie der 7, 10 oder 14 Versuch vom 12 Februar 1930, wo die angelernte Phrase »Geh in dein Körbchen« nur auf die Silben *kö*, *geh* oder *rbchen* als Reizlaute reduziert wurde<sup>2)</sup> und zu einer zutreffenden Beantwortung genügte. Katzen und Hunde, wie auch Menschen, verhalten sich also in dieser Beziehung durchaus analog.

Gegenwärtig hört Lambro ausschließlich auf diesen neuen Namen. Sobald seine Herrin in den Garten tritt und ihn ruft, kommt er aus bedeutender Entfernung, selbst aus benachbarten Gehegen eilig herbei, um sich unter Schmeicheleien anzumelden.

<sup>1)</sup> Emanuel Georg Sarris. Sind wir berechtigt vom Wortverständnis bei Hunden zu sprechen? Beihefte zur Ztschr. f. angew. Psychol., v. Wil. Stern und O. Lipmann, Nr. 62, Leipzig 1931.

<sup>2)</sup> Siehe Kap. IX, Dingauffassung, S. 105. Silbe *kö* mußte 2 bis 3 mal vorgesagt werden, Silbe *geh* gar 7 mal und *rbchen* 8 mal, um die angemessene Reaktionshandlung auszulösen; der Erfolg wechselte übrigens je nach dem Versuchstage.

Neben Gehör und Getast dürften auch Geruchsempfindungen für eine blinde Katze eine wichtige orientative Bedeutung besitzen. Und in der Tat; wenn Lambro jetzt, als ausgewachsener und ausgereifter Kater, sich mitunter bis zu einem halben Kilometer vom Hause entfernt, so kann man vermuten, daß ihn dazu, unter anderem, zufällig wahrgenommene Geruchsspuren läufiger Katzen bewegen und daß olfaktorische, gedächtnismäßig verankerte Empfindungsqualitäten wenigstens teilweise zu besserer Einprägung der Lage solcher Punkte im Gesamtplan der Umgebung beitragen. Im übrigen scheint jedoch der Geruchssinn bei ihm relativ schwach entwickelt zu sein. Das merkt man am besten am Verhalten der Katze der Nahrung gegenüber. Wasser und Milch erwecken nur in größeren Quantitäten seine Aufmerksamkeit. Fleischstückchen oder hartgesottene Eier, die man ihm auf einem Teller vorsetzt, werden nur mit sichtlicher Mühe gefunden, so daß er es vorzog, aus der Hand gefüttert zu werden, wobei er dann jeden ihm zusagenden Bissen mit einem für Katzen charakteristischen Aufstöhnen als Lustreaktion quittiert (Phot. 2). Sonst mußte er auf das Futter mit den Lippen, beziehungsweise den Labialborsten anstossen und Dotterbrocken, die beim Essen gerade mit den Barthaaren zurseite geschoben wurden und vom Tellerrand auf den Fußboden herabfielen, sind oft lange Zeit liegen geblieben, obschon Lambro in solchen Fällen die Umgebung des Tellers systematisch und sorgfältig abzusuchen pflegt, indem er sie Punkt für Punkt beriecht und mit der Schnauze betastet. Wahrscheinlich hört er, wenn etwas herunterfällt; daß aber auch Geruchseindrücke dabei mitspielen, folgt aus der Tatsache, daß das Tier schließlich jede Nahrung im letzten Augenblick beriecht, bevor es zu essen oder zu trinken beginnt.

Ich stelle mir vor, daß es ein ihm vorgelegtes, zerbröckeltes Ei sehr wohl mit dem Geruch erkennt; weil aber jener Speisegeruch den Fütterungsort in diffuser Weise erfüllt, hat das Tier Mühe, einzelne Dotterkrümmchen aufzulesen.

Anschließend möchte ich einige Beobachtungen über das Verhalten Lambros Mäusen und Hunden gegenüber anführen. Wenn eine frisch gefangene Maus, an einem am Hinterfuß befestigten Bindfaden gehalten, mitten in einem geräumigen Zimmer Lambro vorgesetzt wurde, war er sichtlich interessiert und freudig erregt und verriet große Lust mit ihr zu spielen. Er

trachtete, wenn sie zu entfliehen suchte, sie einzufangen und zwischen den Pfötchen festzuhalten, die Krallen blieben aber dabei in ihren Hornscheiden und die Berührungen waren umsichtig und jedenfalls freundlich. Das Spiel wurde ziemlich lange fortgesetzt und es kam der Katze offenbar gar nicht in den Sinn, die Maus anzugreifen, geschweige denn zu töten, obwohl sie durch wiederholtes Beriechen und Betasten mit der Schnauze zweifellos als ein lebendes, warmblütiges und atmendes Wesen im Gegensatz zu einem Hasenschwanz oder Spielball erkannt und behandelt wurde. Seine Mutter konnte den blinden Lambro nie zum Mäusefang anleiten und er hat kaum Gelegenheit gehabt zu beobachten, wie seinesgleichen mit einer Maus spielen und welches Ende solche Spiele zu nehmen pflegen. Dasselbe betrifft seine Begegnung mit einem jungen Dackel. Für Lambro bedeutete sie eine willkommene Zerstreuung. Er apperzipierte mit erwartungsvoll gespannter Aufmerksamkeit die Anwesenheit des Hundes, vernahm die geräuschvollen Tritte seiner derb bekrallten Beine auf dem glatten Parquettboden sowie seine Stimmäußerungen und als der an Katzen nicht gewohnte Dackel zögerte sich zu nähern, trotzdem beide Tiere annähernd gleich rötlichgelb waren, ging schließlich Lambro auf ihn zu. Da jedoch der Hund — zweifellos nicht ohne menschliches Zutun — gegen die Katzen bereits feindlich eingestellt war und unter Knurren die Zähne drohend entblößte, mußte Lambro beizeiten erfaßt und weggetragen werden, um einem schlimmen Ausgang seines ahnungslosen Annäherungsversuches vorzubeugen. Der Geruch an sich warnte ihn jedenfalls nicht vor dem Erbfeind. Und beim Spiel mit der Maus reichte er nicht aus, um das kleine Nagetier auf dem Fußboden zu entdecken; so oft die Maus regungslos dasaß und still verharrte, verschwand sie aus Lambros Wahrnehmungsbereich so gut vollständig.

Was endlich den Geschmacksinn anbelangt, so war Lambro sehr wählerisch und ist es bisjetzt geblieben. Nur wenig Speisen hat er bei mir angenommen: laue Vollmilch in geringer Menge, geschabtes rohes Fleisch und harte Eier, besonders das Eigelb als Leckerbissen. Er verschmähte Bäckereien, aber auch geräucherte Fische, die ich ihm einmal absichtlich vorsetzte, da Schmidberger von seinen geblendeten Katzen berichtet, daß sie Bück-

linge wegen des intensiven Geruchs überaus gern verzehrten<sup>1)</sup>. Gegenwärtig trinkt Lambro keine Milch, ebensowenig sauren Rahm, der bei vielen Katzen sehr beliebt ist, nur süße, fette Sahne. Von Fleischsorten ißt er glattes, geschabtes Rindfleisch, Nieren und Herz in rohem Zustande; Leber, Kälbernes und Schweinernes nur im Notfalle, wenn er Hunger hat. Ab und zu verzehrt er in kleinen Mengen gebackenes Geflügelfleisch.

Auch J. Reinke hebt hervor, daß seine beiden Katzen weit wählerischer waren als Hunde.

#### 4. Psychologische Deutung.

Es erübrigt nun, die geschilderten Tatsachen des Verhaltens psychologisch zu deuten und auszuwerten. Einige psychologische Grundfragen sind allerdings bei der Schilderung selbst bereits beantwortet worden.

1. So vor allem anderen die außerordentlich wichtige, fundamentale Rolle des Gedächtnisses. Auf ihm, als Grundbedingung, beruht der so hoch entwickelte räumliche Orientierungssinn der Katzen. Es handelt sich dabei bei normalen Katzen um ein optisch-spatiales, in unserem Fall um ein haptisch- oder taktil-spatiales Ortsgedächtnis. In Ermangelung der Gesichtsrezeptoren in den Augen, fehlen auch optische Gnosien vollständig und mußten durch haptische vertreten werden, die auch bei normalen Katzen nicht fehlen, aber doch nicht so vortrefflich zu feinsten plastischer Gestaltauffassung geeignet zu sein scheinen.

Das taktile Gedächtnis vereinigt sich innigst mit dem kinästhetischen, beziehungsweise barästhetischen, wobei Empfindungen in Frage kommen, die gewissermaßen als innere Tastempfindungen aufgefaßt werden können. Diese letzteren, vermittelt besonderer Rezeptoren in Muskeln und Gelenken erworbenen Gnosien orientieren räumlich nach Maßgabe der geleisteten Muskelarbeit (sowohl intensiv als extensiv genommen) und auch statische Erregungen wirken dabei mit. Aus allen diesen Momenten resultiert ein zusammengesetztes kineto-haptisches Gedächtnis, so daß alle Motorik des Tieres, seine Bewegungen, Wendungen und Sprünge bis zu den feinsten motorischen Muskelzuständen, die auf Bruchteile von Sekunden anzusetzen sind,

<sup>1)</sup> A. a. O., S. 393.

irgendwie im Gehirn engraphiert werden, um als aufgespeicherter Erlebnisstoff in der Zukunft ausgenützt zu werden. Alle möglichen Arten und Abarten von Bewegung, Kraftanspannung und Ermüdung schwingen da mit und klingen im Gebaren des Tieres aus. Sie bedingen das auch uns intuitiv bekannte und verständliche Abschätzungsvermögen beim Springen und Abspringen, ein Vermögen, das einer objektiven Kenntnis der Gegenstände nach Form, Lage, Größe und Distanz gleichkommt.

Neben haptischen und kinetischen, setzen sich auf das räumliche und allgemeine Gedächtnis auch akustische und chemisch-olfaktorische Momente zusammen, wenn auch erst in zweiter Linie und in schwächerem Grade. So werden z. B. von Gehörseindrücken nur solche aufbewahrt, die für den räuberischen Nahrungserwerb von Belang sind: Geräusche, die von der Katze instinktiv apperzipiert und vermerkt werden.

2. Ohne diesen Schatz qualitativ und quantitativ fein differenzierter Engramme, an dem sich auch lust- und unlustbetonte Gefühlsmomente beteiligen, würde das Tier biologisch ganz ratlos dastehen, wenn es psychisch nicht die Fähigkeit besäße, den gedächtnismäßig aufbewarten Stoff von koexistierenden und sukzedierenden Empfindungsvorstellungen in höhere Einheiten, in Wahrnehmungen zusammenzufassen und diese miteinander zu verknüpfen, kürzer ausgedrückt, intellektuelle Orientierungsarbeit zu leisten. Die Katze wird darin von ihrer angeborenen, scharfen Beobachtungsgabe wesentlich unterstützt.

Intelligenz nennen wir die Fähigkeit, apperzipierte sinnliche Wahrnehmungen (äußerer oder innerer Natur) nicht nur bewußtseinsmäßig zu erschauen oder gedächtnismäßig zu reproduzieren, in jener Reihenfolge, in welcher sie biologisch erworben und räumlich-zeitlich assoziiert wurden, sondern dieselben nach wesentlichen, beziehungsweise auffälligen Merkmalen in eine beschränkte Anzahl von Klassen zu gruppieren, so daß einschlägige Reizkomplexe als Gegenstände identifiziert werden, als da sind: Speise, Personen, Lehnstuhl, Schlafen, und damit auch die Bedeutung einer Eindrucksgruppe erfaßt wird. Und wenn es sich dabei lediglich um sinnliche Vorstellungsgebilde handelt, so sind es dennoch keine automatischen, besser gesagt rein mathematischen Summationen, sondern führen stets Simplifikationen und Verallgemeinerungen mit sich, Bearbeitungen, die den Stoff neuartig



modifizieren, ihn psychisch umgestalten. Es entstehen auf diese Weise mehr oder minder vergängliche oder andauernde, aber von den gerade einwirkenden Reizen unabhängige, geschlossene Bestandteile des Bewußtseins von eigenartig konsolidierter Gestalt, von einem bestimmten Gehalt an sinnlichen Qualitätsmerkmalen. Sie umgreifen, beziehen sich nicht nur auf Dinge, sondern auf alle Erlebnisgegenstände, insbesondere auf qualitative und quantitative Verhältnisse unter den Objekten. Somit finde ich keinen Anstand, sie als Begriffe zu bezeichnen; sind doch auch abstrakteste Begriffe sensorischen Ursprungs. Es hat übrigens schon E. Wasmann, laut dem Bericht vom IX Kongress für experimentelle Psychologie 1925 den Ausdruck »sensorische Begriffe« vorgeschlagen. Manche Psychologen vertreten zwar noch gegenwärtig die ältere Ansicht, man könne von Begriffen nur dort reden, wo man über Wortsymbole zur Bezeichnung ihres Inhaltes verfügt, doch hat bereits S. Exner<sup>1)</sup> auf die Unabhängigkeit der Begriffe von der Sprache hinlänglich und überzeugend hingewiesen.

Das Tier verfügt übrigens über Wortbezeichnungen, in dem Sinne, als es Worte versteht, als Eigennamen, die in seinem Bewußtsein genaue Bilder von Personen, Speisesorten und allen möglichen Dingen aktualisieren, zusammen mit ihren funktionellen Eigenschaften und deren eventuellen Folgen für das Tier selbst. Tiere wie Menschen brauchen keinen artikulierten Wortschatz um über Dinge und Menschen zu denken, sie zu begehren oder zu lieben, auch wenn sie ihre Namen nicht kennen.

Begriffliche Gebilde bedeuten biologisch eine Entlastung für die Aufmerksamkeit, die sich nicht mehr mit dem gesamten Empfindungs- und Erfahrungsmaterial zu befassen braucht. Sie erleichtern in hohem Grade die Orientierung. Lambro, in einem ihm fremden Raum untergebracht, kann sich in der neuen Umwelt viel rascher zurechtfinden, wenn er aus der Heimat Vorstellungen von Schränken, Stühlen, Tischen gebracht hat, die er in ähnlicher Beschaffenheit und in ähnlicher Lage neben sich wiedererkennt. Dank solchen individuell hervorgebrachten, selbständigen logoiden Gebilden von allgemeinem Charakter einer sensorischen Klassenvorstellung wird Lambro der Notwendigkeit

<sup>1)</sup> Sigmund Exner, Ein Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. Leipzig und Wien 1894, S. 217.

enthoben, sich bei einem begegneten Gegenstand so lange aufzuhalten, bis er ihn nicht allseitig auf die Eigenschaften seiner Gestalt und seiner Oberfläche untersucht hätte. Es entlastet ihn in dieser Beziehung in seiner Denkarbeit. Denn um Klasseninhalte zu begreifen, müssen Vergleiche, Funktionen des Urteilens und Schließens vorhergehen. Im gegebenen Fall, wenn es ihm zur Orientierung genügt, einige Flächen und Kanten zu streifen, schließt er nach Analogie, aus der Gleichheit einiger weniger Merkmale, mit welchen ihn der Zufall in Berührung bringt, auf Ähnlichkeit aller anderen. Er denkt nach, weil er sonst nicht neugierig sein könnte — und zwar tagelang, wie der ihm bisher unzugängliche Oberteil eines Schrankes beschaffen sein mag und was auf ihm zu finden wäre. Er denkt, weil er in seinem Verhalten nicht auf Objekte angewiesen ist, die auf seine sensorischen Rezeptoren gerade einwirken und ihnen quantitativ und qualitativ zugeordnete Reaktionen auslösen; sein Verhalten wird nicht durch die augenblicklich gegebene Situationsstruktur eindeutig und endgültig bestimmt. Er ist eben, wie sich ein Psychologe ausgedrückt hat, kein »Kind des Augenblicks«; vielmehr strebt er über das Gegebene hinaus. Er besitzt Lernfähigkeit und auf Grund der Erinnerungs- und Erwartungsvorstellungen, die sein Denken beeinflussen, strebt er dauernd nach Selbstbelehrung und wird erfunderisch. Was sich in ihm auf diese Weise vollzieht, ist keine heteronome, aufgezwungene Dressur, sondern — um einem terminologischen Vorschlag von Sarris zu folgen — Autodressur: eben — Selbstbelehrung.

3. Seine Intelligenz kann sich ohne gedächtnismäßig festgehaltene Vorstellungsmaterialien nicht aktualisieren, schafft aber unablässig neues, reicheres Material für das Gedächtnis herbei. Die intellektuelle Arbeit ist ihrem Grundwesen nach synthetisch. Sie besteht im Hervorbringen von unablässig sich vollziehenden Assoziationen, welche weit über jene hinausgehen, die dem Tier durch das Gedächtnis in der Reihenfolge des eben einmal erlebten Nebeneinander und Nacheinander der Perzeptionen geliefert werden; obschon solche zeiträumlichen Berührungsassoziationen, gleich den ursprünglichsten Ähnlichkeitsassoziationen »behavioristisch« stets maß- und richtunggebend bleiben. Der in solcher Form überwiesene Erfahrungsstoff wird in bestimmter Weise umgeordnet, indem aus der sogenannten

intellektuellen Bearbeitung neue, zusammengesetztere und umfangreichere Bewußtseinskomplexe hervorgehen, welche die perzipierten Elemente der Gegebenheit vielseitiger miteinander verbinden und immer reichere, sich verschiedenartig durchkreuzende Wechselbezüge an den Tag legen. Erst dadurch kann eben die Konsolidierung des Bewußtseinsinhaltes zu bekannten Objekten fortschreiten: nicht nur zu Vorstellungen von starrer Beschaffenheit der Einrichtungsstücke und dgl., sondern zur Vorstellung so wechselnder und in ihren Eigenschaften unerschöpfbaren Einheiten wie andere tierische und menschliche Individuen: ihr Gebaren wird erkannt und berechenbar.

Auf diese Weise gelang die Synthese zu einem Ganzheitsgebilde, in welchem alles, was in der Umwelt da ist und geschieht, sinngemäß erfaßt wird, dessen Struktur das Tier überblickt, versteht und auswendig kennt, in welches neue Erfahrungsdaten mühelos eingeordnet werden, es vervollständigen und ausfüllen.

Dieses einheitliche Wirklichkeitsgefüge genügt, um die Umwelt zu beherrschen. Durch das Gedächtnis sowohl in seiner Allgemeinheit als in seinen Einzelheiten reproduziert, ermöglicht es dem Tiere das, was wir Orientierung nennen. Eine empfangene und empfundene Impulsfolge wird den inneren Vorstellungsfaktoren zugeordnet. Durch die erlangte Situationsübersicht wird das Tier in seinem Verhalten und in seinem Handeln, kürzer gesagt: praktisch frei. Es braucht nicht mehr alle empfangenen Reize wahllos zu beantworten, sondern richtet seine Aufmerksamkeit nur darauf, was für es biologisch bedeutsam ist. Nur solches wird künftighin apperzipiert und der Bereich seiner Interessen hängt davon ab.

Für die Praxis resultieren daraus zunehmende Erleichterungen verschiedenster Art. Es erwachsen daraus ethologische Regeln, für das Handeln — Verbote und offenstehende Möglichkeiten. Ausgeformte Bewußtseinskorrelate von Reizinterferenzen entheben ein blindes Tier der hemmenden und zeitraubenden Notwendigkeit, perzeptiven Spuren der Gegenstände sklavisch zu folgen; es verläßt die unpraktischen primären Bahnen und weiß auch auf Diagonalen Bescheid. Es ist imstande, beim Auf- und Abspringen den Aufgebot der Muskelkraft im voraus zu regulieren. Es wird zu neuen Versuchen verleitet, stellt sich neue Ziele und sucht

neue Wege und Mittel, um sie zu erreichen. In echter intellektueller Arbeit beurteilt es richtig die Lage und schließt, ob es angezeigter ist, von einer erklimmenen Höhe einen Sprung zu wagen oder nach Hilfe zu rufen.

4. An der durch Gedächtnis und Intellekt bedingten Orientierungsarbeit beteiligen sich andauernd zwei Faktoren, die hier besonders genannt werden müssen: die *instinktiven Elemente* und *Gewohnheit*.

Wenn Lambro seine Orientierungsgänge zuerst in horizontaler Richtung auszuführen pflegt, so liegt es am Instinkt, der ihm zusammen mit dem Hunde gemein ist. Und während sich der Hund, als Nasentier, im großen und ganzen dauernd auf horizontale Richtungen beschränkt und seine Aufmerksamkeit hauptsächlich ihnen zuwendet, hat die Katze, als Gesichtstier, den Hang in die Höhe zu steigen, den Inhalt von Schubladen und Schränken zu untersuchen, weil sie ihre Beute auch in den Höhen, auf Bäumen erjagt. Denselben Hang hat auch Lambro vererbt und seine angeerbte Felidennatur bringt es mit sich, daß er, obgleich blind, seine Augen nach den akustischen Reizquellen richtet, daß die Bewegungen der Augen mit denen der Ohrmuscheln koinzidieren und bei Geräuschperzeptionen, die von einem Vogel oder Maus ausgehen, die Augen instinktiv vorgeschoben werden. Auf Instinkt ist vielleicht auch das zurückzuführen, daß er sich für eine Maus so stark interessiert und mit ihr spielen möchte.

Anderseits wird jede neue Handlung bald zur *Gewohnheit* und bereichert das individuelle Verhalten durch neuerworbene Züge. Wenn Lambro einmal in der Früh zu mir ins Bett gerufen und emporgehoben wurde, so erwacht die Erinnerung daran am nächsten Tage zur selben Stunde. Und wenn er nach der Begrüßung, beim Befühlen meines Gesichtes unter die Bettdecke genommen wird, wo er behagliche Wärme empfindet, so wird ihm bald zur Gewohnheit unter die Decke zu schlüpfen, wie auch das übermütige Spielen und Herumspringen auf dem Bett. Und wenn es sich dabei in den ersten Tagen mehrmals ereignet, daß er beim Anstoßen des Kopfes an die Wand schmerzliche Püffe zu erleiden hatte, dann lernt er bald Sprünge nach der gefährlichen Seite gewohnheitsmäßig zu vermeiden. Er ist eben ein *Gewohnheitstier* und diese Eigenschaft teilt mit ihm sowohl der Hund und die Maus, wie der Mensch.

Die beiden Faktoren wirken auf die allgemeine Verhaltenslinie gestaltend ein. Gewisse Erregungsbahnen werden besonders eingeschliffen und tragen immer mehr dazu bei, daß gewisse Eindrücke in der Gesamtheit einer gegebenen und wiederkehrenden Lebenssituation eine besondere Rolle zu spielen beginnen und sowohl innerlich (konszientional) als äußerlich (praktisch) die Reaktionsweise beeinflussen und modifizieren. Dies beruht auf einer Sonderungsarbeit von vorher wenig beachteten Komponenten, die aus der Gesamtmasse gleichzeitig erlebter Perzeptionen herausgehoben und für des Gebaren des Tieres belangvoll werden.

5. Was aber den Fall Lambro so überaus wichtig macht und ihm eine so prinzipielle Tragweite verleiht, ist die Tatsache, daß bei ihm die Erkenntnis der Umwelt und die Möglichkeit zwischen der Orientierung auf einem ganz anderen Wege erworben und erreicht wurden, als dies für den Biotypus des Felidengeschlechtes ein für alle Male eindeutig festgelegt zu sein scheint.

Die Katze haben wir oben als ein typisches Gesichtstier charakterisiert. Sein Wirklichkeitsbild trägt vor allem qualitative Züge optischer Perzeptionen, denen sich andere, besonders akustische und olfaktorische oder chemische anschließen. Hier, wo das Tier, von der Geburt an, des Augenlichtes beraubt war und sowohl die Qualität als das gegenseitige Verhältnis sinnlicher Perzeptionen, aus denen ein biologisch brauchbares Wirklichkeitsbild zustandegebracht werden sollte, ganz verschieden sind, mußte die zur Lebenserhaltung unentbehrliche Aufgabe auf ganz neuartigem, atypischem Wege gelöst werden und ist auch tatsächlich gelöst worden.

Es hat sich gezeigt, daß die phylogenetisch differenzierte und ein systematisch brauchbares Merkmal darbietende psychische Einstellung nicht stereotyp zu bleiben braucht, sondern daß bei Ausschaltung normaler orientativer Entwicklungsvorgänge neue Wege und Umwege mit positivem Erfolg gesucht und betreten werden können. Anstatt eines optischen ist ein haptisches (taktiles) Umweltbild zustande gekommen, genauer gesprochen, ein kineto-haptisches, da wir den Anteil kinaesthetischer Sensationen an den Orientierungsvorgängen bereits im 2. Kapitel genügend hervorgehoben haben. Auch das blinde Individuum mußte vom Lebensbeginn an auf einen ununterbro-

chenen Kontakt mit der Umgebung eingestellt sein und seine Rezeptivität in Bereitschaft halten; und die ihm übrigbleibenden sensorischen Qualitäten mußten für die mangelnde optische Qualität kompensatorisch einspringen, namentlich um die richtungsmäßigen und distanziellen Beziehungen herzustellen, damit das Tier aus den perzipierten und apperzipierten Momenten ausreichende orientative Stützpunkte gewinne. Die erkenntnismäßige Erfassung der Wirklichkeit mußte sozusagen in einer anderen Sprache durchgeführt werden.

Die Tatsache, daß es möglich ist, zeugt von einer außerordentlichen Plastizität der psychischen Funktionen. Der zugängliche sensorische Wahrnehmungstoff mußte genügend differenziert und abgestuft sein, um als Grundlage für Vergleiche, primäre gegenständliche Identifikationen und Unterscheidungen dienen zu können. Andere Empfindungselemente, die haptischen und kinaesthetischen an der Spitze, konnten, unter Mitbeteiligung erfahrener Erfolge und Mißerfolge, lediglich grundsätzlich veränderte Gestaltwerte und Gestaltvorstellungen ergeben, deren Beschaffenheit sich schwerlich präzisieren ließe; sie gehören ja, wie Volkelt sagen würde, zu einer eigenartig haptisch betonten »Melodie«. Einfacher ausgedrückt: der Anschauungsvorstellung eines Gegenstandes liegt bei einer blinden Katze eine andere räumliche »Gestalt« zugrunde als bei einer sehenden, eine andere bei einer blindgeborenen als bei einer erblindeten <sup>1)</sup>. Die Richtungs- und Distanzmomente haben bei der ersteren eine andere Empfindungsbetonung und ergeben für das zugehörige Handeln eine andere Motivation. Nichtsdestoweniger erlauben sie ihm Formen, Richtungen und Distanzen richtig abzuschätzen und das auf ihrer Grundlage erarbeitete Raumbild ist geeignet, die ganze Gestaltungs Mannigfaltigkeit der Wirklichkeit in sich abzuspiegeln. Jenes Bild, in dessen Qualitäten das Tier denkt und überlegt, ermöglicht auch die Bewahrung

<sup>1)</sup> Es muß betont werden, daß diese »Gestalten« als unmittelbar mit den Sinnesperzeptionen gegebene Bewußtseinskorrelate zu verstehen sind, und nicht etwa als synthetische Gebilde, welche erst psychisch aus einzelnen, qualitativ reinen Empfindungsorten zusammengesetzt wurden. Gustav Kafka leugnet mit Recht die Existenz der letzteren für Tier und Mensch und hält sie für Kunstprodukte nachträglicher psychologischer Analyse. Vgl. sein Handbuch der vergl. Psychologie, I Bd. Die Entwicklungsstufen des Seelenlebens, München 1922, S. 67.

kontinuierlicher Konvergenz der Bewußtseinsgebilde und Vorgänge mit äußeren Faktoren und Reizquellen, an die sie sich plastisch anschmiegen.

Die Vorstellungen von der Umwelt, die von der blinden und der sehenden Katze, vom Hunde oder vom Menschen erarbeitet werden, differieren untereinander ganz gewaltig, konvergieren aber alle mit der jene Wesen umfassenden Wirklichkeit. Infolge dessen entsprechen sie ihrer biologischen Bestimmung, indem sie ihnen allen eine zweckmäßige Orientierung sichern. Wenn Lambro mit seiner Umweltvorstellung so gut auskommt, wie eine sehende Katze — wenigstens in dem domestizierten Zustand, in welchem er lebt, — so gleicht ihr orientativer Wert jenem einer normalen. Die seinige sichert ihm dieselbe Freiheit und Unabhängigkeit von der Augenblickslage und erlaubt ihm genügenden Einblick in die Struktur der Umwelt. Die begrifflichen Bewußtseinsymbole der Außendinge, mögen sie sich voneinander gestaltlich und qualitativ noch so stark unterscheiden, können als gleichwertig erklärt werden, wenn sie dem Orientierungsbedürfnis des Subjekts genüge leisten. Es führen eben zur Wirklichkeit verschiedene Wege.

6. Es folgt daraus, daß sich ein blindgeborenes Wesen ebenso wohl fühlen kann, wie ein normales und den Mangel einer Empfindungsqualität nicht ahnt. Lambro erfreut sich bisjetzt der besten Laune. Er fühlt sich in seiner Lokomotorik in keiner Weise gehemmt. Er kennt seine Wohnung bis ins einzelne und bewegt sich darin mit uneingeschränkter Sicherheit. Er wußte sogar jene den Katzen eigentümliche individuelle Unabhängigkeit zu erwerben, die ihn in den Garten und weiter, über Staketten, Zäune und Hecken, von einem Gehege ins andere führt, mehrere hundert Meter weit vom Hause. Er kennt Menschen und unterscheidet ihre Individualitäten so genau voneinander, als wie wenn er ihre Gesichtszüge und Geberden sehen könnte. Den einen meidet er, zum andern fühlt er sich hingezogen, sucht ihn auf und spielt gerne mit ihm, und, wenn er auch im Spiele seine Hände blutig kratzt und beißt, so will er dadurch nur seine Anhänglichkeit und Zuneigung ausdrücken; in seiner Gesellschaft möchte er alle seine Triebe ausleben.

An Beobachtungsgabe, Gewandtheit, Ortssinn, ist Lambro den Menschen oft vielfach überlegen. Sein Richtungssinn ist be-

wundernswert. Und wenn er auch manchmal sein Bewegungsziel verfehlt, so wird ein Mensch, der mit zugebundenen Augen dasselbe nachzumachen versucht, unvergleichlich stärker vom Ziele abweichen. Ich konnte Lambros Richtungs- und Distanzsinn mit der Unsicherheit eines intelligenten Menschen vergleichen, der im eigenen Hause allmählich das Augenlicht verlor und nach jahrelanger Blindheit beim Durchschreiten der Zimmer von der eingeschlagenen Richtung so weit abzukommen pflegte, daß in Anbetracht der bedeutenden, Jahre umfassenden Zeitspanne, auf die sich hier die Erlebnisse erstrecken, sein Orientierungsvermögen ziffernmäßig im Vergleiche zu jenem Lambros als einige hundert Male geringer zu bewerten wäre.

Der Ausfall der hauptsächlichsten Kategorie sinnlicher Perzeptionen hat also bei Lambro die Orientierungsmöglichkeit gar nicht beeinträchtigt. Dank einem ausgezeichneten Gedächtnis, das hier nicht als individuell, sondern artlich aufzufassen ist, und dank den hochentwickelten intellektuellen Fähigkeiten konnten andere Perzeptionskategorien kompensatorisch einspringen, woraus für das psychische Subjekt ein Wirklichkeitsbild resultierte, das zwar qualitativ ganz atypisch ist, aber nicht als ärmer oder weniger gegliedert bezeichnet werden darf. Es macht ihm alle Gebiete der Lebensaktualität zugänglich, bis zum emotionalen Gefühlsleben. Das Tier erlangt Begriffe von gleich ihm lebenden Individualitäten, die es nicht sieht, aber genügend erkennt, um sie zu lieben oder zu hassen. Es ersehnt ihre Gesellschaft, ihre Berührung erweckt in ihm Lustgefühle, die es durch Geberden und stimmlich anzeigt. Stimmliche Äußerungen waren bei Lambro stets karg bemessen; er schnurrte selten und sehr leise.

Furcht und Zornaffekte konnte ich bei ihm niemals beobachten. Ich sah ihn niemals Haare sträuben, Buckel schlagen, brummen und fauchen; bin übrigens seinem Willen niemals mit drohender Stimme oder strafend entgegengetreten.

7. Lambros seelisches Leben bietet ein klares Bild auf hoher Entwicklungsstufe stehender Antriebspsychik. Sie ist, im speziellen sowohl als im Endzweck, auf Erfüllung und Befriedigung aller aus dem Lebenstypus sich ergebenden Bedürfnisse gerichtet. Sie entbehrt auch nicht eines deutlichen individuellen Einschlags, sowohl im konkreten Vorstellungsverlauf als



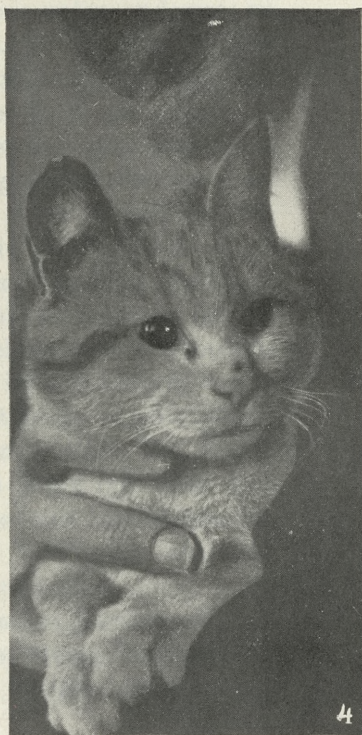
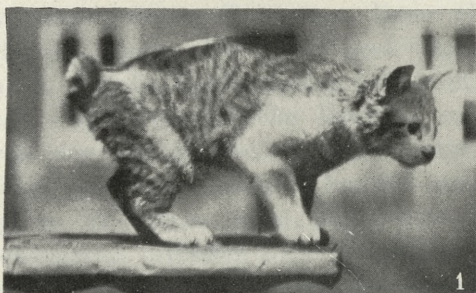
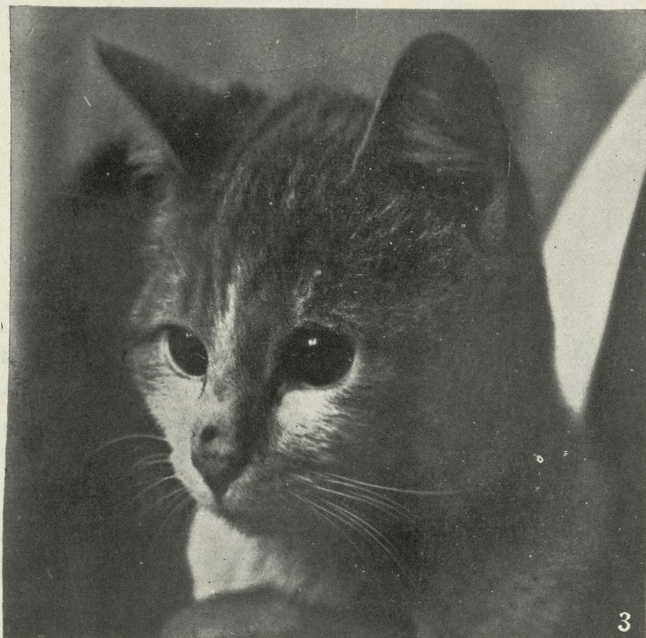
im Temperament. Ihre tiefer greifende Analyse weist in überzeugender Weise darauf hin, daß die seelischen Charaktere aller Großhirnwesen, den Menschen nicht ausgenommen, sich in denselben Leitbahnen entwickeln und einheitliche Züge besitzen, die ihre Zusammengehörigkeit bekunden.

Trotz aller, an dem Fall Lambros erörterten Divergenz und Elastizität qualitativer Empfindungselemente, läßt sich auf Schritt und Tritt eine bis ins einzelne gehende Gleichsinnigkeit der Vorgänge und vollständige Analogie der Vorstellungsgebilde samt ihren Komplexen feststellen. Mag jemandem die Kluft zwischen dem primitiven Denken einer Katze und seinen eigenen Denkmethoden und Denkgewohnheiten noch so groß erscheinen, so ist der Unterschied nicht prinzipiell, sondern lediglich graduell. Schließlich spielt auch die Gewohnheit überall und auf allen Gebieten psychischer Aktivität dieselbe Rolle eines mächtigen Faktors, der auf den Gesamtcharakter der Psychik einen entscheidenden Einfluß ausübt.

