

P. 192

N° 6 B.

JUIN

1910.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1910



rcin.org.pl

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux se rapportant aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,

Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

29 lipca 1910.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1910 — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego,

*Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XVI. —
Revue critique de la flore de Galicie. XVI partie.*

Note

de M. **HUGO ZAPAŁOWICZ** m. c.

présentée dans la séance du 6 Juin 1910.

Cette partie de l'ouvrage complète la description des *Alsineae*. Nous signalons les nouvelles espèces:

Cerastium Raciborskii n. (C. strictum Wahlenb. non Haenke, C. arvense var. alpinum Berdau, C. ciliatum auct. fl. Tatr. non Waldst. et Kitaib.). Specimina herbarii numerosa. Viride, innovans, plerumque dense caespitosum, cauliculi floriferi tenues vel subtenuis adscendentes saepe declinati 8—15 cm rarius ad 22 cm longi, inferne glabri vel sparse pilosi superne cum pedicellis bracteis sepalsque breviter pilosi vel puberuli ac glandulosi, pili glanduliferi copiosi breves patentés; cyma simplex vel furcata 1—6 flora, bractea omnes anguste scarioso marginatae longe ciliatae, vel infimae saepe apice tantum scariosae aut totae herbaceae et non raro elongatae foliaceae foliis caulinis similes sed minores, pedicelli fructiferi 10—20 mm longi rarius ultra apice subcernui vel recti inclinati: cyma in statu maturo subpatens; folia caulina lanceolata vel elliptica 8—22 mm longa 2·5—7 mm lata, vel latiora: ad 17 mm longa 6·5 mm lata, in exemplo e Mała Łąka 7 mm lata, infima oblanceolata, folia in eisdem exemplis saepissime partim glabra et margine tantum ciliata, minore ex parte glaberrima, partim in facie sparse vel subsparse pilosa, pili foliorum rigiduli; in axillis fasciculi foliorum; saepe in ramos steriles evoluti; sepala apice plerumque violaceo picta, 4·5—5·5 mm longa 2·3—3 mm lata ovata vel ovalia, rarius oblonga 5—6 mm longa 2·2—2·8 mm lata, paulo cucullata obtusiusecula vel obtusa, externa anguste scarioso marginata inferne ciliata, interna plerumque latiora latissime scarioso marginata toto margine glabra; petala magna latissima calyce duplo

vel triplo longiora 9—12·5 mm longa 4·5—8 mm lata obcordato cuneata, subabrupte in unguem brevem contracta, bifida, lobis ova-
tis semiorbicularibus vel longitudine latioribus divergentibus 2·5—
4 mm longis, quandoque fere semibifida (petala 10·5 mm lobi 4·5 mm
longi), rarius petala in nonnullis floribus pro parte cum lobis angu-
stioribus oblongis; capsula pro planta humili maiusecula 8—10·5 mm
longa superne leviter curvata, dentes obliqui margine vix vel paulo
tantum revoluti propterea latiusculi, semina compresso ovoidea di-
stincte rostellata 1·3—1·5 mm longa margine leviter sulcata, in facie
subtilius in margine muriculato recte costato verrucosa, verrucis
seriatim dispositis breviter costiformibus illis marginis crassiusculis,
fusca vel magis dilute fusca.

In Tatris valde frequens, sec. Kotula (Distr. plant. Tatr. p. 53)
ad 2265—2345 m adscendens. Exempla e Chochołowska sub Hruby
Wierch, Kominy, Litworowa-Krzesanica, Mała Łąka, Strażyska,
Widły (Kotula), Giewont (Berdau), Czerwony Wierch, Pośrednia
Turnia (Kuleżyński), Twardy Uplaz (Janota), Hawrań (Rogalski) etc.

1. *for. giewonticum*: nanum, cauliculi 4·5—8 cm longi, 1—2 raro
3 flori; petala ad 12·5 mm longa etc.

Giewont, dolina Pięciu Stawów (Berdau), Mała Łąka, Łysanki
(Kotula), ex loco non indicato (Rehman), Pośrednia Turnia (Kul-
eżyński).

2. *for. bistrense*: nanum, cauliculi 1—2 flori 4·5—9 cm longi,
folia approximata conferta.

Bystra (Kotula), Giewont (Berdau).

3. *for. rigidulum*: caulis per exceptionem subcaespitosus et rigi-
dulus, e basi arcuata erectus 10—13 cm longus, pauci (3) florus,
folia caulina lanceolata ad 18 mm longa approximata. Petala 10·5
mm longa 6 mm lata, fere semibifida.

Jatki Bialskie (Kotula).

4. *for. subglabrum*: omnia folia glabra margine tantum ciliata.
Omnia cetera ut in *for. typica*.

E loco non indicato Tatrorum (Rehman).

var. morskiense m. Laxiusculo caespitosum, cauliculi tenuissimi
vel filiformes adscendentes inferne sparse pilosi vel glabri superne
pubescentes et glandulosi, pauci (1—3) flori, 7—13 cm longi; fasci-
culi foliorum axillares in ramos evoluti, rami elongati pro parte
apice 1—3 flores gerentes, planta propterea multiramosa et ob ramos
florigeros memorabilis; folia elongata angustissima linearia utrin-

que angustata 10—20 mm rarius ad 23 mm longa 1—1.5 mm nonnulla tantum ad 2 mm lata, glabra ciliata vel in facie sparse pilosa; sepala 4.5—5.5 mm longa, petala minora 8—9.5 mm longa 3 mm lata obcordato cuneata, lobis angustioribus divergentibus; capsula (maturescens, in uno exemplo matura) evidenter minor 6.5—7 mm longa. semina (1.2) 1.3—1.5 mm longa. Cet. ut in for. typica.

Varietas valde memorabilis, fortasse subspecies distincta.

Ad lacum Morskie Oko, hic exemplum cum stylis 4 (Kotula); in valle infra lacum designatum copiose (Kuleczyński).

for. *intermedium*: caulis subtenuis adscendens, folia angustissima vel latius linearia ad 2.5 mm lata; petala latiora obcordata 10.5 mm longa ad 4.5 mm lata, lobis late ovatis.

Za Bramą (Kotula), ex loco non indicato (Rehman)

Species nostra. calcarea sed etiam solum mico schistosum incolens, est verisimillime planta in Tatis endemica. A proximo *C. arvensi* differt: colore viridi, statura humiliore, caespite densiore, cauliculis tenuioribus adscendentibus saepe declinatis inferne aequae ac foliis subglabris, cyma pauciflora in statu maturo subpatente, sepalis brevioribus latioribusque, petalis latissimis calyce duplo triplove longioribus, bracteis anguste scarioso marginatis vel infimis saepe totis herbaceis, capsulae dentibus latioribus (subrevolutis), seminibus manifeste maioribus et statione alpina.

C. strictum Haenke, sec. descriptionem et exempla helvetica e Bex, foliis glabris margine tantum ciliatis, cauliculis erectis, multifloris, petalis multo minoribus etc et toto habitu a specie nostra valde diversum.

C. ciliatum Waldst. et Kitaib., Reichb. Icon. fig. 4981, incola Illyriae et plane ditionis magis australis, [sec. Tausch et Neilreich (Veget. Croat. p. 201) a *C. arvensi* L. non distinctum], aequae ac specimina a Schur in Alpibus Transsilvanicis lecta (in herb. Univ. leopol. asservata) et *C. ciliato* subiuncta, caule minus caespitoso elatiore robustiore erecto multifloro, petalis multo minoribus etc a planta nostra valde differunt.

C. Lerchenfeldianum Schur (Enum. pl. Transs. p. 122) sec. descriptionem et exempla authentica e Bucsecs in Transsilvania (herb. Univ. leopol.), aequae ac *C. coronense* Schur, pertinent ad subsect. *C. carinthiaci* et a Simonkai (Enum. fl. Transs. p. 135) per errorem ut varietates ad *C. ciliatum* relata sunt.

Dri Mariano Raciborski, Universitatis leopoliensis professori etc.

Cerastium ciarcanense m. Viride, innovans, laxe caespitosum, basi suffruticosum, innovationes pro parte numerosae; cauliculi floriferi pauci 1—3, adscendentes 8—14 cm longi rigiduli inferne nodoso articulati retrorsum pilosi superne cum pedicellis dense pilosi, eglandulosi, basi glabrati; folia caulina inferne approximata, fasciculi foliorum axillares numerosi: cauliculi propterea in parte inferiore dense foliati, folia caulina lineari lanceolata ad 17 mm longa ad 2.5 mm lata, rarius nonnulla latiora lanceolata ad 4.5 mm lata, acuta patentia plana minore ex parte margine paulo revoluta, fasciculorum innovationumque lineari sublanceolata vel linearia ad 16 mm longa summum 2 mm lata, folia sparse pilosa ciliata vel ex parte glaberrima, omnia rigidula subtus nervo valde crasso ac prominente carinata; cyma 2—4 rarius 1 flora, bracteae circ. 4 mm longae ovato lanceolatae vel lanceolatae late scarioso marginatae usque ad apicem longe ciliatae. pedicelli fructiferi 9—13.5 mm longi apice cernui, pedunculi tempore maturitatis refracti horizontaliter patentes; sepala pilosa 5—5.5 mm longa 2 mm lata oblonga apice paulo cucullata, externa obtusiuscula anguste scarioso marginata ad $\frac{3}{4}$ ciliata, interna obtusa late marginata margine glabra; petala calyce duplo longiora 10—11 mm longa 4 mm lata obovato cuneata fere sensim in unguem brevissimum angustata breviter bifida. lobi late ovati subdivergentes 2—2.5 mm longi, (petala ac filamenta glabra); capsula brevis 7—9.5 mm longa cylindrica latiuscula superne leviter sed distincte curvata, dentes obliqui margine subrevoluti, semina compresso globosa paulo rostellata margine leviter sulcata 0.8—1 mm longa (sc. lata) verruculosa.

Proximum *C. banatico* (Rochel) Heuff., a quo statura humiliore, foliis dimidio brevioribus latioribusque, cyma pauciflora, capsula plusduplo brevior, dentibus capsulae angustioribus, seminibus minoribus etc manifeste differt.

In Carpatibus Marmatiae orientalis: Ciarcanu, in rupibus calcareis, 1650—1750 m (Zapałowicz).

C. laricifolium Schur (Enum. pl. Transs. p. 124) ex Alpibus Transsilvaniae fortasse partim huc pertinet.

Cerastium pietrosuanum m. Obscure viride, densissime caespitosum, gracile, innovans; cauliculi 1 vel saepius 2 flores gerentes valde numerosi adscendentes 10—13 cm longi, cum pedicellis tenues partim fere filiformes, cum pedicellis a pilis longis patentibus villosi,

inferne sparsius villosi, in parte superiore intermixtis pilis glanduliferis tenuissimis; folia caulina parvula elliptica 5—10 mm longa 2—3·5 mm lata acuta villosa valde remota: internodia medii cauliculi ad 37 mm longa; innovationes rosulatae; bracteae ad basim cymae sitae foliaceae reliquis foliis similes villosae, superiores minores ellipticae vel lanceolatae totae herbaceae ipso apice tantum pro parte paulo scariosae, villosae; pedicelli elongati deflorati horizontaliter patentes 20—24 mm longi; sepala 5 mm longa villosa obtusiuscula vel interna obtusa plerumque apiculata, externa 2 mm lata oblonga anguste scarioso marginata usque infra apicem ciliata, interna 2·5 mm lata ovata late scarioso marginata margine glabra; petala 9 mm longa 3 mm lata oblonga breviter bifida in unguem brevem subabrupte contracta, lobi breves ovati 2 mm longi paralleli; capsula cylindrica fere recta 10 mm longa, dentes margine revoluti obliqui nonnulli spiraliter semitorti; semina compresso ovoidea rostellata 1·5 mm longa verruculosa, verruculae in facie partim obsolete in margine distincte breviter costiformes.

Ab omni *C. alpino* et *C. lanato* cauliculis tenuibus, foliis in media parte valde remotis, floribus capsulisque parvis, pedicellis longis, bracteis etiam superioribus totis herbaceis etc ac toto habitu diversissimum.

Pietrosu Alpium Rodnensium, in valle profunda versus borealem orientem, sub apice montis sita, in rupibus mico schistosis, 1870 m s. m. (Zapałowicz).

Cerastium lanatum × *latifolium*. *C. tatrense* m. Exempla pauca basi destructa. Saturate viride, laxe caespitans, innovans, cauliculi 2—5 flori ut videtur solitarii vel pauci firmuli erecti 8—10 cm alti vel paululo ultra, pilosi superne cum pedicellis glanduloso pilosi, pili patentes, glanduliferi breves reliqui breves vel minore ex parte longiusculi; folia caulina oblonga vel ovalia 8—11·5 mm longa 3—4 mm fere ad 5 mm lata obtusiuscula vel obtusa in facie magis sparse margine dense villosa, infima obovata, innovationes rosulatae lanato villosae; cyma subconferta simplex 2—3 flora vel (in uno exemplo) furcata 5 flora, bracteae infimae totae foliaceae ovatae ad 7 mm longae margine villosae, superiores minores apicem versus angustissime scarioso marginatae dorso glandulosae margine usque ad apicem villosa ciliatae, in exemplo cum cyma furcata bracteae mediae latiusculae ovatae saturate virides apicem versus

paululo scarioso marginatae; pedicelli floris primarii ad 12—15 mm longi, reliqui breviores; sepala saturate viridia oblonga vel ovalia obtusa glanduloso pilosa inferne pilis longis sparse instructa vel subvillosa, 5 mm longa, externa 2 mm lata anguste scarioso marginata ad $\frac{3}{4}$ ciliata, interna 2.5 mm lata late scarioso marginata margine glabra; petala 9—10 mm longa 3.5—4 mm lata obcordato longe cuneata in unguem brevissimum sensim angustata breviter bifida, lobi 1.5 mm longi longitudine latiores divergentes; petala ac filamenta glabra; styli 5; flores steriles, in uno exemplo deflorato ovarium in capsulam membranaceam minimam abnormem globosam 2.5 mm longam, in dentes rectos planos fissam, pauca ovula 0.6 mm lata continentem, transformatum.

In Tatris: Czerwony Wierch-Giewont (Jabłoński)

Indumento foliorum innovationum rosularum bractearum et pro parte sepalorum villosa, dein structura cymae, bracteis superioribus quamquam angustissime scarioso marginatis *Cerastio lanato*, cauliculis vero firmulis, colore foliorum sepalorumque saturate viridi et indumento cauliculorum sepalorumque glanduloso e pilis brevibus patentibus constante *Cerastio latifolio* propius.

Ambae species, praecipue *C. lanatum*, in Tatris frequentes.

O różnym rytmie regeneracyi w różnych okolicach ciała tego samego ustroju. (Spostrzeżenia na wstęźniaku *Lineus ruber* Müll.). — Über die Ungleichartigkeit des Regenerationsrhythmus in verschiedenen Körperregionen desselben Tieres. (Beobachtungen an der Nemertine *Lineus ruber* Müll.).

Note

de MM. **JÓZEF NUSBAUM** et **MIECZYŚLAW OXNER**,

présentée par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Juin 1910.

Daß die verschiedenen Regionen des Körpers einen verschiedenen Regenerationsrhythmus oder sogar eine verschiedene regenerative Potenz besitzen können, das wissen wir aus den Beobachtungen einiger Forscher bei manchen Tierformen.

So haben z. B. Gast und E. Godlewski¹⁾ gezeigt, daß, wenn der Stamm von *Pennaria Cavolinii* aller Hydranthen beraubt und in drei Stücke: einen oberen, einen mittleren und einen unteren zerlegt wird, an dem oberen Stücke sehr viele Hydranthen, am mittleren schon weniger, und eine noch geringere Anzahl am unteren Teilstück regeneriert. Hier haben wir jedoch nicht mit einem einzigen Individuum, sondern mit einem Tierstöcke zu tun.

Was die einzelnen Tierindividuen anbetrifft, so hat einer von uns²⁾ nachgewiesen, daß Fragmente eines quer durchschnittenen Körpers des kleinen, sedentären Polychaeten *Amphiglene mediterranea* sehr leicht regenerieren, wobei nach den Beobachtungen von Driesch³⁾ die Geschwindigkeit der Regeneration sich aboralwärts verringert, und zwar sowohl bei den Neubildungen des Kopfes, wie auch bei

¹⁾ B. Gast u. E. Godlewski. Die Regulat. bei *Pennaria cavolinii*. Arch. f. Entwm., XVI, 1903.

²⁾ J. Nusbaum. Vergleichende Regenerationsstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1905.

³⁾ H. Driesch. Regener. Regenerate. Arch. f. Entwm., XXI, 1906.

denen des Schwanzes. Hier sehen wir also eine Ungleichartigkeit in dem Regenerationsrhythmus in verschiedenen Körperregionen.

Eine ungleiche Regenerationsfähigkeit verschiedener Körperregionen bei einem und demselben Tiere haben auch manche Forscher bei verschiedenen Oligochaeten, wie auch bei manchen Planarien beobachtet, aber zum größten Teil lassen sich hier die Differenzen auf Verschiedenheiten in der Struktur der verschiedenen Körperregionen teilweise zurückführen.

Conrad Müller¹⁾ konstatierte in seiner schönen Arbeit über Regenerationsversuche an *Lumbriculus variegatus* und *Tubifex rivulorum*, daß bei dem ersteren die kleinsten regenerierenden Teilstücke alle aus der vorderen Körperregion des Wurmes stammen, was nach dem Verfasser als Beweis dafür gelten kann, daß der Wurm in der vorderen Körperhälfte eine größere Regenerationsfähigkeit entwickelt, als in den hinteren Partien. Diese Resultate stimmen jedoch nicht mit denjenigen von Morgulis²⁾, welcher einen *Lumbriculus* in viele Stücke teilte und fand, daß am fünften Tage nach der Operation alle Stücke, sowohl die der vorderen, wie auch die der hinteren Körperregion Kopf und Schwanz regeneriert haben. C. Müller hat außerdem nachgewiesen, daß bei *Lumbriculus* die Regeneration des Hinterendes rascher in den Teilstücken aus der vorderen Körperregion als in solchen aus anderen Körperregionen erfolgt.

Um auf diese Frage eine exakte Antwort geben zu können, ob wirklich nur topographische Verhältnisse der verschiedenen Körperregionen, d. h. ob bloß die Lage derselben und nicht etwa die Differenzen in der Struktur verschiedener Körperabschnitte für die Verschiedenheiten in dem Regenerationstempo maßgebend sind, muß man zwei Momente ausschließen: den Einfluß der eventuellen Differenz in der Länge der betreffenden Körperfragmente und den Einfluß der Differenz im histologischen Bau und überhaupt in der Struktur dieser letzteren. Denn es ist ganz selbstverständlich, daß verschieden große Körperfragmente, — denen entweder Vieles oder nur sehr Weniges fehlt, — und daß ver-

¹⁾ Conrad Müller. Regenerationsvers. an *Lumbriculus variegatus* u. s. w. Arch. f. Entw., XXVI, 1908.

²⁾ Morgulis S. Observ. and Experim. in *Lumbriculus*. Journ. of Exper. Zool., 1907.

schieden gebaute Körperfragmente, — in denen die Reparation eine differente sein muß, je nachdem das Fehlende eine kompliziertere oder eine einfachere Bildung darstellt, — einen recht verschiedenen Regenerationsrhythmus aufweisen müssen. Bisher haben die Forscher diesen Momenten wenig Beachtung geschenkt und die Fragestellung war nicht genug klar.

Nun fanden wir in *Lineus ruber* Müll. ein ausgezeichnetes Objekt zu solchen Studien, und zwar in der von uns s. g. dünnen Form dieser Art, welche eine viel größere Regenerationsfähigkeit besitzt, als die s. g. breite Form, wie wir es schon an anderen Stellen gezeigt haben¹⁾.

Der lange Körper des *Lineus ruber* (dünne Form) kann in sehr viele, selbst 1 Millimeter lange Fragmente quer (auch längs) geteilt werden, welche alle vollkommen regenerieren, mit Ausnahme derjenigen, die aus dem Querschnitte vor dem Gehirne, durch die Gehirnganglien oder durch den hintersten Körperabschnitt (auf der Höhe des Enddarmes) hervorgegangen sind (also Fragmente, welche die vorderste, vor dem Gehirne liegende Körperregion darstellen, quergeschnittene oder verletzte Gehirnganglien enthalten oder die nur den Enddarm besitzen). Sehr kleine, 1 bis 3 oder 4 Millimeter lange Körperfragmente unterliegen dabei sehr oft einer Encystierung, wie wir es an einer anderen Stelle bald näher beschreiben werden²⁾; diese Encystierung verzögert den ganzen Regenerationsprozeß beträchtlich, weshalb solche winzige Körperfragmente sich (in technischer Hinsicht) etwas schwerer dazu eignen, um das Tempo der Regeneration in verschiedenen Gegenden des Körpers näher zu analysieren. Man sieht sich bei solchen kleinen Fragmenten gezwungen, die Bildung der Cyste durch Schütteln des Gefäßes oder durch Einwirkung des Lichtes künstlich zu verhindern.

Ziehen wir daher etwas größere Körperfragmente in Betracht. Das Vorderstück, welches aus einem Querschnitt vor der Mundöffnung (zwischen dieser und den Cerebralorganen) hervorgegangen

¹⁾ J. Nusbaum u. M. Oxner. Studien über die Regen. der Nemertinen. I. Teil. Arch. f. Entwm., 1910.

J. Nusbaum u. M. Oxner. Bullet. de l'Acad. des Sc. Cracovie, 1910.

M. Oxner. Études sur la régénération chez les Némertiens. Ann. de l'Institut. Océanogr. de Monaco, 1910.

²⁾ Unsere diesbezügliche Arbeit soll in nächster Zukunft im „Biolog. Zentralblatte“ 1910 erscheinen.

ist, regeneriert zwar vollkommen, aber dieses Fragment enthält keine Spur vom alten Darne; es bildet sich ein neuer Darm, wie wir ¹⁾ es an einer anderen Stelle gezeigt haben, aus der Rhynchocoelomwand oder in sehr seltenen Fällen, wie es scheint, aus den Mesodermzellen, aber immer mit Beihilfe von Wanderzellen. Dieses Fragment hat also sehr viel in recht komplizierter Weise neuzubilden, und zwar bedeutend mehr, als die aus weiter nach hinten liegenden Körperteilen ebenfalls durch Querschnitte entstandenen Fragmente. Diejenigen, welche Teile des Mitteldarmes enthalten, zeigen alle einen identischen Bau. Lassen wir deshalb jenes Vorderstück unberücksichtigt und ziehen nur eine Anzahl von Fragmenten in Betracht, die durch eine Reihe von Querschnitten durch den Wurmkörper in der Mitteldarmregion entstanden sind; ein jedes der 8 bis 12 oder sogar 20 von uns angefertigten Körperfragmente zeigte folgenden Bau. Die Körperwand und das Mitteldarmstück waren vorne und hinten offen, vorne und hinten waren die Nervenstränge durchgeschnitten, in jedem Fragmente war ein entsprechend langes Stück des Rhynchocoeloms (welches sich rasch schließt) vorhanden; die Blutgefäße, das Körperparenchym und während der Geschlechtsreife die mit reifen Geschlechtsprodukten gefüllten Gonaden zeigten ganz gleiche Verhältnisse in jedem Fragmente. Endlich waren alle diese Körperfragmente von gleicher Länge. Hier waren also die obigen zwei Bedingungen erfüllt, da wir den weitaus größten Teil des Wurmkörpers in eine Anzahl von Körperfragmenten von gleicher Größe und von ganz gleichem Bau zerlegt haben. In gleichen Zeitintervallen zeigte sich aber der Zustand der Regeneration, d. h. der Grad derselben in Fragmenten aus verschiedenen Körpergegenden als ein recht differenter. Da hier also die Zeit, die Größe und der Bau der Fragmente gleich waren und nur ihre Lage (L) im Verhältnis zur Längsachse des ganzen Wurmkörpers eine differente war, so können wir sagen, daß *caeteris paribus* der Regenerationsrhythmus (R) der Körperfragmente eine Funktion der Lage ist:

$$R = fL.$$

Die größte Regenerationsgeschwindigkeit besitzt das mittlere Körperfragment; je weiter wir aber kopfwärts oder kaudalwärts gehen, desto jünger erscheint die Regenerationsstufe der betreffenden

¹⁾ Nusbaum u. Oxner a. a. O.

Fragmente, wenn auch schließlich ein jedes Fragment seine vollkommene Regeneration erreicht.

Wenn wir die betreffenden Körperfragmente in der Richtung von vorne nach hinten mit den Buchstaben (*b*), *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n* bezeichnen (*a* — bezeichnet das Kopffragment vor dem Munde, *b* — das Fragment, welches den Vorderdarm enthält), so können

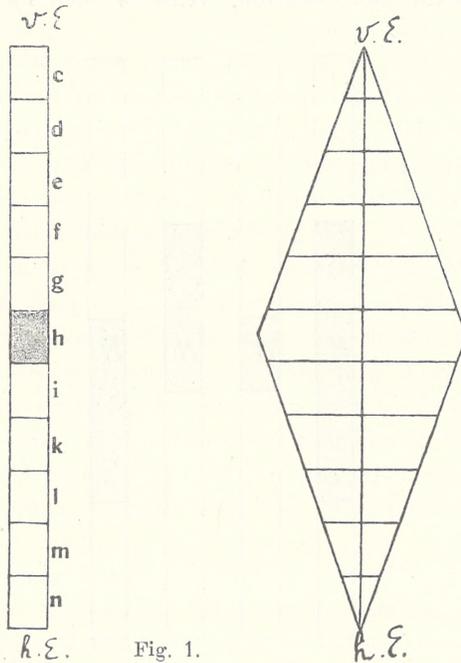


Fig. 1.

wir die Regenerationsgeschwindigkeit durch folgende Formel ausdrücken:

$$(b) < c < d < e < f < g < h > i > k > l > m > n,$$

d. h. die Regenerationsgeschwindigkeit des mittleren Körperfragmentes *h* ist größer als die der benachbarten *g* und *i*, die Regenerationsgeschwindigkeit dieser letzteren größer als die von *f* und *k* u. s. w. Wenn wir durch eine gerade Linie *v. E* (vorderes Körperende) — *h. E* (hinteres Körperende) die Länge des Wurmkörpers und durch eine Reihe von zu dieser Linie senkrechten, queren Linien die Regenerationsgeschwindigkeit bezeichnen, so bekommen wir folgendes Schema (Fig. 1).

Aus diesem Schema ist ersichtlich, daß in der Mitte des Körpers die Regenerationsgeschwindigkeit am größten ist, während sie oralwärts und kaudalwärts abnimmt.

Die obigen Verhältnisse haben wir bei allen, sehr zahlreichen von uns untersuchten Exemplaren beobachtet.

Es ist auch interessant, daß das mittlere Körperfragment schneller regeneriert als die benachbarten, wenn es auch nicht in ganz glei-

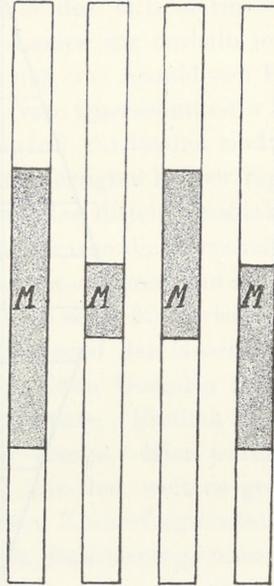


Fig. 2.

chem Abstände von den beiden Körperenden liegt, jedoch die Mitte des Körpers einschließt und wenn es länger oder kürzer ist, wie wir es aus dem Schema in Fig. 2 ersehen, wo mit *M* das am schnellsten regenerierende Körperfragment bezeichnet ist.

Zur Illustration des Schemas in Fig. 1 und Fig. 2 und der diesbezüglichen Verhältnisse mögen nur einige Beispiele dienen.

Bei einem Individuum, das am 7/XI 1909 von vorne nach hinten in eine Reihe von Fragmenten (*a*) *b*, *c*, *d*, *e* u. s. w. quer zerlegt worden war, und zwar so, daß *e* der Mitte des Körpers entstammte und eine größere Länge besaß, konnte man nach 10 Tagen (d. 16/XI) wahrnehmen, daß das Vorderende eines jeden Fragmentes

sehr verschieden in dem Regenerationsprozesse fortgeschritten war. So war bei *b* die Rhynchodäumanlage noch kaum zu bemerken, das Gehirn war noch nicht entwickelt, da das Hautepithel am Vorderende des Regenerates erst zu proliferieren begann, und der Darm war vorne blind geschlossen, ohne irgendwelche Spuren einer Differenzierung zu zeigen. Bei *c* war schon das Rhynchodäum vorhanden, aber vorne noch geschlossen, ein Rüssel war noch nicht da, die Gehirnanlage war bedeutend größer, aber die Cerebralgorgane waren noch nicht entwickelt, und es war keine Differenzierung des Vorderdarmes (aus der Wand des noch blind geschlossenen Mitteldarmes) zu sehen. In *d* öffnete sich schon fast das Rhynchodäum nach außen, indem es von einer äußerst dünnen Scheidewand vorn begrenzt war, welche eine Einstülpung des Epithels darstellte. Alles andere war wie in *c*.

In *e* konnte man schon in dem Gehirne eine Differenzierung in ventrale und dorsale Cerebralganglien sehr klar sehen, und außerdem waren schon die Cerebralgorgane vollständig entwickelt; der vorderste Darmabschnitt war schon zum Vorderdarm differenziert und unterschied sich sehr klar in histologischer Hinsicht von dem weiter nach hinten folgenden Mitteldarm, dessen Produkt er darstellte. Wir sehen also, daß der Regenerationsprozeß um so rascher fortschreitet, je näher wir dem Mittelpunkte des Körpers kommen.

Noch besser illustriert die Verhältnisse der folgende Fall.

Ein Exemplar von *Lineus ruber* wurde am 24/XI 1909 quer in 12 gleich lange Fragmente zerlegt, welche am 10/XII 1909, also am 17. Regenerationstage fixiert wurden, und nun konnte man sehen, daß das mittlere Fragment am weitesten in der Regeneration fortgeschritten war, während die Fragmente, welche kopfwärts und kaudalwärts folgten, sukzessive immer schwächer in Regeneration begriffen waren. Während im mittleren Körperfragmente das neugebildete Gehirn aus den *gg. dorsalia* und *ventralia* bestand, die Cerebralgorgane vollkommen entwickelt waren, das Rhynchodäum sich nach außen öffnete, die Anlage des neuen Rüssels gut entwickelt, der Vorderdarm vollkommen differenziert und mit einer Mundöffnung versehen und außerdem ein Enddarm differenziert war, welcher sich jedoch noch nicht nach außen öffnete, obwohl das Hinterende desselben dem Hautepithel nahe anlag, fanden wir in den nächst liegenden vorderen und hinteren Körperfragmenten,

daß die Cerebralorgane noch schwächer differenziert waren und der Vorderdarm sehr nahe dem Epithel der Bauchseite anlag, aber noch blind geschlossen war. Die Mundöffnung war also nur in dem Fragmente aus der ganz mittleren Körpergegend entwickelt.

In den noch mehr vorne oder noch mehr hinten liegenden Körperfragmenten war das Gehirn sukzessive immer schwächer entwickelt und in den zwei vordersten und zwei hintersten konnten wir nur eine rege Proliteration des Epithels am Vorderende des Körpers beobachten, eine Anhäufung von Ektodermzellen, aus denen sich erst später die Gehirnganglien bilden sollten. In diesen Fragmenten war auch nur die erste Spur einer Differenzierung des Vorderdarmes zu sehen und das Rhynchodäum war noch nicht vorhanden.

Bei verschiedenen Exemplaren schreitet die Regeneration überhaupt etwas schneller oder langsamer fort, aber in den Fragmenten, welche einem und demselben Exemplare entstammen, läßt sich stets die Regel konstatieren, daß die Fragmente aus den mittleren Körperregionen am schnellsten regenerieren, die vordersten und hintersten am langsamsten.

Diese Verhältnisse halten wir deshalb für besonders interessant, weil in den Körperfragmenten des *Lineus* eine stark ausgeprägte Polarität hervortritt. Ein Körperfragment z. B. aus der Gegend des Mitteldarmes, welches vorne und hinten einen ganz identischen Bau besitzt und somit strukturell nicht polarisiert zu sein scheint, weist dennoch potentiell eine stark ausgesprochene Polarität auf, weil, wie wir es auch an lebenden Objekten konstatieren konnten, immer am Kopfende des Fragmentes das Gehirn, der Vorderdarm, die Mundöffnung und das Rhynchodäum. am Kaudalende der Enddarm und After sich bildet. Wir können also sagen, daß in jedem Körperfragmente zwei Pole existieren, von denen der vordere die Tendenz hat, andere Organe zu produzieren, als der hintere. Es existieren an beiden Polen verschiedene Bildungspotenzen, gewissermaßen verschiedene Bildungsspannungen, welche wir mit $+$ und $-$ wie am Magnetstabe bezeichnen können (obwohl wir ausdrücklich betonen, daß wir damit durchaus nicht irgend eine Ähnlichkeit zwischen diesem und einem strukturell polarisierten Organismus bezeichnen wollen).

