

P.99  
N° 8—10 B II OCTOBRE—DÉCEMBRE

1935

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  
1935



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).

---

Cette publication est subventionnée par le Fonds Tyszkowski, administré  
par l'Académie.

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



*O naczyniach segmentalnych i pletw nieparzystych gładzicy. — Über die Segmentalgefäße und die Gefäße der unpaaren Flossen der Scholle (Pleuronectes platessa).*

Mémoire

de M. J. **BIBORSKI**,

présenté le 7 octobre 1935, par M. St. Maziarski m. t.

(Planche 12).

Schon vor langer Zeit wurden die ersten Untersuchungen an den Segmentalgefäßen der Fische durchgeführt. Als erster untersuchte Hyrtl die dorsalen Segmentalarterien der Raidae. Später beschäftigten sich mit den ähnlichen Gefäßen der Selachier Mayer, Favaro, Cole und Grodziński.

Bei dem Teleostier *Lopholatilus chamaeleonticeps* wurden sie gründlich von Silvester untersucht, während ihre Entwicklung bei verschiedenen Fischen von Vogt, Jung, Hoyer, Michalski und Grodziński beschrieben wurde.

Da die oben genannten Autoren sich mit den Blutgefäßen bilateral symmetrischer Fische beschäftigten, erschien mir die Untersuchung der Verhältnisse bei der Scholle, als eines stark veränderten Fisches mit weitgehender asymmetrischer lateralen Abplattung, notwendig und sehr interessant.

### Material und Methoden.

Material für die Untersuchungen lieferten lebende Exemplare der Scholle — *Pleuronectes platessa*. Sie stammten aus der Umgebung der Meeresstation auf Hel und wurden in gewissenhaft filtriertem und mit je nach der Größe des Fisches wechselnden Mengen von Chloralhydrat versetztem Seewasser betäubt.

Die größeren (15—30 cm langen) Exemplare mußten mit stär-



keren Dosen und länger behandelt werden. Trotzdem zeigten sie bei Durchführung der Eingriffe noch zahlreiche Reflexe. Die kleineren dagegen (Länge 5—12 cm) waren schon nach kurzer Zeit, ungefähr 5—8 Minuten, tief betäubt.

Zur Injektion wurde eine Mischung von schwarzer chinesischer Tusche mit filtriertem Seewasser in den Verhältnissen von 1:1 bis 1:4 verwendet. Die färbige Lösung wurde mit dem Mund durch Glaskanülen in die Lebervenen eingeblasen. Nach Durchführung der Injektion wurden die Tiere in frisches Seewasser gebracht. Sie konnten noch am Leben erhalten werden.

Nach Verlauf von 1 bis mehreren Stunden wurden sie nochmals betäubt und in 10% Formol fixiert. Dieses Material wurde in 70% Alkohol aufbewahrt. Zwecks klarer Ausprägung der injizierten Gefäße wurden die Muskeln entfernt und die Exemplare in Glycerin oder nach gründlichem Entwässern in Benzylumbenzoicum oder Methylum-salicilicum aufgeheilt. Gewöhnlich genügte Benzylumbenzoicum. Die Tiere wurden ganz oder teilweise aufgeheilt. Der Verlauf der Gefäße wurde auch auf Rasiermesserschnitten untersucht. Von manchen Partien wurden mikroskopische Präparate hergestellt.

### Die Hauptlängsgefäße.

Die *Aorta dorsalis* (Tafel 12, 1) entsteht durch Zusammenfließen zweier seitlicher Aortenwurzeln (Tafel 12, 2) (welche von den Kiemen laufen) und verläuft in der Abdominalregion unter der Wirbelsäule. Ventral von ihr liegt in naher Entfernung die Niere (Tafel 12, N). Nachdem sie die Leibeshöhle verlassen hat, läuft sie im Haemalkanal als Schwanzarterie — *Arteria caudalis* weiter (Tafel 12, 3).

Die *Venae cardinales posteriores* verlaufen in der Niere caudalwärts. Sie verlängern sich in ein zur *Arteria caudalis* parallel laufendes Gefäß, welches ventral von ihr im Haemalkanal verläuft, die *Vena caudalis* (Tafel 12, 4).

Der Verlauf der genannten Gefäße ist leicht wellenförmig, was mit dem amphicoelen Bau der in der Mitte leicht verengten Wirbel im Zusammenhang steht. Da die *Arteria caudalis* unmittelbar von unten an die Wirbel anliegt, ist dieser wellenförmige Verlauf an ihr stärker ausgeprägt als an der Vene, welche am Boden des Haemalkanals liegt.



## Die Segmentalgefäße.

### A. Die Segmentalarterien.

Im Wirbeltierkörper unterscheidet man gewöhnlich drei Gruppen von Segmentalarterien und zwar:

*Arteriae segmentales laterales,*  
*Arteriae segmentales dorsales,*  
*Arteriae segmentales ventrales.*

Die *Arteriae segmentales laterales*, auch *Arteriae musculares primae* genannt (Abb. 1 und Taf. 12, 5) sind immer paarig und verlaufen nach links und rechts von den segmentalen dorsalen Arterien seitwärts auf der halben Höhe des Wirbelkörpers. Sie verlaufen im intermuskulären Septum, welches die epaxonischen von den hypaxonischen Muskeln trennt, bis zum Hypodermalgewebe, wo sie sich in zwei parallel zur Haut und vertikal zur Längsachse verlaufende Arme teilen.

Die *Arteriae segmentales laterales* sind kurz und asymmetrisch, was mit der starken lateralen Abplattung und bilateralen Asymmetrie des Schollenkörpers im Zusammenhang steht.

Die *Arteriae segmentales dorsales* (Abb. 1 und Tafel 12, 6) sondern sich von der Schwanzarterie und der Aorta gewöhnlich gleich neben den Ansätzen der Haemalfortsätze ab, nehmen ihre Richtung nach oben gegen die Mitte des Wirbelkörpers und verlaufen längs der Dornfortsätze in der Richtung der Rückenflosse ungefähr in jedem zweiten Leibessegment, das benachbarte Segment der entsprechenden Vene überlassend. Nur selten verlaufen zwei Arterien nebeneinander in benachbarten Segmenten. Dasselbe gilt auch für die Venen. In den entsprechenden Segmenten sind die *Arteriae segmentales dorsales* paarweise vorhanden. Gewöhnlich ist eine derselben an der flachen Seite rudimentär und endet auf halber Höhe der Dornfortsätze, die zweite stärkere verläuft bis zum Ansatz der Rückenflosse (Abb. 1, 6).

Die *Arteriae segmentales dorsales* senden während ihres Laufes Abzweigungen in die Muskeln. Die stärkeren Äste sondern sich an den Stellen ab, wo die Enden der Dornfortsätze die Flossenstrahlenträger überdecken (Abb. 1 und Taf. 12, 8). Diese Gefäße sind kurz und verzweigen sich stark in den Seitenmuskeln. Das sind die *Arteriae musculares secundae*.



Eine zweite Reihe starker Verzweigungen tritt auf in der Nähe der Ansätze der eigentlichen Flossenstrahlen in der Region der diese Strahlen bedienenden Muskeln (Abb. 1 und Taf. 12, 9), welche *Musculi radiales* genannt werden. Diese Verzweigungen unterscheiden sich jedoch von den oben beschriebenen grundsätzlich dadurch, daß sie hier große bogenförmige Schleifen bilden (Abb. 1 und Taf. 12, 9), von denen ein Arm nach vorn, der andere nach rückwärts gerichtet ist. Die von allen Segmentarterien ausgehenden Schleifen liegen der proximalen Fläche der Muskeln (*Musculi radiales*) näher und bilden längs der ganzen Flosse gewissermaßen ein einziges Längsgefäß.

Diesem Gefäß fehlt jedoch die Kontinuität (Lücken treten in Abständen von einigen Segmenten auf) und nur an manchen Stellen kann man beobachten, wie z. B. der vordere Abschnitt sich mit dem hinteren mittels eines dünnen Längsgefäßes verbindet (Tafel 12, 10). Der Verfasser konnte solche Verbindungen nur in sehr seltenen Fällen entdecken. Von den arteriellen Schleifen gehen segmentalweise Gefäße zur Rückenflosse ab und zwar in solcher Anzahl, das auf jeden Strahl gewöhnlich eine Arterie entfällt — die *Arteria radialis* (Taf. 12, 11). In manchen Fällen teilen sich die Radialarterien, gewöhnlich etwas über den Ansätzen der Flossenstrahlen, in zwei, denselben Strahl von vorn und hinten umarmende Äste. Aus der Gefäßschleife jeder *Arteria segmentalis* entspringen gewöhnlich je drei Radialarterien (*Arteriae radiales*), selten zwei und im vorderen Abschnitt des Körpers können es sogar 6—8 sein (Tafel 12). Sie verlaufen in der Rückenflosse gewöhnlich caudal von den Flossenstrahlen (in der Analflosse umgekehrt).

Außer den Radialgefäßen gehen von der Schleife den Seitenmuskeln (*Musculus radiales*) entgegengesetzte Gefäße ab, am häufigsten längs der Basalstrahlen der Flossen (Taf. 12, 12).

Die erste dorsale Segmentarterie — *Arteria segmentalis dorsalis prima* (Tafel 12, 6), welche in der Gegend des dritten Rumpfwirbels entspringt, hat eine andere Größe und einen anderen Verlauf als die anderen Gefäße. Es ist das ein großes Gefäß, welches anfangs leicht wellenförmig längs des zweiten cranialen Dornfortsatzes verläuft, später jedoch plötzlich nach vorne umbiegt und in zwei verschieden große Arme zerfällt, von welchen der hintere kürzer ist, während der vordere der Hirnkapsel ausweichend längs ihres Randes verläuft. Von dieser Schleife gehen



6–8 Radialgefäße ab, welche gewöhnlich, wie überhaupt die Mehrzahl der arteriellen Gefäße der Scholle, näher der dem Boden zugewandten Körperfläche liegen.

*Arteriae segmentales ventrales* (Tafel 12, 7) haben einen ähnlichen Verlauf wie die soeben beschriebenen Gefäße. Jede derselben beginnt als selbständiges, die Aorta gewöhnlich in der Gegend, wo die *Arteriae segmentales dorsales* entspringen, verlassendes Gefäß und verläuft längs des ventralen Dornfortsatzes in der Richtung der bei der Scholle stark entwickelten Analflosse, unter Abgebung derselben Verzweigungen, welche bei den *Arteriae segmentales dorsales* beschrieben wurden, mit Ausnahme der Segmentalarterien, das heißt der *Arteriae musculares secundae* (Abb. 1 und Taf. 12, 8) und der schleifenförmigen *Arteriae musculares tertiae* (Abb. 1 und Taf. 12, 9) mit ihren Verzweigungen zur Flosse und den Muskeln.

Die erste segmentale ventrale Arterie (*Arteriae segmentalis ventralis prima*) des Schwanzes (Taf. 12, 7p) ist besonders stark entwickelt. Sie beginnt am Hinterende der *Aorta dorsalis*, durchbohrt die Niere, verläuft sodann längs ihres Hinterrandes und verläßt sie am caudal-ventralen Ende. Sogleich nach dem Verlassen der Niere teilt sie sich in zwei Gefäße, deren vorderes zu den Eingeweiden führt, während das hintere, auf dem stark entwickelten ersten Basalstrahl der Flosse (Afterflossenträger) (Taf. 12, R<sub>1</sub>) liegende in zwei Äste zerfällt, einen schwächeren vorderen und einen stärkeren hinteren, welche zusammen 6–8 Strahlen der Analflosse versorgen.

Die Segmentalarterien des Rumpfes wurden nicht berücksichtigt, da sie als Eingeweide und die Seiten des Körpers versorgende Gefäße ausgebildet sind.

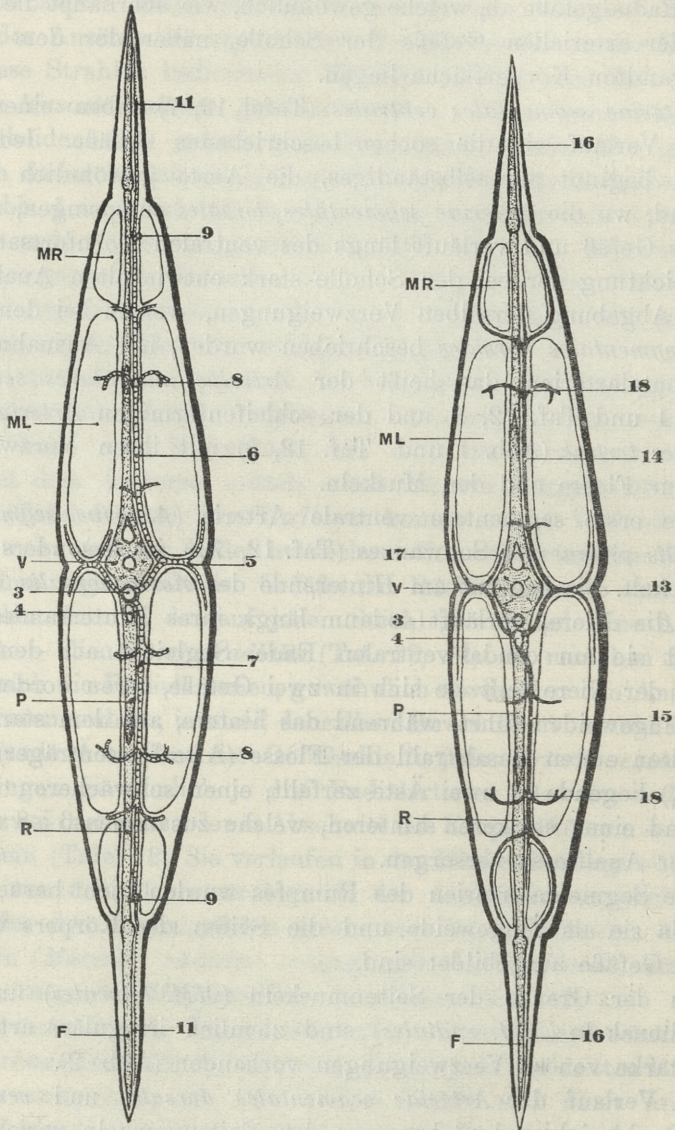
An der Grenze der Seitenmuskeln (*MM. laterales*) und der Radialmuskeln (*MM. radiales*) sind ziemlich irreguläre arterielle und starke venöse Verzweigungen vorhanden (Abb. 2).

Im Verlauf der *Arteriae segmentales dorsales* und *ventrales* treten zahlreiche schwächere, zu den Seitenmuskeln verlaufende Verzweigungen auf.

### B. Die Segmentalvenen.

Die Segmentalvenen der Scholle sind ähnlich wie die entsprechenden Arterien ausgebildet. Ausgesprochene Unterschiede





Schematischer Querschnitt durch den Schwanzansatz der Scholle.

Abb. 1. Arterielle Gefäße.

Abb. 2. Venöse Gefäße.

Die Bedeutung der Zahlen und Buchstaben ist in den Erläuterungen, welche die Tafel betreffen angegeben. Der stärker ausgezogene Leibesumriß bezeichnet die pigmentierte Seite.



treten in den distalen Partien auf, das heißt in der Nähe der Flossen.

Die *Venae segmentales* münden in metamerer Anordnung in die *Vena caudalis* und man kann auch hier drei Gruppen unterscheiden:

*Venae segmentales laterales*  
*Venae segmentales dorsales*  
*Venae segmentales ventrales,*

welche durch Zusammenfließen zweier, senkrecht zur Längsachse des Körpers verlaufender Gefäße entstehen.

Die *Venae segmentales laterales* (Abb. 2 und Taf. 12, 13) sind sehr kurz und nehmen das Blut aus der Haut, den Seitenlinien und aus dem horizontalen, die epaxonalen von den hypaxonalen Muskeln trennendem Septum auf. Sie sind paarweise angeordnet und reichen bis zum unteren Teile der *Venae segmentales dorsales* auf der halben Höhe des Wirbelkörpers.

Die *Venae segmentales dorsales* (Abb. 2 und Taf. 12, 14) beginnen in der Nähe der Rückenflosse als *Venae radiales* (16) auf der pigmentierten Seite in einer Anzahl von 2--8 und sogar mehr. Sie fließen zusammen und bilden größere Gefäße, welche sodann einen Stamm bilden (Abb. 2, 14, 16) Ungefähr auf der halben Höhe der Flossenstrahlenträger verbinden sie sich mit dem Gefäße der anderen Seite, das heißt der dem Boden zugewandten, welches in Form zahlreicher Verzweigungen am Ansatz der Flosse beginnt. Dieser gemeinsame Stamm (Abb. 2 und Taf. 12, 14, 15) erhält (analog der entsprechenden Arterie) an der Stelle, wo die Flossenstrahlenträger und die Enden der Dornfortsätze aufeinander lagern, zahlreiche Gefäße, welche Blut aus den Seitenmuskeln aufnehmen. Weiterhin verlaufen sie längs der Dornfortsätze, wenden sich den Wirbelkörpern zu und münden zwischen den Haemalfortsätzen in die *Vena caudalis*.

Ähnlich den Arterien sind in den entsprechenden Segmenten paarweise angeordnete dorsale Segmentalvenen vorhanden (Abb. 2), deren dem Boden zugewandter Partner rudimentär ist (Abb. 2, 17), während der zweite den oben beschriebenen Verlauf nimmt.

Die erste segmentale dorsale Vene (*Vena segmentalis dorsalis prima*) (Tafel 12, 14 p) unterscheidet sich von den übrigen sowohl durch Größe wie Verlauf. Es ist das ein sehr großes venöses Gefäß, welches in den cranialdorsalen Rand der Niere mündet. Es



läuft den ersten cranialen Dornfortsatz entlang, ähnlich der ersten *Arteria segmentalis dorsalis*, nur etwas näher dem Schädel und nimmt durch 8—10 *Venae radiales* das Blut aus dem epicranialen Teil der Rückenflosse auf.

Die *Venae segmentales ventrales* (Abb. 2 und Tafel 12, 15) des Caudalabschnittes haben einen ähnlichen Verlauf wie die *Venae segmentales dorsales*; jede mündet mit einem besonderen Stamm in die *Vena caudalis* und hat einen analogen Verlauf, d. h. sie enthält Mündungen der *Venae musculares secundae* (Abb. 2 und Taf. 12, 18); im oberen Teil setzt sie sich aus zwei Ästen zusammen, einem linken und einem rechten, deren Größe ebenfalls davon abhängt, auf welcher Seite die Scholle ruht.

Die erste segmentale ventrale Venae (*Vena segmentalis ventralis prima*) (Tafel 12, 15 p) hat dagegen eine andere Form. Ihre beiden Äste, der linke und der rechte, sind stark entwickelt. Der schwächere liegt näher der flachen Körperseite, der zweite stärkere an der pigmentierten. Zwischen diesen Ästen liegen Verzweigungen der *Arteria segmentalis ventralis prima*. Der Hauptstamm mündet nicht in die *Vena caudalis* sondern in die Niere, indem er an der Oberfläche des Afterflossenträgers verläuft (Tafel 12, R<sub>1</sub>).

Die segmentalen Arterien und Venen, welche im Caudalabschnitt zwischen den Enden der unpaaren Flossen und der Schwanzflosse verlaufen, besitzen keine speziellen Verzweigungen, wie sie für die segmentalen Arterien und Venen der Rücken- und Analflosse charakteristisch sind. Sie verlaufen den Dornfortsätzen gemäß in mehr diagonalen Lage wie die früher besprochenen.

Ihre Verzweigungen versorgen die Muskeln des Schwanzansatzes und zerfallen am Ende in kleine Gefäße.

### Die Gefäße der Schwanzflosse.

**Arterien.** Die Schwanzflosse wird durch den Endabschnitt der *Arteria caudalis* mit Blut versorgt (Tafel 12, 3), welche nach Verlassen des Haemalkanals sich leicht nach oben wendet und auf der Höhe der Längsachse der Wirbelsäule ihre Richtung direkt gegen die Mitte des Ansatzes der Schwanzflosse nimmt. An diesem Ort teil sie sich in zwei Arme (Tafel 12, 19 d, 19 v), einen dorsalen und einen ventralen, welche quer zur Längsachse der Schwanzflosse verlaufen und von oben die Anfangspartien der



Flossenstrahlen zudecken. Die Enden dieser Gefäße können in zwei, manchmal drei Äste zerfallen (Tafel 12).

Der Übergang der Schwanzarterie in zwei Arme kann im Bereich der Schwanzflosse oder noch im Bereich ihres Ansatzes liegen. Von den beiden Armen der Schwanzarterie gehen Radialarterien ab (Tafel 12, 20). Sie können zur Schwanzflosse entweder einzeln abgehen oder in Partien zu mehreren zusammen. In vielen Fällen kommen auf einen Strahl zwei Radialarterien. Wenn die Enden der Basalarterie der Schwanzflosse sich verzweigen, gehen die seitlichen Radialarterien von allen Verzweigungen ab.

**Venen.** Das venöse Blut sammelt sich mittels der Radialvenen (Tafel 12, 21) immer vor dem bogenförmigen arteriellen Gefäß in 5—8 Längsgefäßen, welche auf das Gebiet der Hypuralien (Tafel 12, H) und hier in ständig wachsende Stämme übergehen, aus welchen ein großer Stamm entsteht, der zum Haemalkanal läuft — die *Vena caudalis*.

### Einfluß der Körperform auf die Verteilung der Blutgefäße.

Die Asymmetrie des Schollenkörpers, seine ebenfalls asymmetrische seitliche Abflachung, welche auf der Seite mit der der Fisch auf dem Boden liegt größer ist, seine Verbreiterung längs der dorsoventralen Achse, die ihr Maximum in der Mitte des Körpers erreicht, hat einen großen Einfluß auf die Verteilung der Blutgefäße, auf deren Länge und Verlauf.

Die rechten und linken seitlichen Segmentalgefäße haben eine verschiedene Länge und zwar ist das zur pigmentierten Seite laufende immer etwas stärker.

Die segmentalen dorsalen und ventralen Gefäße sind besonders in der Mitte des Körpers stark verlängert. Die Anzahl dieser Gefäße, welche nach der pigmentierten Seite hin verlaufen, ist mindestens zweimal (dorsale Gefäße), oft sogar sechsmal (ventrale Gefäße) größer als die der auf der entgegengesetzten Seite verlaufenden Gefäße, was deutlich aus ihrer Lage im Verhältnisse zu den Wirbeln ersichtlich ist.

Bei spindelförmigen Fischen weisen die Endpartien der dorsalen und ventralen Arterien eine Bifurkation längs der Querachse auf und münden auf rechter und linker Seite in den Ansatz der Flosse. Bei der stark abgeplatteten Scholle erreichen die erwähnten Arterien die Flossen, ohne sich in ihrem ganzen Verlauf irgendwo



zu teilen; wahrscheinlich fehlt hier einfach der Platz für zwei Endarme.

Die Segmentalvenen unterliegen ähnlichen mit dem Bau des Schollenkörpers zusammenhängenden Veränderungen, wie die Arterien. Nur in der Partie unter den Flossen teilen sie sich in zwei Arme; von diesen ist der Arm auf der pigmentierten Seite stärker und entspringt in der Flosse selbst, während der kürzere auf der entgegengesetzten Seite am Ansatz der Flosse beginnt.

Da die Rückenflosse sich stark in cranialer Richtung entwickelt und fast bis zum Vorderrand des Auges reicht, wachsen die sie versorgenden Segmentalgefäße (Tafel 12, 14 p) entsprechend weit nach vorn aus. Ähnlich obwohl in schwächerem Grade, entwickeln sich die ersten Gefäße der Analflosse in ihrem cranialen Abschnitt (Tafel 12, 15 p).

#### Abarten der Gefäße.

Fast alle dorsalen und ventralen Segmentalgefäße entspringen als selbständige Wurzeln den Längsgefäßen des Körpers. Es kommt jedoch vor, daß eine Gefäßwurzel zwei Segmentalgefäßen den Ursprung gibt. Die Segmentalarterien verlaufen gewöhnlich als einheitliche Gefäße von der *Arteria caudalis* zum Flossenansatz, manchmal jedoch spalten sie sich auf halber Höhe, wobei die Abzweigung in das benachbarte Leibessegment übergeht. In gewissen Fällen mündet die ventrale Segmentalvene nicht direkt in die *Vena caudalis*, sondern wendet sich dicht unter den Haemalbögen von der caudalen Richtung zur cranialen und vereinigt sich unter fast senkrechtem Winkel mit der benachbarten Segmentalvene.

Verhältnismäßig selten sind Fälle, in denen in einem Segment nebeneinander arterielle und venöse Gefäße liegen. Gewöhnlich erreicht dann eines derselben nicht die Flosse.

Betreffend die Verteilung der Schwanzgefäße läßt sich beobachten, daß die Arterien nahe einer Leibesfläche z. B. der dem Boden zugewandten liegen, während die Venen auf der anderen, in diesem Falle der pigmentierten, verlaufen, oder es können sich auch beide Hauptnetze auf der der Wasseroberfläche zugewandten Körperseite befinden. In dem letzteren Falle kann das oberflächliche Netz sowohl aus Arterien wie aus Venen bestehen; unter Berücksichtigung aller Möglichkeiten kommt man zu dem Schlusse,



daß die Venen in etwa 50% oberflächlich an der pigmentierten Seite liegen.

### Diskussion.

Die Segmentalgefäße der Fische berücksichtigt Grodziński (1929) in seiner Beschreibung der Entwicklung des Haifisches *Acartias vulgaris*. Im allgemeinen erlaubt der Verlauf der Segmentalgefäße einen Vergleich der Verhältnisse bei der Scholle und bei dem Haifisch. Die Unterschiede betreffen den Ursprungsort und die Größe der Gefäße. Während die *Arteriae musculares primae* des Haifisches in der Höhe des Haemalkanals nach den Seiten abgehen und nach Grodziński die wichtigsten sind, sind bei der Scholle die ihnen entsprechenden *Arteriae segmentales laterales* die kürzesten aller Segmentalgefäße. Sie sind hier von ungleicher Länge und geben ähnlich wie bei *Scyllium* zwei Äste ab, einen zum Septum, welches die epaxonen von den hypaxonen Muskeln trennt, einen zweiten zur Wirbelsäule.

Bei der Scholle fehlen gänzlich dorsale und ventrale Längsgefäße, welche beim Haifisch als *Trunci longitudinales dorsales* und *ventrales* bezeichnet werden.

Silvester (1904) untersuchte das Blutgefäßsystem des bilateral symmetrischen Fisches *Lopholatilus chamaeleonticeps* und berücksichtigte auch die Segmentalgefäße.

Im arteriellen System beruht der Unterschied hauptsächlich auf dem Versorgungsmodus der lateralen segmentalen Arterien und Venen (*Arteriae* und *Venae musculares primae*), welche beim *Lopholatilus* auf niedrigerer Höhe abgehen als bei der Scholle, besonders jedoch auf der Verzweigungsart der Endabschnitte der Segmentalarterien, sowohl der dorsalen wie auch der ventralen. Während nämlich bei der Scholle nur unpaare Schleifen vorhanden sind (sie entsprechen den *Arteriae musculares III* von Grodziński), welche nur ein unpaares aber diskontinuierliches, unter der Flosse verlaufendes Gefäß bilden, teilen sich sowohl die dorsalen wie die ventralen Segmentalarterien des *Lopholatilus* an der Grenze der Enden der Dornfortsätze und der Flossenstrahlenträger in zwei Arme, einen linken und einen rechten, von denen jeder an Flossenansatz angelangt Schleifen abgibt, welche auf beiden Seiten der Flossenstrahlenträger liegen. Diese Schleifen verbinden sich bei *Lopholatilus* in zwei einheitliche fast ununter-



brochene Gefäße. Silvester beschreibt bei *Lopholatilus* Verbindungen zwischen den Schleifen auf der ganzen Länge, während sie bei der Scholle nur in wenigen Fällen auftreten.

Die Segmentalvenen beschreibt Silvester nur oberflächlich und beschäftigt sich nicht mit ihrem Ursprung.

Ich erlaube mir an dieser Stelle dem Herrn Prof. Dr Z. Grodziński für sein reges Interesse an meiner Arbeit und seine wertvollen Ratschläge meinen besten Dank auszusprechen.

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

Aus dem Histologischen Institut der Jagellonischen Universität (Kraków). Vorstand Prof. Dr St. Maziariski.

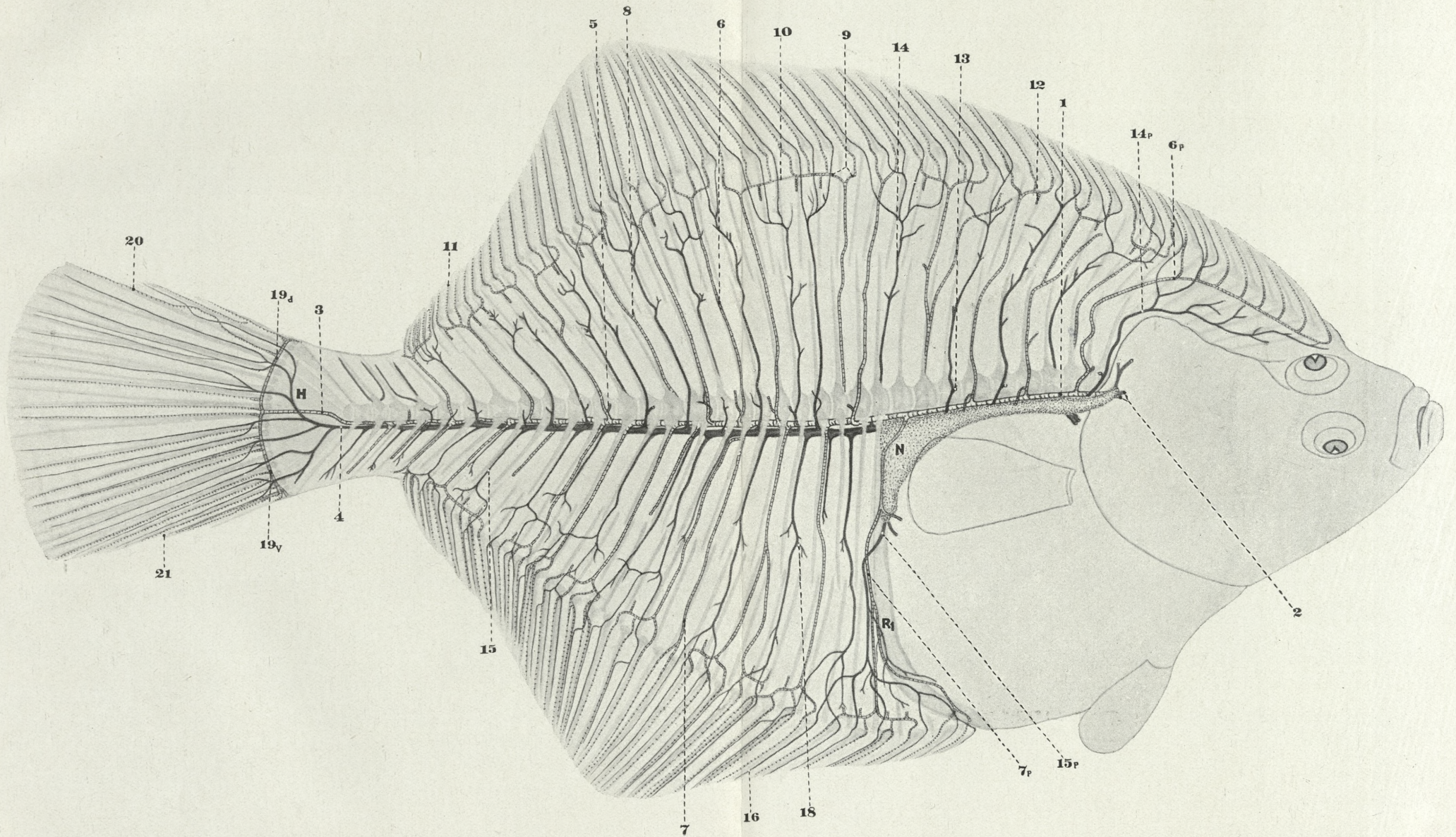
### Erläuterung der Tafel 12.

Totalansicht einer Scholle (*Pleuronectes platessa*) nach Entfernung von Haut und Muskeln und nach Aufhellung in Benzylbenzoat. Ausgeführt mit Hilfe des Abbe'schen Zeichenapparates. Ungefähr viermalige Vergrößerung. Teilweise nach anderen Exemplaren ergänzt. Arterien quergestreift, Venen einheitlich dunkel.