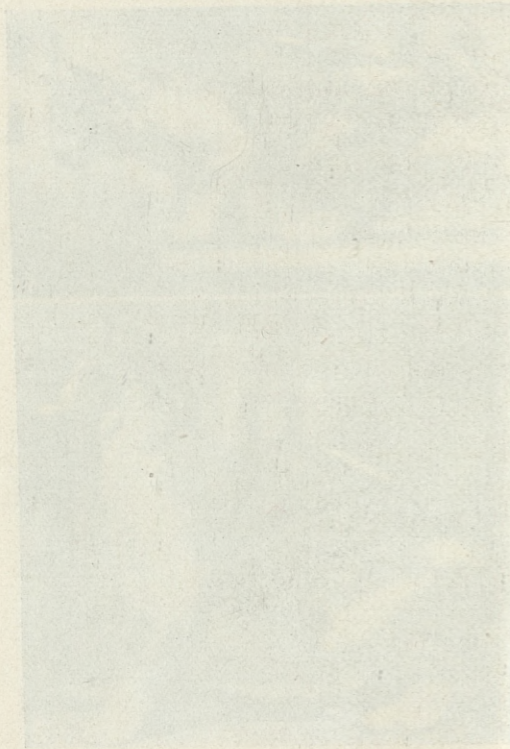
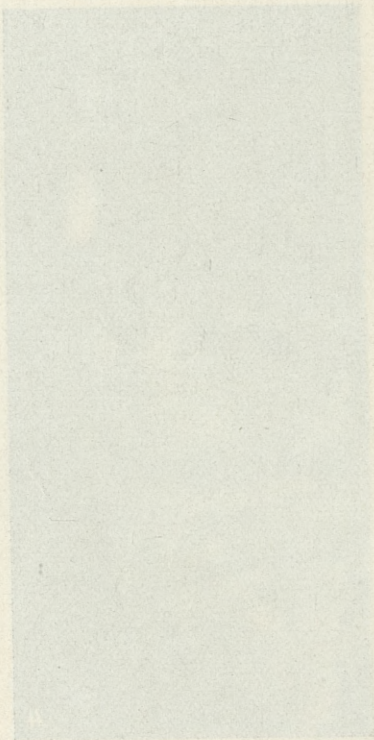
Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität zu Krakau.

---





T. Garbowski phot.



*Wpływ światła na zachowanie się wazonkowca Enchytraeus albidus Henle. — Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten des Oligochaeten Enchytraeus albidus Henle.*

Mémoire

de M<sup>lle</sup> **I. STUDENTOWICZ,**

présenté le 13 janvier 1936, par M. H. Hoyer m. t.

**1. Problemstellung.**

Über das Verhalten der Anneliden Licht gegenüber wurden an verschiedenen Vertretern dieser Gruppe, unter anderem an Regenwürmern, Untersuchungen angestellt. R. Hesse (6) wies nach, daß die Epidermzellen lichtempfindlich seien, es liege hier also eine dermatoptische Reaktion vor, aber keine rein optische, von der infolge Fehlens eines entsprechenden Apparates keine Rede sein kann. Andere Autoren stellten grundsätzlich eine negative Phototaxis beim Regenwurm fest, doch verhält er sich schwachem, diffusem Licht gegenüber positiv phototaktisch (Hess W. N. (5)). Desgleichen wurden bei anderen Anneliden Verschiedenheiten hierin bewiesen. So ist z. B. nach K. Herter (4) *Nereis diversicolor* O. F. Müller beim Kriechen negativ phototaktisch, beim Schwimmen neutral, dagegen ist *Hemiclepsis marginata* O. F. Müll. bei diffusem Licht größtenteils negativ phototaktisch, manchmal reagiert aber der Wurm positiv. Die diesbezügliche Literatur findet man in Rose's Werk (13) über Tropismen. Da mir reichliches Material des bei uns heimischen Oligochaeten *Enchytraeus albidus* Henle zur Verfügung stand, beschloß ich sein Verhalten auf Licht zu untersuchen.

Die Versuche wurden im Psychogenetischen Institute der Jagellonischen Universität unter Leitung von Herrn Professor Dr. T. Garbowski ausgeführt, dem ich hier meinen großen Dank

für seine wertvollen Ratschläge, mit welchen er mich unterstützte, ausdrücken möchte. Desgleichen danke ich herzlich Herrn Doz. Dr. R. Wojtusiak für seine ständige Hilfsbereitschaft, ferner Herrn Dr. Br. Śliżyński, der mich bei den mathematischen Berechnungen beriet.

## 2. Material und Zucht.

*Enchytraeus albidus* H. kommt bei uns sehr häufig im Ackerboden auf Feldern und in Gärten vor, man trifft ihn auch auf sandigem Untergrund zwischen Pflanzen und Tierresten, auf Flugsand selten nur in tieferen feuchten Schichten und selbst am Meeresstrand fehlt er nicht im organischen Detritus unter Steinen, außerdem im Schlamm der Süßwässer.

Die untersuchte Art wurde nach den Bestimmungstabellen von N. Michaelsen (8) und A. Udé (16) bestimmt. Die Größe des Wurmes und seine Segmentzahl schwankt in weiten Grenzen. Nach W. Michaelsen (1) beträgt die Länge 10—35 mm, die Zahl der Segmente 53—74. Der Wurm ist weiß oder gelblich. Der Körper wird von chitinösen, kleinen, fast geraden Borsten, in Bündeln zusammengeschlossen, bedeckt. Die Parapodienrudimente sind auf Gruppen von 3—5, am häufigsten auf 4 Borsten reduziert.

Diese Oligochaeten wurden in zwei mit Gartenerde gefüllten Holzkistchen gehalten, in denen sie sich vortrefflich entwickelten. Etwa je zehn Tiere wurden sodann in Blumentöpfe mit Geranien übertragen. Nach einiger Zeit beginnt die Pflanze zu kränkeln, offenbar von den Würmern angefallen, und geht schließlich ein, wogegen die Tiere sich sehr gut entwickelten. Als Nahrung wurde in den ersten Monaten Milch in die Kästen getropft, manchmal wurde ein Stück Fleisch, später alle paar Tage ein Stück Leberwurst hineingelegt. Diese Nahrung schien den Würmern zu entsprechen, sie sammelten sich in Massen um das Futter an. Als bestes Futtermittel erwiesen sich jedoch Fischstückchen. Schon kurz nach dem Hineinlegen begannen die Tiere sich an denselben zu sammeln und am nächsten Tage war schon ein ganzer Haufe zu finden. Nach dem Verzehren des Futters verliefen sich die Tiere. Sie vermochten die Knochen restlos von den Weichteilen zu säubern, so daß ein Stückchen Fisch bald von der Oberfläche verschwand und nur das Skelet fein gesäubert zurückblieb. Die Erde, worin die Würmer lebten, wurde ständig feucht gehalten;

Trockenheit schadet ihnen, einen Überfluß an Wasser halten sie dagegen gut aus, so daß sie sogar längere Zeit im gewöhnlichen Wasser leben können, wo sie ohne Nahrung erst nach ungefähr 3—4 Wochen eingingen. Währenddessen wurden sie deutlich kleiner und dünner, augenscheinlich erfolgte eine Resorption der Körperstoffe. Die Erschöpfung und das Nahen des Todes konnte man an den ständig schwächer werdenden Bewegungen erkennen, die anfangs lebhaft und schnell, zuletzt nur noch infolge irgend welcher Reize (z. B. mechanischer) erfolgten. Die im Wasser lebenden Exemplare hielten sich bei Fütterung mit Milch ganz gut, gingen aber ein, wenn das Wasser nicht gewechselt wurde. Wenn in eine Glasschale, in der sich die Würmer befanden, ein Klumpen Erde hineingelegt wurde, so entwickelten sie sich sehr gut. Allmählich erhielt ich gerade auf diese Weise in Kristallenschalen kräftige Kulturen. Die Würmer erlangten dabei eine bedeutende Größe (gegen 3 cm Länge bei 1 mm Breite). Das Austrocknen des Untergrundes verursacht baldigen Tod, nach etwa zehn Minuten bis zu einigen Stunden, je nach der Größe; größere Exemplare sind in dieser Beziehung widerstandsfähiger. Die Entwicklung in Medien, die nicht immer genügend Wasser hatten, ging nicht so schnell von statten, die Würmer blieben für gewöhnlich klein. Reichliches, übermäßiges Befeuchten der Kultur mit Wasser rief eine Massenwanderung auf die Erdoberfläche und sogar auf die Deckplatte hervor. Beim Kriechen nach der Oberfläche strebten die Tiere nach Luft, das Wasser füllte nämlich die Zwischenräume der Erdballen aus und verdrängte dadurch die Luft. Um diese Wanderung zu beobachten, genügt eine einfache Einrichtung. Einige Reagensgläschen werden mit Erde gefüllt und die Tiere in verschiedener Höhe hineingelegt; wenn dann Wasser hineingegossen wurde, konnte man sie dicht an der Oberfläche, oder sogar auf der Oberfläche finden (manchmal gruppieren sie sich an der Wand des Reagensgläschens um eine Luftblase). Mit fortschreitender Verdunstung und Abnahme der Feuchtigkeit ziehen sie sich aber in die Erde zurück und verschwinden bald von der Oberfläche. Neben Feuchtigkeit und Luft, die für die Würmer unentbehrlich sind, muß noch der Einfluß der Temperatur besprochen werden. Am meisten entsprach ihnen Zimmertemperatur, aber auch eine niedere schadete ihnen nicht, sie lebten sogar bei tauendem Eis in ihrem Gefäß (0° C). Tem-

peraturen über 30° C wirkten schon tödlich. Bei erhöhter Temperatur (z. B. 32° C) wurden die Bewegungen unruhig, wurden dann bis zum völligen Stillstand schwächer und das Tier ging ein. Die untersuchten Tiere erwiesen sich Hunger gegenüber gleichfalls ausdauernd und was die Nahrung anbelangt, stellten sie keine hohen Ansprüche.

An einem der zahlreichen beobachteten Würmer bemerkte ich eine interessante Regeneration. Unter normalen Tieren fand ich ein Exemplar mit einer seitlichen Abzweigung. Dieser Seitenarm wuchs ungefähr in der Mitte heraus und war etwas nach hinten gerichtet. Da er halb so lang war wie der Körper, erweckte der Wurm den Eindruck einer dichotomischen Verzweigung. Gesondert lebte er ungefähr 2 Monate. Schließlich fiel das Seitenstück ab; der Wurm jetzt völlig normal aussehend, lebte noch einige Zeit. Ähnliche Erscheinungen konnten manchmal künstlich hervorgerufen werden, z. B. konnten beim Regenwurm auf operativem Wege deutliche Regenerate erzielt werden. Infolgedessen kann man vermuten, daß das beobachtete Regenerat (eigentlich Supraregenerat) in Natur infolge einer unbekannteren Verletzung entstanden ist. Häufig konnte man eine Zweiteilung der Würmer beobachten. Solche Fälle treten in normalen Bedingungen nicht ein (z. B. in normalen Kulturen), man trifft sie jedoch in ungünstig situierten Kulturen. Diese Erscheinung könnte also als Degenerationsprozeß angesehen werden.

Die Tiere, die sich normal in verschiedenen Tiefen, je nach der Feuchtigkeit aufhielten, kamen nur dann an die Oberfläche, wenn andere Faktoren einwirkten, wie bei Überfluß an Wasser und bei dem damit verbundenen Luftmangel, oder der Nahrung wegen. Kamen sie aber einmal an die Oberfläche, so lebten sie hier gut und ohne Beeinträchtigung, doch muß hinzugefügt werden, daß das bei gleichmäßig zerstreutem und verhältnismäßig schwachem Licht stattfand. Die Kulturen waren in 1 m Entfernung von dem nach Westen gerichteten Fenster aufgestellt. Hörte der jeweilige Reiz auf, so verkrochen sich die Würmer.

Oberflächliche Beobachtungen erweckten hierbei den Anschein einer negativen Phototaxis; sichere Schlüsse können daraus nicht gezogen werden. Um mich zu überzeugen, wie die Tiere tatsächlich auf Licht reagieren, wurde eine Anzahl von Versuchen durchgeführt. Die Experimente betrafen zwei Probleme:

- a) das Verhalten der Tiere bei Tageslicht,
- b) die Reaktionen bei künstlichem Licht.



### 3. Versuche mit Tageslicht.

Versuche A. Ein Aquarium von 18 cm Länge, 10 cm Breite und 12·5 cm Höhe, wobei die Scheiben 0·5 mm dick waren, wurde auf ein nach Süden gerichtetes Fenster während starken Sonnenscheins gestellt, mit der Breitseite der Sonne zugekehrt. Im Aquarium befand sich Wasser bis 1—3 cm Höhe. In den der Sonne zugewandten Teil wurden 1—4 Tiere gelegt. Sie bewegten sich deutlich vom Licht weg und krochen nach der entgegengesetzten Seite. Manchmal blieben sie auch am Ausgangspunkt, dann verkrochen sie sich aber in die von Natur aus dunkleren Ecken. Auf diese Weise wurden 79 Tiere in 44 Versuchen geprüft, wovon nur 3 Exemplare keine deutliche Reaktion zeigten, sie blieben ungefähr in der Hälfte des Gefäßes. Die Versuche wurden bei geschlossenen, wie auch geöffneten Fenstern durchgeführt, — ein Unterschied wurde hierbei nicht bemerkt. Das Wasser im Aquarium wurde häufig gewechselt, um einen eventuellen Einfluß der Temperatur (z. B. durch Erwärmung des Wassers durch die Sonne) auszuschließen. Die Würmer, die im Aquarium von der Sonne stark beschienen wurden, bewegten sich unruhig, und wurden erst in den dunklen Ecken ruhig.

Versuche B. Ein an einem Ende mit einem Korken geschlossenes Glasrohr, wurde mit einem schwarzen Futteral aus Papier umgeben, so daß eine Hälfte ganz verdunkelt war, während die andere hell blieb. Das wagerecht liegende Rohr enthielt eine gewisse Menge Wasser. Zu den Versuchen wurde ein Rohr von 10·5 cm Länge und 1·2 cm Durchmesser, und eins von 7·3 cm Länge und 1·1 cm Durchmesser verwandt. Die auf oben beschriebene Weise verhüllten Röhren wurden in wagerechter Lage an ein Gestell befestigt. In den beleuchteten Teil des Rohres wurde ein Wurm gelegt und sein Verhalten beobachtet. Das Tier begann sich unruhig zu bewegen, wobei der vordere Teil am lebhaftesten war. Wenn es einem der Versuchstiere gelang an die Grenze des verdunkelten Teiles zu kommen, so kroch es meistens in die zweite Hälfte der Röhre in den Schatten, wo es auch für gewöhnlich blieb. Kam ein Wurm an das Ende des beleuchteten Teiles, das blind endigte, so bewegte er sich längere Zeit unruhig vor- und rückwärts und legte sich schließlich so an die Eckwand, daß beide Körperenden vom Licht abgekehrt waren. Wurde die beleuchtete Hälfte mit einem Korken verschlossen, so lag der

Wurm auf ähnliche Weise am Korke, d. h. der vordere und hintere Körperteil waren vom Licht abgekehrt. Man ersieht, daß im gegebenen Fall diese Lage des Körpers verhältnismäßig vorteilhaft ist. Außer dem Licht wirkt wahrscheinlich auch die Thigmotaxis. Kroch der Wurm von der beleuchteten Röhrenhälfte nach der verdunkelten, so wurde die schwarze Hülle auf die andere Seite geschoben, das Tier befand sich also wieder in der hell erleuchteten Hälfte. Der in dem Dunkel ruhig sich verhaltende Wurm begann sich im Hellen wieder unruhig zu bewegen. In einigen Fällen, besonders wenn das Versuchstier stark und ausdauernd war, wanderte es mehrere Male von einer Hälfte nach der anderen (immer nach der verdunkelten) je nach dem, wo sich die Hülle befand. Besondere Protokolle darüber muß ich wegen Platzmangel auslassen. Im Allgemeinen wenden sich die Tiere nach dem verdunkelten Teil des Gefäßes, und wenn ihnen das nicht gelingt, so nehmen sie eine solche Lage ein, daß sie möglichst wenig vom Licht getroffen werden.

Zur Untersuchung des Verhaltens einiger oder mehrerer Tiere gleichzeitig diente folgender Versuch:

Versuch C. Es wurden dazu drei verschiedene Aquarien verwandt: A) Länge 18 cm, Breite 10 cm, Höhe 12·5 cm; B)  $7 \times 3\cdot5 \times 2\cdot5$  und C)  $13 \times 10 \times 3\cdot5$  cm. Die Aquarien wurden auf ein nach Süden gerichtetes Fenster gestellt und bis zu 2 cm Höhe mit Wasser gefüllt. Eine Hälfte des Gefäßes war von oben und den Seiten mit einer schwarzen Hülle bedeckt, die andere blieb hell. Die Würmer wurden zu 5 oder 10 Stück in die erhelle Hälfte gelegt. Sie begannen unruhig zu werden und nach verschiedenen Richtungen auseinanderzukriechen.

Im größeren Aquarium (A) lagen sie teils auf der hellen, teils auf der dunklen Seite, ähnlich war es im mittleren Behälter (B). Im kleinsten Gefäß (C) waren sie in überwiegender Zahl nach der verdunkelten Seite gekrochen. Den Unterschied im Verhalten der Tiere kann man in der Weise erklären, daß im Aquarium C die Tiere, obgleich hier nur kleinere Exemplare vertreten waren größere Aussichten hatten, an die Grenze von Hell und Dunkel während des unruhigen Umherirrens zu gelangen; sie hatten also öfters die Möglichkeit zwischen dem hellen und dem dunklen Teil zu wählen.

Das Steigen der Temperatur infolge der Sonnenstrahlen verwischte oft die Übersichtlichkeit so stark, daß nicht alle der unruhigen Bewegungen nur auf den Einfluß des Lichtes bezogen werden konnten, sondern zum Teil der Temperatur zugeschrieben werden mußten. Die Versuche wurden noch dadurch erschwert, daß die Tiere, ins Wasser gelegt, Knäuel bilden, die sogenannten »Synaporien« im Sinne von Deegener<sup>1)</sup>.

Die Fortbewegung dieses Würmerknäuels ist besonders auf glattem Untergrund erschwert. Jedes Individuum übt eigene Bewegungen aus, jedes ist für sich bemüht, die verdunkelte Gefäßhälfte zu erreichen, das Ganze zeigt aber keine koordinierten Bewegungen. Oft schwankt ein Knäuel längere Zeit auf der Grenze, sich einmal dorthin, das andere mal dahin fortbewegend. Viel klarer wird der Versuch bei Benützung von feuchtem Fließpapier statt Wasser.

Versuch D. Ein 4:3 cm hohes Kristallisierschälchen von 12:8 cm Durchmesser wurde zur Hälfte mit einer schwarzen Hülle genau verdeckt. In das Gefäß wurden auf feuchtes Fließpapier einige Exemplare einzeln hineingelegt. Sie bewegten sich bald nach der verdunkelten Seite oder krochen unter das Fließpapier. Gewöhnlich fand sich schon nach wenigen Minuten kein Exemplar auf der erleuchteten Hälfte (sehr selten blieb eins allein zurück). So blieb es die gesamte Versuchszeit über, d. h. über 2 Stunden. Auf 80 untersuchte Würmer blieben nach Ablauf einer Stunde kaum acht im Hellen, d. i. 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Sehr oft konnte man Würmer auf der hellen Seite, aber unter dem Fließpapier beobachten (33 auf 80 Tiere). Wahrscheinlich spielte neben dem Licht auch die Thigmotaxis eine Rolle, da auch die Tiere im dunklen Teil unter das Papier krochen. Da in diesem Versuche mit der möglichen Einwirkung zweier Faktoren zu rechnen ist, nämlich Photo- und Thigmotaxis, kann das Versuchsergebnis nicht für die eine oder die andere gebucht werden. Wenn man aber die Zahl der Würmer, die sich auf beiden Seiten auf dem Fließpapier befanden, miteinander vergleicht, so ergibt sich, daß auf der hellen Seite, wie oben angegeben, acht Tiere, im ver-

<sup>1)</sup> Bei den »Synaporien« handelt es sich um Vergesellschaftungen von Tieren, die sich in unnatürlichen Bedingungen zusammenfinden. Die assoziierten Individuen haben gewöhnlich das Bestreben, den ungünstigen biologischen Verhältnissen zu entgehen.

dunkelten Teil dagegen 24 sich befanden. Doch auch dieses Verhältnis kann keine grundsätzliche Bedeutung haben, es lenkt höchstens unsere Aufmerksamkeit auf eventuelles Überwiegen eines der Faktoren.

Versuch E diente zur Orientierung, wo sich die Tiere am liebsten aufhalten, d. h. im verdunkelten oder erhellten Teil des Gefäßes. Ein rechtwinkliges  $13 \times 10 \times 3,5$  cm messendes Gefäß, dessen Seiten mit weißem Papier verhüllt waren, wurde von oben mit Streifen milchweißen Pauspapiers (Nr. 34) bedeckt. Sie waren so auf das Aquarium gelegt, daß sie im Aquarium ca. 2,5 cm breite Dunkelzonen bildeten, welche verschiedene Grade der Verdunkelung aufwiesen (Abb. 1). Der letzte Streifen bestand aus einem Stück schwarzen Papiers. Alle Streifen lagen zwischen zwei Glasscheiben, was eventuellen Verschiebungen der Beschattungszone vorbeugte.

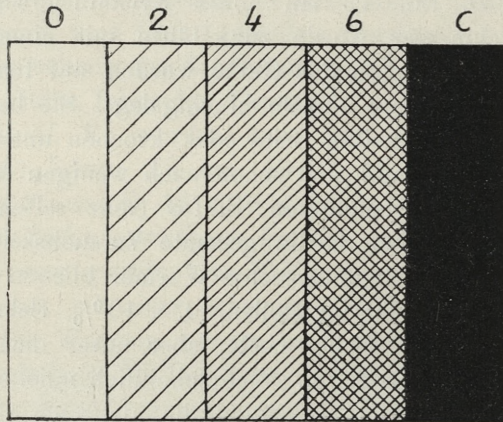


Abb. 1. 0 bedeutet die hell erleuchtete Zone des Gefäßes (ohne Pauspapier), 2—6 die mit Pauspapier verdunkelten Zonen (doppelt, vierfach und sechsfach bedeckt), c — die mit schwarzem Papier bedeckte Zone.

Im Gefäß befanden sich ungefähr  $75 \text{ cm}^3$  Wasser. Fünf Würmer wurden auf die Nullzone gelegt und ihr Verhalten beobachtet. Die Versuchstiere bewegten sich in der Richtung der zunehmenden Verdunkelung. Gewöhnlich entfernten sie sich nach einigen Minuten aus dem erleuchteten Teil, und wenn sie manchmal in der Nullzone verblieben, dann krochen sie in einen Winkel und vereinigten sich dort zu einem Knäuel. Am häufigsten

konnten sie in Zone 0 und c angetroffen werden. Manchmal fanden sie sich zu kleinen Gruppen zusammen. Diese Tatsache erschwerte, wie schon oben bemerkt wurde, die Versuche und verdunkelte das Gesamtbild. Die Versuche wurden daher mit einer gewissen Änderung wiederholt.

Versuche F. Statt mit Wasser war jetzt das Gefäß mit angefeuchtetem Fließpapier bedeckt, das den Wänden eng anlag, um den Tieren das Herunterkriechen unter das Papier zu erschweren, es ging nämlich um wenigstens teilweise Einschränkung der Thigmotaxis. Auch die Anzahl der einzelnen Zonen wurde von 5 auf 4 reduziert, sie waren dagegen etwas breiter. Auch der Grad der Verdunkelung der einzelnen Streifen war etwas verändert (Abb. 2).

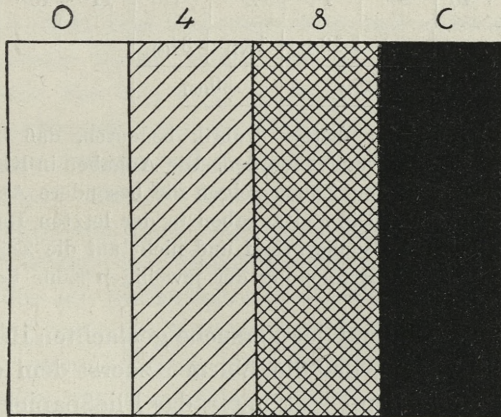


Abb. 2. Bezeichnung ähnlich wie in Abb. 1; 8 – die mit achtfachem Pauspapier verdunkelte Zone.

Zu einem Versuch wurden zehn Tiere auf einmal genommen. Wenn sie von Zone 0 nach Zone c gekrochen waren, wurde der Deckel um 180° gedreht, so daß Zone c auf die frühere Zone 0 und umgekehrt entfiel. Die sich in c befindlichen Tiere standen infolge dieser Drehung wiederum unter der Einwirkung des Lichtes und begannen sich unruhig zu bewegen und sich wieder in den Schatten zurückzuziehen. Es wurde das Verhalten von vierzig Tieren untersucht, davon zehn bei unveränderter Lage der Zonen. Da einige Tiere in zwei Versuchsreihen verwendet wurden, erhöht sich die Totalsumme der an ihnen ausgeführten Beobachtungen auf 69.

Die beigefügte Tabelle (Tab. I) gibt einen Überblick über die Reaktionen.

TAB. I.

Datum	Anzahl der Versuche	Anzahl der Versuchstiere	Die Zonen im Gefäß				Zeit	Anordnung der Zonen
			0	4	8	c		
			Anzahl der Tiere					
5. IV.	1	10	1	2	3	4	12 <sup>30</sup> - 13 <sup>35</sup>	0. 4. 8. c.
	2	↑ 10	1	2 <sub>(1)</sub>	2 <sub>(2)</sub>	5 <sub>(4)</sub>	11 <sup>35</sup> - 12 <sup>13</sup>	0. 4. 8. c.
		↓ 10	2 <sub>(1)</sub>	2	2	4 <sub>(1)</sub>	12 <sup>21</sup> - 13 <sup>14</sup>	c. 8. 4. 0.
	2	↑ 10	—	1 <sub>(1)</sub>	2	7 <sub>(2)</sub>	11 <sup>30</sup> - 12 <sup>30</sup>	c. 8. 4. 0.
↓ 9		1 <sub>(1)</sub>	2 <sub>(1)</sub>	3	3	12 <sup>42</sup> - 13 <sup>35</sup>	0. 4. 8. c.	
10. IV.	2	↑ 10	1	3 <sub>(2)</sub>	2	4 <sub>(1)</sub>	10 <sup>3</sup> - 11 <sup>18</sup>	0. 4. 8. c.
		↓ 10	—	1	2	7	11 <sup>28</sup> - 13 <sup>20</sup>	c. 8. 4. 0.
Zusammen			6 <sub>(2)</sub>	13 <sub>(5)</sub>	16 <sub>(2)</sub>	34 <sub>(8)</sub>		
			19 <sub>(7)</sub>		50 <sub>(10)</sub>			

Die senkrechten Pfeile der dritten Rubrik bedeuten, daß in beiden Versuchen dieselben Tiere verwendet wurden. Die Angaben in Klammern neben der Zahl der Würmer in den Zonen zeigen die besondere Anzahl derselben unter dem Fließpapier an. Die Zeitangaben in der letzten Rubrik beziehen sich auf den gesamten Versuchsverlauf und nicht auf die Zeit, die das gegebene Tier bis zur Erreichung der jeweiligen Zone benötigte.

Auf Grund der während der Versuche gemachten Beobachtungen muß festgestellt werden, daß die Würmer zuerst dem verdunkelten Feld zustrebten und dann erst unter das Fließpapier krochen; es gab z. B. Augenblicke, daß in Zone 8 oder c sich mehr Versuchstiere auf dem Fließpapier befanden, als eine halbe Stunde später. Man kann daraus schließen, daß die Tiere bestrebt sind, das erleuchtete Feld zu verlassen; solange sie sich darauf befinden, streben sie nach Ortsveränderung. Gelangen sie auf das verdunkelte Feld, so beruhigen sie sich bald und liegen manchmal längere Zeit bewegungslos. Von neuem belichtet, beginnen sie wiederum sich zu bewegen.

Bei Verwendung von Tageslicht erhält man nicht immer Ergebnisse, die miteinander ohne Vorbehalt verglichen werden können. Von starkem Einfluß ist die verschiedene Intensität der Sonnenstrahlen bei schönem und bewölktem Wetter, bzw. im Sommer und im Winter. Im Sommer bei schönem Wetter geht

die Reaktion schneller vonstatten und ist deutlicher. Mittels photometrischer Untersuchungen könnten die aus verschiedenen Lichtintensitäten herrührenden Unstimmigkeiten beseitigt werden, diese Nachprüfung hielt ich indes nicht für notwendig.

#### 4. Versuche mit künstlichem Licht.

Neben den Beobachtungen über das Verhalten der Würmer beim Tageslicht wurde eine Reihe von Versuchen mit künstlichem Licht durchgeführt. Als Lichtquelle diente eine 25-Watt-Lampe. Die Versuche fanden in der Dunkelkammer statt.

Versuch G. Die Versuchstiere wurden in eine 4·2 cm hohe und 12·8 cm breite, runde Kristallisierschale gelegt, anfangs in Wasser, später auf feuchtes Fließpapier. Eine Hälfte des Gefäßes war von oben und von der Seite mit schwarzem Papier bedeckt, die zweite wurde mittels der Glühbirne erleuchtet. Die Kristallisierschale war mit einer Glasscheibe zugedeckt. Die Entfernung der Lichtquelle von der Deckscheibe betrug 10 cm. Die belichteten Tiere wurden sofort unruhig, führten besonders mit dem Vorderkörper lebhaftere Bewegungen aus und verschwanden bald vom erleuchteten Feld. Sehr deutlich erscheint die Reaktion bei der Verwendung von feuchtem Fließpapier als Grundlage; die Tiere kamen im verdunkelten Teil, teils auf, teils unter dem Fließpapier zur Ruhe. Im Kontrollversuch mit einer gleich großen, ganz mit schwarzem Papier bedeckten Schale, in der sich die Tiere zu Beginn der Versuche nur auf einer Seite der Schale befanden, verteilten sie sich über die ganze Fläche. Die Temperatur schwankte zwischen 14°—17° C, sie erhöhte sich im Laufe eines Versuches um 0·5°—1° C, je nach der Versuchsdauer.

Versuch H. Es handelt sich hierbei um eine Wiederholung der Versuche von E und F bei künstlichem Licht und bei ständiger Verwendung von feuchtem Fließpapier statt Wasser. Die Bedingungen der Beleuchtung und Temperatur waren ähnlich wie im Versuch G. Die Ergebnisse gleichen denen von E und F mit dem Unterschied, daß die Reaktionen schneller und deutlicher vor sich gingen. Die beigegeführten Zusammenstellungen (Tab. II und III) gestatten uns einen Überblick über das Verhalten der Versuchstiere.

TAB. II.

Datum	Anzahl der Versuche	Anzahl der Versuchstiere	Die Zonen im Gefäß					Zeit	Anordnung der Zonen	
			0	2	4	6	c			
			Anzahl der Tiere							
25. III.	2	↑	9	—	2	—	1 <sub>(1)</sub>	6 <sub>(4)</sub>	11 <sup>35</sup> —12 <sup>34</sup>	0. 2. 4. 6. c.
		↓	9	4 <sub>(2)</sub>	1	—	1	3	12 <sup>40</sup> —13 <sup>15</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
	1	↑	9	—	—	—	2	7 <sub>(6)</sub>	12 <sup>10</sup> —13 <sup>8</sup>	0. 2. 4. 6. c.
		↓	10	4 <sub>(2)</sub>	2	—	—	4 <sub>(2)</sub>	10 <sup>56</sup> —13 <sup>35</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
	2	↑	10	1 <sub>(1)</sub>	1	—	1	7 <sub>(8)</sub>	12 <sup>40</sup> —13 <sup>17</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
		↓	10	—	1	—	—	9 <sub>(8)</sub>	13 <sup>20</sup> —16 <sup>40</sup>	0. 2. 4. 6. c.
	2	↑	10	1	1 <sub>(1)</sub>	—	—	8	9 <sup>59</sup> —11 <sup>17</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
		↓	10	—	3 <sub>(2)</sub>	—	—	7 <sub>(3)</sub>	11 <sup>20</sup> —12 <sup>11</sup>	0. 2. 4. 6. c.
	2	↑	10	—	1 <sub>(1)</sub>	—	—	9 <sub>(3)</sub>	11 <sup>7</sup> —12 <sup>5</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
		↓	9	1 <sub>(1)</sub>	1	—	—	7	12 <sup>9</sup> —12 <sup>59</sup>	0. 2. 4. 6. c.
4. IV.	2	↑	10	—	—	—	1 <sub>(1)</sub>	9 <sub>(3)</sub>	10 <sup>3</sup> —10 <sup>42</sup>	0. 2. 4. 6. c.
		↓	10	—	—	—	1 <sub>(1)</sub>	9 <sub>(2)</sub>	10 <sup>47</sup> —11 <sup>30</sup>	c. 6. 4. 2. 0.
Zusammen			11 <sub>(6)</sub>	13 <sub>(4)</sub>			7 <sub>(3)</sub>	85 <sub>(34)</sub>		
			24 <sub>(10)</sub>				92 <sub>(37)</sub>			

TAB. III.

Datum	Anzahl der Versuche	Anzahl der Versuchstiere	Die Zonen im Gefäß				Zeit	Anordnung der Zonen		
			0	4	8	c				
			Anzahl der Tiere							
5. IV.	2	↑	10	—	—	1	9 <sub>(1)</sub>	11 <sup>15</sup> —12 <sup>6</sup>	0. 4. 8. c.	
		↓	9	2 <sub>(1)</sub>	—	2 <sub>(2)</sub>	5 <sub>(1)</sub>	12 <sup>10</sup> —13 <sup>24</sup>	c. 8. 4. 0.	
	2	↑	8	1 <sub>(1)</sub>	—	1	6	11 <sup>7</sup> —12 <sup>3</sup>	c. 8. 4. 0.	
		↓	8	1 <sub>(1)</sub>	1	1	5 <sub>(4)</sub>	12 <sup>10</sup> —12 <sup>45</sup>	0. 4. 8. c.	
10. IV.	2	↑	10	—	1	2	7	10 <sup>20</sup> —11 <sup>25</sup>	0. 4. 8. c.	
		↓	10	—	1	2	7	11 <sup>30</sup> —12 <sup>6</sup>	c. 8. 4. 0.	
Zusammen			4 <sub>(3)</sub>	3		9 <sub>(2)</sub>	39 <sub>(6)</sub>			
			7 <sub>(3)</sub>				48 <sub>(8)</sub>			

Die Bezeichnungen sind dieselben wie in Tab. I.

Aus den beigegeführten Tabellen ersieht man, daß die Tiere sich an den dunkelsten Stellen ansammeln. Je größer die Unterschiede in den Dunkelheitsstufen sind, kehren sich die Tiere umso einheitlicher nach dem dunkleren Teil um. Exemplare, die sich nach



der dunklen Zone *c* bewegten, krochen nachher oft unter das Fließpapier, was man am Verlauf der Reaktion ersehen konnte. In letzterem Fall kam der Einfluß der Thigmotaxis hinzu. Da sie sich erst nach der Fortbewegung aus dem hellen Feld unter die Unterlage verkrochen, kann angenommen werden, daß sie in erster Linie aus dem hell erleuchteten Teil des Gefäßes zu gelangen streben. Dichtes Anliegen des Papiers an die Aquarienwand erschwert den Würmern das Darunterkriechen, infolgedessen gelangen nicht alle Tiere dahin. Die am Ende der Versuche auf dem Fließpapier in Zone *0* gefundenen Tiere krochen gewöhnlich hin und her, sie suchten, einige krochen sogar an den Seitenwänden empor. Gelangten sie in die verdunkelte Zone, so beruhigten sie sich und lagen manchmal regungslos da oder bewegten sich langsam und ruhig. In allen erwähnten Versuchen hatten die Tiere volle Bewegungsfreiheit. Es bleibt nun noch die Frage, wie das Tier sich an der Grenze von Hell und Dunkel verhält. Zur Beantwortung dieser Frage wurden folgende Versuche durchgeführt.

Versuch J. Eine vorn offene Blechschachtel, in der sich als Lichtquelle eine 25-Watt-Lampe befand, wurde in eine größere Pappschachtel gestellt, in deren vorderen Wand ein rundes Loch von 5·5 cm Durchmesser ausgeschnitten war. Es konnten auch Scheidewände mit größeren oder kleineren Löchern eingeschaltet werden. In der Schachtel stand zwischen der Lampe und der Scheidewand ein Kolben mit Wasser (4, Abb. 3). Der Wurm befand sich in einem dünnen langen Röhrchen (5) von 2—3 cm Durchmesser. Das Röhrchen lag wagerecht auf zwei Stativen in beliebiger Höhe. Das Röhrchen war von der Scheidewand derartig angebracht, daß das durch die Öffnung fallende Licht einen Teil desselben erleuchtete, der andere Teil blieb vollkommen verdunkelt. Jedes Tier wurde einzeln untersucht. Der von dem Wurm eingenommene Teil des Röhrchens wurde derartig verschoben, daß entweder der ganze Körper erleuchtet war, oder nur sein vorderes bzw. hinteres Ende, während der übrige Teil im Dunklen blieb. Die enge Röhre ermöglichte nur in einer Richtung freie Bewegung, d. h. längs des Rohres. Der Wurm konnte seine Bewegungsrichtung ändern, aber dazu mußte er sich in der engen Röhre umdrehen. Im Dunklen bleibt das Tier gewöhnlich in Ruhe, oder kriecht gleichmäßig ruhig vorwärts, ohne jegliche stärkere Zuckun-

gen. Man kann lediglich unbedeutende Seitenbewegungen des Vorderkörpers bemerken. Ins Licht gebracht, ändert sich das Verhalten des Tieres sofort. Als erste Reaktionen traten meistens suchende Orientierungsbewegungen und lebhaft Kontraktionen des Körpers auf. Besonders stark reagierte der Vorderkörper. Die Bewegungen waren zuweilen so heftig, daß der beleuchtete Vorderkörper schon nach wenigen Sekunden wieder ins dunkle

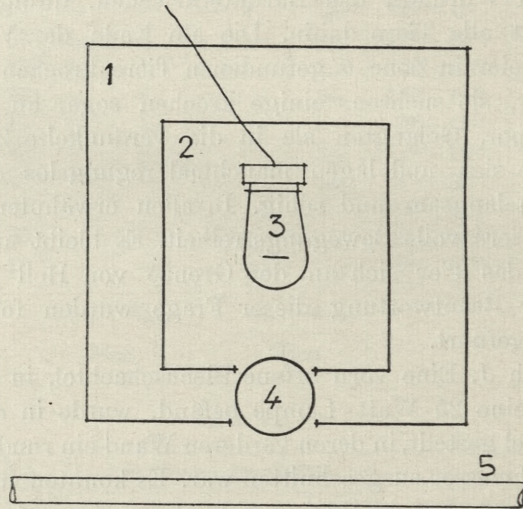


Abb. 3. 1 — Pappschachtel, 2 — Blechschachtel, 3 — Glühlampe, 4 — Glaskolben mit Wasser gefüllt, 5 — Rohr.