Es ist deshalb selbstverständlich, daß z. B. in einem hinteren Körperfragmente, das nur den Enddarm und den hintersten Abschnitt

des Mitteldarmes enthält, der Organismus eine gewisse Bildungsspannung überwinden muß, um hier, nahe dem Hinterpole, vorne Organe zu bilden, welche normal dem vorderen Pole des intakten Körpers angehören. Dasselbe bezieht sich auch auf die ganz vorderen Körperfragmente, welche mehr positiv angelegt sind und trotzdem hinten Organe regenerieren sollen, die mehr dem negativen, d. h. dem hinteren Pole des intakten Körpers angehören. In dieser Hinsicht ist die Bildungspotenz, die Bildungsspannung in den Fragmenten aus der mittleren Körperregion an beiden Polen des Fragmentes ziemlich gleich.

Es wäre vielleicht möglich, hiedurch, wenigstens teilweise, diese auffallende Tatsache zu erklären, daß eben in den mittleren Körperfragmenten die Regenerationspotenz rasch ausgelöst wird und daß das betreffende Fragment schnell und energisch zu regenerieren beginnt, daß dagegen mit der Entfernung nach dem vorderen oder dem hinteren Körperpole eine längere Zeit verstreichen muß, bis gewisse entgegengesetzte Bildungsspannungen überwunden und ausgeglichen sind, und daß erst dann der Regenerationsprozeß eingeleitet wird, so daß er hier viel länger dauert und langsamer fortschreitet.

Studia nad tworami sarkoplazmatycznymi włókna mięśniowego poprzecznie prążkowanego. — Studien über die interstitiellen Gebilde der quergestreiften Muskelfaser.

Mémoire

de M. **J. HIRSCHLER**

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Juin 1910.

(Planche XVIII).

Unser Wissen von dem Baue des Muskelgewebes und insbesondere der quergestreiften Muskelfaser ist gleichsam ein buntes Gewirr verschiedenster Anschauungen, unter denen es neben richtigen Deutungen und trefflichen Beobachtungen nicht an ausschweifenden Spekulationen und Theorien fehlt. Ich erinnere hier nur kurz an den Streit, ob wir die kontraktile Substanz in den Fibrillen (Kölliker, Retzius, Rollet u. a.) oder in dem Rollet'schen Sarkoplasma (Leydig, Ramón y Cajal, von Gehuchten u. a.) zu erblicken haben, inwiefern das Muskelsäulchen als ein präexistierendes, natürliches Gebilde aufzufassen sei, oder ob es nur ein Kunstprodukt (Ramón y Cajal) darstellt; ich gedenke weiter des Kampfes zwischen der Bowman'schen Schule und den Anhängern der Kölliker'schen und Retzius'schen Anschauungen und der zahlreichen und so verschiedenen Deutungen des Kontraktions- und Extensionsvorganges (Krause, Brücke, Merkel, Rollet, Bowman u. a.). Und doch haben zuletzt, wie heutzutage allgemein anerkannt wird, die trefflichen und erschöpfenden Untersuchungen Kölliker's und Rollet's den Sieg davongetragen, sodaß wir die Muskelfaser fast einhellig als aus kontraktile Substanz — den Muskelsäulchen — und dem Sarkoplasma zusammengesetzt ansehen. Letzteres wurde von den älteren Autoren entweder vollkommen unberücksichtigt gelassen (Schwann, Bowman), oder man schenkte ihm verhältnismäßig wenig Beachtung. Erst Kölliker gab uns zuerst in einer Reihe von Arbeiten (1850, 1857, 1866, 1867, 1888) eine eingehende Schilderung des Sarkoplasmas, und seinen Unter-

suchungen folgte eine große Zahl von Abhandlungen (Rollet, Krause, Merkel, Flögel, Aubert, Arndt, Thin u. a.), die sich mit demselben Thema befaßten. Kölliker wies darauf hin, und seine Ansicht wurde von anderen Autoren bestätigt, daß das Sarkoplasma aus einer flüssigen Substanz bestehe, in welcher oft massenhaft kleinere und größere, gegen verschiedene Reagenzien stark resistente Körnchen eingebettet sind, die miteinander durch feine Fädchen zusammenhängen. Unter den späteren Arbeiten sind vor allem die Untersuchungen von Retzius und Rollet hervorzuheben. Dem ersteren gelang es, mittels der Goldmethode (1881) äußerst feine und regelmäßige sarkoplasmatische Querfadennetze darzustellen, die eine fixe Lage den Querstreifen der Fibrillen gegenüber beibehalten und sowohl bei Wirbeltieren wie auch bei Wirbellosen anzutreffen sind. In seiner späteren Arbeit (1890) ist er auch zu der Überzeugung gelangt, daß in den interstitiellen Räumen die Körnchen oft in sehr regelmäßigen Querreihen zu liegen kommen und miteinander eine Verbindung mittels feiner Fädchen aufweisen. Die Retzius'schen Querfadennetze wurden später von Bremer und Melland aufgefunden, und obwohl der erstere eine etwas andere Anordnung derselben annimmt, kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß er dieselben Strukturen wie Retzius vor Augen hatte. Die Retzius'schen Angaben finden übrigens eine vollkommene Bestätigung seitens eines so gewissenhaften Forschers wie Rollet; sie müssen somit den Ausgangspunkt für spätere Untersuchungen bilden. Aus allen vorher angeführten Arbeiten über das Sarkoplasma ergibt sich, daß dieses aus einer flüssigen Substanz besteht, in welcher sich zahlreiche Körnchen finden, die oft in regelmäßigen Querreihen zu liegen kommen und miteinander durch Fädchen oder Lamellen zusammenhängen. Außerdem müssen dem Sarkoplasma noch gewisse Quermembranen zugerechnet werden, deren Anwesenheit heute gewissermaßen sicher bewiesen ist (Krause, Heidenhain); in demselben nehmen noch speziell bei den Tracheaten innerfaserige Ausläufer der Tracheenendzellen Platz, die zwischen den Muskelsäulchen eingelagert sind und seitens einiger Autoren (Kölliker, Ciaccio, Limbeck, Ramón y Cajal) eingehend beschrieben wurden.

Neuerdings erschien eine Arbeit von Holmgren, in welcher neben der kontraktile Substanz auch dem Sarkoplasma besondere Beachtung geschenkt wird. Holmgren fand, wie schon vorher ei-

nige Forscher (Ramón y Cajal, Fusari, Veratti), in dem Sarkoplasma der Muskelfasern bei Arthropoden und Wirbeltieren regelmäßige Querfadennetze, die nach der Golgi'schen Methode leicht darzustellen sind und ihrer Lage nach manchen Fibrillenquerstreifen entsprechen. Bei den Arthropoden hängen diese Netze mit den innerfaserigen Trachealverzweigungen, bei den Krustazeen und Wirbeltieren mit dem die Muskelfaser umspinnenden Bindegewebe, bei den letzteren auch mit den Blutkapillaren zusammen, Diese Netze nennt Holmgren „Trophospongiennetze“ und deutet sie bei den Arthropoden als feinste Verästelungen der innerfaserigen Tracheenzweige, bei den Krustazeen und Wirbeltieren als feinste Ausläufer des Bindegewebes, die in der Muskelfaser eine nutritive Funktion ausüben. Ihrem Verhalten und ihrer Beschaffenheit nach sollen sie vollkommen den Trophospongien entsprechen, die Holmgren in den Epithelzellen verschiedener Organe und in den Nervenzellen beschrieben hat. Die Deutungen Veratti's und Fusari's, die auch nach der Golgi'schen Methode sehr ähnliche Querfadennetze erhalten haben und sie für sarkoplasmatische Strukturen ansehen, hält Holmgren für unrichtig, dagegen betrachtet er als zutreffend die Anschauungen Ramón y Cajal's, welcher auch mit der genannten Methode arbeitete und die innerfaserigen Querfadennetze ähnlich wie Holmgren als feinste Trachealverästelungen auffaßt. Die von Holmgren erhaltenen Netze sind nun seiner Anschauung nach nicht sarkoplasmatische Strukturen, sondern stellen Gebilde dar, die von den Retzius'schen Goldnetzen streng unterschieden werden müssen. Diese Äußerung Holmgren's bezieht sich auch auf die Arbeit Rollet's, welcher die Retzius'schen Netze nach Säureeinwirkung gesehen und ihr Verhalten während der Kontraktion sehr eingehend studiert hat.

Angesichts dieser Verschiedenheiten in den Anschauungen der genannten Forscher blieb somit die Frage unentschieden: Sind die innerfaserigen Netze als Trophospongiennetze im Sinne Holmgren's oder als sarkoplasmatische Strukturen aufzufassen. Zur Klärung dieser strittigen Frage mögen vielleicht meine Untersuchungen etwas beitragen.

Das technische Verfahren.

Als Versuchsobjekte dienten mir Insekten, Krustazeen, Säuger (Maus), Amphibien und Fische, gelegentlich wurde auch *Am-*

phioxus zum Vergleich herangezogen. Von den Insekten untersuchte ich vor allem *Dytiscus marginalis*, sowohl Tiere, welche über den Winter in Aquarien gehalten, wie auch Exemplare, welche im freien im Frühling eingefangen wurden. Ein genaues Studium der Muskeln dieses Tieres erschien mir deswegen interessant, weil es sowohl Retzius und Rollet, wie auch Holmgren als Versuchsobjekt gedient hatte. Daneben wurden auch die Muskeln von *Hydrophilus*, *Libellula*, *Blatta* und *Phyllodromia* studiert, bei sämtlichen Insekten sowohl die Flügel- wie auch die Beinmuskeln. Von den Amphibien untersuchte ich die Herz-, Bauch- und Beinmuskeln (*Rana*, *Triton*), von den Fischen verwendete ich zu meinen Untersuchungen *Tinca* und *Leuciscus*. Außerdem hatte ich auch Gelegenheit, an den Abdominalmuskeln vom Flußkrebse (*Astacus*) einige Beobachtungen zu machen.

Als Fixiermittel gebrauchte ich wässrige, gesättigte, reine Sublimatlösung oder dieselbe Lösung mit 3% Zusatz von Salpetersäure, weiter Flemming's Gemisch, 10% Formol, Carnoy's Flüssigkeit und reine Osmiumsäure (0.5%, 1% und 2%). Die in den vorher erwähnten Flüssigkeiten fixierten Muskeln habe ich mit Ausnahme der osmierten in zwei Portionen geteilt, von denen die eine nach gewöhnlicher Passierung der Alkoholenreihe in Paraffin eingebettet, die andere nach der Bielschowsky'schen, von Maresch modifizierten Silbermethode behandelt wurde. Ich legte viel Gewicht darauf, von einem und demselben Tiere stammende Muskeln wenigstens nach zwei Methoden zu behandeln, wodurch die Deutung der mikroskopischen Bilder an Exaktheit gewinnt. In 0.5% bis 2%-iger Osmiumsäure verweilten die Muskelstücke verschieden lang: Eine Stunde, einen Tag, 3 Tage, 9 Tage, dabei wurde das Gefäß, in welchem die Fixierung stattfand, in einem auf 25° C. erwärmten Thermostaten untergebracht. Die besten Resultate erhielt ich an Muskeln, die 9 Tage in 1%-iger Osmiumsäure verweilten. Nach vollzogener Osmierung legte ich die Muskelstückchen auf 24 Stunden in 50%-igen Alkohol, was zur Entfernung des Osmiumüberschusses vollkommen ausreicht. Die zur Bielschowsky'schen Methode bestimmten Muskelstücke wurden 4—5 Stunden im Leitungswasser gewaschen und danach in Höllesteinlösung übertragen. Um verschieden starke Silberimprägnationen zu gewinnen, wandte ich 0.5%, 1% und 2%-ige Lösung von *Argentum nitricum* an. Die Gefäße mit *Argentum nitricum* und den darin liegenden Stückchen

wurden 1—3 Tage sowohl bei Zimmertemperatur, wie auch in einem auf 35° C. erwärmten Thermostaten gehalten. Die schönsten Bilder gaben mir Muskeln von Insekten, welche 2 Tage in 2%-iger Lösung von *Argentum nitricum* bei 35° C. verweilten. Die Imbibierung der Wirbeltiermuskeln dauert länger und erfordert eine Frist von wenigstens 3 Tagen. Nach Passierung der Höllesteinlösung und kurzem Abspülen in Wasser brachte ich die Stückchen auf 1—3 Stunden in ammoniakalische Silberlösung. Verweilen die Stücke länger als drei Stunden in der genannten Silberlösung, so tritt oft eine starke Schwärzung der Fibrillen ein, sodaß dann die Querfadennetze nicht so deutlich hervortreten. Aus der ammoniakalischen Silberlösung brachte ich die Stücke auf 3—4 Stunden in 20%-iges Formol und fand, daß die Dauer für das Zustandekommen der Reduktion vollkommen ausreicht. Danach wurden die Objekte wie gewöhnlich behandelt und in Paraffin eingebettet. Bei Anwendung verschiedener Fixiermittel habe ich mich überzeugt, daß vorherige Fixierung der Objekte im Carnoy'schen Gemisch auf das Gelingen der Bielschowsky'schen Methode nicht schädlich einwirkt und der Formolfixierung fast gleichzusetzen ist. Bei weitem weniger eignet sich dazu die Sublimatfixierung, nach welcher man beim Anwenden der Bielschowsky'schen Methode nicht immer, aber oft auch nach 48-stündigem Waschen störende Niederschläge bekommt. Osmierte Stücke eignen sich zu diesem Verfahren ganz und gar nicht. Neuerdings bekam ich auch sehr schöne Schwärzungen mittels der Golgi'schen Methode zur Darstellung des Apparato reticolare.

Um die Topographie der mittels der Bielschowsky'schen und Golgi'schen Methode geschwärzten Querfadennetze genau zu bestimmen, wurden die Schnitte nachträglich mit Heidenhain'schem Eisenhämatoxylin gefärbt, welches wie bekannt, die Querstreifung der kontraktile Substanz sehr schön und deutlich hervortreten läßt. Dabei müssen darin die Schnitte 24 Stunden und auch länger trotz vorhergegangener Alaunbeizung verweilen, denn das vorangeschickte Bielschowsky'sche Verfahren scheint die Färbung etwas zu verzögern. Außer an Stücken wurde die Bielschowsky'sche Methode auch für aufgeklebte Schnittserien angewendet; man erhält aber im letzteren Falle nie so schöne und kontrastvolle Schwärzungen wie bei der Stückbehandlung. Schnittserien von Stückchen, welche mit den vorher erwähnten Fixiermitteln behan-

delt (Sublimat, Formol, Carnoy'sches Gemisch) und mit Ausschluß der Bielschowsky'schen Methode, wie gewöhnlich, in Paraffin eingebettet worden waren, färbte ich größtenteils auch mit Eisenhämatoxylin. Daneben wurden aber auch andere Färbemittel angewendet, wie Eosin, van Gieson'sches Gemisch, Fuchsin, Vanadiumhämatoxylin und die Heidenhain'sche Neutralfärbung (Thiazinrot, Thionin). Ziemlich gute Resultate habe ich auch mit der Altmann'schen Färbungsmethode (Fuchsin, Pikrinsäure) erhalten, die vor allem zum Studium der interstitiellen Gebilde empfohlen werden kann; zum Gelingen der Färbung ist das Altmann'sche Fixierungsgemisch nicht gerade notwendig, denn auch in reiner 1%iger Osmiumsäure fixierte Stücke geben an Schnitten eine schöne Kontrastfärbung.

Außer der Bielschowsky'schen Methode wandte ich einige Male auch eine der Cajal'schen an, erhielt aber damit nur die dickeren Tracheenzweige geschwärzt, während von Querfadennetzen nichts zu sehen war.

Eigene Untersuchungen.

1. Arthropoda.

Insekten. Hinsichtlich der Bilder, die uns mittels Eisenhämatoxylin gefärbte Schnitte, bei vorangegangener Formol- und Carnoy-Fixierung zeigen, kann ich mich ziemlich kurz fassen, da sie, wie bekannt, schon von Rollet, Holmgren u. a. eingehend studiert worden sind. An Längsschnitten durch Flügelmuskeln von *Dytiscus* und *Hydrophilus* kann man beim Extensionszustande und bei schwacher Differenzierung ein deutliches *Q* und *J* erkennen, wobei auch *Z* in vielen Fällen deutlich wahrzunehmen ist. *Q* erscheint bei dieser Behandlung als ein schwarzer Streifen, welcher beinahe zweimal breiter ist als das viel hellere *J* und einen homogenen Bau aufweist.

Zwischen den Muskelsäulechen finden wir in den Flügelmuskeln, wie bekannt, zahlreiche interstitielle Körner, die ich nach Arnold als Sarkosomen bezeichnen werde. Sie lassen sich, wie schon Holmgren gezeigt hat, schön bei Eisenhämatoxylinfärbung darstellen, und färben sich auch mittels der Altmann'schen Methode, wie schon vorher erwähnt wurde, intensiv rot, während die Muskelsäulechen schmutzig gelb erscheinen. Fassen wir zuerst die Hämatoxy-

linbilder ins Auge: An dickeren Schnitten von extendierten Muskelfasern scheinen die Sarkosomen oft ganz unregelmäßig in den interstitiellen Räumen zerstreut zu liegen. An dünneren Schnitten läßt sich eine gewissermaßen regelmäßige Anordnung wahrnehmen. Holmgren wies bei manchen Insekten nach, daß gewöhnlich zwei Sarkosomen auf ein Muskelsegment zu rechnen sind, wobei sie auf der Höhe der Grundmembran und auf der Höhe der *Q*-Mitte, wo an den Muskelfasern oft der Hensen'sche Streifen anzutreffen ist und wo das Holmgren'sche Trophospongiennetz verläuft, zu fehlen scheinen. Diesen Angaben kann ich größtenteils beistimmen, da auf meinen Präparaten auf der Höhe von *Z* nie große Sarkosomen, wie sie uns Holmgren darstellt und wie ich sie gesehen habe, zu finden sind. Oft kommen sie knapp an der Grundmembran zu liegen, dennoch kann man immer noch sicher erkennen, daß sie zu beiden Seiten von ihr Platz nehmen. Sie erscheinen oft auf einer Seite abgeplattet und diese Abplattung mag vielleicht durch den Widerstand der Grundmembran hervorgerufen sein, obwohl deren Anwesenheit sich nicht immer leicht feststellen läßt. Auf der Höhe des ganzen Fibrillensegmentes scheint mir dagegen ihre Anordnung gar nicht so regelmäßig zu sein; man findet oft Stellen, an welchen ihrer zwei, drei und oft mehrere vorhanden sind, sodaß ein sarkosomenfreier Spalt auf der Höhe der *Q*-Mitte sehr oft vermißt wird. Eins mag hier auch hervorgehoben werden: Auf allen Figuren, die uns in Holmgren's Arbeit Schnitte durch Flügelmuskeln darstellen, scheinen die Sarkosomen von fast gleicher Größe zu sein und jedenfalls erscheinen ihre Größenschwankungen sehr gering. Damit stimmen meine Untersuchungen an den Flügelmuskeln von *Dytiscus* und *Hydrophilus* gar nicht überein. Ich konnte mich im Gegenteil überzeugen, daß die Größenschwankungen verschiedener Sarkosomen sehr bedeutend sind. Die großen Sarkosomen, wie sie Holmgren darstellt, sind sehr zahlreich und scheinen oft an Zahl zu überwiegen, daneben finden wir aber auch kleine und ganz winzige Sarkosomen und von den letzteren lassen sich alle Größenübergänge bis zu den großen finden. Eine weitgehende Verschiedenheit in der Größe der Sarkosomen hatte schon Retzius an den Körpermuskeln von *Dytiscus* beobachtet und dieselben in einigen Figuren seiner späteren Arbeit (1890) abgebildet. Hinsichtlich der Lage dieser kleinsten Sarkosomen habe ich nun einige Beobachtungen angestellt, die mir für die Frage über die Natur der Binnennetze nicht uninter-

essant erscheinen, was im folgenden genauer berücksichtigt werden soll. Eine Anzahl derselben liegt in den interstitiellen Räumen unregelmäßig zerstreut, während andere zu beiden Seiten der Grundmembran Platz nehmen und hier am zahlreichsten anzutreffen sind. Sie liegen entweder frei zwischen den Muskelsäulchen, oder den letzteren angeschmiegt. Oft findet man sie an der Grundmembran so zahlreich, daß sie wie eine Granulareihe erscheinen. Ihre Lage ist von dem physiologischen Zustande der Muskelfaser (Kontraktion und Extension) unabhängig, wodurch sie von den den Fibrillen angehörigen Granula bestimmt unterschieden werden können. An dünnen Längsschnitten durch Flügelmuskeln kann man sich beim allmählichen Heben und Senken des Tubus überzeugen, daß sie außerhalb des Muskelsäulchens gelegen sind, was angesichts der ziemlich bedeutenden Dicke des letzteren mit vollkommener Sicherheit festgestellt werden kann. Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit unserer Annahme bieten uns vor allem Querschnittsbilder. Hier können wir zwischen den Muskelsäulchen die nämlichen kleinen Sarkosomen antreffen und uns von ihrer Lage im Sarkoplasma mit voller Sicherheit überzeugen. Die kleinen Sarkosomen erscheinen als rundliche oder ovale Körnchen, während die größeren und größten gewöhnlich eine ovale, seltener eine rundliche oder unregelmäßige Form aufweisen. Während fast alle größeren Sarkosomen im Kontraktionszustande ihre Form, wie bekannt, ändern, konnte ich an den kleinen keine merklichen Gestaltveränderungen wahrnehmen. Hinsichtlich der Sarkosomen konnte ich ältere Angaben in den Arbeiten Kölliker's und Retzius' bestätigen, während in den Figuren Holmgren's nichts davon zu sehen ist; ich meine nämlich die gegenseitige Verbindung der Sarkosomen mittels feiner Fäden, was auch bei Wirbeltieren beobachtet wurde (Arnold). Dagegen finden wir bei Holmgren in allen Figuren die Sarkosomen immer vollkommen frei im Sarkoplasma gelagert und nirgends mittels Fädchen miteinander verbunden. Ich konnte mich nun an zahlreichen Schnitten nach Formol- und Carnoy-Fixierung vollkommen sicher davon überzeugen, daß die Sarkosomen mittels dünnerer und dickerer Fädchen zusammenhängen, und zwar sowohl große mit großen, wie auch mit kleineren und kleinsten. Ob daneben nicht Sarkosomen vorkommen, die ganz frei im Sarkoplasma liegen, mag einstweilen unentschieden bleiben; jedenfalls scheint dies ziemlich selten vorzukommen, während in der Regel die vor-

wiegende Zahl der Sarkosomen von verschiedenster Größe mittels Fäden zusammenhängt. Dies ergibt sich auch aufs unzweideutigste aus einigen Figuren der Retzius'schen Arbeit und ist sowohl an extendierten, wie auch kontrahierten Muskelfasern zu beobachten. Der Verlauf der die Sarkosomen verbindenden Fädchen scheint auch an vielen Stellen ziemlich regelmäßig zu sein. Eine Anzahl von Fädchen verläuft den Muskelsäulchen nahezu parallel und kommt entweder frei im Sarkoplasma zu liegen oder erscheint an die Muskelsäulchen eng angeschmiegt. An Längsschnitten können wir solche Fädchen manehmal an vielen Muskelsegmenten entlang beobachten, und sie scheinen die an der Grenze zweier Muskelsegmente gelegenen Krause'schen Membranen miteinander zu verbinden. An der Stelle, wo diese Längsfädchen der Grundmembran anhaften, respektive an dieselbe stoßen, findet man fast regelmäßig ganz kleine Sarkosomen, deren Lage vor kurzem eingehender besprochen wurde.

Wir sind nun auf Grund der besprochenen Bilder zu der Überzeugung gelangt, daß in den interstitiellen Räumen ein Netzwerk vorhanden ist, welches mit den Grundmembranen in Verbindung steht und welchem Sarkosomen von sehr verschiedener Größe eng angelagert sind — eine Annahme, die mit den Anschauungen von Retzius, Bütschli und Heidenhain ziemlich gut übereinstimmt. Von einem solchen sarkoplasmatischen Netzwerke ist in den Untersuchungen Holmgren's über die Flügelmuskeln (Siebold'scher Typus) der Insekten nichts zu finden.

Ich gehe zur Beschreibung der Bilder über, die man nach der Bielschowsky'schen Methode erhält (Taf. XVIII, Fig. 3 u. 4). Fassen wir schwächer imprägnierte Längsschnitte durch die Flügelmuskeln von *Dytiscus* und *Hydrophilus* ins Auge, so finden wir hier folgende Verhältnisse: Zu beiden Seiten der Muskelfasern liegen ziemlich zahlreiche, schwarz gefärbte Zellen, die mit dickeren, außerhalb der Muskelfasern gelegenen Tracheenästen in Verbindung stehen und ein Büschel von kleineren Tracheenästchen in die Muskelfaser entsenden; es sind dies offenbar die Tracheenendzellen. Haben die Muskelfasern einen etwas welligen Verlauf, sodaß ihre seitlichen Kontouren Ausbauchungen und Vertiefungen zeigen, so nehmen die Tracheenendzellen fast immer in den letzteren Platz und erscheinen der Muskelfaser eng angepreßt. Die innerfaserigen Tracheenästchen zeigen keinen chitinösen Spiralfaden, sondern erscheinen als homogen gebaute Röhren, an welchen das Lumen deutlich zu

erkennen ist. Von der Tracheenendzelle entspringen sie büschelartig, entfernen sich aber bald in ihrem weiteren Verlauf voneinander, sodaß ihre Anordnung an den Bau eines fächerartig gebauten Blattes erinnert. Eine Anzahl von ihnen verläuft der schwach sichtbaren Querstreifung parallel, andere sind zu den Muskelsäulchen schräg orientiert, die meisten von ihnen biegen um und ziehen sich an den Muskelsäulchen entlang. Außer den Tracheen sehen wir aber auch noch andere Gebilde geschwärzt, was die Bielschowsky'schen Bilder von den Golgi'schen erheblich unterscheidet. Wir finden nämlich hauptsächlich ganz kleine geschwärzte Granula, seltener größere, die in den interstitiellen Räumen anzutreffen sind, und, wo man sich über die Querstreifung orientieren kann, bemerkt man sie vor allem in der nächsten Umgebung von *Z* oder dicht am *Z*-Streifen. Manche von ihnen liegen den Tracheenästchen an. An Querschnitten lassen sich deutlich sowohl Tracheenäste wie auch die schwarzen Granula bemerken, wobei letztere oft zahlreich um die Muskelsäulchen angeordnet und diesen hie und da eng angelagert sind. Die übrigen Bestandteile der Muskelfaser, mit Ausnahme der ebenfalls geschwärzten Muskelkerne (*nuclei*), erscheinen hellgelb, nach Vergoldung hellgrau oder fast farblos. Die Natur der schwarzen Körnchen lasse ich einstweilen unberücksichtigt.

An Muskeln mit vollkommenerer Imprägnation (2 Tage in 2%igem *Arg. nitricum* bei 35° C.) stellen sich an Längsschnitten die Verhältnisse etwas anders dar. Wir finden hier außer den innerfasrigen Tracheenästchen und kleinen Granula eine viel größere Zahl von kleinen und größeren geschwärzten Körnchen. Während an den schwach imprägnierten Schnitten diese Körnchen anscheinend frei im Sarkoplasma zu liegen kommen, finden wir sie hier mittels feiner Fädchen miteinander verbunden. Wir erkennen auch hier deutlich eine ziemlich regelmäßige Anordnung der Fädchen und der mit ihnen zusammenhängenden Körnchen. Einerseits verlaufen diese Fädchen quer zu den Muskelsäulchen, andererseits parallel oder umgeben sie schraubenartig. Die querverlaufenden Fädchen sind in gewissen Abständen voneinander gelegen und zu Netzen miteinander verbunden, deren Verlauf meistens senkrecht zu den Muskelsäulchen, seltener etwas schräg orientiert ist, oder wellig erscheint. Wir sehen nun an vielen Stellen deutlich eine Reihe von Querfadennetzen, die an manchen Stellen sehr, an anderen etwas weniger regelmäßig die Muskelfaser quer durchziehen. Sie stehen in

Verbindung mit feinen, zu den Muskelsäulchen parallel gelegenen Fädchen, die man oft auf einer ziemlich weiten Strecke verfolgen kann, sodaß eine größere Zahl von Querfadennetzen mittels dieser Längsfädchen zusammenhängt. Außer den parallel zu den Muskelsäulchen verlaufenden Fäden, von denen zwischen je zwei Muskelsäulchen gewöhnlich nur einer zu finden ist, hängen die Querfadennetze auch mittels schräg verlaufender feiner Fäden zusammen, wodurch oft vorgetäuscht wird, als ob ein Querfadennetz sich in zwei teile. Sowohl den Querfadennetzen, wie auch den parallel und schräg zu den Muskelsäulchen verlaufenden Fädchen sitzen ziemlich reichlich, fast überall, Körnchen von sehr verschiedener Größe auf. Der Natur dieser Körnchen können wir nun etwas näher treten, und sie ergibt sich von selbst, wenn wir uns nur an die Beschreibung der Eisenhämatoxylinbilder erinnern. Aus dem Vergleich dieser Bilder mit Bildern, die wir mit der Bielschowsky'schen Methode erhalten, wird es aufs deutlichste ersichtlich, daß die Körnchen als Sarkosomen zu deuten sind, die, wie bekannt, mittels Fäden zusammenhängen. Dies ergibt sich erstens aus ihrer Lage, indem sie sowohl in Hämatoxylin- wie auch in Bielschowsky'schen Bildern im Sarkoplasma zu liegen kommen, worüber uns Querschnitte unterrichten, zweitens aus ihrer Form und aus ihrer Größenverschiedenheit, wie auch aus ihrem Zusammenhängen mittels Fäden, was sich auf Schnitten, die mittels dieser beiden Methoden behandelt wurden, vollkommen deutlich erkennen läßt. Auf den Bielschowsky'schen Bildern sehen wir auch, was nach Eisenhämatoxylinfärbung nicht zu bemerken war, daß die Sarkosomen, und zwar gewöhnlich größere, sich auch oft an die Tracheenäste zahlreich anlegen und sie sogar ringartig umgeben. Man kann auch fast überall, was hervorgehoben sein mag, einen Zusammenhang zwischen den Querfadennetzen und Längsfäden einerseits und den innerfaserigen Tracheenästchen andererseits feststellen, sodaß erstere wie feine Ausläufer der letzteren erscheinen. Und doch besteht zwischen den Bielschowsky'schen und den Hämatoxylinbildern ein ziemlich wichtiger Unterschied: An den ersteren sehen wir nämlich deutlich Querfadennetze, während sie an letzteren an Längsschnitten fast gar nicht zu bemerken sind. Die Lösung dieser Frage wird uns nicht schwer fallen, wenn wir die Topographie der Querfadennetze näher ins Auge fassen.

Über die Lage der Querfadennetze und ihre Beziehung zu den

Querstreifen der Muskelsäulchen läßt sich an mit Bielschowsky'scher Methode behandelten Schnitten nichts Bestimmtes aussagen, da die Querstreifung nur sehr undeutlich auftritt und in den meisten Fällen sogar vermißt wird. Zur Lösung dieses Problems wurden die Schnitte nach Vergoldung mittels Eisenhämatoxylin gefärbt und nachträglich differenziert. Bei dieser Behandlung kann man an dünnen Schnitten und an geeigneten Stellen die Topographie der Querfadennetze genau angeben. Ich konnte mich nämlich überzeugen, daß sie ihrer Lage nach dem Streifen *Z* entsprechen und somit mit der Grundmembran auf ein Niveau zu liegen kommen. Dieser Umstand erklärt uns jetzt, wie ich meine, in genügender Weise, warum an Eisenhamatoxylinbildern die Querfadennetze fast gar nicht zu sehen sind. An den letztgenannten Bildern sind nämlich sämtliche, Sarkosomen verbindende Fädchen wie auch die Grundmembran nicht schwarz, sondern dunkelgrau gefärbt und lassen sich deshalb nicht genau erkennen. Die Beziehung der Querfadennetze (an Bielschowsky'schen Bildern) zu den Grundmembranen nach EH-Färbung fasse ich nun folgendermaßen auf: Querfadennetze und Grundmembranen liegen auf demselben Niveau, angesichts dessen müssen wir erstere als geschwärzte Grundmembranen betrachten, denen beiderseits kleine Sarkosomen aufliegen.