### Zeichenerklärung.

|                |   |     |   |
|----------------|---|-----|---|
| F              | — Flossenstrahlen.                                      | 10  | — Anastomosen zwischen den Schleifen der Arteriae musculares tertiae. |
| H              | — Hypuralien.   |     |   |
| MR             | — Musculus radialis.                                    |     |   |
| ML             | — „ lateralis.  | 11  | — Arteria radialis.   |
| N              | — Niere.  | 12  | — Innere Arteria muscularis.  |
| P              | — Processus spinosus.                                   | 13  | — Vena segmentalis lateralis (Vena muscularis prima).                 |
| R              | — Radii (Flossenstrahlenträger).                        | 14  | — Vena segmentalis dorsalis.  |
| R <sub>1</sub> | — Afterflossenträger.                                   | 14p | — Vena segmentalis dorsalis I.  |
| V              | — Wirbel.   | 15  | — Vena segmentalis ventralis.   |
| 1              | — Aorta dorsalis.                                       | 15p | — Vena segmentalis ventralis I.                                       |
| 2              | — Radices aortae.                                       | 16  | — Vena radialis.  |
| 3              | — Arteria caudalis.                                     | 17  | — Vena segmentalis dorsalis (rudimentär).                             |
| 4              | — Vena caudalis.  | 18  | — Venae musculares secundae.  |
| 5              | — Arteria segmentalis lateralis (Arteria muscularis I). | 19d | — Dorsale Schwanzflossenarterie.                                      |
| 6              | — Arteria segmentalis dorsalis.                         | 19v | — Ventrale Schwanzflossenarterie.                                     |
| 6p             | — Arteria segmentalis dorsalis I.                       | 20  | — Arteria radialis.   |
| 7              | — Arteria segmentalis ventralis.                        | 21  | — Vena radialis.  |
| 7p             | — Arteria segmentalis ventralis I.                      |     |   |
| 8              | — Arteriae musculares secundae.                         |     |   |
| 9              | — Arteriae musculares tertiae.                          |     |   |





J. Biborski del.



WYKAZ PRACOWNIKÓW WYDZIAŁU



## Literaturverzeichnis.

1. Bronn's, Classen u. Ord. d. Tierreich. 6. 1908. — 2. Einstmann J. W., Über das Venensystem der einheimisch. Teleostier. Arch. Naturgesch. 79. 1895. — 3. Elze C., Studien zur allgem. Entwicklungsgesch. des Blutgefäßsystems. Arch. f. Mikr. Anat. 82. 1913; 92. 1919. — 4. Goodrich E. S., A treatise on zoology. Part IX. 1909. — 5. Gregory E. H., Beiträge zur Entwicklgesch. der Knochenfische. Anat. Hefte 20. — 6. Grodziński Z., Entwickl. der Blutgefäße bei *Scyllium canicula*. Bull. Acad. Crac. 1929. — 7. Hochstetter F., Beiträge zur vergl. Anat. u. Entwicklgesch. des Venensystems der Amphibien u. Fische. Morph. Jahrb. 13. 1888. — 8. Hochstetter F., Entwicklgesch. des Gefäßsystems. Ergeb. Anat. Entwickl. 1. 1891 u. 3. 1893. — 9. Hochstetter F., Die Entwickl. des Blutgefäßsystems. Handb. vergl. ex. Entwickl. v. Hertwig. 3. 1906. — 10. Thilio O., Die Verfahren der Schollen, Bull. Acad. Imp. Petersburg V. Ser. Bd. XIV. Nr. 3. 1901. — 11. Thilio O., Die Umbildungen am Knochengerüste der Schollen. Zool. Anz. 25. 1902. — 12. Schnakenbeck W., Heterosomata. (in: Die Tierwelt d. Nord- und Ostsee, Lief II. (Teil XII. h<sub>1</sub>)). — 13. Schönlein et Willem, Observations sur la circulation du sang chez quelques poissons. Bull. Sc. de la France d. n. et de la Belgique. 26. 1894. — 14. Silvester C. F., The blood-vascular system of the Tile-fish, *Lopholatilus chamaeleonticeps*. Bull. of the bureau of fisheries Washington, 24. 1904. — 15. Zarnik, Über segmentale Venen bei Amphioxus und ihr Verhältnis zum Ductus Cuvieri. Anat. Anz. 24. 1904. — 16. Ziegehagen P., Über Entwicklung der Circulation bei Teleostiern. Verh. Anat. Ges. 10. 1896.
-







*Fosfór w rozwoju początkowym żaby. — Phosphorus in the early development of the frog.*

Mémoire

de M. M. A. ZIELIŃSKI,

présenté le 7 octobre 1935, par M. K. Białaszewicz m. t.

In connexion with the discovery of phosphagen and its rôle in muscular activity, the question has arisen at what stage of development of the animal phosphagen appears, what variations occur in its content at various embryonic stages and whether its significance is the same for the embryo as for the adult organism. Researches on the embryonic chemistry of phosphagen have been performed by Needham and co-workers. Their results for squid (Needham, Needham, Yudkin and Baldwin, '32) and chick embryos (Baldwin and Needham, '33) are confined to the more advanced stages of development, at which the blastoderm separated from the great mass of yolk was large enough to be treated by the methods of quantitative chemical analysis. It was considered of interest to examine the changes in the inorganic and labile (phosphagen) phosphorus content in the embryo from the moment of fertilization. As material for these investigations, frog (*Rana temporaria*) eggs and embryos were chosen in view of the fact that their yolk content is much smaller than in the squid and the chick, so that by analyses of the whole egg or embryo some idea of the constitution of the living protoplasm would be afforded.



### Methods

The eggs were taken from the oviduct of the frog, fertilized and were put into distilled water 30 mins. after fertilization, where they were during their development at room temperature (about 17°). The eggs from the oviduct with their membranes unswollen were taken for analysis, cooled in a mortar to about 0°, and ground up with sand and ice-cold 0.25 N or 0.50 N trichloroacetic acid in suitable proportion. The embryos separated from the jelly membranes, or the tadpoles were cooled in a small quantity of distilled water in a mortar and then ground up with sand and trichloroacetic acid to a final concentration of about 0.25 N; the amount of extract was 4—7 cc., 1 cc. or less of the filtered trichloroacetic acid extract was pipetted into each of two centrifuge tubes. The acid extract was neutralized to phenolphthalein with powdered baryta according to the method of Eggleton and Eggleton ('29) in one tube at once and in the other one after standing at room temperature for two days. The orthophosphoric acid was precipitated as barium salt, centrifuged, separated from the solution, washed and estimated by the Kuttner and Cohen ('27) microcolorimetric method. The phosphagen could not be estimated in the solution after the orthophosphate separation because of colloids precipitated by the phosphomolybdic acid. 1 cc. of the trichloroacetic acid extract was pipetted into a small Pyrex boiling-tube calibrated for 10 cc. for the total acid soluble phosphorus determination by the method of Kuttner and Lichtenstein ('32). The results expressed in mg. per 100 eggs or embryos were calculated from the formula

$$X = m \cdot \frac{a + b - n \cdot s}{c \cdot n} \cdot 100$$

where  $m$  represents mg. phosphorus found in  $c$  cc. of pipetted extract,  $a$  the cc. of trichloroacetic acid solution added to  $n$  eggs or embryos,  $b$  the weight in g. of the eggs or of the water with the embryos or tadpoles,  $s$  the dry weight of one embryo, taken for the stages considered (0—6 days of development) as 0.0013 g. Both the sand used for grinding up the embryos and the filter paper used for the filtration of the extract were before use thoroughly washed and tested for any phosphorus which could pass into the trichloroacetic acid extract.



TABLE I

| Date | Series | Hours of development | Stage of development   | Number of embryos taken for analysis | mg. P calculated per 100 embryos |                                    |          |
|------|--------|----------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------|
|      |        |                      |  |                                      | inorganic P                      | inorg. P after two days hydrolysis | labile P |
| 11.4 | OK     | 0                    | eggs from oviduct  | 224                                  | 0.005                            | 0.022                              | 0.017    |
| 11.4 | K      | 5                    | about 16 cells   | 80                                   | 0.002                            | 0.025                              | 0.023    |
| 17.4 | L      | 5                    | about 16 cells   | 80                                   | 0.006                            | 0.035                              | 0.029    |
| 18.4 | L      | 29                   | gastrula   | 80                                   | 0.012                            | 0.032                              | 0.020    |
| 12.4 | K      | 30                   | the upper lip is semicircular                                | 80                                   | 0.004                            | 0.020                              | 0.016    |
| 13.4 | K      | 54                   | neural groove begins to involute                             | 80                                   | 0.013                            | 0.030                              | 0.017    |
| 14.4 | K      | 78                   | the tail = $\frac{1}{4}$ of the body-length; first movements | 80                                   | 0.018                            | 0.029                              | 0.011    |
| 15.4 | K      | 102                  | they move, the tail = $\frac{1}{3}$ of the body-length       | 80                                   | 0.030                            | 0.049                              | 0.019    |
| 16.4 | K      | 126                  | small ext. gills, first quick movements                      | 60                                   | 0.046                            | 0.068                              | 0.022    |
| 17.4 | K      | 151                  | they move very sharply if stirred, large ext. gills          | 60                                   | 0.060                            | 0.111                              | 0.051    |

TABLE II

| Date | Series | Hours of development | Stage of development                        | Number of embryos taken for analysis | mg. P calculated per 100 embryos |                                    |          |                      |
|------|--------|----------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|
|      |        |                      |   |                                      | inorganic P                      | inorg. P after two days hydrolysis | labile P | total acid-soluble P |
| 26.4 | —      | 0                    | eggs from oviduct                           | 275                                  | 0.003                            | 0.018                              | 0.015    | 0.070                |
| 6.5  | —      | 0                    | eggs from oviduct                           | 217                                  | —                                | —                                  | —        | 0.073                |
| 24.4 | N      | 6                    | about 16 cells                              | 100                                  | 0.006                            | 0.029                              | 0.023    | 0.083                |
| 29.4 | R      | 28                   | the yolk-plug formed                        | 100                                  | 0.010                            | 0.026                              | 0.016    | 0.108                |
| 25.4 | N      | 30                   | the upper lip is semicircular               | 100                                  | 0.008                            | 0.028                              | 0.020    | —                    |
| 26.4 | N      | 52                   | the neural canal closed                     | 100                                  | 0.020                            | 0.028                              | 0.008    | 0.089                |
| 21.4 | M      | 54                   | the neural canal closed                     | 140                                  | 0.022                            | 0.029                              | 0.007    | 0.109                |
| 27.4 | N      | 77                   | the tail = $\frac{1}{3}$ of the body-length | 100                                  | 0.032                            | 0.045                              | 0.013    | 0.110                |
| 28.4 | N      | 100                  | the tail = $\frac{2}{5}$ of the body-length | 80                                   | 0.031                            | 0.060                              | 0.029    | 0.117                |
| 30.4 | P      | 125                  | large ext. gills, quick movements           | 80                                   | 0.045                            | 0.085                              | 0.040    | 0.167                |
| 29.4 | N      | 126                  | —   | 80                                   | —                                | —                                  | —        | 0.212                |
| 30.4 | N      | 149                  | very large ext. gills                       | 80                                   | 0.086                            | 0.137                              | 0.051    | 0.284                |
| 1.5  | N      | 172                  | —   | 60                                   | —                                | —                                  | —        | 0.386                |
| 2.5  | N      | 197                  | ext. gills disappearing                     | 60                                   | —                                | —                                  | —        | 0.405                |
|      |        |                      |   |                                      |                                  |                                    |          | 0.474                |



### Results

Inorganic orthophosphate and phosphorus after two days of acid hydrolysis were estimated in the extract from the eggs and embryos obtained chiefly from two frogs designated in Tables I and II by the letters K and N. The total acid soluble phosphorus was estimated only in the series begun on April 24th (Table II). The results expressed in mg. per 100 embryos are summarized in Tables I and II, and in the graphs of Figs. 1—4.

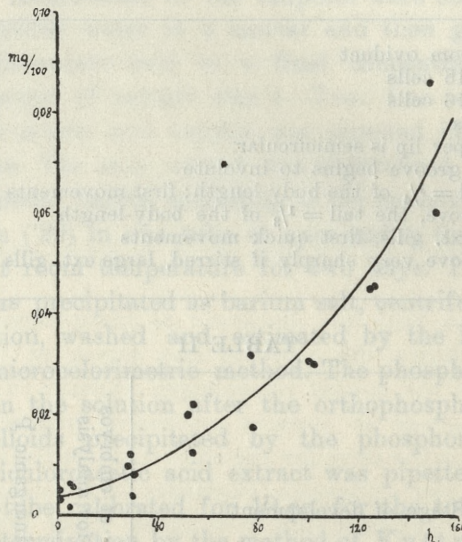


Fig. 1. Changes in the inorganic phosphorus content in the course of development expressed in mg. phosphorus per 100 embryos, time in hours.

The figures obtained for inorganic phosphate in the unfertilized eggs are very small, — about 0.004 mg. P per 100 eggs. In the course of development, the inorganic P content increases according to a parabolic curve.

As mentioned above, phosphocreatine could not be estimated directly because of some colloids present in the solution. Exact figures were obtained only for the oviduct eggs, and these are given separately in Table III. Labile phosphorus, to the amount of 0.011—0.013 mg. per 100 eggs was found in the unfertilized eggs. Evidence that it is identical with phosphocreatine will be the subject of a special, future paper. After hydrolysing for two



days with 0.25 N trichloroacetic acid, this labile phosphorus passed quantitatively into the orthophosphate fraction. The data cited show that the acid concentration chosen was too high, because some other phosphorus compounds underwent partial hydrolysis (0.002—0.006 mg. P per 100 eggs). What was estimated as labile phosphorus in developing embryos is the sum of phosphorus compounds hydrolysed by 0.25 N trichloroacetic acid after two days at room temperature.

TABLE III

| Date | Series | Number of eggs from oviduct taken for analysis | Time of hydrolysis (days) | mg. P calculated per 100 eggs |                                    |                             |   |
|------|--------|--|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
|      |        |  |                           | inorganic P                   | inorg. P increase after hydrolysis | labile P estimated directly | difference in labile P after hydrolysis |
| 11.4 | OK     | 224  | 0<br>2                    | 0.005<br>0.022                | 0.017                              | 0.011<br>0.000              | 0.011                                   |
| 26.4 | —      | 275  | 0<br>2                    | 0.003<br>0.018                | 0.015                              | 0.013<br>0.0005             | 0.013                                   |

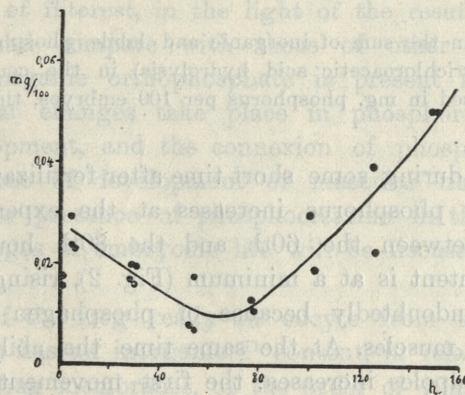


Fig. 2. Changes in the labile phosphorus content in the course of development expressed in mg. phosphorus per 100 embryos, time in hours.



During the first three days of development, the sum of inorganic and of labile phosphorus (Fig. 3) does not change (ex-

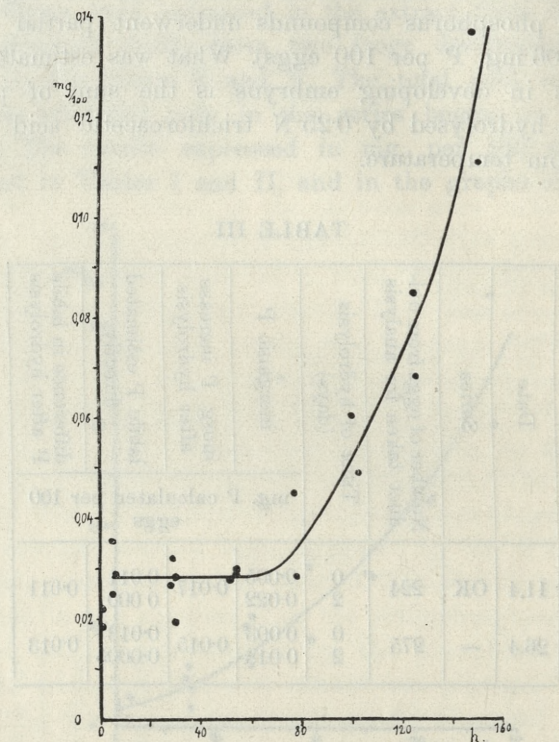


Fig. 3. Changes in the sum of inorganic and labile phosphorus (inorganic phosphorus after trichloroacetic acid hydrolysis) in the course of development expressed in mg. phosphorus per 100 embryos, time in hours.

cept, possibly, during some short time after fertilization), showing that inorganic phosphorus increases at the expense of labile phosphorus. Between the 60th and the 80th hour, the labile phosphorus content is at a minimum (Fig. 2), rising with further development, undoubtedly because of phosphagen formation in the developing muscles. At the same time the ability of movement of the tadpoles increases: the first movements can be observed between the 70th and the 80th hour of development; at about the 90th hour the tadpoles leave the jelly membranes and at about the 120th hour they are able to execute rapid movements.



The amount of the total acid soluble phosphorus rises gradually during the first three days, and then more abruptly (Table II, Fig. 4).

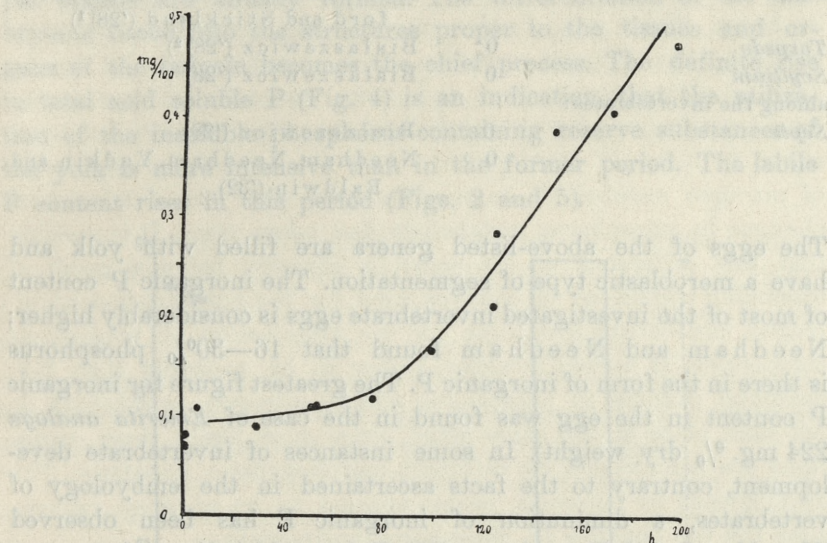


Fig. 4. Changes in the total acid soluble phosphorus content in the course of development expressed in mg. phosphorus per 100 embryos, time in hours.

### Discussion

It will be of interest, in the light of the results given above, to examine and compare with those of other authors, what amount of inorganic orthophosphate is present in the egg of the frog, what changes take place in phosphorus distribution during development, and the connexion of phosphagen content with the degree of development of muscular tissue. Questions relating to the presence of phosphocreatine in the egg and in the earliest stages of embryonic life will be discussed in a future contribution.

The egg of the frog (really an oöcyte from the cytological point of view) has an inorganic P content, in relation to its wet weight, excluding membranes, of the order of 1 mg. % and thus is similar to the eggs of other vertebrates investigated in that respect.



| Genus                    | Inorganic P | Investigator  |
|--------------------------|-------------|---|
| <i>Gallus</i>            | traces      | Plimmer and Scott ('09) <sup>1)</sup>                             |
| <i>Thalassochelys</i>    | 3 mg. %     | Karashima ('29) <sup>1)</sup>                                     |
| <i>Salmo</i>             | 0           | Rosenheim, Girsavicius, Ashford and Stickland ('28) <sup>1)</sup> |
| <i>Torpedo</i>           | 0           | Bialaszewicz ('28) <sup>2)</sup>                                  |
| <i>Scyllium</i>          | 0           | Bialaszewicz ('28)  |
| among the invertebrates: |             |   |
| <i>Sepia</i>             | 0           | Bialaszewicz ('28)  |
| "                        | 0           | Needham, Needham, Yudkin and Baldwin ('32).                       |

The eggs of the above-listed genera are filled with yolk and have a meroblastic type of segmentation. The inorganic P content of most of the investigated invertebrate eggs is considerably higher; Needham and Needham found that 16—30% phosphorus is there in the form of inorganic P. The greatest figure for inorganic P content in the egg was found in the case of *Emerita analoga* (224 mg. % dry weight). In some instances of invertebrate development, contrary to the facts ascertained in the embryology of vertebrates, a diminution of inorganic P has been observed (Needham and Needham, '30). This would indicate that a part of the inorganic P can be regarded as a reserve for building up organic P compounds.

As has been mentioned above, the rate of increase in the inorganic P content during development approaches a parabolic curve which shows no abrupt changes or irregularities. This would not apply to total acid soluble P, to labile P and to the sum of inorganic and of labile P. Here two different periods can be distinguished, of which the first is characterized by decrease in unstable P, at the same time an equal quantity of inorganic P is formed, so that the sum of inorganic and of labile P remains constant (Figs. 3 and 5); the total acid soluble P content rises slightly. In this period, which begins with segmentation, the chief morphological processes taking place are the division of the protoplasm, together with the yolk contained in it, into a number of cells, followed by the formation of the primitive,

<sup>1)</sup> Cited from Needham, "Chemical Embryology".

<sup>2)</sup> Bialaszewicz's figures refer to the phosphorus content in the intermicellar fluid of the eggs; if the inorganic P were present in the egg in an appreciable amount, it would be detected in the intermicellar fluid.



very little differentiated organs. The second period begins between the 60th and the 80th hour of development (the tadpoles hatched at about the 90th hour) when the rudiments of the principal organs are already formed. The differentiation of the embryonic tissue into the structures proper to the tissues and organs of the tadpole becomes the chief process. The definite rise in total acid soluble P (Fig. 4) is an indication that the utilization of the insoluble phosphorus-containing reserve substances of the yolk is more intensive than in the former period. The labile P content rises in this period (Figs. 2 and 5).

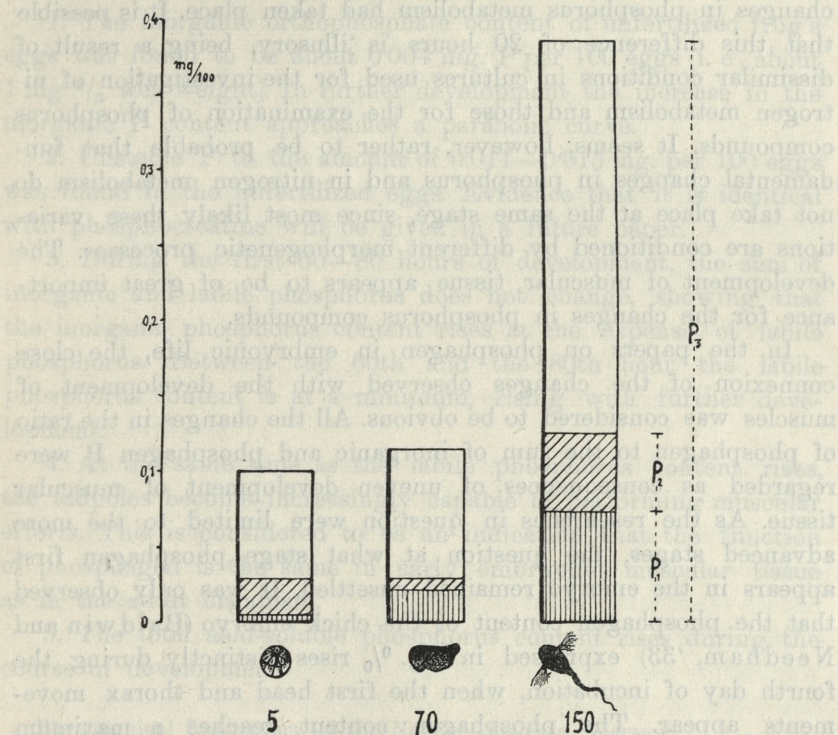


Fig. 5. Comparison of the changes in the phosphorus compounds content in the three stages of development.  $P_1$  = inorganic phosphorus,  $P_2$  = labile phosphorus,  $P_3$  = total acid soluble phosphorus in mg. per 100 embryos, their age in hours given below the graph.

The great difference between the metabolism of the embryos and hatched tadpoles has been observed by Białaszewicz and Mincówna (21) who studied the nitrogen and fat metabolism.



The embryonic period (i. e., before hatching) is characterized by a small decrease in dry mass of the embryo, a slight rise in fat content, and by protein catabolism, corresponding with the excretion of 0.144—0.225 mg. nitrogen per 100 embryos per 24 hours. There is a fundamental change in metabolism after hatching: the nitrogen excretion rises abruptly and the breakdown of fats becomes more and more noticeable. The tadpoles bred for the phosphorus metabolism investigation hatched after about 90 hours of development; thus, the second, larval, period of nitrogen metabolism began 20 hours after the fundamental changes in phosphorus metabolism had taken place. It is possible that this difference of 20 hours is illusory, being a result of dissimilar conditions in cultures used for the investigation of nitrogen metabolism and those for the examination of phosphorus compounds. It seems, however, rather to be probable that fundamental changes in phosphorus and in nitrogen metabolism do not take place at the same stage, since most likely these variations are conditioned by different morphogenetic processes. The development of muscular tissue appears to be of great importance for the changes in phosphorus compounds.

In the papers on phosphagen in embryonic life, the close connexion of the changes observed with the development of muscles was considered to be obvious. All the changes in the ratio of phosphagen to the sum of inorganic and phosphagen P were regarded as consequences of uneven development of muscular tissue. As the researches in question were limited to the more advanced stages, the question at what stage phosphagen first appears in the embryo remained unsettled. It was only observed that the phosphagen content of the chick embryo (Baldwin and Needham, '33) expressed in mg. % rises distinctly during the fourth day of incubation, when the first head and thorax movements appear. The phosphagen content reaches a maximum just before the commencement of limb and tail movements. The above results for the frog embryos do not answer the question as to the exact moment of the appearance of phosphocreatine in the myotomes, since unstable phosphorus was found in embryos at all stages of development. Here, similarly to the results for the chick, the rise of labile P content coincides with the first movements made by the embryo. The unstable P content of tad-



poles rises with further development, parallel with the increasing ability to execute movements, undoubtedly in consequence of the increase in the number of differentiated myofibrillae. This histological process begins in the embryo before hatching and is continued in the tadpole after hatching. The results here described for the frog, and those of the English investigators for the chick, indicate that the function of phosphocreatine is similar at the inception of embryonic muscular tissue to that in adult life.

### Summary

1. The inorganic orthophosphate content of unfertilized frog's eggs was found to be about 0.004 mg. P per 100 eggs (i. e., about 1 mg.  $\%$  wet weight). In further development the increase in the inorganic P content approaches a parabolic curve.

2. Unstable P to the amount of 0.011—0.013 mg. per 100 eggs was found in the unfertilized eggs. Evidence that it is identical with phosphocreatine will be given in a future paper.

3. During the first 60—80 hours of development, the sum of inorganic and labile phosphorus does not change, showing that the inorganic phosphorus content rises at the expense of labile phosphorus. Between the 60th and the 80th hour the labile phosphorus content is at a minimum, rising with further development.

4. At the same time as the labile phosphorus content rises, the tadpoles become increasingly capable of performing muscular efforts. This is considered to be an indication that the function of phosphagen is the same in early embryonic muscular tissue as in the adult organism.

5. The total acid-soluble phosphorus content rises during the course of development.

Physiological Laboratory of the Nencki Institute, Warsaw.

---

### Literature

1. Baldwin E. and D. M. Needham. 1933. On phosphorus metabolism in embryonic life. III. Phosphagen in avian development. *Journ. of exp. Biol.* 10 (105). — 2. Białasiewicz K. 1928. Études comparés sur la composition du liquide intermicellaire des oeufs. *Acta Biol. Exp.* 1 No. 11. —



3. Białasiewicz K. and M. Mincówna. 1921. Sur le metabolisme des principes gras et azotés aux premiers stades du développement de la grenouille. Travaux du Labor. de Physiol. de l'Inst. Nencki, 1, No. 11. — 4. Eggleston G.P. and P. Eggleston. 1929. A method of estimating phosphagen and some other phosphorus compounds in muscle tissue. Journ. of Physiol. 68. (193). — 5. Karashima J. 1929. Jap. Journ. Biochem. 10 (370) (cited from Needham, "Chemical Embryology"). — 6. Kuttner T. and H. R. Cohen. 1927. Microcolorimetric studies. I. A molybdic acid stannous chloride reagent. The microestimation of phosphate and calcium in pus, plasma and spinal fluid. Journ. of biol. Chem. 75 (517). — 7. Kuttner T. and L. Lichtenstein. 1932. Microcolorimetric studies. III. Estimation of organically bound phosphorus. A system of analysis of phosphorus compounds in blood. Journ. of biol. Chem. 95 (661). — 8. Needham J. 1931. Chemical Embryology. Cambridge. — 9. Needham J. and D. M. Needham. 1930. On phosphorus metabolism in embryonic life. I. Invertebrate eggs. Journ. of exp. Biol. 7 (317). — 10. Needham J., D. M. Needham, J. Yudkin and E. Baldwin. 1932. On phosphorus metabolism in embryonic life. II. Phosphagen in cephalopod development. Journ. of exp. Biol. 9 (212). — 11. Plimmer R. H. A. and F. H. Scott. 1909. Journ. of Physiol. 38 (247). (cited from Needham, "Chemical Embryology"). — 12. Rosenheim A., J. O. Girsavicius, C. A. Ashford and L. H. Stickland. 1928. Unpublished work, cited from Needham, "Chemical Embryology".
-



*Rozwój żył w tarczy zarodkowej kurczęcia. — Die Entwicklung der Venen in der Keimscheibe des Hühnchens.*

Mémoire

de M. Z. **GRODZIŃSKI**,

présenté le 4 novembre 1935, par M. H. Hoyer m. t.

Die Dottersackgefäße des Hühnchens bildeten seit langer Zeit den Gegenstand der verschiedenartigsten Untersuchungen. Die Morphologie dieser Gefäße in allen Entwicklungsstadien wurde von Popoff (1894) genau in Schrift und Bild dargestellt. Er stützte seine Beobachtungen auf mit Berlinerblau injizierte Präparate, was ihm die fragmentarischen Angaben der früheren Autoren (Aristoteles, Baer, Balfour, Courty, Haller, Kölliker, Pander, Virchow, Wolff) auszubauen und zu vervollständigen erlaubte.

Er konnte feststellen, daß die ersten Gefäße auf dem Dottersacke in Gestalt eines indifferenten Kapillarnetzes auftreten, welches mit dem arteriellen Abschnitte des Herzens in Verbindung steht. Die Randvene, der *Sinus terminalis*, bildet den äußeren Rand dieses Netzes (Abb. 5 E, n) und mündet vermittelst zweier *Vv. vitellinae anteriores* (Abb. 5 E, k) in das Herz. Erst später treten an Stelle der kapillarartigen Verbindungen des Netzes mit dem Herzen die arteriellen Stämme, die *Aa. omphalo-mesentericae* (Abb. 5 E, m), auf. Gleichzeitig entwickelt sich die *V. vitellina posterior* (Abb. 5 E, i), während eine von den *Vv. vitellinae ant.* obliteriert. Durch das Auftreten von Zwischenvenen und den Kolateralvenen werden die Komponenten des primären Kreislaufes auf dem Dottersacke vervollständigt. Die dargestellten Vorgänge spielen sich in der Zeit von 45—100 Stunden der Bebrütung ab. Popoff verfolgte weiter das Schicksal dieser Gefäße bis zum 20 Tage der Bebrütung.



Fast zur selben Zeit wie Popoff beschäftigte sich Thoma (1893) mit der Entwicklung der Dottersackgefäße. Er lenkte seine Aufmerksamkeit besonders auf den Einfluß des Blutstromes auf die Ausbildung der Gefäßstämme aus dem indifferenten Kapillarnetze. Er zeigte, wie sich die vom Blutstrome bevorzugten Bahnen des Kapillarnetzes in die *Aa.* und *Vv. omphalo-mesentericae* umgestalten. Auch in neueren Zeiten wurde öfters auf die Bedeutung des Blutstromes für die Entwicklung der Gefäßstämme im Bereiche der *Area vasculosa* hingewiesen. Es handelte sich nämlich um die Keimscheiben, deren Embryonen frühzeitig des Herzens beraubt waren, oder um die gefäßhaltigen Keimscheiben, die jedoch kein Embryokörper oder nur Spuren desselben besaßen (Daresté, Rabaud, Tur, Patterson, Chapman, Grodziński, Bremer). In diesen Fällen behalten die Gefäße der Keimscheiben infolge des Fehlens der Blutzirkulation den Habitus eines indifferenten Kapillarnetzes. Nur ein ausgesprochener *Sinus terminalis* kommt vor.