Feld zurückgezogen wurde. Diese Reaktionen erfolgten manchmal sofort, sehr oft erst nach 5—10, manchmal nach einigen zehn Sekunden. Gewöhnlich zeigten sich die schnellsten und deutlichsten Zuckungen bei Beleuchtung des Vorderkörpers, am undeutlichsten waren sie bei Beleuchtung des Hinterendes. Lag ein Tier mit dem Vorderteil in der verdunkelten Hälfte des Röhrenchens und bewegte sich nach dem verdunkelten Feld zu, so kroch es verhältnismäßig schnell, ohne übermäßige Bewegungen als Ausdruck »der Beunruhigung«, ganz in den verdunkelten Teil. Im Laufe der Versuche wurde entweder das ganze Tier oder nur der vordere Teil beleuchtet; die Belichtung des Endteils gibt keine klaren Reaktionen. Öfters hielt das Tier, an die erleuchtete Grenze angelangt, inne. Das geschah auch dann, wenn beim Verschieben der Röhre den

Wurm ein Lichtstrahl traf. In beiden Fällen blieben die Enchyträen einige Sekunden scheinbar regungslos. Diesem plötzlichen Verharren der wandernden Exemplare gingen manchmal Suchbewegungen und Kontraktionen des Körpers voraus. Es geschah jedoch manchmal, daß ein anfangs bewegliches Tier, nach einigen vergeblichen Versuchen, das helle Feld zu verlassen, sich selbst auf einige zehn Minuten beruhigte. Bei genauerer Beobachtung konnten jedoch fast immer leichte Bewegungen besonders des vorderen Körperteils festgestellt werden. Das findet hauptsächlich beim Übertragen des Tieres aus dem Dunklen ins Helle statt, hierbei wickelte sich der Wurm für längere Zeit zu einem Knäuel zusammen. Zu den interessantesten Reaktionen gehört die recht häufige Änderung der Fortbewegungsrichtung. Wenn wir einen Enchyträen z. B. von vorn her beleuchten, zeigt er eine gewisse Beunruhigung, doch bewegt er sich in der ursprünglichen Richtung fort, indem er ständig nach den Seiten Suchbewegungen ausübt. Plötzlich z. B. in der Mitte des hellen Feldes angekommen, ändert er seine Richtung. Im engen Röhrchen war das mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, da das Tier sich gänzlich umdrehen mußte, so daß einen Augenblick lang beide Körperenden sich übereinander befanden. Danach kroch das Tier schnell nach der verdunkelten Hälfte zurück und wanderte dort ruhig in der entgegengesetzten Richtung weiter. Diese Änderung der Fortbewegungsrichtung wurde hauptsächlich in der erleuchteten Röhrehälfte beobachtet, im dunklen Teil kam sie nur wenige Male vor. Bei einer größeren Versuchszahl mit einem Tiere war die Häufigkeitszahl der Richtungsänderung verschieden und kam einmal oder mehrmals nacheinander vor.

Bei den photischen Reaktionen wertete ich als negative Reaktion (—) das Fortkriechen des Tieres aus der erleuchteten Zone, sei es durch Kontraktion, sei es durch Änderung der Fortbewegungsrichtung. Als positive Reaktion (+) wurde das Durchkriechen durch die beleuchtete Zone gewertet. Manchmal kehrte der Wurm, nachdem er schon aus dem beleuchteten Felde heraus war, mehrmals wieder zurück. Dies kam besonders dann vor, wenn der vordere Körperteil beleuchtet wurde. Nach einigen vergeblichen Versuchen in die helle Zone zu gelangen, zog sich das Tier ganz ins Dunkle zurück, wobei es oft die Richtung änderte. In solchen Fällen betrachtete ich sämtliche Bewegungen als eine einzige

Reaktion. Manchmal blieb ein Tier auf der hellen Zone und bewegte sich da unruhig; derartige Reaktionen wurden getrennt gewertet (siehe unten). Einige Exemplare reagierten längere Zeit hindurch gut, andere, jedoch nur wenige, schwächer. Reagierte ein Tier nacheinander einwandfrei sicher, z. B. im Sinne negativer Reaktion in bezug auf helles Licht, so beschränkten sich die Versuche auf eine geringe Zahl; kam jedoch eine positive Reaktion dazwischen vor, wurde die Versuchszahl vermehrt.

Die Versuche wurden in zwei Serien durchgeführt, die erste umfaßte fünfzig Tiere (vom 23. März bis zum 12. April), die zweite dreißig Tiere (vom 26. Juli bis zum 4. August). Vor und nach den Versuchen in der Dunkelkammer wurde die Temperatur an zwei Thermometern abgelesen. Die Unterschiede der Anfangs- und Endtemperaturen schwankten zwischen 0·5° C und 1° C. In der ersten Versuchsserie zeigte das Wandthermometer in der ersten Serie die Grenzwerte von 13°—15° C, in der zweiten 21°—23° C. Das am Apparat angebrachte Thermometer zeigte in beiden Fällen eine um 2° C höhere Temperatur. Der Durchmesser der Öffnung in der Wand betrug bei diesen Versuchen 5·5 cm. Die Daten sind in Tab. IV angeführt. Sie zeigen die Reaktionen der Tiere auf Hell und Dunkel.

TAB. IV.

Serie	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Reaktionen —	%	Reaktionen +	%	Reaktionen durch einfache Kontraktionen	%	Unsichere Reaktionen	%	Fehlen von Reaktionen	%
I.	50	266	183	68·79	23	8·64	43	16·16	14	5·26	3	1·12
II.	30	251	181	72·11	61	24·30	—	—	8	3·18	1	0·39
Zusammen	80	517	364	70·40	84	16·24	43	8·31	22	4·25	4	0·77

Die in der achten Rubrik angeführten Reaktionen, die sich nur auf Körperkontraktionen beschränkten, könnten zu den negativen gezählt werden, deswegen weil: 1. die Enchyträen, durch keine andere z. B. mechanische Reize erregt, im Dunklen keine derartigen Zeichen der Beunruhigung aufweisen; 2. die unruhigen

Bewegungen teils nach der einen, teils nach der anderen Seite auf einen Reiz hinweisen, der im gegebenen Fall nur auf die Lichtwirkung zurückzuführen ist; 3. die sich im Hellen unruhig bewegenden Tiere im Dunklen angelangt, sich dort beruhigen; sie kriechen nur dann nicht ins Dunkle, wenn sie vorher schon zu einem Knäuel verwickelt waren. Diese Erscheinung, die längere Zeit anhalten kann, dürfte nur mit Ermüdungszeichen oder auch mit einer möglichst angenehmen Lage dem Licht gegenüber erklärt werden, wenn die Fluchtversuche aus dem hellen Licht ergebnislos waren. Wenn die Versuche, die auf bloßen Bewegungen beruhen, nicht berücksichtigt werden, und nur positive und negative Reaktionen zusammengestellt werden, so erhalten wir folgende Verhältnisse (Tab. V).

TAB. V.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Serie	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Reaktionen —	%	Reaktionen +	%	E	E%
I.	47	206	183	88·83	23	11·16	3·04	1·48
II.	28	242	181	74·79	61	25·20	4·54	1·63
Zusammen	75	448	364	81·25	84	18·75	5·57	1·24

In der vorletzten Rubrik dieser und der weiteren Tabelle ist der Wahrscheinlichkeitsfehler (E) für jede Serie getrennt und für die Gesamtheit der Versuche angegeben.

Bei der Berechnung von E benutzte ich folgende Formel:

$$E(n) = 0\cdot67449 \sqrt{\frac{(N-n)n^2}{N}}$$

wobei  $N$  die Gesamtzahl der Tiere bez. der Reaktionen bezeichnet, die die gegebene Häufigkeitsreihe bildeten,  $n$  die Zahl jener, die zu der als typisch erkannten Verhaltensgruppe gehören,  $(N-n)$  bezeichnet jene, die sich außerhalb der Grenzen jener Gruppe befinden. In unserem Fall stellt  $n$  den

1) Vergl. J. Czekanowski. Zarys metod statystycznych w zastosowaniu do antropologii. Warszawa 1913, S. 191, 200.

Wert von Rubrik 4 dar, und  $(N-n)$  sind Zahlen von der Rubrik 6, während  $N$  aus der Rubrik 3 ist.

$$\text{Z. B. } E_1 = 0.67449 \sqrt{\frac{83 \times 23}{206}} = 3.04$$

In der letzten Rubrik unserer Tabellen ist der Wahrscheinlichkeitsfehler in Prozenten ausgedrückt. Das erhaltene Ergebnis in bezug auf die negativen Reaktionen beträgt demnach für die I Versuchsserie  $88.83 \pm 1.48$ , für die II Versuchsserie  $74.38 \pm 1.63$ . Um den Wahrscheinlichkeitsfehler der Differenz zu bewerten, kann man sich folgender Formel bedienen:

$E(\text{diff}) = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$  was in dem Falle  $E(\text{diff}) = \sqrt{(1.48)^2 + (1.63)^2} = 2.20$  beträgt, wo  $E_1$  und  $E_2$  die Wahrscheinlichkeitsfehler der verglichenen Größen bedeuten. Wir erhalten schließlich:

$$\text{diff} = 14.45 \pm 2.20.$$

Der Unterschied übersteigt sechsfach seinen Wahrscheinlichkeitsfehler. Es können also mit Sicherheit die Ergebnisse als der Wirklichkeit entsprechend angesehen werden und die erhaltenen Folgerungen sind maßgebend.

Zum Schluß muß noch folgende Tatsache berücksichtigt werden. Gewöhnlich übte der Wurm entweder nur negative photische Reaktionen aus, oder nur 1—2 positive unter einer Reihe negativer. Tiere mit einer größeren Anzahl positiver Reaktionen, z. B.

TAB. VI.

Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Reaktionen	
		—	+
1	4	1	3
1	9	3	6
1	11	4	7
1	16	8	8
1	7	2	5
1	16	8	8
6	63	26	37

acht positive auf acht negative oder sieben positive auf vier negative, gehörten zu den Ausnahmen. Auf 80 Tiere (bzw. 77 nach Abrechnung von drei überhaupt nicht reagierenden Tieren) entfielen sechs Exemplare, die eine Mehrheit positiver oder die gleiche Zahl positiver wie negativer Reaktionen aufwiesen. Tabelle VI stellt die Ergebnisse bezüglich dieser sechs Würmer dar. Eine bedeutende Anzahl positiver Lichtreaktionen betrifft gerade diese sechs Tiere. Im Laufe meiner Versuche konnte ich kein einziges Individuum bemerken, das lediglich positive Reaktionen aufwies,

dagegen kamen rein negativ reagierende Tiere oft vor. Der überwiegende Teil der Enchyträen rückte deutlich vom Lichte ab, verriet also negative Phototaxis.

Faßt man alle diese Ergebnisse zusammen, so kann für *E. albidus* einwandfrei eine negative Phototaxis behauptet werden. Ein geringer Prozentsatz positiver Reaktionen kann höchstens auf eine gewisse Plastizität ihres Organismus weisen, was schließlich mit der oben beschriebenen leichten Anpassungsfähigkeit an starke Veränderungen der Lebensbedingungen im Einklang steht.

Bisher handelte es sich bei den Versuchen darum, wie sich die Tiere im Hellen und Dunklen verhalten. Es wäre interessant zu erfahren, welche Unterschiede bei Verwendung von farbigen Filtern im Verhalten auftreten. Die Strahlenintensität hängt vom jeweiligen Filter ab. Theoretisch kann man annehmen, daß das nicht ohne Einfluß auf die Tiere bleiben würde. Inbezug auf die Anneliden, besonders die Oligochaeten, wurde dieses Problem noch nicht systematisch und genau behandelt; jedoch wurden zahlreiche Untersuchungen in dieser Richtung bei anderen Tieren sowohl in qualitativer (die Art der Strahlen) als auch in quantitativer Hinsicht (die Abhängigkeit von der Intensitätsstärke) durchgeführt. In den folgenden Versuchen berührte ich das Problem nur oberflächlich.

Versuch K. Die Anordnung ähnelte der der Versuche J. Die Öffnung der vorderen Wand von 5·5 cm Durchmesser wurde mit einem entsprechenden Filter bedeckt. Dazu dienten rote und blaue Filter, deren Strahlendurchlässigkeit auf photometrischem Wege bestimmt war. Ich führte die Versuche mit denselben Tieren wie in der Serie II der Versuche J aus. Außerdem wurden noch 11 Vertreter bei Verwendung eines roten Filters untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in Tab. VII und VIII dargestellt.

TAB. VII.

Datum	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Reaktionen -	%	Reaktionen +	%	E	E%
26. VII.—4. VIII.	28	136	87	63·97	49	36·03	3·77	2·77
14. IV.—23. VII.	11	41	30	73·17	11	26·83	1·91	4·66
Zusammen	39	177	117	66·10	60	33·90	4·24	2·39

TAB. VIII.

Datum	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Reaktionen --	%	Reaktionen +	%	E	E%
26. VII.—4. VIII.	27	121	71	58·67	50	41·33	3·65	3·01

In den Tabellen übergehe ich die ungenauen Reaktionen, die sehr gering waren. Die positiven Reaktionen und die negativen wurden wie im Versuch J bezeichnet. Es muß wiederholt werden, dass »—« das Fortkriechen des Wurmes aus dem dunklen Feld bedeutet und »+« das Durchkriechen durch das erhellte Feld bezeichnet.

Die Art und Weise der Reaktionen war ähnlich wie im Versuch J. Die Würmer verhielten sich jedoch bedeutend ruhiger, die Fortbewegungsrichtung wurde selten geändert, dagegen krochen die Würmer öfters durch das durch die Filter verdeckte Feld.

Fast dieselbe Anzahl von negativen wie auch positiven Versuchen wurde bei den Versuchen mit blauem Filter erreicht (Tab. VIII). Dies erweckt den Anschein, als ob das Tier zwischen Dunkelheit und blauem Licht nicht unterscheide. Für rotes Licht sind die Verhältnisse anders (Tab. VII). Eine bedeutende Überzahl von negativen Reaktionen macht sich hier bemerkbar. Man kann also annehmen, das rote Licht »beunruhige« den Wurm und treibe ihn in das Dunkle. Die zahlenmäßigen Ergebnisse berechtigen aber nicht zu kategorischen Schlüssen.

Versuch L. Die Versuche mit farbigen Lichtfiltern wurden in etwas veränderter Form wiederholt. Während in den vorigen Versuchen das Tier die Wahl zwischen Dunkelheit und Rot oder Blau hatte, wurden diesmal beide Felder erleuchtet, eins hell, das andere mittels eines bunten Filters, oder auch hatten beide Hälften buntes Licht, d. h. rotes und blaues. Eine Hälfte der Öffnung in der vorderen Pappwand blieb hell, die zweite war mit einem Filter der entsprechenden Farbe verdeckt, bez. wurden zwei verschiedenfarbige Filter benützt. Der Strahlenfilter wurde einmal vor die eine Hälfte, das andere Mal vor die andere gestellt. Der Durchmesser der Öffnung betrug 8·2 cm. Alles andere blieb un-



verändert (Vergl. Versuch K und J). In den angeführten Tabellen (IX—XI) sind nur die positiven Reaktionen angegeben. Wenn der Wurm von der z. B. mit weißem Licht beleuchteten Hälfte nach der farbig beleuchteten kroch, so wurde diese Reaktion in der betreffenden Rubrik für rotes oder blaues Licht positiv gewertet; blieb das Tier im hellen Teil oder kroch dort umher, so wurde das als positiv in der Rubrik für helles Licht gebucht. In der Tabelle IX für rotes Licht und X für blaues Licht sind die Ergebnisse der Versuche mit einem Filter angeführt. Tab. XI stellt die Ergebnisse bei Verwendung zweier farbiger Filter, eines roten und eines blauen, dar. In den Zusammenstellungen wurden die allerdings wenigen ungenauen Reaktionen weggelassen. In jeder Serie der Versuche wurden dieselben 13 Individuen verwendet.

TAB. IX.

Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Anzahl der Reaktionen im gegebenen Feld				E	E%
		absolute Zahl		%			
		helle Zone	rote Zone	helle Zone	rote Zone		
13	78	20	58	25.64	74.36	2.60	2.33

TAB. X.

Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Anzahl der Reaktionen im gegebenen Feld				E	E%
		absolute Zahl		%			
		helle Zone	blaue Zone	helle Zone	blaue Zone		
13	116	26	90	22.41	77.59	3.02	2.61

TAB. XI.

Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der Versuche	Anzahl der Reaktionen im gegebenen Feld				E	E%
		absolute Zahl		%			
		rote Zone	blaue Zobe	rote Zone	blaue Zone		
13	74	28	46	37.84	62.16	2.81	3.80

Auf Grund obiger Ergebnisse können wir folgern daß die Tiere auf die Unterschiede zwischen hellem und rotem bezw. blauem Licht reagieren, dagegen bei gleichzeitiger Verwendung von Rot und Blau verhalten sie sich neutral. Dieser Unterschied läßt sich durch Verschiedenheit der Lichtintensität erklären. Die Lichtstärke ist für helles Licht am größten und nimmt ab bei rotem und blauem Licht. Bei Herabsetzung der Intensität wächst die positive Reaktionszahl. Es kann also angenommen werden, daß die Enchyträen das Licht quantitativ unterscheiden. Ob sie auf Unterschiede der Qualität reagieren und in welcher Weise, kann aus den beschriebenen Versuchen nicht bestimmt werden.

### 5. Phototaxis und Thigmotaxis.

Während der Beobachtungen der Enchyträen in Kulturen bemerkte ich ihre hochgradige Thigmotaxis. Sie verkriechen sich sehr gerne unter Steine, drücken sich an die Gefäßwand, unter das Fließpapier, unter Glasscheiben, falls sich eine solche in ihrem Gefäß befand. Es galt jetzt Phototaxis von Thigmotaxis zu trennen. Ähnliche Versuche führte schon K. Herter bei *Nereis diversicolor* F. O. Müll. durch, wobei er einen stärkeren Einfluß des Lichtreizes feststellte.

Versuch M. Zu den Versuchen benützte ich rechteckige Glasgefäße von der Größe  $13 \times 10 \times 3.5$  und  $10 \times 7 \times 25$  cm. Die Wasserhöhe betrug ungefähr 1 cm. Auf den Boden wurden 8.9 cm lange und 6.5 cm breite, 1—1.5 mm dicke Glasscheiben gelegt. Manchmal wurde nur eine einzige Platte verwendet, indem sie so hingelegt wurde, daß ihre zwei Kanten den Boden der Seitenwand des Gefäßes berührten (Abb. 4) Geringe Unebenheiten des Bodens genügten zur Bildung enger Zwischenräume, in die eventuell die Würmer hineinkriechen konnten. Manchmal wurden zwei Scheiben genommen. Eine berührte die Seitenwände des Aquariums und lag auf dem Boden, jedoch blieben auch hier aus oben erwähnten Gründen Zwischenräume. Die zweite Scheibe wurde so hineingelegt, daß sie zum Teil auf der ersten Platte ruhte, zum Teil den Gefäßboden bedeckte. Beide bedeckten gemeinsam den größten Teil des Bodens, es blieb nur ein Streifen davon im Aquarium frei (Abb. 4, Scheibe 1 und 2). Die Entfernung des Bodens des Aquariums und der zweiten Platte war der Dicke der ersten Scheibe gleich. In jedes Gefäß wurden 4—7,

meistens 5 Tiere auf die freie, unbedeckte Stelle gelegt, manchmal wurden sie zu Beginn der Versuche direkt auf die Scheibe

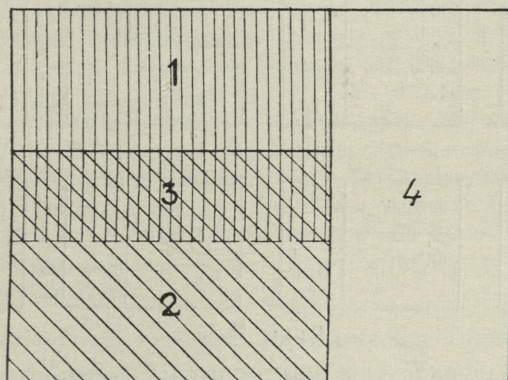


Abb. 4. Das Rechteck stellt den Boden des Gefäßes und die Anordnung der Glasplatten dar. Der senkrecht schraffierte Teil (1) bezeichnet den durch die Glasscheibe direkt bedeckten Boden des Aquariums. Die schräge Schraffierung (2) gibt die Lage der vom Boden in einiger Entfernung liegenden Glasplatte wieder. Der senkrecht und schräg schraffierte Teil des Rechteckes (3) bezeichnet die Zone, wo beide Platten aufeinander liegen, 4 — den unbedeckten Boden des Gefäßes.

gelegt. Die Gefäße wurden nun der Lichtwirkung ausgesetzt und das Verhalten der Tiere beobachtet. Die Versuche wurden nur bei diffusem Tageslicht durchgeführt. Einige der unten angeführten Versuche geben einen klaren Überblick über die Reaktion der Würmer (Abb. 5).

Bei schwachem Licht oder im Dunkel legten sich die Würmer unter die Glasplatte, oft an die Seitenwand des Gefäßes. Wenn beim Versuch 2 Platten verwendet wurden, so versuchten die Würmer unter die erste Scheibe zu kriechen, die etwas genauer dem Boden auflag. Bei stärkerer Beleuchtung verkrochen sich die Würmer möglichst weit vom Licht ohne Rücksicht auf die Anordnung der Glasplatte. Befanden sie sich zu Beginn der Versuche unter der Platte, aber im erleuchteten Teil, so verließen sie diese in bezug auf Thigmotaxis so günstige Lage, um nach weiter vom Licht entfernten Stellen zu kriechen. Bei Herabsetzung der Lichtintensität kehrten die Würmer oft an die alte Stelle zurück. Lag die Scheibe im erleuchteten Teil, so krochen

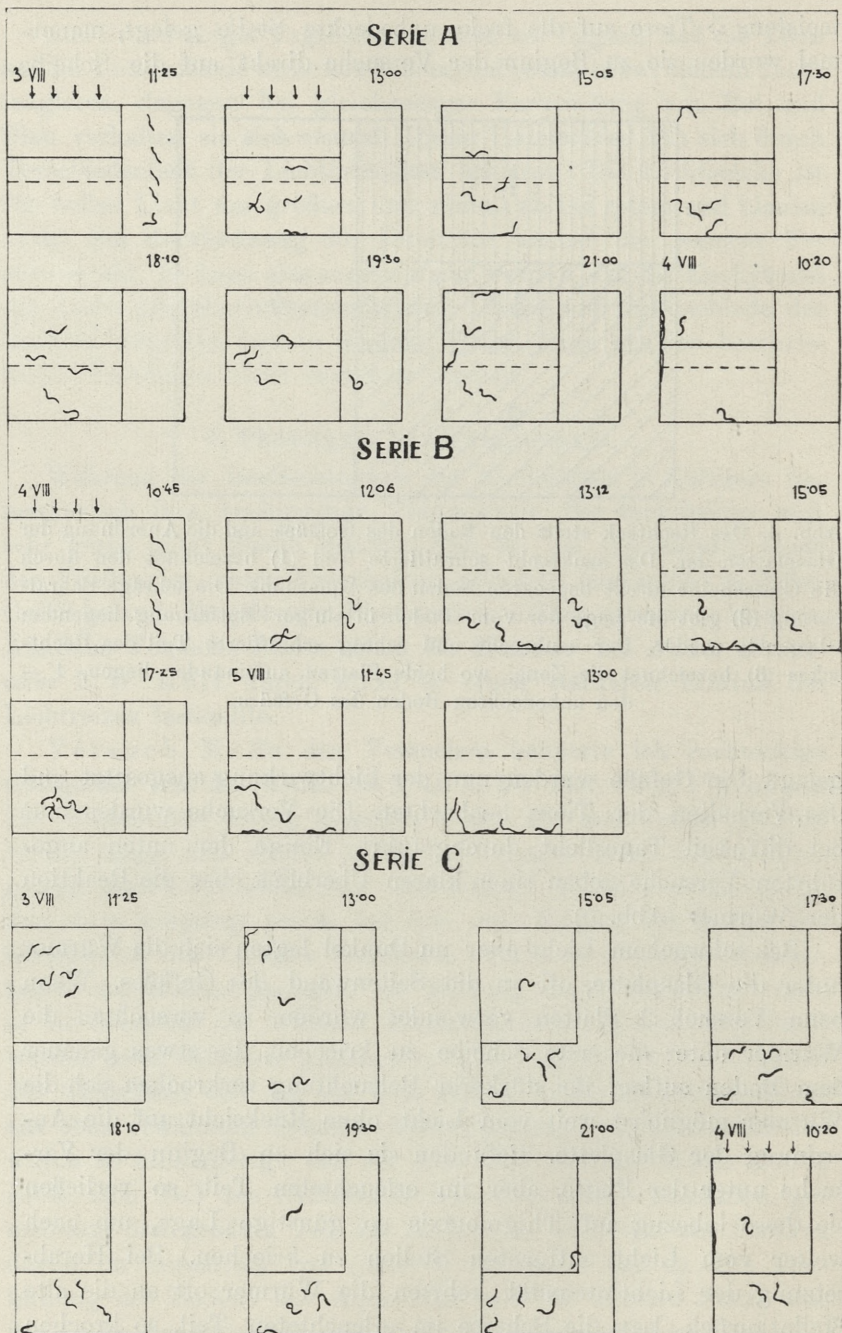


Abb. 5.

Abb. 5. Die Versuche dauerten wenigstens einige Stunden, manchmal bis zum folgenden Tage. In den beigefügten 3 Versuchsserien (Serie A, B, C) ist das Schema der Lage der Platten und der Versuchstiere angegeben. Im Verlauf der Serie blieb die Lage der Platten unverändert. Die Zahlen 1—4 bei den Abbildungen bedeuten das gleiche wie in Abb. 4. Zu Beginn der Versuchsserie A und B wurden die Würmer auf den unbedeckten Boden des Gefäßes gelegt (4), dagegen in der Serie C unter die Scheibe der beleuchteten Gefäßhälfte. Die senkrechten Pfeile in den einzelnen Abbildungen zeigen die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen, die für die betreffende Versuchsserie unverändert blieb. Die Zahlen über jedem Rechteck bedeuten die Zeit, in der die Beobachtung gemacht wurde, außerdem wurden zu Beginn jeder Versuchsserie der Tag und Monat angegeben. Die auf den Abbildungen angedeuteten Tiere liegen unter den erwähnten Platten, am Grunde des Aquariums.

die Tiere sehr schnell herunter. Im Laufe des Tages konnte man je nach Änderung der Lichtintensität eine Wanderung im oben erwähnten Sinn beobachten. Es ist möglich, daß die Thigmotaxis bei schwachem Licht die Phototaxis überwiegt, bei stärkerem Licht ist jedoch die negative Phototaxis ohne Zweifel bei den Reaktionen ausschlaggebend.

### **6. Phototaxis und Chemotaxis.**

Es ist noch hinzuzufügen, daß die Würmer in normalen Verhältnissen sich um ein Fraßstück in anscheinlicher Zahl ansammelten. Lag der Nahrungsbissen auf der Erdoberfläche, so konnte auch hier diese Ansammlung beobachtet werden. Nach dem Vertilgen der Nahrung zogen sich die Enchyträen in die Erde zurück. Diese schon oben beschriebenen Beobachtungen (Kap. 3) beweisen eine stark ausgebildete Chemotaxis. Es erhebt sich nun die Frage, ob und in welchem Grade hierbei das Licht seine Wirkung ausübt. Um diese Frage des eventuellen Zusammenhanges zwischen Phototaxis und Chemotaxis bei den Enchyträen zu lösen, wurden folgende Versuche durchgeführt.

Versuche N. In zwei gleichen Kristallisierschalen von 12·8 cm Durchmesser und 4·2 cm Höhe wurde der Boden mit feuchtem Fließpapier bedeckt. Direkt in die Mitte jedes Gefäßes wurde auf den Belag ein Stück Fischfleisch gelegt und herum in 1—2 cm Entfernung 10 Würmer von ungefähr 2 cm Länge. Beide Schalen mit Glasdeckel zugedeckt, befanden sich in der Dunkelkammer. Ein Gefäß war gänzlich von einem schwarzen Futteral bedeckt, also vollkommen im Dunklen. Ähnlich war auch die zweite

Schale von einem schwarzen Futteral bedeckt, nur mit dem Unterschied, daß im schwarzen Futteral eine kleine Öffnung von 1·9 cm Durchmesser sich befand. Diese Öffnung lag lotrecht über der Stelle, wo sich das Fleischstückchen befand. Mittels einer 25 Watt-Lampe wurde durch diese Öffnung das darunter liegende Nahrungsstückchen beleuchtet. Die Lampe war 10 cm vom Deckel des Gefäßes entfernt. Auf diese Weise wurde sowohl das Fleisch als auch die nächste Umgebung der Schale erleuchtet, der übrige Teil blieb im Dunkel. Das Ganze wurde eine Stunde lang sich selbst überlassen. Inzwischen konnte das, was im erleuchteten Teil der Schale vor sich ging, beobachtet werden. Gewöhnlich waren schon nach wenigen Minuten keine Würmer mehr in der nächsten Nähe des Fleisches zu sehen, was so bis zum Versuchsende blieb. Zum Schluß wurden die Würmer im nächsten Bereich des Fischfleisches in beiden Gefäßen gezählt. Beim erleuchteten Nahrungsstückchen waren gewöhnlich keine Würmer, manchmal nur 1—2, selten 3 zu sehen, während im gänzlich verdunkelten Gefäß auf dem Fleisch oder in dessen Nähe sich mehrere befanden. Wenn manchmal beim erleuchteten Nahrungsstück ein Wurm gefunden wurde, so lag er meistens derart unter dem Fleisch, daß das Licht nicht direkt auf ihn einwirken konnte. Nach jedem Versuch wurden die Rollen getauscht, das bisher im Dunklen gehaltene Gefäß wurde jetzt beleuchtet, das andere dagegen verdunkelt. Auf diese Weise wurden 200 Tiere in 20 Experimenten untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in den beigegeführten Tabellen (Tab. XII und XIII) dargestellt.

Die Anzahl der bei dem Fleisch angetroffenen Würmer in beiden Versuchsserien schwankt also in folgenden Grenzen: für das gänzlich verdunkelte Gefäß:  $63 \pm 4.43$  ( $31.5 \pm 2.21\%$ ), für das teilweise erleuchtete Gefäß:  $22 \pm 2.98$  ( $11.0 \pm 1.49\%$ ). Bei Berechnung des Wahrscheinlichkeitsfehlers, wichtig für beide Serien (z. B. bei den Prozentwerten), erhalten wir

$$E(\text{diff}) = \sqrt{2 \cdot 21^2 + 1 \cdot 49^2} = 2.67$$

$$\text{diff} = 20.5 \pm 2.69$$

Der Unterschied übersteigt siebenfach den Wahrscheinlichkeitsfehler. Mit voller Sicherheit kann nun behauptet werden, daß die Zahl der Würmer beim Fleischstückchen im verdunkelten Gefäß immer größer sein wird als die entsprechende Zahl im erleuchteten Gefäß.

Beim Betrachten der Ergebnisse muß noch die Tatsache in Betracht gezogen werden, daß die in der Nähe des Fleisches an-

TAB. XII.

Anzahl der Versuche	Anzahl der Versuchstiere	Gänzlich verdunkeltes Gefäß				E	E%
		Anzahl der beim Fischfleisch gefundenen Tiere		Anzahl der vom Fischfleisch entfernten Tiere			
		Abs. Zahl	%	Abs. Zahl	%		
20	200	63	31·5	137	68·5	4·43	2·21

TAB. XIII.

Anzahl der Versuche	Anzahl der Versuchstiere	Zeitweise erleuchtetes Gefäß				E	E%
		Anzahl der beim Fischfleisch gefundenen Tiere		Anzahl der vom Fischfleisch entfernten Tiere			
		Abs. Zahl	%	Abs. Zahl	%		
20	200	22	11·0	178	89·0	2·98	1·49

getroffenen Würmer sich unter das Fleisch verbergen. Hauptsächlich muß das der Thigmotaxis zugeschrieben werden. Bei dieser Lage schützten sich die Tiere vor der direkten Lichtwirkung (in der erleuchteten Schale). Der Wurm führt eine Reihe Suchbewegungen aus bevor er das erleuchtete Feld verläßt. Gelang es ihm dabei an das Fleischstückchen zu gelangen und darunterzukriechen, so bleibt er dort. Wenn jedoch die im dunklen Gefäß dem Nahrungsteil sich nähernden Tiere belichtet wurden, konnte man anfangs Beunruhigung feststellen und dann erfolgte die Umkehr von dem anziehenden Fischfleisch ins Dunkle. Eine ähnliche Erscheinung konnte auch da beobachtet werden, wenn die Enchyträen, die sich schon unter dem Fleisch befanden, durch Umkehren desselben plötzlich beleuchtet wurden, und noch auf dem Fleisch lagen. Beunruhigt verlassen sie das Fleisch, und wenn es ihnen nicht gelingt darunterzukriechen, ziehen sie sich ins Dunkle zurück. Auf Grund der oben erwähnten Ergebnisse kann mit großer Wahrscheinlichkeit gefolgert werden, daß der Einfluß des Lichtes in einem gewissen Grade stärker als der Nahrungsreiz ist.

Die Tatsache, daß sich die Enchyträen in den Kulturen in großen Mengen auch auf der Oberfläche der Erde ansammeln, steht im keinem Widerspruch zu der erwähnten Folgerung. Die Gefäße waren schwach durch

diffuses Tageslicht erleuchtet, und dann hängen die Unterschiede bei den photischen Reaktionen von der Lichtstärke ab. Die zuletzt beschriebenen Versuche wurden an direkt aus der Kultur stammenden Tieren durchgeführt, also nicht mit hungernden. Vielleicht würden gehungerte Tiere etwas anders reagieren.

### 7. Zusammenfassung.

Die Enchyträen zeigen gewisse Taxien, die uns dann klar und verständlich werden, wenn wir sie auf Grund ihrer normalen Lebensbedingungen betrachten. Feuchte, gut durchlüftete Erde, reich an organischen Stoffen, bildet ein zum Leben und zur Vermehrung der Oligochaeten geeignetes Medium. Sie leben in der Erde, unter Steinen u. s. w., sind also eher für Dunkel als für Hell eingestellt. Unmittelbarem Licht ausgesetzt, werden sie sehr »unruhig« und entfernen sich nach Möglichkeit von der Lichtquelle. Dies Verhalten des Wurmes ist das natürliche Bestreben, Bedingungen zu erlangen, die den natürlichen am meisten entsprechen. So ist die negative Phototaxis mit der Ganzheit der Lebensbedingungen organisch verbunden. Das Licht wirkt als Reiz; die Kontraktionen und unruhigen Bewegungen sind als ein tief als Lebensnotwendigkeit begründeter Komplex von Reflexen zu betrachten. Die Beobachtung der Enchyträen in natürlichen Bedingungen erklärt uns eine Reihe anderer Reaktionen, die während der Versuche bemerkt wurden. Der Wurm, in der Erde von allen Seiten mit festen Teilchen umgeben, unterliegt einer ständigen Wirkung der Thigmotaxis. In künstlichen Verhältnissen nutzt er jede Unebenheit und Rauheit des Bodens aus, welche wenigstens einigermaßen den normalen Lebensbedingungen ähneln. So erklärt sich das Verkriechen unter das Fließpapier, oder unter die Glasscheiben, das Anschmiegen an Ecken und Wände; der Wurm weiß sich den jeweiligen ökologischen Bedingungen anzupassen. Die stark ausgebildete Chemotaxis steht desgleichen in engem Zusammenhang mit ihrer natürlichen Lebensweise. Versuche zur Feststellung einer Chemotaxis mittels künstlicher Reagenzien schlugen fehl. Die erwünschten Reaktionen traten dagegen sofort auf, wenn den Würmern derartige Nahrungsstoffe geboten wurden, wie sie sie in freier Natur finden. Ihre Nahrung besteht aus organischen Teilchen verschiedener Herkunft und so fressen sie sehr gerne animalische Nahrung, sammeln sich besonders zahlreich am Fischfleisch an. Mit Recht unterstreicht E. S. Russel (15) die Not-



wendigkeit, die normale Lebensweise eines Tieres zunächst unter normalen Bedingungen zu beobachten, bevor man zu experimentieren beginnt, da man nur dann die richtigen Erklärungen und Zusammenhänge des Verhaltens finden kann. Sämtliche Tropismen sind als Resultate von phyletisch gefestigten Trieben des Organismus und der Umweltschaffenheit aufzufassen.