An den Bielschowsky'schen Bildern finden wir noch andere interessante Verhältnisse, die an Golgi'schen Bildern zu fehlen scheinen. Wir sehen nämlich, daß die Querfadennetze in einer gewissen Beziehung zu den Muskelkernen stehen, daß sie knapp an diese herantreten und daß jedes von ihnen in einen konischen Ausläufer übergeht, der mit seiner Basis einem Muskelkerne anliegt. Da die Muskelkerne vielfach länger sind als die Muskelsegmente, so sieht man zu jeder Seite der letzteren einige konische Ausläufer, von denen jeder mit einem Querfadennetze zusammenhängt. Die Muskelkerne samt ihren Ausläufern, die als sarkoplasmatische Gebilde zu deuten sind, nehmen somit oft ein sternartiges Aussehen an.

Schon eine Nachfärbung der Bielschowsky'schen Bilder mittels Eisenhämatoxylin zeigt uns zur Genüge, daß auch bei stärkerer Imprägnierung noch viele interstitielle Fädchen und Sarkosomen ungeschwärzt geblieben sind, und davon können wir uns bei Betrachtung noch vollständiger imprägnierter Bilder (*Arg. nitr.*, 3 Tage, 35° C.) ganz sicher überzeugen. Wir finden in diesen, in den inter-

stitiellen Räumen, eine Menge von Sarkosomen, die durch in den verschiedensten Richtungen verlaufende Fädchen verbunden sind. Die interstitiellen Räume scheinen durch ein dichtes Netz von dickeren und dünneren, Sarkosomen tragenden Fäden durchzogen zu sein, die den regelmäßigen Verlauf der Querfadennetze oft verdecken und undeutlich machen. Immerhin läßt sich auch hier ein Zusammenhang zwischen dem dichten Netze und den Tracheenästen noch wahrnehmen. Aus dieser Beschreibung geht auch, wie mir scheint, ziemlich klar hervor, daß man mit der Bielschowsky'schen Methode Bilder bekommt, die diesen nach Carnoy-Fixierung und Eisenhämatoxylinfärbung in ihren Hauptzügen vollkommen entsprechen, und ein Unterschied zwischen beiden Methoden besteht nur insofern, daß bei der ersteren sich ein Zusammenhängen der interstitiellen Netze und der Grundmembranen samt Sarkosomen mit den Tracheenästen sicher feststellen läßt, während es bei der letzteren, angesichts der schwachen Tingierung feinerer Tracheenäste, nur undeutlich wahrzunehmen ist oder vollkommen zu fehlen scheint.

Ziemlich interessante Bilder bieten uns Schnitte, die in Osmiumsäure fixierten Stücken entstammen (Taf. XVIII Fig. 8). Wie bekannt, fixiert Osmiumsäure auch kleine Gewebstücke nicht gleichmäßig, so daß wir an Schnitten in den peripheren Regionen etwas andere Verhältnisse antreffen als in den mittleren, welcher Unterschied dann an größeren Stücken umso beträchtlicher wird. Nach einer Fixierung in $\frac{1}{2}\%$ -iger Osmiumsäure finden wir an Längsschnitten in den peripher gelegenen Muskelfasern ziemlich viele schwach geschwärzte Sarkosomen, während ein Teil von ihnen grünlichgelb erscheint, — welche Färbung auch die Muskelsäulchen aufweisen und eine Querstreifung mit Ausnahme der Z-Linie, die hie und da zu sehen ist, nicht erkennen lassen. Die Sarkosomen scheinen in den interstitiellen Räumen frei zu liegen, denn die verbindenden Fädchen bleiben ungefärbt. Diese Beobachtung gilt auch für die innerfasrigen Tracheenäste, deren Anwesenheit uns die zwischen den Sarkosomen oft hervortretenden, den Verlauf der Tracheen andeutenden, hellen Streifen verraten. Zwischen den Muskelfasern gelegene Tracheenäste, sowohl dickere wie auch dünnere, zeigen gar keine Schwärzung; sondern erscheinen hellgelb gefärbt. Die in der Mitte des Schnittes gelegenen Fasern eignen sich zu histologischen Untersuchungen weniger, denn hier dringt die Osmiumsäure später ein, und

der Säuregehalt ist geringer, wodurch eine Quellung des Gewebes hervorgerufen wird, die auf die Topographie einzelner Gebilde innerhalb der Muskelfaser schädlich einwirkt. Verschiedene Bilder von den zuletzt geschilderten geben uns Schnittserien, die von 9 Tage in 1%iger Osmiumsäure fixierten Muskelstückchen angefertigt wurden. Die Muskelsäulchen erscheinen hier in den peripheren Regionen des Schnittes grünlichgelb, und auch das Sarkolemma (*Dytiscus*) zeigt, was Beachtung verdient, dieselbe Färbung. Von den Sarkosomen, die, wie bekannt, von sehr verschiedener Größe sind, erscheint ein Teil geschwärzt, die übrigen hell. Von den geschwärzten zeigen die großen und mittelgroßen Sarkosomen gewöhnlich eine etwas hellere Färbung, die ganz kleinen, welche vor allem in der Umgebung des Streifens *Z* zu liegen kommen, eine tiefe Schwärzung. Fast alle Sarkosomen hängen miteinander mittels weniger oder stärker geschwärzter Fädchen zusammen, deren Verlauf demjenigen an den Eisenhämatoxylin- und Bielschowsky'schen Bildern gleich kommt. Die parallel zu den Muskelsäulchen verlaufenden Fädchen sind nicht immer mit gleicher Deutlichkeit zu erkennen, dagegen treten sehr schön und deutlich die Querfadennetze hervor, die ihrem Aussehen nach vollkommen mit den mittels der Bielschowsky'schen Methode erhaltenen übereinstimmen. Färben wir osmierte Schnitte mittels Eisenhämatoxylin nach, so überzeugen wir uns an geeigneten Stellen, daß sie mit dem Streifen *Z* auf eine Höhe zu liegen kommen und demnach auch hinsichtlich der Topographie den Querfadennetzen der Bielschowsky'schen Bilder entsprechen. Angesichts dessen ist nur die einzige Annahme möglich, die mittels beider Methoden erhaltenen Querfadennetze für ein und dasselbe Gebilde, also für Grundmembranen anzusehen, wofür die in beiden Fällen übereinstimmende Lage, das Aussehen und die Beziehung zu den Sarkosomen spricht. Während aber an den Bielschowsky'schen Bildern ein Zusammenhang der Querfadennetze und überhaupt der Sarkoplasmafädchen mit den innerhalb der Muskelfaser gelegenen Tracheenästchen sich immer sicher nachweisen läßt, vermißt man diesen Zusammenhang an Osmiumbildern vollkommen, was wohl darin seine Erklärung findet, daß sich nirgends auch die geringste Schwärzung feststellen läßt, und zwar weder der außerhalb noch innerhalb der Muskelfaser befindlichen Tracheen, da diese sämtlich hellgelb und sogar blässer als die Muskelsäulchen erscheinen. Obwohl nun zwischen den innerfaserigen

Tracheenästchen und dem Sarkoplasmanetze, mit Einschluß der Grundmembranen, ein Zusammenhang sicher besteht (was sich aufs deutlichste aus den Bielschowsky'schen Bildern ergibt) und obwohl man auch an osmierten Schnitten die innerfaserigen Tracheenäste (ähnlich wie Holmgren nach Chrom-Osmiumsäure) im Negativbilde zu sehen bekommt, muß dennoch als ein interessantes Ergebnis das verschiedene Verhalten dieser beiden Gebilde der Osmiumsäure gegenüber hervorgehoben werden — ein Verhalten, welches darauf hinweist, daß Tracheenästchen einerseits und Sarkoplasmanetze wie auch Grundmembranen andererseits vollkommen auseinanderzuhalten sind. Und doch konnte auch jetzt noch die Frage aufgeworfen werden, ob nach länger als 9 Tage dauernder Osmierung oder nach Verweilen der Muskelstücke in mehrprozentiger Osmiumsäure eine Schwärzung der Tracheen nicht hätte erhalten werden können, wodurch das Osmiumbild dem Bielschowsky'schen Bilde gleich käme. Um dies zu entscheiden, wurden Muskelstücke bis 15 Tage in 1%-iger Osmiumlösung oder 8—9 Tage in 2%-iger Osmiumlösung gehalten. Aber auch nach diesem Verfahren, nach welchem die Schnitte im allgemeinen sehr dunkel erschienen, konnte man von einer Schwärzung der Tracheen nichts sehen; sie traten uns im Gegenteil immer als die hellsten Elemente entgegen. Ich konnte nun eine Schwärzung der Tracheen weder nach kurzer, noch nach langer Osmierung erhalten, während eine Schwärzung der Sarkoplasmanetze und Grundmembranen bei geeignetem Verfahren leicht zu erzielen ist. Dies ergaben mir Flügelmuskeln einiger Exemplare von *Dytiscus* und *Hydrophilus*. In diesen Versuchen erblicke ich eine Bestätigung meiner vorher ausgesprochenen Anschauung, daß innerfaserige Tracheenästchen und Grundmembranen, wie auch Sarkoplasmanetze als verschiedene Gebilde aufzufassen sind.

Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit meiner Anschauung lieferten mir Bilder, die ich mittels der Altmann'schen Färbungsmethode (Fuchsin, Pikrinsäure) erhalten habe. Man bekommt hier nach kurzer Osmierung die Sarkoplasmanetze samt den Sarkosomen und Grundmembranen rot gefärbt, während die Muskelsäulchen einen schmutziggelben Ton annehmen. Die innerfaserigen Tracheenästchen bleiben ungefärbt und somit stimmen meine Bilder mit den Figuren, die uns Altmann in seiner Arbeit gibt, vollkommen überein. Wir sehen nun, daß die Sarkoplasmanetze sich nicht nur nach längerer Osmierung anders als die Tracheen ver-

halten, sondern daß sie auch eine wesentlich andere Affinität zu anderen Farbstoffen (Fuchsin) zeigen als die Tracheen, wodurch ein Auseinanderhalten dieser Gebilde noch mehr berechtigt erscheint.

Hinsichtlich der Beinmuskeln und der gewöhnlichen (sarkoplasmaarmen) Körpermuskeln kann ich mich kürzer fassen. da der Bau dieser Gebilde schon eingehend von Retzius und Rollet dargestellt wurde. Ich gehe somit gleich zur Besprechung der Bielschowsky'schen Bilder über. Derselbe Unterschied, welcher bezüglich der Flügelmuskeln zwischen den Bielschowsky'schen und den Golgi'schen Bildern vorher erwähnt wurde, kann auch an diesen Muskeln nachgewiesen werden. Während nämlich an den letzteren (Holmgren) Sarkosomen nicht zu sehen sind und somit von ihrer Beziehung zu den Querfadennetzen nichts gesagt werden kann, finden wir an ersteren Querfadennetze und Sarkosomen geschwärzt, wobei diese jenen oft zahlreich anliegen und mit ihnen verbunden sind. Kurz gesagt, wir finden, daß auch hier das Sarkoplasmanetz ähnlich wie bei den Flügelmuskeln aus Fädchen und Sarkosomen zusammengesetzt ist. Nur zeigen hier die Sarkosomen im allgemeinen geringere Größenunterschiede als bei den Flügelmuskeln, da sie vorwiegend klein und größtenteils, oft sehr regelmäßig, längs der Querfadennetze angeordnet sind, während sie bei den ersteren in großer Zahl auch außerhalb der Querfadennetze liegen können. Um die Topographie der Querfadennetze genau zu bestimmen, wurden die mittels der Bielschowsky'schen Methode behandelten Schnitte mit Eisenhämatoxylin nachgefärbt, wobei sich ergab, daß die genannten Netze paarweise auf der Höhe eines Muskelsegmentes anzutreffen sind und dem Streifen *J* ihrer Lage nach entsprechen, worin ich mit den betreffenden Angaben Holmgren's übereinstimme. Trotzdem scheint ihre Lage nicht ganz fix zu sein, da sie an manchen Stellen dem Streifen *Q*, an anderen dagegen der Linie *Z* etwas näher liegen. Letzteres Bild stellen uns Muskelfasern dar, die sich in einem Übergangsstadium zur Kontraktion befinden; diese Annäherung der Querfadennetze zu der *Z*-Linie kann so weit führen, daß sich die Sarkosomen eines Querfadennetzes mit denen des anderen, in dem benachbarten Muskelsegmente liegenden, gegenseitig berühren, wodurch die *Z*-Linie an vielen Stellen verdeckt wird. Wie bei den Flügelmuskeln, so finden wir auch hier bei den Beinmuskeln, daß die Querfadennetze mittels parallel zu den Muskelsäulchen verlaufenden Fädchen miteinander verbun-

den sind, die sich aber gewöhnlich nur auf kurzer Strecke verfolgen lassen und deren Verlauf oft durch die hier eng nebeneinander stehenden Muskelsäulchen verdeckt wird. Von außen liegen den Beinmuskelfasern zahlreiche größere und kleinere Tracheenstämme an, die oft in eng an dem Sarkolemma gelegene Tracheenendzellen übergehen. Letztere entsenden, wie dies in einigen Fällen zu sehen war, feinere Tracheenäste in die Muskelfaser hinein, überhaupt sind aber innerfaserige Tracheenäste nur sehr spärlich vorhanden und oft vermißt man sie völlig. Inwiefern sie in der Muskelfaser angetroffen werden, zeigen sie meistens einen schlängelnden oder schraubenartigen Verlauf und dringen oft in die größeren, die Muskelkerne beherbergenden Sarkoplasmastränge vor. Ein deutlicher Zusammenhang dieser Tracheenästchen mit den Querfadennetzen, respektive mit den sie verbindenden Längsfädchen, läßt sich zwar nicht immer, jedoch an geeigneten Stellen ziemlich sicher wahrnehmen. Eine ganz sichere Entscheidung dieser Frage erscheint mir darum schwierig, weil die Tracheenästchen sich in den Beinmuskeln nicht in ganz feine Verästelungen teilen, wie in den Flügelmuskeln, sondern gewöhnlich als gröbere Stränge erscheinen. Um mich genügend sicher davon zu überzeugen, daß die den Querfadennetzen angehörigen Körner wirklich Sarkosomen und nicht vielleicht Myosomen sind, was angesichts der dichten Anordnung der Muskelsäulchen vermutet werden könnte, untersuchte ich Beinmuskeln auch oftmals an Querschnitten, wo man ein äußerst feines, engmaschiges, die Muskelsäulchen umspinnendes Netz beobachten kann, welchem kleine Körnchen eingelagert sind; in ihnen erkennen wir die Sarkosomen, deren Charakter als der dem Sarkoplasma zugehörenden Gebilde mir dadurch gesichert erscheint. Wir finden nun nach der Bielschowsky'schen Methode auch in den Beinmuskeln ähnlich wie bei den Flügelmuskeln in den interstitiellen Räumen ein Netz, welchem Sarkosomen eingelagert sind und welches den innerfaserigen Tracheenästchen anliegt. In ihren Hauptzügen stimmt somit die Struktur des Sarkoplasmas, von einigen Verschiedenheiten abgesehen, in beiden Muskelarten überein.

Die Bilder, welche man nach Behandlung der Stücke mit Osmiumsäure und der Schnitte mittels der Altman'schen Färbungsmethode zu sehen bekommt, gleichen im großen und ganzen den Bielschowsky'schen Bildern; nur eines ist an den ersteren nicht zu sehen: wir finden nämlich, daß sowohl die außerhalb, wie auch

die innerhalb der Muskelfaser gelegenen Tracheen weder mit Osmiumsäure geschwärzt, noch mit Fuchsin gefärbt sind, während sich Querfadennetze und Sarkosomen bei Anwendung beider Methoden leicht erhalten lassen. Wir sehen nun, daß bei den Beinmuskeln, ähnlich wie bei den Flügelmuskeln, sich die Sarkoplasmanetze samt Sarkosomen der Osmiumsäure und dem Fuchsin gegenüber anders als die Tracheen verhalten und somit nicht als feinste Fortsetzungen der Tracheenäste angesehen werden können.

Krustaceen. Ich habe nur die Abdominalmuskeln und das Herz von *Astacus* untersucht. An den Bielschowsky'schen Bildern, die man von den Abdominalmuskeln erhält, gestalten sich die Verhältnisse folgendermaßen: Die Muskelsäulchen, die innerhalb der Muskelfaser ziemlich dicht nebeneinander liegen (was an Längsschnitten zu sehen ist), erscheinen ziemlich dick und sind nach Vergoldung entweder hellgrau oder fast farblos. Zwischen diesen erkennt man kleine, rundliche und ovale Körnchen, die Sarkosomen, die auf der Höhe der Linie *Z* zu liegen kommen und mittels feiner, den Muskelsäulchen parallel verlaufenden Fädchen miteinander verbunden sind. Während die Fädchen nicht ganz dunkel gefärbt sind, erscheinen die Sarkosomen als tiefschwarze Körnchen. Außer den längsverlaufenden Fädchen finden wir auch quer zu den Muskelsäulchen orientierte, feine Fäden, die die Sarkosomen miteinander verbinden. Da die Sarkosomen, wie gesagt wurde, ziemlich regelmäßig auf der Höhe der Linie *Z* liegen, entstehen aus den sie verbindenden, quer verlaufenden Fädchen Querfadennetze, die auf der Höhe der Linie *Z* und somit auch der Grundmembran Platz nehmen und fast an allen meinen Präparaten sehr deutlich hervortreten. Da bei der Bielschowsky'schen Behandlung auch das die Muskelfasern umhüllende Bindegewebe mitgeschwärzt wird, gewinnt man den Eindruck, daß die Querfadennetze mit demselben zusammenhängen. Die Querfadennetze halte ich auch hier angesichts ihrer Topographie für geschwärzte Grundmembranen mit aufgelagerten Sarkosomen, was auch aus dem Vergleich der extendierten Muskelfasern mit den kontrahierten hervorgeht. Im ersteren Falle liegen die Querfadennetze weiter voneinander entfernt, im letzteren kommen sie näher nebeneinander zu liegen, ein Verhalten, welches uns auch die Grundmembranen in verschiedenen physiologischen Zuständen der Muskelfaser zeigen. An Querschnitten sind nach Versilberung schöne, weitmaschige Netze zu sehen, die Sarkosomen enthalten, über

die ganze Muskelfaser (Taf. XVIII, Fig. 2) alle Muskelsäulchen gleichmäßig umgeben und in das geschwärzte Bindegewebe übergehen. Die Maschen des Netzes sind fast überall gleich groß, und die hellen Felder, welche sie umsäumen, erscheinen unregelmäßig vieleckig, sehr oft aber auch dreieckig. Ähnlich, wie bei den Abdominalmuskeln, sind auch an den Herzmuskeln die Querfadennetze auf der Höhe der Linie *Z* gelegen, worin ich mit Holmgren übereinstimme und was an mit Eisenhämatoxylin nachgefärbten Schnitten sich ganz sicher nachweisen läßt. Von der Anwesenheit der Querfadennetze auf der Höhe der *M*-Linie konnte ich mich nicht überzeugen. Ähnlich, wie bei den Abdominalmuskeln, sind auch bei den Herzmuskeln dem Querfadennetze kleine Sarkosomen eingelagert, die man sowohl am Längs- wie auch am Querschnitte deutlich sehen kann. Ich möchte hier noch einen Unterschied zwischen meiner Deutung der Bielschowsky'schen Bilder und der Deutung Holmgren's der Golgi'schen hervorheben. Wie aus der früheren Schilderung hervorgeht, sehe ich überall den Querfadennetzen zahlreiche kleine Sarkosomen angelagert. Auch an den Holmgren'schen Bildern sieht man in den Querfadennetzen kleine, schwarze Punkte, die ihrer Größe nach meinen Sarkosomen gleichkommen, von Holmgren aber unberücksichtigt gelassen und wahrscheinlich, ähnlich wie bei den Insekten, als optische Querschnitte der Fädchen gedeutet werden. Dieser Auffassung muß ich meine vorher geäußerte Anschauung gegenüberstellen, wonach diese schwarzen Punkte als echte Granula, als Sarkosomen zu deuten sind. Davon kann man sich mit genügender Sicherheit überzeugen, wenn man bei Betrachtung dünner Schnitte den Mikroskoptubus allmählich hebt und senkt; dafür sprechen weiter schwach imprägnierte Schnitte, an denen von Fädchen nichts zu sehen ist, sondern nur kleine Kügelchen — die geschwärzten Sarkosomen — erscheinen. Hinsichtlich dieser Frage wird weiter meine Annahme durch die Beobachtungen von Retzius (1890) bestätigt, der an Zupfpräparaten kleine, auf der Höhe der *Z*-Linie gelegene und mittels Fäden verbundene Sarkosomen wahrgenommen hat und solche in seiner Arbeit abbildet.

2. Wirbeltiere.

Amphibien. Ich gehe zur Beschreibung der Bielschowsky'schen Bilder von Bauch- und Beinmuskeln bei *Rana* und *Triton*

über. An Längsschnitten (*Rana*, Taf. XVIII, Fig. 5 u. 6) erscheinen die in der Muskelfaser gelegenen Muskelsäulchen ziemlich dünn und dicht aneinander gedrängt, zwischen ihnen findet man kleinere und größere Sarkosomen, deren Zahl bei verschiedenen Tieren großen Schwankungen unterliegt. Außer den unregelmäßig zwischen den Muskelsäulchen zerstreuten Sarkosomen sehen wir während der Muskelextension letztere zu beiden Seiten der Grundmembran zu zwei Reihen angeordnet und dieses Bild wiederholt ist fast überall deutlich. Während der Muskelkontraktion (Fig. 6 bei A) liegen die Sarkosomenreihen so dicht der Grundmembran an, daß wir nur eine Reihe (Fig. 6) vor uns zu haben glauben. Zwischen den Muskelsäulchen begegnen wir manchmal kurzen Fädchen, die den letzteren parallel verlaufen und die Sarkosomen miteinander verbinden. Die reihenartig zu beiden Seiten der Grundmembran angeordneten Sarkosomen hängen mittels quer zu den Muskelsäulchen orientierten Fädchen zusammen, wodurch Querfadennetze entstehen. Außer diesen Querfadennetzen ist an stärker imprägnierten Schnitten noch ein anderes zu sehen (Textfigur), in welchem eine Reihe kleiner Sarkosomen eingebettet ist und welches auf der Höhe des Hensen'schen Streifens verläuft. Seinem Aussehen nach erscheint es zarter als das an der Grundmembran gelegene, und die ihm zugehörigen Sarkosomen sind klein und ziemlich spärlich vorhanden. Beide Querfadennetze gehen in das geschwärzte Sarkolemma über, welchem Bindegewebe und Blutkapillaren, diese und jenes geschwärzt, eng anliegen. Die Beziehung des um die Kerne (*Nuclei*) angesammelten Sarkoplasmas zu den Querfadennetzen ist die gleiche, wie bei den Insekten. Es sendet nach links und rechts vom Kern feine Plasmaausläufer aus, die mit beiden Querfadennetzen im Zusammenhang stehen. Querschnitte durch versilberte Muskelfasern zeigen ein feines Netz (Taf. XVIII, Fig. 1), welches kleine Sarkosomen enthält und einem von den Querfadennetzen entspricht. Da an den Bielschowsky'schen Bildern, ähnlich wie bei der Anwendung der Golgi'schen Methode, Querfadennetze, Sarkolemma, Bindegewebe und Blutkapillaren geschwärzt erscheinen und alle diese Gebilde eng nebeneinander liegen, könnte es den Anschein erwecken, daß die Querfadennetze, wie dies eben Holmgren behauptet, als feinste Ausläufer des Bindegewebes zu deuten sind, denen eine nutritive Funktion zuzuschreiben wäre. Um dieser Frage näher zu treten, wurden an Schnitten nach Formolfixierung Kontrollfärbun-

gen vorgenommen. Die Schnitte tingierte ich mit van Gieson'schem Gemisch und Vanadiumhämatoxylin, also mit Färbemitteln, die uns das Bindegewebe den Muskelsäulchen gegenüber sehr kontrastvoll darstellen, und diese Färbungen wurden mehrmals wiederholt. Wären nun die Querfadennetze wirklich Ausläufer des Bindegewebes, so sollten sie die Färbung des letzteren zeigen. Leider konnte ich dies weder durch van Gieson'sches Gemisch noch durch Vanadiumhämatoxylin erreichen. Im ersteren Falle erschien der ganze Inhalt der Muskelfaser gelb, im letzteren rotbraun gefärbt, wobei die Grundmembran eine dunkelbraune Färbung aufwies. Das Bindegewebe verhält sich nun ganz verschieden den genannten Färbemitteln gegenüber, als die in den interstitiellen Räumen vorhandenen Netze, und dies scheint mir, angesichts der großen Elektivität dieser Färbemittel, ein genügender Beweis dafür zu sein, daß das Bindegewebe und die Querfadennetze als verschiedene Gebilde aufgefaßt werden müssen. Um diese Frage aber noch strenger zu entscheiden, wurde außerdem ein zweites Verfahren angewandt, welches angesichts der physiologischen Veränderungen, welche Holmgren seinen Trophosphongien zuschreibt, berechtigt erscheint. Holmgren weist nämlich in seinen Arbeiten darauf hin, daß die Trophosphongiennetze verflüssigt werden können, was mit einer Änderung ihrer Beschaffenheit zusammenhängt; es wäre nun möglich, daß an den Schnitten, an welchen ich Kontrollfärbungen vorgenommen habe, sich die Holmgren'schen Trophosphongien eben im verflüssigten Zustande befanden, was vielleicht ihre Färbbarkeit mit Fuchsin und Vanadiumhämatoxylin stark vermindern würde. Die mit Fuchsin und Vanadiumhämatoxylin gefärbten Schnitte wurden nun vollkommen entfärbt und nachträglich nach der Bielschowsky'schen Methode behandelt, wonach man sich immer von der Anwesenheit der beiden Querfadennetze überzeugen konnte. Dieser Versuch beweist, wie mir scheint, sicher, daß die Querfadennetze mit den Elementen des Bindegewebes nichts gemein haben, weil sie sich durch elektive Bindegewebs-Färbemittel gar nicht darstellen lassen, obwohl ihre Anwesenheit mit der Bielschowsky'schen Methode festgestellt wurde.

Fische. Ähnlich wie bei den Amphibien, bekommt man auch an den Rumpfmuskeln von *Leuciscus* und *Tinca*, nach der Bielschowsky'schen Methode, zwei Querfadennetze, die man zu beiden Seiten der Grundmembran findet und von denen jedem eine Reihe von

kleinen Sarkosomen eingelagert ist. Mit Fuchsin und Vanadiumhämatoxylin lassen sie sich nicht färben und verhalten sich somit genau so, wie die Querfadennetze der Amphibien. Angesichts dessen müssen wir sie auch als sarkoplasmatische Gebilde und nicht als Ausläufer der Bindegewebszellen betrachten.

In den Muskelfasern von *Amphioxus* läßt sich mittels der Biel-

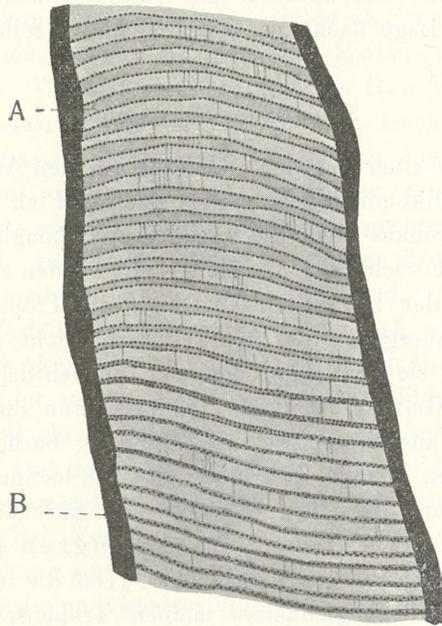


Fig. 1. Längsschnitt durch eine Skelettmuskelfaser der Maus (Golgi'sche Methode zur Darstellung des Apparato reticolare). *A* — das Binnennetz ist während des Extensionsstadiums doppelt, *B* — während des Kontraktionsstadiums legen sich beide Binnennetze so eng aneinander, daß sie ein einfaches Netz vortäuschen ($\times 940$).

s chowsky'schen Methode ein Querfadennetz darstellen, welches auf der Höhe der Grundmembran zu liegen scheint.

Ganz ähnlich wie bei den Amphibien und Fischen gestalten sich auch die Verhältnisse in den Beinmuskeln der Maus (Textfigur). Auch hier haben wir während der Muskelextension zwei Querfadennetze mit Sarkosomen zu beiden Seiten der Grundmembran (*A*), dagegen rücken beim Übergange zur Kontraktion beide Netze dicht an die Grundmembran heran und täuschen ein einfaches Netz vor (*B*). In den Herzmuskelfasern der Maus konnte ich immer, ähnlich

wie Holmgren, ein einfaches Netz mit aufgelagerten Sarkosomen finden, welches seiner Lage nach mit der Grundmembran übereinstimmt. Die genannten Netze verhalten sich tinktoriell vollkommen so wie bei den Fischen und Amphibien. Ihrer Topographie wegen müssen wir sie in den Skelettmuskeln der Maus, der Amphibien und Fische als mit den Krause-Retzius'schen Sarkosomenreihen identisch ansehen, während das Querfadennetz der Herzmuskelfaser, seiner Lage nach, die Grundmembran selbst ist.

Schlußbetrachtungen.

Auf Grund meiner Beobachtung kann ich den Angaben Holmgren's nicht vollkommen beistimmen, doch will ich hier bemerken, daß dadurch durchaus nicht die ganze Trophospongientheorie dieses verdienstvollen Forschers in Abrede gestellt werden soll; obwohl mir seine Deutung der intrazellularen Netze als Trophospongiennetze, bezüglich der quergestreiften Muskelfasern nicht ganz zutreffend erscheint, wird sie vielleicht dennoch hinsichtlich anderer Gewebsarten ihre Geltung behalten. Ich fasse nun im folgenden alle Tatsachen kurz zusammen, die meine Stellung bezüglich der betreffenden Strukturen stützen, und unterziehe die technischen Methoden und die auf Grund derselben erschlossenen Anschauungen Holmgren's einer kritischen Betrachtung. Holmgren äußert sich hinsichtlich dieses Problems folgendermaßen: „Daß die fraglichen Strukturen (d. i. Trophospongiennetze) meinen Trophospongien angehören, halte ich auf Grund der Tatsachen als fest begründet, ferner, daß sie mit außerhalb der Muskelfaser befindlichen multipolaren Zellen direkt zusammenhängen oder aus denselben hervorsprossen können und daß sie nicht nur solide protoplasmatische Fädchennetze darstellen, sondern auch in kanälchenartige Gebilde umgewandelt werden können — was ihre unter Umständen nachweisbare Injizierbarkeit beweist. Die fraglichen Strukturen zeigen also die fundamentalen Charaktere der Trophospongien, wodurch diese von allen bisher aufgedeckten fädigen Strukturen der Zelle geschieden sind“. Den Zusammenhang der in den Muskelfasern gelegenen Trophospongiennetze mit den Tracheenendzellen (*Tracheata*) und den außerhalb der Muskelfaser gelagerten multipolaren Zellen (*Vertebrata*) hat Holmgren nur auf Grund der Golgi'schen Bilder erschlossen. Holmgren geht aber noch weiter und deutet die Tro-

phospongiennetze als Ausläufer der Tracheenendzellen und der multipolaren Zellen. Ob diese Ansicht berechtigt ist, erscheint mir fraglich. Dafür könnte nämlich nur dieser Umstand sprechen, daß beiderlei Gebilde zusammenhängen und geschwärzt sind, sich also bei Anwendung der Golgi'schen Methode ähnlich verhalten. Wenn wir aber andererseits die geringe Elektivität der Golgi'schen Methode in Erwägung ziehen, wodurch nach längerer Höllesteinimbibierung, wie bekannt, verschiedene Gebilde an Schnitten geschwärzt erscheinen, so müssen wir die Annahme Holmgren's als etwas gewagt ansehen. Werden nämlich in einem Gewebe zwei aneinander stoßende netzartige Gebilde (z. B. feine, tracheale Verästelungen und Binnennetze) geschwärzt, so können sie leicht den Anschein erwecken, als gehörten sie zueinander. Golgi'sche Bilder allein sind somit, wie mir scheint, nicht dazu geeignet, die Annahme Holmgren's in genügender Weise zu stützen; an Sicherheit würde sie erst dann gewinnen, wenn auch mittels anderer Kontrollmethoden dieselben Verhältnisse zu erhalten wären. Ich wandte nun außer der Bielschowsky'schen und der Golgi'schen Methode, welche — einige Einzelheiten ausgenommen — ähnliche Bilder wie die ältere Golgi'sche Methode liefert, auch die Kopsch'sche Methode (Osmiumsäure) an und fand nur Grundmembranen, Binnennetze und Sarkosomen geschwärzt, während die Trachealverzweigungen ungefärbt blieben; bei Vertebratenmuskeln konnte ich mittels van Gieson's Mischung und Vanadiumhämatoxylin, welches das Bindegewebe so intensiv und kontrastvoll färbt, nie eine Tingierung der Grundmembranen und Binnennetze erzielen. Da aber bei histologischen Untersuchungen, wie bekannt, das verschiedene Verhalten zweierlei Gebilde gegenüber derselben technischen Methode bei der Feststellung ihrer Natur respektive Zugehörigkeit vor allem ausschlaggebend ist und gleichartiges Verhalten derselben Gebilde anderen weniger elektiven Methoden gegenüber den Wert dieser Tatsache nicht herabsetzen kann, fühlte ich mich vollkommen berechtigt, Binnennetze und Grundmembranen einerseits und tracheale Verzweigung, so wie Ausläufer multipolarer Zellen andererseits als verschiedene Gebilde aufzufassen.