In der vorliegenden Arbeit wurde das Verhalten der Venen in der Keimscheibe des Hühnchens während der vier ersten Bebrütungsstage verfolgt, wobei der *Sinus terminalis* außer Acht gelassen wurde, weil er während dieser Periode keinen größeren Umbildungen unterliegt. Es wurden nicht die Formenreihen der in verschiedenen Entwicklungsstadien fixierten Keime miteinander verglichen, sondern es wurde dasselbe Gefäß auf derselben Keimscheibe während der Bebrütungszeit kontinuierlich »in vivo« beobachtet. Auf diese Weise konnten die wirklichen Umbildungen eines Gefäßbezirkes festgestellt werden. Ferner konnte die für den Ablauf dieser Vorgänge nötige Zeit genau berechnet und die Richtung des Blutstromes in der unter Beobachtung sich befindenden Gefäßen immer angegeben werden. Zur Kontrolle wurden mehrere Keimscheiben mit Tusche injiziert und die Bilder der fixierten Keimscheiben mit denen der lebenden verglichen.

Bezüglich der Untersuchungsmethode sei erwähnt, daß das geöffnete Ei in einem speziell von E. Leitz konstruierten Thermostaten bebrütet wurde, in welchem eine planparallele den Thermostaten abschließende Scheibe die Beobachtung der Gefäße von oben zu jeder Zeit erlaubte. Die Reichert'sche Beleuchtungs- vorrichtung nach den Angaben von Scheerpeltz diente als Lichtquelle. Die entsprechend lang bebrüteten ganzen Eier wur-



den aseptisch an der stumpfen Spitze geöffnet und der Dotter mit der Keimscheibe nach oben, d. h. der Öffnung zugekehrt. Während des Tages wurden in Zeiträumen von 3 oder 4 Stunden die ausgewählten Gefäßbezirke mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates bei 16-facher Vergrößerung skizziert. Während der Nacht wurde die Bebrütung meistens unterbrochen, wodurch die Intervalle zwischen den einzelnen Beobachtungszeiten entsprechend reguliert werden konnten.

### Die Vena vitellina posterior.

Die *V. vitellina p.* ist ein unpaariges Gefäß, welches in der hinteren Hälfte der *Area vasculosa* verläuft (Abb. 5 E, i) und in der Zeit seiner höchsten Entwicklung die Randvene mit der linken *V. omphalo-mesenterica* verbindet. Sie tritt im 3. Bebrütungstage gleich als ein unpaariges Gefäß auf und läßt sich, wie das Popoff nachgewiesen hat, bis zum 20. Bebrütungstage auffinden. Die Zeit ihres Auftretens fällt nach Popoff mit der Periode zusammen, in welcher die paarigen *Vv. vitellinae ant.* ein unpaariges Gefäß bilden. In der vorliegenden Arbeit wurde das Schicksal der *V. vitellina p.* (Abb. 1 Vvp) in sieben Keimscheiben von der ersten Anlage bis zum fertigen Zustande verfolgt und skizziert.

Die Gefäßkapillaren des hinteren Abschnittes der *Area vasculosa* sind bis zum Beginne der Blutzirkulation in verschiedenem Grade, selten aber vollständig mit Blutkörperchen ausgefüllt. Sobald jedoch das Herz den Inhalt der Blutgefäße in Bewegung setzt, strömen die Blutkörperchen langsam, aber beständig durch Vermittlung des *Sinus terminalis* von der rechten und der linken Seite nach hinten zu. Dort stoßen die beiden Ströme aufeinander und ergießen sich in die Kapillaren, die zwischen dem hinteren Körperende und dem Rande der Keimscheibe ausgebreitet sind. Die Kapillaren werden mit Blutkörperchen vollgepropft und stark ausgedehnt, aber kein Abschnitt des Gefäßnetzes nimmt die Gestalt eines stärkeren Gefäßstammes an.

Zu dieser Zeit läßt sich keine Bewegung des Blutes im erwähnten Abschnitte der Kapillaren sogar bei 35-facher Vergrößerung feststellen. Die Blutstauung dauert so lange, bis sich der Mündungsabschnitt der linken *V. omphalo-mesenterica* herausgebildet hat. Von diesem Zeitpunkt beginnt das Blut aus den an-



liegenden Abschnitten der *Area vasculosa* der Vene zuströmen (Abb. 1 A). Durch diese Bewegung wird das Blut nun aus den

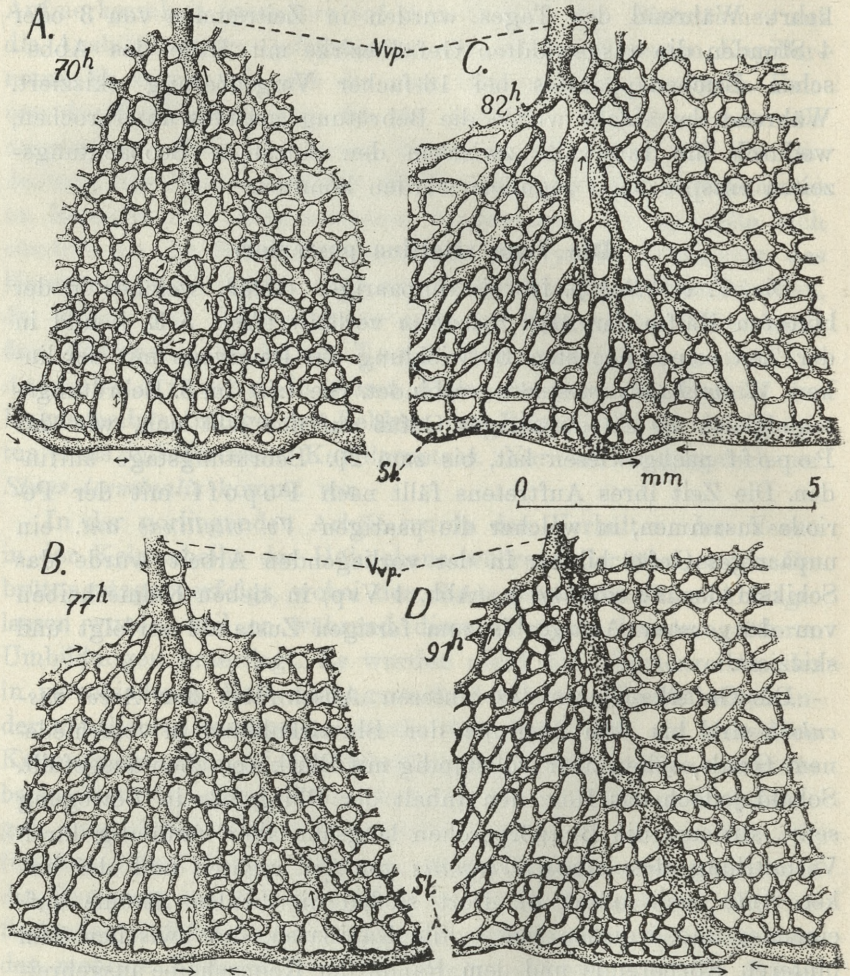


Abb. 1. Die Entwicklung des terminalen Abschnittes der *V. vitellina p.* aus einem indifferenten Kapillarnetze. St — *Sinus terminalis*, Vvp — *V. vitellina post.* Die Zahlen geben die Stunden der Bebrütung an. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an. Die an beiden Seiten zugespitzten Pfeile umgrenzen den Kapillarbezirk, in welchem das Blut zur Stauung gebracht ist.

mehr peripher gelegenen Abschnitten der *Area vasculosa* nach der Mitte zu verschoben, bis schließlich das Blut der ganzen



Keimscheibe zwischen dem Kaudalende des Embryokörpers und der Terminalvene in Zirkulation versetzt wird (Abb. 1 B).

Gleichzeitig mit dem Eintreten der Zirkulation bildet sich aus den bis dahin gleichförmigen Kapillaren der Stamm der *V. vitellina p.* (Abb. 1 C, D, Vvp). Seine Herausbildung fängt in der Nähe des Embryokörpers an und richtet sich allmählich gegen den äußeren Rand der Keimscheibe. Popoff gibt richtig an, daß die hintere Dottervene sich aus dem Netze der Kapillaren herausdifferenziert. Doch könnte man seine Abbildungen auch so deuten, daß der periphere Abschnitt der genannten Vene früher als der dem Embryokörper anliegende enstünde.

Die Art und Weise der Umwandlung der indifferenten Kapillaren in den Stamm der *V. vitellina p.* geht in der Weise vor sich, wie das Thoma für die *A. omphalo-mesenterica* und Evans für die Aorta und *V. cardinalis* des Hühnchens angegeben haben. Die für den Blutkreislauf bevorzugten Kapillaren dehnen sich mächtiger als die anderen aus und nehmen die Gestalt eines einheitlichen starken Rohres an. Ähnliches berichten Clark und seine Mitarbeiter über die Entstehung der Arterien und Venen in der durchsichtigen Kammer, die in dem Kaninchenohre eingesetzt ist. Es findet also, während der Vorgänge, die zur Entstehung der Gefäßstämme führen, kein Zusammenfließen oder seitliches Zusammenwachsen von benachbarten Kapillaren statt, wie das unter anderen Rückert angibt.

Für die Entstehung der Gefäßstämme könnte nach Thoma entweder der Seitendruck des Blutes oder seine Stromgeschwindigkeit verantwortlich gemacht werden. Anfangs sind die Blutkapillaren im Bereiche der künftigen *V. vitellina p.* mit Blutkörperchen stark vollgepropft so, daß der Seitendruck des Blutes sehr groß ist, trotzdem werden um diese Zeit keine Gefäßstämme gebildet. Sobald jedoch die Zirkulation in dieser Gegend anfängt, wobei der Seitendruck gesenkt wird, dehnen sich die einzelnen Kapillaren zu stärkeren Bahnen aus. Mittels der Binokularlupe sieht man deutlich, daß in ihnen die Geschwindigkeit des Stromes größer ist als in den anliegenden Gefäßen. Somit findet in diesen Beobachtungen, die von Thoma über die Bedeutung der Geschwindigkeit des Blutstromes für die Entstehung der Gefäße ausgesprochene Anschauung eine Bestätigung.

Die beständige Beobachtung der Entwicklungsvorgänge der



erwähnten Vene in mehreren Keimscheiben läßt erkennen, daß diese grundsätzlich genommen gleiche Prozesse, doch großen Schwankungen unterliegen. Der Endabschnitt der *V. vitellina p.* verbindet sich z. B. direkt mit dem *Sinus terminalis* in der Weise, wie es die beigelegten Abbildungen zeigen (Abb. 1 D); oder es kommen zwei solche gleich starke Äste zur Ausbildung, oder der Verbindungsabschnitt ist baumartig ausgestaltet. Die Vene kann einen zur Längsachse des Körpers parallelen oder schrägen Verlauf haben. Anstatt einer unpaarigen Vene wurden in einem Falle zwei gleich starke *V. vitellinae p.*, eine linke und eine rechte beobachtet. Die zur Entwicklung des einheitlichen Gefäßstammes nötige Bebrütungszeit variiert auch beträchtlich, von 17—26 Stunden.

In allen beobachteten Fällen war trotz der angeführten Verschiedenheiten das Anfangsmaterial für die Entwicklung dieser Venen gleichartig: es bestand immer aus einem indifferenten Kapillarnetze. Für die individuellen Fluktuationen muß der Blutstrom, der die Gefäßstämme modelliert, verantwortlich gemacht werden. Die Ursachen jedoch, die den Blutstrom beeinflussen, konnten in keinem von den beobachteten Fällen exakt festgestellt werden.

#### Die Vena vitellina anterior.

Das Gefäß, welches den nach vorne vom Embryokörper liegenden Teil des *Sinus terminalis* mit dem Herzen verbindet, wird *V. vitellina a.* genannt (Abb. 5 E, k). In den frühesten Stadien existieren bei Embryonen am Anfange der Blutzirkulation zwei solcher Venen, eine linke und eine rechte, aus denen im Laufe des 4. Bebrütungstages ein Venenstamm sich ausbildet. Popoff konnte noch bei 20-tägigen Kücken die Reste der unpaarigen *V. vitellina a.* aufweisen.

Die *V. vitellina a.* bildet ein geeignetes Untersuchungsobjekt zum Studium der Entstehung eines unpaarigen Stammes aus zwei paarigen. Es wurde öfters behauptet, daß in solchen Fällen sich die beiden Gefäße aneinanderlehnen und in einen Stamm durch Auflösung der Grenz wand verschmelzen. Popoff zeigte, daß bei der *V. vitellina a.* die rechte von ihnen obliteriert, die linke dagegen als einziger Stamm persistiert. Balfour fand, daß öfters gerade die rechte statt der linken bestehen bleibt.



In den zehn von mir »in vivo« beobachteten Keimscheiben persistierte die rechte *V. vitellina a.* in drei Fällen (Abb. 2), die

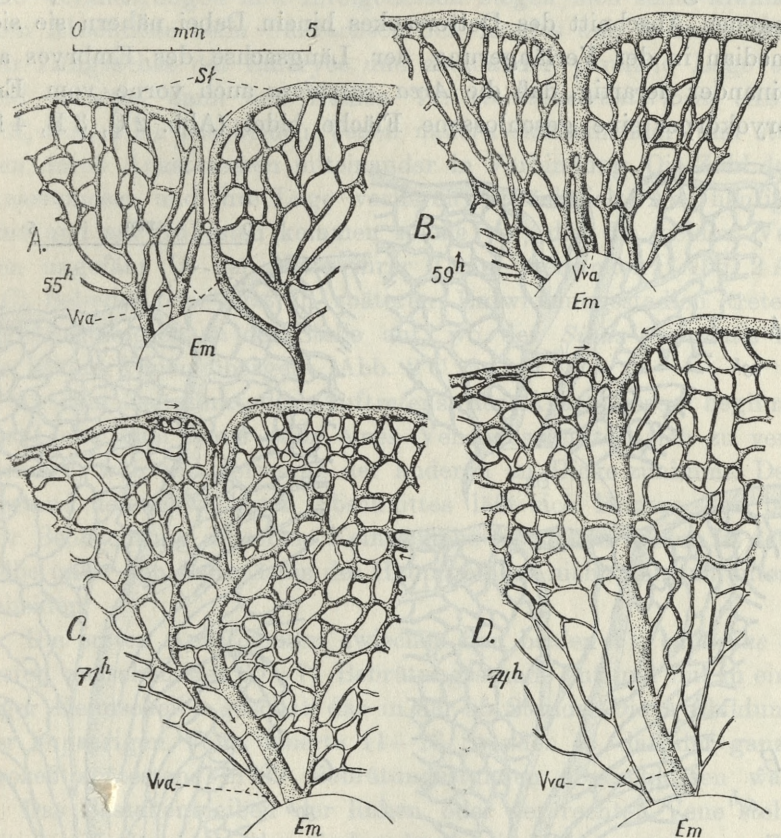


Abb. 2. Die rechte *V. vitellina a.* bildet das definitive Gefäß, die linke bleibt als ihr schwacher Ast übrig. Em — Embryokopf, St — *Sinus terminalis*, Vva — *V. vitellina a.*. Die Zahlen bedeuten Bebrütungsstunden.

linke in vier (Abb. 3) und in drei Fällen war die definitive Vene doppelten Ursprunges, d. h. sie bestand aus Abschnitten der linken und der rechten Vene (Abb. 4). Die Vorgänge, die sich dabei abspielen, lassen sich folgendermaßen schildern. Die gefäßhaltige Schicht der *Area vasculosa* breitet sich mit leicht bestimmbarer Geschwindigkeit zwischen dem ektodermalen und entodermalen Blatte des Dottersackes aus (Grodziński). Vorne bildet sie auf der Höhe des Scheitels zwei Blätter »lames antérieures«



nach Darestes, die den Kopf von beiden Seiten, der rechten und der linken umgreifen (Abb. 4 A). Während der weiteren Entwicklung wachsen sie in den nach vorne zum Embryokörper gelegenen Abschnitt des Dottersackes hinein. Dabei nähern sie sich median in der Verlängerung der Längsachse des Embryos aneinander derartig, daß die *Area vasculosa* auch vorne vom Embryokörper eine geschlossene Fläche bildet (Abb. 2 C, 3 B, 4 D).

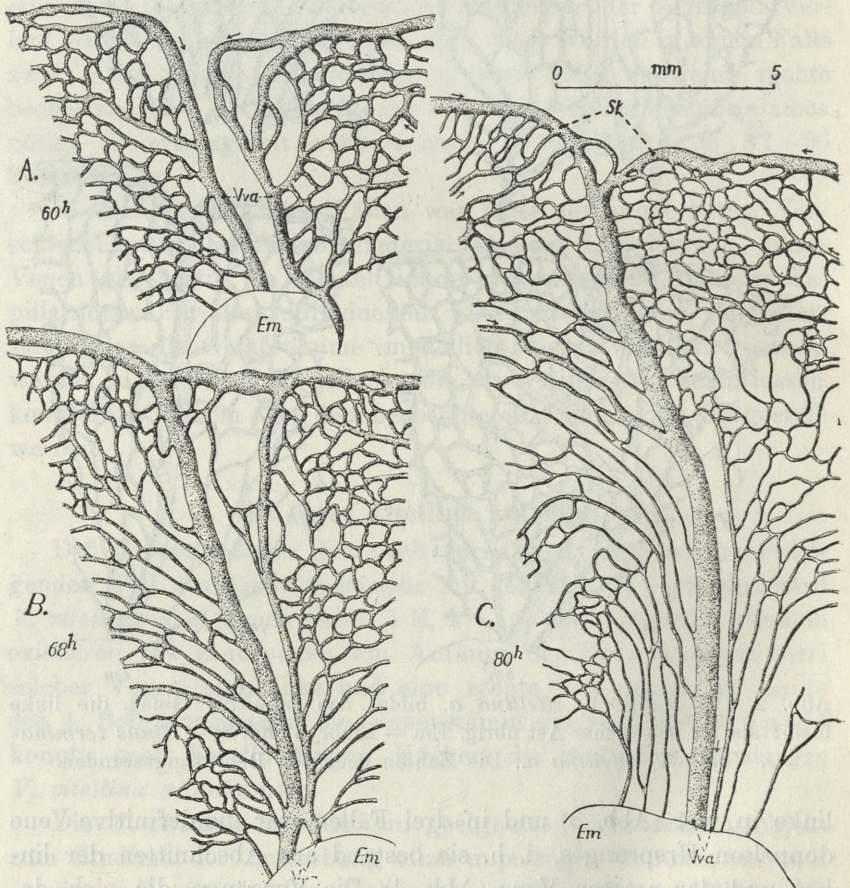


Abb. 3. Die linke *V. vitellina a.* bildet das definitive Gefäß, die rechte bleibt als ihr schwacher Ast übrig. Em — Embryokopf, St — *Sinus terminalis*, Vva — *V. vitellina a.* Die Zahlen bedeuten die Bebrütungsstunden.

Von Anfang der Bebrütung an umsäumt ein starker venöser Gefäßstamm, *Sinus terminalis* genannt (Abb. 5 E, n), kreisförmig



den Rand der gefäßhaltigen Schichte der *Area vasculosa*. Der Terminalsinus macht zusammen mit der ganzen gefäßhaltigen Schicht alle Veränderungen mit. Infolgedessen biegen sich seine kranialsten Abschnitte beim Umwachsen des Kopfes um, nehmen eine zur Längsachse des Embryos und zueinander parallele Lage an und erhalten dann den Namen *Vv. vitellinae anteriores* (Abb. 2 A, 3 A, 4 B). Die beiden Venen nähern sich einander und stehen durch Anastomosen miteinander in Verbindung. Die Zahl der Anastomosen und ihre Lage variieren beträchtlich. Am häufigsten und am frühesten kommen solche vor, die die beiden Venen ungefähr in der Mitte ihrer Länge verbinden (Abb. 2 A, 4 C). Seltener oder erst in späteren Entwicklungsstadien treten die Anastomosen an der Stelle auf, wo der *Sinus terminalis* in die beiden Venen übergeht (Abb. 2 C, 3 D, 4 E).

In dem Zeitpunkt des Auftretens der Anastomosen beginnt das Licht einer Vene oder eines Venenabschnittes sich zu verkleinern, während derjenige der anderen an Dicke zunimmt. Der Bestand des schwächeren Abschnittes läßt sich längere Zeit bei der Beobachtung derselben Keimscheibe feststellen, später ist derselbe unter den Seitenästen des Hauptgefäßes nicht mehr zu unterscheiden.

Die ersten Anastomosen zwischen den beiden *Vv. vitellinae a.* treten zwischen der 65—71 Bebrütungsstunde auf und nur in einziger Keimscheibe geschah das in der 55 Stunde. Die Ausbildung der unpaarigen Vene dauerte 11—23 Stunden so, daß der ganze Prozeß spätestens in 89 Bebrütungsstunden abgeschlossen war.

Das Bestehenbleiben der linken oder der rechten Vene steht mit der Verlagerung des Embryokopfes im Zusammenhange. Zu der Zeit, in welcher die beiden Blätter der gefäßhaltigen Schicht der *Area vasculosa* über das Vorderende des Embryos hinauswachsen, liegt der Kopf in der Mitte zwischen den beiden gleich starken *Vv. vitellinae a.*, mit der Gesichtseite dem Dotter zugekehrt. Die beiden *Vv. vitellinae a.* nähern sich in der Medianachse der Keimscheibe einander und gleichzeitig dreht sich der Kopf mit dem Gesichtsteile nach rechts. Sein parieto-okzipitaler Teil bedeckt zugleich von oben die linke *V. vitellina a.* (Abb. 2 A). Wahrscheinlich übt der Kopf dadurch einen Druck auf die unterliegenden Gewebe aus, der genügt, um das Licht der linken Vene einzuengen. Ihr Blut wird durch die Anastomosen der rechten



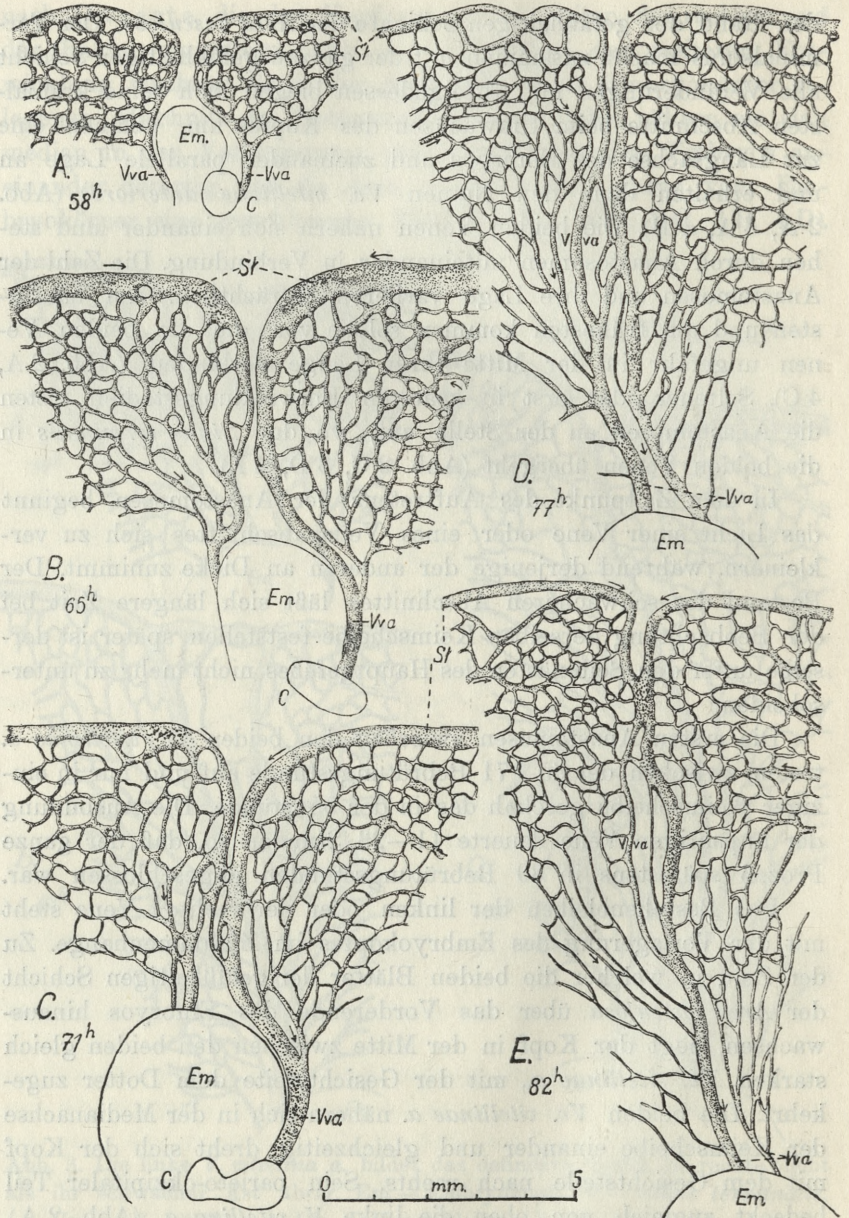


Abb. 4. Die definitive *V. vitellina a.* besteht terminal aus der rechten und dem Herzen proximal aus der linken primären Dottervene. C — Herz, Em — Embryokopf, St — *Sinus terminalis*, Vva — *V. vitellina a.* Die Zahlen bedeuten die Bebrütungsstunden.

\*12



Vene in immer größerer Menge zugeführt, was schließlich eine gänzliche Verengerung der Vene bedingt. Das Gegenteil geschieht, wenn sich der Kopf nach links umdreht und mit seiner parieto-okzipitaler Partie die rechte *V. vitellina a.* bedeckt. Dann nimmt die linke Vene über die rechte überhand (Abb. 3 B).

Von Wichtigkeit ist auch der Moment, in welchem der Kopf sich zu verlagern beginnt. Geschieht dies zu der Zeit, wenn die Venen dicht aneinander rücken oder schon durch Anastomosen verbunden sind, so läßt sich nichts über die künftigen Schicksale der Venen voraussagen (Abb. 4 C). Es bleibt entweder die rechte oder die linke übrig, oder das definitive Gefäß besteht aus Abschnitten beider Venen.

Obgleich die Vorgänge sich so verschiedenartig abspielen können, besitzt die definitive *V. vitellina a.* vom 5—6 Tage der Bebrütung an ein in allen Keimscheiben so ähnliches Aussehen, daß man außer Stande ist zu entscheiden, wie sie entstanden war.

#### Die Venae collaterales und die Venae intermediae.

Am Ende des dritten und am Anfange des vierten Bebrütungstages treten im Bereiche der gut ausgebildeten *Aa. omphalo-mesentericae* die Anlagen von neuen Venen auf, die im Laufe des 4—5 Tages ihre endgültige Verteilung erreichen. Es sind dies die Zwischen- und Kollateralvenen. Die letzten verlaufen zusammen mit den Arterien (Abb. 5 E, m) ihnen von oben dicht anliegend und vereinigen sich auf der rechten und der linken Körperseite zu einer *V. omphalo-mesenterica*. Die Zwischenvenen treten in der Mitte dieser Bezirke der Kapillaren auf, die zwischen zwei Arterien ausgespannt sind. Sie münden in die Kollateralvenen.

Popoff, der diese zwei Venenarten unterschied, studierte ihr Schicksal von ihrem Auftreten bis zum Einverleiben des Dottersackes durch die Kücken. Die kollateralen Venen differenzieren sich nach seinen Angaben aus dem zu den Arterien oberflächlich liegenden venösen Gefäßnetze, in welchem sich die entsprechenden Kapillaren ausweiten. Dieser Prozeß schreitet vom Embryokörper gegen die Peripherie der Keimscheibe zu fort. Das Schicksal der Zwischenvenen ist nach ihm komplizierter. Vor allem lassen sich primäre von sekundären Zwischenvenen unterscheiden. Die primären Zwischenvenen treten in der Keimscheibe peripher auf und stehen mit der Randvene in Verbindung (Abb. 5 E, n).



Erst allmählich entsteht zwischen ihnen und den weiter zentral liegenden Kollateralvenen eine Verbindung, wodurch die ersteren

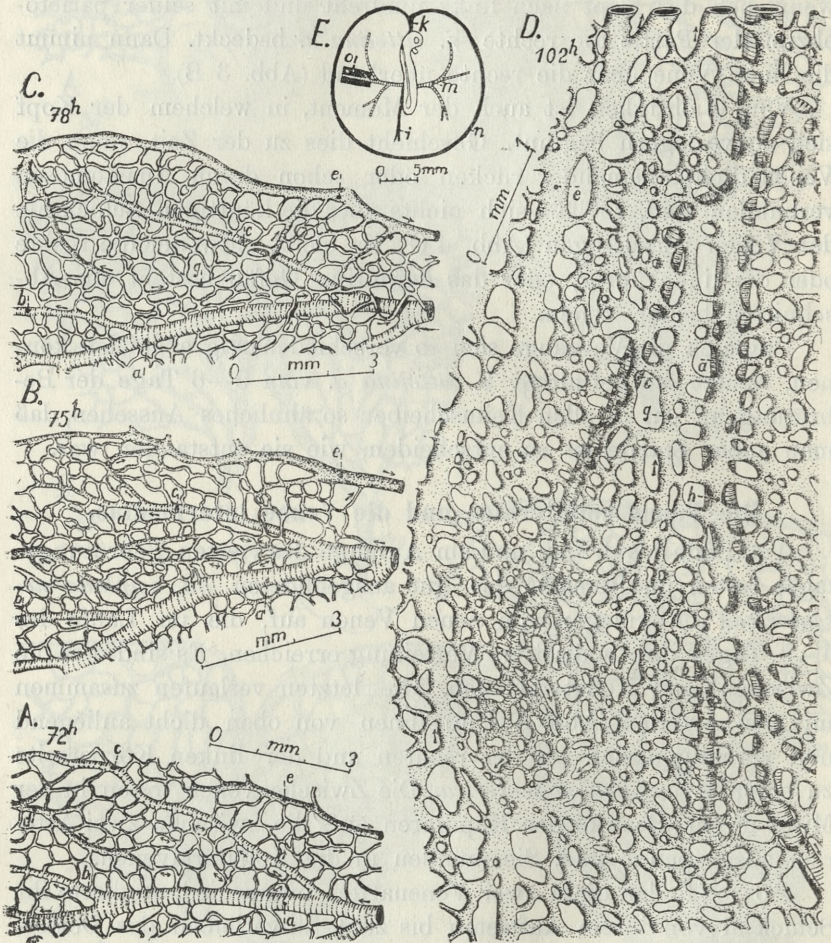


Abb. 5. Die Entstehung der Begleit- und Zwischenvenen. a, b, c — Arterien, d, e, g — Zwischenvene, h — Begleitvene, i — *V. vitellina p.*, k — *V. vitellina ant.* m — *A. omphalo-mesenterica*, n — *Sinus terminalis*, o — der beobachtete Abschnitt der Keimscheibe. Zahlen bedeuten die Bebrütungsstunden. Die Pfeile deuten die Stromrichtung des Blutes an. Die an beiden Seiten zugespitzten Pfeile umgrenzen den Kapillarbezirk, in welchem das Blut zur Stauung gebracht ist.

zu peripherischen Ästen der letzteren werden. Die sekundären Zwischenvenen sind eigentlich die Seitennäste der Kollateralve-



nen, die sich von ihnen peripherwärts aus dem Kapillarnetze zwischen je zwei Arterien herausdifferenzieren. Die Kollateralvenen bilden bei älteren Embryonen samt den Zwischenvenen die *Vv. omphalo-mesentericae*, die das Blut aus dem ganzen Dottersacke dem Herzen zuführen.

Thoma trachtete einen tieferen Einblick in die Vorgänge, die mit dem Auftreten der *Vv. collaterales* verbunden sind, zu gewinnen. Die Kollateralvenen entstehen nach ihm ebenso wie die anderen Gefäße aus einem Kapillarnetze, welches sich oberflächlich den Arterienstämmen anlagert. Dieses Kapillarnetz ist eine Neubildung, denn das erste atrophiert allmählich nach dem Verluste der Verbindungen mit den Arterien. Gleichzeitig wird es durch das zweite Kapillarnetz ersetzt. Nur diejenigen Kapillaren des ersten Netzes entgehen der Rückbildung, die in das zweite sich neu entwickelnde einverleibt werden.