Die Versuchsergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1) *Enchytraeus albidus* H. ist negativ phototaktisch. Die Würmer entfernen sich von der Lichtquelle, beziehungsweise begeben sich nach schwächer erleuchteten oder verdunkelten Feldern.

2) Licht beunruhigt ein im Dunkel stillliegendes Tier, indem es Kontraktionen, Suchbewegungen und Fortkriechen hervorruft. Verdunkelung bewirkt Beruhigung des Tieres.

3) Die Würmer reagieren auf Steigerung der Lichtintensität.

4) Sie vermögen sich der Wirkung des diffusen Lichtes anzupassen.

5) Die Tiere sind stark thigmotaktisch. Die Thigmotaxis schwächt die Reaktionen auf andere Reize. Die Lichtwirkung ist bei den Reaktionen ausschlaggebender als die Thigmotaxis.

6) Die Chemotaxis äußert sich in deutlichem Streben in der Richtung eines Nahrungsreizes und ist ebenfalls schwächer als die negative Phototaxis, jedoch nur bei stärkeren Lichtintensitäten.

---

### Literatur.

1. Deegener P.: Die Formen der Vergesellschaftung im Tierreiche. Leipzig 1918. — 2. Hempelmann F.: *Annelida*; Handwörterbuch der Naturwissenschaften **1**. Jena 1932. — 3. Herter K.: Reizphysiologie und Wirtsfindung des Fischegels: *Hemiclepsis marginata* O. F. Müller. Zschr. vergl. Phys. **8**, 1929. — 4. Herter K.: Versuche über die Phototaxis von *Nereis diversicolor* O. F. Müller. Z. vgl. Phys. **4**, 1926. — 5. Hess W. N.: Reactions to light in the Earthworm. *Lumbricus terrestris* L. Journ. of Morphol. **39**. 1924. — 6. Hesse R.: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. I. Die Organe der Lichtempfindung bei den Lumbriciden. Z. Zoolog. **61**. 1896. — 7. Koehler O.: Beiträge zur Sinnesphysiologie der Süßwasserplanarien. Z. f. vergl. Physiol. **16**. 1932. — 8. Michaelsen W. Vermes: *Oligochaeta*. Tierreich. 10 Lief. Berlin 1900. — 9. Moszyński A.: Repartition quantitative des Enchytraeidae dans différents milieux. Annales Musei Zoologici Polonici Nr 7. 30. IX. 1930. Warszawa. — 10. Moszyński A.: Wpływ warunków ekologicznych na wy-

stępowanie wazonkowców. Kosmos 1928. IV. Lwów. — 11. Moszyński A.: Z biologji dżdżownic. Kosmos 1928. I. Lwów. — 12. Nusbaum-Hilarowicz J.: Rozwój świata zwierzęcego. II. Embrjologja ogólna. Warszawa 1913. — 13. Rose M.: La question des Tropismes. Les Problèmes biologiques. Paris. 1929. — 14. Segall J.: Versuche über Lichtreaktionen und Lichtempfindlichkeit beim Regenwurm. Z. vergl. Physiol. **19**. 1933. — 15. Russel E. S.: The Behaviour of Animals. London 1934. — 16. Ude A.: *Oligochaeta*: Die Tierwelt Deutschlands **15**. Teil. Würmer oder Vermes. Jena 1929.

Systematisches über diese Oligochaetengruppe ist zu finden in 8 und 16.

*Zarodek podwójny zrakowacony. — Sur un embryon double néoplasie.*

Mémoire

de M. J. *TUR* m. c.,

présenté le 5 février 1936.

(Planche 2).

Au cours de mes expériences sur la production artificielle d'embryons atteints de néoplasmoïdes il m'est arrivé de soumettre, sans le savoir, naturellement, à l'action d'une brûlure par la pointe incandescente d'une aiguille de platine d'un thermocautère électrique — un blastoderme de Poule qui s'est montré ensuite comme virtuellement diplogénique. Je donne ici sa description dans une note spéciale, car d'abord je ne voulais pas surcharger mon travail sur les néoplasmoïdes artificiels par des considérations entrant dans le domaine de problèmes du développement des monstres composés, et puis parce que le germe en question ne différait pas spécialement par sa structure néoplasique des autres embryons expérimentés du même stade. Néanmoins, les caractères néoplasiques de ce germe double peuvent aussi contribuer à élucider quelques points curieux de l'évolution des centres embryonnaires simples, normaux, dans les conditions de mes expériences.

Le blastoderme de l'oeuf ouvert pour l'expérience avant l'incubation ne montrait à l'observation *in vivo* aucune trace de duplicité quelconque. Les contours de l'aire opaque et ceux de l'aire transparente étaient bien réguliers, ainsi que leurs dimensions. Je dois souligner d'avance que cette circonstance ne doit aucunement suggérer l'idée d'une duplicité secondaire, due à l'action du facteur artificiel, d'une »blastotomie« expérimentale d'un germe originairement simple. Dans le type diplogénique

auquel appartenait cet embryon double, aux composants très rapprochés l'un de l'autre, la duplicité originale ne se révèle qu'au stade de l'apparition de deux lignes primitives distinctes, et pas avant.

Le germe a reçu une brûlure de l'aiguille du thermocautère appliquée plus ou moins au centre de l'aire transparente, immédiatement à la surface de la membrane vitelline: l'opération a duré 3 secondes, après quoi l'oeuf a été fenêtré et soumis à l'incubation normale à l'étuve pendant 24 heures. Fixé à l'acide nitrique à 3% et coloré au carmin aluné, inclus dans le baume de Canada, le blastoderme présentait *in toto* l'aspect d'un disque ordinaire, bien normal, aux contours arrondis régulièrement, mesurant 6 mm 65 en longueur et 6 mm 6 en largeur. Au centre de ce blastoderme on voyait l'aire transparente contenant deux lignes primitives fortement néoplasées, unies entre elles par un curieux »pont transversal« de substance sombre, représentant le résultat de l'extension localisée du processus néoplasique sur l'endroit où les deux lignes se rapprochent le plus. Ainsi nous avons affaire ici à un monstre double non douteux, et, vu la configuration très caractéristique de ses composants, appartenant à ce type bien spécial et assez fréquent de jeunes diplogénèses que j'ai nommé »type d'Allen Thomson«. Les contours de l'aire transparente étaient bien les contours propres à un germe double de ce type, c. à-d. normaux vers la région céphalique, puis s'élargissant vers l'arrière à droite et à gauche comme en deux »branches« correspondant à deux parties postérieures des lignes primitives qui s'écartent ici vers les côtés opposés. La longueur de cette aire transparente était de 2 mm 2, et sa largeur, de 1 mm 65 au niveau situé en avant des bouts antérieurs des deux lignes, atteignait 1 mm 8 à celui de leurs régions caudales. Ainsi, comme nous montre d'ailleurs notre microphot. 1, Pl. 2, l'élargissement de la partie postérieure de cette aire transparente n'était point aussi sensible comme on l'observe ordinairement chez les germes doubles du même type, ce qui est ici évidemment lié avec la faible croissance en longueur des régions caudales des deux lignes primitives. De même l'écartement réciproque des deux »branches« postérieures de l'aire transparente n'est ici pas aussi prononcé que celui qu'on observe très souvent chez les »monstres normaux« (c. à-d. non néoplasés) du type »d'Allen Thomson«.

Ce type tératogénique bien défini, le plus fréquent, à ce qu'il paraît, parmi tous les types connus des diplogénèses embryonnaires chez les Oiseaux, consiste en ce que les deux lignes primitives, de dimensions plus ou moins égales, se logent dans une aire transparente unique et commune, en prenant une disposition réciproque bien caractéristique. Ces deux lignes, aux bouts céphaliques tournés vers la région antérieure commune de l'aire, et aux bouts postérieurs s'écartant à droite et à gauche et s'insinuant dans les »branches« correspondantes de l'aire transparente, sont en principe orientées de façon à former une *duplicitas parallela primitiva* (ce qui ne préjuge encore nullement le caractère de la duplicité définitive, toutes les »proconstructions« étant toujours si risquées!). La configuration de chaque ligne, décrivant un arc dont la convexité est tournée vers celle de l'autre composant, la symétrie de deux lignes, se rapprochant l'une de l'autre par leurs régions moyennes, présentent un tableau bien typique. L'ensemble de ce tableau rappelle exactement celui des deux croissants dans les armes polonaises »Ostoja«.

Dans notre germe double néoplasie tous les caractères essentiels d'une diplogénèse »à la Allen Thomson« se sont conservés dans les moindres détails. Seule l'opacité insolite des deux lignes primitives, leur épaisseur anormale, dues au procès néoplasique, puis le »pont« bizarre unissant les deux lignes entre elles — présentent ici les nouveaux traits spéciaux.

Grâce à ce »pont« entre ces deux lignes primitives, l'ensemble des parties figurées de notre germe double a pris la forme d'un »H« très épais (à comp. la microphot. 1, Pl. 2), où le »pont« fait l'impression d'être constitué par la même substance néoplasie qui s'est développée au sein de chaque ligne primitive, et présente ainsi une formation commune à deux individus évoluant l'un à côté de l'autre. Par une curieuse convergence, évidemment dépourvue de toute valeur morphologique réelle, la configuration générale de notre germe double si jeune rappelle exactement celle des composants du célèbre Xiphopage »Frères siamois«, du moins tels qu'ils ont été figurés par L. Guinard (»Précis de Tératologie« 1893, page 427, fig. 217).

Au premier coup d'oeil les deux composants de ce système double paraissent de dimensions et de structure absolument identiques. Ce n'est qu'après une analyse plus minutieuse qu'on se

rend compte de ce que même à l'observation *in toto* la ligne primitive droite se montre un peu plus épaissie que la gauche, et contient évidemment plus de matériel cellulaire néoplasie. Cette différence s'est montré encore plus accentuée sur les coupes, comme nous le verrons plus loin. Il est à souligner que cette circonstance n'est nullement attribuable à l'inégalité originaire des deux centres formatifs, mais représente tout simplement l'expression du degré inégal du procès néoplasique déchainé au sein de chacun de ces centres. Si l'on compare ce germe double néoplasie avec les cas connus de diplogénèses normales du type »Allen Thomson«, on arrive à conclure que les deux composants de ce monstre double étaient »*ab origine*« de grandeur exactement égale, et, dans les conditions normales du développement, sans l'intervention de l'expérience, auraient donné une diplogénèse parfaitement symétrique.

Comme nous l'avons déjà mentionné dans nos travaux précédents sur les néoplasmes embryonnaires chez les Oiseaux, l'épaississement anormal de la ligne primitive varie le plus souvent en raison inverse de son extension en longueur. Ceci se retrouve aussi dans le cas de notre diplogénèse néoplasie. Le composant droit du monstre contient plus de matériel que le gauche, et en même temps tout ce matériel se trouve concentré dans la région antérieure, fortement épaissie, de cette ligne primitive, dont les contours vers l'arrière se trouvent délimités assez nettement par un moignon arrondi. Par contre, la ligne primitive gauche, moins fortement épaissie, n'était en réalité néoplasie que suivant sa moitié antérieure, dont le bout postérieur, aux contours vagues et flottants, émet vers la »branche« gauche de l'aire transparente un prolongement assez distinct, représentant la partie caudale de la ligne, terminée par un »noeud caudal« non moins distinct. Ainsi nous avons ici comme une répétition exacte des relations représentées sur la microphot. 6, Pl. 7 de notre travail: »Les néoplasmoïdes embryonnaires obtenus par voie expérimentale« (1935). Là la ligne primitive simple n'était également néoplasie que dans sa moitié antérieure, celle de la région caudale conservant sa structure normale.

Les deux lignes primitives, très sombres et compactes, portaient dans leurs bouts céphaliques les dépressions bien accentuées, quoique suivant un trajet très court, des gouttières primitives.

Ces sillons paraissaient, à l'examen *in toto*, s'enfoncer profondément dans la masse anormalement épaissie des amas néoplasés, et par leur configuration générale rappelaient assez exactement celle du bout antérieur de la gouttière primitive de notre néoplasme spontané du «cas 3» de nos «Recherches sur les néoplasmoïdes» (1935, pages 8—9, Pl. 1, microph. 5 et 6). Nous constatons ici également l'absence totale de l'épaississement du noeud de Hensen, de sorte que les bouts antérieurs de ces gouttières semblent s'évaser vers l'avant, en s'ouvrant directement sur le fond clair de l'aire transparente. Comme nous le verrons plus loin, l'étude des coupes a démontré que la profondeur de ces gouttières, si accentuée *in toto*, n'était en réalité qu'apparente, tout à fait comme dans le cas cité de néoplasmoïde spontané, et n'était due qu'à un de ces contrastes trompeurs des tableaux *in toto*.

Les épaississements de l'ectoderme logé en avant des lignes primitives néoplasées, que nous avons plusieurs fois signalés dans les néoplasmoïdes spontanés, n'étaient ici que très faiblement prononcés; on en voit néanmoins quelques traces assez distinctes sous la forme de deux traînées en forme des croissants, en avant des bouts céphaliques des lignes primitives.

Les dimensions des composants figurés, axiaux, logés au centre de l'aire transparente de ce germe double étaient les suivantes.

Les bouts céphaliques des deux lignes primitives étaient éloignés de 0 mm 6 l'un de l'autre. Le niveau commun de ces bouts commençait à 0 mm 8 de la limite antérieure de l'aire transparente. La longueur de la région antérieure, néoplasée, de la ligne primitive gauche était de 1 mm 2—1 mm 3. Celle de sa partie postérieure, étirée en gouttière primitive d'aspect normal, et terminée par un «noeud caudal» tout près de la limite gauche de la «branche» de l'aire transparente, était de 0 mm 5 environ. Le diamètre du «noeud» mesurait 0 mm 2. Ainsi la longueur totale de la ligne du composant gauche du monstre était de 1 mm 8, ce qui a une importance toute spéciale que nous aurons à discuter plus loin. La largeur de la partie antérieure, néoplasée, de cette ligne variait de l'avant vers l'arrière de 0 mm 1—0 mm 2—0 mm 35—0 mm 3—0 mm 15. La dépression de la gouttière primitive dans le bout céphalique du germe gauche était prononcée sur une longueur de 0 mm 2.

Quant à la ligne primitive droite, sa longueur totale, c. à-d. celle de la partie néoplasiée, car le bout caudal de cette ligne paraissait ici faire défaut, n'était que de 1 mm seulement. Elle était contrebalancée avec usure par la largeur et l'épaisseur de cette ligne, modifiée beaucoup plus profondément que le germe gauche de la même diplogénèse. Ainsi la largeur de la ligne variait ici de l'avant vers l'arrière de 0 mm 1—0 mm 25—0 mm 45—0 mm 35—0 mm 2. La dépression longitudinale dans le bout céphalique de cette ligne, correspondant en apparence à la gouttière primitive, n'était ici longue que de 0 mm 17 seulement.

Enfin, la région opaque unissant les deux lignes primitives plus ou moins vers la moitié de leurs longueurs et montrant à l'étude *in toto* une structure parfaitement unie, de même opacité suivant toute son étendue, paraissait présenter une formation continue, réellement commune aux deux germes, constituée d'un matériel cellulaire né aux dépens des deux centres formatifs à la fois, comme s'entrepénétrant ici sans aucune trace de leur origine double. Ce caractère singulier de ce «pont» cellulaire néoplasié s'était bien confirmé sur les coupes. La largeur de cette formation, mesurée dans le sens antéro-postérieur de l'aire transparente, était de 0 mm 22. L'ensemble des deux lignes et de leur région commune au niveau du «pont» était large de 0 mm 8.

En arrière des deux lignes primitives néoplasées, entre leurs deux branches s'éloignant à droite et à gauche, et à une distance de 0 mm 27 du «pont» transversal, on voit sur le fond de l'aire transparente, un peu vers le côté gauche, une tache sombre irrégulière, mesurant 0 mm 6  $\times$  0 mm 3, dont la nature était difficile à préciser d'après l'analyse *in toto*.

Ce blastoderme au monstre double néoplasé a été débité en série de coupes transversales, de l'avant à l'arrière de l'aire transparente. L'étude de ces coupes a bien confirmé les données fournies par l'examen de ce germe *in toto*, en nous révélant seulement une différence très accentuée entre l'épaisseur de la masse néoplasique des deux lignes, différence beaucoup plus sensible qu'elle ne paraissait à cet examen. Nous avons ici un exemple bien curieux de ces tableaux trompeurs *in toto* qui prouve encore une fois la nécessité de les vérifier toujours par l'étude des coupes. Ceci se rapporte surtout, justement à la question des difficultés auxquelles



on se heurte dans l'appréciation exacte de l'épaisseur des formations paraissant *in toto* de la même opacité apparente, laquelle, même malgré l'identité du matériel histologique, ne donne en réalité que des indications très vagues et imprécises. De même ces coupes nous ont démontré que les sillons des gouttières primitives, prononcés si nettement dans les régions antérieures de ces deux germes, n'étaient qu'assez peu profonds, et sous ce rapport notre cas se rapproche aussi du « cas 3 » de nos néoplasmoïdes spontanés. La dépression de la gouttière primitive était même beaucoup plus accentuée dans ce dernier cas que chez notre monstre double où elle était plutôt à peine esquissée (à comp. la microphot. 2, Pl. 2), malgré l'aspect *in toto*, également trompeur.

En étudiant les coupes passées par notre diplogénèse, nous constatons d'abord que l'épaisseur de l'ectoderme dans la région de l'aire transparente située immédiatement en avant des bouts céphaliques des deux lignes était de 32  $\mu$ . Ceci correspondait à ces légers épaissements qu'on voyait *in toto* entourant ces bouts, et qui représentaient probablement les régions pré-nerveuses, qui paraissaient naître ici séparément pour chaque centre évolutif. Il était donc à supposer qu'au cours du développement ultérieur notre monstre serait pourvu de deux tubes nerveux plus ou moins indépendants l'un de l'autre. Naturellement cette « proconstruction » n'a ici qu'un sens exclusivement théorique, car vu l'état des deux lignes primitives si profondément néoplasées, il est plus que probable que les procès de neurulation seraient ici condamnés à un échec inéluctable.

Les coupes par les parties axiales, figurées, du « monstre cancéreux » nous révèlent la différence très sensible entre la quantité de matériel cellulaire aggloméré au sein de chacun de ses deux composants. Déjà au premier coup d'oeil sur nos microphotographies 2—5 nous pouvons apprécier cette différence à peu près à 1 : 2, c. à-d. que la ligne primitive gauche ne contenait que la moitié de la masse cellulaire élaborée par la ligne droite. Ceci ne dépend, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, que de l'intensité du processus néoplasique, beaucoup plus fortement prononcé dans le composant droit du monstre que chez son partenaire, et n'indique nullement l'inégalité primitive des deux centres évolutifs, lesquels, sans intervention de notre facteur artificiel, qui a provoqué la transformation de ces centres en masses néo-

plasiées, auraient abouti, répétons-le, à la formation de deux individus de la même grandeur.

Au niveau des extrémités céphaliques des deux lignes primitives l'épaisseur des masses néoplasiques qui les composent était de  $87 \mu$  dans la ligne droite et de  $62 \mu 5$  dans la gauche. La profondeur du sillon médian de la gouttière primitive atteignait, dans son maximum situé un peu en avant du niveau de la microphot. 2 —  $19 \mu$  dans la masse du germe droit et  $20 \mu$  dans celle du gauche. Puis ces sillons s'aplanissent visiblement pour disparaître sans aucune trace. L'épaisseur de la région située entre les deux lignes était ici de  $30 \mu$ .

Plus en arrière, à peu près à  $2/3$  de la distance entre les bouts céphaliques des deux individus et le «pont» de la substance commune qui les unit, la masse de la ligne primitive droite se rapproche du maximum de son épaisseur qui est ici de  $150 \mu$ , tandis que celle de la ligne gauche n'est que de  $77 \mu 5$ . La région «neutre» entre les deux germes est ici de  $37 \mu 5$  d'épaisseur (microphot. 3).

Immédiatement en avant du niveau où commence le «pont», l'épaisseur de la masse droite s'élève encore à  $155 \mu$ , celle de la gauche à  $90 \mu$ ; quant à la région «neutre», elle est épaisse de  $50 \mu$ .

Enfin nous abordons la partie la plus intéressante de notre germe double: celle du «pont» de la masse commune qui unit ses deux composants. Les relations curieuses qui s'y sont établies sont représentées sur notre microphot. 4, Pl. 2. Nous voyons ici clairement que ce «pont» est constitué par des éléments absolument et réellement communs aux deux individus, que nous avons affaire ici à une région uniforme, issue de la prolifération simultanée de l'ectoderme situé entre les deux foyers «gastruléens» et formant *ab origine* une totalité indivisible avec ces foyers. Ce n'est point une masse composée de cellules provenant de chaque ligne primitive séparément, puis s'unissant et s'entremêlant secondairement vers la ligne médiane. Elle s'est constituée d'emblée, comme si elle était produite par un centre spécial, un «troisième» centre entre deux lignes et correspondant, par sa position, à cette région «neutre» sur les coupes précédentes qui séparait les régions actives de ces lignes. Ici, au contraire, cette région «neutre» est devenue aussi bien active, de sorte qu'elle a engendré une masse unie, appartenant également à deux centres à la fois, et où disparaît totalement la limite entre deux individualités primitives d'un germe

originellement double. Cette circonstance a une signification toute spéciale pour l'embryogénie des diplogénèses de ce type, que nous aurons à analyser plus loin.

Vers le niveau de notre microphot. 4, correspondant à peu près à la moitié du «pont», nous voyons la partie droite de la masse commune s'arrondir doucement vers la cavité sous-germinale, en atteignant ici  $130\ \mu$  d'épaisseur, et puis passer insensiblement dans la région correspondant au «pont», épaisse de  $72\ \mu$ . Celle-ci, d'une façon également insensible, passe dans la région représentant le prolongement de la ligne primitive gauche, épaisse de  $95\ \mu$ . Le tout est d'une uniformité parfaite, et, comme nous le prouve bien la microphotographie, c'est à peine qu'on distingue les diverses régions de cette masse, en s'orientant vaguement d'après leur disposition générale.

Sur les coupes passées par l'endroit placé immédiatement en arrière de la limite postérieure du «pont», où les deux lignes s'éloignent brusquement vers les côtés opposés (configuration bien typique pour la majorité des cas «d'Allen Thomson») les masses néoplassiées de ces lignes se trouvent séparées l'une de l'autre par une région de blastoderme épaisse de  $25\ \mu$  seulement. L'épaisseur des deux linéaments embryonnaires néoplassiés est ici encore assez forte: de  $125\ \mu$  et  $95\ \mu$ , c. à-d. à peu près la même qu'au sein du «pont» (à comp. la microphot. 5, Pl. 2). Enfin, sur les coupes intéressant les parties caudales des deux lignes, leur épaisseur tombe à  $87\ \mu$  et  $80\ \mu$ , tandis que celle du blastoderme «neutre» qui les sépare est de  $20\ \mu$ . A partir de ce niveau, la ligne primitive droite finit brusquement, en s'arrêtant net, et la gauche prend les disposition ordinaires d'une ligne primitive normale, pourvue d'une dépression légère de la gouttière, et qui aboutit au bord postérieur gauche de l'aire transparente.

En ce qui concerne l'énigmatique tache sombre logée en arrière des deux lignes néoplassiées, elle s'est montré sur les coupes comme un épaissement local de l'ectoderme, reposant sur la couche endodermique bien distincte. L'épaisseur commune à ces deux couches était de  $100\ \mu$  environ. Je serais porté à croire que cette formation présente une aberration blastodermique localisée, sans aucun rapport avec la duplicité du germe ni avec les processus néoplasiques se déroulant dans ses parties axiales.

Quant à la structure histologique de ce curieux monstre double, auquel le hasard a fait subir une transformation néoplasique artificielle, celle-ci montre tous les caractères typiques que nous avons décrits chez nos autres «néoplasmoïdes embryonnaires», aussi bien spontanés qu'obtenus par voie expérimentale. Nous constatons ici la même agglomération d'éléments issus d'une prolifération exubérante surgie au sein des lignes primitives qui se transforment en amas géants de cellules très étroitement serrées les unes contre les autres, aux axes désorientés, aux cinèses multiples. Le procès de la nécrose, si caractéristique pour ces néoplasmoïdes, même après 24 heures d'incubation, se montre ici déjà assez avancé: il se traduit par la présence de cellules en caryorexie, et de celles commençant à se remplir de petites granulations pathologiques, signes précurseurs d'une dégénérescence précoce.

Comme chez tous nos néoplasmoïdes, l'endoderme vitellin adhère ici partout très étroitement à la surface ventrale de l'ectoderme hyperproliféré, de sorte qu'il perd complètement son individualité et s'incorpore sans reste à la masse néoplasique. Ceci se passe non seulement dans les limites des lignes primitives, mais aussi en dehors de celles-ci, dans les parties du blastoderme entourant ces lignes, comme le prouvent nos microphotographies 2—5.

Avant d'aborder les conclusions qu'on pourrait tirer de l'étude de notre diplogénèse néoplasiee pour quelques points de l'embryogénie des monstres doubles ainsi que pour les questions relatives au développement des néoplasmoïdes, je m'arrêterai sur quelques suppositions, tout à fait erronées à mon avis, mais que j'entrevois surgir à propos de ce germe double qui avant l'incubation a subi un choc expérimental. Bien que je considère toute hypothèse de blastotomie jouant le rôle de cause efficiente du développement diplogénique chez les Vertébrés supérieurs comme absolument insoutenable, je juge utile de le souligner ici encore une fois, vu la singularité tout à fait exceptionnelle du cas qui nous occupe. En effet, un blastoderme dont l'aspect ne trahit aucune trace de duplicité au stade de l'oeuf non incubé, reçoit une secousse violente, portant sur sa région centrale, et au bout d'un jour du développement subséquent nous y trouvons deux individus bien distincts. Les partisans de l'origine blastotomique des monstres doubles n'ont qu'à se réjouir d'une aubaine inespérée. Le cours de

leur raisonnement à ce sujet est bien facile à prévoir: la pointe aigüe du thermocautère aurait touché un endroit du blastoderme spécialement sensible, où se préparait l'individualité future; une disjonction spécifique s'est produite au sein du matériel cellulaire prédestiné à l'élaboration des linéaments axiaux, et ainsi le germe originairement simple s'est divisé en deux individus en grande partie indépendants l'un de l'autre. Un seul cas de blastotomie portée d'une façon »heureuse« et engendrant un monstre double caractérisé, suffit pour affermir la théorie si chère encore à tant d'embryologistes. Le caractère exceptionnel de ce cas, unique parmi tant d'autres de germes néoplasés au cours de mes expériences, ne gêne rien à l'affaire: justement je viens de démontrer que la formation d'un néoplasmoïde artificiel ne dépend point directement de l'endroit soumis au choc thermique. Pour provoquer la transformation de la ligne primitive d'un germe normal en un amas néoplasique géant il suffit d'appliquer la pointe du thermocautère à n'importe quel point de l'aire transparente avant l'incubation: la brûlure localisée étend son action néoplasmogène parfois très loin, en »mobilisant« ensuite la seule région où doit naître le corps embryonnaire. Dans toutes mes expériences, sauf la seule, »l'heureuse«, la brûlure aurait épargné l'endroit spécialement »sensible«, la région où se décide l'individualité du germe.

Eh bien, c'est sans grands regrets que je me vois forcé à démolir tout cet échafaudage de raisonnements, tout logiques et décisifs qu'ils puissent paraître. A mon avis, en suivant ces raisonnements nous nous engagerions dans une route aussi fautive que tortueuse, dont les méandres nous menaient droit au pays de l'illusion expérimentale.

J'ai appelé »illusion expérimentale« (1915) tout prétendu »résultat« d'une expérience portant sur un matériel non contrôlé, où peuvent bien dormir diverses potentialités monstrueuses, potentialités originaires, de sorte que ce matériel était déjà virtuellement monstrueux avant l'intervention de n'importe quel agent expérimental dont l'apparente »action« est en réalité nulle. Dans le cas qui nous occupe, il est aussi hors de doute que l'oeuf qui a donné un monstre double néoplasé était déjà diplogénique *ab origine*, et que la pointe de notre thermocautère n'a exercé d'autre action que celle de provoquer les procès néoplasiques dans les composants d'un germe depuis longtemps dédoublé. L'étude des

cas connus, déjà assez nombreux, de monstres embryonnaires » du type Allen Thomson« prouve que les monstres de cette catégorie doivent être absolument indéterminables avant l'apparition des premiers linéaments des corps embryonnaires, c. à-d. des lignes primitives. Au stade du blastoderme non incubé, ni la forme, ni les dimensions d'un futur monstre de ce type ne peuvent différer en rien de celles d'un germe ordinaire. Notons, que l'extension caractéristique de la région caudale de l'aire transparente en deux branches latérales n'apparaît ici que vers une période relativement assez avancée, après la formation des premières traces des lignes primitives. Avant ce stade, c. à-d. avant quelques 10—12 heures d'incubation, l'aire transparente d'une telle diplogénèse en formation doit garder l'aspect d'une aire tout à fait normale.

La duplicité originaire de notre germe néoplasie se révèle clairement par les dimensions de ses deux composants. C'est déjà en 1904 que j'ai établi une règle générale, d'après laquelle la grandeur absolue de chaque individu faisant partie d'un système polygénique spontané est égale à celle d'un embryon normal évoluant seul au sein d'un blastoderme de l'espèce donnée. Ainsi la quantité de matériel blastodermique dont se forme chaque composant individuel d'un système polygénique, est normale dès la première origine du système, ce qui est en contradiction évidente avec la conception d'une »blastotomie«, car le résultat immédiat et inévitable de celle-ci serait, avant tout, une diminution fatale de la quantité de matériel formatif, dont aurait disposé chaque individu né aux dépens d'une disjonction du germe primitivement simple.

C'est ainsi que depuis 32 ans je défends la théorie de la duplicité de l'appareil nucléaire des oocytes comme cause de la formation des monstres doubles. Cette théorie a été confirmée avec éclat par les belles recherches du Dr. G. Dehnel (1925) qui a trouvé dans les oviductes d'une femelle de Tortue (*Emys orbicularis* L.) plusieurs embryons polygéniques, et dans les ovaires de la même femelle une quantité frappante d'oocytes plurinucléés.

Examinons maintenant notre cas si spécial d'une diplogénèse aux composants néoplasies par l'intervention artificielle d'un choc thermique. On comprend aisément qu'en analysant la grandeur des lignes primitives de cet embryon double, nous sommes obligés de nous rendre compte de transformations toutes spéciales que

ces lignes ont subies par suite de l'expérience. Toutes nos observations de néoplasmoïdes embryonnaires, aussi bien spontanés qu'artificiels, nous prouvent que le procès néoplasique se développant au sein des lignes primitives provoque leur accroissement excessif en largeur et en épaisseur, mais le plus souvent arrête en même temps leur extension en longueur. Ainsi dans les cas les plus typiques, p. ex. notre »cas 11« de néoplasmoïde spontané (*»Recherches sur les néoplasmoïdes«*, pages 25—26, Pl. 3, microphot. 19), ou le cas de néoplasmoïde expérimental de la microphot. 1, Pl. 7 de notre second travail, où les lignes primitives montrent un état extrême de déchaînement néoplasique, leur accroissement en longueur est sensiblement au-dessous du normal. Par contre, dans la ligne primitive représentée sur la microphot. 6, Pl. 7 du même travail, dans laquelle le choc thermique n'a atteint que la région antérieure du germe et sa partie caudale s'est développée en gouttière primitive normale, la longueur totale de deux régions: néoplasiee et restée normale, était de 1 mm 6, ce qui rentre encore dans les cadres de variations individuelles ordinaires.

En analysant de ce point de vue les composants de notre diplogénèse néoplasiee, nous arrivons à établir des distinctions assez profondes entre la ligne primitive du côté droit et celle du gauche. Comme nous l'avons vu sur les coupes, le procès néoplasique a ici atteint le germe droit à un degré beaucoup plus fort que le gauche. On peut bien classer ce germe dans la même catégorie que »le cas 11« de néoplasmoïde spontané et le cas de la microphot. 1 de néoplasmoïde expérimental. Ainsi la longueur si restreinte de cette ligne primitive, de 1 mm seulement, doit être attribuée non à un manque de matériel formatif, dû à sa diminution causée par une »blastotomie« plus qu'hypothétique, mais bien au processus secondaire d'un certain »arrêt« de croissance, assez fréquent, comme nous l'avons vu, dans les cas de très forte intensité du procès néoplasique.

Par contre, la longueur totale de la ligne primitive gauche, en comptant sa partie antérieure, néoplasiee, et la postérieure, restée normale, atteint ici 1 mm 8 env., ce qui représente la longueur bien normale d'une ligne primitive simple ordinaire. Ce germe gauche correspond ainsi, comme nous l'avons déjà fait remarquer, à la ligne primitive de la microphot. 6 de nos »Néoplasmoïdes

expérimentaux», où aussi, la partie céphalique néoplasée est suivie d'un prolongement resté normal.

Ainsi nous voyons que chacun des deux composants de notre monstre peut être considéré comme contenant (avant sa transformation en néoplasme) une quantité de matériel formatif correspondant à celle d'un germe simple normal, ce qui est parfaitement d'accord avec notre règle énoncée en 1904. Notre blastoderme était donc virtuellement diplogénique déjà dès son origine ovarienne, et le choc expérimental a seulement mis en mouvement les potentialités néoplasmogènes, sans changer quoi qu'il soit dans les valeurs individuelles de ce germe originellement dédoublé.

Passons maintenant aux réflexions que suggère ce cas si curieux dans le domaine du développement ordinaire des monstres doubles du type donné. L'état néoplasique de ce germe double est ici accompagné de quelques détails non dépourvus d'intérêt. D'abord nous avons à constater que malgré tout le bouleversement expérimental que ce germe a subi avant l'incubation, la disposition caractéristique des deux lignes primitives s'est ici conservée dans toute sa pureté classique du »type d'Allen Thomson«. La forme de deux »croissants se tournant le dos« est restée la même, identique à tous les cas connus de ce genre. Cela prouve que cette disposition est en quelque sorte déjà »préétablie« dans les monstres de ce type dès leurs stades les plus jeunes. On peut bien changer très profondément la structure des deux lignes primitives, mais non leur disposition réciproque. Celle-ci paraît immuable, ce qui nous révèle une curieuse stabilité du type tératogénique, une stabilité réellement »à toute épreuve«.

Puis, nous constatons ici la présence d'une formation extrêmement curieuse, tout à fait imprévue, celle d'un »pont« transversal unissant les deux lignes primitives vers le niveau de leur rapprochement le plus prononcé. C'est bien une formation toute inattendue, dont rien de pareil n'a jamais été observé dans les diplogénèses »normales« de ce type. Comme nous l'avons vu, ce pont représentait une région parfaitement commune aux deux germes, contenant le matériel cellulaire développé en abondance dont la quantité égalait celle du matériel constituant les corps néoplasés des deux lignes primitives. La structure de cet amas cellulaire continu (à comp. notre microphot. 4) suggère l'idée de son origine due à la prolifération d'une région intermédiaire entre



les deux lignes primitives et ne faisant qu'un avec celles-ci. Ainsi toute la surface dorsale de la masse de la microphot. 4 représenterait un seul centre originaire de l'activité mésodermogène, dégénérée en foyer néoplasique commun.

Ces relations tout à fait exceptionnelles peuvent bien jeter quelque lumière sur le développement normal des diplogénèses du type »d'Allen Thomson« d'une part, et sur celui de la prolifération néoplasmodogène de l'autre. En examinant les cas divers de diplogénèses de ce type, nous arrivons à y distinguer trois variétés, caractérisées par le degré du rapprochement réciproque des deux lignes primitives. Ce sera d'abord la variété classique que nous trouvons dans le premier cas de ce genre, figuré en 1844 par Allen Thomson, reproduit sur la fig. 86 à la page 171 de mon Manuel de Tératologie (»Potwory i ich rozwój«, 1927), et dont j'ai aussi donné un autre exemple sur la microphot. 87 (p. 172) du même livre. Ici les deux lignes primitives, très rapprochées l'une à l'autre, conservent encore toute leur indépendance réciproque. Une seconde variété consiste en ce que les parties médianes des deux lignes se confondent entre elles, en ne laissant libres que leurs extrémités céphaliques et caudales, divergeant à droite et à gauche. J'ai décrit deux cas de cette catégorie en 1913 dans mes »Diplogénèses à centres rapprochés«, et deux autres cas ont été trouvés récemment par St. Bilewicz (1933). Enfin, la troisième variété contient les cas où les deux lignes sont assez sensiblement éloignées l'une de l'autre, et sont même parfois séparées par un prolongement du bord postérieur de l'aire opaque qui s'insinue de l'arrière vers l'avant entre les deux centres formatifs. Un exemple de ce genre est figuré sur la microphot. 88 (p. 173) de mon Manuel.

Quant à notre diplogénèse néoplasiee, je n'hésiterai pas à la définir comme appartenant à la première catégorie, la »classique«. Or, comme nous le voyons sur la microphot. 87 de mon Manuel, vers le niveau du maximum de rapprochement de deux lignes apparaît ici un amas sombre d'éléments mésodermiques, logé entre ces deux lignes. Il est évident que les amas pareils présentent le résultat de l'amoncellement des éléments de mésoderme, naissant simultanément au sein de deux centres formatifs rapprochés, et s'entremêlant suivant la ligne médiane. Il est possible que c'est justement dans une formation de cette catégorie que nous devons

chercher l'origine du »pont« énigmatique de notre monstre néoplasie. Seulement, ce n'est point du mésoderme entremêlé que la masse de ce »pont« est sortie. Comme nous l'avons vu, le procès néoplasique, s'exerçant au sein de lignes primitives, les incite à un accroissement démesuré en largeur. Au niveau du plus grand rapprochement des deux centres cette extension en sens transversal, s'opérant probablement de très bonne heure, peut facilement aboutir à faire confondre localement les deux foyers de prolifération en une masse réellement commune. Ainsi, là où chez les monstres normaux (*sit venia verbo!*) on ne trouve que le mésoderme commun, il peut s'établir, grâce au processus pathologique, une véritable confusion locale d'individualités.