Als ein wichtiges Merkmal der Trophospongien hebt Holmgren auch die Fähigkeit derselben hervor, sich in kanälchenartige Gebilde zu verwandeln, ein Verhalten, von dem weder Holmgren noch ich in den Flügel- und Körpermuskeln der Insekten etwas

Sicheres gesehen haben. Bei den Vertebraten konnte Holmgren ebensowenig eine Verflüssigung der „Trophospongien“ wahrnehmen und als Beweis dafür, daß letztere tatsächlich stattfinden kann, führt er die Untersuchungen Nyström's an den Herzmuskelfasern an, warnt aber zugleich vor einer Verwechslung der Trophospongien mit kanälchenähnlichen Tuscheansammlungen außerhalb des Sarkomlemmas.

Wir sehen also, daß auch das Vermögen, sich in kanälchenartige Gebilde umzuwandeln, was von Holmgren als ein charakteristisches Merkmal der Trophospongien angesehen wird, bezüglich der in den Muskelfasern vorhandenen Strukturen (Grundmembranen, Binnennetze, Sarkosomen) nicht zutrifft.

Hinsichtlich der Topographie des geschwärtzten Netzes in den Flügelmuskeln der Insekten weiche ich auch von den Holmgren'schen Angaben ab, da ich es auf der Höhe der Krause'schen Grundmembran verlaufen sah, Holmgren es aber auf der Höhe des Hensen'schen Streifens fand. Wie sich dies aus der Arbeit Holmgren's ergibt, hat er die Topographie dieses Netzes nur auf Grund der Golgi'schen Bilder bestimmt, an welchen von einer Querstreifung der Muskelfaser (mit Ausnahme der Fig. 30 in Holmgren's Arbeit) entweder wenig oder gar nichts zu sehen ist. Ähnlich wie Holmgren läßt auch Cajal das genannte Binnennetz auf der Höhe des Hensen'schen Streifens liegen. Eine genaue Besichtigung der Textfigur 1 in Cajal's Arbeit, die einen Längsschnitt durch eine Flügelmuskelfaser von *Ateuchus sacer* darstellt, erweckt aber einen gewissen Zweifel an der Richtigkeit dieser Angabe. Wir sehen hier nämlich, daß zwischen zwei Binnennetzen in den interstitiellen Räumen große, ovale Sarkosomen liegen, die, was aus ihrer Lage hervorgeht, die Grundmembran einfach passieren müssen, ein Verhalten, welches auf Grund unserer Kenntnisse über die Lage großer Sarkosomen etwas ungewöhnlich erscheint. Es ist nun auf dieser Figur, die auch ein Golgi'sches Bild darstellt, vielleicht der Hensen'sche Streifen mit der Grundmembran verwechselt worden; bei dieser Annahme erscheint uns die Lage der Sarkosomen normal und der Verlauf des Binnennetzes würde mit unseren Präparaten übereinstimmen. Die von mir für die Flügelmuskeln der Insekten angegebene Topographie stützt sich auf Bielschowsky'sche Präparate, die nachträglich mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden, so daß auf einem Schnitte Querstreifung und Binnennetze zu sehen

waren, was erst eine genaue Lagebezeichnung letzterer ermöglicht. Erwähnt sei noch, daß meine Angaben hinsichtlich dieser Frage gar nicht vereinzelt dastehen, da schon Veratti Querfadennetze auf der Höhe der Grundmembran bekannt waren.

In einer neueren Arbeit (1910) hat Holmgren seine Anschauungen bezüglich der nutritiven Einrichtungen in den Muskelfasern geändert. Als Transportwege der Nahrungsstoffe sieht er jetzt die Membranen, hauptsächlich die Grundmembranen an, die er als Plasmophoren bezeichnet. Er stellt sich nun selbst die Frage, in welcher Beziehung die Trophospongien, die in vielen Fällen (Herzmuskel der Vertebraten, Flügelmuskeln und Körpermuskeln der Insekten, Muskeln von *Astacus*) auf einem Niveau mit den Muskelmembranen gelegen sind, zu den letzteren stehen. Seine Antwort lautet nun folgendermaßen: „Leider bin ich noch nicht imstande, diese Frage endgültig zu beantworten. Jedoch möchte ich die Meinung hegen, daß sie (die Trophospongien) mit denselben (den Membranen) nicht durchaus zusammenfallen, wohl aber als besondere... Spezialisierungen exogener Natur, dieselben (die Membranen) durchlaufen können“. Das ist nun eine Vermutung, die, wie mir scheint, durch keine einzige Tatsache gestützt wird. Im Gegenteil, an Präparaten von *Dytiscus* und *Hydrophilus*, wo an geeigneten Stellen die Grundmembran in den Flügelmuskeln gut zu sehen ist, kann man sich überzeugen, daß ihre Dicke vollkommen mit derjenigen der geschwärzten Fädchen des Querfadennetzes übereinstimmt, daß sie somit ein und dasselbe Gebilde sind. Ich hoffe nun, daß eben nirgends besser die Richtigkeit dieser Vermutung geprüft werden könnte, als gerade an den genannten Objekten, wo die Grundmembran deutlicher, als in den Muskelfasern anderer Tiere hervortritt. Die Anwesenheit von exogenen Trophospongien in den Muskelmembranen erscheint mir somit gar nicht als wahrscheinlich, sie harret noch einer Beweisführung seitens Holmgren's.

Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich vielmehr zu folgenden Annahmen gelangt:

1) Die Trophospongiennetze in den plasmareichen Flügelmuskeln der Insekten, in dem Herzmuskel der Vertebraten und in den Muskeln von *Astacus* entsprechen den Grundmembranen (beim Frosch auch der Mittelmembran) dieser Muskelfasern und sind mit ihnen identisch.

2) Die Trophospongiennetze in den Skelettmuskeln der Verte-

braten sind mit den Krause-Retius'schen Sarkosomenreihen, in den Skelettmuskeln der Insekten mit ähnlichen Sarkosomenreihen (*J-Körner*) identisch.

Ich hoffe also, alle von Holmgren als neu und exogen beschriebenen Gebilde auf endogene, der Muskelfaser zugehörnde Gebilde zurückgeführt zu haben. Das verschiedene tinktorielle Verhalten der Grundmembranen und der zu Binnennetzen vereinigten Sarkosomen dem Bindegewebe und den Tracheen gegenüber scheint diese Annahme in genügender Weise zu berechtigen.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität zu Lemberg u. d. Leitung des Prof. Dr. J. Nusbaum.

Literatur-Verzeichnis:

- Altmann R.: Die Elementarorganismen und ihre Beziehung zu den Zellen. (Leipzig 1890).
- Arnold J.: Zur Morphologie des Muskelglykogens und zur Struktur der quergestreiften Muskelfaser. (Arch. f. mikr. Anat., 73. Bd., 1909).
- Zur Morphologie des Glykogens des Herzmuskels nebst Bemerkungen über dessen Struktur. (Ebda).
- Bremer L.: Über die Muskelspindeln nebst Bemerkungen über Struktur, Neubildung und Innervation der quergestreiften Muskelfaser. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 22, 1883).
- Bütschli O. und Schewiakoff W.: Über den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden. (Biolog. Zentralbl., Bd. XI, 1891).
- Engelmann Th. W.: Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. (Pflüger's Archiv, Bd. VII, 1873).
- Flögel J. H.: Über die quergestreiften Muskeln der Milben. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 8, 1872).
- Fusari R.: Étude sur la structure des fibres musculaires striées. (Arch. ital. de biol., Bd. 21, 1894).
- van Gehuchten A.: Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée. (La cellule, Bd. 2, 1886).
- Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée chez les vertébrés. (Ebda, Bd. 4, 1888).
- Heidenhain M.: Struktur der kontraktiven Materie. (Ergebnisse d. Anat. u. Entwickl., Bd 8, 1899).
- Holmgren E.: Über die Sarkoplasmakörner quergestreifter Muskelfasern. (Anat. Anz., Bd. 31, 1907).
- Über die Trophosphongien der quergestreiften Muskelfasern, nebst Bemerkungen über den allgemeinen Bau dieser Fasern. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 71, 1908).

- Kölliker A.: Einige Bemerkungen über die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln. (Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 8, 1857).
- Über die Cohnheim'schen Felder der Muskelquerschnitte. (Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 16, 1866).
- Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern. (Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 47, 1888).
- Limbeck: Zur Kenntnis des Baues der Insektenmuskeln. (Sitzungsber. d. Akad. Wien, Bd. 91, 1885).
- Melland B.: A simplified view of the histology of the striped muscle-fibre. (Quart. Journ. of micr. Sc., Bd. 25, 1885).
- Merkel Fr.: Der quergestreifte Muskel. I. Das primitive Muskelement der Arthropoden. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 8, 1872).
- Ramón y Cajal: Coloration par la méthode de Golgi des terminaisons des trachées et des nerfs dans les muscles des ailes des insectes. (Zeitschr. f. w. Mikroskopie, Bd. VII. 1890).
- Retzius G.: Zur Kenntnis quergestreifter Muskelfasern. (Biolog. Untersuch. 1881).
- Muskelfibrille und Sarkoplasma. (Ebda, 1890).
- Rollet A.: Untersuchungen zur näheren Kenntnis des Baues d. quergestreiften Muskelfaser. (Sitzungsber. d. Akad. Wien, Bd. 24, 1857).
- Über die Flossenmuskeln des Seepferdchens (*Hippocampus antiquorum*) und über Muskelstruktur im allgemeinen. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 32).
- Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern. (Denkschr. der Akad. Wien, T. 1, Bd. 49, 1885; T. 2, Bd. 51, 1885).
- Thin G.: On the structure of muscular fibre. (Quart. Journ. of micr. Sc., Bd. XVI, 1876).
- Veratti E.: Ricerche sulla fine struttura della fibra muscolare striata. (Mem. del R. Istit. Lombard. di Sc. e lett., Bd. 19, 1902).
- Holmgren E.: Untersuchungen über die morphologisch nachweisbaren stofflichen Umsetzungen der quergestreiften Muskelfasern. (Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 75, 1910).

Erklärung der Tafel XVIII.

Auf allen Figuren haben die Buchstaben dieselbe Bedeutung:

- A = Binnennetz (Querfadennetz).
 B = Muskelkern.
 C = Bindegewebe.
 D = Tracheenendzelle oder tracheale Verästelungen.
 E = Muskelsäulchen.
 F = Sarkosomen.

Fig. 1. Querschnitt durch eine Muskelfaser von *Rana* (Bielschowsky'sche Methode) (× 916).

Fig. 2. Querschnitt einiger Muskelfasern von *Astacus* (Bielschowsky'sche Methode) (× 458).

Fig. 3. Fragment von einem Längsschnitte durch zwei Flügelmuskelfasern von *Hydrophilus* (Bielsch. Methode) ($\times 458$).

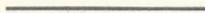
Fig. 4. Fragment von einem Längsschnitte durch zwei Flügelmuskelfasern von *Hydrophilus* (Bielsch. Methode) ($\times 458$).

Fig. 5. Längsschnitte durch einige Muskelfasern von *Rana* (Bielsch. Methode) ($\times 458$).

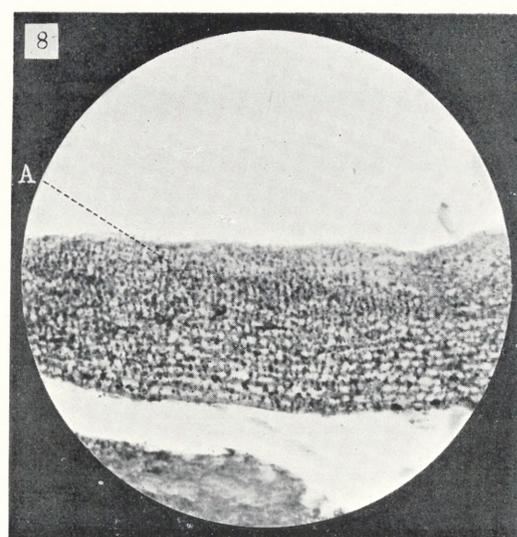
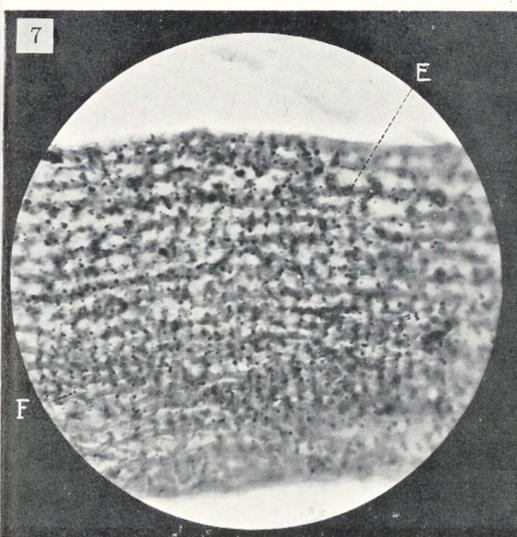
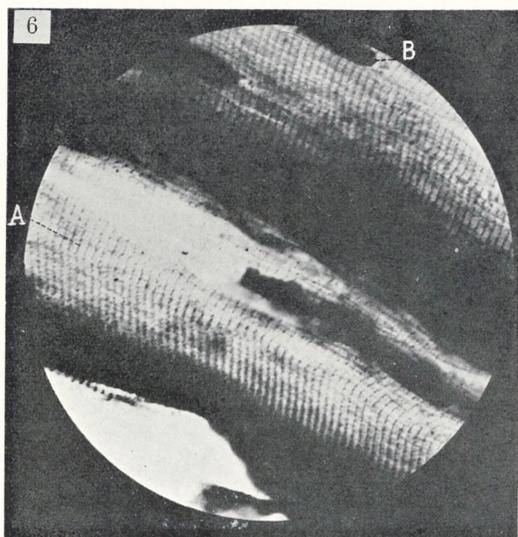
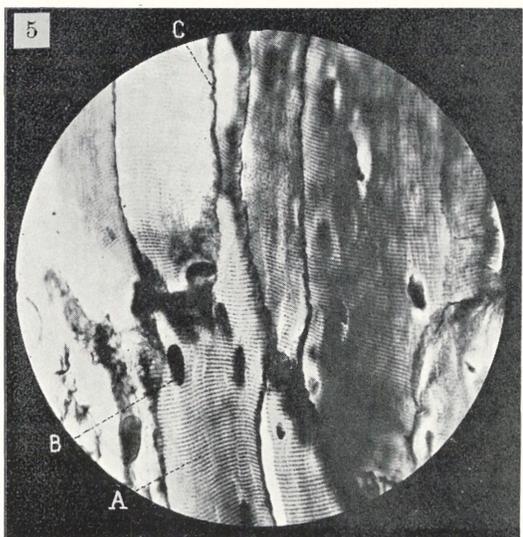
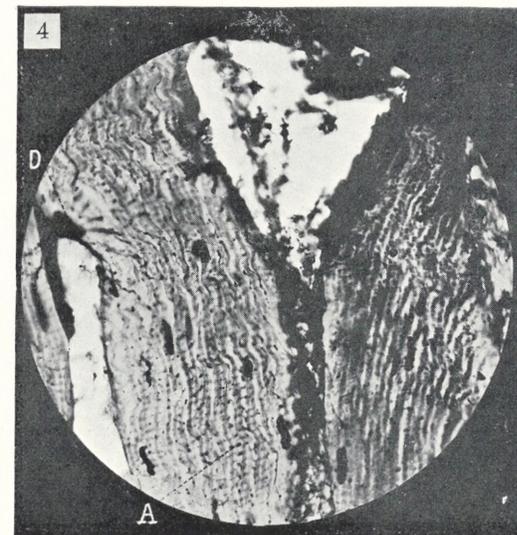
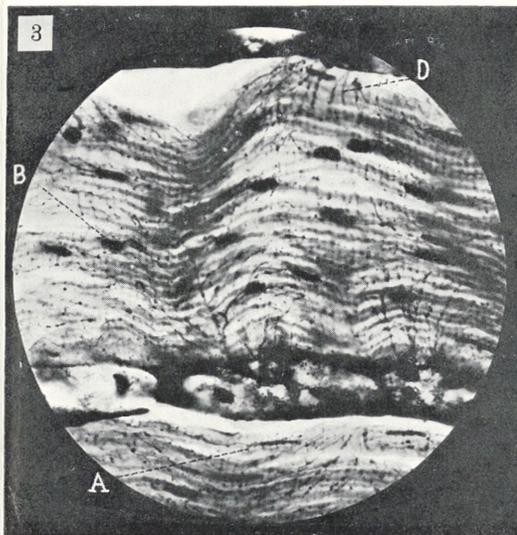
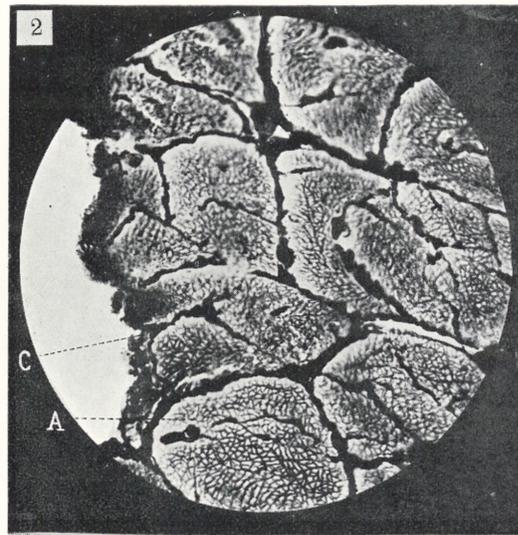
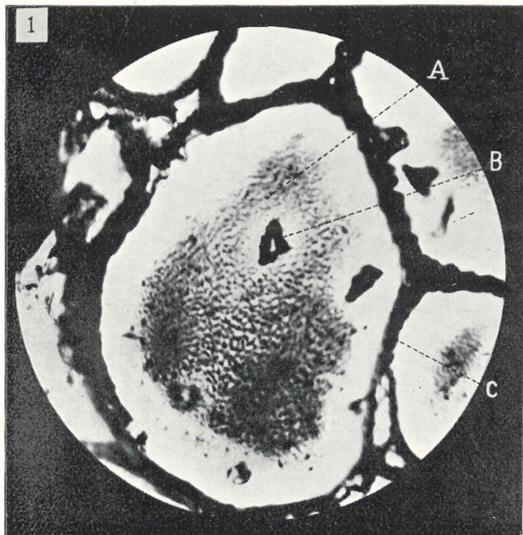
Fig. 6. Längsschnitt (Fragment) durch zwei Muskelfasern von *Rana* (Bielsch. Methode) ($\times 916$).

Fig. 7. Längsschnitt durch eine Flügelmuskelfaser von *Hydrophilus* (Fixierung in Osmiumsäure) ($\times 916$).

Fig. 8. Längsschnitt durch eine Flügelmuskelfaser von *Hydrophilus* (Fixierung in Osmiumsäure) ($\times 458$).



Erklärung der Tafel XVIII.



J. Hirschler.

Studia nad pleśniakami. — Studien über Mucorineen.

Mémoire

de M. **BOLESŁAW NAMYSŁOWSKI**,

présenté par M. E. Godlewski m. t. dans la séance du 6 Juin 1910.

(Planche XIX).

A. *Zygorhynchus Vuilleminii* Namysłowski und seine zygosporenlose Rasse.

Die Art *Zygorhynchus Vuilleminii* züchtete ich aus einigen Erdproben vom Berge Czarnohora auf. Im Laufe der Zeit beobachtete ich bei weiterem Züchten, daß einige Kulturen sich anders als die übrigen verhielten. Ebenso, wie *Zygorhynchus Moellerii* Vuillemin, bildet *Zygorhynchus Vuilleminii* in normalen Kulturen Zygosporen in einer Zahl (90%), welche die Zahl der Sporangien weit übersteigt; indessen in einigen Kulturen nahm die Zahl der Zygosporen bedeutend ab, doch erschienen mehr Azygosporen, als gewöhnlich, und waren häufig monströs verunstaltet. Die durch Fortpflanzung dieser anomalen Kulturen erhaltenen Züchtungen bildeten entweder gar keine Zygosporen oder nur wenige Azygosporen (in einer Kultur fand ich z. B. nur 4 monströs veränderte Azygosporen). Obwohl ich den Schimmelpilz auf einen die Zygosporenbildung begünstigenden Nährboden verpflanzte (Agar-Agar mit Bierwürze, oder Birne), traten keine Zygosporen mehr auf. Da der negative Einfluß des Nährbodens unwahrscheinlich war, — in anderen Kulturen verringerte sich die Produktion der Zygosporen gar nicht, — unterzog ich die Kulturen, welche keine Zygosporen bildeten, einer genaueren Beobachtung. Auf Grund mikroskopischer Analyse gewann ich nach Vergleichung der zygosporenbildenden Kulturen mit den Kulturen ohne Zygosporen die Überzeugung, daß die letzteren morphologisch mit *Z. Vuilleminii* identisch sind, und sich von ihm nur durch den Mangel an Zygosporen unterscheiden. Die Vermutung,

daß wir es mit einer Verunreinigung durch eine neue Spezies der *Mucor*-Gattung zu tun haben, erwies sich als unbegründet.

Da ich ermitteln wollte, ob man den Pilz dennoch zur Zygosporienbildung zwingen könnte, stellte ich eine ganze Reihe von Kulturen an, meistens auf einem Nährsubstrat, auf dem *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii* stets nur wenige Sporangien, dagegen 90% und mehr Zygosporien bilden. Obwohl die besten, die Zygosporienbildung begünstigenden Verhältnisse geschaffen worden waren, traten nach sieben Monate dauernden Überimpfungen gar keine Zygosporien auf, wie das aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht.

Zygorhynchus Vuilleminii agamus.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Agar-Agar mit Bierwürze	12	Keine Zygosporien, zahlreiche Sporangien, üppiges Mycelium
Sterilisierte Birnen	14	" " "
Brot mit schwacher Traubenzuckerlösung	9	" " "
5%ige Gelatine und 15%iger Traubenzucker	3	Nur Sporangien
5%ige Gelatine und 30%iger Traubenzucker	3	" " "
5%ige Gelatine und 15%iger Rohrzucker	3	" " "
5%ige Gelatine und 15%iges Dextrin	3	" " "
5%ige Gelatine und 15%iger Milchzucker	3	" " "
5%ige Gelatine mit 2%igem Asparagin	3	Schwaches Mycelium und wenige Sporangien

Die Dauer der Untersuchungen und die Resultate der Züchtungen auf solchen Nährböden, auf denen *Z. Vuilleminii* fast nur lauter Zygosporien bildet, genügen vollkommen zur Aufstellung der Behauptung, daß neben den zygosporienbildenden Kulturen eine Rasse entstanden ist, welche die Fähigkeit der Zygosporienbildung vollständig eingebüßt hat. Morphologisch ist diese Rasse mit *Z. Vuilleminii* identisch. Dies beweist die mikroskopische Analyse und das Ver-

halten auf dem Nährboden, wie es uns in typischer Form vor allem auf Agar-Agar mit Bierwürze und auf Brot mit schwacher Traubenzuckerlösung entgegentritt. Da diese Rasse aber gar keine Zygosporen bildet, so kann man, wie ich meine, die Unfähigkeit der geschlechtlichen Vermehrung als ihr charakteristisches Merkmal betrachten. Behufs Unterscheidung von dem zygosporenbildenden *Z. Vuilleminii* bezeichne ich diese Rasse als *Z. Vuilleminii agamus*.

Zum erstenmale wurde hier ganz sicher das Vorhandensein einer physiologischen asexuellen Rasse bei einer Art konstatiert, bei welcher die geschlechtliche Fortpflanzung die ungeschlechtliche außergewöhnlich stark überwiegt. Wie diese Rasse entstand, ist unbekannt; man müßte vor allem entscheiden, ob sie zusammen mit der kopulierenden Rasse gewachsen ist bis zum Moment, in welchem sie durch die Impfung isoliert wurde, oder ob sie erst während der Züchtung entstanden ist. Diese letztere Vermutung ist wahrscheinlicher; es spricht dafür die Beobachtung. Wäre dagegen die erstere die richtige, so müßten, gleich vom Momente der Isolation angefangen, nur lauter Sporangien entstehen, was nicht der Fall war. Bei fortschreitender Züchtung nahm in den Kulturen die Zahl der Zygosporen stark ab, an ihrer Stelle erschienen monströs veränderte Azygosporen in sehr großer Menge, endlich schwanden auch diese, sodaß seit mehr als einem halben Jahr in den Kulturen nur Sporangien entstehen. Es liegt demnach die Vermutung nahe, daß manche Kulturen von *Z. Vuilleminii*, so zu sagen, vor meinen Augen die Fähigkeit der Zygosporenbildung eingebüßt haben. Ich säte auch *Z. Vuilleminii* mit *Z. Vuilleminii agamus* zusammen aus (Taf. XIX, Fig. 1) und schon mit freiem Auge konnte man die dunklen zygosporenbildenden Kolonien von den helleren, welche nur Sporangien produzierten, unterscheiden. Bei alten Kulturen, besonders auf Agar-Agar mit Bierwürze (oder Brot), schwindet der makroskopische Unterschied der einzelnen Kulturen, da das Mycelium eine einförmige Farbe annimmt und sich viele Sporangien bilden. An der Grenze zwischen den Kolonien von *Z. Vuilleminii* und *Z. Vuilleminii agamus* wurden keine Kopulationsversuche gefunden (auf Petri-Schalen). Es ist jedoch ein gewisser morphologischer Unterschied vorhanden, welchen ich hervorheben muß und welcher besonders deutlich bei Kulturen auf Agar-Agar mit Bierwürze hervortritt, wo *Z. Vuilleminii agamus* ein starkes Mycelium und fast lauter traubig verästelte Sporangienträger bildet, während bei *Z. Vuilleminii*, welcher

zwar auch ein starkes Mycelium von gleicher Farbe, ferner gleiche Sporen und Sporangien bildet, die Sporangienträger meistens einzeln stehen und weniger stark traubig verästelt sind als bei *Z. Vuilleminii agamus*. Der Unterschied besteht nur in der Zahl der Sporangienträger, welche jedoch bei beiden Formen vorhanden sind.

Dieser Unterschied ist demnach zu gering, als daß man *Z. Vuilleminii agamus* als eine neue Art der Gattung *Mucor* von *Z. Vuilleminii* trennen könnte.

B. Versuche mit *Zygorhynchus Vuilleminii*.

Da ich im Besitze der Kulturen von *Z. Vuilleminii* bin, befaßte ich mich besonders mit dem Einfluß der äußeren Faktoren auf sein Wachstum und seine Vermehrung. Die Untersuchungen halte ich keineswegs für beendet, da einige Fragen noch nicht endgültig gelöst sind. Jedoch die Richtlinien für die Entwicklung, die Abhängigkeit der ungeschlechtlichen oder der geschlechtlichen Fortpflanzung sowohl von inneren, wie auch von äußeren Faktoren, welche man beliebig variieren kann, wurden genügend sicher festgestellt. Wenn nun auch noch gewisse Lücken vorhanden sind, kann ein allgemeines Bild der Bedingungen für die Entwicklung von *Z. Vuilleminii* entworfen werden.

Folgende Faktoren wurden untersucht: 1) der Einfluß des Nährsubstrates, 2) der Temperatur, 3) der Konzentration, 4) der Verdunkelung, 5) der Verringerung des Gehaltes von H_2O in der Luft. Bezüglich des Einflusses des Nährsubstrates wurden N-reiche, organische Verbindungen, Salze organischer Säuren, Kohlehydrate und andere Stoffe von bestimmter oder unbestimmter chemischer Zusammensetzung untersucht. *Z. Vuilleminii* ist ebenso wie *Z. Moellerii* ein Schimmelpilz, welcher sogar kleine Mengen von Nährstoffen auszunützen vermag. Er gedeiht gut und bildet Zygosporien und Sporangien auf reiner 5%-iger Gelatine ohne alle Zutaten, die Entwicklung des Myceliums und die Zahl der Zygosporien ist aber bedeutend geringer als beim Züchten auf Gelatine mit entsprechenden Beimischungen.

Die Wirkung der Zutaten ist eine verschiedene: Entweder wird das Wachstum des Myceliums verstärkt und die Zahl der Zygosporien vermehrt, oder das quantitative Verhältnis der Sporangien zu den Zygosporien wird gestört, so daß schließlich entweder nur lau-

ter Sporangien gebildet werden oder daß sich nur ein Mycel ohne jegliche Fortpflanzungsorgane entwickelt.

So fehlten zum Beispiel auf 5—10%-igem Pepton (I. Zusammenstellung) Zygosporen und Sporangien vollständig, sogar nach Ablauf von 2 Wochen; (auf gutem Nährsubstrat erscheinen sie längstens nach 36—48 Stunden); dagegen gedieh das Mycel sehr üppig. Auf 2%-igem Harnstoff entwickeln sich nur das Mycel und wenige

Zygorhynchus Vuilleminii. I. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Mycelium und wenige Sporangien.
Asparagin, 2%	4 1 in d. Temp. 19—20°C.	Mycelium und sehr wenige anomale Zygosporen. In größerer Zahl entstanden sie in d. Temp. 19—20°C
Pepton, 1%	3	Zygosporen und Sporangien.
Pepton, 5%	3	Nur steriles, üppiges Mycelium, nach 2 Wochen keine Fruktifikationsorgane.
Pepton, 10%	3	
Apfelsaures Ammon, 1%	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	} Zygosporen und Sporangien.
Weinsaures Kali, 1%	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	
Weinsaures Ammon, 1%	2	
Weinsaures Natrium, neutral, 1/2%	2	
Weinsaures Natrium, sauer, 1/2%	2	
Weinsäure, 1/2%	2	
Zitronensaures Kali, 1%	2	
Zitronensaures Natrium, 1%	2	
Agar-Agar mit 1% Pepton u. 1% Traubenzucker	9	
Summe 43 Kulturen		

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen waren auf 5%-ige schiefe Gelatine in gewöhnlichen Eprouvetten ausgesät. Sie wurden bei Zimmertemperatur (14—15°C.) oder im Glashaus (Temp. 19—20°C.) bei Tageslicht kultiviert.

Sporangien, dagegen auf 1%-igem Pepton Sporangien und Zygosporen in normalem Verhältnis 1:9. Auf 2%-igem Asparagin erscheinen nur das Mycel und nicht viele anomale Zygosporen, welche auf gleichem Nährboden in viel größerer Zahl gebildet werden, jedoch bei der Temperatur von 19–20° C.

Daraus können wir schließen, daß N-reiche, organische Verbindungen mit dem Steigen ihrer Konzentration die Vermehrung von *Z. Vuilleminii* negativ beeinflussen, obwohl reine Gelatine selbst zur Bildung von Zygosporen und Sporangien genügt; sie wirken dagegen fördernd auf das Wachstum des Mycels. Zur Produktion der Zygosporen genügt demnach sogar eine beträchtliche Menge N-reicher, organischer Verbindungen nicht.

Salze organischer Säuren (I. Zusammenstellung) beeinflussen gar nicht die normale Entwicklung von *Z. Vuilleminii*, welcher auf ihnen 90% Zygosporen und nicht viele Sporangien bildet. Der Grad der Entwicklung des Mycels und die Menge der Zygosporen sind zwar ziemlich beträchtlich, aber erheblich geringer als die Menge, welche man auf besseren Substraten erzielen kann.

Anders fielen die Resultate in der II. Serie der Kulturen aus (Zusammenstellung II). Überall bildeten sich Zygosporen und Sporangien im normalen gegenseitigen Verhältnis, oder das Verhältnis wurde gestört zu Gunsten der Sporangien — je nach dem Grade der Konzentration — manchmal bis zur Produktion von Sporangien allein. Die größte Menge der Zygosporen und das üppigste Mycel erhielt ich nur auf Agar-Agar mit Bierwürze und auf 30%-igem Dextrin; die Entwicklung auf anderen Kohlehydraten erreichte niemals den Grad der Entwicklung auf diesen Nährstoffen.