Die Beobachtung dieser Vorgänge in 7 lebenden Keimscheiben ermöglichte die obigen Anschauungen einerseits zu bestätigen, anderseits zu berichtigen. Richtig ist die Beobachtung von Thoma, daß die Kollateralvenen aus dem Kapillarnetze entstehen, aber die Herkunft dieses Kapillarnetzes ist nicht so kompliziert, wie es Thoma darstellt. Von großer Wichtigkeit für die sich im Bereiche der Kapillaren abspielenden Vorgänge ist das Verhalten der Arterien. Am dritten Bebrütungstage treten auf der inneren Seite des Dottersackes strahlenartig um den Embryokörper angeordneten Anlagen von Falten auf. Die Falten entwickeln sich zuerst in der nächsten Nachbarschaft des Embryos und breiten sich allmählich peripheriwärts aus. In diese Falten sinken die schon gut ausgebildeten Arterien ein, so daß sie sich jetzt in einer tieferen Ebene der Wand des Dottersackes finden als die mit ihnen verbundenen Kapillaren. Die Verbindungsröhren zwischen Arterien und Kapillaren krümmen sich ventralwärts und ziehen die erste Reihe der Gefäßmaschen mit sich, wodurch sie von oben beobachtet scheinbar den Arterien näher rücken. Diese Annäherung ist recht deutlich (Abb. 5 A, B, C, a) und für eine kurze Zeit scheint es, als ob die Arterie (Abb. 5 C, a) auf beiden Seiten von feinen Längsgefäßen begleitet wäre. Die Stromrichtung des Blutes in diesen Längsgefäßen läßt jedoch sogleich erkennen, daß sie in der Zirkulation zwischen der Arterie und den angrenzenden Kapillaren vermitteln.



Die Krümmung der mit der Arterie verbundenen Kapillarröhren schreitet mit dem Einsinken der Arterie in die Dottersackfalte fort. Die umgebogenen Arme der Kapillaren stellen sich fast senkrecht zur Dotterwand und in fast parallelen Ebene zueinander ein. Die Entfernung zwischen ihnen verringert sich beträchtlich. Die neu auftretenden Anastomosen verbinden die Kapillaren in der bisherigen Ebene des Kapillarnetzes miteinander. Gleichzeitig obliterieren an diesen Stellen die Verbindungsarme zwischen den Kapillarnetzen und den Arterien (Abb. 5 D, b, c). Auf diese Weise kommt es zur Scheidung der Gefäße, auf die in der Dottersackfalte liegenden Arterien und die Kapillaren, welche oberhalb von ihnen ein einheitliches, in sich geschlossenes Netz bilden (Abb. 5 D). Die Verbindung zwischen Arterien und Kapillaren existiert nur dort, wo die Endzweigen der Arterien sich in Kapillaren auflösen.

Das Auftreten der Anastomosen zwischen den Kapillaren, die die Arterien überbrücken, führt teilweise zur Veränderung der Richtung des Blutstromes. Zur Zeit, in welcher die Arterien und ihre Kapillaren in der gleichen Ebene liegen, strömt das Blut in den letzteren von den Arterien seitwärts nach rechts und links. Während der weiteren Bebrütung sinkt die Arterie in die Falte des Dottersackes ein. In einem gewissen Momente hört das Zuströmen des Blutes in die Kapillaren auf. Sie werden dann ganz blaß und enthalten wenig Blutkörperchen, oder es treten in ihnen rote unregelmäßige Lakunen auf, die die zurückbleibenden Blutelemente enthalten. Mit dem Auftreten der Anastomosen fängt dann wiederum in den oberhalb der Arterie liegenden Kapillaren die Blutzirkulation an. Das Blut strömt jedoch quer über die Arterie von einer Seite auf die andere, d. h. in einem Teil der Kapillaren bewegt sich das Blut in entgegengesetzter Richtung wie in jüngeren Stadien. Die Kapillaren dieser Gegend werden nicht mehr direkt mit dem Blute aus der Arterie gespeist, weil jetzt die Verbindungen zwischen ihnen obliterieren.

Die Kollateralvenen entstehen in üblicher Weise aus den Kapillarstrecken, die sich oberhalb der Arterien befinden. Ihre Differenzierung schreitet vom Embryokörper peripheriewärts fort und dauert auf einer bestimmten kurzen Strecke 12—30 Stunden; je näher dem Embryo desto schneller spielt sich der Umwandlungsprozeß ab.



Es ist nicht verwunderlich, daß Thoma sonst ein guter und vorsichtiger Beobachter, in seinen Untersuchungen durch das ihm zur Verfügung stehende Material irregeführt wurde. Er bediente sich nämlich Keimscheiben, welche «in toto» mit Alaunkarmin gefärbt waren. In solchen Präparaten treten zwar die Umrisse der Gefäße ziemlich gut auf, die kollabierten aber sind weniger deutlich. Die in seinen Abbildungen Nr. 26 und 27 blind endigenden Kapillaren in der Nachbarschaft der Arterien sind höchstwahrscheinlich die kollabierten und leeren Gefäße. Wenigstens konnte ich in mehreren mit der Tusche injizierten Keimscheiben desselben Stadiums solche Gebilde sogar bei stärkeren Vergrößerung nicht auffinden. Thoma verglich weiter verschiedene Keimscheiben, die er in eine Entwicklungsreihe zusammenstellte, miteinander. Es fehlte ihm die Kontinuität der Beobachtungen, die nur bei Beobachtung der Vorgänge auf einer und derselben lebendigen Keimscheibe zu erzielen ist. Deshalb mußte er die beobachteten stabilen Bilder in hypothetischer Weise ineinander übergehen lassen. Es entzogen sich ihm wichtige Tatsachen, die er an fixierten Objekten nicht feststellen konnte, wie der Beginn des Einsinkens der Arterien in die Falten des Dottersackes, der Stillstand der Zirkulation in den Kapillaren in ihrer Nähe und das Auftreten der Anastomosen zwischen den Kapillaren oberhalb der Arterien. Die angeführten Gründe erschwerten ihm das Erfassen des richtigen Bildes der Vorgänge bei der Entwicklung der Kollateralvenen.

Die primären Zwischenvenen treten, wie das Popoff richtig schilderte, schon am dritten Bebrütungstage in den peripheren Teilen der Keimscheibe auf. Sie entwickeln sich in üblicher Weise auf Kosten der Kapillaren und ihre Entwicklung schreitet von der Peripherie, also vom *Sinus terminalis* gegen die Mitte der Keimscheibe fort. Sie erreichen nach Popoff ihre Verbindung mit den Kollateralvenen durch das Erweitern der zwischen ihnen ausgespannten Kapillaren.

In dieser Darstellung der Vorgänge kommt dasselbe vor, was schon oben bei den Kollateralvenen erwähnt wurde, daß nämlich gut beobachtete Formenreihen falsch miteinander verbunden werden. Die von Popoff richtig beschriebenen Bilder müssen auf Grund der Beobachtung der Entwicklung »in vivo« anders gedeutet werden. Die primären Zwischenvenen treten an der gleichen Stelle und in derselben Weise auf, wie es Popoff angibt.



Sie leiten das Blut aus den Kapillaren in den *Sinus terminalis*, also vom Embryokörper zentrifugal. Gleichzeitig entstehen in der oben beschriebenen Weise die Kollateralvenen in der Mitte der Keimscheibe. Die Kollateralvenen und ihre Äste, die sich in den Kapillarnetzen zwischen zwei Arterien entwickeln und von P o p o f f sekundäre Zwischenvenen genannt werden (Abb. 5 C, D, g), dringen immer mehr gegen die Peripherie der Keimscheibe vor. Sie führen das Blut im Gegensatz zu den primären Zwischenvenen von der Peripherie dem Embryokörper zu.

Während ihrer Ausbreitung dringen sie mit ihren Endzweigen in die Wurzelgebiete der primären Zwischenvenen. Sie können sich jedoch miteinander nicht verbinden, weil sie das Blut in zwei entgegengesetzten Richtungen führen. Es entspannt sich zwischen ihnen ein Konkurrenzkampf um die Gebiete, die von ihnen versorgt werden sollen. Dies äußert sich in erster Linie in der Verlangsamung und später in dem fast totalen Stillstand des Blutstromes in den Kapillaren der Grenzgebiete zwischen ihnen. In solchen Abschnitten der Keimscheibe kollabieren allmählich die Wurzeln der primären Zwischenvenen; diejenigen der sekundären und der Kollateralvenen breiten sich dagegen auf ihrer Stelle aus. Dieser Vorgang wiederholt sich in den weiter peripher gelegenen Gebieten der Keimscheibe, bis endlich die primären Zwischenvenen gänzlich schwinden, die anderen dafür den Rand der Keimscheibe erreichen. Jetzt strömt das Blut in den strahlenartig angeordneten Venen nur gegen den Embryokörper zu. Die Folge davon ist, daß, im Maße wie sich diese Richtung des Blutstromes stabilisiert, der *Sinus terminalis* an Bedeutung verliert. Schließlich kollabiert sein Licht und er bleibt als Bestandteil des terminalen Kapillarnetzes der Keimscheibe übrig.

Nachdem die primären Zwischenvenen obliteriert sind, beherrschen die sekundären und die Kollateralvenen das ganze Gebiet der Keimscheibe. Die Ursache davon ist darin zu sehen, daß die einen von ihnen »für die Blutzirkulation bevorzugte Bahnen« (Th o m a) sind. Die Kollateralvenen mit seinen Ästen (sekundäre Zwischenvenen) bringen das Blut von der Keimscheibe auf viel kürzerem Wege dem Herzen zu als die primären Zwischenvenen, die dasselbe auf dem Umwege durch den *Sinus terminalis* leisten. Deshalb unterliegen die letzteren im Konkurrenzkampfe um die Versorgung der Keimscheibe den ersteren.



### Zusammenfassung.

Es wurde das Verhalten der Venen in der lebendigen Keimscheibe des Hühnchens von 3—5 Tage verfolgt. Manche Entwicklungsmomente wurden an mit der Tusche injizierten Präparaten nachgeprüft.

Die Beobachtung der Entwicklung der Gefäße »in vivo« bringt mehrere Vorteile mit sich. Es wird die tatsächlich erfolgende Umwandlung der einzelnen Gefäße festgestellt. Es kann die Stromrichtung des Blutes und der Füllungsgrad der Gefäße mit Blutkörperchen in jedem Momente beobachtet und zur Deutung der sich abspielenden Vorgänge herangezogen werden.

Die früheren Angaben von Thoma, Popoff, Evans, Clark, Grodziński und anderen über die Entstehung der Gefäßstämme aus Kapillaren werden vollkommen bestätigt.

Die Entstehung eines unpaarigen Venenstammes aus zwei parallelen Gefäßen wurde genau verfolgt, wo es sich zeigte, daß eine große Variabilität im Verlaufe dieser Prozesse vorkommt. Der unpaarige Stamm wird in seinem ganzen Verlaufe von einer, der rechten oder der linken, Vene gebildet, oder er besteht aus Abschnitten beider Venen.

Eingehende Studien der frühen Stadien der Entwicklung der Kollateralvenen und der Zwischenvenen warfen neues Licht auf die Mechanik dieser Vorgänge. Das Auftreten der Kollateralvenen wird durch die vollkommene Scheidung der Kapillaren von der bezüglichen Arterie bedingt. Die primären Zwischenvenen existieren nur kurze Zeit. Sie werden bald durch die sekundären ersetzt.

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Tyszkowski-Stiftung ausgeführt.

Institut der vergleichenden Anatomie der Jagellonischen Universität.

---

### Literaturverzeichnis.

1. Balfour F. M. The development of the blood vessels in the chick. Quart. J. micros. Sc. 1873. — 2. Bremer J. L. Circulatory disturbances in operated chick embryos: reversal of heart beat. Anat. Rec. 51. 1932. — 3. Chapman W. B. The effect of the heart beat upon the development of the vascular system in the chick. A. Jour. Anat. 1918. 23. — 4. Clark E. R., W. J. Hitschler, H. T. Kirby-Smith, R. O. Rex and J. H. Smith.



General observations on the ingrowth of new blood vessels into standardized chambers in the rabbit's ear, and subsequent changes in the newly grown vessels over a period of month. *Anat. Rec.* 50, 1931. — 5. Daresté C. Recherches sur la dualité primitive du coeur et sur la formation de l'air vasculaire dans l'embryon de la poule. *C. R. Acad. Paris* 63, 1866. — 6. Evans H. M. On the development of the aortae, cardinal and umbilical veins, and the others blood vessels of vertebrate embryos from capillaries. *Anat. Rec.* 3, 1909. — 7. Grodziński Z. Area vasculosa de poulet sans embryon. *C. R. Ass. Anat.* 1931. — 8. Grodziński Z. Vergleichende Entwicklungsgeschichte und Anatomie der axialen Blutgefäße in den vorderen Extremitäten der Wirbeltiere. *Bull. Acad. Sc. Cracovie* 1933. — 9. Grodziński Z. Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Unterkühlung auf die Entwicklung der Hühnereier. *Roux' Arch.* 131, 1934. — 10. Grodziński Z. Zur Kenntnis der Wachstumvorgänge der Area vasculosa beim Hühnchen. *Bull. Acad. Sc. Cracovie* 1934. — 11. Popoff E. Die Dottersackgefäße des Huhnes. *Wiesbaden* 1894. — 12. Rückert u. Molier. Die Entstehung der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren. *Handb. verg. Entwickl. Wirbelt.* 1, 1906. — 13. Thoma R. Untersuchungen über Histogenese und Histomechanik des Gefäßsystems. *Stuttgart* 1893. — 14. Tur J. *Studia teratogenetica. I. Essai d'une classification provisoire des anidiens embryonnaires. Fol. morph.* 1, 1929.



*O zmyśle kształtów i pamięci wzrokowej u jaszczurek. —  
Über den Formensinn und das Gedächtnis für optische  
Eindrücke bei Eidechsen.*

Mémoire

de M<sup>lle</sup> H. ŁUCZYŃSKA,

présenté le 4 novembre 1935, par M. H. Hoyer m. t.

**Einleitung.**

In der Geschichte der Untersuchungen über das Unterscheidungsvermögen von Farben und Formen, ferner über Gedächtnis für optische Eindrücke bei Reptilien, sind diese psychischen Fähigkeiten bei den Eidechsen nur einmal behandelt worden. In einer Arbeit über den Farbensinn dieser Tiere hat H. Wagner (1932) festgestellt, daß sie ein gutes Gedächtnis für Farben besitzen und sie auch zu unterscheiden vermögen. Dabei erstreckt sich das genaueste Unterscheidungsvermögen auf den Bereich der roten und blauen Wellen, am geringsten ist es im Bereich der grünen Farbe. Bei diesem Sachverhalt auf dem Gebiete eines so umfangreichen und interessanten Problems erschließen sich für eine weitere Erforschung der optischen Eindrücke aufschlußreiche Möglichkeiten, die auch durch die anatomischen und biologischen Verhältnisse gestützt werden.

In dem vorliegenden Beitrag sollen Versuche an Eidechsen geschildert werden, die besonders das Unterscheidungsvermögen und das Gedächtnis für optische Eindrücke in Bezug auf Formen, Lage und Größe von Gegenständen betreffen.

Die Versuche wurden im Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität in Kraków unter Leitung von Prof. Dr T. Garbowski durchgeführt, dem ich hier meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte. Desgleichen danke ich Herrn Dr



R. Wojtusiak, dem Assistenten des Institutes, für seine bereitwillige Mithilfe.

### Fragestellung.

Das Problem des Unterscheidungsvermögens von Formen und Farben, ferner des Gedächtnisses für optische Eindrücke bei Tieren spielt in der gegenwärtigen Biologie eine sehr große Rolle. Die Erklärung dieser Frage steht im engen Zusammenhang mit der Lösung des Problems der schützenden Zweckmäßigkeit der Körperfärbung, der Unterscheidung des anderen Geschlechtes und der Nahrungssuche. Die folgenden Versuche bezweckten, soweit es der enge Rahmen der Untersuchung gestattete, namentlich die Ermittlung des Gedächtnisses für optische Eindrücke der Eidechsen, vor allem in Bezug auf unnatürliche, ihnen lebensfremde Formen, d. h. solche, an die keine Gewöhnung oder empirische Vorstellungsassoziation stattfinden konnte. Als Grundlage der Versuche betrachten wir eine gewisse relative Ikonotaxis, die infolge einer ständigen Assoziation einer bestimmten Form dem Moment der Befriedigung des hungrigen Tieres entsteht.

Schematisch kann der Plan meiner Versuche in Rahmen folgender Grundprobleme dargestellt werden: 1) Unterscheiden die Eidechsen überhaupt und in welchem Grade Formen auf Grund ihrer optischen Qualität? 2) In welchem Grade unterscheiden sie gleiche Formen auf Grund a) ihrer Lage b) ihrer Größe? 3) (zusätzlich) Ist die Bildung einer Assoziation zwischen einer dem Tier bekannten Form und seinem nicht plastischen (flachen), schematisierten Bilde möglich und in welchem Grade ist sie möglich? Nach diesen allgemeinen Betrachtungen gehen wir jetzt zur Besprechung der besonderen Bedingungen des Verlaufes und der Ergebnisse der Versuche über.

### Material.

Zu den Versuchen wurden drei Eidechsenarten verwandt und zwar: 5 Exemplare *Lacerta viridis* Laur., 2 *agilis* L. und 1 *vivi-para* Jacquin. Diese Vertreter wählte ich auf Grund ihrer verhältnismäßig schnellen Reaktion von 18 mir zur Verfügung gestellten Exemplaren aus. Die Smaragdeidechsen stammten aus dem polnischen Podolien, die Zauneidechsen und die lebendgebärende Eidechse wurden in der Umgebung von Kraków gefan-



gen. Die Größe der Smaragdeidechsen schwankte zwischen 23 und 32 cm. Die Zauneidechsen besaßen eine Länge von 17 cm, die lebendgebärende eine von 15 cm. Unter den einzelnen Exemplaren zeigten sich deutliche Unterschiede individueller Art im Verhalten, der Anpassung an die neuen Verhältnisse und in ihrer Reaktion. Am besten eignete sich zu den Versuchen die Smaragdeidechse Nr. 1. An ihr wurde auch die größte Anzahl von Versuchen durchgeführt.

Die Eidechsen wurden in Terrarien von  $40 \times 55 \times 30$  und  $30 \times 48 \times 30$  cm Größe gehalten. Jedes Terrarium war nummeriert, um Verwechslungen bei den Versuchen vorzubeugen. Der Boden war mit Sand und Erde bestreut, zum Teil mit Gras bepflanzt. In einer flachen Schale war für die Tiere Wasser bereitgestellt. Zwei Terrarien, die tiefer im Zimmer standen, waren den ganzen Tag über durch eine Lampe von 75 Watt erhellt, die anderen Behälter standen am Fenster. Davon wurden zwei, in denen sich weniger freßlustige und schwächer reagierende Tiere befanden, zeitweise mit einer ebenso starken Lampe beleuchtet und zwar nur im Lauf der Vormittagsstunden und während der Versuche. Es handelte sich stets, auch im Winter, um gewöhnliche Beleuchtungslampen. In dieser Beziehung waren die Versuchsbedingungen bedeutend einfacher als bei Wagner, der im Winter eine besondere, ultraviolette Strahlen erzeugende Vitallux-Lampe verwandte. Trotzdem erfuhr das Reaktionstempo keine merkliche Verlangsamung. Die Glühbirnen waren teils im Terrarium angebracht und mit einem Metallkragen versehen, um die Ausstrahlung zu verhindern, zum Teil waren sie außerhalb der Terrarien an Ständern befestigt, so daß sie mittels eines Reflektors aus Pappe die Tiere beleuchteten. Diese zusätzliche Beleuchtung diente zur Winterzeit zur Herstellung der notwendigen Bedingungen, damit die Eidechsen nicht in den Winterschlaf fielen und weiterhin reagierten. Im Sommer aber sollten sie das Tempo bei den Reaktionen beschleunigen. Diese bekannte Abhängigkeit zwischen Temperatur, Licht und Intensität der Reaktion tritt hier besonders klar hervor. An düsteren, sonnenlosen, sowie kühleren Sommertagen reagieren die Eidechsen nur schwach oder überhaupt nicht, dagegen führt die zusätzliche Beleuchtung und Erwärmung zu sofortigen Resultaten. In dem Falle wird die Eidechse, die vorher träge und gleichgültig schlummerte, durch



Beleuchtung mittels einer Lampe von 25 Watt lebendig, und bei 75 Watt reagiert sie oft, wird lebhaft und freßlustig.

Um die Versuche mit jeder Eidechse getrennt durchzuführen und die Tiere nicht gegenseitig zu beeinflussen, wurden ihre Behälter so gestellt, daß die Insassen sich gegenseitig nicht sehen konnten.

#### Methodik.

Die Versuche dauerten vom Herbst 1933 bis zum Sommer 1934 und wurden täglich vormittags mit Ausnahme der Sonn- und Feiertage ausgeführt. Mit jedem Exemplar wurden durchschnittlich 60 bis 180 Versuche im Bereiche einer Serie durchgeführt, dabei wurden die Fütterungen zu Beginn der Versuche nicht mitgerechnet. Im besonderen stellt sich die Versuchszahl in den einzelnen Serien folgendermaßen dar: Je eine Serie wurde von 70 und 80 Versuchen, zwei Serien von 130, sechs von 150 und eine von 180 Versuchen gebildet, wozu noch Zusatzserien, eine von 50 und eine von 60 Versuchen hinzukamen. Insgesamt gab es 13 Serien, davon dienten 9 zur Unterscheidung von Formen, 2 zur Unterscheidung der Größe nach, 2 zur Unterscheidung der Lage nach und 2 Zusatzserien betrafen das Problem der Assoziationsstärke. Als Nahrung wurde gewöhnlich Pferdefleisch, das in kleine Stückchen geschnitten wurde, wie auch Mehlwürmer geboten. Die Nahrung erhielten die Tiere nur während der Dressur und der Versuche. Zu dem Zweck wurden zweizinkige, 30 cm lange Gabeln benutzt, deren Zinken sich etwas in ihrer Länge unterschieden und 1,5 cm voneinander entfernt waren. Auf dem längeren Zinken wurde eine aus Karton geschnittene Figur von der Größe von 2 cm befestigt und diente als Hintergrund für das am kürzeren Zinken befestigte Fleischstückchen oder für ein Stückchen Mehlwurm. Die anfängliche Dressur umfaßte 15 bis 50 Fütterungen im Laufe von einigen Tagen. In dieser Zeit erhielt die Eidechse ihre Nahrung ständig mit ein und derselben Figur als Hintergrund, um ihr die Form ins Gedächtnis einzuprägen. Sie wurde Dressur- oder Grundform genannt. Nach Ablauf dieser Zeit wurde mit den eigentlichen Versuchen begonnen. Die durchschnittliche Zeit der Versuchsdauer betrug 20 bis 35 Tage, je nach dem Verhalten der Eidechse. Mit den Tieren, die seltener und schlechter reagierten, wurde eine



geringere Versuchszahl durchgeführt, da die Tiere zu wenig fraßen und dadurch die Versuchsdauer sich zu sehr in die Länge zog. Diese Frage erlangt eine gewisse Bedeutung, sofern es sich um den späteren Vergleich sämtlicher Versuche handelt. Allzu-große Unterschiede im Verhältnis der Zeit zur Anzahl der Versuche können in einzelnen Fällen zu Schwankungen infolge einer sekundären Assoziation führen.

Die Versuche beruhten darauf, daß den Eidechsen zwei Gabeln mit Fleischstückchen geboten wurden. Als Hintergrund für den Nahrungsbissen diente auf der ersten Gabel die Dressurfigur, auf der zweiten Gabel die negative Figur. Um die Aufmerksamkeit der Eidechsen auf die Gabeln zu lenken, wurden sie in einer Entfernung von 20 cm vor den Augen der Tiere bewegt. Die Stelle, an der die Versuche stattfanden, und die gegenseitige Lage der Gabeln wurden ständig geändert, um Nebenassoziationen — z. B. Ortsdressur — zu vermeiden. Falls die Eidechse sich das Fleischstückchen von der Gabel mit der Dressurfigur als Hintergrund auswählte, durfte sie nach dem Bissen schnappen, wenn sie sich aber zu einer negativen wandte, wurde das Fleisch sofort zurückgezogen. Es fand also die Methode mit Lockmittel und nicht mit Schreckmittel Anwendung (vgl. R. J. Wojtusiak 1933 u. 1934). Die Resultate dieses Verfahrens erwiesen sich als vollkommen genügend, was insofern interessant ist, als Wagner sich in seiner Methodik ausschließlich der Schreckmittel bedient, indem er Salz als negativen Reiz verwandte. Er behauptet, nur auf diese Weise seien positive Resultate zu erzielen. Bei Verwendung der Lockmittelmethode haben nach ihm die Eidechsen überhaupt nicht reagiert. In meinen Versuchen wurde die Wagner'sche Methode mehrere Male angewandt, sie führte jedoch zu einer entschiedenen Verstimmung der Tiere, die nachher eine gewisse Zeit überhaupt keine Nahrung zu sich nehmen wollten. Die Unstimmigkeit ist schwer zu erklären, es ist jedoch kaum anzunehmen, daß zwischen meinen Eidechsen und den Exemplaren von Wagner solch' große individuelle Unterschiede bestehen sollten.

Die Summierung und Zusammenstellung der Versuchsergebnisse der einzelnen Tiere wurde folgendermaßen vorgenommen. Jede einzelne Reaktion, ohne Rücksicht darauf, ob ihr eine »Überlegung« voranging oder sie reflektorisch erfolgte, wurde als + oder — gewertet, je nachdem, ob die positive oder negative Fi-



gur gewählt wurde. Der Verlauf der Versuche innerhalb jeder Serie wurde graphisch dargestellt, wobei die Punkte auf der Abszissenachse die einzelnen Proben zu je 10 Versuchen darstellen, während die Punkte auf der Ordinatenachse die Prozente der positiven Versuche in jeder Probe bezeichnen. Hierbei muß wieder auf die Methode von Wagner hingewiesen werden, was bei Betrachtung der von mir angewandten Art der Darstellung der Ergebnisse zu Irrtümern Anlaß geben könnte. Wagner unterscheidet nämlich gewisse Reaktionen als »maßgebend« dank der »Überlegung« der reagierenden Eidechse, die anderen dagegen erachtet er als nicht ausreichend und zieht sie bei der Gesamtsumme der Versuche überhaupt nicht in Betracht. Bei meinen Versuchen wurden alle Reaktionen ausnahmslos verzeichnet. Ich ging dabei von der Voraussetzung aus, daß die Reflexreaktionen, die die Eidechse ohne sichtbare Ursache nach der einen oder anderen Figur wandte, bei einer größeren Versuchszahl das allgemeine Ergebnis nicht beeinflussen konnte. Bei der »unüberlegten« Reaktion beträgt nämlich die Möglichkeit der Wahl der einen oder der anderen Figur entschieden 50%, und die dadurch entstehenden Schwankungen heben sich schließlich auf. Dagegen kann das Eliminieren gewisser Reaktionen im bestimmten Grade den Beobachter nach irgend einer Richtung hin beeinflussen, obschon er in Wirklichkeit gar nicht in der Lage ist, den Wert der einzelnen Reaktion zu bemessen. Außerdem scheint mir eine derartige Kontrolle bei der ungeheuren Beweglichkeit, Gefräßigkeit und »ungleicher Stimmung« der Eidechsen fast unmöglich zu sein. Der einzig mögliche Schutz gegen unmotiviert Wertung von Zufallsreaktionen kann nur eine möglichst hohe Versuchszahl sein, die die Fehler auf ein Minimum zurückdrängt.

### Die Versuche.

Das Unterscheidungsvermögen von Figuren ihrer Form nach.

Die Versuche über das Unterscheidungsvermögen von Figuren ihrer Form nach wurden mit geometrischen Figuren durchgeführt. Es wurden insgesamt 7 Versuchsarten vorgenommen.

1) In der ersten Serie bildete ein gleichseitiges Dreieck die Dressurfigur, die negative Figur war ein Quadrat. Die Versuchs-



zahl betrug 180. Nach 36 anfänglichen Fütterungen auf die Dressurfigur, die einige Tage in Anspruch nahmen, wurde der Eidechse die negative Figur geboten. Den täglichen Versuchen gingen bis einige zehn Fütterungen auf die Dressurfigur voraus. Das Versuchstier war ein Männchen von *Lacerta agilis* (Nr. 1), das größte Exemplar aller Eidechsen. Es reagierte dreist, schnell und hat sich gut an seine neue Lebensverhältnisse gewöhnt. Gewöhnlich springt es beim bloßen Anblick des Fleisches oder eines beliebigen kleinen, roten Gegenstandes darnach und schlägt beim Schnappen heftig gegen die Scheibe.

Die Kurve dieser Serie (Fig. 1) ist unausgeglichen und weist

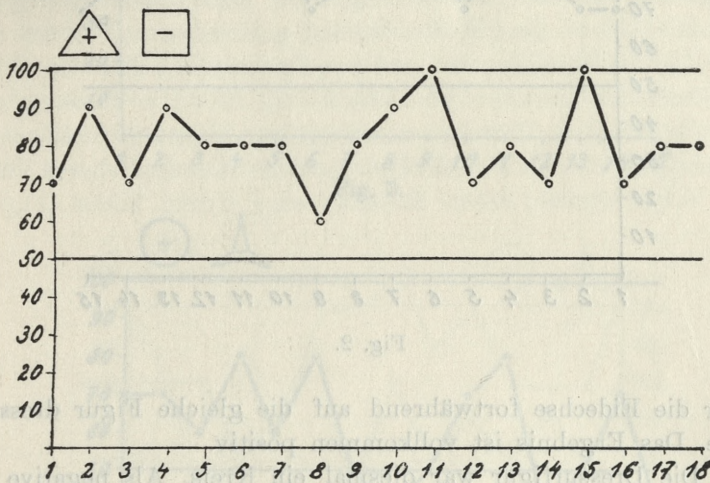


Fig. 1.

eine ziemlich große Amplitude auf (60 bis 100%). Der Durchschnitt ist deutlich positiv, er zeigt nämlich als Endergebnis 80% positive Reaktionen. Auf Grund dieser Zahl kann man ohne weiteres behaupten, daß die Eidechse deutlich die verwendeten Figuren auseinanderhielt und die Dressurfigur gut im Gedächtnis behielt.

2) Die Dressurfigur war wiederum ein Dreieck. Als negative Figur diente ein Kreis. Die Versuchszahl betrug 150. Als Versuchstier wurde dieselbe Eidechse wie in der vorigen Serie genommen. Längere einführende Fütterungen wurden nicht vorgenommen, da das Tier schon vorher an die Dressurfigur ge-



wöhnt war. Außerdem betrug der Zeitabschnitt zwischen der ersten Serie und der folgenden nur einen Tag.

Die resultierende Kurve (Fig. 2) zeigt eine im Verhältnis zur vorigen etwas größere Ausgeglichenheit (70—100%) und das Endergebnis betrug 82% positive Reaktionen, ist also etwas höher als das vorige. Das läßt sich aus der Länge der Zeit erklären,

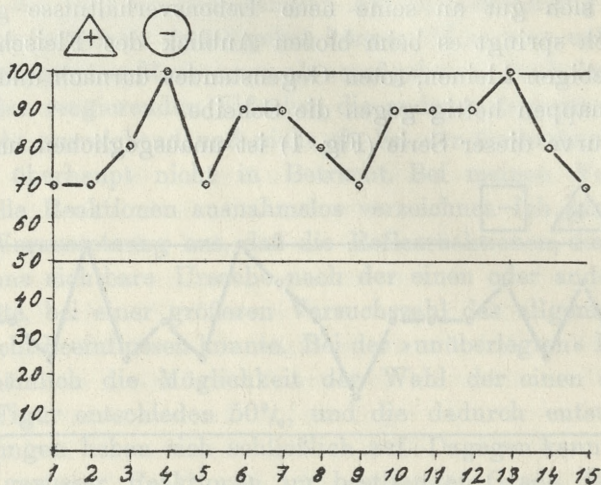


Fig. 2.

in der die Eidechse fortwährend auf die gleiche Figur dressiert wurde. Das Ergebnis ist vollkommen positiv.

3) Die Dressurfigur war diesmal ein Kreis. Als negative Figur wurde ein Fünfeck verwandt. Diese Figuren sind sich hier also bedeutend ähnlicher als in den vorhergehenden Serien und schwerer zu unterscheiden. Es wurden 150 Versuche durchgeführt, dieselbe Eidechse (Nr. 1) diente als Versuchstier. 40 anfängliche Fütterungen wurden vorgenommen. Das Ergebnis ist der Erwartung gemäß, bedeutend niedriger, als in den vorigen Serien. Die Kurve (Fig. 3) ist sehr unregelmäßig und schwankt zwischen 40 und 90%, es zeigt sich eine gewisse Desorientierung des Tieres. Immerhin sind 60% der Versuche positiv; daraus läßt sich ein nicht großes, aber deutliches Übergewicht über die negativen Reaktionen feststellen, und ein Unterscheidungsvermögen der Eidechse den zwei Figuren gegenüber dartun. Das Ergebnis beweist ferner, daß die Versuchsergebnisse nicht zufällig sind, sondern



von der Auswahl der Figuren und ihrer relativen Unterschiede abhängen.