Il est toutefois à souligner que spécialement pour le cas qui nous occupe ici, ce raisonnement n'est point suffisant. Ici les deux lignes primitives sont beaucoup plus éloignées l'une de l'autre que cela n'arrive ordinairement dans la majorité des cas de la variété »classique« de ce type tératogénique. Ainsi l'origine du »pont« qui les unit ne saura être attribuée à un simple rapprochement tout mécanique des deux lignes croissant excessivement en largeur. Ici on devrait plutôt admettre l'intervention d'une certaine »induction« réciproque des foyers néoplasmogènes, entraînant à l'hyperprolifération pathologique l'ectoderme interlinéaire.

Pour finir, nous n'avons qu'à nous arrêter sur un point touchant le mode d'action de notre procédé expérimental sur les parties figurées des germes opérés. Comme nous l'avons déjà fait remarquer dans nos »Néoplasmoïdes obtenus par voie expérimentale« (page 189), dans notre diplogénèse néoplasiee »il n'y avait.... qu'une seule brûlure de l'aiguille appliquée directement à la surface de la membrane vitelline, et qui n'a, d'ailleurs, laissé aucune trace localisée«. Et toutefois le choc thermique, mis en oeuvre avant l'incubation, a influencé les deux centres formatifs potentiels de façon à les exciter à l'hyperprolifération exubérante plusieurs heures après son action immédiate et — cela sans aucun doute dans ce cas si spécial — sans un lien saisissable avec la localisation de la brûlure initiale. C'était ainsi bien une action généralisée, intéressant tout le complexe embryonnaire, mais se prononçant d'une façon élective dans les centres formatifs, prédestinés à l'élaboration des linéaments individuels des germes futurs. Les deux individus dormant »*in potentia*« dans un blasto-

derme aux virtualités diplogéniques, se sont éveillés en même temps pour répondre simultanément à l'action d'un facteur brutal, ébranlant l'équilibre cytologique du blastoderme tout entier, mais comme attendant, pour se montrer dans toute sa force anarchisante, l'apparition des foyers individuels, voués avant tout au désordre néoplasique.

Varsovie, Université, Institut d'Anatomie Comparée.

### Explication de la planche 2.

1. Aire transparente d'un blastoderme de Poule qui avant l'incubation a subi une brûlure par la pointe d'un thermocautère. Durée de l'opération — 3 secondes. Incubation de 24 heures. Au centre de l'aire s'est développé un monstre double »du type d'Allen Thomson«, constitué par deux lignes primitives, toutes les deux transformées en masses néoplasées par l'action de la brûlure. Entre ces deux lignes on voit une région commune de la masse de néoplasme, unissant les deux individus par un »pont« transversal. La ligne primitive gauche montre en arrière de sa partie antérieure néoplasée — un prolongement en forme d'une gouttière primitive normale.  $\times 40$ .

2. Coupe transversale par la région céphalique du même monstre double néoplasé. On voit les dépressions légères des deux gouttières primitives.  $\times 100$ .

3. Coupe transversale du même monstre un peu en avant du »pont« transversal unissant les deux lignes primitives néoplasées.  $\times 100$ .

4. Coupe transversale par la région du »pont« formé par la masse néoplasée appartenant à la fois aux deux lignes primitives.  $\times 100$ .

5. Coupe transversale du même germe double, passée en arrière du »pont« commun, au niveau où les deux masses néoplasées divergent vers les côtés opposés.  $\times 100$ .

### Bibliographie.

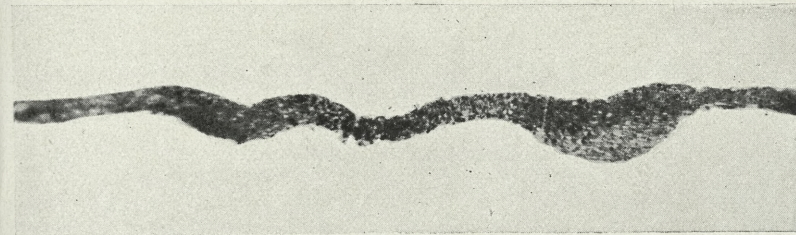
1. Allen Thomson: »Remarks on the early conditions and probable origin of the double monsters«. The London and Edinburgh Monthly Journal of Medical Science. 1844. — 2. Bilewicz St.: O ośrodkach zarodkowych podwójnych niezwykle zbliżonych«. Lwów. »Kosmos«. T. LVIII. 1933. — 3. Dehnel G.: »Origine des polygénèses et oeufs plurinucléés«. C. R. Soc. Biol. T. XCIII. 1925. — 4. Dehnel G.: »Badania nad rozwojem i genezą potworności złożonych u żółwia błotnego (*Emys orbicularis* L.)«. Arch. Nauk Biol. Tow. Nauk. Warsz. T. II, zesz. 2. 1929. — 5. Guinard L.: »Précis de Tératologie«. Paris, 1893. — 6. Tur J.: »Contributions à la théorie des polygénèses«. C. R. Soc. Biol. T. LVI. 1904. — 7. Tur J.: »Sur les diplogénèses embryonnaires à centres rapprochés«. Archives de Biologie.

- T. XXVIII. 1913. — 8. Tur J.: »Nowe badania nad rozwojem układu nerwowego potworów platyneurycznych«. Prace Tow. Nauk. Warsz. Wyd. III, N° 11, 1915. — 9. Tur J.: »Potwory i ich rozwój. Zarys Teratologii i Teratogenji«. 1927. — 10. Tur J.: »Polygénèses naturelles et blastotomie«. C. R. de l'Association des Anatomistes. 26-ème Réunion, Varsovie, 1931. — 11. Tur J.: »Recherches sur les néoplasmoïdes embryonnaires«. Mémoires de l'Académie Polonaise d. Sc. et d. Lettres. III B. N° 7, 1935. — 12. Tur J.: »Sur les néoplasmoïdes dans les embryons de *Lacerta ocellata* Daud«. Zoologica Poloniae. T. I. 1935. — 13. Tur J.: »Les néoplasmoïdes embryonnaires obtenus par voie expérimentale«. Bull. Intern. de l'Académie Polonaise d. Sc. et d. Lettres. 1935. — 14. Tur J.: »Studja nad nowotworami u zarodków«. Nowotwory. Biuletyn Polskiego Komitetu do zwalczania raka. T. X. 1935.
-

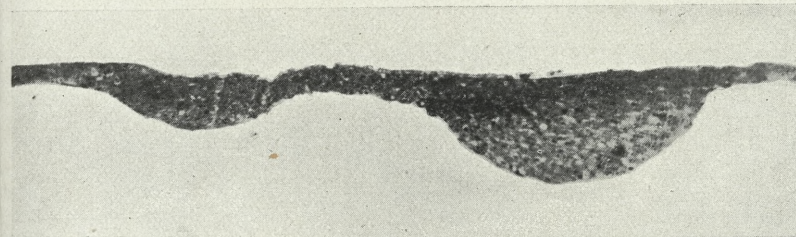


1.

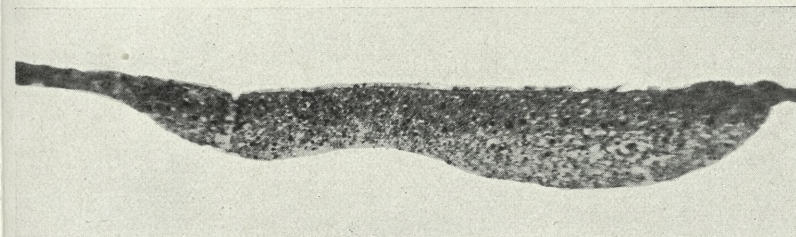
*J. Tur phot.*



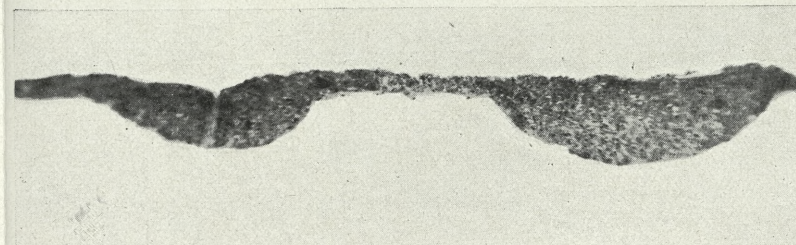
2.



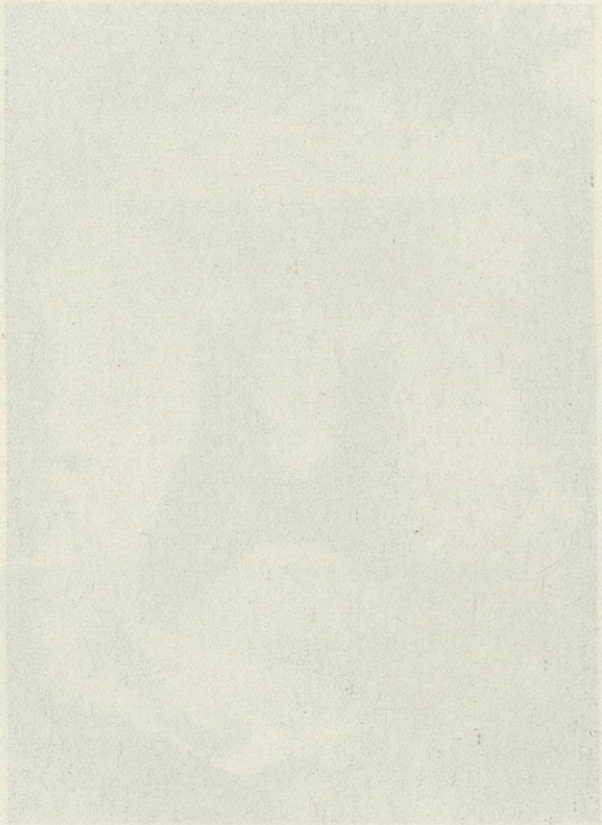
3.



4.



5.



*Unerwienie i narządy zmysłowe skrzydeł pienia *Aphrophora alni* Fall. (Rhynchota-Homoptera). — Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel von *Aphrophora alni* Fall. (Rhynchota-Homoptera).*

Mémoire

de M. J. ZAĆWILICHOWSKI,

présenté le 5 février 1936, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 3).

Die Angaben über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel der Rhynchoten sind bisher ganz knapp. Sie sind nämlich auf eine Art der Heteropteren: *Lygus pratensis* L.<sup>1)</sup>, teilweise auf die *Pentatoma rufipes*<sup>2)</sup>, sowie auf eine einzige Art der Homopteren: *Psylla ulmi* Foerst.<sup>1)</sup> beschränkt. Die anderen Gruppen der Homopteren, außer der Psylliden, und zwar die Cicadarien, die Aphidioideen und die Cocciden<sup>3)</sup> wurden in dieser Hinsicht noch nicht untersucht. Ich gebe also die Ergebnisse meiner mittels Rongalitweißfärbungsmethode ausgeführten Untersuchungen kurz an. Als Untersuchungsobjekt wählte ich die gemeine Art *Aphrophora alni* Fall. (*Cicadariae*).

Bei dem Färbungsverfahren der Flügel des genannten Insekts können wir eine ungewöhnliche Erscheinung beobachten. Die Nervenzweige, welche mit Rongalitweiß gefärbt als blau gefärbte

<sup>1)</sup> Zaćwilichowski J. Über die Innervierung und die Sinnesorgane der Flügel von Insekten. II. T. Bull. de l'Acad. Polon. d. Sc. et d. L. Sér. B, 1931.

<sup>2)</sup> Erhardt E. Zur Kenntnis der Innervierung und Sinnesorgane der Flügel von Insekten. Zool. Jahrb. Abt. Anat. B. 39, 1916.

<sup>3)</sup> Das System und die Nomenklatur — nach Handlirsch in: Schröder's Handbuch der Entomologie. B. III, Jena 1925.

Fäden sichtbar wurden, erscheinen nach kurzer Zeit anfangs rötlich dann rot; bald danach verschwindet die Färbung vollkommen. Ich habe bisher bei keinem anderen Insekt das Rotwerden der blau gefärbten Nervenzweige beobachtet. Ein solches Rotwerden der Nerven kann man, sogar nach vorheriger Fixierung mit Ammoniummolybdat erzielen, wenn man das Präparat in eine KalilaugeLösung taucht.

### Die Sinnesorgane des Vorderflügels.

Auf dem Vorderflügel von *Aphrophora alni* kommen als Sinnesorgane die Sinneshärchen, die Sinnesborsten und die Sinneskuppeln vor, außerdem sind aber in der Flügelbasis zwei Chordotonalorgane vorhanden.

Die Sinneshärchen liegen ziemlich dicht und regelmäßig verstreut auf der Flügeloberfläche; die größte Anzahl derselben kann man jedoch an dem Flügelrande, insbesondere an dem Vorderrande beobachten. Die Sinneshärchen sind verhältnismäßig schwach und dünn, in der Regel leicht gebogen. Ihre Länge beträgt durchschnittlich auf der Oberseite des Flügels zirka 85—90  $\mu$ , auf der Unterseite 54—70  $\mu$ . Die Sinneshärchen sind mit einzelnen Sinnesnervenzellen innerviert. Dieselben sind ebenfalls klein, bipolar, von rundlicher Gestalt, sie weisen je einen relativ kurzen Terminalfortsatz auf. Die Länge der Sinnesnervenzelle beträgt (ohne beide Fortsätze) zirka 8—12  $\mu$ .

Man kann jedoch eine ansehnliche Anzahl von Sinneshärchen beobachten, welche nicht im Zusammenhange mit den Nerven-elementen stehen.

Im Gegensatz zu den zahlreichen anderen Insekten, bei denen die Sinnesborsten nicht so stark, ja sogar viel schwächer ausgebildet sind als die Sinneshärchen, sind die Sinnesborsten des Vorderflügels von *Aphrophora alni* viel stärker und dicker als die Sinneshärchen, zugleich auch viel dunkler und geradeaus gestreckt. Sie sind zirka 90—95  $\mu$  lang. Sie kommen zwar auf der ganzen Flügeloberfläche verstreut vor, sind jedoch am dichtesten, also relativ in größter Anzahl, hauptsächlich auf dem Vorderrande des Flügels angehäuft. Hier beträgt die Anzahl der Sinnesborsten zirka 50—60, während auf die übrige Flügelfläche etwa 90—110 Sinnesborsten entfallen. Insgesamt weist also der Vorderflügel



zirka 150 Sinnesborsten auf. Die Ansatzstellen der Sinnesborsten auf dem Vorderflügel sind auf Fig. 1, Taf. 3, mit Vierzellengruppen angedeutet. Außerdem kann man aber auf dem Flügel auch einige Sinnesborsten, welche nicht innerviert zu sein scheinen, feststellen.

Die Sinnesborsten werden mittels der Sinnesnervenzellengruppen innerviert. Die Anzahl der eine Gruppe bildenden Sinnesnervenzellen beträgt in der Regel vier; eine andere Zahl derselben wird nur selten beobachtet (Fig. 2). Die einzelnen Terminalfortsätze der erwähnten Zellen bilden distalwärts ein einheitliches Bündel, welches in den inneren Kanal der Sinnesborste eindringt und meistens bis zur halben Länge, manchmal auch in zwei Dritteln der Länge der Sinnesborste beobachtet wird.

Die Sinneskuppeln kommen in dem Basalteil des Flügels als Kuppelgruppen, distalwärts als vereinzelte Sinneskuppeln vor. Es sind vier Kuppelgruppen vorhanden: zwei auf der Flügelunterseite gelegene subkostale sowie zwei auf der Oberseite vorkommende radiale Kuppelgruppen.

Die proximale Subkostalgruppe, die an der Basis selbst des subkostalen Abschnittes des Ader ( $Sc + R^1$ ) gelegen ist, besteht meistens aus 8 oder 9 dicht nebeneinander angehäuften Sinneskuppeln. Ein wenig distal davon liegt die distale Subkostalgruppe, welche in eine unregelmäßige, relativ lange Längsreihe geordnet ist und gewöhnlich 5, 6 oder 7 Sinneskuppeln enthält (Fig. 2).

Von den beiden radialen Kuppelgruppen ist die proximale noch proximaler als die erstere Subkostalgruppe gelegen. Sie kommt auf dem Basalteile des radialen Abschnittes der Ader  $Sc + R$  vor und wird meistens von 18 oder 19 Sinneskuppeln gebildet. Die distale Radialgruppe liegt entweder ein wenig distal von der proximalen Subkostalgruppe oder auf gleicher Höhe und besteht gewöhnlich aus 7—11 Sinneskuppeln.

Der Durchmesser der in Gruppen angeordneten Sinneskuppeln beträgt (samt dem Chitinringwall) durchschnittlich 8—9  $\mu$ .

Die vereinzelten Sinneskuppeln kommen in geringer Anzahl an den Längsadern oder manchmal an einigen Stellen dicht neben den Längsadern vor. Man kann zwei Arten von vereinzelten

<sup>1</sup>) Die Adernomenklatur — nach Handlirsch in: Schröder's Handbuch der Entomologie, Jena 1925.

Sinneskuppeln unterscheiden: die größeren und die kleineren. Die größeren, deren Durchmesser samt dem Chitinringwall 15—25  $\mu$  beträgt, liegen auf der Unterseite des Flügels und zwar liegen auf der Ader *Sc + R* gewöhnlich 4 Sinneskuppeln, auf *Sc* und auf der Abzweigung derselben 2, 3 oder 4, auf *R* 4 oder 5, auf *M* 2—4, auf *Cu* meistens 1, auf *AI* 2—3 (Fig. 1).

Die kleineren Sinneskuppeln treten in geringerer Anzahl auf den Längsadern und zwar hauptsächlich auf der Oberseite des Flügels auf. Ihr Durchmesser ist zirka 10—12  $\mu$  lang.

Alle Sinneskuppeln sind mit bipolaren Sinnesnervenzellen innerviert. Dieselben sind deutlich größer als diejenigen, welche die Sinneshärchen oder die Sinnesborsten innervieren.

Im Vorderflügel befinden sich auch 2 Chordotonalorgane. Das eine derselben ist als antealares Chordotonalorgan zu bezeichnen. Dasselbe liegt vorn in der Flügelbasis, proximal von dem Basalabschnitte der Ader des Flügelvorderrandes und zwar in dem schwach chitinisierten Vorsprunge, welcher zweifellos der Tegula anderer Insekten entspricht. Das Organ besteht aus 10—12 Sinnesnervenzellen, welche gewöhnlich in zwei mehr oder minder deutlich hervortretende Gruppen geordnet sind. Die proximalen (zentripetalen) Fortsätze der erwähnten Zellen bilden einen kurzen Nervenstamm (*Nervus chordotonalis antealaris*), welcher sich proximalwärts mit dem Kostalnerv vereinigt. Die Endschläuche des Organs sind nicht sehr lang und verlaufen distalwärts, zugleich nach der Hinterseite des Flügels. Sie heften sich an die ventrale, schwach chitinisierte Wandung an (Fig. 2).

Das zweite Chordotonalorgan gehört dem eigentlichen Radialnerv an, es kann also als radiales Chordotonalorgan bezeichnet werden. Das Organ liegt in dem Basalabschnitt des Flügels, auf der Höhe der proximalen subkostalen und der proximalen radialen Kuppelgruppe, hinter dem Radialnerv, mit dem es mittels einzelner, den Sinnesnervenzellen des Organs zugehöriger proximaler Nervenfasern verbunden ist (Fig. 2). Dieselben sind sehr kurz und bilden keinen deutlichen Chordotonalnerv. Die Anzahl der das Organ bildenden Sinnesnervenzellen beträgt zirka 14—16. Sie sind dicht aneinander gedrängt. Ihre Endschläuche sind kurz, distalwärts und meistens etwas nach hinten zu gerichtet und heften sich an die Wandung der Flügelunterseite an.

### Die Längsnerven des Vorderflügels.

Ziemlich weit vor der Eindringungsstelle in die Flügelbasis teilt sich der Vorderflügelnerf zuerst in zwei Hauptzweige. Der vordere Hauptzweig spaltet kurz darauf den antealaren Chordotonalnerf ab, dann dringt er als Kostalnerf in die Vorderrandader ein. Der hintere Hauptzweig liefert dagegen durch nacheinanderfolgendes Abspalten von Zweigen folgende Längsnerven: den Subkostopseudoradialnerf, den eigentlichen Radialnerf, den Mediokubitalnerf sowie zwei Analnerven. Alle diese Nervenzweige dringen in der Flügelbasis in die entsprechenden Längsadern ein.

Der Kostalnerf wendet sich der Kostalader unter einigen Krümmungen zu und verläuft in derselben, nahe am Vorderrande, etwa in zwei Dritteln der Flügellänge. Er entsendet nach vorne schräg gerichtete längere und kürzere Abzweigungen, die bald baumförmig zerfallen und mit einzelnen Sinnesnervenzellen die Sinneshärcchen sowie mit den Vierzellengruppen die Sinnesborsten versorgen. Der Kostalnerf endet mit einigen distal gelegenen Sinnesnervenzellen oder aber verbindet er sich manchmal mit dem rücklaufenden Arm des Subkostalnervs (des vorderen Zweiges des Subkostopseudoradialnervs, Fig. 1.).

Als nächster Längsnerf ist der Subkostopseudoradialnerf zu nennen. Er dringt als der mächtigste von allen anderen Nervenzweigen in den subkostalen Teil des Basalabschnittes der Sammelader ein, welche von Handlirsch als die Ader  $Sc + R$  bezeichnet worden ist. Der Nerf wendet sich, nachdem er die proximale, dann auch die distale Subkostalgruppe von Sinneskuppeln innerviert hat, nach vorne, verläßt bald die Ader und läuft jetzt in dem zwischen den Adern  $Sc$  und  $C$  vorhandenen Subkostal-felde und zwar oberhalb des von der Flügelunterseite hervorragenden Chitinfortsatzes; dann aber wendet er sich wieder nach rückwärts und dringt schließlich in die Ader  $Sc + R$  ein (Fig. 1). Kurz darauf spaltet er sich samt derselben und bildet auf diese Weise zwei Längsnerven: den vorderen, welcher jetzt als der eigentliche Subkostalnerf, sowie den hinteren, welcher als Radialnerf bezeichnet werden kann.

Der Subkostalnerf verläuft in der Ader bis zur Mündungsstelle derselben in die Randader, vorher spaltet er jedoch von seiner distalen Hälfte einige nach vorne gerichtete Abzweigungen ab,

welche in den Schrägadern des Subkostalfeldes verlaufen und in den Flügelvorderrand gelangen. Hier vertreten sie den Kostalnerv, welcher nicht in den distalen Abschnitt des Flügelvorderrandes hineinragt, indem sie zahlreiche kleine Abzweigungen sowie einzelne Nervenfasern für die Sinnesborsten und die Sinneshäärchen entsenden.

Aus dem zuletzt besprochenen Nerv entspringen außer den die Sinnesborsten und die Sinneshäärchen versorgenden Nervenfasern auch solche Nervenfasern, deren Sinnesnervenzellen die einzeln verstreuten Sinneskuppeln innervieren.

Der Radioterminalnerv zieht sich auch bis zur Mündungsstelle der Radialader. Manchmal teilt er sich in dem distalen Abschnitte in 2—3 Verzweigungen, welche die benachbarten terminalen Adern mit Sinnesnervenelementen versorgen.

Als der dritte, aus dem Flügel nerv stammende Nervenzweig kommt der eigentliche Radialnerv vor. Dieser Nervenzweig ist bei *Aphrophora alni* sehr kurz und fein, im Gegensatz zu den anderen Insekten, bei denen er meistens als mächtiger Zweig entwickelt ist. Nach vorherigem Eindringen in den basalen Abschnitt der Ader  $Sc + R$  ist er in seinem proximalen Abschnitte mit dem radialen Chordotonalorgan verbunden, zugleich innerviert er die proximale, dann die distale Radialgruppe von Sinneskuppeln; sodann läuft er auf einer kurzen Strecke in dem radialen Teile der genannten Ader und innerviert einige dort vorhandene Sinneshäärchen. Er endet in der Höhe, in welcher das zwischen den Adern  $Sc + R$  einerseits und  $M + Cu$  andererseits gelegene Flügel-feld beginnt (Fig. 1).

Der nächstfolgende Nervenzweig stellt den Mediokubitalnerv dar. Dieser spaltet sich jedoch fast sofort in zwei weitere Längsnerven: den vorderen, welcher als Medialnerv, sowie den hinteren, der als Kubitalnerv zu bezeichnen ist. Der erstere wendet sich nach vorne, dringt in den basalen Abschnitt der  $Sc + R$  ein, in welcher er eine Strecke lang parallel mit dem Radialnerv, doch hinter demselben verläuft. In der Höhe, in welcher sich der Subkostopseudoradialnerv nach hinten biegt, biegt sich auch der Medialnerv stark nach rückwärts und dringt schließlich in die Ader  $M + Cu$ , kurz vor der Verzweigung derselben in  $M$  und  $Cu$ , ein, wo er sich dann der Ader  $M$  zuwendet. In derselben verläuft er weiter bis zum Flügelrande, doch spaltet er sich samt der Ader

in 2—3 Terminalzweigchen, welche schließlich in die Randader eindringen (Fig. 1).

Vor dem Eindringen in die Ader  $M + Cu$  spaltet der Medialnerv ein kleines rückläufiges Zweigchen ab, welches sich proximalwärts wendet und einige Sinneshärchen und Sinnesborsten der zwischen den Adern  $Sc + R$  und  $M + Cu$  vorhandenen Flügelmembran innerviert. Der eigentliche Nervenstamm innerviert außer den Sinneshärchen und den Sinnesborsten auch die vereinzelt Sinneskuppeln (Fig. 1).

Der Kubitalnerv richtet sich bald nach seinem Selbständigwerden etwas nach rückwärts, dringt in den Basalabschnitt der Ader  $M + Cu$  ein, dann in die Kubitalader, in welcher er bis zum Flügelrande verläuft. In dem distalen Abschnitte teilt er sich samt der Ader in zwei Verzweigungen, welche in die Randader eindringen.

Der beschriebene Nerv innerviert die Sinneshärchen, die Sinnesborsten und die vereinzelt Sinneskuppeln.

Der übrige Rest des Flügelnervs spaltet sich in zwei Teile, welche als Analnerven in beide Analadern eindringen. Der vordere Analnerv verläuft in der vorderen Analader ihrer ganzen Länge nach und dringt schließlich in die Randader des Flügelhinterrandes ein, wo er in der Regel dicht vor der Analnaht endet. Sehr selten dringt er bis über die erwähnte Naht hinaus und gelangt bis in die Gegend des terminalen Abschnittes der Kubitalader (Fig. 1).

Der letzte der Längsnerven, d. h. der hintere Analnerv, spaltet einige Faserbündel für die zwischen beiden Analadern gelegene Flügelmembran ab, dann dringt er in die Analader  $A II$  und dann unmittelbar in die Randader des Flügelhinterrandes ein, in welcher er fast bis zu der Mündungsstelle der Ader  $A I$  verfolgt werden kann. An dieser Stelle endet er mit einigen die Sinneshärchen innervierenden Sinnesnervenzellen. An der Eindringungsstelle in die Ader  $A II$  entsendet er einen kleinen Zweig, welcher weiter in der Hinterrandader verläuft und vor der Mündungsstelle der Ader  $A II$  endet.

Der vordere Analnerv innerviert die Sinneshärchen, die Sinnesborsten sowie die vereinzelt Sinneskuppeln, der hintere dagegen ausschließlich die Sinneshärchen und die Sinnesborsten.

### Die Seitenabzweigungen der Längsnerven.

Die Längsnerven des Vorderflügels verlaufen in den Adern. Dieselben weisen jedoch auf ihrer Oberfläche Sinneskuppeln sowie eine sehr geringe Anzahl von anderen, oben besprochenen chitinösen Sinnesorganen auf. Die überwiegende Anzahl derselben tritt auf der eigentlichen Flügelmembran auf. Dementsprechend enthalten zwar die Flügeladern alle Hauptnerven, d. h. die Längszweige, zugleich jedoch enthalten sie nur eine geringe Anzahl von Sinnesnervenzellen. Die Sinnesnervenzellen gehören hauptsächlich den zwischen den Adern vorhandenen Flügelfeldern, also der Flügelmembran an. Sie sind mit den Längsnerven mittels längerer oder kürzerer, in der Flügelmembran verlaufenden proximalen Nervenfasern verbunden, deren folgende Abschnitte schon die Komponente der Längsnerven darstellen. Diese oben erwähnten, in der Flügelmembran verlaufenden Nervenfasern bilden die Seitenabzweigungen der Längsnerven.

Die Seitenabzweigungen der Längsnerven sind in dem Vorderflügel von *Aphrophora* sehr zahlreich. Jedem Längsnerv gehört eine ansehnliche Anzahl von Seitenabzweigungen an. Dementsprechend erscheint die eigentliche Flügelmembran als ungemein reichlich mit Sinnesnervenelementen ausgestattet (Fig. 1). Einen solchen Reichtum an Sinnesnervenelementen kann man nur bei wenigen Insekten feststellen. Von allen mir in dieser Hinsicht bekannten Insektengruppen werden derartige Verhältnisse in den Elytren der Koleopteren, der Dermapteren, der Blattarien und der Hemipteren (Heteropteren) beobachtet. Es ist klar, daß ein solcher Überfluß an Sinnesnervenelementen mit dem hohen Grade der Chitinisation des Flügels im Zusammenhange steht.

Die Seitenabzweigungen der Längsnerven sind von mannigfaltigster Länge und Stärke. Die kürzesten derselben sind diejenigen, welche den an dem oder in dem Flügelrande verlaufenden Nervenabschnitten angehören. Als solche sind die Seitenabzweigungen des Kostalnervs, des hinteren Analnervs sowie diejenigen der terminalen Abschnitte aller anderen Längsnerven zu erwähnen. Sie sind zugleich wenig verästelt.

Die Seitenabzweigungen der übrigen Längsnerven sind meistens lang und verschieden stark. Sie verästeln sich reichlich in der Flügelmembran, bis auf einzelne mit Sinnesnervenzellen en-

digende Nervenfasern. Zahlreiche Verästelungen wenden sich nach allen Richtungen. Dementsprechend ist die zwischen den Adern vorhandene Flügelmembran nicht nur reichlich, sondern auch an fast allen Stellen gleichmäßig mit Sinnesnervenzellen versorgt. In der Regel reichen die Seitenabzweigungen jedes Längsnervs bis zur Mittellinie des Flügelfeldes, doch überschreiten gewöhnlich die stärkeren von ihnen die erwähnte Grenzlinie und nähern sich dann dem benachbarten Längsnerv. Zwischen den benachbarten Nervenzweigen treten jedoch keine Anastomosen auf.

### Die Terminalabschnitte der Längsnerven.

Die Terminalabschnitte aller Längsnerven, ausgenommen den fast von seinem Anfang an in der Vorderrandader verlaufenden Kostalnerv, dringen durch die Aderendabschnitte in die Randader ein. An der Eindringungsstelle spaltet sich jeder Terminalabschnitt in zwei entgegengesetzte Arme, welche sich in der Randader nach beiden Richtungen wenden und auf einer größeren oder kleineren Strecke verlaufen, dann aber in der genannten Ader mittels Sinnesnervenzellen enden (*recte*: ihren Anfang nehmen). Die von den zwei benachbarten Terminalabschnitten stammenden und entgegengesetzt gerichteten Arme verbinden sich nie miteinander.

Der ganze Flügelrand ist also reichlich mit Sinnesnervenelementen versorgt, indem er zahlreiche Endabschnitte von Längsnerven enthält, die jedoch keinen einheitlichen Strang oder Stamm bilden, sondern deutliche, obwohl sehr kleine und wenig ausgehende Unterbrechungen aufweisen (Fig. 1).

### Die Sinnesorgane des Hinterflügels.

Auf dem Hinterflügel von *Aphrophora alni* kommen die Sinneshärchen von zweierlei Typus sowie Sinneskuppeln vor, außerdem aber müssen die Häkchen der Haftvorrichtung zu den Sinnesorganen gezählt werden, da sie mit Sinnesnervenzellen versorgt werden. Dagegen sind auf dem Hinterflügel keine Sinnesborsten vorhanden. Außerdem ist das Chordotonalorgan in dem Basalabschnitte des Hinterflügels vorhanden (Fig. 4, 5, Taf. 3).

Die eigentlichen Sinneshärchen sind klein und fein. Sie sind durchschnittlich 40—55  $\mu$  lang. Sie kommen spärlich auf dem

proximalen Abschnitte des Flügelvorderrandes sowie auf den Adern vor. Die in den distalen Partien der Flügelmembran reichlich verstreuten Sinneshärchen zähle ich nicht zu den Sinnesorganen, da sie keinen Zusammenhang mit den Sinnesnervenelementen aufweisen. Im Gegensatz zu dem Vorderflügel sind also die Sinneshärchen nicht auf der eigentlichen Flügelmembran, sondern auf den Adern angesetzt (Fig. 4, 5, Taf. 3).

Eine andere Art von Sinneshärchen bilden die Härchen, welche auf einer sehr kleinen Strecke der proximalen Partie des Flügelvorderrandes angesetzt sind. Sie sind sehr kurz, dick, kegelförmig und in die mit einem starken Chitinringwalle umrandeten Basalgruben eingesetzt. Sie können als kegelförmige Härchen bezeichnet werden. Ihre Länge beträgt nur zirka  $15 \mu$ . Es sind an der genannten Stelle meistens 12—15 solche Härchen vorhanden. Die letzten distal angesetzt stellen schon Übergangsformen der kegelförmigen Sinneshärchen einerseits und der eigentlichen Härchen andererseits dar (Fig. 4).

Die oben besprochenen Arten von Sinneshärchen sind mit einzelnen Sinnesnervenzellen innerviert. Die Sinnesnervenzellen der eigentlichen Sinneshärchen unterscheiden sich morphologisch in manchen Einzelheiten von denjenigen der kegelförmigen Härchen, da sie etwas kleiner (ohne beide Fortsätze  $8-10 \mu$  lang), dagegen eher rund sind und kürzere Terminalfortsätze aufweisen. Die Sinnesnervenzellen der kegelförmigen Sinneshärchen sind meistens etwas größer, die proximalen sind gewöhnlich langgestreckt und spindelförmig. Alle oder fast alle besitzen dagegen relativ lange Terminalfortsätze, die manchmal sogar einige Male (3—5) länger sind als der Zellkörper selbst.

Die Hähchen, welche die Haftvorrichtung des Hinterflügels bilden, treten auf dem Haftlappen des Flügels in einer Anzahl von 4—7 auf. Der Nervenapparat jedes Hähchens besteht aus einer einzigen Sinnesnervenzelle. Dieselbe ist von ovaloider oder breit spindelförmiger Gestalt, relativ groß und zwar zirka  $15-18 \mu$  lang (ohne beide Fortsätze). Der nach der Hähchenbasis gerichtete Terminalfortsatz der Zelle endet an der Eingangsstelle in den Kanal des Hähchens mit einer kleinen kolbenartigen Verdickung (Fig. 3).

Das selten beobachtete Nichtvorhandensein von Hähchen ist auf die Verletzungen der Flügelanlage während des larvalen Lebens des Insekts sowie auf Mißbildungen zurückzuführen.



Die Sinneskuppeln treten als Kuppelgruppen sowie als vereinzelte Sinneskuppeln auf. Es sind auf dem Hinterflügel nur zwei Kuppelgruppen vorhanden. Die eine, die subkostale Kuppelgruppe, besteht meistens aus 7—10 Sinneskuppeln, welche eine unregelmäßige Längsreihe auf dem basalen Abschnitte der Subkostalader schon von seinem Anfang an, an der Unterseite des Flügels bilden (Fig. 4).

Die andere Gruppe ist die radiale Kuppelgruppe. Sie ist teilweise an der Chitinleiste, die auf der Oberseite der Flügelbasis als dorsaler Vorsprung emporragt und den Basalsklerit der Sammelader  $Sc + R + M$  darstellt, teilweise in der nächsten Gegend von vorne, vor der erwähnten Leiste gelegen. Die Sinneskuppeln liegen dicht beieinander gedrängt, außerdem ist die Chitinoberfläche nicht flach, sondern stark gebogen, es ist also schwer die Anzahl der Sinneskuppeln genau festzustellen. Es scheint jedoch, daß die Anzahl der Sinneskuppeln der genannten Gruppe zirka 40 beträgt (Fig. 4).

Bemerkenswert ist, daß die Sinneskuppeln der Radialgruppe nicht ausschließlich, wie dies bei anderen uns in dieser Hinsicht bekannten Insekten der Fall ist, mit den dem Radialnerv zugehörigen Sinnesnervenzellen innerviert werden. Eine Anzahl der genannten Sinneskuppeln wird mit den Sinnesnervenzellen, welche dem Subkostopseudoradialnerv angehören, versorgt. Man dürfte also annehmen, daß die eine der beiden (in dem Vorderflügel noch vorhandenen) Subkostalgruppen zurückgegangen und verschwunden ist, ihre Sinnesnervenzellen dagegen in Verbindung mit der Radialgruppe getreten sind. Eine andere Annahme und zwar die, daß die Radialgruppe beiden vereinigten Gruppen, nämlich der subkostalen + der eigentlichen radialen Gruppe entspricht, würde nicht berechtigt sein, da die Subkostalgruppe der Unterseite des Flügels angehört.