Es ist bekannt, daß bei der Produktion der Zygosporen eine größere Substanzmasse gebildet wird, als bei derjenigen der Sporangien. Wenn man bei der Verringerung von Nahrungszufuhr und der Erschwerung der Assimilation eine gewisse Grenze überschreitet, sollte man eine Störung des Verhältnisses zwischen der Zahl der Sporangien und derjenigen der Zygosporen erwarten. Die Abhängigkeit der Fortpflanzungsweise von der Konzentration untersuchte ich nur stichprobenweise für einige Nährstoffe, doch wurde diese mit genügender Sicherheit festgestellt. Auf 15%-igem Traubenzucker bilden die Zygosporen 90% und mehr, die Zahl der Sporangien ist eine kleine; auf 30%-igem Traubenzucker wird das Verhältnis fast umgekehrt, die Sporangien bilden zirka 90%, dagegen sind

Zygorhynchus Vuilleminii. II. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glycerin, 10%	2	Zahlreiche Zygosporen und verhältnismäßig viele Sporangien
Glycerin, 20%	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	Zygosporen und Sporangien
Glycerin, 30%	2	Beide Kulturen enthielten nach 2 Wochen nur ein schwaches Mycelium von 1.2 cm Durchm. u. zirka 30 Zygosporen zusammen. Sporangien fehlten.
Mannit, 15%	2	Zygosporen (90%) und Sporangien
Traubenzucker, 15%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zahlreiche Zygosporen und wenige Sporangien
Traubenzucker, 30%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Wenige Zygosporen, zahlreiche Sporangien (90%). In der Temp. 19—20° zahlreiche Zygosporen
Traubenzucker, 40%	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycelium, keine Zygosporen, nur wenige Sporangien
Traubenzucker, 50%	2	
Galaktose, 15%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zygosporen (90%) und wenige Sporangien
Galaktose, 30%	3	
Rohrzucker, 15%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zahlreiche Zygosporen (90%), wenige Sporangien
Rohrzucker, 30%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	
Rohrzucker, 40%	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	
Rohrzucker, 48%	2	Schwach entwickeltes Mycelium, Zygosporen und Sporangien
Maltose, 1%	2	Zahlreiche Zygosporen (90%), wenige Sporangien
Maltose, 10%	2	
Maltose, 30%	3	
Milchzucker, 15%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zygosporen (90%) und Sporangien
Milchzucker, 30%	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	
Milchzucker, 60%	3	

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Dextrin, 15%	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zahlreiche Zygosporen (90%), wenige Sporangien
Dextrin, 30%	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	Üppiges Mycel, massen- hafte Zygosporenbildung, zirka 10% Sporangien
Dextrin, 60%	2	Die Zahl d. Zygosporen gerin- ger und d. Entwicklungsgrad d. Mycels bedeutend schwä- cher als bei 30% Dextrin
5%-ige reine Gelatine	2	Schwaches Mycelium, Zygo- sporen und Sporangien
Sterilisierte Birne	11	} Zahlreiche Zygosporen und Sporangien
Brot mit schwacher Traubenzuckerlösung	8	
Agar-Agar mit Bierwürze	17	Massenhafte Zygosporenbil- dung und Sporangien. Bester Nährboden
Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker	11 5 in d. Temp. 24—26° C.	Zygosporen (90%) und Spo- rangien

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen waren auf 5%-iger schiefer Gela-
tine in gewöhnlichen Eproutetten gezüchtet. Sie wurden bei Zimmertemperatur
(14—15° C.) oder im Glashaus (Temper. 19—20° C.) bei Tageslicht kultiviert.

nur wenige Zygosporen vorhanden. Auf 40—50%-igem Trauben-
zucker gedeiht das Mycel schwach, die Zygosporen fehlen gänzlich,
es erscheinen nur wenige Sporangien. Der normale Verlauf der
Entwicklung wurde hier vollständig umgeändert. Der Einfluß der
Konzentration ist auch bei anderen Nährstoffen deutlich sichtbar.
So bilden sich auf 20%-igem Glycerin in großer Menge Zygo-
sporen, dagegen nur wenige Sporangien (wenn auch in größerer
Zahl als auf anderen Nährstoffen bei niedriger Konzentration); auf
30%-igem Glycerin ist die Entwicklung sehr schwach, nach 2 Wo-
chen erreichten die Kolonien nur 1·2 cm Durchmesser, in einer
Kolonie fand ich 11, in einer anderen zirka 20 Zygosporen, —
Sporangien fehlten gänzlich.

Bei Dextrin liegt das Optimum bei 30%-iger Konzentration;
bei 60%-iger sieht man deutlich eine bedeutende Abnahme der Zahl
der Zygosporen und des Mycels.

Aus diesen Versuchen ersieht man, daß das Mycel von *Z. Vuilleminii* imstande ist, sich bei verschiedenen, sogar hohen Konzentrationen normal zu entwickeln, d. i. eine stark überwiegende Zahl von Zygosporen zu bilden; nach Erlangung einer gewissen Konzentration dauert zwar die Entwicklung fort, aber die Zahl der Zygosporen wird kleiner, es wächst dagegen relativ die Zahl der Sporangien, — wieder nur bis zu einer gewissen Konzentration, welche die Grenze der Zygosporenproduktion bildet. Nach Überschreitung dieser Grenze werden ausschließlich Sporangien gebildet. Die Möglichkeit der Entwicklung von *Z. Vuilleminii* bewegt sich also zwischen weiten Konzentrationsgrenzen, das Quantum der gebildeten Zygosporen und Sporangien steht im Zusammenhang mit der Menge der Nährsubstanzen im Nährboden. Die Zahl der Zygosporen wächst in der Kultur mit der Zunahme der Kohlehydrate im Nährboden, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Wenn man das Optimum der Konzentration überschreitet, wird die Ernährung erschwert, die Produktion des Mycels und der Zygosporen verringert sich, — die Vermehrung wird auf Sporangienbildung beschränkt, für deren Entwicklung kein so großer Verbrauch von Stoff erforderlich ist, als bei der Zygosporenproduktion.

Außer den Züchtungen bei 14—15° C. wurde ein Teil der Kulturen auf denselben Nährsubstraten im Glashaus (Temperatur 19—20° C.) und im Thermostaten (Temperatur 24—26° C.) gezogen. Der Einfluß der Temperatur auf die Vermehrungsweise blieb ganz aus, er äußerte sich nur in schnellerem Wachstum, das Verhältnis der Zygosporen und der Sporangien war dagegen normal. Daß aber eine höhere Temperatur die Zygosporenproduktion unter solchen Umständen, wo normalerweise keine Zygosporen gebildet wurden, begünstigt, beweist die Entwicklung der Zygosporen auf 30%-igem Traubenzucker in der Temperatur von 19—20° C. In der Zimmertemperatur entstanden auf gleichem Nährboden fast nur Sporangien. Übrigens erfordert diese Frage noch spezielle Untersuchungen. Ein Einfluß der Verdunkelung (Zusammenstellung IV) konnte nicht beobachtet werden; das Verhältnis der Zygosporen zu Sporangien, die Produktion des Mycels, der Mangel an Zygosporen blieben unverändert, wie bei analogen, belichteten Kulturen. Außerdem versuchte man auch zu ermitteln, ob die Verringerung des Wasserdampfgehaltes in der Luft die Züchtung beeinflusse. Eine ganze Reihe von Kulturen wurde demnach durch die ganze

Zygorhynchus Vuilleminii. III. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Asparagin, 2%	2	} Zygosporen und Sporangien
Weinsaures Ammon, 1%	2	
Zitronensaures Kali, 1%	2	
Glyzerin, 10%	2	
Dextrin, 15%	2	Zygosporen in sehr großer Zahl, wenige Sporangien
Galaktose, 15%	2	} Zygosporen und Sporangien
5%-ige reine Gelatine	2	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen wurden auf 5%-iger Gelatine im Exsikkator über Chloralkalium kultiviert.

Zygorhynchus Vuilleminii. IV. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	1	Steriles Mycelium
Apfelsaures Ammon, 1%	1	} Zygosporen und Sporangien
Weinsaures Kali, 1%	2	
Traubenzucker, 15%	1	
Traubenzucker, 30%	2	Zahlreiche Sporangien, verhältnismäßig wenige Zygosporen
Rohrzucker, 15%	1	} Zygosporen und Sporangien
Rohrzucker, 30%	2	
Milchzucker, 15%	1	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen auf 5%-iger schiefer Gelatine in Epruvetten wurden gleich nach der Aussaat in einen dunklen Raum gestellt, wo sie bis zur Revision verblieben.

Zeit der Entwicklung im Exsikkator über Chloralkalium gehalten (Zusammenstellung III). Überall dort, wo sich bei normalem Wasserdampfgehalte Zygosporen bildeten, traten sie auch im Exsikkator auf, und trotz der Verringerung des H₂O-Gehaltes in der Luft verlief die Entwicklung normal.

C. Zuwachsringe und Zygosporenlinien bei *Zygorhynchus Vuilleminii*.

Die Kulturen in Petri-Schalen gestatteten mir, zwei interessante Tatsachen festzustellen, daß nämlich: 1) die Zygosporen in konzentrisch gelegenen, miteinander alternierenden lichterem und dunkleren Kreisen auftraten, deren hellere oder dunklere Farbe durch die größere oder geringere Zahl der Zygosporen bedingt wird; 2) daß an der Berührungsstelle zweier Kolonien Zygosporenlinien entstehen (dasselbe beobachtete Wiśniewski bei *Z. Moellerii*).

Die Zygosporenringe treten nicht bei allen Nährstoffen mit gleicher Deutlichkeit auf. Ihre Entstehung beobachtete ich auf 2%-igem Agar-Agar mit 15%-igem Traubenzucker und 1%-igem Pepton, weiter auf 2%-igem Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker; die schönsten Ringe erzielte ich aber bei der Züchtung auf Agar-Agar mit guter Bierwürze. Die Bedingungen, bei denen die Konzentrität und die Schichtung des Zuwachses hervortritt, können ziemlich mannigfaltig sein. Auf Agar-Agar mit Bierwürze treten bei Zimmertemperatur konzentrische Kreise auf, unabhängig davon, ob die Kulturen im Dunkeln oder im Lichte gezogen wurden. Wahrscheinlich gelangen in der ungleichmäßigen Entwicklung der Kulturen und der Ungleichheit in der Zahl der entstehenden Zygosporen die Schwankungen der Tages- und Nachttemperatur, welche entweder stimulierend oder verzögernd das Wachstum beeinflussen und die Zahl der Zygosporen regulieren, zum Ausdruck.

Die durch Temperaturunterschiede verursachte ringartige Bildung von Zygosporen beobachtete ich in folgender Weise: nach der Aussaat stellte ich die Petri-Schalen in den Thermostaten (Temp. 24—26° C.) und übertrug sie, nachdem sich das Mycel genügend entwickelt hatte, auf 10 Minuten aus dem Thermostaten in die Zimmertemperatur (14—15° C.). Bei der nun erfolgenden Abkühlung konnte ich eine kurz dauernde Verlangsamung der Entwicklung wahrnehmen, welche sich jedesmal in der Anlage eines Zygosporenringes äußerte. Eine beliebige Zahl konzentrischer Ringe erhielt ich durch Übertragung der Kulturen aus dem Thermostaten (24—26° C.) in ein Gefäß mit Eis für 2 Stunden: in den Kulturen entstanden so viele Ringe, als es Übertragungen gab; einem jeden Verweilen in Eis entsprach ein konzentrischer Kreis. (Bei jedes-

maligem Übertragen aus der höheren in eine niedrigere Temperatur zeichnete ich auf der Petri-Schale die Wachstumsgrenze des Mycels ein, ebenso bei den Kontrollkulturen; die Ringe entsprachen gerade diesen eingetragenen Grenzen).

Ferner untersuchte ich die Wirkung der Chloroformnarkose und deren Einfluß auf die Entstehung konzentrischer Ringe. Die Proben ergaben nicht in allen Fällen Resultate von gleichem Werte. Zwei Petri-Schalen mit 2%-igem Agar-Agar und 1%-igem Pepton und Traubenzucker wurden aus dem Thermostaten (24—26°C.) herausgenommen und nach Abnahme des Deckels zwei Minuten lang der Wirkung des Chloroforms in einem geschlossenen Gefaße ausgesetzt, nachher wieder in den Thermostaten zurückgebracht. In beiden Schalen bildete sich ein schöner, der Narkose entsprechender Zygosporerling. Hier wirkte aber auch ein zweiter Faktor mit, nämlich die Temperaturerniedrigung während des Chloroformierens. Der Kontrolle halber wurden sechs Kulturen in Petri-Schalen (Agar-Agar mit 15%-igem Traubenzucker und 1%-igem Pepton) ausgesät; von diesen wurden 3 in den Thermostaten gestellt. Nachdem nun der entsprechende Entwicklungsgrad erreicht war, erfolgte in der Zimmertemperatur eine mehrmalige Narkose von verschiedener Zeitdauer, worauf die Schalen in den Thermostaten zurückgebracht wurden. Es stellte sich eine Entwicklungshemmung ein, deren Dauer durch die Dauer der Narkose bedingt war. Die Weiterentwicklung begann umso früher, je kürzer die Narkose war. Die drei anderen Petri-Schalen entwickelten sich in der Zimmertemperatur und wurden in gleicher Weise und ebenso lang, wie die Thermostatculturen der Chloroformierung unterzogen. Während der ganzen Beobachtungszeit verblieben sie aber in der Zimmertemperatur und dienten als Kontrollkulturen für die Thermostatculturen, bei welchen neben der Narkose sich noch ein zweiter Faktor notwendigerweise eingeschlichen hatte, nämlich die Temperaturerniedrigung während des Chloroformierens. In allen diesen Fällen entstand nach jeder Narkose ein ihr entsprechender Zygosporerling, niemals aber war er so deutlich und schön, wie in den zwei ersten beschriebenen Kulturen.

Das Problem der konzentrischen Zygosporerlinge bei *Z. Vuilleminii* erfordert noch eingehende Untersuchungen.

Alle im Thermostaten auf Agar-Agar mit 15%-igem Traubenzucker und 1%-igem Pepton gezüchteten Kulturen veränderten unter

diesen Umständen ihre normale Farbe und wurden blaß lederfarbig, so daß sie stark von den Kulturen abstachen, welche auf einem anderen oder sogar gleichem Nährboden, aber andauernd nur in Zimmertemperatur gezüchtet wurden.

An der Berührungsgrenze einzelner Kolonien fand ich Zygosporienlinien in Gestalt deutlicher, schwarzer Striche am besten bei *Z. Vuilleminii* nur auf Agar-Agar mit Bierwürze ausgeprägt; man kann sie aber, wenn auch weit schwächer, auch auf Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker erhalten. Eben solche Linien hat bei *Z. Moellerii* Wiśniewski beobachtet. Diese beiden Fälle von Zygosporienlinienbildung an der Berührungsgrenze der Kolonien bei zwei so ausgesprochen homothallischen Arten, wie *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii*, bilden einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Heterothallismusproblems.

D. Versuche mit *Zygorhynchus Moellerii*.

Z. Vuilleminii und *Moellerii* haben merkwürdigerweise viele Merkmale gemeinsam, so den Homothallismus, die Zygosporienbildung durch Kopulation von Gameten aus einem dichotom verästelten Mycelfaden, die Kleinheit der Sporangien und Sporen, die Produktion von Chlamydosporen, das häufige Auftreten von Azygosporien. Die Übereinstimmung beschränkt sich nicht allein auf morphologische Merkmale; in den Kulturen bilden beide Arten an der Berührungsgrenze zweier Kolonien Zygosporienlinien. Es erhob sich demnach die Frage, ob sich diese zwei Arten unter gleichen Umständen gleich entwickeln werden. Zwar wurde schon *Z. Moellerii* von Wiśniewski untersucht, meine Untersuchungen wurden aber in anderer Weise ausgeführt, sie bilden infolgedessen eine Ergänzung, beziehungsweise eine Bestätigung der Resultate Wiśniewski's, welcher zu folgenden Schlüssen gelangt ist:

1) Die Sporangien entstehen bei niedriger Temperatur (4—5° C.), bei hoher Konzentration und wahrscheinlich auch bei starker Belichtung;

2) die Zygosporien entstehen bei niedriger Konzentration, bei hoher Temperatur (zirka 22° C.), sowie auch im Dunkeln.

Die Kulturen von *Z. Moellerii*, welcher von H. Prof. Raciborski aus der Erde in Dublany isoliert wurde, erhielt ich in liebenswürdiger Weise von Herrn P. Wiśniewski zugesandt.

Da derselbe die Hauptfragen betreffs der Entwicklungsbedingungen von *Z. Moellerii* schon beantwortet hatte, beschränkte ich mich fast ausschließlich auf die Untersuchung des Einflusses der Qualität der Nährboden. Die Experimente führte ich mit einer viel größeren Zahl der Nährsubstrate aus; meistens war es Gelatine, seltener wurde Agar gebraucht.

Ähnlich wie *Z. Vuilleminii* bildet *Z. Moellerii* Zygosporen und Sporangien auf reiner, 5%-iger Gelatine ohne allen Zusatz, die Zygosporen entstehen in Überzahl (zirka 90%), die Entwicklung des

Zygorhynchus Moellerii. I. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	2	Mycelium und wenige Sporangien
Asparagin, 2%	2	Mycelium und einige halbentwickelte Zygosporen
Pepton, 1%	2	Zahlreiche Zygosporen und wenige Sporangien
Pepton, 5%	2	Üppiges steriles Mycelium
Pepton, 10%	3	" " "
Apfelsaures Ammon, 1%	2	} Zygosporen und Sporangien
Weinsaures Kali, 1%	2	
Weinsaures Ammon, 1%	2	
Weinsaures Natron, neutral, 1/2%	2	
Weinsaures Natron, sauer 1/2%	2	
Weinsäure, 1/2%	2	
Zitronensaures Kali, 1%	2	
Zitronensaures Natron, 1%	2	
Agar-Agar mit 1% Pepton und 1% Traubenzucker	3	
	2 in d. Temp. 19—20°C.	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen waren auf 5%-iger, schiefer Gelatine in gewöhnlichen Eproutetten ausgesät und wurden in Zimmertemperatur (14—15°C.) oder im Glashaus (Temp. 19—20°C.) bei Tageslicht kultiviert.

Mycels ist aber schwach. Von den Zutaten, welche man der reinen Gelatine beimischt, hängt es ab, ob die Sporangien oder Zygosporienproduktion verstärkt wird, oder ob sich nur das Mycel ohne jegliche Fortpflanzungsformen entwickelt.

Auf 5%-igem und 10%-igem Pepton (I. Zusammenstellung) entwickelt sich sogar nach 3 Wochen nur ein üppiges Mycel ohne Sporangien und Zygosporien; auf 2%-igem Harnstoff entsteht ein Mycel mit Sporangien, auf 1%-igem Pepton zahlreiche Zygosporien und wenige Sporangien; auf 2%-igem Asparagin ein Mycel mit einigen mißgebildeten Zygosporien. Die Resultate der Züchtung sind also identisch mit dem Verhalten von *Z. Vuilleminii* auf gleichen Nährsubstraten. In beiden Fällen beeinflussen die N-reichen, organischen Verbindungen die Fortpflanzung negativ, mit der Steigerung der Konzentration bleibt die Zygosporien- und Sporangienproduktion aus, es entwickelt sich nur das Mycelium. Ebenso wie *Z. Vuilleminii* ist auch *Z. Moellerii* imstande, die Gelatine auszunützen, um Zygosporien und Sporangien zu produzieren, was immer auf reiner Gelatine geschieht. Eine bedeutende Zahl N-reicher, organischer Verbindungen wirkt schädlich und paralysiert völlig die Fortpflanzung, sie gestattet nur eine üppige Entwicklung des Mycels. Ähnlich wie *Z. Vuilleminii* wächst *Z. Moellerii* auf Gelatine mit Salzen organischer Säuren. In allen Fällen (Zusammenstellung I) blieb das quantitative Verhältnis der Zygosporien zu Sporangien konstant, obwohl die Entwicklung des Mycels schwächer war, als bei Anwendung besserer Nährstoffe.

Ähnlich verhält es sich mit der Abhängigkeit der Fortpflanzungsweise (Zusammenstellung II) von der Konzentration, welche ich aber nur ganz allgemein untersuchte. Auf 15%-igem Traubenzucker bildet *Z. Moellerii* Zygosporien und Sporangien in enormer Zahl, auf 30%-igem Traubenzucker waren nach Verlauf von 10 Tagen nur Sporangien zu bemerken, auf 40%-igem Traubenzucker nur Sporangien, auf 50%-igem Traubenzucker eine sehr schwache Entwicklung des Mycels und nur Sporangien. Auf 10%-igem Glycerin entstehen zahlreiche Zygosporien und verhältnismäßig viele Sporangien, auf 20%-igem Glycerin wenige Zygosporien, dafür eine Unmenge von Sporangien; auf 30%-igem Glycerin erreichten die Kolonien nach 2 Wochen bloß einen Durchmesser von $\frac{3}{4}$ cm, die Entwicklung des Mycels war demnach sehr langsam und schwach, in jeder Kolonie fanden sich nur wenige Zygosporien.

Zygorhynchus Moellerii. Zusammenstellung II.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glyzerin, 10%	2	Zygosporen (90%) und Sporangien
Glyzerin, 20%	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Wenige Zygosporen, zahlreiche Sporangien
Glyzerin, 30%	2	Nach Verlauf von 2 Wochen erreichten die beiden Kulturen einen Durchmesser von $\frac{3}{4}$ cm. In beiden zusammen zirka 20 Zygosporen. Sehr schwache Entwicklung
Mannit, 15%	2 in d. Temp. 19—20°C.	Zygosporen (90%) u. Sporangien
Traubenzucker, 15%	2 in d. Temp. 19—20°C.	
Traubenzucker, 30%	2 in d. Temp. 19—20°C.	Nach Verlauf von 10 Tagen nur lauter Sporangien, keine Zygosporen
Traubenzucker, 40%	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Sporangien
Traubenzucker, 50%	2	Schwach entwickeltes Mycelium und Sporangien
Galaktose, 15%	2 1 Temp. 19—20°C.	Zygosporen (90%) u. Sporangien
Galaktose, 30%	3	
Rohrzucker, 15%	2 1 Temp. 19—20°C.	Zygosporen (90%) u. Sporangien
Rohrzucker, 30%	2 Temp. 19—20°C.	
Rohrzucker, 40%	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Wenige Zygosporen, schwach entwickeltes Mycelium, verhältnismäßig viele Sporangien
Rohrzucker, 48%	2	
Maltose, 1%	2	Zygosporen (90%) u. Sporangien
Maltose, 10%	2	
Maltose, 20%	3	
Milchzucker, 15%	2 Temp. 19—20°C.	
Milchzucker, 30%	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Milchzucker, 60%	3	Zygosporen und Sporangien, schwach entwickeltes Mycelium
Dextrin, 15%	2 Temp. 19–20° C.	Massenhafte Zygosporenbildung, reich entwickeltes Mycel. Sporangien
Dextrin, 30%	3 2 in d. Temp. 19–20° C.	Massenhafte Zygosporenbildung, reich entwickeltes Mycel. Sporangien. Das beste Nährmedium
Dextrin, 60%	2	Dasselbe Bild wie bei 30% Dextrin, die Entwicklung jedoch bedeutend schwächer
5%-ige reine Gelatine ohne jegliche Zusätze	2 Temp. 19–20° C.	Zygosporen und Sporangien, schwaches Wachstum
Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker	4	} Zygosporen (90%) u. Sporangien
Agar mit Bierwürze	3	

Bedingungen der Experimente: Alle Kulturen wurden auf 5%-iger schiefer Gelatine in Eprovetten bei Zimmertemperatur (14–15° C.) oder im Glashaus (Temp. 19–20° C.) bei Tageslicht kultiviert.

Auf 15%-igem Dextrin entstanden massenhaft Zygosporen und nur wenige Sporangien; 30%-iges Dextrin bildete das Optimum für die Entwicklung: große Mengen von Zygosporen, zirka 10% Sporangien und ein üppiges Mycel. Auf 60%-igem Dextrin entstehen zwar zahlreiche Zygosporen und wenige Sporangien, die Entwicklung des Mycels und die Zahl der Zygosporen sind aber unvergleichlich geringer als auf 30%-igem Dextrin. *Z. Moellerii* und *Z. Vuilleminii* verhalten sich also identisch auf Nährsubstraten von hoher Konzentration; bei beiden Arten wird durch niedrige Konzentration eine überwiegende Zygosporenproduktion begünstigt, durch hohe Konzentration nur die Bildung von Sporangien ermöglicht. Beide Arten sind im Bereiche weiter Konzentrationsgrenzen fähig, sich normal zu entwickeln, bei beiden ist die Zahl der Zygosporen und deren quantitatives Verhältnis zu den Sporangien von der Menge der Kohlehydrate im Nährboden abhängig. Die Kulturen

entwickelten sich im Dunkel ebenso wie die belichteten auf gleichen Nährsubstraten (Zusammenstellung III).

Zygorhynchus Moellerii. Zusammenstellung III.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2 ⁰ / ₀	1	Nur steriles Mycelium
Weinsaures Kali, 1 ⁰ / ₀	2	Zygosporen und Sporangien
Apfelsaures Ammon, 1 ⁰ / ₀	2	" " "

Bedingungen der Experimente: Alle Kulturen waren auf 5⁰/₀-ige Gelatine ausgesät und entwickelten sich im Dunkeln.

Über 14—15⁰ C. hinausgehende Temperatur, nämlich 19—20⁰ C., wirkte beschleunigend auf die Entwicklung. Die beiden Arten *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii* stimmen nicht nur bezüglich ihres morphologischen Baues überein, sondern auch bezüglich der physiologischen Erscheinungen; beide reagieren in gleicher Weise auf dieselben Bedingungsveränderungen, und die Übereinstimmung ist geradezu frappant. Die bei *Z. Moellerii* von Wiśniewski beobachteten Zygosporenlinien erhielt ich auch an der Berührungsgrenze der Kolonien, bei der Kultur nach Wiśniewski's Methode.

E. Versuche mit *Mucor genevensis* Lendner.

Kulturen dieser Art, welche sehr leicht Zygosporen bildet, verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. A. Lendner in Genf.

Vergleicht man die Resultate der Züchtung in identischen Verhältnissen mit *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii*, so gelangt man zu dem Schluß, daß *Mucor genevensis* etwas andere Ansprüche hat, als die zwei genannten Arten; dies trifft aber nur für einige Punkte zu, im großen und ganzen ist auch bei ihm die Entwicklung von der Qualität und Konzentration des Nährstoffes abhängig. In seinen Lebensäußerungen unterscheidet er sich im allgemeinen nicht von den bisher bekannten Arten.

Kulturen auf N-reichen, organischen Verbindungen und auf Salzen organischer Säuren (Zusammenstellung I) ergaben in allen

Fällen ($\frac{1}{2}\%$ -ige Weinsäure ausgenommen) zahlreiche Zygosporien und Sporangien.

Mucor genevensis. I. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	6	Schwach entwickeltes Mycelium, einzelne Sporangien. In 2 Kulturen einige Zygosporien
Asparagin, 2%	2	Sporangien und Zygosporien
Pepton, 1%	2	
Pepton, 5%	2	
Pepton, 10%	3	
Apfelsaures Ammon, 1%	3	
	1 in d. Temp. 19—20° C.	Sporangien und Zygosporien
Weinsaures Kali, 1%	3	
	1 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycelium und Sporangien
Weinsaures Ammon, 1%	2	
Weinsäure, $\frac{1}{2}\%$	2	Sporangien und Zygosporien
Zitronensaures Kali, 1%	2	
Zitronensaures Natron, 1%	2	
Agar-Agar mit $\frac{1}{10}\%$ Pepton und $\frac{1}{10}\%$ Traubenzucker	3	
	3	

Alle Kulturen auf 5%-iger schiefer Gelatine wurden in Zimmertemperatur (14—15° C.) oder im Glashaus (Temp. 19—20°) bei Tageslicht kultiviert.

Obwohl die Konzentration des Peptons einen Grad erreichte, bei welchem *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii* nur Mycel, ohne jegliche Fortpflanzungsformen bilden, beeinflusste sie dennoch den normalen Verlauf der Entwicklung gar nicht, es entstanden sehr viele Zygosporien, Sporangien und ein reiches Mycel. Den Überschuß an N-reichen, organischen Substanzen, welcher schädlich auf die normale Entwicklung anderer Arten einwirkte, ertrug *M. genevensis* ohne jeden sichtbaren Nachteil. Die Kulturen auf Kohlehydraten (Zusammenstellung II) zeigten, daß bei *M. genevensis* der Einfluß der Konzentration auf die Fortpflanzungsweise der gleiche ist wie bei den vorigen Arten.

Mucor genevensis. II. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glyzerin, 10%	2	Sporangien und Zygosporen
Glyzerin, 20%	3	Nur Sporangien (nach Verlauf von 2 Wochen)
Glyzerin, 30%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycelium und Sporangien
Mannit, 15%	2	Sporangien und Zygosporen
Traubenzucker, 15%	2	Sporangien und zahlreiche Zygosporen
Traubenzucker, 30%	5	Sporangien
Traubenzucker, 40%	3	"
Traubenzucker, 50%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwaches Mycelium, Sporangien
Galaktose, 15%	2	Sporangien und wenige Zygosporen
Galaktose, 30%	3	Sporangien
Rohrzucker, 15%	2	Sporangien und Zygosporen
Rohrzucker, 30%	3	
Rohrzucker, 40%	3	
Rohrzucker, 48%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycelium, Sporangien und wenige Zygosporen
Maltose, 1%	2	Sporangien und Zygosporen
Maltose, 10%	2	
Maltose, 30%	3	
Milchzucker, 15%	3	Sporangien und Zygosporen
Milchzucker, 30%	1 in d. Temp. 19—20° C.	
Milchzucker, 60%	3	Zahlreiche Sporangien, wenige Zygosporen
Dextrin, 15%	2	Sporangien, in jeder Kultur nur einige Zygosporen
Dextrin, 30%	3	
Dextrin, 60%	2 in d. Temp. 19—20° C.	
Dextrin, 60%	2	Zahlreiche Sporangien und Zygosporen

Bedingungen der Experimente: Alle Kulturen wurden auf 5%-iger schiefer Gelatine in der Zimmertemperatur (14—15° C.) oder im Glashaus (Temp. 19—10° C.) bei Tageslicht kultiviert.

Auf 15⁰/₀-igem Traubenzucker erzeugte *M. genevensis* zahlreiche Zygosporen und Sporangien, auf 30⁰/₀-igem Traubenzucker gar keine Zygosporen, nur lauter Sporangien, auf 40⁰/₀-igem Traubenzucker nur Sporangien, ebenso auf 50⁰/₀-igem Traubenzucker, auf 15⁰/₀-igem Milchzucker zahlreiche Zygosporen und Sporangien, auf 30⁰/₀-igem viele Sporangien und wenige Zygosporen, auf 60⁰/₀-igem Milchzucker fast nur lauter Sporangien (in jeder Kultur nur einzelne Zygosporen). Auf 15⁰/₀, 30⁰/₀, 40⁰/₀-igem Rohrzucker bildeten sich große Mengen von Sporangien und viele Zygosporen, auf 48⁰/₀-igem war die Entwicklung schwach, die Sporangien zahlreich und die Zygosporen nur spärlich. Auf 15⁰/₀-iger Galaktose wurden zahlreiche Sporangien und wenige Zygosporen, auf 30⁰/₀-iger Galaktose nur Sporangien und schwaches Mycelium gebildet; Zygosporen fehlten sogar nach Verlauf von 15 Tagen. Auf 10⁰/₀-igem Glycerin bildet *M. genevensis* Sporangien und viele Zygosporen, auf 20⁰/₀-igem sogar nach zweiwöchentlicher Entwicklung nur Sporangien, auf 30⁰/₀-igem Glycerin nur Sporangien, wobei die Entwicklung des Mycels schwach ist.

Diese wenigen Beispiele beweisen genügend die Abhängigkeit der Fortpflanzungsweise von dem Grade der Konzentration des Nährmediums. Schwache Konzentrationen ermöglichen sowohl die Entstehung von Sporangien wie auch von Zygosporen, die hohen Konzentrationen stören aber die normale Entwicklung, und der Pilz ist imstande, nur Sporangien zu produzieren. Die Menge der Zygosporen, Sporangien und des Mycels hängt vom Quantum der Nährstoffe im Nährmedium ab. Zwar braucht *M. genevensis* nur wenig, er entwickelt sich sogar auf reiner Gelatine, jedoch man kann an ihm ausgezeichnet den Einfluß des steigenden Quantum der Nährstoffe auf die gleichzeitig steigende Fruktifikation beobachten, wenn man z. B. Dextrin regelmäßig zusetzt. Auf 30⁰/₀-igem Dextrin beobachtete ich die beste Entwicklung von *M. genevensis*.

Ein Teil der Kulturen von *M. genevensis* wurde nicht in der Zimmertemperatur (14—15⁰ C.), sondern im Glashaub bei einer Temperatur von 19—20⁰ C. gezüchtet. Die Resultate weichen aber nicht von denjenigen ab, welche ich in der Zimmertemperatur erhielt. Nur die Entwicklung verlief etwas rascher. Es war dies ausschließlich eine Beschleunigung des Wachstums, ähnlich wie bei *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii*.