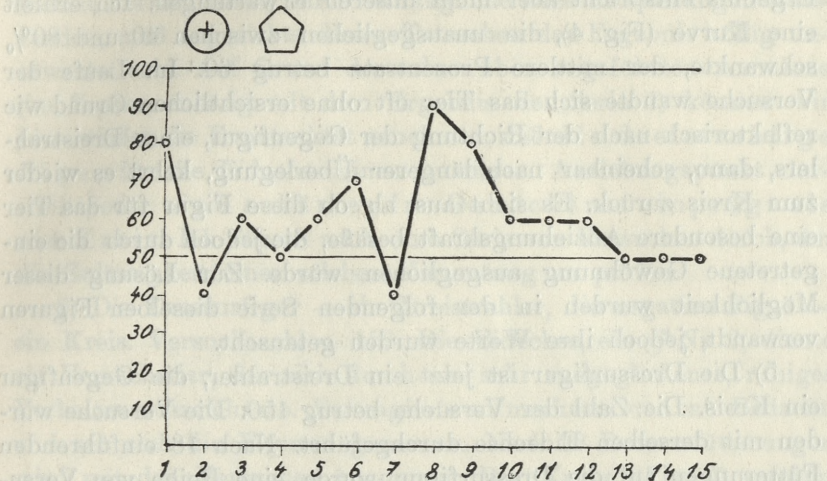


Fig. 3.

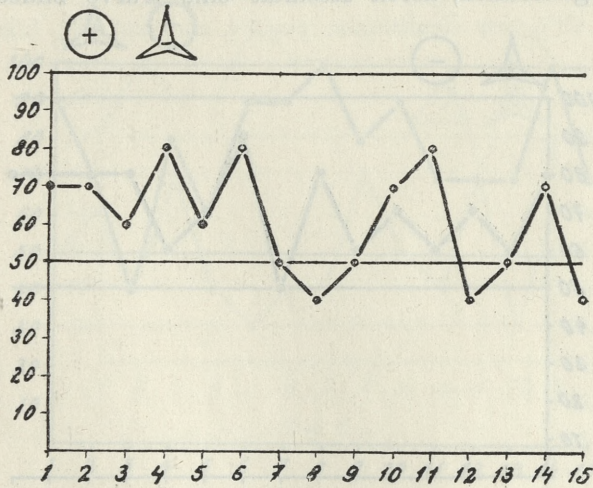


Fig. 4.

4) Die Dressurfigur war wieder ein Kreis, Gegenfigur -- ein Dreistrahler (siehe Fig. 4). Auch hier wurden 150 Versuche mit demselben Tier durchgeführt. Da sich das Tier schon vorher an die Figur gewöhnt hatte, wurden keine Dressurfütterungen vorgenommen. Zwischen den Serien lag ein Tag Pause. Hier müßte



man ein recht gutes Resultat erwarten, da die Figuren für das menschliche Auge ganz bedeutende Unterschiede besitzen. Das Ergebnis entspricht aber nicht unseren Erwartungen. Ich erhielt eine Kurve (Fig. 4), die unausgeglichen zwischen 40 und 80% schwankte, der mittlere Prozentsatz betrug 60. Im Laufe der Versuche wandte sich das Tier oft ohne ersichtlichen Grund wie reflektorisch nach der Richtung der Gegenfigur, eines Dreistrahlers, dann, scheinbar nach längerer Überlegung, kehrt es wieder zum Kreis zurück. Es sieht aus, als ob diese Figur für das Tier eine besondere Anziehungskraft besäße, die jedoch durch die eingetretene Gewöhnung ausgeglichen würde. Zur Lösung dieser Möglichkeit wurden in der folgenden Serie dieselben Figuren verwandt, jedoch ihre Werte wurden getauscht.

5) Die Dressurfigur ist jetzt ein Dreistrahler, die Gegenfigur ein Kreis. Die Zahl der Versuche betrug 150. Die Versuche wurden mit derselben Eidechse durchgeführt. Nach 18 einführenden Fütterungen auf die Dressurfigur, wurde eine Reihe von Versuchen vorgenommen, deren Resultat eine Kurve bildet (Fig. 5),

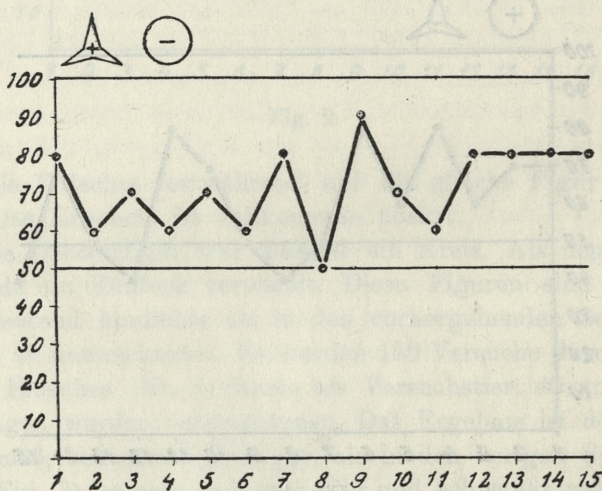


Fig. 5

die nie unter 50% sank und sogar 90% erreichte. Insgesamt wurden 71% positive Reaktionen erzielt. Wenn man in Betracht zieht, daß erstens im Laufe der vorhergehenden Serie, also im Verlauf von 2 Monaten (14/III—18/V) die Eidechse nur an diesem Kreis



gefüttert wurde, also an der jetzt negativen Figur, daß 2) zwischen der vorigen Serie und der jetzt besprochenen keine Pause eintrat, ferner daß 3) nur 18 anfängliche Dressurfütterungen stattfanden, muß angesichts dieser Tatsachen das Ergebnis völlig unerwartet sein. Auf Grund der schon oben angeführten Annahme (im Zusammenhang mit dem Ergebnis der Serie 4) können wir hier wieder die Eventualität annehmen, daß die dreistrahlige Figur für die Eidechse einen gewissen Anziehungspunkt darstellte, oder sich schärfer ins Gedächtnis einprägt als ein Kreis. Ich führte noch eine Serie von Versuchen durch, um die Zulässigkeit einer solchen Vermutung zu prüfen.

6) Die Dressurfigur — ein Dreistrahler, die negative Figur — ein Kreis. Versuchszahl — 150. Die Eidechse, ein ♂ Nr. 2, diente als Versuchstier, das sich durch ein sehr ausgeglichenes, ruhiges Verhalten auszeichnete. Es reagierte aufmerksam und mit Bedacht, und sah sich die Figuren genau an. Nach 28 Dressurfütterungen wird mit den Versuchen begonnen. Die Kurve (Fig. 6) erreicht

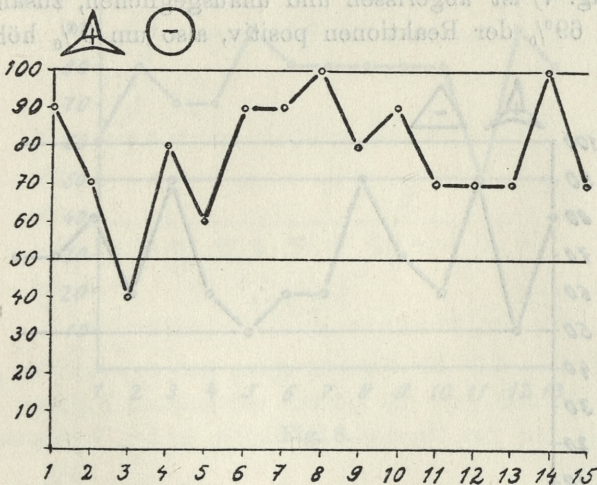


Fig. 6

2 mal die 100% Grenze. Der mittlere Prozentsatz betrug 84. Das ist die höchste Ziffer, die bei den bisherigen Versuchen erreicht wurde. Daraus geht hervor, daß unsere Annahme durch das Verhalten des Tieres gewissermaßen gestützt wird. Die folgende Serie wurde folglich wieder denselben Proben gewidmet. Wenn



wir nämlich annehmen, daß das Gedächtnis der Eidechsen nicht gleichartig diesen zwei Figuren gegenüber reagiert, indem sie sich in ungleichem Grad daran gewöhnen, müssen wir auch annehmen, daß in einer anderen Zusammenstellung der Figuren solche Unterschiede ebenfalls proportional auftreten. Wenn wir also bei Zusammenstellung des schwächer ins Gedächtnis einprägbaren Kreises mit einem Fünfeck 60% erhielten, so müßten bei der Kombination eines dreiarmigen Sternes, dessen Vorstellung schärfer eingepägt wird, mit einer Figur, die annähernd dasselbe Ähnlichkeitsverhältnis besitzt, wie jenes zwischen Kreis und Fünfeck, also mit einem ungefähr gleich großen Dreieck, höhere Resultate erzielt werden.

7) Die Dressurfigur war ein Dreistrahler; entgegengestellt wurde ein gleichseitiges Dreieck. 150 Versuche wurden mit einer Zauneidechse (Nr. 5) durchgeführt. Das Tier war ziemlich schläfrig und träge, reagierte jedoch gut, mit sichtlicher Überlegung. Es wurden 36 einführende Dressurfütterungen vorgenommen. Die Kurve (Fig. 7) ist abgerissen und unausgeglichen, zusammenfassend sind 69% der Reaktionen positiv, also um 9% höher als in

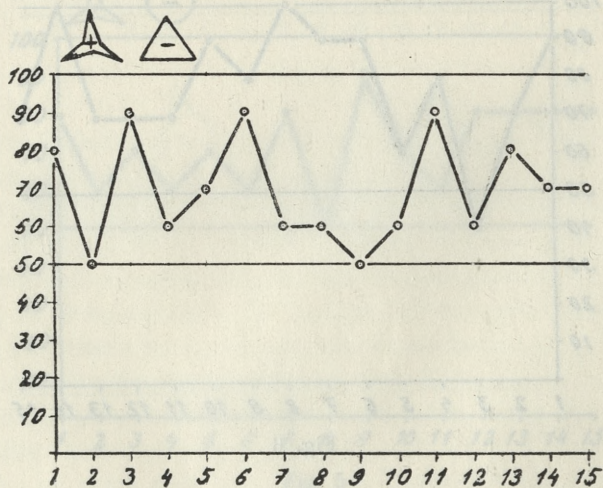


Fig. 7.

den Versuchen mit dem Kreis, in Gegenüberstellung zum Fünfeck. Betrachten wir die Ergebnisse der letzten 4 Serien, so gelangt man zu folgenden Schlüssen: Es muß ohneweiters zugegeben wer-



den, daß der in unseren Versuchen angewandte Stern für die Eidechsen eine gewisse größere Anziehungskraft besitzt als die ihm gegenübergestellten Figuren. Es ist schwer anzunehmen, daß in allen Serien, die insgesamt 600 Versuche umfassen, die Reaktionen sich vollkommen zufällig ständig nach derselben Seite neigten. In dem Falle muß eine Nebenassoziation angenommen werden, die sich vorläufig nicht näher bestimmen läßt. So tauchte ein neues Problem auf, dem zwei zusätzliche Serien gewidmet wurden, die am Ende der Arbeit besprochen werden.

#### Die Unterscheidung von Formen auf Grund ihrer Lage.

1) Die Dressurfigur war ein aufrechtstehendes Rechteck, ein liegendes Rechteck von demselben Ausmaß diente als Gegenfigur.

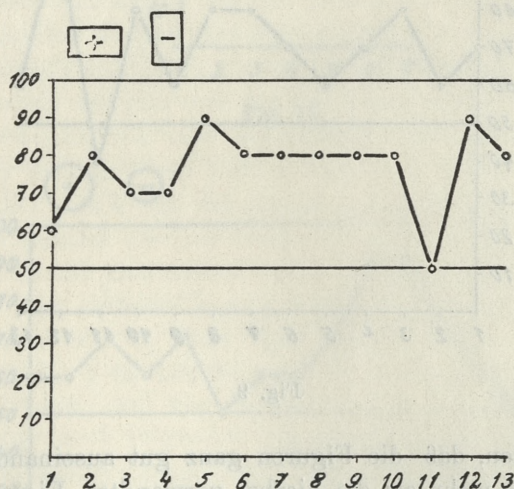


Fig. 8.

Es wurden 130 Versuche an einer *L. vivipara* vorgenommen. Sie war sehr unruhig und zeichnete sich durch große Lebhaftigkeit aus. Sie war ohne Scheu, reagierte jedoch nur wenige Male täglich, obgleich die ihr gebotenen Fleischstückchen besonders klein waren, um den Hunger des Tierchens nicht allzu schnell zu stillen. Bei dieser Serie wurde eine ziemlich regelmäßige Kurve erreicht (Fig. 8) und die Zahl der positiven Versuche betrug 76%.



Dies läßt schließen, daß die Eidechse beide Figuren auf Grund ihrer Lage ganz gut unterscheidet.

2) Die Dressurfigur war ein liegendes Quadrat, die negative ein auf die Spitze gestelltes Quadrat von gleicher Größe. Es wurden 130 Versuche durchgeführt. Diesmal wurde eine Zauneidechse, *L. agilis* Nr. 3 zu den Versuchen genommen. Sie war recht unruhig, leicht erregbar durch Geräusche und Töne jeder Art, an gewissen Tagen reagierte sie überhaupt nicht. Sie wurde vorher 44 mal auf die Dressurfigur gefüttert. Das Endergebnis lautet 70% positive Reaktionen (Fig. 9). Auf Grund dessen kann fest-

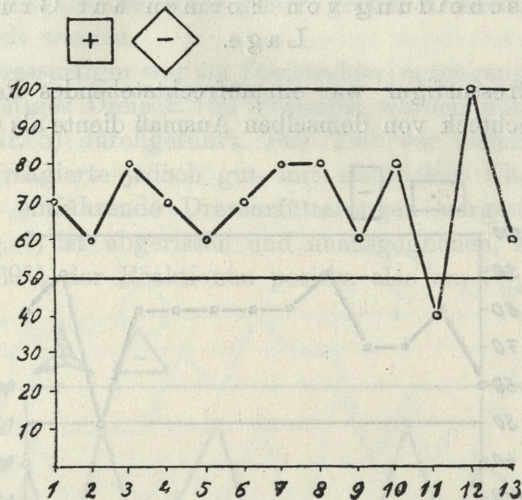


Fig. 9.

gestellt werden, daß die Figuren ganz gut auseinander gehalten wurden, umso mehr, als die hierbei verwandten Figuren ziemlich ähnlich sind und das benutzte Exemplar zu den Versuchen wenig geeignet war.

Das Unterscheiden von Figuren auf Grund ihrer Größe.

1) Die Dressurfigur war ein Dreieck von 20 mm Seitenlänge. Ein Dreieck von 16 mm Länge wird ihm gegenübergestellt. Nur 70 Versuche konnten ausgeführt werden. Die Experimente wurden mit einer podolischen *L. viridis* ♀ (Nr. 4) vorgenommen. Das



Tier war ziemlich ruhig und reagierte im allgemeinen gut. Vorher wurde es 36 mal auf die Dressurfigur gefüttert. Die Kurve (Fig. 10) weist im Verhältnis zu den vorigen die verhältnismäßig

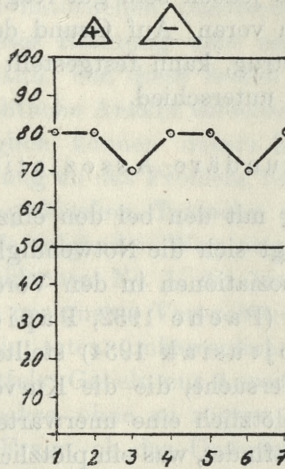


Fig. 10.

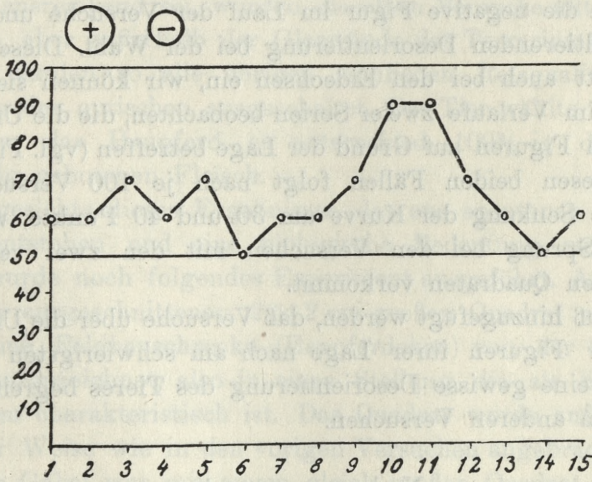


Fig. 11.

größte Ausgeglichenheit auf, sie schwankt nämlich zwischen 70 und 80%. Im ganzen wurden 77% positive Versuche erzielt, es kann folglich ein vollkommen positives Resultat festgestellt werden.



2) Die Dressurfigur war ein Kreis von 20 mm Durchmesser, Gegenfigur ein Kreis von 12 cm Durchmesser. Die Smaragdeidechse Nr. 5 war das Versuchstier, ein sehr lebhaftes und freßlustiges Weibchen, das jedoch sehr gut reagierte. 50 Fütterungen gingen den Versuchen voran. Auf Grund des Gesamtergebnisses (Fig. 11), das 72% betrug, kann festgestellt werden, daß das Tier die Figuren ganz gut unterschied.

#### Sekundäre Assoziation.

Im Zusammenhang mit den bei den einzelnen Versuchsserien erzielten Kurven drängt sich die Notwendigkeit der Annahme gewisser sekundärer Assoziationen in den Vordergrund. Die Versuche mehrerer Autoren (Pache 1932, Papierbuch 1928, Razwłowska 1927, Wojtusiak 1934) stellten fest, daß nach einer Reihe positiver Versuche, die die Kurve auf einer gewissen festen Höhe hielten, plötzlich eine unerwartete Verminderung positiver Reaktionen stattfindet, was ein plötzliches Fallen der Kurve bewirkt. Diese Erscheinung erklärt man mit der Entstehung der sogenannten sekundären Assoziation oder der Angewöhnung des Tieres an die negative Figur im Lauf der Versuche und der daraus resultierenden Desorientierung bei der Wahl. Diese Erscheinung tritt auch bei den Eidechsen ein, wir können sie nämlich deutlich im Verlaufe zweier Serien beobachten, die die Unterscheidung von Figuren auf Grund der Lage betreffen (vgl. Fig. 8 u. 9).

In diesen beiden Fällen folgt nach je 100 Versuchen eine plötzliche Senkung der Kurve um 30 und 40 Punkte, wobei der größere Sprung bei den Versuchen mit den zwei verschieden orientierten Quadraten vorkommt.

Es muß hinzugefügt werden, daß Versuche über die Unterscheidung der Figuren ihrer Lage nach am schwierigsten sind und daß hier eine gewisse Desorientierung des Tieres begreiflicher ist als in den anderen Versuchen.

#### Nebenversuche.

Die Versuchsergebnisse der Serien 4—7 ließen die Vermutung aufkommen, daß die vom Dreistrahler ausgehende Anziehungskraft mit einer gewissen Assoziation zusammenhängt, die sich infolge der dem Tier schon vorher bekannten Figuren bildete. Um



eine solche Hypothese aufzustellen, mußte man vor allem ermitteln, in welchem Grade ein flaches zweidimensionales Abbild eines der Eidechse aus dem Leben bekannten Gegenstandes mit der Vorstellung einer natürlichen, plastischen Gestalt sich assoziiert und ob es in dieser Richtung eine bestimmt gerichtete Reaktion hervorrufen kann. Um diese beiden Fragen zu beantworten, müßte eine beträchtliche Anzahl verschiedener Versuche durchgeführt werden. Folglich können unsere Zusatzversuche nur als einführende Annäherung an das Problem, nicht aber als endgültige Feststellung einer psychischen Tatsache angesehen werden. Es wurde zu dem Behufe folgender Weg eingeschlagen.

1) Der Smaragdeidechse Nr. 1, die sich bei mehreren Versuchsserien als recht geeignetes Versuchstier erwiesen hat, wurde eine Zeit lang je ein totes (unbewegliches) Heupferd und ein Fleischstückchen mittels Gabeln zur Auswahl geboten. Jedes Mal stürzte sich die Eidechse, ohne zu zögern, auf das Heupferd.

Zur Lösung der Frage, ob das Unterscheidungsvermögen auf Grund von rein optischen Eindrücken, ohne Mithilfe des Geruches oder des Tastsinnes, für die Eidechse zur Bildung einer Assoziation ausreichend sei, wurden dieselben Versuche mit Fleischstückchen, aber außerhalb der Glaswände des Terrariums wiederholt. Es wurden so alle übrigen sinnlichen Reizqualitäten mit Ausnahme der optischen ausgeschaltet. Das Tier wählte weiterhin immer nur das Heupferd, es unterschied 100%-ig dies vom gleichzeitig gebotenen Fleisch.

2) Angesichts dieses Ergebnisses, das aus spontanen Reaktionen zu entstehen und eine biologische Bedeutung zu besitzen scheint, wurde noch folgendes Experiment ausgeführt. Auf einem aus Pappe ausgeschnittenen,  $2 \times 2$  cm großen Quadrat wurde mit Tusche eine Feldheuschrecke (Heupferdchen) von der Seite aus gesehen aufgezeichnet, also in einer Stellung, die als Silhouette am meisten charakteristisch ist. Das Quadrat wurde auf der Gabel in der Weise wie in den vorigen Versuchen angebracht. Auch die zweite Gabel war mit einem gleich großen Quadrat versehen nur ohne Zeichnung. Darauf wurden ohne anfängliche Dressurfütterung beide Gabeln, die wiederum mit Fleischstückchen beködert waren, der Eidechse zur Wahl geboten. Das Tier erhielt jedesmal ohne Rücksicht auf seine Wahl Fleisch. Es ging darum, ob das Tier, das vorher längere Zeit auf ein Heupferdchen eingestellt



war und es aus eigenem Willen wählte, sich auch weiterhin auf Grund einer Vorstellungsassoziation wieder nach einem Bild wandte, die es an die anziehende Heuschreckengestalt von früher erinnerte. Die Reaktionen, die nach dem die Zeichnung tragenden Quadrat gerichtet waren, konnten als positiv gewertet werden, während die übrigen negativ ausfielen. Nach 22 Versuchen erhielt ich als Ergebnis 72% positiver Reaktionen (Fig. 12). Der Prozentsatz ist sehr hoch, wenn noch in Betracht gezogen wird, daß das Moment der Strafe oder der Belohnung wegfiel und daß die Reaktionen lediglich von den inneren Vorstellungsimpulsen des Tieres abhingen. Hierbei könnte der Einwand gemacht werden, daß, unabhängig von dem Detail der Zeichnung auf dem

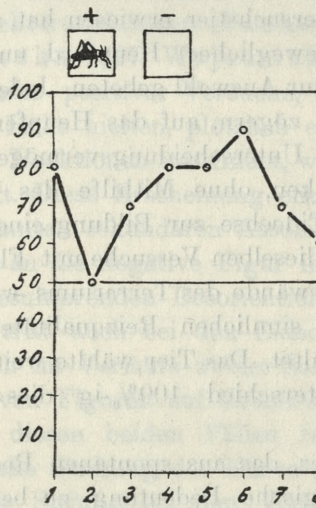


Fig. 12.

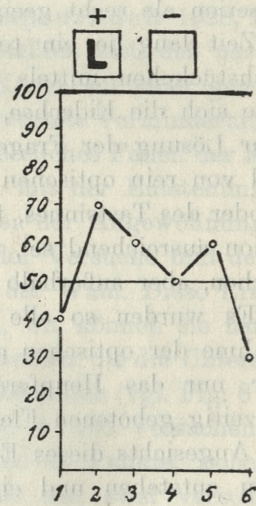


Fig. 13.

Quadrat, schon die Anwesenheit allein eines dunklen Fleckes auf weißer Fläche ohne jegliche Dressur das Attraktionsmoment für die Eidechse bilden könnte. Um diese Möglichkeit zu untersuchen, wurden der Eidechse Nr. 3 zwei Quadrate zur Auswahl geboten: ein leeres Quadrat und ein Quadrat mit einem schwarz aufgetragenen Buchstaben L. Eine Reihe von Versuchen wurde durchgeführt, welche als Endergebnis 52% positive Reaktionen ergab (Fig. 13), die auf das mit dem Buchstaben versehene Quadrat entfielen. Das Plus von 2% ist bestimmt zu geringfügig zur Behauptung, daß das Tier sich nach einer bestimmten Richtung wandte. In-



folgedessen muß die oben erwähnte Annahme als unrichtig erklärt werden, und ferner wäre das Vorhandensein eines neutralen, dunklen Bildfleckes auf der Quadratfläche für die Wahl des Tieres ohne Belang. Der Sachverhalt spricht vielmehr für die Richtigkeit unserer Behauptung in Bezug auf die Anziehungskraft des Bildes eines Grashüpfers, das auf dem Quadrat angebracht war. Als Stützpunkt für die von mir aufgestellte Hypothese muß erwähnt werden, daß bereits einige Arbeiten erschienen sind, die die Möglichkeit einer Assoziation im zentralen Nervensystem des Tieres zwischen einem gewissen konkreten Gegenstand und seinem Abbild zugeben (z. B. S z y m a ń s k i 1920), was auch bei den Eidechsen der Fall sein könnte. Vom biologischen Standpunkt könnten spontane Reaktionen dieser Art dadurch erklärt werden, daß die Tiere sich die Figuren wählten, die in ihnen am meisten die Erinnerung an die Befriedigung des Hungers im früheren Leben weckten. Bisher fiel die Lösung der gestellten Fragen erfolgreich aus. Wie schon erwähnt wurde, sollen die vorliegenden, in dieser Richtung noch ungenügend ausgebauten Versuche erst als Anfänge weiterer betrachtet werden. Die Zahl der Versuche ist zunächst zu gering, um weitergehende Behauptungen aufzustellen, sie zeigen jedoch, daß bei ihrer Weiterführung positive Erfolge zu erzielen sind.

### **Zusammenfassung.**

Die Resultate meiner Versuche zusammenfassend, können folgende Behauptungen aufgestellt werden: Die Eidechsen vermögen flache Figuren ihrer Form, Größe und Lage nach sehr wohl zu unterscheiden und behalten diese im Gedächtnis. Die einzelnen Zusammenstellungen der Figuren stellten für sie verschiedene Stufen von Schwierigkeiten dar, was sich in den ungleichmäßigen Versuchsergebnissen der einzelnen Serien ausdrückte. Was die Ergebnisse aller Versuchsserien zusammen anbelangt, so bildet jene Serie für die Eidechsen die verhältnismäßig geringste Schwierigkeit, in der sie Figuren auf Grund ihrer verschiedenen Formen zu unterscheiden hatten. Am schwierigsten war für sie das Auseinanderhalten von identischen Figuren nur ihrer Lage nach. Die zahlenmäßigen Unterschiede der Versuchsserien sind nicht sehr groß, und die Abweichungen können deutlicher am Verlauf der Kurven abgelesen werden. Es wurde festgestellt, daß die Tiere



eine besondere Anziehung zu gewissen Formen zeigen, die unabhängig von der Dressur im gegebenen Versuche auftritt. Ich vermute, daß eine Erscheinung dieser Art ihren Ausgangspunkt in irgendwelchen Vorstellungsassoziationen findet, die uns unbekannt sind und die durch eine bestimmte Figur im Vorstellungsverlauf des Tieres hervorgerufen wurden. Einführende Versuche, bei denen die Eidechsen ohne vorhergehende Dressur einen Grashüpfer oder sogar sein mit Tusche gezeichnetes Bild wählten, bewiesen die Möglichkeit einer solchen Hypothese; ein sicheres Ergebnis kann jedoch erst nach Ausführung einer größeren Versuchszahl festgelegt werden.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität in Kraków.

### **Literaturverzeichnis.**

1. Biederman S. Le sens et la mémoire des formes d'un objet chez les Anoures. L'inversion de l'habitude après ou sans amortissement. Trav. Inst. Nencki. Varsovie 4, 1—31 (1927). — 2. Buytendijk F. Psychologie des animaux. Paris 1928. — 3. Minkiewicz R. L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale. Trav. Inst. Nencki. Varsovie 4, 1—19 (1927). — 4. Pache J. Formensehen bei Fröschen. Z. vergl. Physiol. 17, 423—463 (1932). — 5. Papierbuch L. Le sens et la mémoire des directions d'un objet, chez les Anoures. Différenciation et généralisation de l'habitude. Formes d'amortissement et leurs résultats. Perturbations. Déclenchement et inhibition des associations contractées. Acta Biol. Exper. 2, 165—210 (1928). — 6. Razwiłowska S. Le sens et la mémoire des dimensions d'un objet chez les Anoures. Type du comportement individuel. Coëxistence des plusieurs processus d'association indépendant l'un de l'autre. Trav. Inst. Nencki. Varsovie 4, 1—24 (1927). — 7. Szymański J. S. Ein Versuch über die Disposition der Tiere zum Erfassen der Ähnlichkeitsbeziehungen. Z. angew. Psychol. 17 (1920). — 8. Wagner H. Über den Farbensinn der Eidechsen. Z. vergl. Physiol. 18, 378—392 (1933). — 9. Werner F. Die Lurche und Kriechtiere. Brehm's Tierleben 5, Leipzig-Wien. (1930). — 10. Wojtusiak R. J. Über den Farbensinn der Schildkröten. Z. vergl. Physiol. 18, 393—436 (1933). — 11. Derselbe. Über den Formensinn der Schildkröten. Bull. Acad. Polon. Sc. Cracovie 1934.



**Wystąpienie bleskotki *Aphelinus mali* Hald. w Polsce. —  
Das spontane Auftreten der Blutlauszehrwespe *Aphelinus  
mali* Hald. in Polen.**

Note

de MM. WŁ. CIŚLIK et ZB. KAWECKI,

présentée le 4 novembre 1935, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 13)

Am 14 September 1935 wurden in der Pflanzenschutzstation in Kraków Kolonien der Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) durchgesehen und dabei wurde festgestellt, daß viele der Blutläuse von Parasiten befallen waren. Da der Charakter der Beschädigung eine bedeutende Ähnlichkeit mit der durch die Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. hervorgerufenen Erscheinung aufwies (Taf. 13 Fig. 1), schienen weitere Untersuchungen erforderlich. Es konnte tatsächlich das Auftreten dieses Parasiten (Taf. 13 Fig. 2) der Blutlaus festgestellt werden, und diese Feststellung wurde auch von Dr. Stefan Kéler (Bydgoszcz) bestätigt. Bis zum 28 Oktober wurden in folgenden Orten Blutlauskolonien, die mit den Schmarotzern infiziert waren, gefunden (chronologisch):

Kraków (Kawecki, Ciślik, T. Kosiek),

Stara Wola bei Gdów (T. Kosiek),

Częstochowa (Ciślik),

Tarnów (Ciślik, Kawecki),

Koszyce Małe bei Tarnów (Ciślik),

Pobiednik Kreis Miechów (T. Kosiek),

Swoszowice bei Kraków (H. Nidiol, Korrespondent der Station),

Myślenice (Ciślik).



Da *Aphelinus mali* bisher in Polen noch nicht heimisch war, muß die Zuwanderung dieses Wespchens als vollkommen selbsttätig angesehen werden. Aus der Entfernung der Orte, in denen von uns die Blutlauszehrwespe festgestellt wurde, stellen wir fest, daß diese Zuwanderung vor einigen Jahren hat erfolgen müssen, wozu noch in Betracht kommt, daß die Verbreitung dieser Art verhältnismäßig sehr langsam vor sich geht (4).

Das spontane Auftreten von *Aphelinus* in Polen ist nicht ein vereinzelt dastehender Fall. Es sind nämlich schon einige Fälle dieser Art in Europa bekannt, wie zum Beispiel das Vorkommen von *Aphelinus mali* im Burgenland (1).

Das Vorkommen von *Aphelinus mali* Hald. an den angegebenen Ortschaften Polens ist bedeutend und man kann, wie berichtet wird, bei der Bekämpfung der Blutlaus, eines der größten Schädlinge der Apfelbäume unseres Landes, in dieser Beziehung gewisse Hoffnungen hegen.

Die hauptsächlichste Befürchtung, daß nämlich die klimatischen Verhältnisse und im besonderen die niedrigen Temperaturen (3, 6) unserer Winter keine Überwinterung ermöglichen, fällt weg, da ein Überdauern der vorigen Winter das Gegenteil bewiesen hat. Ferner wird in der Literatur eine große Widerstandskraft der Blutlauszehrwespe niedrigen Temperaturen gegenüber festgestellt (4, 5), die sogar bis  $-38^{\circ}$  C. geht.