Vereinzelte Sinneskuppeln kommen auf den Längsadern vor, wo sie hie und da spärlich verstreut sind. Die gesamte Anzahl belauft sich auf zirka 30—40 Kuppeln.

Alle Sinneskuppeln sind relativ klein; ihr Durchmesser (samt dem Chitinringwalle) ist meistens zirka 9—11  $\mu$  lang, jedenfalls überschreitet er nicht 12  $\mu$ . Sie sind mit einzelnen Sinnesnervenzellen innerviert. Wie in dem Vorderflügel, sind diese Sinnesnervenzellen deutlich größer als diejenigen, welche die Sinneshäuschen innervieren.

In dem Hinterflügel ist nur das eine und zwar das radiale Chordotonalorgan vorhanden. Dasselbe ist in dem basalen Flügelabschnitt und zwar bei der hinteren Eingangsstelle in die Sammelader  $R + M$ , zugleich hinter der radialen Kuppelgruppe und auf der Höhe derselben gelegen. Das Organ ist mittels des kurzen Chordotonalnervs mit dem Radialnerv verbunden und besteht aus zirka 16, mehr oder minder nebeneinander gedrängten Sinnesnervenzellen. Die Endschläuche des Organs sind distalwärts gerichtet und heften sich an die ventrale Flügelwand an (Fig. 4).

### Die Verbreitung der Nervenzweige in dem Hinterflügel.

Noch vor der Eindringungsstelle in die Basis des Hinterflügels spaltet sich der hintere Flügelnerf in zwei Hauptzweige, deren jeder sich bald wiederum teilt. Es entstehen dadurch in dem Basalteile des Flügels aus dem ersten Hauptzweige zwei Längsnerven und zwar der Kostal- und der Subkostopseudoradialnerv, aus dem zweiten Hauptzweige dagegen der eigentliche Radialnerv, der gemeinsame Mediokubitoanalnerv sowie der eigentliche gemeinsame Analnerv (Fig. 4). Manche von den genannten Längsnerven teilen sich wiederum distalwärts samt den entsprechenden Längsadern, daher beobachtet man in dem Hinterflügel 8 Längsnerven (Fig. 5, Taf. 3). Es ist bemerkenswert, daß trotz der auffallenden Unterschiede, welche sich in der gesamten Morphologie beider Flügelpaare so stark ausprägen, die Verbreitung der Längsnerven in dem Hinterflügel genau derjenigen in dem Vorderflügel entspricht, — ein Beweis, daß beide Flügelpaare bei den Aphrophoriden ursprünglich gleichwertig waren. Das oben Gesagte betrifft insbesondere den Subkostopseudoradialnerv sowie den eigentlichen Radialnerv, welche beide in den beiden Flügelpaaren von *Aphrophora* eine besondere Lage sowie eine ungewöhnliche Verbreitung annehmen.

Der Kostalnerv dringt nach vorherigem Selbständigwerden unter plötzlichen mehrfachen Krümmungen zwischen den vorderen basalen Skleriten des Flügels in die Vorderrandader ein (Fig. 4, 5). Er innerviert anfangs die oben beschriebenen kegelförmigen Sinneshärchen des Flügelvorderrandes, dann auch die Häkchen der Haftvorrichtung des Flügels sowie die zwischen denselben vorkommenden Sinneshärchen. Er endet bald nachher

in dem Flügelvorderrande, nachdem er noch einige distal von den Häkchen angesetzte Sinneshärchen mit Sinnesnervenzellen versorgt (Fig. 5).

Der Subkostopseudoradialnerv verläuft anfänglich nahe dem Kostalnerv, doch bildet er nicht solche Krümmungen wie der letztere. Er innerviert zuerst einen und zwar den vorderen Teil der radialen Kuppelgruppe, bald nachher auch die subkostale Gruppe von Sinneskuppeln, im weiteren Verlaufe dagegen auch einige Sinneshärchen sowie vereinzelte Sinneskuppeln, welche auf der Sammelader  $Sc + R$  vorkommen (Fig. 4). Zusammen mit der letztgenannten Ader teilt sich der genannte Nerv in zwei Äste, davon der vordere den eigentlichen Subkostalnerv, der hintere dagegen den hier in der Radialader verlaufenden hinteren Zweig des Subkostalnervs bildet. Der letztgenannte Nervenzweig soll hier, da er in dem terminalen Abschnitte der Radialader läuft, den Namen: *Nervus radio-terminalis* erhalten (Fig. 5).

Der Subkostopseudoradialnerv stellt also auch hier, wie in dem Vorderflügel, eigentlich den Subkostalnerv dar, welcher jedoch einen Zweig und zwar den hinteren, in die sonst hier stark vereinfachte Radialader entsendet.

Der Subkostalnerv läuft fast bis zur terminalen Vereinigungsstelle der Subkostal- und der Radialader, wo er endet. Unterwegs innerviert er die vereinzelten Sinneskuppeln sowie die Sinneshärchen der Subkostalader.

Der Radioterminalnerv verläuft in der Radialader. Er liefert die Sinnesnervenzellen für Sinneshärchen und vereinzelte Sinneskuppeln und nachdem er die Spitze der Radialader erreicht hat, endet er mit einigen Sinnesnervenzellen, welche gegen beide Seiten der Terminalader gerichtet sind (Fig. 5).

Der eigentliche Radialnerv ist so kurz und fein, daß er den basalen Flügelabschnitt nicht verläßt. Er innerviert den hinteren, dann auch den distalen Teil der radialen Kuppelgruppe und schließlich auch einige distal von den Sinneskuppeln angesetzte Sinneshärchen. In der Höhe der proximalen Sinneskuppeln der radialen Gruppe ist er mit dem radialen Chordotonalorgan verbunden. Er endet noch vor der Abspaltungsstelle der Ader  $M$  und  $Sc + R$  aus dem gemeinsamen Basalabschnitte (Fig. 4).

Der Mediokubitoanalnerv zerfällt fast sofort nach vorherigem Abspalten in zwei Längsnerven: den Medial- und den Kubito-

analnerv (Fig. 4). Der erstere läuft anfänglich dicht neben dem Chordotonalorgan und dem Radialnerv, dann aber dringt er in die Medialader nach vorherigem Selbständigwerden derselben ein, wo er bis zur Spitze der genannten Ader verfolgt werden kann (Fig. 5).

Der Kubitoanalnerv innerviert in dem Basalabschnitte des Flügels einige dort vorhandene vereinzelte, doch nahe nebeneinander angehäufte Sinneskuppeln (Fig. 4), dann auch einige Sinneshäärchen und nachdem er in den gemeinsamen Basalabschnitt der Ader *Cu* und *AI* eingedrungen ist, teilt er sich in zwei Äste. Der vordere Ast versorgt als Kubitalnerv die Kubitalader, der hintere dagegen, der den vorderen Analnerv (*N. analis I*) darstellt, innerviert die Ader *AI*. Der Kubitalnerv spaltet sich samt der Ader in zwei Äste, deren jeder bis zur Mündungsstelle der entsprechenden Ader läuft und dort endet. Auch der vordere Analnerv endet bei der Mündungsstelle seiner Ader (Fig. 5).

Der gemeinsame Analnerv zerfällt ebenfalls noch in der Flügelbasis in zwei Äste, wovon der vordere als mittlerer Analnerv (*N. analis II*) die Ader *AII*, der hintere dagegen als hinterer Analnerv (*N. analis III*) die Ader *AIII* versorgt. Beide enden an der Mündung der entsprechenden Ader (Fig. 5).

In die Zirkulärader dringt keiner von den Längsnerven ein, den Radialnerv ausgenommen, welcher einige distale Sinnesnervenzellen in die genannte Ader entsendet.

Alle zuletzt besprochenen Längsnerven innervieren die an den Adern vorkommenden Sinneshäärchen und die vereinzelten Sinneskuppeln. Selten geben manche von den Längsnerven je einige Nervenfasern ab, welche aus den Adern ausgehen und zwischen beide eigentliche Flügelmembranen eindringen, wo sie zufälligerweise manche von den Sinneshäärchen der Flügelmembran mit Sinnesnervenzellen versorgen.

### Erklärung der Abbildungen auf der Tafel 3.

Alle Abbildungen sind mittels des Zeichenapparates von Abbé ganz genau nach den Präparaten gezeichnet worden. Die Flügeladern sowie die basalen Skleriten sind mittels gestrichener oder punktierter Linien angedeutet worden.

**Figurenbezeichnungen.**

- a — Nervus analis communis.  
 ac — das antealare Chordotonalorgan.  
 aI — n. analis I.  
 aII — n. analis II.  
 aIII — n. analis III.  
 b — die Sinnesborsten.  
 ca — n. cubito-analis.  
 cr — das radiale Chordotonalorgan.  
 cu — n. cubitalis.  
 g — die die Sinnesborsten innervierenden Gruppen von Sinnesnervenzellen.  
 h — die Häkchen der Haftvorrichtung der Flügel.  
 k — die vereinzelt Sinneskuppeln.  
 m — n. medialis.  
 ma — n. medio-cubito-analis.  
 mc — n. medio-cubitalis.  
 nc — n. costalis.  
 nr — n. radialis.  
 ns — n. subcosto-pseudoradialis.  
 r — die radiale Gruppe von Sinneskuppeln.  
 rt — n. radioterminalis.  
 s — die subkostale Gruppe von Sinneskuppeln.  
 sc — n. subcostalis.  
 t — die Sinneshäärchen.  
 z — die die Sinneshäärchen innervierenden Sinnesnervenzellen.  
 Ir — die proximale Radialgruppe von Sinneskuppeln.  
 IIr — die distale Radialgruppe von Sinneskuppeln.  
 Is — die proximale Subkostalgruppe von Sinneskuppeln.  
 IIs — die distale Subkostalgruppe von Sinneskuppeln.

Fig. 1. Die gesamte Innervation sowie die Verbreitung der Längsnerven in dem Vorderflügel von *Aphrophora alni*.

Fig. 2. Der basale Teil des Vorderflügels samt den eindringenden Längsnerven und den Sinnesnervenzellen. Von den chitinösen Sinnesorganen wurden nur die Kuppelgruppen gezeichnet, dagegen sind die Sinneshäärchen und die Sinnesborsten nicht gezeichnet worden.

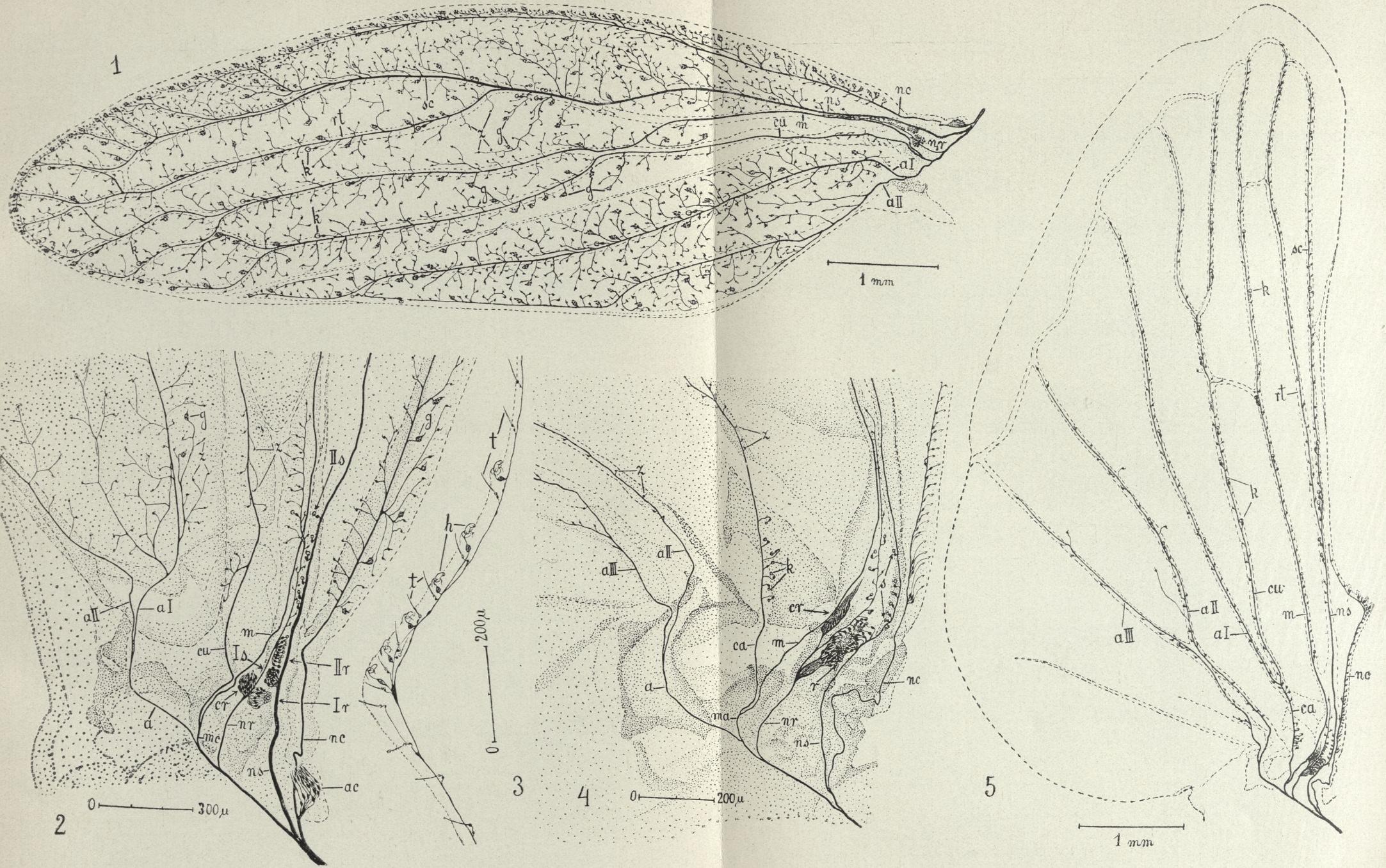
Fig. 3. Der Abschnitt des Vorderrandes am Hinterflügel samt den Sinnesnervenelementen der Haftvorrichtung.

Fig. 4. Der basale Teil des Hinterflügels samt den eindringenden Längsnerven und den Sinnesnervenzellen. Von den chitinösen Sinnesorganen wurden nur die Kuppeln gezeichnet, dagegen sind die Sinneshäärchen nicht gezeichnet worden.

Fig. 5. Die gesamte Innervation sowie die Verbreitung der Längsnerven in dem Hinterflügel.

Aus dem Zoologischen Institut der Jagellonischen Universität, Kraków.





J. Zaćwilichowski del.





*Przyczynek do fizjologii skąposzczetów, należących do rodzaju Chaetogaster. — Contribution to the physiology of Oligochaeta belonging to the genus Chaetogaster.*

Mémoire

de M. H. SZARSKI,

présenté le 5 février 1936, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 4).

### Introduction

Among the fresh water *Oligochaeta* of the family of *Naididae* the greatest attention has been attracted by the genus *Chaetogaster*. Of some species which have been found in Poland, the most common is the *Ch. diastrophus* Gruithuisen, on which I experimented. Some observations have also been made on the closely related form *Chaetogaster limnaei* K. v. Baer. *Chaetogaster diastrophus* is nearly transparent, measuring in length 2—5 mm. It lives in rivers and ponds, where it creeps at the bottom and on the plants. Its appearance in large numbers, in favourable conditions, is owing to the possibility of the asexual reproduction which is a particularity belonging to the family of *Naididae*. It is a carnivorous worm and lives on fresh water animals, smaller in size than itself: Rotifers, Infusoria etc. But it is not particular in the choice of its food, and swallows everything it finds, even air bubbles if there are any in the water. *Chaetogaster limnaei* lives in the mantle-cavity of fresh water *Pulmonata*. This manner of living suggested parasitism and only recently Wagin proved that it is rather a commensal, taking besides other nourishment, various *Cercariae* parasites of the snails. I can confirm his observations, having also seen in the stomach of the worm swallowed *Cercariae* (fig. 13, pl. 4).

The reproduction of *Chaetogaster* takes place in the sexual manner, or asexual by budding. Most often, before the detachment of the bud, a second one is formed, and sometimes the process of the asexual reproduction goes on so quickly, that a chain of animals is formed, even of five buds on one full-grown animal.

The enteric canal begins at the mouth, which leads into a small buccal cavity continued back into the pharynx. Behind the pharynx is the oesophagus which is followed by the intestine. Round the enteric canal between the pharynx and oesophagus is seen a ring of cells, the function of which is unknown.

The intestine consists of two parts: an anterior of acid reaction, and a posterior with alkaline reaction. Like Michaelsen, I give the name of »the stomach« to the anterior part probably homologous with the end of the oesophagus. The wall of the stomach and intestine is formed of two layers of cells: the outer, the coelomic epithelium, and the inner, the enteric epithelium (fig. 1, pl. 4). Between those two layers is situated a plexus of bloodvessels in the form of very regular rings. This regularity is visible on the wall of the stomach. According to Beddard those vessels have proper walls. But Michaelsen considers them as bloodsinuses (»Darmblutsinus«). Also Stephenson writes that »the circulation is there as throughout the whole of the intestine, intra-epithelial«.

I have never remarked distinct walls, but I have often observed numerous anastomoses between the vessels. In the first stages of the budding, the circles of vessels are not regular, but between the coelomic and enteric epithelium there is a large sinus, the layers being connected only in some places. Those facts which I have remarked on living animals, are in accordance rather with the view of Stephenson and Michaelsen, than that of Beddard.

Coelomic epithelium is formed by flattened cells containing a small quantity of granules. It is not usually uniform along the whole enteric canal, because round the intestine the granules increase greatly in size and in number (fig. 2). But in the starving animals those granules nearly disappear, so that the coelomic epithelium is not modified upon the intestinal region either.

The layer of enteric epithelium, which forms the wall of the stomach is provided with stiff cilia which become motile near the

opening of the intestine. The cells are flat, with transparent plasma, they contain a small number of little granules (fig. 1). In the intestine the cells are higher, contain a larger quantity of granules and are provided with long vibratile cilia (fig. 2). The amount of granules is not always the same, and the changes in it induce larger or smaller opacity of the intestine.

On the physiology of worms belonging to the genus *Chaetogaster* two authors, Simm and Nirenstein, have worked. Their publications do not agree in all points. Simm, in his paper published in 1913, describes in detail the result of intravital staining with neutral red and other dyes, and underlines the acid reaction of the stomach and alkaline of the intestine. He is of opinion that while budding, the stomach shows the acid reaction only after the perforation of the prostomium. While studying the digestion he states, that in the stomach, as well as in the intestine, are digested the proteinic substances; and starch in the intestine only. He has not noticed the digestion of fat, and supposes that it is quite absent.

In the year 1922 Nirenstein published a paper in which he describes the acid reaction of the stomach, and without quoting his predecessors, thinks that he was the first to draw attention to this fact. He writes that the acid in the stomach only kills the swallowed prey and that the gastric contents have not digestive properties. To the digestion in the intestine he devotes only a short foot-note in which he writes that here are digested proteins, fat and carbohydrates. He affirms that the acid reaction in the stomach of a bud is developed before the perforation of the prostomium.

### Methods of investigation

For the breeding of the animals I used two-litre glass jars. The jars were filled with tap-water, then a small quantity of a decoction of hay was added, and when Infusoria appeared, several worms were put into the jar, where they multiplied. When, at first I gave too much decoction, so that the animals had an insufficient quantity of oxygen, they gathered under the surface of the water, and eventually perished. So I then added the decoction carefully, only when the worms were budding slowly, and when they accumulated under the surface, I added pure water.

I nourished the animals, during my experiments, with the purest olive-oil and with the fat from the yolk of a hen's egg extracted by means of ether. I made the emulsion by shaking water, containing a drop of fat, in a test tube.

I also fed the animals with stained fibrin (Carminfibrin G. Grübler), with the boiled albumen of a hen's egg which I had previously mixed with carmine powder, or with China-ink, and with raw or boiled potato, or wheaten starch.

In order to stop the movements of the animals during the microscopic investigations, I pressed them a little under a cover-glass. During the intravital staining, I followed the prescriptions of Möllendorf. In order to prevent the shrinking of worms in the fixative, following the advice of Dr. Mikulski, I narcotised the worms before fixation, in a weak solution of  $MgCl_2$ .

I stained the preparations showing the quantity of fat in animals, 15 minutes with a saturated solution of »Scharlach R« in 80% alcohol and then I closed them in glycerine with gelatine. To demonstrate the presence of oxidases I used  $\alpha$ -naphthol and Kahlbaum's dimethylparaphenyldiamin. Those reagents, in presence of oxidising enzymes produce a strong dye — indophenol blue. The solutions were prepared after the prescriptions of Graff. The peroxidases were demonstrated with the same reaction, adding hydrogen peroxide, or by means of hydrogen peroxide and a solution of bensidine in 20% alcohol.

### Observations on digestion

When the food is swallowed, it reaches the stomach where it remains a considerably varying time. When the animals are hungry, and can take much food at once, the first portions go straight into the intestine. But I have observed several times that the grains of starch remain in the stomach more than 24 hours.

Starch and drops of fat never show any change while they are in the stomach. But the proteins are, after a short time, visibly affected. At this point, my observations agree with the results of Simm and of Wagin, who also noticed visible injuries, even the loss of the tail, in *Cercariae* lying in the stomach of *Chaetogaster limnaei*, and are in contradiction to the opinion of Nirenstein, who has not remarked any changes in the pieces of fibrin lying in the stomach. I gave fibrin or Infusoria to the

worms which had been starving for 48 hours. Ten minutes after swallowing, one could observe the first effects of digestion, and after half-an-hour the fibrin quite disappeared and from the Infusoria remained only a part (according to Simm, the nucleus) which the animal with vigorous movements of the stomach, removed into the intestine. This fact is very distinctly seen in fig. 3, pl. 4. Near the posterior end of the stomach we see a half digested *Paramaecium*, and near the anterior end, three partly digested *Colpidia*. So we see that the acid gastric juice not only kills the swallowed prey as Nirenstein supposed, but also digests the proteins, conforming Simm's opinion.

The following part of the enteric canal is the intestine. Digestion takes place here in an alkaline reaction. It is quite clear that the proteins are also digested here; in this point Nirenstein agrees with Simm. Neither of them has tried to investigate whether an intracellular digestion of proteins takes place. In order to explain this point I gave the worms the albumen of a hen's egg mixed with carmine powder or China ink. When the albumen was mixed with carmine powder, the granules of peritonaemum after a time assumed a red colour. But it was the consequence of the dilution of the carmine by the alkaline juice of the intestine. When the indian ink was included in the albumen I never remarked the presence of the black grains anywhere but in the lumen of the intestine. This proves that the cells of the enteric epithelium do not take solid particles of proteinic substances and do not digest them within the protoplasm.

The digestion of fat has not been remarked by Simm, but Nirenstein affirms its presence. I had also observed the digestion of fat drops in the intestine, but this can be seen only when the drops are not too large. It is difficult to obtain from the olive oil, an emulsion in which the drops are sufficiently small, therefore the animals fed with oil emulsion, swallow drops of fat too large for them, they are not able to digest them completely, and it is therefore difficult to remark their partial diminution. So I fed the animals with the fat obtained from the egg-yolk. It was not quite pure, because it contained lipoids, but it was easy to obtain from it a very fine emulsion. When I fed the worms, which had been starving for 48 hours with this fat, they

swallowed drops of it at once. Then I isolated them on a watch glass in a drop of water. After 10—30 minutes the smallest drops of fat were dissolved in the intestine.

Simm fed animals with soap and then remarked a large quantity of fat in the peritoneum. He prepared the soap by boiling the oil with diluted NaOH and filtered this liquid through the filter paper. He then added this solution to the pure water in which he had placed the worms. But in spite of the precision with which he made his experiment, part of the fat might have remained in the solution, because solutions of soap have the property of diluting fat and they promote fine emulsification of it. So it was possible that the increase of fat in the peritoneum was caused by the fat which was still present in the solution of soap. That fact induced me to feed the worms with olive oil. As a result, I obtained a large increase of fat in the peritoneum.

Monday 5/III 1934.

I washed several animals and distributed them in two watch glasses:

Glass 1) clean water.

Glass 2) clean water with emulsion of oil.

Friday 9/III 1934.

I fixed some of the animals from the two glasses, dyed with »Scharlach R« and closed them in glycerine-gelatine.

Starving animals are in the preparation S.

Animals fed with oil are in the preparation K.

In the starving animals I observed the complete absence of fat (fig. 4 and 5) and in those fed with oil a large amount of fat included in the peritoneum viscerales may be remarked. I repeated this experiment several times, always with the same result.

To be quite sure that the fat in the peritoneum came from digestion, I made another experiment.

Friday 13/IV 1934.

I washed several worms and left them in pure water.

Monday 16/IV 1934.

I fixed some animals, stained them with »Scharlach R« and closed them in glycerine-gelatine. Preparation 7 a.

I put the remaining animals into the emulsion of oil.

Wednesday 18/IV 1934.

I fixed some animals, stained them with »Scharlach R« and closed them in glycerine-gelatine. Preparation 7 c.

The animals, from the preparation 7a, have no fat at all in the peritoneal cells and in those from the preparation 7c it appears in a large quantity (fig. 6 and 7). Consequently the fat in the animals included in the preparation 7c must come from oil digested or taken in the form of emulsion. Probably a fat digesting enzyme is present in the lumen of the intestine, because I remarked the digestion of drops of fat outside the cells (before mentioned).

So the intracellular digestion of fat may probably be excluded. One more proof of this is the experiment, in the course of which I fed the animals with a mixture of oil and liquid paraffin as follows:

Tuesday 13/III 1934.

I washed several worms and distributed them into two watch glasses.

Glass 1) clean water.

Glass 2) clean water with the emulsion of mixture of oil and liquid paraffin.

Saturday 17/III 1934.

I fixed some of the animals from both glasses, stained them with »Scharlach R« and closed them in glycerine-gelatine.

Starving animals. Preparation 4a.

Animals from emulsion. Preparation 4b.

Worms from the preparation 4b have the same increase of fat as was to be seen in the animals fed with pure oil (fig. 8). And as the drops of mixture could not be taken in the cells, we must conclude that the fat was separated from the paraffin in the lumen of the intestine.

Nirenstein remarked the shrinking and disappearance of grains of starch in the intestine. Simm had formerly described this fact with details. He stated that after having stained the starch lying in the intestine of worms with iodine, it was possible to see the colours indicating the change of starch in the dextrine. I had also remarked the digestion of the starch grains in the intestine of *Chaetogaster*. But it took me a very long time. Grains of starch often, in spite of a long stay in the intestine, showed no traces of digestion. Only afterwards I remarked that not every grain of wheaten starch is equally digested. The study of several grains in the intestine at the same time, shows that one, or sometimes two grains indicate digestion whereas the others remain unchanged. Digestion is most easily demcnstrated on starch

which had been previously lying for one or two days in water at a temperature of 50°C.

But after having stained the digested starch with iodine I had never remarked similar changes of colour as described by Simm. Even when I stained grains which were visibly affected during investigation by the digestive juices, they were as blue as the fresh ones. Simm describes and draws cells of the intestine, stained with iodine, and sees in them little blue granules which are, according to him, particles of starch. Isolated cells of the intestine always contain small transparent granules. When they are stained with iodine they become yellow and the granules which are not stained appear blue. I have never seen any other grains after feeding animals with starch. So I am of opinion that the starch is not intracellularly digested.

Finally I made the following experiment:

Tuesday 8/V 1934.

I washed several animals and distributed them into three watch glasses:

Glass 1) clean water.

Glass 2) clean water with boiled starch.

Glass 3) clean water with raw starch.

Saturday 12/V 1934.

I fixed some of the animals from all the glasses, stained them in the »Scharlach R« and closed them in the glycerine-gelatine.

Animals from the glass 1) Preparation 9a.

" " " " 2) " 9b.

" " " " 3) " 9c.

All the animals are quite devoid of fat. This experiment was repeated several times with the same result.

Those experiments seem to indicate that *Chaetogaster* does not possess the faculty of forming fat of carbohydrates; I think however, that the quantity of food being too small and the animal being obliged to use its store of fat, on account of the extreme slowness of digestion, the conditions necessary for the formation of new fat were not realized.

The results of my experiments are as follows:

- 1) The digestion of proteins in the stomach was stated, as also
- 2) The digestion of proteins, carbohydrates and fat in the intestine.
- 3) Intracellular digestion was never observed.



Ad 1). The free acid in the enteric canal is not, as Nirenstein thinks, a property of *Vertebrata* only. On the contrary, it occurs in different groups of the animal kingdom. It is sufficient to remember that in the year 1893 C. Gruvel stated HCl in the enteric canal of *Cirripedia: Pollicipes* and *Lepas*<sup>1)</sup>. There might be other examples, hence the opinion of Nirenstein that it was he who first in the year 1922, remarked free acid in the intestine of an Invertebrate does not conform to the facts contained in the literature on the subject.

Ad 2). The digestion of fat by the *Oligochaeta* was first remarked by Lesser and Taschenberg, but later on it was not confirmed. Simm denied its presence. Only a few years ago Liebmann during his experiments on earthworms proved uncontestedly the digestion of fat. He fed earthworms with tissue paper soaked in an emulsion of oil and then remarked a great increase of fat in the chloragogen cells. My experiments, carried out in a similar manner, give, as we see an identical result.

The slow digestion of starch is surely in connection with the carnivorous habits of *Chaetogaster*. In the intestine of other *Oligochaeta* (earthworms) the digestion of starch was demonstrated a long time ago as very rapid.

Ad 3) The question of the intracellular digestion in the group of *Oligochaeta* must be thoroughly discussed. Special studies on this subject have been published only by Kükenthal. He fed the earthworms with carmine powder and then remarked the red colour of the intestinal cells. This fact induced him to suspect the intracellular digestion. On the microscopical preparations he saw that the enteric canal gives pseudopodia into the lumen of the intestine, sometimes even whole cells can be seen lying freely and not connected with the epithelium. On the basis of those observations Kükenthal is convinced of the intracellular digestion.

But carmine is diluted in the alkaline reaction, so that, for instance, in *Chaetogaster* fed with carmine, the contents of the intestine are quite red, consequently the presence of carmine in the intestinal cells cannot be a proof of intracellular digestion. Nor can the facts remarked by Kükenthal on sections serve as a sufficient test. Vejdovský describes a very similar phe-

<sup>1)</sup> Quoted after Biedermann.

nomenon on *Stylaria lacustris* L. which I also remarked in living *Chaetogaster*.

From time to time there appears on the wall of the intestine small pseudopodium full of fine granules, which rapidly grows and after a short time falls into the intestine, where it assumes a spherical shape. I remarked as many as ten such vesicles floating at the same time. In some minutes they burst, the granules were dispersed and in a short time (about 2 minutes) disappeared. This phenomenon can be most easily observed on starving worms having a quite empty intestine, so it cannot be in connection with the digestion. I suppose, that the granules in the vesicles are excretory products. The excretion through the wall of the intestine in the worms has been noticed (Schimkewitsch, Wilczyński). One objection could be made, namely, that the granules are dissolved in the intestine. But such is the case probably only because the delicate membrane which surrounds the granules is dissolved, so that they become invisible, and afterwards their contents are thrown out.

So we see that the observations of Kükenthal cannot prove the presence of intracellular digestion. As before mentioned I have never remarked it either, and from all that I have been able to deduct I suppose that the intracellular digestion must be considered as rather improbable.

\* \* \*

An interesting result, described by Simm is obtained when the *Chaetogaster* is fed with »Scharlach R« or »Sudan III«. Then the contents of the stomach and all the granules of enteric and coelomic epithelium are stained (fig. 11). When, instead of those dyes, I used indophenol blue, which, as is well known, is poisonous, after the elapse of two hours some animals were dead, the remainder were shrunken and immobile (I took for this experiment starving animals, which immediatly swallowed the grains of dye). All the granules were now stained in blue but the nephridia were stained too (fig. 12). On examining them closely it may be seen that the nephridia are stained quite uniformly and no grains of dye are present. This is due to the rapid excretion of dye which still remains in the intestine. When the animals are put into clean water, after a certain time the nephridia lose their colour, but

the colour of the granules in the peritoneal cells remains, without causing any harm to the worms. They move normally, digest and even bud. The granules in the cells lose their colour very slowly and only on about the fifth day after swallowing the dye they are quite unstained. For some days however, the worms retain in their bodies a very injurious dye which does no damage.

So the poison acts only when it is diluted in the intestine and permeates the whole body of the animal, but when the poisonous substance is connected with fat it loses its deadly qualities and can be, without injury to the worm, separated from the fat and thrown away.

Finally I will describe the distribution of oxidising enzymes which is very peculiar to this worm, when we compare it with the accounts of Prenant, who investigated the earthworm, *Enchytraeus* and *Stylaria*.

When a reaction for oxidases is made on *Chaetogaster*, for example with  $\alpha$ -naphthol and dimethylparaphenyldiamine, all the cells of the worm assume a uniform blue tint. Consequently oxidases seem to be distributed in all the cells in nearly equal quantities. Those reactions must be made on living animals at most narcotised with  $MgCl_2$ , every fixative annuls the result.

But if a peroxidase reaction, for example, with benzidine and hydrogen peroxide is made on a fixed animal, it is seen that the peroxidases are chiefly concentrated in a ring of cells, situated round the enteric canal between pharynx and oesophagus (fig. 10). It is commonly supposed that the peroxidase is a part of oxidase, deprived of the second component oxygenase. But here the reaction indicates in the cells a much larger quantity of peroxidase than of oxidase, and so we may suppose, that the peroxidase here found is not only a component of the respiration system of the cell but also has a special, but till now not nearer defined function.

The present work has been carried out in the Zoological Institute of the Jagiellonian University of Cracow, under the direction of Prof. Dr. M. Siedlecki, to whom I am indebted for the subject, the kind interest he has always evinced in my researches and for the great assistance he has afforded me during my investigations.

From the Zoological Institute of the Jagiellonian University, Kraków.

### Explanation of plate 4

- Fig. 1. Wall of the stomach of the living animal.  
 Fig. 2. Wall of the intestine of the living animal abundantly fed.  
 Fig. 3. *Chaetogaster* narcotized with  $MgCl_2$ . In the stomach remains of one *Paramaecium* and three *Colpidia* are visible.  
 Fig. 4. Starving *Chaetogaster*. Preparation dyed with Scharlach »R«.  
 Fig. 5. The same (as on figure 5) considerably magnified.  
 Fig. 6. *Chaetogaster* fed with oil. Preparation dyed with Scharlach »R«.  
 Fig. 7. The same (as on figure 6) considerably magnified.  
 Fig. 8. *Chaetogaster* fed with oil after starvation. Preparation dyed with Scharlach »R«.  
 Fig. 9. The same (as on figure 8).  
 Fig. 10. The fore-part of *Chaetogaster* dyed with benzidine.  
 Fig. 11. *Chaetogaster* fed with Scharlach »R«.  
 Fig. 12. *Chaetogaster* two hours after being fed with indophenol blue.  
 Fig. 13. *Chaetogaster limnaei*. In the stomach a swallowed Cercaria.

### Literature

1. Beddard F. E. A monograph of the order *Oligochaeta*. Oxford, 1905.—
2. Biedermann W. Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung. Winterstein, Handb. d. Vergl. Physiol. Vol. II. — 3. Kueken-thal E. Beobachtungen an Regenwurm. Biol. Zentrbl. Vol. 8. 1888. —
4. Lehmann C. Nahrungsuntersuchungen an *Chaetogaster diaphanus*. Arch. f. Hydrobiol. Vol. XXV. 1933. — 5. Lesser E. J. and Taschenberg E. W. Über Fermente des Regenwurms. Z. Biol. Vol. 50. 1908. — 6. Liebmann E. Untersuchungen über Chloragogen und Fett bei Lumbriciden. Zool. Jahr. Jena. Abt. All. Zool. Vol. 44. 1927. — 7. Liebmann E. Weitere Untersuchungen über das Chloragogen. Zoll. Jahr. Jena. Abt. Anat. Ont. Vol. 54. 1931. —
8. Michaelsen W. *Oligochaeta*. Das Tierreich. Lief. 10. Berlin, 1900. —
9. Michaelsen W. *Oligochaeta*. Kükenthal, Handb. d. Zool. Vol. 2. Part. 2. Berlin, 1928. — 10. Möllendorf W. Methoden zu Studien über vitale Färbungen an Tierzellen. Abderhalden, Handb. biol. Arbeitsmet. Vol. V. Part. 2. I. — 11. Nirenstein E. Über das Vorkommen freier Säure in Verdauungstrakt von Oligochaeten. Pflügers Arch. Vol. 196. 1922. — 12. Prenant M. Etudes histologiques sur les peroxydases animales. Arch. Morph. exp. gén. Vol. 21. 1924. — 13. Schimkewitsch W. Über die exkretorische Tätigkeit des Mitteldarmes der Würmer. Biol. Zentrbl. Vol. XIV. 1894. — 14. Simm K. Verdauungsvorgänge bei reifen und knospenden Würmern aus der Gattung *Chaetogaster*. Bull. de l'Acad. des Sciences. Cracovie, 1913. Sér. B. —
15. Stephenson J. The *Oligochaeta*. Oxford, 1930. — 16. Ude H. *Oligochaeta*. Die Tierwelt Deutschlands. Jena. G. Fischer, 1929 — 17. Wagin W. L. *Chaetogaster limnaei* als Cercarienvertilger. Zool. Anzeiger. Vol. 95. 1931. —
18. Wilczyński J. Über die exkretorische Tätigkeit des Hinterdarmes bei Sipunculiden. Bull. de l'Acad. des Sciences. Cracovie, 1913. Sér. B. —
19. Vejdovský F. System und Morphologie der Oligochaeten. Prag. 1884.