Um die Empfindlichkeit des *M. genevensis* auf den verringerten

Wasserdampfgehalt der atmosphärischen Luft zu prüfen, wurden 13 Kulturen unmittelbar nach der Aussaat in den Exsikkator über Chlorkalk gestellt; in allen Kulturen entstanden (Zusammenstellung III), ebenso wie bei normalen Bedingungen, Sporangien und Zygosporen. Ein Einfluß des verringerten Wasserdampfgehaltes konnte nicht wahrgenommen werden.

Mucor genevensis. III. Zusammenstellung.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Asparagin, 2%	2	} Sporangien und Zygosporen
Dextrin, 15%	2	
Galaktose, 15%	2	
Zitronensaures Kali, 1%	2	
Traubenzucker, 15%	1	
5%-ige reine Gelatine	2	
Weinsaures Ammon, 1%	2	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen auf 5%-iger Gelatine; sie entwickelten sich im Exsikkator bei Zimmertemperatur (14–15° C.).

Mucor genevensis. Zusammenstellung IV.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	1	Schwach entwickeltes Mycelium, einzelne Sporangien
Apfelsaures Ammon, 1%	1	} Sporangien und Zygosporen
Weinsaures Kali, 1%	1	
Traubenzucker, 15%	1	
Traubenzucker, 30%	1	
Rohrzucker, 15%	1	
Rohrzucker, 30%	1	
Milchzucker, 15%	1	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen waren auf 5%-iger Gelatine ausgesät. Temperatur. 14–15° C. Während der ganzen Entwicklungszeit standen sie im dunklen Raum.

Die Verdunkelung übte auch gar keinen Einfluß auf den Verlauf der Entwicklung aus, obwohl eine genügende Zahl der Kulturen durch die ganze Entwicklungszeit bis zur Revision in Dunkelheit gezüchtet wurde (Zusammenstellung IV). Ebenso wie bei Belichtung entstanden Zygosporen und Sporangien.

Die Versuche zeigen deutlich, daß *Mucor genevensis* bei schwachen Konzentrationen Zygosporen und Sporangien bildet, ohne Rücksicht auf Belichtung oder Verdunkelung, sogar in einer Atmosphäre mit stark reduziertem Wasserdampfgehalt. Die hohe Konzentration macht dagegen die Zygosporenproduktion unmöglich; sie gestattet nur Sporangienbildung.

F. Versuche mit *Absidia spinosa* Lendner.

Kulturen dieser Art, welche stets große Mengen von Zygosporen, dagegen nur wenige Sporangien erzeugt, erhielt ich vom Herrn Prof. Dr. A. Lendner in Genf. Um zu erfahren, wie sich diese Art auf verschiedenen Nährmedien entwickeln wird, stellte ich eine Reihe von Kulturen an, ähnlich wie bei den vorigen Arten. Ich erhielt folgende Resultate: N-reiche, organische Substanzen, nämlich 2^o/_o-iger Harnstoff, 2^o/_o-iges Asparagin, 5^o/_o und 10^o/_o-iges Pepton, gestatteten nur eine Entwicklung des Mycels ohne jegliche Fruktifikationsorgane (Zusammenstellung I).

Diese Nährböden reichen also für eine normale Entwicklung nicht aus, obwohl *A. spinosa* sogar auf reiner Gelatine Zygosporen bildet. Auf 5^o/_o und 10^o/_o-igem Pepton entwickelt sich das Mycelium sehr üppig, schwach dagegen auf Harnstoff und Asparagin. Diese Substanzen begünstigen nur das vegetative Wachstum des Mycels, sie reichen aber nicht zur Fortpflanzung aus. Indessen entstehen auf 15^o/_o-igem Pepton Zygosporen, Sporangien und ein reiches Mycelium. Der Pilz kann also bei schwacher Konzentration die in der Gelatine enthaltenen Nährstoffe ausnützen, während bei höheren Konzentrationen die Entwicklung sich nur in der Produktion des Mycels äußert. Die Salze organischer Säuren mit Gelatine (Zusammenstellung I) sind ein Nährmedium, welches zur Produktion zahlreicher Zygosporen und weniger Sporangien ausreicht, aber der Entwicklungsgrad des Mycels und die Zahl der Zygosporen sind kleiner als auf anderen Nährmedien.

Die Versuche mit Kohlehydraten und anderen Substanzen zeigen,

Absidia spinosa. Zusammenstellung I.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2 ^o / _o	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Nur schwaches, steriles Mycelium, selbst nach 14 Tagen
Asparagin, 2 ^o / _o	5 3 in d. Temp. 19—20° C.	Nur steriles Mycelium ohne Fruktifikationsorgane
Pepton, 1 ^o / _o	2	Üppiges Mycel, Zygosporen und Sporangien
Pepton, 5 ^o / _o	2	
Pepton, 10 ^o / _o	3	Üppiges Mycel ohne Fruktifikationsorgane
Apfelsaures Ammon, 1 ^o / _o	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	
Weinsaures Kali, 1 ^o / _o	3 1 in d. Temp. 19—20° C.	Zygosporen und Sporangien
Weinsaures Ammon, 1 ^o / _o	2	
Weinsaures Natron, neutral, 1/2 ^o / _o	2	
Weinsaures Natron, sauer 1/2 ^o / _o	3	
Weinsäure, 1/2 ^o / _o	2	
Zitronensaures Kali, 1 ^o / _o	2	
Zitronensaures Natron, 1 ^o / _o	2	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen auf 5^o/_o-iger schiefer Gelatine wurden bei Tageslicht in Zimmertemperatur (14—15° C.) oder im Glashauss (19—20° C.) kultiviert.

daß *A. spinosa* sich in gleichen Verhältnissen etwas anders verhält, als *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii* und *M. genevensis* (Zusammenstellung II).

Absidia spinosa. Zusammenstellung II.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glyzerin, 10 ^o / _o	2	Zygosporen und wenige Sporangien
Glyzerin, 20 ^o / _o	3 2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycel, Zygosporen und hie und da Sporangien

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glyzerin, 30%	2	Steriles, schwach entwickeltes Mycelium
Mannit, 15%	2	Zygosporen und Sporangien
Traubenzucker, 15%	4	Reiches Mycelwachstum, zahlreiche Zygosporen und wenige Sporangien
Traubenzucker, 30%	3	
Traubenzucker, 40%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Zygosporen und wenige Sporangien
Traubenzucker, 50%	2	
Galaktose, 15%	2	Schwache Entwicklung, Zygosporen und wenige Sporangien
Galaktose, 30%	3	
Rohrzucker, 15%	3	Starkes Mycelwachstum, zahlreiche Zygosporen, wenige Sporangien
Rohrzucker, 30%	3	
Rohrzucker, 40%	3	Zahlreiche Zygosporen, wenige Sporangien
Rohrzucker, 48%	2	
Maltose, 1%	2	Zahlreiche Zygosporen, wenige Sporangien
Maltose, 10%	2	
Maltose, 30%	3	
Milchzucker, 15%	3	
Milchzucker, 30%	1 in d. Temp. 19—20° C.	Zahlreiche Zygosporen, wenige Sporangien
Milchzucker, 60%	3	
Milchzucker, 60%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Schwach entwickeltes Mycelium, Zygosporen und Sporangien
Dextrin, 15%	2	Zahlreiche Zygosporen, auch Sporangien
Dextrin, 30%	3	
Dextrin, 60%	2 in d. Temp. 19—20° C.	Verhältnismäßig schwache Entwicklung, Zygosporen und Sporangien
Agar mit Bierwürze	2	Üppiges Wachstum, zahlreiche Zygosporen und Sporangien
Agar mit 1%-igem Pepton u. 1%-iger Glukose	3	
	5	
	2 in d. Temp. 19—20° C.	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen waren auf 5%-ige schiefe Gelatine in Eprouvetten ausgesät und wurden in gewöhnlicher Zimmertemperatur gehalten (14—15° C.), einige im Glashaus (Temperatur 19—20° C.) kultiviert.

Bei Konzentrationen, bei denen die genannten Arten gar keine Zygosporen zu bilden vermögen und nur Sporangien produzieren, vermehrt sich *A. spinosa* trotz des schwachen Mycels normal und bildet im Verhältnis zu den wenigen Sporangien zahlreiche Zygosporen. Sie kann daher trotz der durch die Konzentration erschwerten Ernährung eine Menge von Nährstoffen aufnehmen, welche ihr gestatten, die Fruktifikationsorgane normal zu bilden. Der Einfluß der Konzentration konnte auch bei Glycerin festgestellt werden: auf 10% und 20%-igem Glycerin entwickelte sich ein Mycel, welches Zygosporen in einer die Sporangienzahl weit übertreffenden Menge produzierte. Auf 30%-igem Glycerin entwickelte sich dagegen nur ein sehr schwaches Mycel, ohne Spuren von Zygosporen und Sporangien. Ein Teil von *A. spinosa* wuchs im Glashaus bei einer Temperatur von 19—20° C.; in allen Kulturen bildeten sich Zygosporen und Sporangien im normalen Verhältnis, d. i. mit quantitativem Übergewicht der Zygosporen. Der Einfluß der Temperatur auf die Vermehrungsweise konnte in diesen Verhältnissen nicht beobachtet werden, er existierte aber und äußerte sich in dem beschleunigten Tempo der Entwicklung. In Zimmertemperatur (15—16°) gezüchtete Kulturen entwickelten sich viel langsamer als die Kulturen im Glashaus.

Absidia spinosa. Zusammenstellung III.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2%	1	Steriles Mycelium
Apfelsaures Ammon, 1%	1	Zygosporen und wenige Sporangien
Weinsaures Kali, 1%	1	Wenige halbentwickelte Azygosporen nach einem Monate
Traubenzucker, 15%	1	} Zygosporen und wenige Sporangien
Traubenzucker, 30%	1	
Rohrzucker, 15%	1	
Rohrzucker, 30%	1	
Milchzucker, 15%	1	

Bedingungen der Versuche: Kulturen auf 5%-iger schiefer Gelatine wurden nach der Aussaat in einen dunklen Raum gestellt, wo sie bis zur Revision verblieben. (Temp. 14—15° C.).

Um den Einfluß der Verdunkelung auf *A. spinosa* zu prüfen wurde eine Reihe von Kulturen (Zusammenstellung III) gleich nach der Aussaat in einen verdunkelten Raum gebracht, wo sie bis zur Revision verblieben. In allen Kulturen entstanden, der chemischen Zusammensetzung des Nährmediums entsprechend, Zygosporen und Sporangien; eine Ausnahme hievon bildete 1%-iges weinsaures Kali, auf welchem nur Azygosporen entwickelt wurden. Die Verdunkelung übt also gar keinen Einfluß auf die Fruktifikationsweise bei *A. spinosa* aus.

Auch der negative Einfluß des verringerten Wasserdampfgehaltes der Luft konnte während der Züchtung im Exsikkator über Chlorkalk nicht wahrgenommen werden (Zusammenstellung IV). In allen Kulturen entstanden, der chemischen Zusammensetzung des Nährmediums entsprechend, Zygosporen in überwiegender Zahl und sehr wenige Sporangien; nur auf 2%-igem Asparagin entwickelten sich ebenso wie in nichtgetrockneter Atmosphäre, sogar nach Verlauf von 3 Wochen außer dem Mycel gar keine Fruktifikationsorgane.

Absidia spinosa. Zusammenstellung IV.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Asparagin, 2%	2	Steriles Mycelium
Weinsaures Ammon, 1%	2	
Zitronensaures Kali, 1%	2	Zygosporen und wenige Sporangien
Dextrin, 15%	2	
Galaktose, 15%	2	
5%-ige Gelatine	2	

Bedingungen der Versuche: Kulturen auf 5%-iger Gelatine wurden im Exsikkator gleich nach der Aussaat bis zur Revision kultiviert.

A. spinosa kann mit *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii* und *M. genevensis* als ein oligotropher Pilz betrachtet werden. Er ist an eine Entwicklung innerhalb weiter Konzentrationsgrenzen angepaßt, er versteht es sogar, kleine Mengen von Nährstoffen für den normalen Lebenslauf auszunützen.

G. *Absidia glauca* Hagem und ihre neue Varietät *paradoxa*.

Eine aus vielen Gründen interessante Form isolierte ich aus der Erdprobe, welche Herr K. Dr. Rouppert aus der Gegend von Ciechocinek in Russisch-Polen mitgebracht hat. Nachdem ich reine Kulturen erhalten hatte, ergab die makro- und mikroskopische Analyse folgende morphologische Resultate: Mycel anfangs weiß, mit der Zeit schön blaugrün gefärbt, besonders auf 5% und 10%-igem Pepton; auf diesem Nährmedium war das Mycel vor dem Ergrünen kurze Zeit hindurch fleischrosafarbig. Ebenso verhält sich das Mycel der originellen Kulturen Hagem's. Die Sporangien meiner Isolierung sind birnförmig, $40 \times 56 \mu$ breit, bis 60μ lang, Colu-

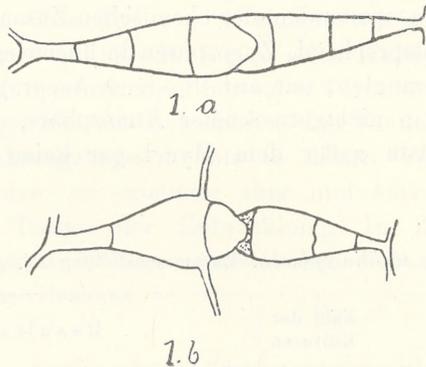


Fig. 1. Gametenbildung bei *Absidia glauca* v. *paradoxa*.

mella abgerundet, glatt oder mit einem zitzenförmigen Fortsatz an der Spitze, höchstens 44μ breit oder hoch, Sporen rund, farblos, $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2} \mu$ im Durchmesser; unter dem Mikroskope kann man sie nicht von den Sporen aus den Hagem'schen Kulturen unterscheiden.

Wenn man das Originalmaterial von *Absidia glauca*, welches ich von O. Hagem erhalten habe, mikroskopisch untersucht und mit den von mir isolierten Kulturen vergleicht, so genügt die mikroskopische Analyse absolut nicht, um diese zwei Formen zu unterscheiden; ein deutlicher Unterschied besteht aber in der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Absidia glauca ist nach den Untersuchungen Hagem's eine heterothallische Art. Isolierte Mycelien dieser Art erhielt ich in freundlicher Weise von Herrn Hagem zugeschickt, und zwar in

zwei mit den Zahlen 127 und 132 bezeichneten Kulturen. Diese Kulturen bilden, getrennt gezüchtet, keine Zygosporen, sobald man sie aber zusammen aussät, bilden sich Zygosporen in großer Zahl, was ich selbst konstatierte. Meine Kulturen unterscheiden sich von den Hagem'schen dadurch, daß sie niemals Zygosporen produzieren, obwohl auf geeigneten Nährmedien immer viele Kopulationsversuche auftreten; mit dem Beginn der Kopulation ist aber der Sexualprozeß auch zu Ende. Die Entwicklung der sexuellen Fortpflanzungsorgane verläuft ganz normal, aber nur bis zu einem gewissen Stadium, nämlich zur Abschnürung der Gameten; nachher stülpt sich einer der Gameten (Fig. 1 a, b) in den anderen ein, was völlig an die von Lendner bei *Sporodinia grandis* beobachteten

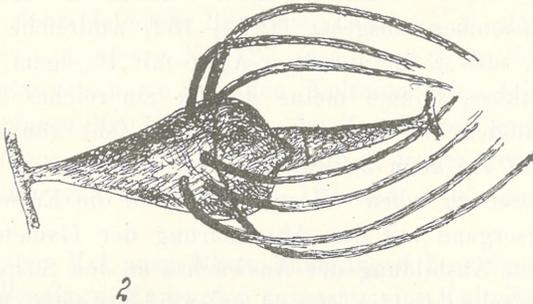


Fig. 2. Gametenbildung bei *Absidia glauca* v. *paradoxa*.

Bilder erinnert. Wahrscheinlich kommt es gar nicht zur gegenseitigen Vereinigung des Protoplasmas und zur Kopulation der Kerne. Obwohl ich ein sehr reiches Material von verschiedenen Nährmedien durchgesehen habe, beobachtete ich nur selten eine Öffnung in der Querwand. Auf diesem Stadium endet die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Ziemlich häufig entwickeln sich auf geeigneten Nährmedien die für die Gattung *Absidia* charakteristischen Auswüchse an einem oder an beiden Suspensoren. Einer der Suspensoren wird sogar häufig aufgeblasen und dunkel gefärbt (Fig. 2); statt aber zum Ausgangspunkt für die Zygosporen zu werden, degenerieren die Gameten gänzlich. Sie schrumpfen dabei zusammen und werden häufig an der Berührungsstelle auseinander gezogen, sodaß man leicht beobachten kann, ob die Vereinigung der Protoplasten stattgefunden hat oder ausgeblieben ist. In dem passiven Gameten ist häufig das körnige, degenerierte Protoplasma zu sehen,

während der aktive Gamet leer bleibt. Da ich die Vermutung hegte, daß vielleicht ein ungeeignetes Nährmedium oder eine zu niedrige Temperatur eine Hemmung der Entwicklung verursache, züchtete ich meine *Absidia* auf sehr verschiedenen Nährmedien, vor allem auf solchen, auf welchen die Hagem'schen Kulturen massenhaft Zygosporien entwickeln. Im ganzen züchtete ich zirka 210 Kulturen in drei verschiedenen Temperaturen, nämlich 14—15°, 19—20°, 26—27° C.; in allen diesen Fällen gab es keine Zygosporien, sondern nur Kopulationsversuche in verschiedener Zahl, je nach der Qualität des Nährbodens. Massenhaft treten Kopulationsversuche auf 10% und 30%-iger Maltose mit 5%-iger Gelatine auf; ein gutes Nährmedium ist auch Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker. In solchen Verhältnissen, in welchen die Hagem'schen Kulturen zusammen ausgesät (127 + 132) zahlreiche Zygosporien produzierten, also z. B. auf Agar-Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-iger Glukose, bildete meine *Absidia* ein reiches Mycel, zahlreiche Sporangien und es trat eine enorme Zahl von Kopulationsversuchen auf (in allen 3 Temperaturen), jedoch war keine Spur von Zygosporien zu sehen. Beständig endete die Entwicklung der Vermehrungsorgane mit der Abschnürung der Gameten und der vollkommenen Ausbildung der Auswüchse an den Suspensoren. Da die Hagem'sche *Absidia glauca* unter identischen Bedingungen Zygosporien erzeugt, die meinige aber niemals, sondern nur immer massenhafte Kopulationsversuche aufwies, betrachte ich sie als eine Rasse, welche gut durch die Unfähigkeit der Zygosporienbildung charakterisiert ist. Durch ihr Verhalten unterscheidet sie sich von allen bis jetzt untersuchten Arten; die Unfähigkeit, Zygosporien zu produzieren, ist ihr erbliches Merkmal, welches stets trotz vieler Generationen und langer Kultivierungszeit auftritt. Weil aber diese Rasse makroskopisch und mikroskopisch mit *Absidia glauca* Hagem identisch ist, bezeichne ich sie als *Absidia glauca paradoxa*.

Weitere Untersuchungen bewiesen, daß ich mich nicht geirrt habe, als ich meine Rasse trotz hervorragender physiologischer Unterschiede und des paradoxalen Verhaltens während des Sexualprozesses in die Hagem'sche Art einreichte. Ich säte 4 Kulturen von *A. glauca paradoxa* zusammen mit *A. glauca* Hag. Nr. 127 aus, davon je zwei in einer Temperatur von 14—15° C. und von 19—20° C. und in ganz ähnlicher Weise auch 4 Kulturen von *A. glauca paradoxa* mit *A. glauca* Hag. Nr. 132, wobei der Kontrolle

halber noch 4 Kulturen von *A. glauca paradoxa* und je zwei Kulturen von *A. glauca* Nr. 127 und *A. glauca* Nr. 132 getrennt ausgesät wurden. Die Kulturen wurden in Reagenzgläsern auf 2%-igem Agar mit 1%-igem Pepton und 1%-igem Traubenzucker gezüchtet. Das Resultat war folgendes: In den Eprouvetten mit *A. glauca paradoxa* eine starke Entwicklung und nur zahlreiche Kopulationsversuche; in den Eprouvetten mit *A. glauca* Nr. 127 nur Sporangien, mit *A. glauca* Nr. 132 nur Sporangien; in den Kulturen von *A. glauca paradoxa* + *A. glauca* Nr. 132 nur viele Kopulationsversuche. In denjenigen Reagenzgläsern aber, in welchen *A. glauca paradoxa* mit *A. glauca* Nr. 127 zusammenwuchs, bildeten sich zahlreiche Zygosporen.

Diesen ganzen Versuch wiederholte ich mit Petri-Schalen und erhielt dabei folgende Resultate: Dort, wo *A. glauca paradoxa* zusammen mit *A. glauca* Nr. 127 ausgesät war, erschienen an der Grenze Zygosporenlinien; in den Kulturen von *A. glauca paradoxa* + *A. glauca* Nr. 132 fehlten die Zygosporen gänzlich, es gab nur Kopulationsversuche (*A. gl. paradoxa*); in den gesondert ausgesäten Kulturen von *A. glauca* Nr. 127 und *A. glauca* Nr. 132 nur Sporangien.

Zum dritten Mal ausgeführte Züchtungen bestätigten die vorher erhaltenen Resultate. Es wurden ausgesät: eine Kultur von *A. glauca* Nr. 127, eine von *A. glauca* Nr. 132, eine von *A. gl. paradoxa*, neun von *A. glauca paradoxa* + *A. glauca* Nr. 127, endlich sieben Kulturen von *A. glauca paradoxa* + *A. glauca* Nr. 132. Wie ich erwartet hatte, entstanden Zygosporen in allen neun Kulturen von *A. glauca paradoxa* + *A. glauca* Nr. 127; in allen anderen war keine Spur davon zu bemerken.

Die Experimente beweisen, daß *A. glauca paradoxa*, welche selbst niemals Zygosporen bildet, diese dennoch mit einer Geschlechtsform von *A. glauca* Hag., nämlich Nr. 127, erzeugen kann. Sie ist demnach eine physiologische Rasse, welche einigermaßen die sexuelle Fortpflanzungsfähigkeit verloren hat.

Die Entdeckung dieser aus vielen Gründen interessanten Rasse bildet eine wichtige Ergänzung unserer Kenntnisse über *A. glauca* Hag. Außer den beiden Geschlechtsformen, welche getrennt gezüchtet nur Sporangien erzeugen, existiert noch eine Form, welche stets nur mißlungene Kopulationsversuche ausführt, auch unter günstigsten Bedingungen. Sie repräsentiert demnach ein abgesonderetes

Stadium und bildet Zygosporen nur mit einer Geschlechtsform von *A. glauca*, nämlich mit Nr. 127. Diese Tatsache kann man mit großer Wahrscheinlichkeit folgendermaßen interpretieren:

Absidia glauca paradoxa ist eine Rasse von *A. glauca*, welche sich sexuell mit *A. glauca* Nr. 127 ergänzt; ihr gebührt demnach nach der Bezeichnung Hagem's die Nr. 132. Sie besitzt aber eine unvollkommene Neigung zur homothallischen Entwicklung, daher bildet sie nur in Verbindung mit der anderen Geschlechtsform (Nr. 127) Zygosporen.

Meine Rasse gehört zu Nr. 132, in welcher eine homothallische Form auftrat. Ein Beweis dafür ist die Tatsache, daß in Verbindung mit Nr. 127 Zygosporen erzeugt werden, während sie bei der Züchtung mit Nr. 132 vollkommen ausbleiben.

H. Versuche mit *Absidia glauca* Hagem v. *paradoxa* Namysłowski.

A. glauca paradoxa bildet, wie bekannt, keine Zygosporen; sogar auf guten Nährmedien erzeugt sie nur massenhaft Progameten; die Gameten werden abgeschnürt; das Maximum der Entwicklung wird erreicht, wenn die für diese Gattung charakteristischen Auswüchse an den Suspensoren entwickelt werden. Nichtsdestoweniger zog ich sie in den Bereich meiner Versuche ein, um meine Beobachtungen auf ein größeres Material stützen zu können. Nach halbjähriger Züchtung überzeugte ich mich, daß *Ab. gl. paradoxa* trotz vieler Impfungen ihre charakteristischen Merkmale nicht geändert hat.

Ich untersuchte nur den Einfluß des Nährmediums, der Temperatur und der Verdunkelung. Auf 1%, 5% und 10%-igem Pepton (Zusammenstellung I) bildete *A. glauca paradoxa* ein sehr üppiges Mycel und Sporangien (auf 5% und 10%-igem Pepton tritt stets in einer gewissen Entwicklungsperiode die Rosafärbung des Mycels auf), auf 2%-igem Harnstoff ein schwaches Mycel und Sporangien, auf 2%-igem Asparagin dagegen erscheinen neben zahlreichen Sporangien auch Kopulationsversuche. Hohe Konzentration N-reicher, organischer Substanzen begünstigt die üppige und starke Entwicklung des Mycels und der Sporangien, sie reicht aber nicht einmal zu Kopulationsversuchen aus.

Bei Verwendung von Salzen organischer Säuren, welche mit Gelatine gemischt als Nährmedium für *A. glauca paradoxa* dienten, beobachtete ich zahlreiche Sporangien und wenige Kopulationsver-

suche (auf weinsaurem Natron und Weinsäure sah ich nur Sporangien). Die Entwicklung des Mycels war aber bedeutend schwächer, als auf Peptonkulturen.

Absidia glauca v. paradoxa. Zusammenstellung I.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2 ⁰ / ₀	3	Schwach entwickeltes Mycelium mit Sporangien
Asparagin, 2 ⁰ / ₀	3	Sporangien und wenige Kopulationsversuche
Pepton, 1 ⁰ / ₀	2	
Pepton, 5 ⁰ / ₀	2	
Pepton, 10 ⁰ / ₀	4	
Apfelsaures Ammon, 1 ⁰ / ₀	3	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Weinsaures Kali, 1 ⁰ / ₀	3	Schwaches Mycelium und Sporangien
Weinsaures Ammon, 1 ⁰ / ₀	3	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Weinsaures Natrium, neutr., 1/2 ⁰ / ₀	2	
Weinsaures Natrium, sauer, 1/2 ⁰ / ₀	2	
Weinsäure, 1/2 ⁰ / ₀	2	
Zitronensaures Kali, 1 ⁰ / ₀	3	Sporangien und Kopulationsversuche
Zitronensaures Natrium, 1 ⁰ / ₀	5	
	1 in d. Temp. 19—20°C.	
	1 in d. Temp. 19—20°C.	

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen wurden auf 5⁰/₀-iger schiefer Gelatine in Zimmertemperatur (14—15°) oder im Glashauss (Temp. 19—20° C.) kultiviert.

Auf Salzen organischer Säuren erschienen zwar in allen Kulturen ziemlich viele Sporangien und sehr wenige Kopulationsversuche, die Entwicklung des Mycels war aber dürftig. Die Kulturen auf Kohlehydraten und anderen Substanzen (Zusammenstellung II) ergaben folgende Resultate: Auf 15⁰/₀ und 30⁰/₀-igem Traubenzucker viele Sporangien und wenige Kopulationsversuche, dagegen auf 40⁰/₀-igem Traubenzucker lauter Sporangien, auf 50⁰/₀-igem Traubenzucker eine

Absidia glauca v. *paradoxa*. Zusammenstellung II.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Glyzerin, 10 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Glyzerin, 20 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Schwach entwickeltes Mycelium, Sporangien
Glyzerin, 30 ⁰ / ₀	2	Kleine Mycelkolonien von 2 mm Durchmesser höchstens, steril.
Mannit, 15 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Traubenzucker, 15 ⁰ / ₀	6 4 in d. Temp. 19—20°C.	
Traubenzucker, 30 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	
Traubenzucker, 40 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	
Traubenzucker, 50 ⁰ / ₀	2	Sporangien
Galaktose, 15 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Schwach entwickeltes Mycelium, Sporangien
Galaktose, 30 ⁰ / ₀	3	
Rohrzucker, 15 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Rohrzucker, 30 ⁰ / ₀	4 2 in d. Temp. 19—20°C.	
Rohrzucker, 40 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Sporangien und wenige Kopulationsversuche
Rohrzucker, 48 ⁰ / ₀	2	
Maltose, 1 ⁰ / ₀	2	Zahlreiche Sporangien, wenige Kopulationsversuche
Maltose, 10 ⁰ / ₀	2	Zahlreiche Kopulationsversuche und Sporangien
Maltose, 30 ⁰ / ₀	3	
Milchzucker, 15 ⁰ / ₀	3 1 in d. Temp. 19—20°C.	Zahlreiche Sporangien und wenige Kopulationsversuche
Milchzucker, 30 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	
Milchzucker, 60 ⁰ / ₀	3	
Dextrin, 15 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	Üppiges Mycelium, zahlreiche Sporangien und Kopulationsversuche
Dextrin, 30 ⁰ / ₀	3 2 in d. Temp. 19—20°C.	
Dextrin, 60 ⁰ / ₀	2	

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Agar mit 1% Pepton und 1% Traubenzucker	11 6 in d. Temp. 19—20°C.	Massenhafte Kopulationsversuche. üppiges Mycel und zahlreiche Sporangien, speziell bei Temp. 19—20°C.

Bedingungen der Versuche: Alle Kulturen auf 5%-iger schiefer Gelatine wurden bei Tageslicht in Zimmertemperatur (14—15° C.) oder im Glashaus (19—20° C) kultiviert.

schwache Entwicklung des Mycels und nur Sporangien. Der Einfluß der Konzentration des Traubenzuckers auf die Produktion von Vermehrungsorganen ist also deutlich genug. Etwas Ähnliches beobachtete ich auch bei Anwendung von Glycerin. Auf 10%-igem Glycerin entstehen zahlreiche Sporangien und wenige Kopulationsversuche, auf 20%-igem ein schwach entwickeltes Mycel und nur Sporangien, auf 30%-igem Glycerin nur Spuren von einer Entwicklung, die Kolonien erreichen höchstens 2 mm Durchmesser. 1%-ige Maltose ist ein minderwertiges Nährmedium, auf welchem es nur zu wenigen Kopulationsversuchen kommt.

Mit dem Steigen der Konzentration der Maltoselösung wächst die Zahl der Kopulationsversuche, welche auf 10% und 30%-iger Maltose zusammen mit Sporangien in enormen Mengen auftreten. 10% und 30%-ige Maltose ist das beste Nährmedium für *A. glauca paradoxa*, welches ich überhaupt beobachtet habe. Hier treten die Kopulationsversuche so zahlreich auf, wie auf keinem anderen Nährsubstrat. Eine starke Entwicklung des Mycels, zahlreiche Sporangien und verhältnismäßig viele Kopulationsversuche kann man auch auf 15—60%-igem Dextrin beobachten.

Außer den Kulturen, welche in der Zimmertemperatur wuchsen, wurde ein Teil von ihnen im Glashaus bei einer Temperatur von 19—20° C. gezüchtet. Der Einfluß der Temperatur äußerte sich nur in dem beschleunigten Tempo der Entwicklung im Vergleich mit den Kulturen aus der Temperatur von 15—16° C. Ein anderer Einfluß konnte nicht beobachtet werden, das quantitative Verhältnis der Sporangien zu den Kopulationsversuchen erfuhr gar keine Veränderung. Die Entwicklung von *A. glauca paradoxa* ist auch nicht von der Belichtung abhängig. In der Dunkelheit auf verschiedenen

Nährmedien gezüchtete Kulturen (Zusammenstellung III) unterschieden sich in nichts, von den Kulturen, welche bei Tageslicht gewachsen waren.

Absidia glauca v. paradoxa, Zusammenstellung III.

Nährboden	Zahl der Kulturen	Resultate
Harnstoff, 2 ^o / _o	1	Schwaches Mycelium, wenige Sporangien
Apfelsaures Ammon, 1 ^o / _o	1	Sporangien und wenige Kopulationsversuche
Weinsaures Kalium, 1 ^o / _o	1	Sporangien
Traubenzucker, 15 ^o / _o	1	} Zahlreiche Sporangien und Kopulationsversuche
Traubenzucker, 30 ^o / _o	1	
Rohrzucker, 1 ^o / _o	1	
Rohrzucker, 30 ^o / _o	1	
Milchzucker, 15 ^o / _o	1	

Bedingungen der Versuche: Im dunklen Raum auf 5^o/_o-iger Gelatine gezüchtet.

Überall bildeten sich zahlreiche Sporangien und man konnte nur wenige Kopulationsversuche beobachten; eine Ausnahme bilden nur 2^o/_o-iger Harnstoff und 1^o/_o-iges weinsaures Kali, doch erschienen auf diesen zwei Nährmedien auch bei Tageslicht nur Sporangien. Alle diese in verschiedenen Bedingungen gezüchteten Kulturen können auch als ein genügender Beweis für die Besonderheit der *A. glauca paradoxa* als Rasse gelten, welche während der ganzen Versuchszeit ihre Merkmale nicht im geringsten verändert hat.

I. Meine Resultate und die Resultate meiner Vorgänger. Ein Vergleich.

I.