Da Polen vollkommen abweichende klimatische Verhältnisse hat als die anderen europäischen Staaten, in denen schon vorher *Aphelinus mali* Hald. vorkam, und da, wie bekannt, gerade die klimatischen Verhältnisse für seine Entwicklung entscheidend sind und also auch für seine wirtschaftliche Bedeutung (2), können weitere Folgerungen hieraus bei uns erst nach vielseitigeren und genaueren Untersuchungen gezogen werden

Pflanzenschutzstation Kraków, Al. Mickiewicza 21.

### Schrifttum.

1. Bodo Fritz Dr. Ing. *Aphelinus mali* im Burgenlande heimisch? (Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes, XXVII Jg. 1934). —
2. Börner E. Dr., Speyer W. Dr., Jancke O. Dr. Die Blutlausplage und ihre Bekämpfung. Flgl. Nr. 33, XIII Aufl. (Biologische Reichsanstalt



für Land- und Forstwirtschaft, Juli 1935). — 3. Jancke O. Dr. Zur Frage der Überwinterung der Blutlaus und ihres Parasiten *Aphelinus mali* Hald. (Nachrichtenblatt f. d. Deutsche Pflanzenschutzdienst IX Jg. 1929). — 4. Jancke O. Dr. Zur Ausbreitungsfähigkeit der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. (Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem. Bd. I., 1934). — 5. Deutschmann J. Prof. Ing. Die Blutlauszehrwespe in Südmähren. (Die kranke Pflanze, Dresden 1935, Heft 1). — 6. Schander R. Prof. und Kaufmann O. Dr. Einführung des Blutlausparasiten *Aphelinus mali* (Hald.) nach Deutschland. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. XI, 1925).

---

### Erklärung der Tafel 13.

Fig. 1. Blutläuse von *Aphelinus mali* getötet.

Fig. 2. Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* (Imagines). Phot. Dr. K. Star-mach.







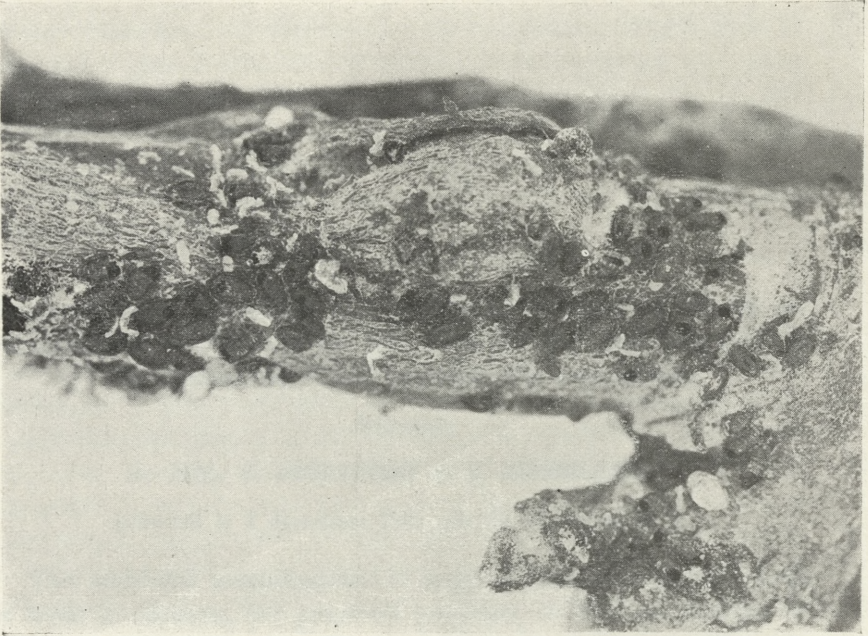


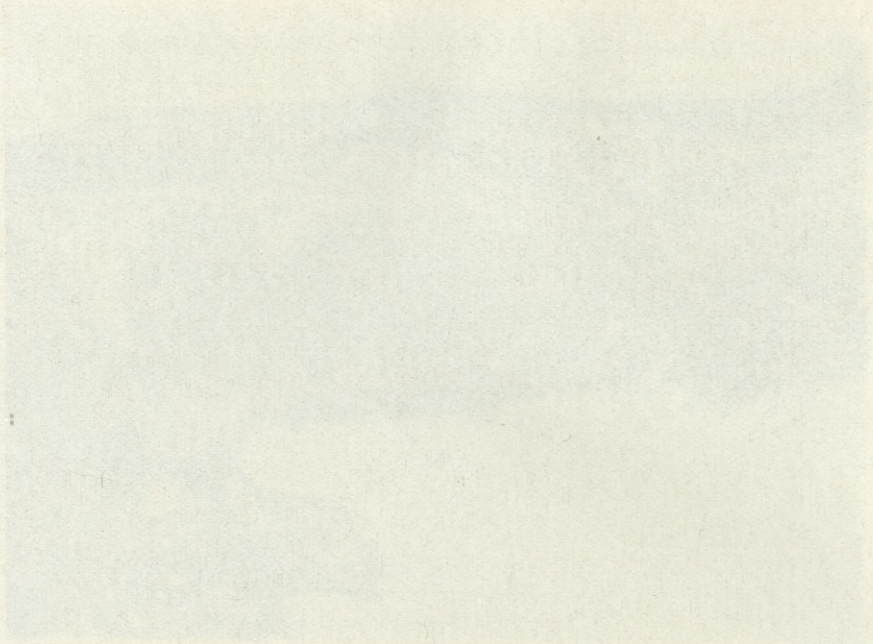
Fig. 1.



Fig. 2.

*Wł. Ciślik und Zb. Kawecki phot.*







*Badania nad ruchliwością plemników kogucich poza organizmem. — Studies on the motility of spermatozoa of the Domestic Cock outside the organism.*

Mémoire

de MM. **Z. GRODZINSKI** et **J. MARCHLEWSKI**,

présenté le 2 décembre 1935, par M. H. Hoyer m. t.

The artificial insemination of eggs of lower vertebrates, such as trout or salmon, for practical purposes, or the insemination of frogs for experimental studies, has been known for a considerable period of time. The procedure consists in pouring the semen upon the eggs isolated from the body of the female. In vertebrates with internal insemination, in order to ensure fertilisation artificially, the sperm must be introduced into the female genital tract, in order to enable the union of the respective gametes. The technical procedure, though simple as such, presents certain difficulties in manipulation. The necessary amount of sperm of good viability must be collected. The conditions which enable the sperm to survive for the longest period in the best possible state for effective fertilisation must be ascertained. Lastly, during the introduction of sperm into the female genital tract, certain simple precautions must be observed.

At present the technique of artificial insemination of mammals is highly developed. In the Soviet Union a great number of foals, lambs and calves is being annually produced by use of this method. Less studied was the artificial insemination of birds, especially of the domestic fowl. The first investigations in this field were started by Nikitin (1932) followed by Bernshtein (1933), Warren and Scott (1935), and lastly Burrows and Quinn (1935). The respective publications discuss in detail the methods



of collecting the sperm and its introduction into the female genital tract. On the other hand, comparatively little is said concerning the most advantageous conditions for the preservation of the semen. The purpose of the present study is to ascertain the best conditions for the preservation of the sperm of the cock, as has already been done for the mammalian semen.

### The collection of sperm

Nikitin (1932) has described a very simple method of collecting sperm from a cock. A rubber pouch is suspended beneath a hen's tail, so as to occlude the cloacal opening. The copulating cock ejaculates the semen into the mentioned pouch, wherefrom it can be easily gathered with the aid of a glass pipette. Serebrowskij and Sokołowska collected sperm of a number of *Gallinaceae* and *Natatores* species with the aid of electric current. This method was employed some time ago by Moore and Gallagher to induce ejaculation in guinea-pigs.

In our studies the method of Nikitin was used. Instead of tapes, which disturb the cock, we used thin string which could be easily hidden amongst the hen's feathers to fasten the rubber pouch. In a few instances we fastened a small rubber reservoir in the form of a thimble to the cloacal opening of the cock. Both methods are about equally efficient. We did not employ electric current to induce ejaculation, though we believe this to be a good way of obtaining sperm from wild birds in sufficient quantities to use in crosses between different species.

The ejaculated sperm gathers on the walls of the pouch in one or more whitish drops. The volume of this ejaculate varies from about 0.2—0.5 cc. In all experiments the same cock, a pure bred White Leghorn, was used. It was found that continuously repeated, everyday copulation has a better effect on the quantity of the ejaculate, than periodical isolation of the bird in a spacious cage. The sperm was collected with the aid of glass pipettes, with rubber nipples. The glass was heated before use in the flame of a spirit lamp, and then cooled to the temperature of the back of the experimentors hand. The collected sperm was placed in sterilised glass test tubes. The internal walls of the test tubes were covered with paraffine. After placing the sperm inside the tubes, the latter were closed with wax-paper. After these precau-



tions it was safe to transport the tubes wherever desired without fear of the sperm becoming infected.

It must be stated, however, that despite all precautions and accurate sterilisation of all implements used, the sperm was often infected with bacteria. During the ejaculation, sperm has ample opportunity of becoming infected with the abundant bacterial flora of the walls of the cloaca.

### **Scope of investigation and methods employed**

The behaviour of mammalian spermatozoa „in vitro“ under very varying experimental conditions, as shown in the studies of Kuźniecowa and co-workers, Walton, Landauer and lastly Popa and Marza, was investigated by a number of writers. As it was thought desirable to ascertain the best conditions for the preservation of cock's sperm, we directed our attention to the influence of dilution, temperature, pH concentration and a number of nutritive media on the survival of spermatozoa. As a synthetic medium we tested Tyrode fluid, as organic media albumen, embryonic extract, blood serum and blood plasma.

The material studied was kept in sterilized test tubes furnished with an inner coat of paraffine and sealed with wax-paper. Samples of this material were drawn with a sterilised glass pipette, and investigated in a drop hanging on a coverslip mounted on a slide in the mode commonly used in tissue culture studies. These samples and the basic material were kept under identical temperatures. Once daily we investigated the samples warmed up to the temperature of  $+37^{\circ}\text{C}$ , and in case of need the results were checked on new samples from the same source. Before drawing each sample, the contents of the test tube was stirred up with a pipette, in order to cause spermatozooids that may have fallen to the bottom of the tube, to be distributed equally all over the fluid. The number of the spermatozoa which fall to the bottom of the test tube, is especially great when preserving the material in a temperature of  $+2^{\circ}\text{C}$ , as a consequence of lowered motility due to chilling. Our method of studying the samples of each obtained ejaculation, allowed us to disturb the main quantity of obtained semen, which was preserved in a test tube, comparatively very infrequently. This naturally minimised the danger of bacterial contamination of our material



and meant a considerable saving of semen, which in comparison with the quantities obtained from mammals, is obtainable in but very meagre amounts. In each series of experiments we used sperm of the same cock and from but one ejaculation. This procedure ensured a fair degree of uniformity of the experimental material.

As a measure of the viability of the sperm under our experimental conditions, the general appearance and the mode of motility of the individual spermatozooids was used. All writers on the motility of mammalian sperm under experimental conditions, find that normal spermatozoa move more or less over a straight line, directed through the fast, perpendicular movements of the tail portion. Old, decrepit or damaged spermatozoa are not able to maintain a progressive movement; they execute strong lateral jumps, but as these movements are irregular, the spermatozoa move only very slowly forward or oscillate in the same place. In the protocols of our observations, we noted daily the appearance of the studied sperma, recording their mode of movement and their normal or eventually twisted form. We tried to determine in principle at least the respective quantitative relations, recording for example that one fourth of the spermatozooids present in a sample moves normally, about the half oscillates in one spot, whilst one fourth is totally immobile.

The results of these studies are presented on the accompanying graphs. The rectangles represent the studied sample of semen, the all black areas give approximately the proportion of normal spermatozoa, the spotted areas the proportion of abnormal „oscillating“ sperm, the totally white — the number of immobile spermatozoa. Each experimental series was repeated at least three times. The graphs represent the result of the experiment which occupies a more or less intermediate position in a series of three. In the description we give briefly the optimal and minimal results of each series of experiments.

In our studies we omitted the problem of the duration of the fertilising power of sperm under experimental conditions. Hammond and Walton studied rabbit sperm from this point of view, and find that sperma loses its fertilising power considerably sooner than the power of movement. We only stated that fresh sperma diluted with Tyrode fluid, albumen, serum and



embryonic extract can fertilise normally, i. e. isolated hens, which were known to lay unfertilised eggs for the period of 20 days, after artificial insemination, starting from the third day after this manipulation, lay normally fertilised eggs. The insemination was performed after the method of Nikitin. The hen's cloaca was distended and partially extruded with the aid of a surgical nasal dilatator, and the sperm injected by means of a pipette introduced into the genital tract.

### Degree of dilution of the sperm

In a fresh sample of sperm the spermatozooids have a natural environment formed by the secretion of the accessory glands, which offers excellent conditions for their survival. The dilution of sperm by means of the customary media changes quantitatively the composition of this natural medium, and this in consequence must influence the viability of sperm. Milovanow and Selivanowa state that weak dilutions with a suitable fluid have a beneficial effect upon the survival of sperm, whilst strong dilution diminishes this capacity to a great extent. Granzow finds that strong dilution minimises the vitality of man's and guinea pig sperm. Walton studied quantitatively the amount of rabbit spermatozoa in a given concentration, capable of effecting fertilisation. It was found that, in a dilution of less than  $10^4$  spermatozoa in 3 cc. of fluid, insemination was always ineffective.

In this study, cock's sperm was diluted with Tyrode fluid in the relations 1:10—1:320. For measurements were used calibrated pipettes the desired dilutions were obtained on principles accepted in serological studies. From six test tubes five were filled with 0.5 cc of Tyrode fluid; the first contained 1 cc. of semen in a 1:10 Tyrode dilution. 0.5 cc. of this fluid was transferred into one of the mentioned tubes, giving a dilution of 1:20. Repeating this procedure in a similar manner, we obtained a 1:40, 1:80, 1:160 and 1:320 dilution. The material prepared in the above way was preserved in a temperature of  $+2^{\circ}$  C.

From the protocols of the experiments, illustrated on the below graph (Nr. 1) it will be easily seen that in the dilution 1:160 and 1:320 some spermatozooids oscillated for less than 24 hours. There was no actual progressive movement to be seen under those conditions. In two others experimental series the spermato-



zoides in the same dilution showed almost identical behaviour. In the dilutions of 1:10 and 1:20 the spermatozoides live over 120 hours. Yet the dilution 1:10 shows a progressive movement of longer duration, and involving a greater number of spermatozoa than the 1:20 dilution. In the second experiment of this series,

| T. +2° | 30' | 24 <sup>h</sup> | 46 <sup>h</sup> | 72 <sup>h</sup> | 96 <sup>h</sup> | 120 <sup>h</sup> | 144 <sup>h</sup> |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1/10   |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
| 1/20   |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
| 1/40   |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
| 1/80   |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
| 1/160  |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
| 1/320  |     |                 |                 |                 |                 |                  |                  |

Graph. Nr. 1.

progressive movements lasted equally long in the 1:10 and 1:20 dilutions, but involved a greater number of individual spermatozoa. In the third case the active motility finished between 72 and 96 hour.

### Temperature and diluting substances

Experiments in this group, were conducted as follows: 1 cc. of a 1:10 dilution of sperm in the diluting fluid to be tested, was placed in three sterilised test tubes having an inner coating of paraffine and sealed with wax-paper. Samples were taken in a hanging drop, prepared as previously described. Test-tubes and samples were preserved in temperatures of +2°, +16° and +37°C. Thirty minutes after diluting the sperm for the first time, and then in the intervals approximately of 24 hours, the behaviour of the spermatozoides was studied.

### Extracts from the recorded observations

*Tyrode fluid.* This fluid is composed of a number of inorganic salts diluted in water with an addition of glucose. This ingredient as stated by Kölliker and later by Yamane, Ivanow, Baker and Redenz, has a beneficial effect on the motility of spermatozoa.

The pH concentration of this fluid varies within very narrow limits. In tissue culture technique Tyrode fluid is used for washing the cultures,



and as a nutritive medium which can foster growth and development through a limited period. This fluid has not been used as yet as a sperm dilutor in birds or mammals.

| T.    | 3 <sup>h</sup> | 24 <sup>h</sup> | 49 <sup>h</sup> | 73 <sup>h</sup> | 97 <sup>h</sup> | 121 <sup>h</sup> | 145 <sup>h</sup> |
|-------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| + 37° | ■              | □               |                 |                 |                 |                  |                  |
| + 16° | ■              | ■               | □               |                 |                 |                  |                  |
| + 2°  | ■              | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | □                |

Graph Nr. 2.

The above experiment (Graph 2.) dated 21. VI. was repeated on the next day with identical results. On the 27. VI. in the temperature of 2° C. the spermatozoides lived shorter, as after 72 hours nearly the half of them exhibited only oscillary movements

*Albumen.* Kölliker finds that mammalian spermatozoides move actively and for a long time in egg albumen. Nikitin advocates the use of this medium as an excellent dilutor of cock's semen. We used liquid albumen, which after the removal of the dense albumen from a hen's egg remains near the yolk. This kind of albumen mixes more readily with the semen, and can be conveniently handled by means of a thin pipette. The spermatozoids seem to retain their motility for a longer time in this kind of albumen.

| A.    | 30' | 24 <sup>h</sup> | 48 <sup>h</sup> | 72 <sup>h</sup> | 97 <sup>h</sup> | 121 <sup>h</sup> | 144 <sup>h</sup> | 168 <sup>h</sup> |
|-------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| + 37° | ■   | ■               | □               |                 |                 |                  |                  |                  |
| + 16° | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | □                |
| + 2°  | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | □                |                  |                  |

Graph Nr. 3.

The above experiment (Graph 3.) performed on 24. V. was accomplished on the 17. V., 20. V. and 25. V. with similar results. The spermatozoa lived for the longest period at +16° C., for the shortest at +37° C. In two cases this period was rather short: 95 and 118 hours, in one case longer: 192 hours.

*Embryonic extract.* Crushed ten days old chicken embryos were centrifuged and the liquid gathering on the surface was collected. This liquid, generally called „embryonic extract”, after being diluted with some isotonic salt solution is widely used in tissue cultures as a nutritive medium. In our work we used embryonic extract diluted with Tyrode fluid in the relation of 1:3, after ascertaining its sterility. Embryonic extract has hitherto not been used in sperma investigation.



Kugota used with good results extracts of rats uterus. Komatsu and Isaburo used extracts from testis, stomach and Cowperian glands for mammalian sperma. Granzow mentions the beneficial influence on the motility of guinea-pig sperma, of pieces of testes, epididymis, lien, pancreas and other organs submerged in the semen.

| E.    | 30' | 23 <sup>h</sup> | 48 <sup>h</sup> | 73 <sup>h</sup> | 96 <sup>h</sup> | 119 <sup>h</sup> | 144 <sup>h</sup> | 166 <sup>h</sup> | 192 <sup>h</sup> |
|-------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| + 37° | ■   | ■               | ■               |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| + 16° | ■   | ■               | ■               | ■               |                 |                  |                  |                  |                  |
| + 2°  | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                | ■                |

Graph Nr. 4.

The above experiment (Graph 4.) performed on the 25. V. was executed also on the 17. V. and 3. VI., with principally the same results. The spermatozoides survived longest in a temperature of +2° C., for the shortest in a temperature of +37° C. In optimal temperature in one case the sperm lived over 142 hours, in another 192 hours.

*Blood serum.* Kölliker finds, that spermatozoa of mammals are very active in blood serum for about 6–7 hours. In our respective experiments, we drew the blood from a year old hen by the method of Lewis, by means of a glass syringe with a metal needle directly from the heart. After slow curdling in a test tube submerged in ice, we centrifuged the serum, freeing it thus from blood corpuscles and fibrine.

Bederke, Granzow and Bernshtein, have worked with this dilutor.

| S.    | 30' | 20 <sup>h</sup> | 44 <sup>h</sup> | 70 <sup>h</sup> | 97 <sup>h</sup> | 121 <sup>h</sup> | 146 <sup>h</sup> | 170 <sup>h</sup> | 189 <sup>h</sup> | 213 <sup>h</sup> | 237 <sup>h</sup> | 260 <sup>h</sup> |
|-------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| + 37° | ■   | ■               | ■               |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| + 16° | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                |                  |                  |                  |                  |
| + 2°  | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                |

Graph Nr. 5.

The above experiment (Graph 5.) dated 24. V. was performed also on 22. V. and 3. VI. with analogous results. In a temperature of +2° C., the sperm lived longest, the shortest span of life being at +37° C. In optimal conditions the period of survival amounted to over 240 and 264 hours respectively.

*Blood plasma.* Blood plasma is the fundamental nutritive medium for tissues grown outside the organism. We obtained this medium from the same hen which served as a source of serum. To centrifuged blood, 0.5% heparine was added, diluted with Ringers fluid in the relation of 1:1000.



Heparine prevents blood clotting, and this permits the removal of the red blood corpuscles by centrifuging. The serum remains together with fibrine forming the plasma.

Spermatozoa show great motility in blood plasma. However, after a couple of minutes all movement stops owing to clotting of the medium.

On surveying the graphs presented, one may easily ascertain the influence of temperature on the duration of life in spermatozoa. The temperature of  $+37^{\circ}\text{C}$  is the least suited for their survival.  $+2^{\circ}\text{C}$  seems to be the best temperature for spermatozoa in Tyrode fluid, embryonic extract and blood serum, whilst semen diluted with egg albumen has its optimal temperature at  $+16^{\circ}\text{C}$ .

All students of the problem agree that motility of spermatozoa is most readily exhausted in the temperature of  $+37^{\circ}\text{C}$ . Hammond and Walton find that rabbits sperma kept at  $+10^{\circ}$ — $+15^{\circ}\text{C}$  will preserve its fertilising power much longer than at any other, for instance 0 or  $+35^{\circ}\text{C}$ . Hammond did not study systematically the duration of spermatozoic motility in temperatures approaching zero. On his graphs and in the text he states merely that after 24 hours the spermatozoa are partly devoid of movement, and does not study them further.

Similar observations are reported by Bederke, who finds that dog sperma loses its motility after preservation in an ice chest. This is so far in accord with our experiments, that cock's sperma kept in a refrigerator moves very slowly or not at all. After warming for a few minutes in a temperature of  $+37^{\circ}\text{C}$ , the sperm regains its powers of locomotion. The results of Dubintschik refer to the behaviour of sperm in the first hours after placing at various temperatures; they do not accordingly give conclusive results. Yamane and co-workers keep the sperm constantly at about  $+2^{\circ}\text{C}$ .

The preservation of sperm at the temperature of  $+2^{\circ}\text{C}$ , has still one important advantage. The spermatozoa cease to move, under these conditions, before bacteria present in the semen can multiply in appreciable amounts. Even with the greatest care in manipulation it is wellnigh impossible to obtain sterile sperm samples, owing to the contact of the ejaculate with the walls of the cloaca, which has very rich bacterial flora. Only in two cases, once in blood serum and once in albumen, no bacteria were observed during the whole duration of experiments at  $+16^{\circ}\text{C}$ .



It is obvious that the presence of bacteria has a detrimental effect on the survival of sperm; in most of our experiments they appeared in appreciable quantities at  $+16^{\circ}\text{C}$ , when part of spermatozoa were already immobile and oscillatory movement dominated the progressive. The bacteria which appeared later in greater quantities, had no effect on the progress of our work, as follows from the experiments with albumen and serum as media, where at  $+16^{\circ}\text{C}$  sterile material behaved in the same manner as the infected.

The amount of bacteria is in a high grade dependent upon the nature of the diluting fluid. The best conditions for development of microorganisms are found in embryonic extract, less favourable in blood serum. The poorest development was found in albumen and Tyrode fluid. These fluids, with the exception of albumen, which possesses bacteriocidal bodies discovered by Flemming and Allison and isolated by Bordet, belong to the best bacterial culture media.

The influence of the fluids used as diluting media besides the action of temperature alone, was also investigated in these experiments. The shortest duration of the life of sperma is found in Tyrode fluid, as in that fluid they live somewhat over 121 hours; the longest span of life was found in blood serum, namely 237 hours. Albumen and embryonic extract give a 24 hour difference in favour of the extract, and the span of life varies in these media from 144 to 166 hours. The motility of sperm, especially the power of progressive movements, find the best conditions in embryonic extract.

Bederke maintains, that own and foreign serum has a detrimental effect on the motility of spermatozoa. Bernshtein observed agglutination of bull's sperm with its serum. As this paper was accessible to us only in the form of an English summary, we are not sure, whether blood plasma was not translated erroneously as serum in the mentioned summary. Only in such a case would our observations confirm Bernshteins findings. Granzow does not find blood serum to be a good dilutor of sperm obtained from the epididymis of guinea-pigs. For human sperm, obtained from ejaculation, blood serum according to the physiological condition of the respective individual may be a more or less suitable medium. Sperm gathered from ejaculations lives,



in serum from the same individual, for a considerably longer period than sperm obtained from the epididymis. Serum as such, seems in consequence, not to possess any constituents detrimental to the motility of ejaculated sperms.

The behaviour of sperm in blood plasma deserves careful consideration. The spermatozoides do not die here, but cease to move after a short period, imprisoned, as it were, in the clotting medium. Blood plasma clots invariably when mixed with small amounts of embryonal extract. It seems therefore, that the semen contains some constituents similar to those found in embryonic extract, which cause the coagulation of the plasma. P o p a has described a similar phenomenon, known as the „reaction of Lilie“, in a case of the mixing of the sperm of various mammals with freshly obtained follicular fluid. This mixture coagulates within 10—20 minutes.

Becher preserved bull's spermatozoa in follicular fluid diluted 20—320 times with Ringer solution. He did not observe any coagulation; on the contrary, the spermatozoides moved quicker and for a longer period than in pure Ringer solution, especially in a weak solution of folliculine. The divergence in the above results may perhaps be caused by differences in the method of obtaining the folliculine. P o p a calls attention to the fact that the extract of dried Graafian follicles, or folliculine heated to  $+56^{\circ}\text{C}$ , loses its coagulating properties. Becher does not describe his method of obtaining the follicular liquid, and does not state whether the precautions employed by P o p a have been observed, It is difficult to state at present whether the coagulative processes taking place between fresh semen and folliculine, semen and blood plasma, and those observed in blood plasma and embryonic extract, are identical.

Planned experiments with these substances may possibly throw some light on the nature of coagulation.

### **The pH concentration**

The viability of sperm, is in a great measure dependent upon the pH concentration of the diluting medium. Salmon semen is extremely sensitive in this respect; according to the studies of Schlenk, the sperm is motile only within the limits of pH 7.8—8.0



concentration of the dilutor. In all other concentrations it remains immotile.

Mammalian spermatozoa are, according to Redenz, surrounded by a cover produced by the epididymis, which protects them from the destructive action of acid media. Possibly this is the reason why they are capable of retaining motility under a comparatively large range of variation in the pH concentration of the respective media. Nevertheless, their mode of locomotion as well as the duration of movement, show a distinct influence of various pH concentrations.

Yamane and Kato have found that a medium of a 7.2—7.4 pH is the best for the sperm of rabbit and horse. The Russian stations for artificial insemination of farm animals, use media of 7.2—7.4 pH for the dilution of horse, ram and bull's sperma. Baker advises the use of a pH concentration of 7.4 for mammals, and an improved dilutor with a pH of 8.1.

In order to determine the optimal conditions of pH concentration for the sperm of the domestic cock, we repeated the experiments of Yamane and Kato performed on rabbit and horse semen. We used however, as dilutors, water solutions of  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  and  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  instead of  $\text{H}_3\text{PO}_4$  and  $\text{NaOH}$  with addition of 5% glucose.

The Japanese investigators obtained the desired pH concentration through appropriate quantitative composition of their fluids. After obtaining the desired concentrations they added 5% dextrose. In order to sterilise the solutions they passed them through a Berkefeld candle.

| pH  | 30' | 23 <sup>h</sup> | 47 <sup>h</sup> | 72 <sup>h</sup> | 97 <sup>h</sup> | 120 <sup>h</sup> | 150 <sup>h</sup> | 168 <sup>h</sup> | 198 <sup>h</sup> | 216 <sup>h</sup> | 241 <sup>h</sup> | 264 |
|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|
| 5.4 | ■   | □               |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |
| 6.4 | ■   | ■               | ■               | ■               | □               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |
| 6.8 | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | □                |                  |                  |                  |                  |     |
| 7.2 | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | □                |     |
| 7.6 | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | □   |
| 8.0 | ■   | ■               | ■               | ■               | ■               | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | ■                | □   |

Graph Nr. 6.

Our diluting fluids possessed a pH ranging from 5.4 to 8.0 measured by means of a colorometric apparatus B. D. H. Capilator (The British Drug Lmtd.).



The sperm was diluted in relation of 1:10. Our entire material was preserved in a refrigerator at  $+2^{\circ}\text{C}$ , and the samples were drawn and observed as described above.

As the graph (Nr. 6) shows, the motility of sperm is maintained for the longest time in fluids of 7.2—8.0 pH with a slight preponderance of the more alkaline section. Under pH 6.8 the motility of sperm decreases rapidly. The experiment presented on the graph performed on the 30. VI. was done also on the 24. VI. with a similar result, as far as the value of the liquid of a pH 7.2—8.0 as a dilutor is concerned. The sperm moved but slightly over 100 hours, i. e. for a much shorter time than in the first experiment, where the movement lasted 241 hours.

The spermatozoa of the cock, like the semen of mammals obtained by means of ejaculation, are less sensitive to pH concentration than the sperm of salmon, owing to the protective coating produced by the epididymal glands. The salmon is devoid of epididymis and his seminal duct bears no feature of secretory organ, therefore his spermatozoa receive no protective coat. The reaction of the medium which is favorable for the locomotion of the sperm of the domestic cock, corresponds partly to the conditions found for mammals, but moves partly in the direction of greater alkalinity.

### Summary

The writers studied the time of duration and the kind of motility of sperm of the domestic cock, obtained from ejaculation, under various experimental conditions.

The spermatozoides of sperm diluted from 10—20 times, move for a long time with progressive or oscillating movement; the duration of this motility decreases rapidly in dilutions from 1:40 up to 1:320.

The power of progressive movement decreases rapidly in a temperature of  $+37^{\circ}\text{C}$ . Sperm diluted with egg albumen preserves its motility for the longest period in a temperature of  $+16^{\circ}\text{C}$ . In all other dilutors used the optimal conditions for motility are retained at  $+2^{\circ}\text{C}$ .

The diluting solutions may be graded according to their influence upon the motility of sperm, starting with the most sui-



table in the following manner: blood serum, embryonic extract, albumen, Tyrode fluid.

Blood plasma mixed with the semen coagulates.

The best pH concentration for the motility of sperm lies between 7.2—8.0.

From the Institute of comparative anatomy, of the Jagiellonian University, Kraków.