*W sprawie składników komórkowych krwi u Amphiuma means Gard. — Über Blutelemente bei dem Aalmolch (Amphiuma means Gard.).*

Mémoire

de M. P. SŁONIMSKI,

présenté le 5 février 1936, par M. M. Konopacki m. t.

(Planche 5).

**I. Einleitung.**

Unter allen Wirbeltieren besitzen die Amphibien, unter diesen wieder der Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) die größten roten Blutkörperchen [vgl. Schaffer (1920), Babudieri (1930), Branca-Verne (1934) etc.].

Aus diesem Grunde bietet, wie ich das schon an anderer Stelle erwähnt habe (Słonimski, 1933), der Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) ein sehr interessantes Material dar, welches dank seiner namhaften Größe der Blutzellen, nicht nur das Studium reifer Elemente, aber auch unreifer Stadien und Übergangsformen, die wir im Blutkreislaufe finden können, besonders ermöglicht.

Über die Bildung roter Blutkörperchen im Kreislaufe dieser Amphibienart hat sich in den letzten Jahren Komocki (1930) geäußert. Der Verfasser versuchte zu beweisen, indem er sich an das Studium der Blutausrüche, die mittels gewöhnlichen hämatologischen Methoden gefärbt wurden (nach Romanowsky-Wright, Romanowsky-Pappenheim) stützte, daß man im Kreislauf des Aalmolchs (*Amphiuma means* Gard.), ähnlich wie bei der kleinen lungenlosen, amerikanischen Amphibienart *Batrachoseps attenuatus* Esch. die Bildung von Erythrozyten aus den Hämatoblasten (Thrombocyten) feststellen kann.

Diese Ansicht widerspricht sowohl meinen früheren Beobachtungen (1929) über die Blutelemente bei der ungemein interessanten Salamanderart *Batrachoseps attenuatus* Esch., wie auch einer Reihe experimenteller und vergleichsanatomischer Studien, die ich über verschiedene Vertreter der *Ichtyo-* und *Sauropsida* in den letzten Jahren durchgeführt habe (Słonimski 1927—1935).

Um diesen Widerspruch zu entscheiden, befaßte ich mich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen mit Studien über Blutelemente beim Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.), und widmete meine spezielle Aufmerksamkeit dem Problem des genetischen Zusammenhanges zwischen den Erythrozyten und Thrombozyten (Hämatoblasten), die man im Blute der erwachsenen Tiere dieser Art beobachtete.

Das Differenzierungsproblem der roten Blutkörperchen im Inneren der Kreislaufgefäße bei niederen Wirbeltieren interessierte schon eine Reihe von Verfassern, in den letzten Jahren aber besonders A. B. Dawson (1930).

Dieser Verfasser hat beobachtet, daß bei einigen Arten von Urodelen im Frühling eine Steigerung der erythropoëtischen Tätigkeit stattfindet, die sich durch Vorhandensein unreifer Formen, wie auch durch die mitotische Zellteilung der roten Blutkörperchen im Kreislaufe feststellen läßt.

## II. Material und Technik.

Als Material zu den folgenden Untersuchungen dienten mir zwei erwachsene Exemplare des Aalmolchs (*Amphiuma means* Gard.), denen ich, gleich nachdem das Tier durch Äther getötet wurde, unmittelbar aus dem Herzen das Blut entnommen habe. Zur Färbung der Blutpräparate benutzte ich außer einer Reihe von gewöhnlichen hämatologischen Methoden (May-Grünwald-Giemsa; May-Grünwald-Panchrom nach Pappenheim; Triazidgemisch nach Ehrlich-Biondi), eine von mir schon früher benutzte Färbungstechnik<sup>1)</sup>, die auf einer histochemischen Reaktion auf Hämoglobin nach Madelung (Lepelne) beruht. Diese Präparate wurden nach Einwirkung von alkoholischer Benzidinlösung und Wasserstoffsperoxyd ( $H_2O_2$ ) mittels polychromen Methylenblau nach Unna gefärbt. Auf

<sup>1)</sup> Vgl. Słonimski (1928, 1929, 1933, 1934), Romeis (1932, S. 398), Lison (1936).



diese Weise gefärbte Blutpräparate übertreffen, was die Klarheit des Bildes, wie auch die Empfindlichkeit der farbigen Reaktion anbelangt, alle anderen, die mit gewöhnlichen hämatologischen Methoden gefärbt werden. Meiner Meinung nach, ermöglicht von allen bis jetzt bekannten Färbungen die von mir letzterwähnte Methode am besten die Unterscheidung der unreifen roten Blutkörperchen (Proerythroblasten und Erythroblasten) von den anderen hämoglobinfreien Blutzellen (Thrombozyten und Lymphozyten).

Die beim Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) untersuchten Blutelemente wurden mit anderen Blutbildern der verschiedenen Urodelenarten, besonders der amerikanischen, wie: *Batrachoseps attenuatus* Esch. *Amblystoma mexicanum* Cope, *Desmognathus fuscus* Rafin., *Oedipus (Spelerpes) belli* Gray verglichen.

### III. Eigene Beobachtungen.

Bevor ich über die Blutzellen des untersuchten Tieres zu sprechen beginne, muß ich andeuten, daß das Knochenmark bei den Urodelen noch nicht als Blutbildungsorgan tätig ist [vgl. Alder und Huber (1923), Jordan und Speidel (1924), Dawson (1932, 1933)]. Deswegen finden wir in ihrem Blutkreislauf viel jüngere Blutzellen, als im Kreislaufe der Säugetiere und Menschen. Diese Verhältnisse sind ganz besonders beim Aalmolch sichtbar (mit Bezug auf den Unterschied zwischen den unreifen und reifen Formen), und zwar an den mittels Benzidin nach Lepehne gefärbten Präparaten, an welchen eine große Menge von unreifen (Erythroblasten) und halbreifen roten Blutkörperchen (polychromatische Erythrozyten) beobachtet werden.

Was die Blutbestandteile von *Amphiuma means* Gard. anbetrifft, so finden wir einige Angaben in der Literatur [Eisen (1899), Jordan und Speidel (1923), Komocki (1930)]. In meiner Arbeit wurde jedoch zum ersten Mal eine neue Technik eingeführt, die viel sichere und klarere Bilder ermöglicht, als die früher von Eisen, Jordan u. Speidel, wie Komocki angewandten Methoden.

Unter den reifen Blutelementen konnte ich folgende Zelltypen unterscheiden: a) Erythrozyten, b) Thrombozyten, c) Lymphozyten, d) Monozyten, e) polymorphkernige oder pseudoneutrophile Leukozyten, f) eosinophile Granulozyten, g) basophile Granulozyten. Ich konnte auch feststellen, daß alle diese Elemente sich mittels ihrer

Übergangsformen mit den Mutterzellen verbinden, die auch als Erythroblasten, Lymphoblasten, Myeloblasten im Blutkreislaufe vorkommen.

Außerdem konnte ich auch beim Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) »Spindelzellen« beobachten, die sich von echten Thrombozyten durch ihre Größe und Bau unterscheiden und die ich schon früher bei der indischen Schlange (*Vipera russelli*) und dem Königspython (*Python regius*), als beschädigte rote Blutkörperchen beschrieben habe (Słonimski, 1933, 4). Ich beobachtete auch, wie bei anderen Amphibien, gealterte Erythrozyten, unter denen fast ganz hämoglobinfreie Zellen vorkamen (Vgl. Tafel 5, Fig. k).

Rote Blutkörperchen. Nach meinen experimentellen Untersuchungen kann man die Blutinselzellen für die Urzellen aller roten Blutkörperchen der Amphibien annehmen [Słonimski (1930, 31), Storti (1935), Brachet (1936)]. Von ihnen stammen sowohl diese, die sich in den Kapillaren der sog. Blutbildungsorgane (Milz) mehren, wie auch jene, die sich schon im Blutkreislaufe befinden. Im Einklang mit diesen neuen Befunden kann man im Blute von erwachsenen Aalmolchen sowohl halbreife (polychromatische Erythrozyten) wie auch unreife rote (Erythroblasten) Blutkörperchen finden <sup>1)</sup>.

Wir müssen hervorheben, daß die jungen roten Blutkörperchen, ähnlich wie die reifen Erythrozyten, eine gut sichtbare Membran besitzen. Dies ist besonders an den mittels Benzidin nach Lephene gefärbten Präparaten gut sichtbar, da sich wegen großer Empfindlichkeit der von mir benutzten histochemischen Reaktion, nur das hämoglobinhaltige Zytoplasma färbt und die Zellmembran (Randreifen) ungefärbt bleibt.

Meine Beobachtungen, die die Kernstruktur der Erythroblasten und Erythrozyten betreffen, stehen im Einklang mit anderen Autoren. Der Erythroblastenkern (Taf. 5, Fig. h) ist rundlich, der Erythrozytenkern dahegen oval. Manchmal kann man in den Erythrozyten neben dem gewöhnlichen Kern, auch ein oder zwei rundliche Kernabspaltungen finden (Taf. 5, Fig. i).

<sup>1)</sup> Komocki (1930, S. 729) schreibt: »Soweit mir bekannt ist, wurde die polychromatophile Färbung der jungen Erythrocyten bei den niederen Wirbeltieren hier zum ersten Mal festgestellt«. Dies ist schon längst bekannt (s. Alder u. Huber 1923).

Was die Dimensionen der Erythroblasten anbetrifft, so gebe ich hier den Durchschnitt ihrer Zelleibgröße an:  $37 \mu \times 35 \mu$ .

Aus dem Vergleich der Dimensionen der Erythroblasten beim Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) mit anderen Urodelenarten [*Oedipus (Spelerpes) belli* Gray] ersehen wir, daß die Unterschiede keine namhaften sind, woraus wir schließen dürfen, daß die Erythrozyten des Aalmolchs erst im Blutkreislaufe ihre außergewöhnliche Größe ( $72 \mu \times 40 \mu$ ) erlangen.

Übereinstimmend mit den anfangs angedeuteten Untersuchungen von Dawson (1930), habe ich in meinem Material mitotische Teilungen unter den unreifen Zellen beobachtet (vgl. Taf. 5, Fig. p). Möglicherweise können auch amitotische Teilungen stattfinden, man kann jedoch in dieser Hinsicht leicht einem Irrtum unterliegen. Nämlich die zwischen zwei andere eingepreßte Zelle kann leicht als eine in amitotischer Teilung sich befindende gelten.

Thrombozyten (Taf. 5, Fig. a). Die Thrombozyten sind beim Aalmolch im Verhältnis zu den Erythrozyten recht klein ( $25 \mu \times 20 \mu$ ), dabei sind sie fast von derselben Größe, wie bei den von mir untersuchten anderen Urodelenarten, z. B. *Oedipus (Spelerpes) belli* Gray. Diese Art besitzt rote Blutkörperchen, die kleiner sind ( $50 \mu \times 30 \mu$ ) als bei *Amphiuma means* Gard., ihre Thrombozyten sind dagegen fast den anderen gleich. Wenn ein genetisches Verhältnis zwischen diesen beiden Zellarten bestehen würde, wie es Komocki (1930) annimmt, so müßte es sich im Größenunterschied dieser Zellen ausdrücken.

Dem Standpunkte Komocki's gegenüber (1930) möchte ich hervorheben, daß die Thrombozyten, fälschlich von ihm Hämatoblasten genannt<sup>1)</sup>, kein Hämoglobin und keine Zellmembran (Randreifen nach Meves) aufweisen. An meinen Präparaten, die mit Benzidin nach Lepehne und mittels polychromen Methylenblau nach Unna gefärbt wurden, färbt sich das Zytoplasma der Thrombozyten sehr oft metachromatisch violett-rosa, was keine anderen Blutelemente aufweisen. Diese Technik ermöglicht das Unterscheiden beider Zellarten. An gewöhnlich gefärbten Präparaten sind die Lymphozyten am ähnlichsten, besonders wenn die letzteren keine longitudinale Furche im Kern und Spindelform aufweisen.

<sup>1)</sup> Der Termin »Haematoblast« für »Thrombozyt« ist heute vollkommen veraltet (s. Hayem 1879—1928, Jolly 1923).

Die Lymphozyten (Taf. 5, Fig. c, l) treten beim Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) als kleine und große Formen auf. Einige von ihnen besitzen einen noch unreifen Kern und können deswegen Lymphoblasten genannt werden. Komocki (1930) nimmt mit Alder und Huber (1923) an, daß im Blute der Amphibien keine Lymphozyten vorkommen. Diese Meinung ist unrichtig, weil das Vorhandensein von Lymphozyten, wie auch von Lymphgefäßen (s. Hoyer, 1934) von mehreren Verfassern festgestellt wurde, (Jordan u. Speidel 1923, Jordan 1932, Dawson 1932, Loewenthal 1928, 1929 etc.).

Ich muß bemerken, daß ich weder bei den Lymphozyten, noch bei den Thrombozyten und Erythrozyten Übergangsstadien beobachtet habe. Die in der Arbeit von Komocki (1930, S. 729) zusammengestellten Übergangsformen bei den Hämatoblasten (Thrombozyten) und Erythrozyten sind ohne genügende Beweiskraft, da keine von den abgebildeten Zellen ein echtes Thrombozyt darstellt, und die meisten (von Fig. 5 bis 13) schon zu den roten Blutkörperchen zuzurechnen sind.

Monozyten (Taf. 5, Fig. f) und polymorphkernige Leukozyten (Taf. 5, Fig. e). Die Monozyten sind beim Aalmolch nicht die größten von den weißen Blutkörperchen, wie dies als Regel beim Menschen vorkommt. Ihr Kern ist meist nierenförmig und seitwärts gelegen.

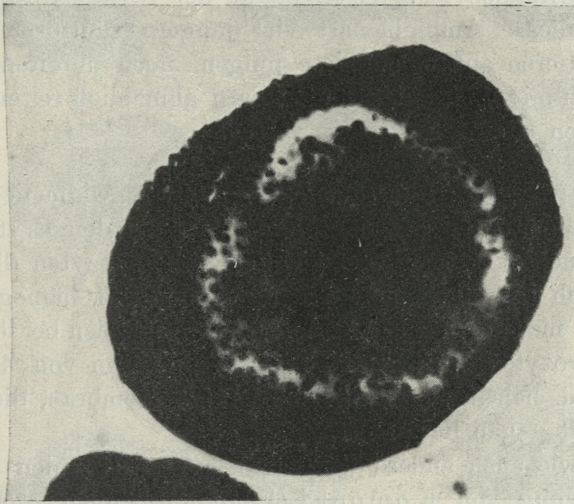
Über die Genese der Monozyten, wie auch über die nächste Zellgruppe, die man polymorphkernige oder pseudoneutrophile Leukozyten nennt, kann ich mich vorläufig bei *Amphiuma means* Gard. nicht äußern. Es ist zwar nicht schwer bei den Amphibien die pseudoneutrophilen Leukozyten zu unterscheiden, aber die Natur ihrer Granulation ist noch nicht genügend erklärt (vgl. Loewenthal, 1928, 1929). Ihr Zytoplasma zeigt je nach dem Alter (oder möglicherweise je nach dem Tätigkeitszustande) eine verschiedene Tingierbarkeit.

Eosinophile und basophile Zellen. Im Blute der Aalmolche finden wir eosinophile und basophile Granulozyten. Der Kern der eosinophilen Zellen (Taf. 5, Fig. d) ist nicht so stark segmentiert wie bei den polymorphkernigen Leukozyten, obwohl er sich von den Eosinophilen der Säugetiere unterscheidet. In diesen Zellen finden wir, neben dem wurstartigen Kern manchmal eine oder zwei kleine Kernabsplattungen, ähnlich wie wir es an

der Erythrozytenabbildung auf Taf. 5, Fig. i sehen. Da, wo das Zytoplasma zwischen eosinophilen Granula zu erkennen ist, weist es einen basophilen Charakter auf.

Ich muß nochmals im Gegensatz zu Tischtschenko's (1932) Meinung betonen, daß die eosinophilen Granula auch bei *Amphiuma means* Gard. keine positive Reaktion auf Hämoglobin geben.

Besonders interessant ist das Vorhandensein von eosino- und basophilen Myelozyten im Blutkreislauf des Aalmolchs. Der Kern dieser Zellen ist rundlich und etwas seitwärts, nicht in der Mitte, wie bei den Erythroblasten, gelegen.



Textfig. 1. Basophile Zelle von *Amphiuma means* Gard.

Basophile Granulozyten (Textfig. 1) kommen als Zellen vor die eine größere oder kleinere Protoplasmamenge, welche reichlich mit Granula gefüllt ist, aufweisen. Bloß über dem rundlichen Kern ist ihre Zahl kleiner und deshalb bildet diese Stelle einen lichterem Fleck, wie wir dies an der Textfig. 1 sehen können.

Aus den dargestellten Beobachtungen erhellt, daß das Blut von *Amphiuma means* Gard. viele junge Formen von Blutzellen enthält. Die Anwendung der Benzidinmethode ermöglichte das Feststellen einer großen Menge von unreifen roten Blutkörperchen, die sich von den Throm-

bozyten und Lymphozyten sowohl morphologisch wie auch histochemisch unterscheiden.

#### IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Der Verfasser untersuchte die Blutelemente bei dem Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.), einer Urodelenart, die die größten Erythrozyten unter allen Wirbeltieren besitzt.

Unter den reifen Zellen konnte er folgende Zelltypen feststellen: Erythrozyten, Thrombozyten, Lymphozyten, Monozyten, polymorphkernige oder pseudoneutrophile Leukozyten, eosino- und basophile Granulozyten. Weiter stellte der Verfasser fest, daß im Kreislauf dieser Amphibienart viel jüngere Blutformen als bei den Säugetieren auftreten. Diese jungen, noch unreifen Formen, können sich mitotisch teilen und weisen allmählich reifende Übergangsformen auf.

Seinen früheren Untersuchungen folgend, widmete der Verfasser dem Verhältnisse der Thrombozyten zu den Erythrozyten seine besondere Aufmerksamkeit. Die Thrombozyten dieser Art sind, ähnlich wie diejenigen anderer Amphibien, hämoglobinlose Zellen und man kann auch keine Übergangsstadien bei ihnen und den Erythrozyten beobachten. Die Erythrozyten von *Amphiuma means* Gard. haben eine stark ausgeprägte Membran, die bei den Thrombozyten gänzlich fehlt.

Diese, wie auch andere Tatsachen, veranlassen den Verfasser die Auffassung von Komocki (1930) abzulehnen, welcher behauptet, daß die Erythrozyten bei diesem Tier aus den Thrombozyten (Hämatoblasten) entstehen.

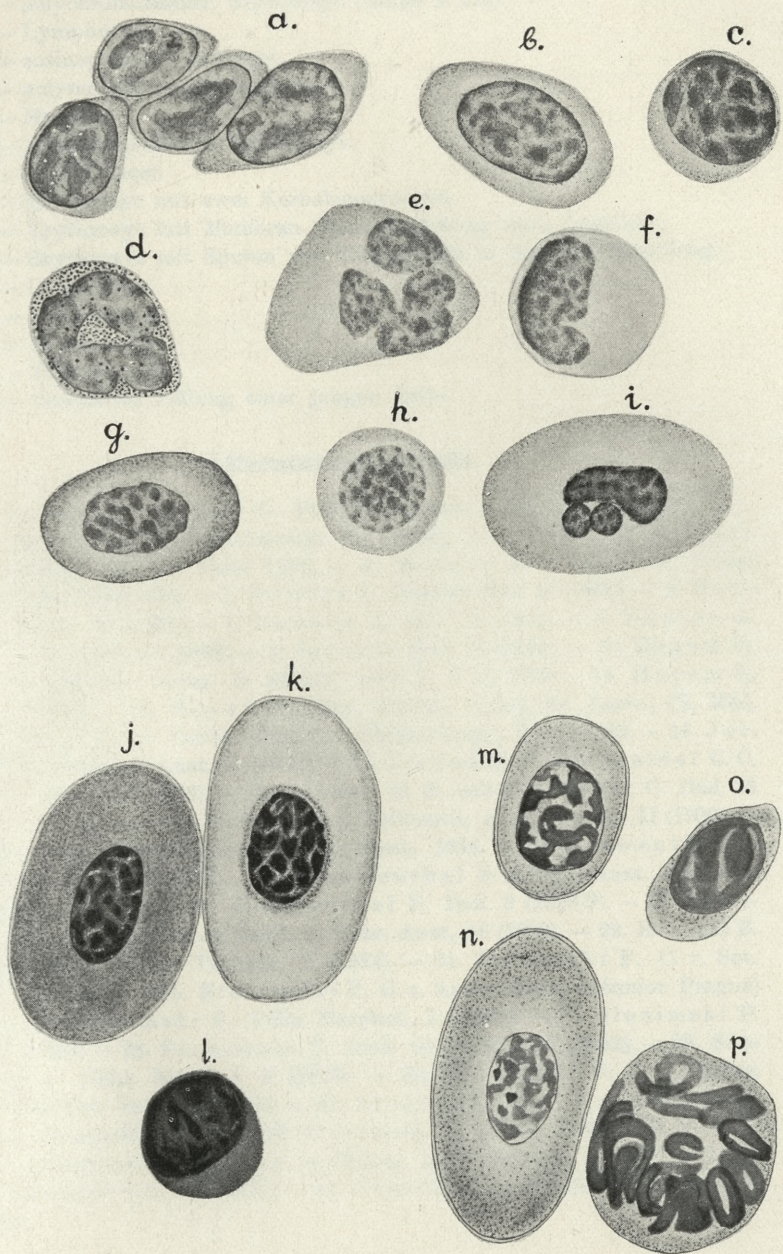
(Histologisch-Embryologisches Institut der J. Pilsudski Universität in Warszawa, Dir. Prof. Dr. M. Konopacki).

---

#### Erläuterung der Abbildungen auf Tafel 5.

Alle Zeichnungen sind mittels Zeiß-Öl. Im. 1/8 und Zeichen-Okul. II oder IV gez.

Fig. a—i sind nach Präparaten, die nach May-Grünwald-Panchrom gefärbt wurden, gezeichnet. Fig. j—p sind nach Präparaten gezeichnet, die mit Lepehne-Benzidin färbung und mit polychromem Methylenblau nach Unna gefärbt wurden.



P. Stonimski

P. Megik del.

1914

1914

1914

1914

1914

1914

1914

1914

1914

1914



- Fig. a — 4 Thrombozyten.  
 Fig. b — polychromatisches Erythrozyt (junge Form).  
 Fig. c — Lymphozyt.  
 Fig. d — eosinophiles Granulozyt.  
 Fig. e — polymorphkerniges Leukozyt.  
 Fig. f — Monozyt.  
 Fig. g — polychromatisches Erythrozyt.  
 Fig. h — Erythroblast.  
 Fig. i — Erythrozyt mit zwei Kernabsplattungen.  
 Fig. j — Erythrozyt mit Membran (Benzidinfärbung nach Lepehne).  
 Fig. k — Erythrozyt mit Spuren von Hämoglobin in der Kernumgebung.  
 Fig. l — Lymphozyt.  
 Fig. m — Erythroblast.  
 Fig. n — Erythrozyt.  
 Fig. o — Thrombozyt.  
 Fig. p — mitotische Teilung einer jungen Zelle.

### Literaturverzeichnis.

1. Alder A. u. Huber E. *Folia Haematol.* I, 29 (1923). — 2. Babudieri (Babuder) B. *Haematolog.* 11 (1930). — 3. Brachet A. *Traité d'Embryologie*, II Ed. Paris 1936. — 4. Branca A. — Verne J. *Précis d'Histologie*, Paris 1934. — 5. Dawson A. *Anatom. Rec.* 45 (1930). — 6. Dawson A. *Ibid.*, 50 (1931). — 7. Dawson A. *Ibid.* 52 (1932). — 8. Dawson A. *Journ. of Morphol.* 55 (1933). — 9. Eisen G. *Ibid.* 15 (1899). — 10. Hayem G. *Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, série 2, t. 6, 1879. — 11. Hayem G. *Sang*, 2 (1928). — 12. Hoyer H. *Mém. d'Acad. Polon. Sc. Lettr.*, Cl. Méd. 1934. — 13. Jolly J. *Traité technique d'hématologie*, Paris, 1923. — 14. Jordan H. E. *Amer. J. Anat.* 51 (1932). — 15. Jordan H. E. and Speidel C. C. *Amer. J. Anat.* 32 (1923). — 16. Jordan H. E. and Speidel C. C. *Ibid.* 33 (1924). — 17. Komocki W. *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.* II (1930). — 18. Lison L. *Histochemie animale*, Paris, 1936. — 19. Loewenthal N. *Bull. d'Histol. appl.* 4 (1927). — 20. Loewenthal N. *Arch. d'Anat., d'Histol., d'Embryol.* 8 (1928). — 21. Loewenthal N. *Ibid.* 9 (1928/9). — 22. Roberson J. M. jun. *Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat.* 16 (1932). — 23. Romeis B. *Taschenbuch d. mikr. Technik*, 2 (1932). — 24. Słonimski P. *C. r. Soc. Biolog.*, 96 (1927). — 25. Słonimski P. *C. r. Assoc. Anat. (Réunion Prague)* 1928. — 26. Słonimski P. *Folia Morphol.*, I (1929). — 27. Słonimski P. *Ibid.* 2 (1930). — 28. Słonimski P. *Arch. de Biolog.* 32 (1932). — 29. Słonimski P. *Folia Morphol.* 4 (1933). — 30. Słonimski P. *C. r. Assoc. Anat. (Réunion Bruxelles)* 1934. — 31. Słonimski P. a) *C. r. Assoc. Anat. (Réunion Montpellier)* 1935. — 32. Słonimski P. b) *Ibid.* 1935. — 33. Schaffer J. *Vorlesungen u. Histolog. u. Histog.* 1920, Leipzig. — 34. Storti E. *Arch. Zoologico Ital.*, 21 (1935). — 35. Tischtschenko E. *Folia Haematol.* 44, 1931.



*Transplantacja młodych larw aksolotla na zwierzęta dorosłe. — Über die Transplantation von jungen Larven des Axolotls auf ältere Tiere.*

Mémoire

de M. Z. KOŁODZIEJSKI †<sup>1)</sup>,

présenté le 5 février 1936, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 6).

**Einleitung.**

In meiner früheren Veröffentlichung<sup>2)</sup> über die Transplantation junger Larven oder ihrer Teile auf erwachsene Tiere gab ich der Vermutung Ausdruck, daß die Entwicklungsanomalien der Transplantate hauptsächlich durch das Fehlen von Teilen des Nervensystems im Falle der Übertragung von Larventeilstücken oder durch Absterben oder Degeneration von Teilen des Nervensystems in den Fällen, wo ganze Larven übertragen wurden, bedingt sind. Die Degeneration des Nervensystems der Im-

<sup>1)</sup> Die vorliegende Arbeit ist vom Verstorbenen in Form stenographierter Notizen hinterlassen worden und sollte die erste von einer Reihe von Abhandlungen sein, in denen der Verstorbene die Resultate seiner umfangreichen, mehrere Jahre umfassenden Untersuchungen über die Transplantation von Axotyllarven auf erwachsene Tiere niederlegen wollte. Leider befindet sich der Rest der Notizen in einem so unvollkommenen Zustande, daß es unmöglich ist, sie in den Druck zu geben. Nachdem ich das Stenogramm der vorliegenden Arbeit durchgesehen habe, gab ich es in den Druck, wobei es mein Bestreben war, den Text des Verfassers, den der Tod frühzeitig auf der Höhe seiner wissenschaftlichen Tätigkeit hinweggerafft hat, möglichst unverändert zu belassen. (St. Smreczyński).

<sup>2)</sup> Z. Kołodziejski. Transplantacja młodych larw aksolotla na zwierzęta dorosłe. Z zasiłku Funduszu Kultury Narodowej, 1933.

plantate schrieb ich den ungünstigen Lebensbedingungen zu, in welchen sich die transplantierten Teile, besonders zur Zeit der Blutstockung, befinden. Zu jener Zeit starben fast immer die Köpfe der Larven ab, die zusammen mit dem Kopfe übertragen wurden. Nur in sehr seltenen Fällen gelang es mir, derartige Transplantate einige Wochen lang zu erhalten, ohne daß das Absterben der Köpfe eintrat. Sowohl Entwicklung und Wachstum des Kopfes wie auch des ganzen Körpers unterschieden sich stark von den normalen. In den früheren Versuchen erhielt ich die besten Ergebnisse, wenn ich Larven mit verletzter Rückenhaut, was das Einheilen in die Gewebe des Wirtstieres erleichterte, in eine die Rückenflosse eines erwachsenen Tieres quer durchbohrende Öffnung brachte. Derartige Eingriffe führte ich jedoch sehr selten aus. In einer neuen, im Januar 1933 durchgeführten Versuchsreihe, wandte ich fast ausschließlich diese Methode an.

#### Methodik.

In einigen Fällen transplantierte ich die Larven nicht quer in die Rückenflosse, sondern durch den oberen Teil des Kiemendeckels hinter den Ansatz des dritten Kiemenstammes. Da meine früheren Untersuchungen zeigten, daß die Jugend des Wirtes dem Anwachsen und der Entwicklung des Transplantates günstig ist, benützte ich in meinen Versuchen als Wirte 29 Stück weißer, ungefähr 8 Monate alter Larven, und einen schwarzen, ungefähr einjährigen Axolotl. Die jungen als Transplantate benützten Larven waren ausnahmslos weiß, sie waren die Nachkommenschaft eines einzigen Elternpaares. Teilweise wurden sie entweder zur Zeit des Ausschlüpfens oder einige Tage bis zwei Wochen nach dem Ausschlüpfen (89 Stück), teilweise später als 3 Wochen nach dem Ausschlüpfen übertragen. Da es zu dieser Jahreszeit schwer war lebende Nahrung zu besorgen, bekamen die Larven nichts zu fressen und entwickelten sich nicht. Deswegen waren die zuletzt transplantierten durch Hunger geschwächt, was das Ergebnis des Eingriffes merklich ungünstig beeinflusste (fast alle von diesen Larven warfen in den nächsten Tagen sowohl die vorderen wie die hinteren Leibesenden ab, die aus den Geweben des Wirtes hervorragten). Die angeführten Ziffern beziehen sich nur auf Larven, welche im Laufe der ersten 24 Stunden nach der Operation nicht abfielen. Die Wirtstiere wurden durch Zusatz von

Äther zum Wasser betäubt. Die jungen Larven wurden nur leicht eingeschlüfert oder auch ohne Narkose übertragen. Durchschnittlich transplantierte ich auf ein Individuum etwa 6 Larven, von denen jedoch gewöhnlich ein Teil abfiel, so daß die durchschnittliche Zahl der in der vorliegenden Abhandlung berücksichtigten Larven etwa 4 pro Wirtstier betrug.

### **Versuchsergebnisse.**

Die vorliegenden Zeilen enthalten eine Beschreibung der äußeren Gestalt der Transplantate. Die angewandte Methode zeitigte sehr gute Resultate. Die Jugend der Wirtstiere sowie die Transplantationsmethode, welche jede Beschädigung der wichtigeren Organe der jungen Larven ausschloß, waren sehr günstige Umstände. Die Transplantate entwickelten sich besser als in den früheren Versuchen. Das Einheilen der Transplantate nahm einen ähnlichen Verlauf wie in den früheren Untersuchungen. In den ersten Tagen behielten die Larven ihre morphologischen und physiologischen Eigenschaften gänzlich, sie zeigten eine starke Reizbarkeit und führten Bewegungen aus. Wahrscheinlich trat in den ersten Stunden nach dem Eingriff Verwachsung der Gewebe ein, wodurch die Stellung der Larven fixiert wurde. Man konnte deutlich das Schlagen des Herzens beobachten und unter der Binokularlupe war das Kreisen des Blutes sichtbar, ganz wie bei normalen jungen Larven. Nach einigen Tagen (manchmal auch viel später) setzten Verwachsungen mit den Gefäßen des Wirtstieres ein, was aus dem Blutzufuß zum Transplantat und aus seiner überstarken Durchblutung ersichtlich war. Der Verlauf von Gefäßverwachsungen und Durchblutung war in den verschiedenen Fällen ungleich. In den meisten Fällen trat die Durchblutung schon in den ersten Tagen ein und erreichte in kurzer Zeit eine hohe Intensität. Die stark durchbluteten Larven waren blaurot; gewöhnlich stockte zu dieser Zeit der Blutkreislauf und die Herztätigkeit. Die Blutgefäße waren mit Blut angeschwollen und oft traten innere Blutergüsse auf. Manchmal führte das stark mit Blut angeschwollene Herz trotz Durchblutung und Stockung Kontraktionen aus und manchmal konnte man deutlich beobachten, wie das Blut in verschiedene Teile des Herzens aus- und eintrat. Am häufigsten trat jedoch für einige oder mehrere Tage ein gänzlicher Stillstand der Herztätigkeit ein. Während

dieser Zeit verloren die Larven oft jede Reizbarkeit und Beweglichkeit. Nach Ablauf dieser Zeit setzte der Kreislauf allmählich wieder ein, zuerst nur in einigen Gefäßen, nach und nach traten ihrer immer mehr in den Kreislauf ein. Die starke Durchblutung und Schwellung der Gefäße verminderte sich allmählich, so daß die transplantierten Larven noch einige Wochen lang viel stärker durchblutet waren als die normalen Tiere. Gleichzeitig mit dem Kreislauf setzte auch die normale Herz-tätigkeit ein. Die Fälle, in denen die Transplantate auf diese Weise einheilten, bildeten bei weitem die Mehrzahl, es gab jedoch auch Ausnahmefälle, die mit den typischen durch allmähliche Übergänge verbunden waren und bei denen der Prozeß einen anderen Verlauf nahm. In solchen Fällen unterlagen die transplantierten Larven ungefähr eine Woche lang keiner Durchblutung und ihre morphologischen und physiologischen Eigenschaften blieben unverändert. Diese Larven sahen um diese Zeit oft stark anämisch aus und die später beginnende Durchblutung war anfangs sehr schwach. Sie erreichte überhaupt nicht die Stärke der in den oben beschriebenen Fällen beobachteten Durchblutung, während das Blut ohne Unterbrechung kreiste. Immerhin war jedoch auch in diesen Fällen die Durchblutung intensiv und dauerte oft länger als in der anfangs beschriebenen Larven-gruppe, die Reizbarkeit aber und Beweglichkeit waren nicht ge-stört. Ich konnte nur 5 derartige Fälle beobachten. Wahrscheinlich war die Verwachsung der Gefäße in diesen Fällen ausnahmsweise günstig (gleichzeitige Verwachsung von richtungsgleichen Gefäßen). Sie trat allmählich ein, so daß das Herz sich ohne größere Störungen den neuen Funktionsbedürfnissen anpassen konnte.

Je nachdem das Transplantat auf die eine oder andere Weise einheilte, waren auch die Ergebnisse der Experimente verschieden. Es ist klar, daß in Fällen, wo keine Stockung des Blutkreislaufes eintrat, eine mehr der normalen sich nähernde Entwicklung möglich war, als in den Fällen, wo das Blut für einige Zeit stockte. In 41 Fällen erhielt sich der Kopf bei den transplantierten Lar-ven ohne abzusterben 2 Monate lang oder auch länger. Es ist dies ein sehr großer Prozentsatz der Totalanzahl der ausge-führten Operationen (111), besonders wenn man die im Alter von ungefähr 3 Wochen und vom Hunger geschwächten Larven, von denen nur bei einer auf 22 der Kopf erhalten blieb, sowie die,

welche die kritische Zeit des Einheilens überhaupt nicht überdauerten, nicht mitrechnet. Ich weise auf diesen Umstand mit besonderem Nachdruck deswegen hin, weil in den früheren Untersuchungen der Kopf nur ausnahmsweise 2 Monate lang erhalten geblieben war.