Bisher hat nur *Sporodiniu grandis* [Klebs (5, 6), Falck (2)] den Gegenstand genauer Untersuchungen gebildet. Da ihre Entwicklungsbedingungen genügend bekannt sind, will ich sie hier mit meinen Ergebnissen zu vergleichen versuchen. Auf den ersten Blick erkennt man, daß sie sich in den Hauptzügen, von wenigen Einzelheiten abgesehen, vollkommen mit meinen Resultaten decken,

vor allem in den Fällen, in welchen es sich um den Einfluß der Quantität und Qualität des Nährstoffes handelt. Dasselbe gilt auch in allen Einzelheiten für die Resultate Wiśniewski's (12) über *Zygorhynchus Moellerii*. Alle zur Züchtung verwendeten Nährmedien begünstigen entweder die Zygosporienproduktion oder die Produktion des Mycel und der Sporangien. Die Kulturen auf N-reichen, organischen Nährmedien lieferten folgende Ergebnisse: auf Harnstoff verläuft die Entwicklung nicht normal: alle bisher untersuchten Arten, *Sporodinia grandis* [Klebs (5)], *Zygorhynchus Vuilleminii*, *Z. Moellerii*, *Absidia spinosa*, *A. glauca paradoxa* produzieren nur Sporangien und das Mycelium (bei *Mucor genevensis* waren dennoch einige Zygosporien zu finden). Ähnlich verläuft die Entwicklung auf 5% und 10%-igem Pepton, auf welchem *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii* und *A. spinosa* nur ein Mycelium ohne Sporangien und Zygosporien bilden; dagegen produziert *Sporodinia grandis* (Klebs) und *A. glauca v. paradoxa* ein Mycel und Sporangien, *Mucor genevensis* Zygosporien und Sporangien. Bei schwacher Konzentration des Peptons, z. B. auf 1%-igem Pepton, bildet *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii*, *M. genevensis* und *A. spinosa* Zygosporien und Sporangien, *Sporodinia grandis* (Klebs) und *A. glauca paradoxa* nur ein Mycel und Sporangien. Auf Asparagin entwickelt *A. spinosa* nur ein Mycelium ohne Zygosporien und Sporangien, *Sporodinia grandis* [Klebs (5)] ein Mycel mit Sporangien, *Z. Vuilleminii* und *Z. Moellerii* ein Mycel mit sehr wenigen anomalen Zygosporien, *A. glauca paradoxa* Sporangien und mißlungene Kopulationsversuche, *M. genevensis* zahlreiche Sporangien und Zygosporien. Die genannten Nährstoffe reichen also nicht für eine normale Entwicklung aus; ihr negativer Einfluß äußert sich darin, daß, von einigen Ausnahmen abgesehen, gar keine Zygosporien gebildet wurden, sondern nur lauter Sporangien oder bloßes Mycel, je nach der Individualität der Art. N-reiche, organische Verbindungen sind ungenügend als Kohlenstoffquellen, daher müssen auch dem Nährmedium stets entsprechende Kohlehydrate hinzugefügt werden, wenn die Entwicklung eine vollkommene sein soll. Zwar verläuft die Entwicklung bis zu Ende auf reiner Gelatine mit Zugabe von Salzen organischer Säuren; will man aber üppige Kulturen, eine massenhafte Produktion von Zygosporien, Mycel und Sporangien erhalten, so ist unbedingt ein Zusatz von entsprechenden Kohlehydraten in genügender Menge zu dem Nährmedium nötig. Bei allen bisher untersuchten Schimmelpilzen tritt

die Abhängigkeit der Entwicklungsschnelligkeit und der Vermehrungsweise von der Menge der hinzugefügten Kohlehydrate auf. Ist die Konzentration höher als die für die gegebene Art günstigste, so verringert sich die Zahl der Zygosporen oder sie sinkt endlich auf Null. Statt dessen entwickeln sich nur Sporangien, welche bei noch höherer Konzentration wieder schwinden können; jetzt entwickelt sich nur das Mycelium sehr langsam und in geringer Menge. So bildet z. B. *Sporodinia grandis* auf bis 50%-igem Traubenzucker Zygosporen, bei 60% gibt es überhaupt gar keine Fruktifizierung [Falcck (2)]. Ganz analog verläuft die Entwicklung bei *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii*, *M. genevensis*, jedoch in anderen Konzentrationsgrenzen. Diese Arten produzieren auf 15%-igem Traubenzucker Massen von Zygosporen und Sporangien; auf 30%-igem Traubenzucker bildet *M. genevensis* und *Z. Moellerii* gar keine Zygosporen, sondern nur Sporangien, *Z. Vuilleminii* sehr wenige Zygosporen und große Mengen von Sporangien. Auf 40% und 50%-igem Traubenzucker entstehen bei *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii* und *M. genevensis* nur lauter Sporangien; *A. spinosa* verhält sich aber anders, sie produziert Zygosporen sogar auf 50%-igem Traubenzucker; *A. glauca paradoxa* versucht noch auf 30%-igem Traubenzucker zu kopulieren, bei höheren Konzentrationen produziert sie nur Sporangien. Auch auf Glycerin tritt deutlich die Abhängigkeit der Fruktifikationsweise von der Konzentration des Nährmediums auf: auf 10%-igem Glycerin Zygosporen, Sporangien, eventuell Kopulationsversuche bei *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii*, *M. genevensis*, *A. spinosa*, *A. glauca paradoxa*, *Sporodinia grandis* [Klebs (5)], auf 30%-igem Glycerin bei *Z. Vuilleminii*, *Z. Moellerii* eine schwache Entwicklung und nur wenige Zygosporen, bei *M. genevensis* und *A. spinosa* nur Sporangien, bei *A. glauca paradoxa* nur ein Mycelium. Alle bisher untersuchten Arten verhalten sich demnach ganz analog.

II.

Es drängt sich jetzt die Frage auf, in welchem Verhältnis meine Ergebnisse zu der Theorie des Heterothallismus der Schimmelpilze stehen. Blakeslee (1), Hagem (3) und Kominami (7) erklärten folgende Arten für heterothallisch: 1) *Rhizopus nigricans*, *Mucor Mucedo*, *Phycomyces nitens*, *Absidia coerulea* (Blakeslee), 2) *Mucor silvaticus*, *M. hiemalis*, *Absidia Orchidis*, *A. glauca* (Hagem), 3) *Mucor racemosus* (Kominami). Nach diesen Autoren bildet das

Zusammenzüchten beider Geschlechtsformen in einer Kultur die Bedingung der Zygosporienbildung; an der Berührungsgrenze der Mycelien beider Geschlechter entsteht eine Zygosporienlinie. Überhaupt werden die Zygosporienlinien als charakteristisches Merkmal der heterothallischen Arten angesehen; indessen hat sich aber gezeigt, daß auch typisch homothallische Arten unter gewissen Entwicklungsbedingungen an den Berührungsgrenzen Zygosporienlinien entwickeln. Zuerst hat Wiśniewski (12) diesen Fall bei *Z. Moellerii* beschrieben, dann hatte ich Gelegenheit, seine Beobachtungen an derselben Art zu bestätigen, und später noch bei *Z. Vuilleminii* zu konstatieren. Das Vorhandensein von Zygosporienlinien bei homothallischen Arten sollte demnach in dieser Richtung als Fingerzeig dienen, die Tatsache nicht zu sehr zu generalisieren, weil die Zygosporienlinien auch für homothallische Arten bezeichnend sind. Übrigens haben letzte Beobachtungen das Vorhandensein des Homothallismus auch bei heterothallischen Arten festgestellt.

Bei dem heterothallischen *Phycomyces nitens* hat Blakeslee (1) eine homothallische Zygosporienbildung durch dichotomische Gabelung einzelner Mycelhyphen beschrieben. Bei der heterothallischen *Absidia Orchidis* Hagem beobachtete Lendner (8) eine homothallische Zygosporienbildung, was im schroffen Gegensatze zu der Behauptung steht, daß *Absidia Orchidis* nur eine rein heterothallische Art sei.

Hamaker (4) und Namysłowski (9) haben auf Grund ihrer Versuche *Rhizopus nigricans* für homothallisch erklärt. Im Gegensatz dazu behauptet Blakeslee, daß *R. nigricans* eine ausgesprochen heterothallische Art sei. Die Identität meiner Resultate und derjenigen Hamaker's versucht er folgendermaßen zu erklären: 1) Entweder hatten wir mit homothallischen Sporen zu tun, oder 2) die Kulturen, welche augenscheinlich aus einer Spore stammten, waren mit der anderen Geschlechtsform verunreinigt, wodurch die Zygosporienbildung ermöglicht wurde. Blakeslee isolierte sogar beide Geschlechtsformen, leider aber hat er sich nicht entschlossen, sie mir zur Nachprüfung zu senden.

Bei *A. glauca*, welche nach Hagem eine ausgesprochen heterothallische Art sein soll, isolierte ich eine homothallische Rasse. Selbst der Urheber der Heterothallismustheorie muß zugeben, daß auch die homothallische Zygosporienbildung bei heterothallischen Arten eine unleugbare Tatsache ist. Demnach muß die Generalisie-

rung des Heterothallismus und die Behauptung, daß bei einer gegebenen Art die Zygosporienproduktion nur auf heterothallischem Wege erfolgt, heute als falsch angesehen werden.

Auf Grund bisheriger Untersuchungen kann man die Fähigkeit der geschlechtlichen Vermehrung nicht als ein absolut konstantes Merkmal der Schimmelpilze betrachten. Sogar ausgesprochen homothallische Arten, wie z. B. *Z. Vuilleminii* können ihre geschlechtliche Fortpflanzungsfähigkeit einbüßen. Umgekehrt, können für heterothallisch erklärte Arten auf homothallischem Wege Zygosporien produzieren oder ihre geschlechtliche Vermehrungsfähigkeit einbüßen. (*Mucor racemosus* hat bei Hagem (3) die Fähigkeit der Zygosporienproduktion verloren).

Bisher hat man den Azygosporien wenig Beachtung geschenkt und deren Bedeutung nicht erkannt, obwohl sie in großen Mengen bei *Mucor racemosus* [Hagem (3), Kominami (7)], *Mucor silvaticus* [Hagem (3)] und nach meinen Beobachtungen (9) auch bei *Rhizopus nigricans* auftreten. Der Umstand, daß die Azygosporien zu zweien vereinigt oder einzeln erscheinen, — die Kopulation bleibt hier aus, — kann nicht als ein Beweis für den Heterothallismus angesehen werden; ich erblicke vielmehr darin den Beweis, daß bei den für heterothallisch erklärten Arten homothallische Neigungen zu erscheinen beginnen. [*Mucor silvaticus* (Hagem, 3), *Mucor racemosus* (Hagem, 3 und Kominami, 7), *Rhizopus nigricans* (Namyński, 9)].

Anhang.

Die nachstehende Zusammenstellung galizischer Schimmelpilze umfaßt Arten, welche in zweierlei Weise gesammelt wurden: 1) Entweder wurden die Pilze auf Exkrementen gezüchtet, oder 2) ich infizierte auf Ausflügen sterilisierte Nährmedien (meistens Birnen oder mit Traubenzuckerlösung befeuchtetes Brot) mit Erde oder Exkrementen von verschiedenen Orten und Tieren. Das Material sammelte ich in Krakau und in den Wäldern von Niepolomice. Die Erdproben vom Berge Czarnohora verdanke ich der Freundlichkeit des weil. Herrn Dr. I. Szyszyłowicz. Die Zahl der Arten ist zwar nicht groß, aber außer gewöhnlichen, überall ange- troffenen Arten führe ich auch manche neue oder seltene an, welche nur aus fernen Gegenden bekannt sind. Ein Teil des Materials,

welches aus Mangel an Vergleichskulturen noch nicht bestimmt werden konnte, harrt noch der Bearbeitung.

1) *Mucor hiemalis* Wehmer. Diese aus Schweden (Hagem), der Schweiz (Lendner) und Hannover (Wehmer) bekannte Art gehört in Galizien keineswegs zu Seltenheiten. Ich züchtete sie aus in drei entfernten Gegenden gesammeltem Material, nämlich aus der Erde in Krakau, aus Pferde- und Hasenexkrementen in der Gegend von Czarnohora und von der Oberfläche der *Amaurochaete atra* aus dem Wald von Niepołomice. Die Kulturen bildeten große Mengen von Zygosporen und zeigten gar keinen Unterschied von den Kulturen, welche mir Hagem aus Christiania übersandte. Aus der bisher bekannten geographischen Verbreitung dieser Art, obwohl sie sich nur auf eine kleine Zahl von Notizen stützt, kann man den Schluß ziehen, daß sie in Europa zu den gemeineren Arten gehört.

2) *Mucor Mucedo* Linné. Zahlreiche Kulturen, welche keine Zygosporen bildeten, erhielt ich aus der Erde in Krakau und aus Hundexkrementen, welche ich im Niepołomicer Wald sammelte.

3) *Mucor microsporus* spec. nov. Diese neue Art züchtete ich auf sterilisierten Birnen und Brot aus der Erde von Czarnohora (aus der Höhe von 1430 m). Kolonien weißlich, die alten mit deutlicher gelber Schattierung, welche besonders auf Birnen auftritt, Mycel wattenförmig, Sporangienträger nicht verästelt (*Monomucor*), bis 2 cm lang, 12—20 μ breit, beim Übergang in die Basis der Columella stark verengt. Sporangien bräunlich, 30—80 μ Durchmesser, am häufigsten 60 μ , mit in Wasser nicht zerfließender Membran der jungen Sporangien, während die der alten zerfließt. Columella gewölbt, kugelförmig, etwas höher als breit, unten schwach verengt, immer mit platter Basis und kurzem Kragen, glatt, 20—70 μ breit, sehr oft mit ziegelrotem Inhalt gefüllt. Sporen regelmäßig elliptisch, farblos, glatt, 2—3 μ lang, 1 $\frac{1}{2}$ μ breit (höchstens 4 μ lang), junge in der Masse aschgrau, alte bläulich.

Was die Größe der Sporen anbelangt, gehört diese Art zu den kleinsten unter der Schimmelpilzen. Bei allen Arten mit Sporen von ähnlicher Größe sind diese rund, so z. B. *M. pusillus* Lindt. (3—3 $\frac{1}{2}$), *Zygorhynchus heterogamus* Vuillemin. (2—3 μ), eventuell rund oder oval, wie bei *M. Romannianus* Möller nach Lendner (2—3 μ , nach Hagem 2—2 $\frac{1}{2}$ μ). Bezüglich der Größe der Sporen steht *Zygorhynchus Vuilleminii* Namysłowski (Sporen oval, 2—4 μ) dem *Mucor microsporus* spec. nov. sehr nahe. Von allen genannten

Arten hat *M. microsporus* einen so ausgesprochen abweichenden Bau, daß seine Identität mit einer schon bekannten Art direkt ausgeschlossen ist. Von anderen Arten aus der Gruppe *Monomucor* kann man ihn sehr leicht unterscheiden.

Diagnose: Hyphae sporangiferae non ramosae, $\frac{1}{4}$ —2 cm altae, 12 ad 16 μ latae. Sporangia globosa, 30—80 μ diam. Tunica novella in aqua non dissiliens, matura dissiliens. Columella sphaerica, latior quam altior, cum applanata basi, 20—70 μ lata; columella materiam luteo-rubram continens. Sporae hyalinae, ellipsoideae, 2—3 μ longae (max. 4 μ), $1\frac{1}{2}$ μ latae. Habitat in terra in pratis Czarnohorensibus, quae dicuntur „Połoniny“ (altitudo 1430). Galicia.

4) *Mucor racemosus* Fres., oft beobachtet in Kulturen aus verschiedenen Gegenden und aus verschiedenem Material. Zygosporen habe ich nicht gesehen.

5) *Mucor plumbeus* Bouard. Diese Art habe ich mehrere Male aus der Luft und aus verwesenden Blättern in Krakau, sowie aus einer Torfwiese im Niepołomicer Wald isoliert.

6) *Mucor ambiguus* Vuillem. Diese Art züchtete ich mehrere Male aus in Niepołomic und Krakau gesammelten Hundeexkrementen.

7) *Mucor sphaerosporus* Hagem. Bisher nur aus Norwegen bekannt; ich fand ihn auf verwesenden Blättern (Krakau). Das Auftreten dieser Art in Mitteleuropa ist ein Beitrag zum Kosmopolitismus der Schimmelpilze.

8) *Circinella umbellata* van Tiegh. tritt oft auf Pferdekot in Krakau auf.

9) *Zygorhynchus Moellerii* Vuillem. Diese bisher aus Norwegen, der Schweiz und Deutschland bekannte Art isolierte Prof. M. Raciborski aus der Erde in Dublany.

10) *Zygorhynchus Vuilleminii* Namysłowski (Annales Mycologici 1910) wurde aus einer Erdprobe mit seiner Rasse *Z. Vuilleminii agamus* isoliert. Die Erdproben waren auf Czarnohora gesammelt.

11) *Rhizopus nigricans* de By. in der Umgebung von Krakau oft auftretend.

12) *Rhizopus arrhizus* Fisch., aus Gartenerde in Krakau zweimal isoliert; ist eine seltene Art.

13) *Absidia robusta* Raciborski (Studia mykolog. 1899. Rozp. Akad. Um.) wurde in Dublany aus der Erde isoliert. Diese Art findet sich nicht in Lendner's Monographie der schweizerischen Mucorineen.

- 14) *Sporodinia grandis* Link., oft auf Hutpilzen beobachtet.
 15) *Pilaria anomala* Schröt. Auf Pferdekot in Krakau. Selten.
 16) *Pilobolus cristallinus* Tode. Auf Pferdemit, einer der gemeinsten Schimmelpilze.
 17) *Pilobolus Kleinii* van Tiegh. Auf Kuh- und Pferdemit, aus dem Czarnohora-Gebirge.
 18) *Pilobolus roridus* Pers. Aus Gänsemist auf sterilisierten Birnen und Brot isoliert (Niepołomicer Wald). Leicht zu kultivieren, besonders auf Agar mit Bierwürze.
 19) *Mortierella polycephala* Coem. Diese Art wurde auf Kaninchenkot im Krakauer Laboratorium vom Herrn K. Stecki beobachtet.

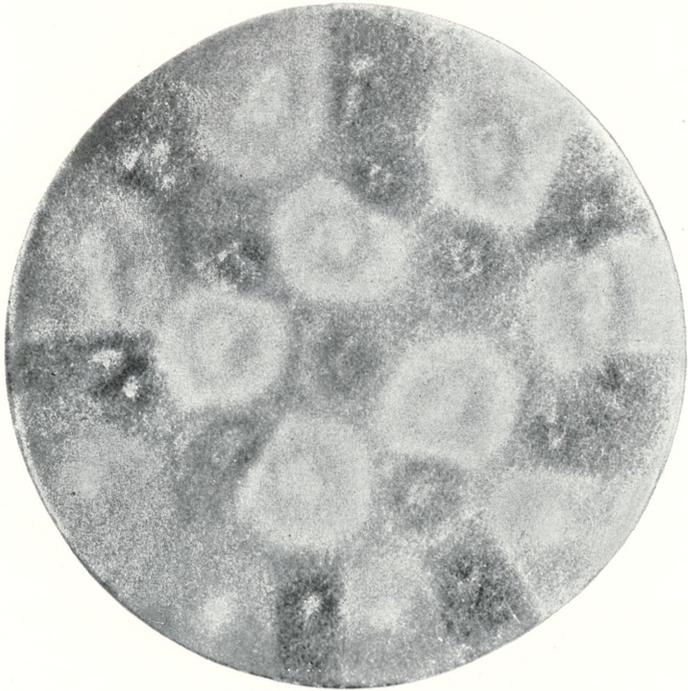
Literatur.

- 1) Blakeslee A. F.: Zygosporo-germination in the Mucorineae. Annales Mycologici, 1906.
 2) Falck: Die Bedingungen u. d. Bedeut. d. Zygotenbildung bei *Sporodinia grandis*. Cohn's Beiträge, Bd. 8.
 3) Hagem: Untersuchungen über norwegische Mucorineen. Videnskabselskabets Skrift., Christiania, 1908.
 4) Hamaker: A culture medium for the zygosporo- of *Mucor stolonifer*. Science, 1906.
 5) Klebs: Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. *Sporodinia grandis*. Jahrb. f. wissenschaft. Botan., 1898.
 6) Klebs: Über *Sporodinia grandis*. Botan Zeit., 1902.
 7) Kominami: Biologisch-physiologische Untersuchungen über Schimmelpilze. Tokyo, 1909.
 8) Lendner: Les Mucorinées de la Suisse. Bern, 1908.
 9) Namysłowski: *Rhizopus nigricans* et les conditions de la formation de ses zygosporo-. Bull. Acad. Cracovie, 1906.
 10) Namysłowski: *Zygorhynchus Vuilleminii*, une nouvelle mucorinée isolée du sol. Annales Mycologici, 1910.
 11) Raciborski: Studya mykologiczne. Rozp. Akad. Um., 1899.
 12) Wiśniewski: Wpływ warunków zewnętrznych na sposób owocowania *Zygorhynchus Moellerii* Vuillem. Rozp. Akad. Um., Kraków, 1898.

Aus dem Laboratorium für Pflanzenanatomie und Physiologie der Universität in Krakau unter der Direktion des Herrn Prof. Dr. E. Janczewski.

Erklärung der Tafel XIX.

1. *Zygorhynchus Vuilleminii* und *Zyg. Vuilleminii agamus*, nebeneinander in einer Petri-Schale kultiviert. Schwarz punktierte Felder bildet *Z. Vuilleminii*, blasse *Z. Vuilleminii agamus*.
 2. Eine Kultur von *Zyg. Vuilleminii*, auf Bierwürze-Agar mit konzentrischen Wachstumsringen, in Zimmertemperatur kultiviert.
 3. *Zyg. Vuilleminii*, ein Zygosporerling, nach der Chloroformnarkose gebildet.
 4. *Zyg. Vuilleminii*, Zygosporenlinien auf Bierwürze-Agar.
-



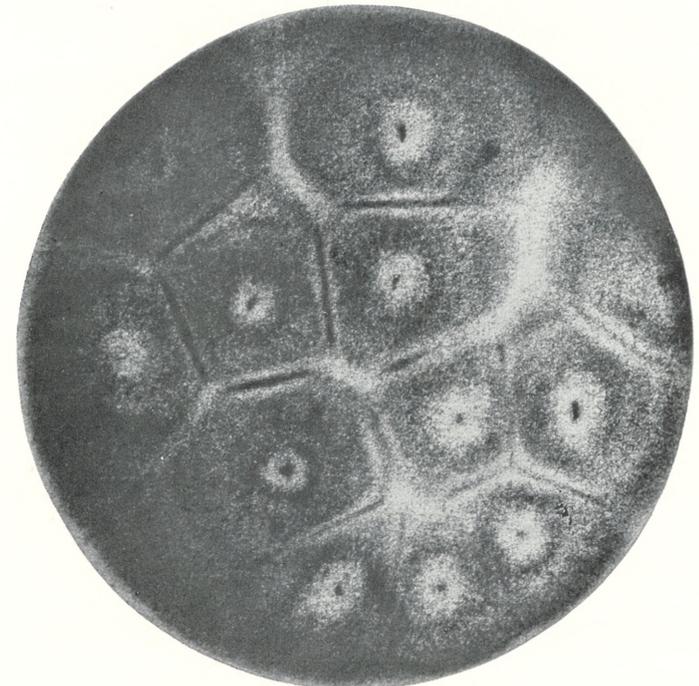
1.



2.



3.



4.

Badania nad rozwojem zarodkowym ryb kostnoskieletowych. — Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Knochenfische.

Mémoire

de M^{me} **CAROLINE REIS,**

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Juin 1910.

(Planches XX—XXII).

Die Entwicklungsgeschichte der Knochenfische stellt noch viele ungelöste Fragen dar, obwohl sie bisher den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gebildet hat.

Die wichtigsten Entwicklungsprozesse, wie Konzentration des Bildungsplasmas, die Furchung, die Bildung des Dottersyncytiums, des Entoderms, der Gastrulationsprozeß überhaupt und die Embryobildung weichen im einzelnen bei verschiedenen Gattungen so sehr voneinander ab, daß weitere Untersuchungen an bisher nicht bearbeiteten Gattungen durchaus nötig sind, um eine sichere Basis für eine einheitliche Erfassung dieser Prozesse zu gewinnen.

Zum Hauptgegenstand meiner Untersuchungen habe ich die Eier des Zwergwelses (*Amiurus nebulosus*) gewählt, da sie infolge ihrer Größe die Orientierung in den Anfangsstadien der Entwicklung ermöglichen, habe aber auch einige frühe Entwicklungsstadien an den Eiern des Karpfens (*Cyprinus carpio*), des Bitterlings (*Rhodeus amarus*) und des Lebias (*Cyprinodon calaritanus*) zu Vergleichszwecken studiert. Die Eier des Zwergwelses zeigen in ihrer Entwicklung sehr viel Ähnlichkeit mit den Salmonideneiern, eine Tatsache, die umso mehr Beachtung verdient, da diese Entwicklung von derjenigen bei anderen Teleostiern abweicht, so daß das Tier bisher eine Ausnahmestellung einnahm. In der Literatur über die Entwicklung der Teleostier finden wir nur bei Eycleshmer (15) eine kurze Beschreibung der Embryobildung beim Zwergwels und bei Sumner (77) eine Darstellung der Bildung der Kupffer'schen Blase.

Die Eier des Zwergwelses wurden in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert und nachher in steigende Alkohole übertragen. In 90%-igem Alkohol wurden die Eihüllen vorsichtig entfernt. Die Differenzierung des Eies war schon vor der Färbung deutlich; auf dem dunkelbraunen Dotter konnte man genau die Umriss des helleren Embryos unterscheiden. Je einige Eier eines jeden Stadiums wurden bei fokaler Beleuchtung photographiert, der übrige Teil zu Kontrollserien verwendet. Als Färbungsmittel wurde bei Durchfärbung Hämatoxylin nach Boehmer, bei Schnitten aber Eisenhämatoxylin nach Heidenhain verwendet.

I. Die Konzentration des Protoplasmas und die Furchung.

Die Art der Konzentration des Protoplasmas war lange Zeit hindurch Gegenstand zahlreicher Kontroversen. Van Beneden (4), Kupffer (51), Kingsley und Conn (41) waren der Ansicht, daß das Plasma sich noch vor der Furchung gänzlich vom Dotter scheidet, während Oellacher (61), Bambeke (2), Vogt die ganz entgegengesetzte Meinung vertraten, daß nämlich noch während der Furchung die Ablösung des Plasmas vom Dotter vor sich geht und „*fines trainées protoplasmiques qui partent en rayonnant de la base du disque*“ bildet (Bambeke). Der Grund dieser Verschiedenheit in der Beschreibung eines und desselben Entwicklungsprozesses scheint in dem Material selbst zu liegen; die einen Autoren haben ihre Untersuchungen an kleinen Eiern von Seefischen angestellt, bei denen die Scheidung des Plasmas vom Dotter sich sehr schnell vollzieht, die anderen haben die Entwicklung der Salmoniden oder Cypriniden studiert.

Zwar haben einige Autoren: Ryder, Kowalewski (50), Berent (8), darauf hingewiesen, daß die Konzentration des Plasmas sehr verschieden bei einzelnen Gattungen vor sich geht, aber die Arbeiten dieser Autoren wurden nicht genügend berücksichtigt. Sobotta (76) beschreibt im Sammelreferate über die Furchung folgendermaßen die Eier der Teleostier: „eine haarscharfe Linie trennt auch bei den größten bisher untersuchten Teleostiereiern (Salmoniden) den Keim unten und seitlich von einer dünnen Lage Protoplasma, das die ganze Dotterkugel umgibt“.

Aber auch diejenigen Autoren, welche in diesem Prozesse die große Mannigfaltigkeit in der Entwicklung der Eier zugeben [O.

Hertwig (27)], betrachten die frühzeitige und vollkommene Scheidung des Bildungsplasmas vom Dotter für die Teleostier als charakteristisch. Die Ursache, daß diese Art der Konzentration viel allgemeiner anerkannt wird, liegt einfach darin, daß sie bei zahlreichen Gattungen beschrieben wurde, während die Forelle und die Karausche die einzigen Vertreter der allmählichen und noch während der Furchung stattfindenden Konzentration sind.

In dem von mir untersuchten Material habe ich noch bei drei Gattungen: dem Zwergwels, dem Karpfen und dem Bitterling eine ganz allmählich stattfindende Konzentration konstatiert. Es unterliegt keinem Zweifel, daß man bei weiteren Untersuchungen noch bei vielen Gattungen diese Art der Konzentration finden wird. An diesem Ort sei noch erwähnt, daß bei den von mir untersuchten Knochenfischen nie eine vollständige Trennung des Plasmas vom Dotter stattfindet, wie es Sobotta (76) beschreibt. Stets bleibt während der Furchung die Keimscheibe mit dem protoplasmatischen Überzug des Dotters in Verbindung. Die primäre Ursache der Verschiedenheit liegt nicht nur in der Schnelligkeit der Konzentration (Kowalewski) sondern, wie Berent (8) schon richtig bemerkt hat, in der Art und Weise, wie die Konzentration stattfindet. Die Art der Absonderung des Plasmas hängt von dessen Verteilung im Dotter ab. Wer einige Gattungen von Knochenfischeiern untersucht hat, dem kann die Tatsache nicht entgangen sein, daß der Dotter verschiedener Eier bei gleichen Konservierungsmitteln eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Struktur aufweist, daß er bei den einen Gattungen ganz kleine Partikelchen, bei anderen dagegen eine gleichartige Masse bildet. Diese Verschiedenheit in der Struktur des Dotters ist wahrscheinlich auf die Verteilung des Plasmas in demselben zurückzuführen. Bei den von mir untersuchten Gattungen ist das Plasma im Dotter auch sehr verschieden verteilt; beim Wels scheint es den ganzen Dotter zu durchdringen und bildet auf den Schnitten während der Anfangsstadien der Furchung unter der Keimscheibe ein dichtes Netz, dessen Fäden zwischen die einzelnen Dotterpartikeln eindringen. Beim Karpfen und beim Bitterling scheint das Plasma mehr vom Dotter abgesondert zu sein und bildet in demselben protoplasmatische Stränge, bei *Lebias* sammelt es sich hauptsächlich in den peripheren Partien des Eies.

Die Art der Ausscheidung des Plasmas zeigt sich sehr deutlich

beim Erscheinen der ersten Furchen und läßt drei Typen unterscheiden:

I. In den Eiern des Zwergwelses dringen die ersten Furchen nicht tief in die Keimscheibe ein, die ersten Blastomeren gehen an der Basis ineinander über und bilden eine einheitliche protoplasmatische Schicht, welche gegen den Dotter in ein lockeres Netz übergeht und in denselben eindringt. Diese Verhältnisse entsprechen dem von Kowalewski in seiner Fig. 1 abgebildeten Ei von *Carassius auratus*, der bisher in dieser Hinsicht eine Ausnahme bildete.

II. Beim Karpfen und dem Bitterling dringen die Furchen viel tiefer in die Keimscheibe ein, aber auch bei diesen Gattungen hängen die ersten Blastomeren miteinander und mit einer dünnen Plasmaschicht zusammen, welche in Form von Strängen aus dem Dotter ausgeschieden wird. Ähnliche Verhältnisse finden wir bei den Salmoniden.

III. In den Eiern von *Lebias* reichen die Furchen fast bis zur Basis der Keimscheibe hinab, lassen aber dennoch eine kleine Schicht von Protoplasma frei, welche die einzelnen Blastomeren verbindet, gegen die Peripherie an Masse zunimmt und in eine den Dotter umhüllende Plasmaschicht übergeht. Hier gehören die kleinen Eier der Seefische, bei denen manche Autoren (Beneden, Cunnigham) eine vollständige Abgrenzung der ersten Blastomeren untereinander beschreiben, nur sollen die Randzellen mit der peripheren Schicht in Verbindung verbleiben. Sobotta (76) geht in dieser Richtung noch weiter und behauptet, daß die ersten Blastomeren gänzlich an der Basis wie auch von den peripheren Zellen abgegrenzt sind. „Die ersten Furchen des Teleostierkeimes durchschneiden ihn seiner ganzen Dicke nach bis zur Trennungslinie vom Dotter“.

Von den drei beschriebenen Typen ist der dritte der allgemein bekannte und vielfach beschriebene, jedoch phylogenetisch älter scheint der erste, bisher nur von Kowalewski bei *Carassius auratus* beschriebene Typus zu sein. Dieser erinnert in hohem Maße an die Ganoiden, was das Verhalten der ersten Furchen anbelangt. Beim *Acipenser* beschreibt Salensky (72) die Furchung in ganz ähnlicher Weise „les premiers sillons méridiens sont peu profonds et n'intéressent d'abord que la partie supérieure du germe. Celui-ci est déjà segmenté, quand dans l'hémisphère interne tous les seg-

ments sont encore réunis en une seule masse“. Die beiden anderen Arten der Konzentration haben sich wahrscheinlich im Laufe der Zeit aus der ersten entwickelt, durch Steigerung des meroblastischen Charakters.