### Literature

1. Baker J. R. A fluid for mammalian sperm-suspensions. *Quart. J. Exp. Physiol.* 20. 1930. — 2. Baker J. R. An improved fluid for mammalian sperm-suspensions. *ibidem* 21. 1931. — 3. Becher H. Die Wirkung der inkretorischen Stoffe auf die Bewegung von Säugetierspermien. *Verh. Anat. Ges.* 71. 1930. — 4. Bederke G. Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Konservierungsmethoden auf die Vitalität von Hundespermien. *Arch. Tier. u. Tierzucht* 9. 1933. — 5. Bernshtein A. Problems of artificial insemination. *Probl. Zhivotn.* 1. 1933. — 6. Bordet M. Essais d'extraction du Iysozyme. *C. R. Soc. Biol.* 99. 1928. — 7. Burrows W. H. and Quinn J. P. A method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl. *Poult. Sc.* 14. 1935. — 8. Dubintschik J. Der Einfluss physikalisch-chemischer Faktoren auf die Lebensfähigkeit der Spermatozoen. *Ginek.* 3. 1934. — 9. Granzow J. Biologische, serologische und pharmakologische Untersuchungen an den Spermien des Meerschweinchens und des Menschen. *Arch. Gynäk.* 148. 1932. — 10. Hammond J. The effect of temperature on the survival in vitro of rabbit spermatozoa obtained from the vagina. *J. exper. biol.* 7. 1930. — 11. Komatsu I. Physiologische Untersuchungen über die Spermatozoen des Rindes. III. *Mitt. med. Akad. Kioto.* 1931. — 12. Kölliker A. Physiologische Studien über Samenflüssigkeit. *Zeitschr. wissen. Zoolog.* 7. 1856. — 13. Kuźniecowa N., Miłowanow W., Neuman O., Nagaew W., Skatkin P. *Iskustwennoe osemene rogatoga skota.* Moskwa 1933. — 14. Moore C. R. and Gallagher T. F. Seminal-vesical and prostata function as a testis-hormone indicator, the electric ejaculation test. *A. J. Anat.* 45. 1930. — 15. Nikitin M. W. Artificial insemination in the fowl. *Probl. Zhiwotn.* 9. 1932. — 16. Piersol G. A. Duration of motion of human spermatozoa. *Anat. Anz.* 8. 1893. — 17. Popa G. T. A contribution to the biology of spermatozoa. *Verh. 2. inter. Kongr. Sex. Forsch.* 1931. — 18. Popa G. T. et Marza V. D. Biologie des spermatozoïdes. *Arch. Roum. path. exper. et microbiol.* 4. 1931. — 19. Redenz E. Versuch einer biologischen Morphologie des Nebenhodens. *Arch. mikr. Anat. Entwickl.* 103. 1924. — 20. Redenz E. Über die Atmung und Glykolyse der Säugetierspermatozoen. *Proc. II. Intern. Congr. Sex.-research, London* 1931. — 21. Schlenk W. Spermatozoenbewegung und Wasserstoffjonenkonzentration. Versuche mit dem Sperma



- der Regenbogenforelle. Biochem. Zeitschr. 265. 1933. — 22. Serebrowskij A. S. i Sokolowskaja I. Elektroejakulacija u ptic. Probl. žiwotnow. 1934. — 23. Walton A. The effect of temperature on survival in vitro of rabbit spermatozoa obtained from the vas deferens. J. exper. biol. 7. 1930. — 24. Walton A. The technique of artificial insemination. London 1933. — 25. Yamane J. and Kato K. Über die Wasserstoffjonenkonzentration des Spermas beim Pferde und ihr Wirkungsoptimum auf die Vitalität der Spermatozoen beim Pferde und Kaninchen. Zeitschr. Tierzuch. T.-biol. T.-ernähr. 12. 1928. — 26. Warren D. C. and Scott H. M. An attempt to produce turkey-chicken hybrids. J. of heredity 26. 1935

#### Einleitende Angaben

Auf die Aspiden, zum aus mehreren Arten der Gattung *Aspid* (Hemiptera) der ersten Weltkriegen (1914/15) bis 1918/19, ist durch einen Zufall aufmerksam geworden. Durch mehrere Jahre mit der Zucht der Spinnwebmilben (*Tetranychus* und *Dermanyssus*) beschäftigt, habe ich an dem im Futter in großer Menge eingetragenen Larven- und Pappelnzweigen mehrfach Energiebelege gefunden, welche, wie die Artzucht der Larven erwiesen hat, meistens zu *Aspid* (*Aspid*, vornehmlich *Aspid* *Burra*, welche Fabr. gebildet, aber auch zu *Aspid* (*Aspid* *ovata* F., die wegen ihrer angeblichen Brutpflege allgemeiner bekannt ist. *Aspid* lebt vornehmlich auf Erbsen und kann nur deshalb nur selten im Gemüsegarten beobachtet werden. Beide Gattungen stehen sich morphologisch wie biologisch sehr nahe, so daß sie in dem uns hier interessierenden Bezugs gemeinsam behandelt werden können; meistens handelt es sich aber um *Aspid*. Für beide ist die stabförmige Verhärtung des 2. Antennengliedes, nicht wie 2-mal so lang als das 3. Glied, ein leicht kanalisches Merkmal, das sie von anderen Formen scheidet (Fig. 5). Denn wiewohl wir uns Morphologie nicht näher eingehen, zumal die Aspiden systematisch in der Inhabersicht, unter Leitung von R. Heymanns und Ang. Bräuer angeführten Schrift *F. Schwanacher's*)

\*) F. Schwanacher, Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Aspiden. Zitiert in: *Zeitschrift für Insektenbiologie*, Bd. 3 (1916), Seiten 10-11, Nr. 1, S. 20 (Fig. 1).







*Z etologii i psychologii pluskwiaków różnoskrzydłych (Asopidae). — Zur Ethologie und Psychologie der Asopiden (Hemiptera heteroptera).*

Mémoire

de M. T. GARBOWSKI,

présenté le 2 décembre 1935, par M. H. Hoyer m. t.

**Einleitende Angaben.**

Auf die Asopiden, eine aus mehreren Gattungen bestehende Unterfamilie der echten Schildwanzen (*Pentatomidae*) bin ich durch reinen Zufall aufmerksam geworden. Durch mehrere Jahre mit der Zucht der Spinnerraupen *Phalera* und *Dicranura* beschäftigt, habe ich an den als Futter in großer Menge eingetragenen Linden- und Pappelzweigen mehrfach Eiergelege gefunden, welche, wie die Aufzucht der Larven erwiesen hat, meistens zu *Podisus* (*Troilus*, vormals *Asopus* Burm.) *luridus* Fabr. gehörten, aber auch zu *Arma* (Hahn) *custos* F., die wegen ihrer angeblichen Brutpflege allgemeiner bekannt ist. *Arma* lebt vornehmlich auf Erlen und kam mir deshalb nur selten zu Gesicht. Beide Gattungen stehen sich morphologisch wie biologisch sehr nahe, so daß sie in den uns hier interessierenden Fragen gemeinsam behandelt werden können; meistens handelt es sich aber um *Podisus*. Für beide ist die stabförmige Verlängerung des 2. Antennengliedes, mehr wie 2-mal so lang als das dritte, ein leicht kenntliches Merkmal, das sie von anderen Formen trennt (s. Fig. 3). Doch wollen wir auf Morphologie nicht näher eingehen, zumal die Asopiden systematisch in der inhaltsreichen, unter Leitung von R. Heymons und Aug. Brauer ausgeführten Schrift F. Schumachers<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> F. Schumacher. Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Asopiden. Zftf für wissenschaftl. Insektenbiologie Bd. 5 (1910), Schluß im Bd. 7, S. 40 (1911).



in ausreichender Weise bearbeitet wurden; daselbst sind auch klare Umrißzeichnungen der Gattungen und der Larven zu finden. Dagegen ist ihre Lebensweise bisjetzt ein wenig untersuchtes Gebiet geblieben.

Fast allgemein wird hier von Brutpflege und räuberischem Nahrungserwerb gesprochen. Die erstere ist indessen nur bei der Pentatomide *Elasmotethus griseus* L. mit Sicherheit festgestellt worden, wo das Weibchen sowohl Eier als junge Larven wochenlang behütet. Der Name *A. custos* Fb. wirkt irreführend. In den von mir beobachteten Fällen war bei den Gelegen kein Muttertier zu sehen. Nur einmal fand sich richtig ein *Arma*-♀ dabei. Das Tier saß auf der Unterseite des Blattes neben den Eiern, flüchtete scheu auf die entgegengesetzte Seite, ließ sich sofort zur Erde fallen und entkam. Das Gelege zählte nur 19 Eier; das ♀ ist höchst wahrscheinlich bei der Eiablage überrascht worden und würde die Eier auch sonst verlassen haben. Dasselbe gilt von *Podisus*.

Was die räuberische Lebensweise anbelangt, soll De Geer sie als erster bereits im 18. Jahrhundert im 3. Band seiner »Mém. p. serv. à l'histoire des insectes« für Pentatomiden beschrieben haben. Insbesondere soll die rotbeinige Baumwanze (*Tropicoris rufipes* L.) Raupen und anderen weichhäutigen Insekten nachstellen. Es ist natürlich stets mißlich etwas, was man selber nicht beobachten konnte, in Abrede zu stellen. Doch ist noch gegenwärtig die Ansicht verbreitet, daß lebende, kräftige Raupen von den Schildwanzen eher verschmäht werden und auch R. Heymons sprach in seinem Insektenbande des neuen »Brehm« die Vermutung aus, daß diese Wanzen sich immer nur an tote Raupen heranmachen.

#### Assoziationstrieb der Larven.

Asopideneier, die in dicht gestellten Gruppen mitten auf die Blätter angeklebt werden, haben die zierliche Form ziemlich hoher Kesselpauken, deren Deckel von einem Kranz vertikaler, durchbohrter Fortsätze des Chorions umgeben ist. Diese Bildungen fungieren als Atemröhrchen, die dem Embryo Luft zuführen. Das aus schlüpfende Lärvchen drückt mit dem Vorderende auf den Deckel und öffnet ihn mittels eines aus Chitinverdickungen bestehenden Eisprengers, wobei der Röhrchenkranz unversehrt bleibt und sitzt auf dem Ei, während der Ausfärbungsprozeß des Chi-



tins langsam vorsichgeht. Offenbar finden die Jungen längere Zeit genügende Nahrung in den Dotterüberresten, da sich auch ihr Volumen vergrößert. Die Eier stehen so dicht nebeneinander, daß die Tierchen keinen Platz haben und teilweise übereinander kriechen.

Aber auch späterhin zerstreut sich die Geschwisterbrut nicht, sondern verbleibt in engster Vergesellschaftung, ganz nach Art von Blattläusen, die sich von pflanzlichen Säften ernähren und am Orte ihrer Geburt selbst die Nahrung in genügender Menge vorfinden. Auch hier besteht kein Anlaß, sich zu zerstreuen: die Larven sind eben phytophag.

Da es sich um paurometabole Insekten handelt, lag wenig daran die Häutungen genau zu zählen und ihren Zeitpunkt jedesmal genau zu verzeichnen. Etwa 5 Larvenstadien dürften die Regel sein. Die Wachstumsschnelligkeit scheint von der Temperatur, aber auch von der Beschaffenheit der Futterzweige abzuhängen. Die Larven entwickelten sich im Juli und August, in einer Seehöhe von etwa 520 m. Die Lindenzweige, gewöhnlich von *Tilia cordata* Mill. (*parvifolia* Ehrh.), seltener von *T. platyphyllos* Scop., hielten sich sehr gut, in geräumigen Wasserkrügen eingetaucht, ebenso die Zweige von Espen, und brauchten erst nach einigen Tagen gewechselt zu werden. Es kam fast niemals vor, daß sich die Larven aus eigenem Antrieb zerstreut, ihren Zweig verlassen und anderswo saftigeres Futter gesucht hätten. Im Gegenteil verbleiben sie tagelang unbeweglich, dicht aneinander gedrängt, des öfteren auch dann, wenn die Zweige bereits entschieden zu trocken wurden. Die Gesellschaften betragen 22—43 Exemplare (vgl. Fig. 1). Dies betrifft vornehmlich junge Entwicklungsstadien bis 2 mm Körperlänge. Es sind reine Fraßgesellschaften, als elternlose Geschwisterfamilien — typische *Sympaedia* im Sinne Deegeners<sup>1)</sup>. Ein wohl gelungenes Bild einer derartigen Larvenherde der exotischen Wanze *Acrosternum*, nach Whitmarch, ist an leicht zugänglicher Stelle im Werke Webers zu finden<sup>2)</sup>.

Beim Futterwechsel wurden die annähernd kreisrunden Larven mittels eines Pinsels auf frische Blätter oder Zweige über-

<sup>1)</sup> P. Deegener. Die Formen der Vergesellschaftung im Tierreiche. Leipzig 1918, S. 35.

<sup>2)</sup> H. Weber. Biologie der Hemipteren. Eine Naturgeschichte der Schnabelkerfe. Berlin 1930, S. 355.



tragen. Bald werden alsdann die sonst so trägen Tierchen beweglich und beginnen herumzuirren. Was sie dazu veranlaßt, ist natürlich kein Bedürfnis nach geeigneter Nahrung, da sie von der Geburt an als Pflanzensauger lebten und das Sauggeschäft an Ort und Stelle fortsetzen könnten. Den wahren Grund der Beunruhigung lernen wir kennen, wenn wir die Larven nach einigen Stunden, z. B. abends desselben oder morgens des nächsten Tages wieder zusammenfinden, zu einem neuen *Sympaedium* vereint.

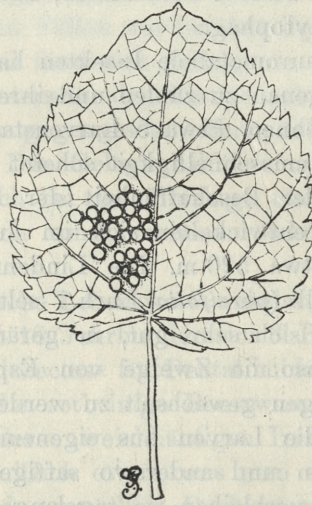


Fig. 1. Schema der Assoziationsdichte; die Larven schematisch als Kreise eingezeichnet.  $\frac{3}{4}$  nat. Größe.

Es war ihr stark entwickelter Assoziationstrieb, der sie hinderte, frische Nahrung an ein und derselben Stelle aufzunehmen und die gewohnte, sessile Lebensweise nach kurzer Unterbrechung fortzusetzen.

Nur in besonders günstigen Fällen gelingt es der Larvenfamilie sich wiederzufinden und zu einer neuen Lebensgemeinschaft vollzählig zusammenzutreten. Gewöhnlich bleiben einzelne Larven isoliert oder gesellen sich erst mit tagelanger Verspätung den anderen zu. Oder aber es bilden sich zwei oder mehrere Assoziationszentren von sehr verschiedener Stückzahl, von 2 oder 3 Larven angefangen. Als Aufenthaltsort können Blätter oder saftige Triebe gewählt werden, die von den Stechborsten der Proboscis



durchbohrt zu werden vermögen. Wenn man Mitglieder solcher einsiedlerischer Kolonien in die Nähe der Hauptgesellschaft bringt, vereinigen sie sich aufs neue zu einer assoziativen Ganzheit. Wenn es gelingt, eine vom Assoziationsinstinkt getriebene Larve zu beobachten, wie sie einer Larvengruppe zueilt, hat man den Eindruck, als ob das Tier von einer positiv wirkenden Anziehungskraft geleitet wäre. Man gewinnt die Überzeugung, daß es hier bei weitem nicht um ein einfaches »Fehlen eines zerstreuen Reizes«, wie jemand vermutete, zu tun ist, sondern daß die Tiere einem tief in ihrer Natur wurzelnden Triebe gehorchen. Das hordenmäßige Auftreten von Blattläusen ist ohne weiters begreiflich, weil es sich aus der biozönotischen Situation unmittelbar ergibt. Hier aber wird die Geselligkeit des Lebens, durch einen von uns bewirkten, also lebensfremden Eingriff zerstört, aufs neue erstrebt und zu wiederholten Malen tatsächlich hergestellt.

Somit müssen wir diese Erscheinung als ein ethologisches Merkmal auffassen, welches sich nur bei synphytisch sich entwickelnden Pflanzensaugern ausbilden konnte. Die Asopiden sind offenbar primär phytophag. Bei primärer Zoophagie wäre das Zustandekommen eines derartigen Triebes nicht denkbar, denn eine Vergesellschaftung schwächerer Individuen zur gemeinsamen Bewältigung einer stärkeren Beute ist hier von vorn herein ausgeschlossen, obschon es direkt nachgewiesen wurde, daß gleichzeitige Stiche einer Schar von Bettwanzen ein kleines Säugetier binnen weniger Minuten zu töten vermögen.

Es erübrigt die Frage, wie sich die zerstreuten Tiere zusammenfinden. Man hat vermutet, daß es sich um eine Gesichtsorientierung handelt. Die Tiere würden sodann ihre Bewegungsrichtung als »Ikonoreflexe«, um einen Ausdruck v. Uexküll's zu gebrauchen, dem Erschauten anpassen. Es ist indessen wenig wahrscheinlich, daß diese Insekten imstande seien Gegenstände auf weitere Entfernungen wahrzunehmen und zu erkennen, zumal die von ihnen gesuchte Geschwistergruppe unbeweglich darsitzt. Ihr ganzes Benehmen, wenn sie sich auf der Suche befinden, so wie die genauer untersuchten Bilder ihrer Spürbahnen weisen vielmehr darauf hin, daß ein chemotopischer Sinn dabei die Hauptrolle spielt und daß sie sich in erster Linie nach Geruchsempfindungen richten. Die Fühler werden erhoben und vorgestreckt, ihre Bewegungen zeugen von nervöser Erregung und



Wachsamkeit der umherspähenden Larven. Angetroffene Spurbahnen anderer Larven dürften für die eigene Fortbewegung maßgebend sein. Ein Vergleich zweier in Fig. 2 auf Espenblät-

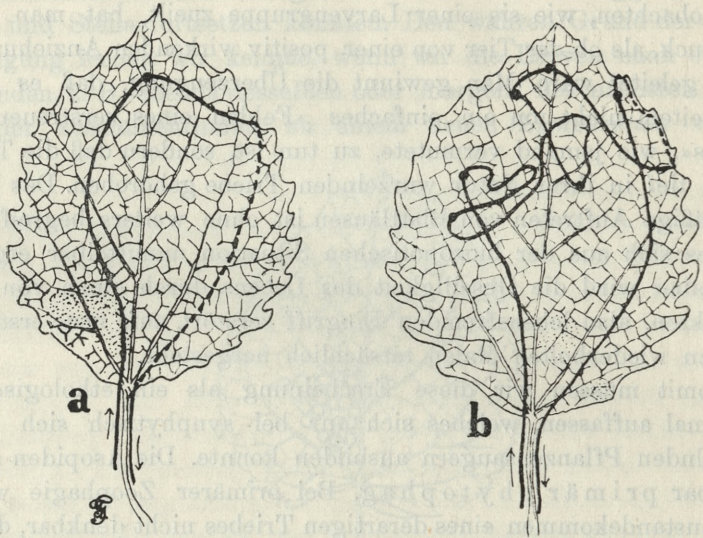


Fig. 2. Die Spürbahn herumirrender Larven auf Blättern der Zitterpappel. Schwarze Punkte = längere Haltestellen.

tern eingezeichneter Bahnen dürfte diese Annahme wahrscheinlich machen. In *a* begibt sich die Larve auf ein Blatt, umkreist in einem Bogen die Oberseite, geht auf die Unterseite hinüber und verläßt das Blatt, um weiter zu eilen. Offenbar war eine einfache Umkreisung seiner Oberfläche genügend, um das Tier in Ermangelung einer artlich bestimmten Spur zu weiterem Suchen zu bewegen. In *b* gestaltete sich aber der Blattbesuch ganz anders. Die Larve hat auf der Oberfläche des Blattes augenscheinlich etwas wahrgenommen, was ihren Lauf hemmt und sie zu längerem Suchen an derselben Stelle nötigt. Wir glauben, daß sich ihr Weg mit dem einer anderen Larve kreuzte, die das Blatt vorher besucht und denselben Rückweg eingeschlagen hat, oder aber auf ein benachbartes Blatt hinüberkroch, welches zur Zeit des Besuches der zweiten Larve das erste Blatt nicht mehr berührt.

Unsere Vermutung einer geruchsbetonten Orientierung kann auf Grund sehr einfacher Versuche zur Gewißheit werden, wenn



wir nämlich einerseits die Augen der Tiere mit schwarzer Farbe überziehen oder die Fühler abtragen. Im letzteren Fall wird die verstümmelte Larve ratlos und scheint die Orientierung völlig zu verlieren. Geblendete Exemplare wird man hingegen unter zusammengescharten wiederfinden. Angesichts der Kleinheit der Larven kann man allerdings niemals wissen, ob die behandelten Stücke wirklich nichts mehr sehen; wir überzeugen uns aber, daß eine beträchtliche Schädigung des Gesichts das Erreichen des Zieles nicht ausschließt.

### Asopiden als Raubinsekten.

Es war wieder reiner Zufall, der mich belehrt hat, daß diese bei der ersten Zucht von mir noch nicht bestimmten, systematisch unbekanntem Schildwanzen trotz ihrer primär phytophagen Lebensweise überhaupt lebende Raupen überfallen und aussaugen.

Das Glas mit einem Lindenzweig, auf dem sich ein Nest kleiner *Podisus*-Larven befand, wurde auf einen Tisch gestellt, auf dem Raupen von *Dicranura erminea* Esp. in Anzahl gezüchtet wurden. Damit sich die noch ganz jungen, unlängst geschlüpften Räumchen nicht verlieren, wurden sie auf die obersten Blätter von Espenzweigen gesetzt, die zu einem mächtigen Strauß vereinigt waren. Da die Gabelschwanzraupen sich sehr lange auf einem Blatt aufhalten und besonders in späteren Stadien den Aufenthaltsort nie freiwillig wechseln, sofern sie keine Störung auch durch ihresgleichen erfahren, konnten sie jeden Morgen gezählt und kontrolliert werden. Nun aber fehlten am nächsten Morgen einige Stücke und nach längerem Suchen wurden einige zusammengeschrumpfte, ausgesogene Bälge gefunden, die von den Zweigspitzen herabgefallen waren. Erst später hat es sich herausgestellt, daß die *Podisus*-Larven abends oder nachts auf die angelehnten Pappelzweige hinübergekrochen waren, um die kaum einige mm langen, noch kohlschwarzen Räumchen zu überfallen.

Kurze Zeit darauf erlebte ich eine andere Überraschung. An einer großen, fast erwachsenen *Erminea*- Raupe nach der letzten Häutung, die aus einem anderen Gelege stammte, fielen mir an den dicken, glatten Bauchfüßen 3—4 rundliche Fremdkörper auf, die sich bald als die dunkel metallischgrün gezeichneten Larven von *Podisus* erwiesen. Obwohl sie bereits eine Länge von 3 mm erreicht haben, nahmen sie sich gegenüber dem hunderte Male



massigeren Gabelschwanz wie Zwerge aus. An der weichhäutigen Säule eines Abdominalfußes sogen gleichzeitig 2 Larven. Bemerkenswert ist ihr Verhalten, aus welchem ein antropomorphisierender Deuter wohl versucht wäre, Vorsicht, Furcht und Keckheit herauszulesen. Die Wanzen rücken schrittweise an die Raupe heran mit möglichst geradlinig nach vorn vorgestrecktem Rüssel, befühlen mit dem reich mit Sinnesorganen besetzten Endstück ihre Haut und senken die Stechborsten in die Wunde hinein. Einer großen Raupe verursacht der Überfall keinen Schmerz; sie scheint nichts zu merken; außer einem lokalen schwachen Erzitern der Haut, sitzt sie weiter regungslos da, auch wenn das Saugen stundenlang anhält; sie scheint auch keinen Schaden davonzutragen. Die winzige Spur des Bisses behindert die nachfolgende Häutung, beziehungsweise Verpuppung in keiner Weise. Was besonders hervorgehoben werden mag, weil ein Asopidenbiß, nach recht verbreiteter Meinung der Beobachter, selbst für große Insekten tödlich sein soll. Beim Saugen hält sich die Wanze möglichst weit vom Beutetier, stets auf Entfernung des ganzen fast geradlinig ausgestreckten Rostrums. Auch das basale Ansatzglied desselben wird schräg nach vorn gerichtet und nur das Verbindungsgelenk mit dem verlängerten 2. Glied der Rüsselrinne bleibt auch während des Saugens nach hinten abgewinkelt. Zuweilen dringt auch das letzte Glied der Labialrinne in die Wunde hinein.

Wird eine saugende Wanze von dem Beutetier mechanisch weggeschoben, dann läßt sie sich oft nicht verscheuchen und kehrt bald an dieselbe Stelle zurück. Alles oben für *erminea* Gesagte gilt auch für *Dicr. vinula* L. Derberhäutige und beborstete *Phalera*-Raupen werden von Asopiden seltener aufgesucht; nichtsdestoweniger ist auch *Phalera* in der Liste ihrer Opfer bei mehreren Autoren zu finden. Ungestört saugt die Larve stundenlang an ihrem Beutetier, bis sie fast kugelrund wird, wie dies von *Cimex lectularius* L. bekannt ist.

Bei der Trophozetese, wie ich die Gesamtheit aller mit der Nahrungssuche zusammenhängenden Aktivitäten einer Tierart zu nennen pflege<sup>1)</sup>, spielen die Geruchsrezeptoren die wichtigste Rolle, ähnlich wie es bei der Vergesellschaftung der Lar-

<sup>1)</sup> Vgl. Bull. Acad. Sc. Cracovie 1932, Sér. B, II, p. 100.



ven der Fall ist. In Anbetracht der guten Entwicklung der hemisphärisch gewölbten Augen dieser Blattwanzen wird natürlich niemand den Gesichtsempfindungen eine biologische Bedeutung absprechen wollen. Allerdings kann es sich dabei nur um ein Hilfsmittel der Orientierung handeln.

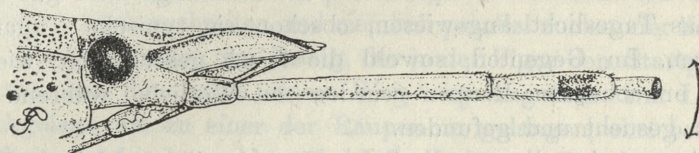


Fig. 3. Kopf von *Arma custos* Fb., Imago. Rechter Fühler mit abgenommenem Endteil; der Pfeilbogen markiert die Amplitude seiner Bewegungen.

Erstens reagieren andere gut sehende Insekten, wie die Raublarven der Ephemeren und Odonaten, die Wasserläufer und Wasserwanzen, fast ausschließlich auf bewegliche Gegenstände, wogegen unbewegliche Nahrungstücke von Tieren, wie z. B. die Schwanzlurche, selbst aus unmittelbarer Nähe nicht gemerkt werden. Raupen wie die Gabelschwänze, um die es hier zu tun ist, sind aber in allen Entwicklungsstadien außerordentlich träge, sitzen stundenlang regungslos, verweilen tagelang auf demselben Blatt und entgehen dadurch oft einem nimmermüden Vogelauge, zumal ihre Gestalt, Farben und Stellungen sie der pflanzlichen Umgebung ähnlich machen. Es dürfte wenig bekannt sein, daß die im ersten Kleid ganz schwarzen und später zweifarbigen (schwarz und grün, oder schwarz und gelbbraun) Gabelschwänze, sei es in der Mitte oder am Blattrande, schwarz vertrocknende Teile der Blattknospen und der Randpartien von Pappelblättern geradezu täuschend nachahmen. Es verhält sich also bei den regelmäßig überfallenen Raupen die Sache nicht anders als bei dem zweiten von den Larven gesuchten Objekt, nämlich den Sympaeden von ihresgleichen, die den Platz ebenfalls tagelang nicht wechseln.

Zweitens, wenn auch die Larven unbewegliche Gegenstände auf weitere Distanzen gestaltlich wahrnehmen und unterscheiden sollten, wie würden sie z. B. die zum ersten Mal bemerkte »abenteuerliche« Gestalt einer ruhenden *Dicranura* als Nahrungsquelle erkennen, wenn sie nicht durch einen chemischen Sinn hingezogen wären und wenn sich ihr trophozetisches Gerichtetsein nicht



auf eine chemische Übereinstimmung ihrer eigenen Körperstoffe mit gewissen pflanzlichen und animalischen Säften zurückführen ließe? Erst nachträglich könnte sie ihr optisches Gedächtnis bei wiederholtem Suchen nach denselben oder ähnlichen Beutetieren unterstützen.

Drittens sind die Asopiden bei der Nahrungssuche gar nicht auf das Tageslicht angewiesen, obschon sie typische Tagaugen besitzen. Im Gegenteil, sowohl die frisch geschlüpften wie die ganz erwachsenen Raupen wurden mit Vorliebe während der Nacht gesucht und gefunden.

Viertens ist die gewöhnliche Umwelt dieser kleinen Tiere, ein Durcheinander von verschiedenen gerichteten Zweigen, Stengeln und Blattflächen, gar nicht geeignet, einen weiteren Überblick zu gestatten und macht für sich genommen die Annahme einer Orientierung durch Ikonoreflexe unwahrscheinlich.

Das Vorstrecken und Erheben der Fühler und ihr eigenartiges Zittern, auch wenn sie zum Teil verstümmelt wurden — wie in Fig. 3 — machen einen ganz anderen Eindruck. Es sind deutliche Reaktionen auf Dunststoffe, welche durch Vermittlung der Geruchsrezeptoren die Aufmerksamkeit der Tiere wecken. Geruchlich erregt, spannen sie ihre Beinmuskeln, erheben sich sehr oft auf den Vorderbeinen, gleichsam um besser umherzuwittern und die Richtung auf die Reizquelle einzuschlagen. Alle diese Bewegungen und Erscheinungen, sowohl bei der Larve als bei Imago haben ihre eindringliche Sprache, die keinen Zweifel zuläßt, daß wir mit echter Chemotaxis zu tun haben. Experimentell können wir uns davon durch Versuche mit fühllosen oder geblendeten Larven überzeugen; die letzteren kann man an Abdominalfüßen der Gabelschwänze treffen, die ersteren wohl niemals.

Um einen näheren Einblick namentlich auch in den inneren, psychophysiologischen Charakter der Aktivität der Tiere bei der Trophozetese zu gewinnen, wollen wir eine junge 2—3 mm große *Podisus*-Larve auf ihrer Spürbahn nach ganz ausgewachsenen Raupen von *D. erminea* verfolgen. Diese waren mit den Bauchfüßen auf Espenzweigen angeklammert, die in ein besonderes Wassergefäß eingetaucht, dicht neben den von Asopiden bewohnten Lindenzweigen standen. Beim Beschauen der Fig. 4 sind also jene Raupen einige cm über bzw. vor der Bildfläche zu denken. Die natürliche Lage der Lindenblätter mußte übrigens der Über-



sichtigkeit halber insofern modifiziert werden, als ihre Flächen im Bild mehr oder weniger parallel zueinander dargestellt werden, in der Wirklichkeit aber nach verschiedenen Seiten abbiegen; die Modifikation ist jedoch unwesentlich, zumal es die unteren, annähernd horizontal sich entfaltenden Zweige alter Linden waren, wo die Blätter ohnedies phototropisch sich nach der einen, belichteten Seite ausbreiten und ziemlich parallel zueinander liegen. Vom Punkte *a* unten am Zweig, der in der Figur den Startpunkt bedeutet, hat die Larve einen Weg von ungefähr 1 m Länge zurückgelegt, um zu einer der Raupen zu gelangen, eine bei der Kleinheit des Insekts recht erhebliche Leistung. Bei der proportioniert langen Dauer des Verlaufes ist es nicht gelungen alle Punkte zu verzeichnen, wo und auf wie lange die Larve ihren Marsch unterbrochen hat<sup>1)</sup>. Die Doppelzäsuren, welche die Bahn einteilen und mit kleinen Buchstaben versehen sind, entsprechen den grundsätzlichen Wendepunkten der Bewegungsrichtung, welche die Larve den Raupen näher bringt oder von ihnen entfernt. Sonach können wir positive Wegstrecken von negativen unterscheiden. Die erste Strecke von *a* bis *b* (125 mm) ist fast geradlinig positiv; das benachbarte Blatt *A* blieb unbeachtet. Am oberen Rande des Blattes *B* angelangt kann die Larve die eingeschlagene Richtung nicht einhalten, läuft zunächst — halbwegs positiv — längs des Blattrandes, um bald negativ gegen die Mitte des Blattes umzubiegen (43 mm); versucht sodann aufs neue in geschwängelter Richtung vorwärts zu kommen (*c*—*d*, 35 mm) und biegt abermals um, offenbar um das Blatt über den Stengel zu verlassen. Nach 67 mm fand sie aber bei *e* eine Stelle, wo sich zwei Blätter berühren. Anthropomorphisch gesprochen, weiß sie die günstige Gelegenheit auszunützen und anstatt bis zu Ende zurückzulaufen steigt sie direkt auf das Blatt *C* hinüber. Die Strecke *e*—*f* (29 mm) führt sie abermals zu einer Blattspitze und wieder kehrt das Tier um und steigt in leichtem Bogen hinab bis zum Ansatz des Blattes, scheint das Blatt *D* nicht zu bemerken und läuft zurück bis *a* (121 mm). Hier, an der Gabelung des Zweiges, wählte es den linken Ast als die übrigbleibende Alter-

<sup>1)</sup> Bei geradlinigem Lauf beträgt der in 1 Sekunde zurückgelegte Weg bei jungen Larven gegen 4 mm. Diese Durchschnittszahl wurde aus 10 Strecken gewonnen, die von 10 verschiedenen, 2—3 mm langen Larven in je 5 Sekunden zurückgelegt wurden.



native, ließ die Verästelung mit Blatt *E* außer acht, hielt bei der nächstfolgenden Gabelung die gerade Richtung ein und gelangte bald bis an die Spitze des Blattes *G* ( $a - g = 215$  mm). Da kein Weg weiterführt, durchmaß die Larve in gewohnter Weise die Blattfläche und stieg herab; der Ansatz des Blattes *F* blieb aufs neue unbemerkt oder wurde nicht berücksichtigt ( $g - h$ , 143 mm). Bei *h* wurde der andere, rechts abbiegende Ast bestiegen und der Aufstieg bis *i* fortgesetzt (87 mm). Infolge einer hier empfangenen Reizung<sup>1)</sup> lief die Larve bis *j* zurück (23 mm) und begab sich auf den rechten Gabelast, der sie, an den in entgegengesetzter Richtung orientierten Blättern *H* und *I* entlang, bis zum Blatte *J* brachte ( $j - k$ , 85 mm), von welchem sie endlich den mit Raupen besetzten Espenzweig erreichen konnte.