Es entwickelte sich jedoch keine Larve mit erhaltenem Kopf ganz normal, obwohl sie sich in den Fällen ohne Blutstockung einige Wochen lang wenig von der normalen unterschied; wenn der Kreislauf gehemmt war, trat sehr früh Degeneration ein, schon in der Periode der Durchblutung und Stockung. In meiner früheren Arbeit beobachtete ich folgende Anomalien der Transplantate: Fehlen der Hinterextremitäten, Verkürzung des ganzen Körpers und besonders des Schwanzes, Schwund oder Unterentwicklung von Kiemen und Kiemendeckel, verschiedene Deformationen des Kopfes und Rumpfes und endlich Anschwellen des Körpers. Ähnliche Abnormitäten traten auch in den Transplantaten der vorliegenden Serie auf, wie das die beigegefügtten Aufnahmen zeigen. Die Transplantate ohne Kreislaufstörungen entwickelten sich oft einige Wochen lang fast ganz normal (Abb. 1, 2, 3, Taf. 6), wuchsen jedoch anfänglich langsamer als die anderen, bei denen Gefäßverwachsungen und Blutzufluß vom Wirtstier stärker waren und bei denen nach der Hemmungsperiode des Blutkreislaufes in der Regel sehr starkes Wachstum einsetzte. Die letzteren nahmen jedoch sehr bald ein deutlich abnormes Aussehen an. Die Transplantate, deren Einheilungsperiode mit einer starken Kreislaufstörung verbunden war, waren zu dieser Zeit fast immer von einer dicken Oberhautlage des Wirtstieres bewachsen, wobei das Schwanzende oft abstarb. Die von einer dicken Oberhautlage bewachsene Larve nahm ein stark anormales Aussehen an, welches sich im Laufe der Entwicklung immer stärker ausprägte. (Wahrscheinlich hatte das Bewachsen mit Oberhaut keine entscheidende Bedeutung für die weitere Formbildung, die Kiemen ausgenommen, was ich schon in der vorhergehenden Veröffentlichung betont habe). In solchen Fällen entwickelte sich der Schwanz gewöhnlich stärker in die Höhe als in die Länge und krümmte sich oft seitwärts. In manchen Fällen war jedoch das Längenwachstum des Schwanzes sehr stark und die längsten Schwänze entstanden bei diesen Transplantaten, bei denen die Blutkreislaufhemmung ungefähr eine Woche lang dauerte (Abb. 4, 5, 6,

Taf. 6). Wahrscheinlich sind das Fälle, wo im Schwanzende keine oder nur sehr geringe Absterbensprozesse auftraten.

Das Überwachsen mit der Oberhaut des Wirtstieres stand mit dem anormalen, krankhaften Zustand der Oberhaut der transplantierten Larven zur Zeit der Blutstockung im Zusammenhang; die Oberhaut des Wirtstieres reagierte auf die Berührung mit einer derart kranken Oberhaut wie auf eine Wunde, wodurch die Migrationsfähigkeit der Oberhaut ausgelöst wurde. In den Fällen, wo es keine Hemmung des Kreislaufes gab, konnte sich die eigene Oberhaut längere oder kürzere Zeit hindurch in einem annähernd normalen Zustande erhalten. Wie ich schon in meiner früheren Veröffentlichung bemerkte, schützte die Überwachsung mit der Oberhaut des Wirtstieres später das Transplantat vor Beschädigungen, so daß solche Transplantate viel seltener Schaden litten als die nichtüberwachsenen, bei denen besonders der Kopf oft in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Wenn man zwischen der Entwicklung der Schwänze der Transplantate mit unbeschädigt erhaltenem Kopf und der Entwicklung der Transplantate ohne oder mit beschädigtem Kopf, wie ich sie in den früheren Versuchen erhalten habe, eine Parallele zieht, so kommt man zu dem Schlusse, daß die Transplantate mit Kopf gewöhnlich einen besser entwickelten Schwanz besaßen als die Transplantate ohne Kopf, was dafür spricht, daß der erhaltengebliebene Kopf (wahrscheinlich das Gehirn) auf die Entwicklung des Schwanzes, besonders von dessen Länge, einen günstigen Einfluß hat.

Die Entwicklung der hinteren Extremitäten stand in keinem Zusammenhang mit der Entwicklung des Schwanzes. Merkwürdigerweise bildeten sich gerade in den Fällen, wo der Schwanz gut und fast normal entwickelt war, niemals hintere Extremitäten. So war auch bei den wenigen Transplantaten ohne Hemmungsperiode des Kreislaufes, bei denen sich das Nervensystem wenigstens eine Zeit lang in einem fast normalen Zustande befand, keine Spur von hinteren Extremitäten, welche überhaupt nur in 9 Fällen entstanden, zu finden, wobei ich keinen deutlichen Zusammenhang zwischen dieser Tatsache und irgendwelchen Faktoren feststellen konnte. Die am besten und stärksten entwickelten Transplantate mit großer Beweglichkeit hatten keine hinteren Extremitäten und, was wichtiger ist, das Erhaltenbleiben des Kopfes



blieb ohne Einfluß, im Gegenteil: auf 9 Fälle entwickelte sich nur bei einem Transplantat eine linke hintere Extremität unter gleichzeitiger Erhaltung des Kopfes, jedoch im Zustand einer ziemlich weitgehenden Degeneration. Bei den 8 anderen starb der Kopf entweder gleich nach der Transplantation (6 Fälle) oder auch einen oder eineinhalb Monate nach der Transplantation (2 Fälle) ab, noch vor dem Erscheinen der Knospen der hinteren Extremitäten. Nur in einem Falle entwickelten sich die beiden hinteren Extremitäten, sonst zeigte sich nur eine verschieden stark entwickelte, manchmal stark rückgebildete Extremität. Die vorderen Extremitäten waren bei diesen Transplantaten überhaupt nicht ausgebildet, was mit dem Absterben des Vorderendes des Rumpfes im Zusammenhang stand, oder es war nur ein Vorderfuß gut entwickelt (1 Fall), oder waren auch beide Vorderfüße, aber nur sehr schwach ausgebildet, vorhanden. Das Alter der transplantierten Larven, welches — wie ich das in der vorhergehenden Veröffentlichung beschrieben habe — ein wichtiger Faktor in der Entwicklung der hinteren Extremitäten der transplantierten hinteren Hälften der Larven war, konnte sich hier nicht auswirken, da keine größeren Entwicklungsunterschiede unter den Larven bestanden, obwohl sie in verschiedenem Alter transplantiert wurden, weil die Älteren nicht wuchsen und sich wegen Unterernährung nicht entwickelten. In 4 von diesen 9 Fällen entwickelten sich die hinteren Extremitäten bei den Larven, welche 3 Wochen nach dem Ausschlüpfen transplantiert wurden, in 3 Fällen bei Larven, welche ungefähr 10 Tage nach dem Ausschlüpfen, in 2 Fällen bei Larven, welche sofort nach dem Ausschlüpfen übertragen wurden. In diesen beiden letzten Fällen erhielten sich die Larven 2 Wochen lang ohne Degenerationserscheinungen. In anderen Fällen konnte man trotz langer degenerationsloser Erhaltungszeit der Larven, keine Spur von hinteren Extremitäten beobachten, so daß eine ausgesprochene Abhängigkeit vom Alter in diesen Fällen nicht in Frage kommt. Die hinteren Extremitäten entwickelten sich häufiger bei Transplantaten ohne Kopf und Vorderfüße oder mit nur schwach entwickelten Vorderfüßen. Charakteristischerweise entwickelten sich in keinem einzigen Falle alle 4 Extremitäten, trotz ziemlich guter Entwicklung eines großen Teiles der übertragenen Larven. Man hat den Eindruck, daß das Fehlen der Vorderfüße das Entstehen

der hinteren Extremitäten begünstigt und daß eine Art negativer Korrelation zwischen der Entwicklung derselben besteht.

Die vorderen Extremitäten entwickelten sich bei der überwiegenden Mehrheit der Transplantate, welche den Kopf oder wenigstens den Vorderteil des Rumpfes hatten. Bei den Transplantaten mit Kopf bildeten sich die vorderen Extremitäten ziemlich weit aus und erreichten fast den normalen Zustand. In vielen Fällen waren jedoch die Extremitäten unterentwickelt oder wiesen ähnliche Abnormitäten auf, wie ich sie in meiner früheren Veröffentlichung beschrieben habe. Bei einem Transplantat mit monströs erweitertem Vorderteil des Rumpfes, waren die vorderen Extremitäten verdoppelt. Die normale Entwicklung von Kopf und Schwanz und überhaupt des ganzen Körpers stand in keinem Zusammenhang mit dem Differenzierungsgrad der vorderen Extremitäten. Im Gegenteil, oft hatten Transplantate mit regelmäßiger Körpergestalt schwach entwickelte vordere Extremitäten und umgekehrt besaßen stark monströse Transplantate oft gut entwickelte vordere Extremitäten.

Der Kopf hatte in den Fällen ohne Hemmungsperiode des Blutkreislaufes eine Zeitlang ein ganz normales oder fast normales Wachstum (Abb. 1). In anderen Fällen war die Entwicklung gestört und die Abnormitäten wurden im Laufe der Zeit immer deutlicher. Sogar in den günstigsten Fällen bei den älteren Transplantaten waren sie sehr stark und deutlich ausgeprägt. Schon in früheren Stadien nahm der Kopf infolge der Überwachsung mit einer dicken Oberhautlage des Wirtstieres ein formloses Aussehen an. Die Oberhaut schob sich über die kleinen Kiemen der jungen Larve, sie ganz oder teilweise überwachsend, was höchstwahrscheinlich der Hauptgrund für den Wachstumsstillstand der äußeren Kiemen und der abnormen Entwicklung der Kiemenspalten und -bogen war. Man konnte, obwohl kein Unterschied in der Färbung vorhanden war, den Verlauf des Überwachsens gut beobachten und feststellen, daß die überwachsenen Kiemen sich wirklich rückbildeten oder wenigstens aufhörten sich normal zu entwickeln. Die anormale Entwicklung der Kiemen trug zum monströsen Aussehen des Kopfes bei. Bei normalen Tieren sind die 4 Kiemenspalten und die 3 Kiemenbogen von außen nicht sichtbar, da sie von den Seiten her von den Opercularfalten und teilweise auch von äußerlichen, aus den Verlängerungen der Bo-

gen herauswachsenden Kiemen überdeckt sind. Nach Abhebung der Opercularfalte werden die Bogen mit ihren charakteristischen, gegen den Rumpf zugewandten und sich gegenseitig dachziegelartig überdeckenden Leisten sichtbar. Bei den Transplantaten gestalten sich die Verhältnisse nur ausnahmsweise derart wie bei den normalen Tieren, d. h. falls die Oberhaut des Wirtstieres die Kiemen nicht überwächst. In den meisten Fällen sind die Kiemen­spalten und -bogen von außen sichtbar, weil der Operculardeckel schwach entwickelt ist und nicht so weit nach rückwärts reicht wie bei normalen Tieren. Manchmal ist die Opercularfalte überhaupt nicht vorhanden und die Bogen sind nur als breite Verdickungen entwickelt, ohne die blätterartigen Leisten, welche die normalen Kiemen kennzeichnen; in anderen Fällen sind diese Leisten entwickelt und die Bogen ähneln mehr der normalen Form. Je besser die äußeren Kiemen entwickelt sind, desto mehr nähert sich auch der Bau der Bogen und Spalten der normalen Gestalt. Die Rückbildung der äußeren Kiemen beruht auf Schwund der Kiemenfäden und einer sehr starken Verkürzung der Stämme selbst und führt in extremen Fällen zu totaler Verkümmernng. In einigen Fällen waren nur die Kiemen einer Seite mit Oberhaut überwachsen und degenerierten fast vollständig, während die Kiemen der anderen Seite sich ausgezeichnet entwickelten, besser sogar als die Kiemen des Wirtes. In diesen seltenen Fällen waren der Kiemenstamm und die Kiemenfäden verhältnismäßig sehr lang und rot. In den gut ausgebildeten Kiemen konnte man einen normalen und schnell verlaufenden Blutkreislauf beobachten, jedoch war auch in diesen Fällen der Kiemendeckel verkümmert und die Kiemenspalten und -bogen von außen sichtbar. In extremen Fällen ging die Rückbildung so weit, daß die Kiemenspalten total verwachsen waren.

Das Maul war in der Regel ununterbrochen offen, wobei ich alle Übergänge von den fast normal aussehenden und geschlossenen bis zu den weit geöffneten Mäulern beobachtete. Je weiter das Maul geöffnet war, desto geringer war die Möglichkeit die Bewegungen des Öffnens und Schließens hervorzurufen. In den Fällen, wo das Maul geschlossen oder nur leicht geöffnet war, konnte man durch Einführen irgendeines Gegenstandes in den Mund eine Reaktion hervorrufen, die auf Öffnen und Schließen des Mundes und »Ausspucken« der eingeführten Gegenstände be-

ruhte. Die Beweglichkeit des Maules war bei verschiedenen Transplantaten sehr verschieden, in manchen Fällen konnte man überhaupt keine Bewegungen an ihnen hervorrufen. Manchmal konnte man an Kiemen und Maul Bewegungen beobachten, welche an Atembewegungen erinnerten, jedoch wurden diese Bewegungen niemals so regelmäßig und gleichmäßig wie bei normalen Tieren ausgeführt, und gewöhnlich kamen sie überhaupt nicht vor.

Die Augen entwickelten sich in den meisten Fällen fast ganz normal, manchmal traten jedoch schon in früher Zeit im Zusammenhange mit allgemeinen Rückbildungserscheinungen an ihnen Degenerationsprozesse auf. Die Degeneration ging manchmal so weit, daß in manchen Fällen von den Augen nur eine Spur in Form eines kleinen, von der Oberhaut überwachsenen Pigmentfleckes übrigblieb, oder sie verschwanden vollkommen. Die Nasenöffnungen hatten in der Regel ein ziemlich normales Aussehen und waren ständig offen. Im Verhältnis zu den beschriebenen Veränderungen war die Kopfform sehr verschieden, und ging von einer fast normalen zu einer stark deformierten über. Am häufigsten war der Kopf nach den Seiten hin stark verbreitert und verhältnismäßig kurz, so daß er den Eindruck machte, als wäre er geschwollen. Die Kiefern waren oft verschiedenartig gekrümmt, so daß das anormale Aussehen des Kopfes sowohl durch die Abnormitäten der Skeletteile wie auch durch pathologische Veränderungen an den Weichteilen bewirkt wurde.

Der Rumpf war gewöhnlich stark verkürzt und aufgedunsen und wies in der Regel eine deutliche Schmälerung der in der Rückenflosse des Wirtstieres steckenden Partie auf. Die Flosse übte wahrscheinlich einen ständigen Druck auf den Rumpf der transplantierten Larve aus und hemmte sein lokales Dickwerden, obwohl sie dem wachsenden Transplantat etwas nachgab. Eine der häufigsten Anomalien war eine fast immer auftretende und besonders bei älteren Transplantaten gut sichtbare dorsal gerichtete Krümmung, welche auf den Aufnahmen deutlich hervortritt. Dazu kam oft noch eine Krümmung des Körpers nach einer Seite hin. Manchmal war die allgemeine Krümmung des Körpers sehr stark (Abb. 7, Taf. 6), so daß das Transplantat fast ebenso lang wie hoch war. Im Bereich des Rumpfes traten gewöhnlich starke Schwellungen auf. Manchmal sammelte sich in der Leibeshöhle eine wäs-

serige Flüssigkeit und presste die Bauchwände an der schmaler gewordenen Stelle stark auseinander. Wenn man sie durchstach, floß die Flüssigkeit heraus, was ein Zusammenfallen der Bauchwände zur Folge hatte, aber nach Verheilung der Wunde sammelte sich die Flüssigkeit bald wieder in der Leibeshöhle an.

Die Kloake war in den meisten Fällen vorhanden und offen. Bei Larven, die auf männliche Tiere übertragen wurden, waren die Kloaken außerordentlich stark ausgebildet, verhältnismäßig viel stärker als bei normalen Tieren, was ohne Zweifel mit dem Geschlecht des Wirtstieres im Zusammenhang stand und durch seine Sexualhormone hervorgerufen wurde. Ich habe mittels Sektion festgestellt, daß die Transplantate mit einer so übermäßig stark entwickelten Kloake (Abb. 8) oft gar keine männlichen Geschlechtsdrüsen aufwiesen. In zahlreichen anderen Fällen stellte ich bei solchen Transplantaten ausgezeichnet entwickelte Hoden mit reifen und lebenden Spermatozoen fest (mehr als 10 Monate nach der Transplantation). Dafür konnte ich bis jetzt noch keine weiblichen Gonaden an auf Männchen angebrachten Transplantaten feststellen. In wenigen Fällen fand ich männliche Gonaden mit beweglichen Spermatozoen an auf Weibchen übertragenen Transplantaten; solche Individuen hatten proportional zu ihrer Größe entwickelte Kloakenlippen, d. h. ungefähr so große, wie normale Männchen derselben Größe, jedoch um vieles schwächere als alle auf Männchen übertragene Transplantate. Die Größe der Kloakenlippen stand in keinem Verhältnis zu der Entwicklung der Hoden der Transplantate. Die innere mit Warzen besetzte Fläche der Kloakenlippen war oft, jedoch nicht immer, nach außen gewendet (Abb. 8). Die Entwicklung der Gonaden beabsichtige ich in einer besonderen Veröffentlichung zu beschreiben.

Die Beweglichkeit dieser Serie von Transplantaten war sehr groß. Je besser die Transplantate erhalten waren und je mehr sie normalen Tieren ähnelten, desto größer war die Beweglichkeit. Je monströser die Transplantate aussahen, desto kleiner war die Bewegungsfähigkeit, was auf einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Abnormitäten und dem Nervensystem deutet. Gut ausgebildete Transplantate führten oft spontane Bewegungen aus (wenn man überhaupt mit Sicherheit die Möglichkeit spontaner Bewegungen annimmt). Diese oft langandauernden Bewegungen beruhten auf einem schnellen und starken zur Seite Biegen des

Körpers und Schwanzes, ähnlich wie bei normalen Tieren beim Schwimmen, und auf einem energischen Strampeln mit den Vorderfüßen. Manche Transplantate — ich meine fortwährend solche mit erhaltenem Kopf — zeigten nur schwache Reflexe, aber hervorrufen konnte man sie immer ohne Schwierigkeiten.

In einigen Versuchen transplantierte ich, wie oben erwähnt, die jungen Larven nicht in die Rückenflosse, sondern durch die Opercularfalte hinter den Ansatz des dritten äußeren Kiemenstammes (Abb. 9, Taf. 6). Die Entwicklung war ähnlich, die Abnormitäten sehr stark. In einem Falle hatte die Rückenflosse des hinteren Teiles des Rumpfes und des Schwanzes der auf diese Weise übertragenen Larve zahlreiche Auswüchse in Gestalt von oft verzweigten, einige Millimeter langen Lappen und sah wie ausgefranst aus. Da dieser Teil des Larvenkörpers möglicherweise von der Oberhaut der Kiemen überwachsen wurde, so liegt die Vermutung nahe, daß diese Auswüchse mit dem Überwachsen mit der Kiemenoberhaut, welche die Tendenz zur Bildung von Kiemenauswüchsen besitzt, im Zusammenhang steht. Es wäre das ein schwerwiegender Hinweis auf die formative Rolle der Oberhaut bei der Bildung der Kiemen.

Das allgemeine Wachstum der Transplantate war besonders in den ersten Wochen und Monaten nach der Transplantation besonders intensiv, später wurde es immer schwächer und hörte endlich fast ganz auf. Im Alter von 50 Tagen hatte z. B. eine der transplantierten Larven eine Länge von 36 mm, im Alter von 4 Monaten 62 mm, wovon auf den Schwanz allein 27 mm kommen. Dieses Verhältnis erinnert sehr an die Proportionen bei normalen Tieren. In der Mehrzahl der anderen Fälle wichen die Leibesproportionen stark von der Norm ab. Das oben erwähnte Transplantat erreichte nach 6 Monaten eine Länge von 73 mm und dieselbe Länge stellte ich 15 Monate nach der Operation fest; zu dieser Zeit war also schon Wachstumsstillstand eingetreten. Eine ähnliche Größe erreichten noch 2 andere Transplantate, bei allen anderen war sie viel kleiner. Gewöhnlich veränderten sich mit dem Alter die sich bei guter Entwicklung der Norm nähernden Leibesproportionen. Die Larven hörten auf in die Länge zu wachsen, während ihre Breite sich vergrößerte, oder ihr Längenwachstum verminderte sich stark auf Kosten des Breitenwachstums, was zur

Ausbildung sehr merkwürdiger, verhältnismäßig sehr dicker und kurzer, typischer Gestalten führte.

Die Lebensfähigkeit der Transplantate war groß. Schon eingheilte Transplantate mit stabilisiertem Blutkreislauf blieben meistens dauernd am Leben. Nach 2 Monaten waren, wie schon erwähnt, 41 Transplantate mit erhaltenem Kopf vorhanden, nach 14 Monaten noch 29 mit unbeschädigtem Kopf (6 kamen vor Ablauf dieser Zeit infolge Absterbens des Wirtstieres um, 4 Köpfe starben nach einigen Monaten ab, 1 ganzes Transplantat starb nach 5 $\frac{1}{2}$  Monaten ab, 1 wurde früher für histologische Untersuchungen fixiert).

In vielen Fällen starben die aus den Geweben des Wirtstieres hervorragenden Teile der Transplantate gänzlich ab, worauf das Wachstum einiger Teile des Rumpfes des Transplantates einsetzte, welche durch die sie umgebenden Gewebe des Wirtes vor dem Absterben geschützt wurden. Wenn auf diese Weise der Schwanz abgestorben war, begann in der Regel seine Regeneration, wenn jedoch der Kopf oder Vorderteil des Rumpfes abgestorben war, gab es gewöhnlich keine richtige Regeneration. In drei Fällen jedoch entstanden an Stelle des abgestorbenen Kopfes Gebilde, welche durch Bau und Form einem Schwanz ähnlich sahen (diese Fälle werden Gegenstand einer besonderen Beschreibung sein).

Die inneren Organe waren im Zusammenhang mit den im allgemeinen besser erhaltenen Transplantaten und wegen des Umstandes, daß ich den Bauch unbeschädigt ließ, gewöhnlich gut entwickelt. Die Herzfunktion und der Blutkreislauf zur Zeit der Einheilung der Transplantate wurden schon beschrieben. Durch Sektion stellte ich manchmal stark anormale und degenerierte Herzen fest. In einigen Fällen fand ich sogar in gut entwickelten Transplantaten überhaupt kein Herz. Wahrscheinlich war wegen ungeeigneter Verbindungen der Gefäße des Transplantates mit denen des Wirtes die Herzfunktion unmöglich gemacht worden, was zu Degeneration oder Schwund des Herzens führte.

Von den anderen inneren Organen waren gewöhnlich die Verdauungsorgane ganz ausgebildet und sowohl mit der Mundhöhle wie mit dem After verbunden. In manchen Fällen verkümmerte ein Teil des Darmes oder verwandelte sich in einen soliden Strang, so daß die Verbindung zwischen dem vorderen und hinteren Teil verlorenging. In diesen Fällen sammelte sich

in dem Vorderteil des Darmes, oft in der Speiseröhre oder sogar in der Mundhöhle, eine größere Menge eines weißlichen weichen Breies. Eine ähnliche Substanz fand ich bei gut ausgebildeten Verdauungsorganen im Enddarm. Die Leber samt Gallenblase war in der Regel gut entwickelt und die ausgeschiedene Galle verursachte eine grünliche Färbung der erwähnten Substanz. Die bei jungen lebenden Tieren wegen ihrer durch die Leibeswand durchleuchtenden dunkelroten Färbung gut sichtbare Milz, war auch gut erhalten. Gewöhnlich ließ sich auch das Vorhandensein der Bauchspeicheldrüse nachweisen. Der Entwicklungsgrad der Gonaden war sehr verschieden, von einem sehr hohen bis zu gänzlichem Fehlen der Geschlechtsdrüsen. Sehr ungleich war auch die Entwicklung der Nieren; bei einigen Exemplaren nahmen die Nieren den hinteren Teil der Leibeshöhle ein, bei anderen waren sie nur sehr schwach sichtbar, ähnlich wie bei den normalen Tieren, bei denen der exkretorische Teil der Nieren an die hinteren Teile der Coelomwände angewachsen ist und beim Öffnen des Bauches nicht sichtbar wird. Ich beabsichtige den feineren Bau der inneren Organe, besonders die Entwicklung der Gonaden und des Zentralnervensystems, in einer besonderen Beschreibung niederzulegen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Ich transplantierte sehr junge Larven des Axolotls (in der Periode des Ausschlüpfens oder spätestens 3 Wochen nach dem Ausschlüpfen) mit verwundeter Rückenhaut quer in die Rückenflosse von Tieren im Alter von einigen Monaten.

2. Die transplantierten Larven verwuchsen bald mit den Geweben des Wirtstieres und allmählich bildeten sich Gefäßverbindungen. Bei der Mehrzahl der Larven trat eine Periode starker Durchblutung und Stockung des Blutkreislaufes, sowie eine Unterbrechung der Reizbarkeit und Beweglichkeit ein. Bei einigen Larven gab es weder eine Stockung des Blutkreislaufes noch eine Unterbrechung der Beweglichkeit, aber gewöhnlich war in diesen Fällen die Durchblutung stark und dauerte lange an.

3. Das Überleben der Einheilungsperiode ohne Kreislaufstockung und Reizbarkeit begünstigte die Entstehung normaler Kopf-, Rumpf- und Schwanzformen. Larven dieser Art ähnelten besonders in den ersten Wochen mehr den normalen als die anderen.



4. Die übertragenen Larven wurden oft von der Oberhaut des Wirtes überwachsen, was gewöhnlich in frühen Stadien, besonders zur Zeit der Kreislaufstörung stattfand. Die Transplantate, welche ohne Stockungsperiode einheilten, wurden nicht (wenigstens längere Zeit hindurch) von der Oberhaut des Wirtes überwachsen, was wahrscheinlich zu ihrem normalen Aussehen in den frühen Entwicklungsstadien beitrug

5. Die Transplantate wuchsen einige Monate lang, wobei das Wachstum besonders in den ersten Wochen nach der Stabilisierung des Blutkreislaufes besonders intensiv war. Im 4. Monat verlangsamte sich das Wachstum, und vom 6. Monate an hörte es ganz auf, trotzdem die Transplantate sich noch einige Monate (bis zu einem Jahr) lang am Leben erhielten.

6. Bei 41 auf 111 transplantierte Larven blieb der Kopf 2 Monate oder länger am Leben. Während der Entwicklung solcher Transplantate traten zahlreiche Abnormitäten auf. Die Leibesproportionen näherten sich nur in seltenen Fällen den normalen. In der Regel waren Rumpf und Schwanz stark verkürzt, ständig trat auch eine starke Krümmung der transplantierten Larven nach der dorsalen Seite hin auf. Die Ausbildung des Kopfes war sehr verschieden, selten ähnelte sie der normalen, gewöhnlich bildeten sich Deformationen, die oft ziemlich weit gingen. Eine gute Entwicklung des Kopfes stand gewöhnlich mit einer der normalen sich nähernden Entwicklung des Rumpfes und Schwanzes im Zusammenhang.

7. Die Kiemen waren selten ausgebildet, da sie wegen des Überwachsens mit der Oberhaut des Wirtes der Degeneration und teilweisem Schwund unterlagen. Wenn die Kiemen nicht überwachsen waren, so entwickelten sie sich sehr stark. Wegen Rückbildung des Kiemendeckels waren die Kiemen-spalten und -bogen gewöhnlich von außen sichtbar.

8. Die vorderen Extremitäten waren oft vorhanden, manchmal fast ganz normal ausgebildet. Die gute Entwicklung der vorderen Extremitäten hing nicht von der Ausbildung des ganzen Organismus ab und oft fand ich gut ausgebildete vordere Extremitäten bei ganz formlosen Larven.

9. Die hinteren Extremitäten entwickelten sich gewöhnlich gar nicht. In einigen seltenen Fällen entwickelte sich eine, ausnahmsweise zwei Extremitäten, die gewöhnlich unterentwickelt waren.

Es kam dies bei diesen Larven vor, deren Kopf in frühen Stadien abgestorben war; das bedeutet, daß, ähnlich wie die Entwicklung der vorderen Extremitäten, auch die Entwicklung der hinteren Extremitäten von der Entwicklung des Organismus vollkommen unabhängig ist.

10. Die Kloake war gewöhnlich weit offen. Bei den auf Männchen transplantierten Larven waren die Kloakenlippen außergewöhnlich stark entwickelt, unabhängig von der Entwicklung der eigenen Gonaden des Transplantates. In vielen Fällen beobachtete ich gut entwickelte Hoden mit zahlreichen beweglichen Spermatozoen, am häufigsten bei auf Männchen transplantierten Larven, manchmal auch bei auf Weibchen übertragenen Transplantaten. In diesen Fällen war die Kloake nicht übermäßig stark entwickelt.

11. Die inneren Organe bildeten sich im allgemeinen normal aus.

12. Je mehr sich die Form der Larve der normalen näherte, desto größer waren Reizbarkeit und Beweglichkeit der Transplantate. Die Reizreaktionen hingen von den Reaktionen des Wirtstieres nicht ab.

Aus dem Zoologischen Institut der Jagellonischen Universität in Krakau.  
Vorstand: Prof. Dr. Michael Siedlecki.

### Nachtrag.

Die Entwicklung der jungen Axolotl-Larven, welche auf ältere Tiere transplantiert wurden, hat in einigen Fällen einen ganz außergewöhnlichen Weg eingeschlagen. Dr. Z. Kołodziejski hatte die Absicht diese Erscheinungen in einer separaten Abhandlung zu beschreiben. Sein frühzeitiger Tod hat ihn jedoch daran verhindert. Auf Grund der zurückgebliebenen Notizen, Photographien der betreffenden Exemplare, sowie der noch beim Leben gebliebenen operierten Tiere, war es möglich, diese seltsamen Erscheinungen folgendermaßen zusammenzustellen.

Die in die Rückenflosse implantierten jungen Exemplare von Axolotl-Larven entwickelten sich eine Zeitlang, 3—4 Monate, auf dieselbe Weise, wie die in der obigen Abhandlung beschriebenen. Der Schwanzteil hat sich zu einer breiten Flosse entwickelt, auf dem Kopfteil wurden sämtliche Organe gut sichtbar. Nach 4 Monaten begann jedoch der Kopf zu degenerieren. Die Mundgegend zerfiel und es entstand eine Art von Wundfläche. Die Degeneration

des Kopfes schritt allmählich nach hinten vor. In diesem Zustande konnten die Tiere nicht lange Zeit lebensfähig bleiben. Dr. Kołodziejski hat damals den ganzen Kopf abgeschnitten. Nach einigen Tagen bildete sich eine Narbenfläche und ganz langsam begann eine Regeneration. Nach einem Monat hat sich an Stelle des Kopfes eine neue Schwanzflosse gebildet so, daß auf diese Weise das transplantierte Tier ein Individuum darstellte, welches kopflos war, dagegen an beiden Enden eine Schwanzflosse besaß (Textfig. 1).



Textfig. 1.

Die Myomeren, welche deutlich in Durchsicht an der neugebildeten vorderen Schwanzflosse sichtbar waren, haben dieselbe Richtung gehabt, wie im übrigen Körper der transplantierten Larve. Bekanntlich sind die Myomeren in der Schwanzflosse mit ihrem spitzen Winkel kopfwärts gerichtet. In der regenerierten neuen vorderen Schwanzflosse waren die Myomeren mit dem Winkelscheitel nach dem Ende dieser Flosse gerichtet.

Die Lagerung der Myomeren läßt vermuten, daß es sich in diesem Falle um eine Heteromorphose handelt. Der neugebildete vordere Schwanz kann nur als eine Verlängerung der nahe der Wundfläche befindlichen Gewebe und Organe gedeutet werden. Jedenfalls kann die Bildung einer Schwanzflosse an Stelle des Kopfes in diesem Falle nicht als eine Umkehrung der Polarität des Organismus gedeutet werden.

Die beigegefügte Figur zeigt die Entwicklung der vorderen Schwanzflosse. Sie wurde auf Grund einer Photographie skizziert.

(Der Nachtrag aus dem Nachlasse des Dr. Kołodziejski zusammengestellt von Prof. Dr. M. Siedlecki).

### Erläuterung der Abbildungen auf der Tafel 6.

(Alle Abbildungen stellen photographische Aufnahmen operierter Tiere dar).

Abb. 1. Axolotl mit 3 transplantierten Larven, aufgenommen 3 Monate nach der Operation.

Abb. 2. Das erste (vom Kopf) Transplantat unter stärkerer Vergrößerung aufgenommen.

Abb. 3. Dasselbe Transplantat von der anderen Seite.

Abb. 4. Ein anderer Axolotl mit 4 Transplantaten, 3 Monate nach der Operation.

Abb. 5. Derselbe Axolotl ein Jahr später (15 Monate nach der Operation).

Abb. 6. Das längste der Transplantate der vorhergehenden Abb., allein aufgenommen.

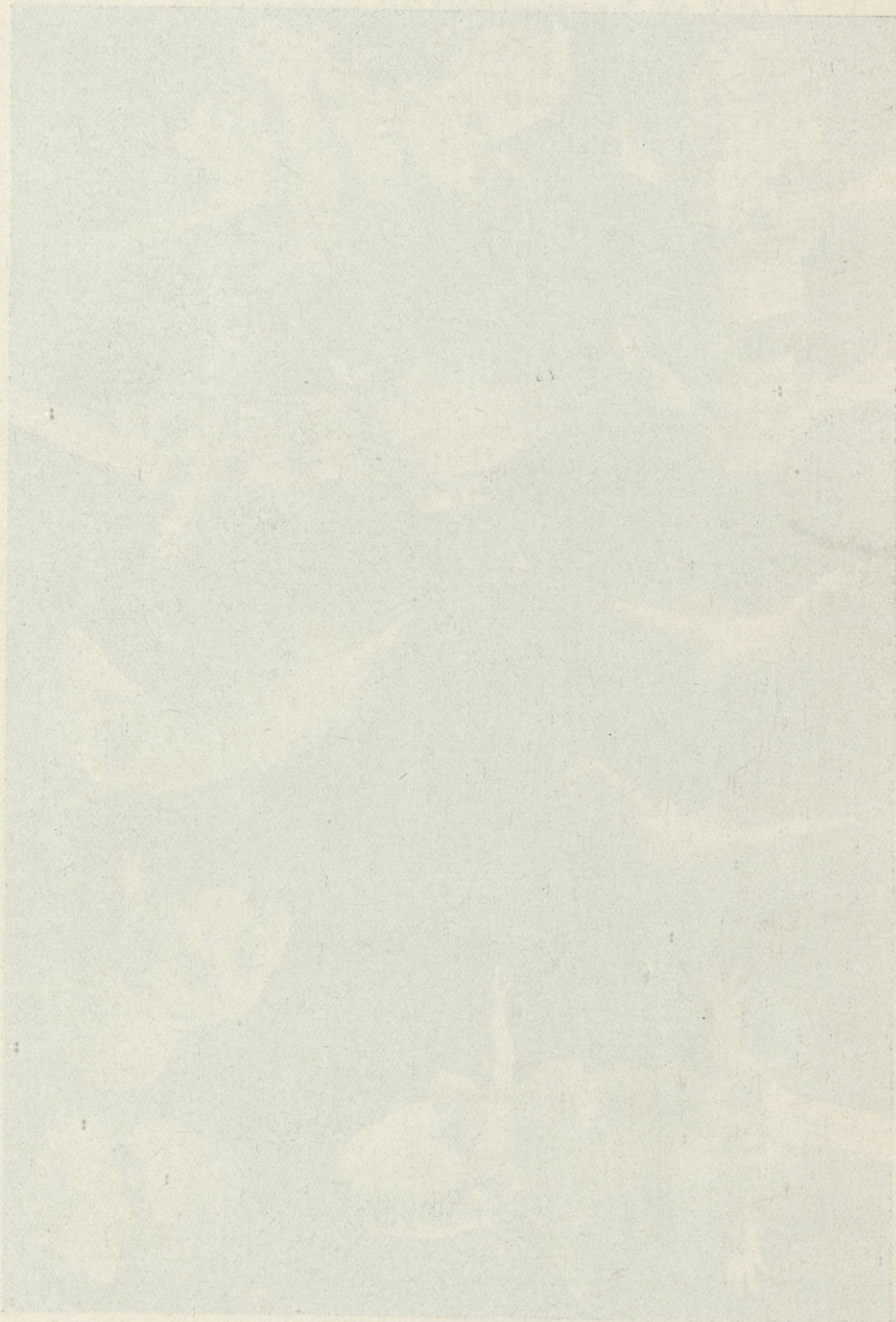
Abb. 7. Transplantierte Larve von einem anderen Versuch stammend, allein aufgenommen. Man sieht die sehr starke Verkürzung des Körpers unter gleichzeitiger Einhaltung einer der normalen sich nähernden Höhe. Stark anormale Larve.

Abb. 8. Transplantierte stark anormale Larve, von der Unterseite aufgenommen. Man sieht die starke Entwicklung der Kloake.

Abb. 9. Axolotl mit 5 Transplantaten, 3 Monate nach der Operation. Das erste Transplantat in den Kiemendeckel eingepflanzt.



Z. Kotodziejski †



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

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

N° 8—10 B I, 1935.

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

N° 8—10 B II, 1935.

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

## TABLE DES MATIÈRES.

Janvier—Février 1936.

	Page
T. GARBOWSKI. Die Rolle des Gedächtnisses bei einer blindgeborenen Katze (Planche 1) . . . . .	1
I. STUDENTOWICZ. Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten des Oligochaeten <i>Enchytraeus albidus</i> Henle . . . . .	37
J. TUR. Sur un embryon double néoplasie (Planche 2) . . . . .	67
J. ZAĆWILICHOWSKI. Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel von <i>Aphrophora alni</i> Fall. (Rhynchota-Homoptera) (Planche 3) . . . . .	85
H. SZARSKI. Contribution to the physiology of <i>Oligochaeta</i> belonging to the genus <i>Chaetogaster</i> (Planche 4) . . . . .	101
P. SŁONIMSKI. Über Blutelemente bei dem Aalmolch ( <i>Amphiuma means</i> Gard.) (Planche 5) . . . . .	113
Z. KOŁODZIEJSKI †. Über die Transplantation von jungen Larven des Axolotls auf ältere Tiere (Planche 6) . . . . .	123

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).