Wie ist nun dieser ganze, nicht nur lange, sondern auch sehr komplizierte Aktivitätsverlauf psychophysiologisch zu deuten?

Daß die Larven ein genießbares, d. h. zum Aussaugen taugliches Insekt überhaupt zu wittern vermögen, dazu ist eine nativistische, angeerbte Anlage psychophysiologischer Natur nötig, denn sonst würden die erlebten Geruchsempfindungen nicht als Auslösungsreize zu einer bestimmt gerichteten Handlungsweise wirken können. Das konzentionale Moment des Strebens tritt in Tätigkeit, zunächst ohne positive Gefühlsbetonung, weil dem hinstrebenden Tier der lustbetonte Endzweck seines Strebens nicht bekannt sein kann: nur sein Streben wird von ihm bewußtseinsmäßig erlebt. Soweit wird uns die Wahl der Bewegungsrichtung und das Zurücklegen der ersten Wegstrecke von  $a - b$  begreiflich. Aber bei *b* angelangt — und dasselbe gilt für die Punkte *f* und *g* — müßte die Larve die instinktive Fortbewegung einstellen und das biologisch wertvolle Ziel wäre für sie prinzipiell unerreichbar. Es muß hier eine andere angeborene (instinktive) Möglichkeit zuhilfe kommen, Blattflächen zu umkreisen, d. h. die Bewegungen den topologischen Verhältnissen zweckmäßig anzupassen. Das Tier weiß von einem Blatte herabzusteigen und ein anderes aufzusuchen. Jedesimaliger Besuch eines Blattes muß aber auch im Gedächtnis des Besuchers eine Spur hinterlassen. Ein etwa ungenießbares Blatt braucht nicht mehr allseitig untersucht

<sup>1)</sup> Mangelnde Belaubung oder eine Umstimmung durch wechselnde Geruchswellen?



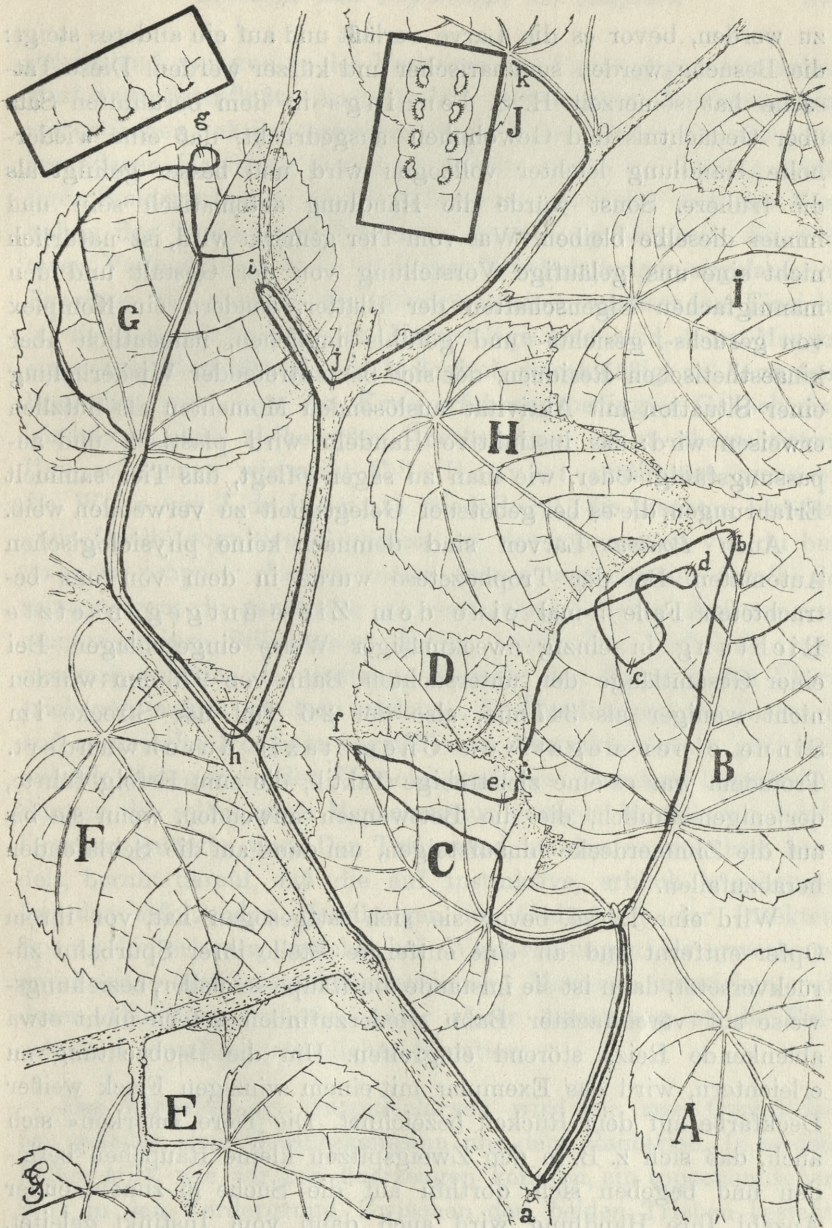


Fig. 4. Ein Lindenweig mit der Spürbahn einer *Podisus*-Larve. Die Lage der Gabelschwanzraupen ist mittels rechteckiger Klammern angedeutet; der Espenzweig, der sie trägt, ebenso wie einige Lindenblätter sind weggelassen, um die Zeichnung übersichtlicher zu machen.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.



zu werden, bevor es die Larve verläßt und auf ein anderes steigt: die Besuche werden summarischer und kürzer werden. Diese Tatsache hat seinerzeit H. S. Jennings in dem berühmten Satz über Gedächtnis und Gewohnheit ausgedrückt, daß eine wiederholte Handlung leichter vollzogen wird und besser gelingt als die frühere. Sonst würde die Handlung automatisch sein und immer dieselbe bleiben. Was vom Tier gemerkt wird, ist natürlich nicht eine uns geläufige Vorstellung von der Gestalt und den mannigfachen Eigenschaften der Blätter, sondern ein Komplex von geruchs-, gesichts- und gefühls-sinnlichen, namentlich aber kinaesthetischen Residuen, der sich bei eintretender Wiederholung einer Situation mit Aktivität auslösenden Momenten als nützlich erweisen wird: das instinktive Handeln wird plastisch und anpassungsfähig. Oder, wie man zu sagen pflegt, das Tier sammelt Erfahrungen, die es bei gebotener Gelegenheit zu verwenden weiß.

Auch *Podisus*-Larven sind demnach keine physiologischen Automaten. Bei der Trophozetese wurde in dem von uns betrachteten Falle 5-mal eine dem Ziele entgegengesetzte Richtung in einzig zweckmäßiger Weise eingeschlagen. Bei einer Gesamtlänge der untersuchten Bahn von 973 mm wurden nicht weniger als 347 mm, also der 2/6 Teil der Strecke im Sinne einer negativen Chemotaxis durchwandert. Trotzdem war es eine zielstrebige Taktik, die zum Erfolg führte, derjenigen ähnlich, die die Bettwanzen anwenden, wenn sie bis auf die Zimmerdecke hinaufsteigen, um dann auf die Schlafenden herabzufallen.

Wird eine Larve, bevor sie sich sattgesogen hat, von ihrem Opfer entfernt und an eine entfernte Stelle ihrer Spürbahn zurückversetzt, dann ist sie imstande die Raupe schneller, beziehungsweise auf vereinfachter Bahn wiederzufinden, sofern nicht etwa ablenkende Reize störend eingreifen. Um die Beobachtung zu erleichtern, wird das Exemplar mit einem winzigen Fleck weißer Deckfarbe auf dem Rücken bezeichnet. Die Tiere »merken« sich auch, daß sich z. B. in den Zweigspitzen kleine Räumchen befinden und begeben sich dorthin auf die Suche in zunehmender Anzahl. Ihre Handlung wird auch dann vom Instinkt geleitet, doch unterscheidet sie sich von dem erstmaligen Versuch dadurch, daß zu dem oben hervorgehobenen konszientionalen Strebenmoment ein empirisch erworbenes, lustbetontes Fühlensmoment hin-



zutritt und von nun an das Verhalten des Tieres gegenüber seiner Merkwelt beeinflusst. Auch andere psychogene Faktoren, kin-aesthetischer, taktiler, optischer, thermischer Natur, die mit jeder besonderen Handlung erworben werden, treten bei Lösung künftiger Sonderaufgaben als Modifikatoren ins Spiel und das Verhalten des Tieres zeigt Plastizität, Anpassungsfähigkeit: die weiteren Verläufe sind keine einfachen Wiederholungen abgelaufener Prozesse. Sie machen den Eindruck einer wachsenden Einsicht in die Bestandteile der Umweltlage und sind, trotz Mangel einer Zweckbewußtheit, als biologisch zweckmäßig zu bewerten. Immerhin wird hier der Kreis erfahrungsbedingter Gedächtnisleistungen ohne zielbewußte Überlegungen nicht überschritten. Und so können wir nicht E.-L. Bouvier zustimmen, wenn er die Worte von J. de Joannis wiederholt<sup>1)</sup>, die Insekten besäßen »une faculté cognitive d'appréciation des moyens en vue du but qu'on se propose; c'est en même temps une certaine faculté de raisonnement du particulier au particulier«... Diese Äußerungen, zumindest ihre Stilisierung, dürfen nicht ohne Vorbehalt angenommen werden; sie verdienen vielmehr den Vorwurf des Übertriebenen, sofern sie dazu verleiten, die Handlungen der Insekten auf motivische Momente begrifflicher Abstraktionen zu gründen, wie die Kategorien der Ursache und des Zweckes, Begriffsbildungen, die selbst unter Menschen nur wenigen handelnden Intelligenzen geläufig sind. Der Tatbestand, um den es sich hier handelt, beruht darauf, daß die auf instinktive, erblich angeborne Impulse erfolgenden Handlungen im Gedächtnis der Insekten Spuren hinterlassen, welche bei Wiederholungen als erworbene, psychogene (und zwar konszientionale) Momente mitwirken und deren Ablauf unterstützen, unter steter Anpassung an die Einzelheiten jeweiliger räumlicher Situation.

Das Verhalten der Asopidenlarven wird von zwei Grundtrieben geleitet, dem Geselligkeitssinn und dem Raubtrieb. In beiden Fällen tritt, wie wir uns überzeugen konnten, ein topochemischer Sinn in den Vordergrund. Zwischen den beiden Trieben besteht

<sup>1)</sup> In der Vorrede zur französischen Ausgabe von R. W. H. Hingston's »Problèmes de l'instinct et de l'intelligence chez les insectes des Tropiques«. Paris 1931. — Anregend sind Hingston's zusammenfassende Ausführungen. Vgl. Kap. 19, p. 289.



jedoch ein genetischer Unterschied. Bei gesellig lebenden Hemipteren ist phytophage Lebensweise primär. Es bezeugt dies auch die Morphologie der Asopiden, vornehmlich der mit anderen Schildwanzen konforme Bau der Proboscis und des ersten Beinpaares. Die Labialrinne ist schlank, dünn und weit nach hinten zurückgeschlagen; die Vorderbeine sind typische Schreitbeine wie sonst bei Pentatomiden. Es wäre etwas weit bis auf den permischen Urschnabelkerf *Eugereon boeckingii* zurückzugehen, dessen Nahrung, wie von autoritativer Seite vermutet wird, animalisch war (vgl. die Insektenphylogenie von A. Handlirsch). Innerhalb der Ordnung rezenter Heteropteren fallen am Rostrum echter Räuber typische Umbildungen auf, die auf konvergente polyphyletische Anpassungen zurückzuführen sind. Ich brauche hier nur an das in einen kurzen, starken, sichelförmig nach unten gekrümmten Haken verwandelte Rostrum der Kotwanzen (Reduviiden) unter den Landwanzen und den analog verkürzten und zugespitzten Schnabel cryptocerater Wasserwanzen zu erinnern, wie *Nepa* und *Notonecta*. Ein Blick auf Verbildung der versteckten aber normal gegliederten Fühler eines Rückenschwimmers bekundet den sekundären, adaptiven Charakter dieser Gruppe. Auch der Saugrüssel der Bettwanzen kann hier in Betracht gezogen werden. Die Mundteile der Wasserläufer und der *Ranatra* entsprechen intermediären Stadien dieser konvergierenden Umbildungsprozesse.

In diesem Zusammenhang müssen wir noch auf den sonst unbeachteten Umstand hinweisen, daß einzelne Asopidenarten, die für rein zoophag gehalten werden, an gewisse Pflanzenarten gebunden sind. So werden z. B. die Gelege von *Arma custos* fast ausschließlich auf Erlenblättern gefunden; die letzteren bilden offenbar die angestammte Nahrung der Larven.

Die Entomologen pflegten bei der Zucht der Asopiden ihre Aufmerksamkeit ausschließlich der Zoophagie zuzuwenden und konnten natürlich bei rein animalischer Kost positive Resultate erzielen. Unsere Zuchtversuche wurden hingegen unter Einhaltung normaler oekologischer Lebensverhältnisse durchgeführt, etwa zweimal direkt auf Zweigen freistehender Bäume und haben bewiesen, daß pflanzliche Säfte zu einer normalen Verwandlung der Larven völlig ausreichen.



Die Sache verhält sich somit bei unseren Schildwanzen gerade umgekehrt als bei räuberischen Neuropteren. Insektensäfte bilden für die ersteren eine fakultative, jedoch entbehrliche Nahrung. Hemerobiidenlarven können gelegentlich pflanzliche Kost annehmen, sie reicht jedoch, wie die Beobachtungen Kaweckis<sup>1)</sup> erwiesen haben, nur für kurze Zeit aus, ihr Leben zu erhalten; die Tiere bleiben im Wachstum zurück und gehen etwa nach Wochenfrist zugrunde. Nebenbei bemerkt, habe ich Florfliegenlarven an Blumen von Compositen und Umbelliferen getroffen, wo sie nicht etwa auf Beute lauerten, sondern mit eingesenkten Mundteilen offensichtlich Nahrung aufnahmen, was mit den Angaben E. Rabaud's gut übereinstimmt.

### Verhalten im Reifestadium.

Nach beendigter Metamorphose lebten die nunmehr geflügelten Wanzen in geschlossenen Behältern friedlich nebeneinander. Als bequemste Nahrungsform dienten Fruchtscheiben, besonders Äpfel und Birnen. Ich habe die Tiere niemals *in copula* gesehen; höchst wahrscheinlich findet sie erst im nächsten Frühjahr statt. Im Herbst verraten sie einen Hang zum Davonfliegen, um sich im Gelände zu verbreiten. An sonnigen Vormittagsstunden findet man sie häufig am Gazedeckel mit klaffenden oder halb ausgebreiteten Flügeldecken; sie kriechen umher und suchen augenscheinlich nach einem Ausweg.

Genau dasselbe ist bei verschiedenen überwinternden Käfern der Fall. Die letzte Sommergeneration des Rüsselkäfers *Cionus* oder mehrerer Arten von *Chrysomela* bleibt, solange die Wärme anhält, auf ihren Futterpflanzen, frißt intensiv, kopuliert aber niemals und fliegt gerne auseinander.

Mit zunehmender Kälte büßt das ursprüngliche Kolorit der Imagines allmählich seine Frische ein, alle systematisch charakteristischen Farbkontraste verlieren sich nach und nach, die Tiere werden unansehnlich und verfärben sich schmutzigbraun (*Podisus*). Diese Verfärbung, die von F. Schumacher und P. Schulze genauer studiert wurde (1915), besitzt für diese unter dünnen

<sup>1)</sup> Z. Kaweckis. Beobachtungen über das Verhalten und die Sinnesorientierung der Florfliegenlarven. — Bull. Acad. Pol. Sc., Cracovie 1932, Sér. B II, S. 98.



Blättern überwinternden Insekten den biologischen Wert eines Schutzmittels.

Zu Beginn des Winters werden die Wanzen immer träger und verfallen in Kältestarre. Diese Zustände werden bei starker Insolation unterbrochen; die Tiere, die sich zu jener Zeit gerne in zusammengerolltem Laub verkriechen, werden wieder lebendig und erscheinen oben an den Glaswänden oder am Gasedeckel, wo sie sich die wärmsten Plätze aussuchen. Während sie sonst das Rostrum nach hinten wenden, wird es in solchen Fällen im Gelenk zwischen dem 1. und 2. Glied nach vorne gerichtet und horizontal, wie früher, aber vorgestreckt getragen.

Ihre Heliophilie und Thermophilie, die sie mit den erwähnten überwinternden Käfern gemeinsam haben, kam am schärfsten zur Geltung, wenn sie den Strahlen einer starken Glühlampe, die ein Reptilienhaus wärmte, ausgesetzt waren. Sie trachteten den depressen Körper so einzustellen, daß er von den Lichtstrahlen senkrecht getroffen werde. Dieses war der Fall, wenn die Holzleiste, die das Tier trug, gegen die Horizontale so geneigt war (Fig. 5, Stellung I), daß sie mit ihr den Winkel  $\alpha$  von  $35.5^\circ$  bildete. Dann sitzt die Wanze parallel zu der Unterlage, die Stellung der Beine ist streng symmetrisch und die korrespondierenden Winkel zwischen den entsprechenden Beingliedern sind beiderseits fast gleich. Wird dann die Leiste um den Winkel  $\alpha'$  gehoben bis  $47.5^\circ$  (II), dann fallen die Strahlen schief auf die Tergite<sup>1)</sup>; das Tier merkt sofort den Unterschied in der Wärmekraft und neigt sich solange auf eine Seite, bis das frühere Verhältnis zwischen der Lichtrichtung und der Rückenfläche hergestellt ist. Die Fußklauen werden dabei womöglich nicht von der Stelle gerückt; um so stärkere Unterschiede ergeben sich alsdann zwischen den Neigungswinkeln  $\beta$  bis  $\varepsilon$  zur rechten und linken Seite. Der Winkel  $\beta$  zwischen dem Schenkel und den Pleuren beträgt rechts nur noch  $13^\circ$ , links  $24.6^\circ$ , die Winkel  $\gamma$  im Kniegelenk, rechts  $52.2^\circ$ , links  $107^\circ$ , differieren also um das doppelte, der Winkel  $\delta'$  zwischen der Schiene und der Tarsalachse beträgt links kaum  $41^\circ$ , rechts  $137^\circ$  u. s. f. Diese nacheinander ausgelösten Spannungen und Entspannungen in den Extensoren und Beugern der Beinglieder, bis zum *Flexor*

<sup>1)</sup> Je nach Entfernung von der Medianlinie unter verschiedenen Winkeln, die um  $78^\circ$  oszillieren (vgl. die Figur).



*praetarsi*, sind von exakter Zusammenwirkung und zeugen von außergewöhnlicher Empfindlichkeit des Temperatursinnes. Ähnliches hat schon vor Jahren Holmes in Versuchen mit der Schweißwanze (*Ranatra*) bei *Cryptoceraten* festgestellt <sup>1)</sup>, unter Anwendung von Lampenlicht in einer Dunkelkammer; doch kommen die Asymmetrien der Ausgleichsreaktionen durch seitliche Neigung bei jener linear gebauten Wasserwanze nur sehr schwach zur Geltung.

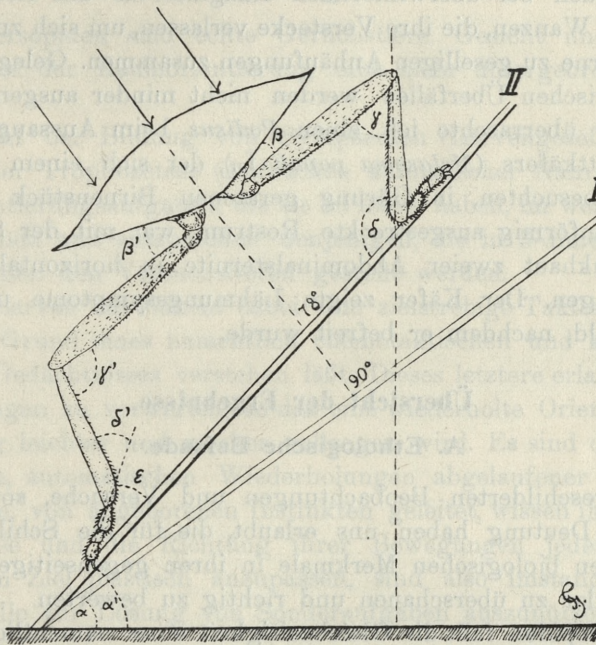


Fig. 5. Thermophile Stellung von *Arma custos* im Querschnitt durch den Mesothorax.

Mit diesen regulativen, thermotaktischen Einstellungen möge man eine andere, bei überwinterten Tieren oft beobachtete Erscheinung nicht vermengen: die an steilen Wänden ruhenden Kerfe hängen schief nach unten und machen zuweilen zuckende

<sup>1)</sup> S. J. Holmes. Phototaxis in *Ranatra* (Rep. of the Michigan Acad. of Sc.) und: The reactions of *Ranatra* to light. (Journ. Comp. Neur. and Psych., Vol. 15, 1905).



Bewegungen, um sich aufzurichten. Es handelt sich da um kraftlose, kränkelnde Exemplare, welche bald absterben. Auch meine Zucht ging gegen das Ende des Winters zugrunde. Mehrere Umstände, wie zu große Trockenheit u. dgl. können als Ursachen in Betracht kommen; am ehesten vielleicht der Aufenthalt in geheizten Räumen, der die Tiere behinderte in eine biologisch wohl notwendige, andauernde Winterstarre zu verfallen.

Beide für die Jugendstadien so charakteristischen Grundtriebe bleiben auch bei überwinternden Imagines bis ans Lebensende wirksam. Wanzen, die ihre Verstecke verlassen, um sich zu sonnen, treten gerne zu geselligen Anhäufungen zusammen. Gelegenheiten zu räuberischen Überfällen werden nicht minder ausgenützt. Im Dezember überraschte ich einen *Podisus* beim Aussaugen eines Pappelblattkäfers (*Melasoma populi* L.), der sich einem von den Wanzen besuchten, in Gärung geratenen Birnenstück näherte. Das lanzenförmig ausgestreckte Rostrum war mit der Spitze in die Gelenkhaut zweier Abdominalsternite in horizontaler Lage eingedrungen. Der Käfer zeigte Lähmungssymptome und verendete bald, nachdem er befreit wurde.

## Übersicht der Ergebnisse.

### A. Ethologische Befunde.

Die geschilderten Beobachtungen und Versuche, sowie ihre kritische Deutung haben uns erlaubt, die für die Schildwanzen wichtigsten biologischen Merkmale in ihren gegenseitigen Beziehungen klar zu überschauen und richtig zu bewerten.

An Asopiden fällt die Gleichzeitigkeit eines namentlich in den Jugendstadien ausgeprägten Assoziationstriebes und einer räuberischen Trophozetese am meisten auf.

Der Geselligkeitstrieb erweist, daß es primär phytophage Rhynchoten sind, was auch dadurch bestätigt wird, daß sie bei rein vegetativer Kost alle Entwicklungsstadien erreichen können. Für die Ursprünglichkeit der Phytophagie sprechen ferner die morphologischen Merkmale, wie der Bau der Mundteile und der Vorderbeine.

Zoophagie ist eine sekundäre Erscheinung, die im Rahmen der Gruppe sekundär, in polyphyletischer Konvergenz erworben wurde, ähnlich wie das Leben im Wasser echter Raubwanzen



eine sekundäre Anpassung ist, verbunden mit einer Umbildung des Gymnoceraten-Typus zu Cryptoceraten.

Die Asopiden machen nach Erlangung des Reifestadiums Gebrauch von ihren Flügeln und zerstreuen sich vor dem Winter. Sie sind positiv heliophil und thermophil und suchen in kalter Jahreszeit solche Stellen und Stellungen, wo sie die Licht- und Wärmestrahlen möglichst ausgiebig ausnützen können.

### B. Psycho-physiologische Befunde.

Die Asopiden sind echte Geruchstiere. Gesicht und Gefühl haben bei der Raumorientierung eine mehr untergeordnete Bedeutung.

Sowohl bei Bildung von Sympaedien (Larvengesellschaften) als bei der Trophozetese (Aufsuchen animalischer Nahrung) sind die Orientierungsaufgaben, die sie zu lösen haben, im wesentlichen die gleichen und entsprechen denjenigen, die in 3-dimensionalen Labiryntben den Versuchstieren gestellt werden.

Die Larven entwickeln dabei eine zielstrebige Taktik, die sich nur auf Grund eines namentlich chemotaktischen und kinaesthetischen Gedächtnisses verstehen läßt. Dieses letztere erlaubt ihnen Erfahrungen zu verwerten, so daß eine wiederholte Orientierungshandlung leichter und rascher vollzogen wird. Es sind dies keine einfachen, automatischen Wiederholungen abgelaufener Prozesse. Die Tiere, von angeborenen Instinkten geleitet, wissen ihre Handlungsweise und die Richtung ihrer Bewegungen jedem gerade erstrebten Ziel plastisch anzupassen, sind also imstande erlebte Sonderfälle zur Lösung von Sonderaufgaben auszunützen.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität in Kraków.



Die ursprüngliche Lebensweise der Insekten ist durch die Umwandlung der Larven in die Imagines, die durch die Vergrößerung des Körpers und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.

Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet. Die Fortbewegungsmittel sind die Flügel, die durch die Vergrößerung der Brust und die Ausbildung der Flügel, der Fortbewegungsmittel, und anderer Organe bedingt ist, gekennzeichnet.



## Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres  
(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Série B: Sciences Naturelles (II)).

Année 1935.

Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

- Biborski (J).** Über die Segmentalgefäße und die Gefäße der unpaaren Flossen der Scholle (*Pleuronectes platessa*) (Planche 12) 279.
- Cieślik (Wl)** und **Kawecki (Zb).** Das spontane Auftreten der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. in Polen (Planche 13) 343.
- Friedberg (W).** *Turritella scalaria* de Buch und einige Bemerkungen über evolute Gastropodenschalen (Planche 4) 137.
- Garbowski (T).** Zur Ethologie und Psychologie der Asopiden (*Hemiptera heteroptera*) 363.
- Grodziński (Z).** Die Entwicklung der Venen in der Keimscheibe des Hühnchens 305.
- Grodziński (Z)** and **Marchlewski (J).** Studies on the motility of spermatozoa of the Domestic Cock outside the organism 347.
- Główczyński (Zb) v. Rogoziński (F).**
- Jarocki (J).** Studies on Ciliates from fresh-water Molluscs. I. General remarks on Protozoan parasites of *Pulmonata*. Transfer experiments with species of *Heterocinetia* and *Chaetogaster limnaei*, their additional host. Some new Hypocomid Ciliates (Planche 8) 201.
- Kawecki (Zb) v. Cieślik (Wl).**
- Konopacka (B).** Recherches histochimiques sur le développement des Poissons. I. La vitellogénèse chez le Goujon (*Gobio fluviatilis*) et la Carpe (*Cyprinus carpio*) (Planche 6) 163.
- Latinik-Vetulani (I).** Recherches sur l'anoxymbiose des embryons de Grenouille *Rana fusca* dans différents stades du développement 273.
- Liosner (L. D)** und **Woronzowa (M. A).** Weitere Untersuchung über den Mechanismus der Perforation der operculären Membran in Metamorphoseprozeß der schwanzlosen Amphibien. (Zur Frage der sogenannten autonomen und abhängigen Entwicklung der Körperteile metamorphosierender Amphibien. II) (Planche 9) 231.
- Łuczynska (H).** Über den Formensinn und das Gedächtnis für optische Eindrücke bei Eidechsen 323.
- Marchlewski (J) v. Grodziński (Z).**
- Markowski (St).** Über den Entwicklungszyklus von *Bothriocephalus scorpii* (Müller 1776) (Planche 1) 1.
- Markowski (St).** Einfluß der Milieuveränderungen auf die Entwicklung der Eier von *Bothriocephalus scorpii* (Müller 1776) 49.
- Markowski (St).** Die parasitischen Würmes von *Gobius minutus* Pall. des polnischen Balticums (Planche 10) 251.



- Passowicz (K).** Studien über das Verhalten des Wasserflohes *Daphnia pulex* de Geer in Zuchtlösungen von verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen 59.
- Ramult (M).** Observations on the Embryonic and Larval Development in *Sacculina* (Rhizocephala) in Changed Osmotic Conditions of Medium 87.
- Rogoziński (F) et Główeczyński (Zb).** Sur la valeur nutritive de la graine d'Alpiste (*Phalaris canariensis*) 111.
- Rogoziński (F) et Główeczyński (Zb).** L'irradiation et la croissance (Planche 3) 123.
- Szejnman (M) v. Zweibaum (J).**
- Towarnicki (R).** Über die Blutgefäße des Gehirns von *Myxine glutinosa* L. (Planche 11) 261.
- Tur (J).** Les néoplasmoïdes embryonnaires obtenus par voie expérimentale (Planche 7) 183.
- Wiśniewski (L. W).** *Cercaria dubia* sp. n. und deren weitere Entwicklung in *Herpobdella atomaria* (Planche 2) 19.
- Woronzowa (M. A) v. Liosner (L. D).**
- Zacwilichowski (J).** Über die Innervation der Haftapparate der Karpfenlaus *Argulus foliaceus* L. (Brianchura) (Planche 5) 145.
- Zieliński (M. A).** Phosphorus in the early development of the frog 293.
- Zweibaum (J) et Szejnman (M).** Recherches sur les cellules binucléaires dans la culture de tissus 37.



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° 4—7 B I, 1935.

- Górski F.** Gas interchange in aquatic plants during photosynthesis.
- Jasnowski S.** On the inheritance of some characters of the ear of wheat.
- Pawłowski B.** Über die Klimaxassoziation in der alpinen Stufe der Tatra (Planche 8).
- Teleżyński H.** Cytological studies on the unstable race of *Petunia violacea* Lindl. with mosaic flower patterns.
- Wiśniewski Tad.** *Hydrilla verticillata* Casp. dans le pays lacustre de Suwałki (Pologne septentrionale) et son écologie.
- Wiśniewski Tad.** et **Goetzen L.** La structure des lamelles des feuilles chez les espèces européennes du genre *Polytrichum* Dill.

N° 6—7 B II, 1935.

- Jarocki J.** Studies on Ciliates from fresh-water Molluscs. I. General remarks on Protozoan parasites of *Pulmonata*. Transfer experiments with species of *Heterocineta* and *Chaetogaster limnaei*, their additional host. Some new Hypocomid Ciliates (Planche 8).
- Latinik-Vetulani I.** Recherches sur l'anoxybiose des embryons de Grenouille *Rana fusca* dans différents stades du développement.
- Liosner L. D.** und **Woronzowa M. A.** Weitere Untersuchung über den Mechanismus der Perforation der operculären Membran im Metamorphoseprozeß der schwanzlosen Amphibien. (Zur Frage der sogenannten autonomen und abhängigen Entwicklung der Körperteile metamorphosierender Amphibien. II) (Planche 9).
- Markowski St.** Die parasitischen Würmer von *Gobius minutus* Pall. des polnischen Balticums (Planche 10).
- Towarnicki R.** Über die Blutgefäße des Gehirns von *Myxine glutinosa* L. (Planche 11).
- Tur J.** Les néoplasmoïdes embryonnaires obtenus par voie expérimentale (Planche 7).



# TABLE DES MATIÈRES.

Octobre—Décembre 1935.

|   | Page |
|---|------|
| J. BIBORSKI. Über die Segmentalgefäße und die Gefäße der unpaaren Flossen der Scholle ( <i>Pleuronectes platessa</i> ) (Planche 12) . . . . . | 279  |
| M. A. ZIELIŃSKI. Phosphorus in the early development of the frog . . . . .  | 293  |
| Z. GRODZIŃSKI. Die Entwicklung der Venen in der Keimscheibe des Hühnchens . . . . .   | 305  |
| H. ŁUCZYŃSKA. Über den Formensinn und das Gedächtnis für optische Eindrücke bei Eidechsen . . . . .   | 323  |
| WŁ. CIŚLIK und ZB. KAWECKI. Das spontane Auftreten der Blutlauszehrwespe <i>Aphelinus mali</i> Hald. in Polen (Planche 13) . . . . .          | 343  |
| Z. GRODZIŃSKI and J. MARCHLEWSKI. Studies on the motility of spermatozoa of the Domestic Cock outside the organism . . . . .                  | 347  |
| T. GARBOWSKI. Zur Ethologie und Psychologie der Asopiden ( <i>Hemiptera heteroptera</i> ) . . . . .   | 363  |

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).