Diese Verschiedenheit in der Konzentration des Plasmas bei den beschriebenen Typen äußert sich auch darin, daß bei den einen (T. III) schon bei einschichtiger Keimscheibe in der Mitte die Zellen allseits begrenzt sind, während bei den anderen (T. I u. II) erst, wenn die Keimscheibe zweischichtig wird, die obere aus selbständigen Zellen besteht, die untere dagegen aus Zellen, die an der Basis miteinander und mit der darunterliegenden Plasmaschicht verbunden sind. Diese Tatsachen zeigen, daß die zentralen Zellen der Keimscheibe bei Eiern des III. Typus der oberen Zellschicht der Eier des I. u. II. Typus entsprechen, da sie vollständig begrenzt und vom Dotter wie auch von dem undifferenzierten Plasma getrennt sind. Ebenso entsprechen die Randzellen der Eier des III. Typus der unteren Schicht der Keimscheibe, da sie im Zusammenhange mit dem indifferenten Plasma stehen.

Ziegler hat die Randzellen mit den Makromeren der Froscheier verglichen. Die Homologie dürfte für die untere Schicht der Eier des I. u. II. Typus noch viel leichter durchführbar sein, da sie ganz ähnlich wie die Makromeren des Frosches in ihrem Plasma zahlreiche Dotterkörner aufweisen und mit einzelnen Plasmazügen noch im Dotter stecken. In der weiteren Entwicklung bestätigt sich diese Homologie, denn bei den einen bildet sich aus den Randzellen, bei den anderen aus der unteren Zellschicht der Keimscheibe das Dottersyncytium, welches zusammen mit dem Dotter dem vegetativen Abschnitt des Froscheies entspricht und wie dieser den Boden der Keimhöhle bildet. In dem Froschei werden die Mikromeren von den Makromeren durch die Äquatorialfurchung getrennt. Wenn aber eine Homologie zwischen den Makromeren und den Zellen der unteren Schicht, resp. den Randzellen besteht, dann muß auch die Furchung, welche sie von anderen Zellen der Keimscheibe abgeteilt hat, der Äquatorialfurchung entsprechen. Da aber die untere Zellschicht durch eine horizontale, die Randzellen dagegen durch eine meridionale Furchung entstehen, so stehen wir vor einem Falle, daß bei den einen Gattungen der Äquatorialfurchung eine meridiane, bei den anderen eine horizontale entspricht.

Dieses Faktum beweist zur Genüge, daß der so lange andauernde

Streit über die Äquatorialfurche der Teleostier gegenstandslos ist. Bei der Furchung handelt es sich hauptsächlich um Zerlegung des embryonalen Materials. Bei den Teleostiern sind keine günstigen Bedingungen zur Bildung der Äquatorialfurche vorhanden. Die Menge des Dotters bildet ein Haupthindernis für die Furchung und die Konzentration des Plasmas vor der Furchung verrichtet schon teilweise die Aufgabe der Äquatorialfurche, indem sie in gewissem Grade die Scheidung des Protoplasmas von dem Dotter bewirkt. Je vollkommener die Konzentration vor sich geht, umso später erscheint die horizontale Furche, so z. B. bei *Trutta fario* nach Kopsch (47) als die fünfte, nach Hoffman (33) als die vierte und manchmal dritte, bei *Belone acus* (nach Kopsch) wird dagegen die Keimscheibe erst nach der siebenten Teilung zweischichtig, bei *Cristiceps* (nach Fusari) erst bei der neunten.

II. Herkunft, Form und Struktur des Dottersyncytiums.

In den Anfangsstadien der Furchung bleibt bei den Teleostiern — wie wir oben nachgewiesen haben — ein Teil der Blastodermzellen im Zusammenhange mit dem indifferenten Protoplasma, ähnlich wie bei anderen meroblastischen Eiern. Bei manchen Gattungen (*Lebias* und andere Seefische mit kleinen Eiern) sind es die Randzellen, bei anderen (Wels, Karpfen, Bitterling) alle Zellen der unteren Schicht, welche diesen Zusammenhang mit dem Plasma aufweisen. Jede von den Zellen der unteren Schicht bildet ein abgesondertes, bis zur Hälfte im Dotter eingesenktes Plasmaterritorium, welches sich im Dotter vielfach verzweigt. In der Tiefe anastomosieren die einzelnen Plasmateritorien. Ihre Zahl entspricht der Zahl der Kerne der unteren Schicht im Stadium der zweischichtigen Keimscheibe. Wenn im Laufe der Entwicklung die Kerne der unteren Schicht sich teilen und voneinander entfernen, verändert sich auch die Richtung und die Zahl der Plasmateritorien.

Die Zellen der unteren Schicht bilden nicht nur ihresgleichen und tragen zur Ausbreitung der unteren Schicht auf dem Dotter bei, sondern liefern eine Zeitlang selbständige Blastodermzellen. Dieser Prozeß ist sehr deutlich in Fig. 1 u. 2 (Taf. XX) zu sehen, welche einen Teil der sich furchenden Keimscheibe darstellen. In Fig. 1 besteht die obere Schicht aus allseits begrenzten Zellen, die untere aus Zellen, deren Basis sich vom Dotter noch nicht losge-

löst hat. Eine von diesen Zellen, die mit breiter Basis noch im Dotter steckt, verlängert sich in der Richtung zur oberen Schicht und enthält eine Mitose im Aterstadium. Die Richtung der Spindel gibt den Verlauf der Teilung an, es werden zwei Zellen entstehen, von denen die obere den anderen Blastodermzellen sich zugesellen wird, während die untere, deren Plasma zwischen den Dotterpartikeln verzweigt ist, im Zusammenhange mit dem indifferenten Plasma bleiben wird. Durch die Teilung des Kernes wurde die Attraktionskraft desselben abgeschwächt, der obere Tochterkern kann das Plasma um sich häufen, weil es dotterfrei ist, während der untere nicht imstande ist, die Trägheit des im Plasma an dieser Stelle angehäuften Dotters zu überwinden.

Infolge immerwährender Abfurchung von Blastodermzellen wird die untere Zellschicht immer flacher, ihr Plasmavorrat immer geringer, sodaß die Abfurchung nicht mehr an der ganzen Basis stattfinden kann, sondern nur an Stellen, wo die Kerne von einer größeren Menge von Protoplasma umgeben sind (Fig. 2). Die Nachfurchung wird immer seltener, die Spindeln nehmen eine horizontale Lage an und teilen sich in Kerne, welche in der Plasmaschicht unter der Keimscheibe verbleiben. Auf diese Weise bildet sich das Syncytium beim Wels, Karpfen und Bitterling.

Diese Art der Entstehung des Dottersyncytiums ist sehr wenig bekannt, da sie bisher nur bei den Salmoniden [Henneguy (24), Hoffman (33), Kopsch (47)], bei *Carassius* [Kowalewski (50)] und bei *Julis* [Lwoff (57)] beschrieben wurde. Bei anderen Gattungen bildet sich das Syncytium von den Randzellen. Nach Kopsch (47) stammen bei *Crenilabrus* die Kerne des Dottersyncytiums von den Randzellen, das Plasma von dem peripheren, dem zentralen und dem Plasma der Randsegmente ab.

Von den meisten Autoren wird nur diese Entstehungsart des Dottersyncytiums angenommen und der ihm von Agassiz und Whitman (1) wegen seiner Bildungsart gegebene Name „Periblast“ wird beinahe allgemein angewendet. Dieser Name paßt aber nicht für dieses Gebilde, wenn es an der Grundfläche der Keimscheibe entsteht. Von den zahlreichen Bezeichnungen¹⁾ dieser Schicht

¹⁾ Freie Kerne (Kupffer), Merocyten (Rückert), Parablast (His), Periblast (Agassiz und Whitman), couche intermédiaire (Bambecke), Dottersyncytium (Virchow).

scheint mir der Terminus „Dottersyncytium“ am passendsten zu sein, da er nicht nur auf den Bau, sondern auch auf das Verhältnis zum Dotter hinweist.

Es erübrigt noch zu erwähnen, daß manche Autoren, die ihre Beobachtungen an Eiern der Seefische angestellt haben, die Bildung des Dottersyncytiums von den Randzellen nicht nur als typisch für das Teleostierei betrachten, sondern alle anderen Angaben (Kowalewski, Berent) direkt leugnen. Sobotta (76) geht sogar so weit, daß er diesen Autoren eine schlechte Konservierungsart vorwirft: „übrigens scheint das Material dieses Autors, seinen Abbildungen nach zu urteilen, durchaus für die zu lösende Aufgabe nicht genügt zu haben. Eine Deutung, wie sie Berent dem Syncytium der Salmoniden gibt, können... höchstens in umgekehrtem Sinne gedeutet werden“.

Auch Wenckebach (83) und Reinhard (68) haben zwar die Nachfurchung beobachtet, aber sie umgekehrt gedeutet, daß nämlich einzelne Blastodermzellen auf den Boden der Segmentationshöhle sinken und mit dem unter der Keimscheibe sich befindenden Plasma verschmelzen. Für diese Ansicht spricht nach Reinhard der Umstand, daß diese Zellen eben an der dem Dotter zugekehrten Seite, nach welchem hin die Bewegung stattfindet, mit Auswüchsen versehen sind.

Gegen diese Behauptung sprechen folgende Tatsachen:

1) Diese protoplasmatischen Zellenfortsätze finden wir schon in der einschichtigen Keimscheibe, wo von der Bildung des Dottersyncytiums keine Rede sein kann.

2) Die Form dieser Zellen spricht vollends gegen Reinhard's Vermutung; der obere schmälere Teil keilt sich zwischen die Blastodermzellen ein; ihre breite Basis dringt mit einzelnen Plasmasträngen zwischen die Dotterpartikelchen; beim Herabsinken der Zellen und Verschmelzen mit dem Plasma müßten die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen.

3) Den wichtigsten Beweis aber gegen jene Annahme bilden Mitosen, die wir in den nachfurchenden Zellen antreffen.

4) Die Färbung dieser Zellen ist etwas dunkler als die der Blastodermzellen, aber derjenigen der Plasmaschicht unter der Keimscheibe sehr ähnlich.

5) An der Basis und im Innern dieser Zellen finden wir viel mehr Dotterkörner als in anderen Zellen.

Was daher den Ort der Entstehung des Dottersyncytiums bei den Teleostiern betrifft, so bildet es sich bei manchen Gattungen am Rande, bei den übrigen an der Basis der Keimscheibe. Die Art der Bildung des Dottersyncytiums ist jedoch stets dieselbe, indem sie aus Zellen hervorgeht, die seit dem Beginn der Furchung sowohl miteinander wie mit dem indifferenten Protoplasma des Eies zusammenhängen.

Die Form des Syncytiums verändert sich im Laufe der weiteren Entwicklung des Eies. Wenn wir die in der Keimscheibe stattfindenden Prozesse als Anhaltspunkte wählen, dann können wir in der Entwicklung des Dottersyncytiums drei Phasen unterscheiden:

I. Während der Furchung bildet das Syncytium eine einheitliche Schicht unter der Keimscheibe und liefert, indem es sich hier und da gegen die Keimscheibe ausstülpt, Zellen durch Nachfurchung, wie wir oben gesehen haben.

II. Gegen Ende der Furchung wird das Dottersyncytium in der Mitte der Keimscheibe immer dünner (zentrales Syncytium, Virchow), während es an der Peripherie seinen früheren Umfang bewahrt und das s. g. Randsyncytium (Virchow) bildet. Dieses unterscheidet sich von dem zentralen dadurch, daß es mehr Plasma enthält und seine Kerne, welche ihre runde Gestalt behalten haben, frei im Plasma liegen; in dem zentralen Syncytium dagegen sind die Kerne abgeflacht und bis an die Oberfläche der Plasmaschicht zurückgedrängt. Virchow (80) behauptet, daß das Randsyncytium dem zentralen in der Entwicklung vorangeht. Das paßt aber nur für diejenigen Gattungen, bei denen das Dottersyncytium sich aus den Randzellen entwickelt. Bei den von mir untersuchten Gattungen geht die Differenzierung des Dottersyncytiums von der Mitte gegen die Peripherie der Keimscheibe. So sehen wir auf den Querschnitten im Zentrum schon eine dünne, abgeflachte Kerne enthaltende Schicht, während am Rande die Kerne ihre runde Form bewahrt haben; ebenso hört die Nachfurchung viel früher in der Mitte als am Rande der Keimscheibe auf.

III. In dem Stadium der Embryobildung differenziert sich das Dottersyncytium zum s. g. embryonalen (Virchow), welches unter dem Embryo zu liegen kommt und besonders an dem hinteren Ende des Embryos eine breite und zahlreiche Kerne enthaltende Schicht bildet. Während des Umwachsungsprozesses beginnt die

Deckschicht dem Blastodermrande vorauszuweichen und das Dottersyncytium bei der Umwachsung zu begleiten. Vor Schluß des Blastoporus bildet nicht nur das Dottersyncytium, sondern auch die Deckschicht eine das Dotterloch überbrückende Schicht (Fig. 15, Taf. XXI). Die Kerne des Dottersyncytioms schieben sich nicht unter das Dotterloch, wie das Plasma, sondern lagern sich konzentrisch unter dem Blastoporusrande und bilden einen vielkernigen Ring unter demselben. Das im Dotterloche sichtbare Plasma ist, wie Fig. 14 c u. 15 (Taf. XXI) zeigen, völlig kernfrei und nur seine äußere Schicht ist verdichtet und dunkler gefärbt. Auf der äußeren Oberfläche dieser dunkleren Plasmapartie finden sich fadenartige, parallel verlaufende Auswüchse, die wie ein Bürstchen aus dem Dotterloch herausragen.

Diese Differenzierungen im Dottersyncytium wurden bisher nur von Boeke (7) bei Muränoiden beschrieben. Es sollen aber nach Boeke ähnliche Gebilde in der ganzen Ausdehnung des verengten Dotterloches an der Grenze der dunkleren Partie und in den angrenzenden Teilen des Dottersyncytioms sich befinden, geschlängelt verlaufen und bisweilen anastomosieren. Diese Gebilde habe ich auf meinen Präparaten nicht auffinden können und wie uns Fig. 14 c u. 15 zeigt, ist das Plasma unter dem Cilienbesatz nur verdichtet, weist aber keinerlei fadenartige Differenzierungen auf.

Was den Bau des Cilienbesatzes betrifft, stimme ich mit Boeke vollkommen überein; diese Plasmaauswüchse sind manchmal „ganz deutlich als Röhrchen zu erkennen“; nur in einer Hinsicht weichen meine Beobachtungen von den seinigen ab, daß nämlich seiner Ansicht nach, die das Dotterloch überbrückende Schicht mit der Deckschicht nichts zu tun hat. Aus meinen Präparaten wie auch aus den Photographien (Fig. 14 c u. 15, Taf. XXI) ist deutlich der innige Zusammenhang zwischen der Deckschicht und dem Cilienbesatz zu ersehen. An dieser Stelle muß ich aber noch auf eine Tatsache aufmerksam machen. Zur Zeit der Umwachsung ist der von der Keimscheibe noch freie Teil des Dotters von einem dünnen Häutchen umhüllt. Wenn wir dasselbe an Flächenpräparaten untersuchen, stellt es sich als ein ganz feines, aus ziemlich weiten Maschen bestehendes Plasmanetz dar. Mit der vorrückenden Umwachsung wird dasselbe von der dem Rande vorausschreitenden Deckschicht immer mehr zusammengedrängt und bildet wahrscheinlich bei verengtem Dotterloch die in Rede stehende Differenzierung.

Die Bildung dieser Differenzierung geht von der Peripherie des Blastoporus aus, wo sie mit der Deckschicht verbunden ist. In dem Stadium mit noch ziemlich weitem Blastoporus, das Fig. 21 (Taf. XXII) darstellt, ist diese Differenzierung nur am Blastoporusrande sichtbar, während die Mitte von einer ganz dünnen Dotterhülle bedeckt ist. Erst, wenn sich die Blastoporusränder nähern, wird auch die an die Deckschicht sich eng anschließende Differenzierung nach der Mitte hin verschoben und bedeckt die ganze Oberfläche des engen Dotterloches (Fig. 14 c, 15). Ich kann daher Boeke keineswegs beipflichten, wenn er bei Erwägung der physiologischen Bedeutung dieses Gebildes die Vermutung ausspricht, daß dieser Cilienbesatz wie die von ihm beschriebene fadenartige Differenzierung im Innern des Dottersyncytiums „in irgend einer Beziehung zur exkretorischen Funktion des Periblastes stehe und vielleicht ihr inkonstantes Vorkommen auf eine Ausbildung während bestimmter Sekretionsperioden des Periblastes hinweise“. Da diese cilientragende Partie in die Kupffer'sche Blase einbezogen wird, könnte man auch der letzteren eine sekretorische Funktion zumuten. In der geschlossenen Kupffer'schen Blase hat aber Boeke diese Cilien nicht nachweisen können; als Sekretionsorgan sollten sie aber beim Schluß des Blastoporus nicht schwinden, da die Verarbeitung des Dotters zweifellos noch lange fort dauert. Meiner Ansicht nach hat dieses nur vorübergehend erscheinende Gebilde keine physiologische Bedeutung, es ist eher eine infolge des Umwachsungsprozesses entstandene Umgestaltung der Dotterhülle; die zusammengepreßt und vielleicht auch unter der Einwirkung der Konservierungsmittel dieses cilienartige Aussehen erlangt hat¹⁾.

III. Entwicklung der Keimblätter.

Gegen das Ende der Furchung finden im Blastoderm Veränderungen statt, welche die Keimscheibe zur Einstülpung und Differenzierung der Keimblätter vorbereiten. Zuerst nähern sich die Zellen, sodaß die interzellulären Räume gänzlich schwinden, und es findet eine Konzentration der Zellen am hinteren Rande der Keim-

¹⁾ Diese Differenzierung erinnert auch in gewisser Hinsicht an die von M. Heidenhain beschriebenen Gebilde, welche in den Epithelzellen bei Einwirkung der Reagenzien vor dem endgültigen Absterben der Zelle entstehen.

scheibe statt. Gleichzeitig werden die an der Oberfläche der Keimscheibe liegenden Zellen immer platter: nur am hinteren Ende der Keimscheibe behalten sie ihren normalen Umfang. Die Abplattung dieser Zellen (Deckschicht) findet nicht regelmäßig statt, wie es Goette beschrieben hat, sondern im Gegenheil sehr unregelmäßig; die einen Zellen sind schon ganz platt, während die anderen ihre runde Form noch bewahrt haben und gewöhnlich noch Mitosen aufweisen. Am langsamsten geht die Abplattung am hinteren Ende der Keimscheibe vor sich, wo zu dieser Zeit sich noch ganz runde Zellen vorfinden. Diese Differenzierung der Zellen spielt eine wichtige Rolle in der Entwicklung der Keimblätter. In der letzten Zeit wird nämlich diese Zellgruppe am hinteren Blastodermrande als ein Bildungszentrum des Entoderms betrachtet¹⁾. Über die Abstammung dieser Zellgruppe gehen aber die Ansichten auseinander. Die alten Schwierigkeiten entstehen aufs neue.

Die Ansichten der früheren Autoren konnte man in drei Gruppen einteilen, je nachdem sie das Entoderm 1) aus dem Blastoderm (Agassiz u. Whitman, Wenckebach, Ziegler, Samassa u. a.), 2) aus dem Blastoderm samt der Deckschicht, wobei die letztere einen Teil des Entoderms liefert (Goette, Kingsley u. Conn, His u. a.), 3) aus dem Dottersyncytium (Lwoff, McIntosh und Prince, Brook, V. Beneden) entstehen lassen. In diese drei Gruppen lassen sich die Ansichten der Forscher, welche die Zellgruppe am hinteren Keimscheibenrande für die Entodermanlage halten, einordnen. So z. B. Kowalewski (50), der zum ersten Male diese Differenzierung am hinteren Keimscheibenrande beschrieben hat, läßt dieselbe aus den unter der Deckschicht sich befindenden Blastodermzellen hervorgehen. Berent (18) und Sumner (78) haben einen innigen Zusammenhang zwischen diesen Zellen und der Deckschicht konstatiert und betrachten daher die Deckschicht als Bildungsstätte des Entoderms. Dagegen hat Boeke (7) in letzter Zeit die Vermutung aufgestellt, daß diese Entodermanlage aus dem Dottersyncytium stammt.

Zur Erforschung dieser Verhältnisse habe ich genau sagittale Schnitte angefertigt, was mir nur bei den Eiern des Zwergwelses infolge der Größe und der ausgezeichneten Differenzierung derselben gelang. Gegen das Ende der Furchung zeigen die Zellen der Deck-

¹⁾ Sie wird von Sumner als „prostomal thickening“ bezeichnet.

schicht am hinteren Keimscheibenrande eine deutliche Differenzierung; sie sind höher und größer als die anderen und sind meistens in Teilung begriffen (s. oben).

In älteren Keimscheiben, in denen schon die Einstülpung stattgefunden hat (Taf. XX, Fig. 3 u. 5), bleiben sie an ihrem Entstehungsorte am Keimscheibenrande, ohne an der Einstülpung teilzunehmen. Sie bilden jetzt nicht mehr eine Zellschicht, sondern eine dreieckige Zellengruppe (Taf. XX, Fig. 3, 4, 5), deren Spitze in abgeflachte Zellen der Deckschicht übergeht. Sehr schwer ist die Frage zu beantworten, ob diese Zellen nur von der Deckschicht herkommen, oder ob sich auch andere Blastodermzellen ihnen angeschlossen haben. Wie aus beiliegenden Photographien (Fig. 3—5) zu erschen ist, bildet diese Entodermanlage eine ziemlich differenzierte Zellgruppe, welche umso mehr auffällt, da sie eine Zeitlang am hinteren Keimscheibenrande bleibt, während die Einstülpung des übrigen Blastoderms immer weiter vorrückt. Wir müssen daher annehmen, daß, wenn Blastodermzellen sich dieser Anlage angeschlossen haben, es noch vor der Einstülpung hat geschehen müssen. Zur Zeit, wo die Einstülpung des übrigen Blastoderms stattgefunden hat, bildet es eine spezifische Entodermanlage, welche sich durch Zellteilung vergrößert (wie die zahlreichen Mitosen, die wir hier antreffen, zeigen). Jedenfalls beweist der direkte Übergang dieser Zellgruppe in die Deckschicht, daß sie hauptsächlich aus der letzteren stammt. Selbst bei Boeke¹⁾, der diese Entodermanlage aus dem Dottersyncytium hervorgehen läßt, ist dieser Übergang in die Deckschicht so deutlich in Fig. 25 und 28 zu sehen, daß jeder Zweifel ausgeschlossen erscheint. Die von Boeke zur Begründung der Abstammung dieser Zellen aus dem Dottersyncytium angeführten Beweise sind durchaus nicht zwingend. So zeigt die dunklere Färbung dieser Zellen nur das eine, daß sie nicht von den andern Blastodermzellen stammen; aber dunkler gefärbt erscheint nicht nur das Dottersyncytium, sondern auch Zellen der Deckschicht. Auch die Versenkung dieser Embryoanlage in das Dottersyncytium, wie die Textfiguren 5 und 6 bei Boeke zeigen, beweist noch nicht, daß sie aus dem Dottersyncytium entsteht, sie zeigt eher, daß infolge der reichlichen Vermehrung der Deckschicht-

¹⁾ Boeke nennt die Entodermanlage dem Beispiele Sumner's folgend „Prostomalverdickung“.

zellen dieselben einen größeren Druck auf das Dottersyncytium ausüben, als in den seitlichen Partien, wo keine Anlagebildung stattfindet. Daß diese Entodermanlage von den früheren Forschern nicht bemerkt wurde, wo sie doch als Produkt der Deckschicht während der ganzen Umwachsungszeit sichtbar sein müßte, ist auch kein Beweis für den syncytialen Ursprung derselben, denn, wie Boeke selbst erwähnt, finden wir in den früheren diesbezüglichen Abhandlungen (Henneguy, Wilson) öfters diese Zellengruppe erwähnt und abgebildet¹⁾, ohne daß jedoch deren Bedeutung erfaßt worden wäre. Der Hauptgrund, warum diese Anlage nicht immer bemerkt wurde, liegt in der Schwierigkeit, genau sagittale Schnitte anzufertigen; bei den schräg verlaufenden kann diese Anlage nicht mehr deutlich hervortreten. Gegen das Argument Boeke's: „würde doch eine Bildung vom Darmepithel aus einer so exquisit ektodermalen Bildung wie die Deckschicht an und für sich wenig wahrscheinlich sein“, möchte ich nur das eine einwenden, daß die Deckschicht nur ein Teil des Blastoderms ist, welches erst nach Abtrennung des Entoderms zum Ektoderm wird.

Aber am meisten gegen die syncytiale Herkunft dieser Anlage spricht der Umstand, daß weder eine Nachfurchung, noch irgendwelche Art von Zellenbildung im Syncytium an dieser Stelle zu sehen ist. Diese Zellgruppe ist nie von außen von der Deckschicht bedeckt, was doch der Fall sein müßte, wenn sie vom Dottersyncytium stammen sollte. Sowohl an meinen Präparaten Fig. 3—5, wie auch auf den Zeichnungen (Fig. 24—28) Boeke's und Sumner's (Fig. 13—16) bildet die Entodermanlage die äußerste Zellschicht am hinteren Rande des Blastoderms und geht stufenweise in die Deckschicht über. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bilden nur die Abbildungen von Kowalewski (Fig. 18, 19), auf denen eine Deckschicht die Entodermzellen bedeckt, aber auch hier sind in einem früheren Stadium (Fig. 11) diese Zellen im Zusammenhang mit der Deckschicht zu sehen. Für die Herkunft dieser Zellen aus dem Syncytium könnte nur der Umstand sprechen, daß die

¹⁾ Fig. 40, 41 bei Wilson: „The peripheral epidermic cells at the embryonic pole, however, act in a way which at least suggests the persistence of a tendency in them to take part in the invagination, though it is more probable that their behavior is due to some much less significant cause“.

Nachfurchung im Randsyncytium am längsten dauert, wir müßten aber dann annehmen, daß alle Zellen an der Basis der Keimscheibe, die zweifellos von dem Dottersyncytium stammen, an der Entodermbildung teilnehmen. Tatsächlich finden wir oft unter der Basis der Keimscheibe vereinzelt Zellen am Boden der Furchungshöhle, welche sich vielleicht der unter die Keimscheibe vordringenden Entodermanlage anschließen. Man könnte daher höchstens annehmen, daß manche schon früher vom Dottersyncytium abgefurchte Zellen sich dem Entoderm anschließen, dessen Anlage aber aus den differenzierten Zellen der Deckschicht entsteht.

Wie ich vorher erwähnt habe, wird diese Anlage beim Zwergwels erst dann sichtbar, wenn die Einstülpung des Blastoderms schon ziemlich fortgeschritten ist. Ähnliche Verhältnisse beschreibt Sumner (78) bei einer Gattung (*Schilbeoides*), während bei anderen (*Salvelinus*) die Anlage gleichen Schritt mit der sich einstülpenden Schicht hält. Beim Zwergwels verbleibt die Entodermanlage lange Zeit an ihrer Ursprungsstelle, erst wenn die eingestülpte Schicht ziemlich vorgeschritten ist, beginnt auch sie sich einzustülpfen und wächst hauptsächlich durch Zellvermehrung, wie die zahlreichen Kernteilungen zeigen.

Die Entodermanlage bildet sich nur am hinteren Ende der Keimscheibe, während seitlich und am vorderen Rande nur die eingestülpte, das Mesoderm liefernde Schicht sichtbar ist. In der Längsachse des Embryos ist die Mesodermanlage am mächtigsten und bildet das s. g. axiale Mesoderm, während am vorderen und seitlichen Rande das Mesoderm viel weniger entwickelt ist und das s. g. periphere Mesoderm bildet, welches erst nach der Umwachsung des Dotters von der Keimscheibe dem Embryo einverleibt wird.

Auf diese Weise wird die Gastrulation bei den Teleostiern in zwei Phasen zerlegt, welche parallel, aber voneinander unabhängig verlaufen. Durch die Einstülpung bildet sich eine Zellschicht, welche das Mesoderm liefert, dagegen durch Differenzierung der Deckschicht am hinteren Keimscheibenrande und erst nachherige Einstülpung wird das Entoderm gebildet. Wir unterscheiden daher nicht mehr mit Ziegler (88) ein primäres Entoderm, von dem sich das sekundäre Entoderm erst abspaltet, sondern vom Anfang der Gastrulation an sind die Mesoderm- und Entodermanlagen geschieden und bilden sich zwar beide durch Einstülpung, sind aber

zeitlich und räumlich voneinander getrennt. Auf diese zwei Phasen in der Gastrulation der Wirbeltiere hat zuerst Lwoff (57) hingewiesen. Die weiteren Untersuchungen haben seine Beobachtungen bestätigt, und es wurden solche zwei Gastrulationsphasen beim Lancettfisch (Morgan und Hazen), bei den Cyclostomen (Goette), bei den Ganoiden (Basford Dean, Virchow, Sobotta), bei den Gymnophionen (Brauer) und anderen Wirbeltieren konstatiert. Diese Forscher nehmen in Übereinstimmung mit Lwoff an, daß sich die Chorda-Mesodermanlage durch Einstülpung des Blastoderms, das Entoderm dagegen aus den vegetativen Zellen bildet. Boecke schließt sich diesen Forschern an und leitet auch bei den Knochenfischen das Entoderm aus dem Dottersyncytium ab. Ich muß gestehen, daß auch mir dieser Gedanke sehr verlockend erschien, aber nach einem genauen Studium der Entwicklung des Entoderms sah ich mich gezwungen, ihn aufzugeben.

Der Gastrulationsprozeß verläuft bei den Knochenfischen wie bei anderen Wirbeltieren in zwei voneinander getrennten Phasen, das Mesoderm bildet sich durch Einstülpung des Blastoderms, das Entoderm durch Einstülpung der differenzierten Deckschichtzellen am hinteren Rande der Keimscheibe.

IV. Bildung der Kupffer'schen Blase.

Diese Blase wurde von Kupffer (51) im J. 1868 entdeckt und als eine Einstülpung des Ektoderms beschrieben; zu dieser Zeit betrachtete er sie als ein Homologon der Allantois der höheren Wirbeltiere. In seinen späteren Arbeiten änderte er einige Male die Ansicht über die Bedeutung dieses Gebildes und deutete es einmal als primäres Sekretionsorgan, ein andermal als primäres Entoderm. Weitere diesbezügliche Untersuchungen haben keine von diesen Hypothesen bestätigt. Die umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand hat Kopsch (45) sehr genau zusammengestellt, sodaß ich, um eine Wiederholung zu vermeiden, dieselbe nur im Anschluß an die beim Zwergwels beobachteten Verhältnisse erwähnen werde. Die größte Schwierigkeit in der Deutung der Kupffer'schen Blase verursacht deren verschiedene Lage bei den Salmoniden und den übrigen Gattungen, sie befindet sich nämlich bei den ersteren im Innern des Blastoderms allseits von Zellen umgeben, bei den letzteren an der Grenze des Blastoderms und des Dottersyncytiums.

Aber auch in dieser Hinsicht nimmt das Salmonidenei keine Ausnahmestellung ein, denn auch bei den von mir untersuchten Gattungen (Zwergwels, Karpfen, Bitterling) ist die Kupffer'sche Blase ringsum von Zellen umgeben.

Insbesondere beim Zwergwels gelang es mir, die Bildung der Kupffer'schen Blase vom Moment ihres Erscheinens an bis zur vollständigen Entwicklung zu verfolgen. In den Anfangsstadien ist sie an der Basis von 2—3 Zellschichten begrenzt, später bei weitem Lumen nur von einer Schicht. Das früheste Stadium dieser Blase findet sich in der beiliegenden Photographie Fig. 6 (Taf. XX) abgebildet. Wir sehen hier einen Teil des Medianschnittes durch einen Embryo des Zwergwelses, in welchem schon drei Keimschichten sichtbar sind. Das hintere, dickere Ende ist an einer Stelle eingesenkt und enthält große, konzentrisch um einen kleinen Mittelraum gelagerte Zellen. Dieselben Verhältnisse finden wir auf einem anderen Medianschnitte durch einen älteren Embryo (Taf. XX, Fig. 7). Auf einem Querschnitte durch einen anderen Embryo reicht die Versenkung auf der dorsalen Seite des Embryos (Taf. XX, Fig. 8, 9) bis zu den konzentrisch gelagerten Zellen der Kupffer'schen Blase. Diese Vertiefung auf der dorsalen Seite des hinteren Embryoendes, wie auch die konzentrische Lagerung der Zellen rings um einen sich stetig erweiternden Mittelraum zeigen, daß die Kupffer'sche Blase beim Wels sich als eine geschlossene Falte bildet (manchmal aber als offene Falte, wie Fig. 8, 9 zeigen), ähnlich wie andere Organe der Knochenfische (das Nervensystem), und daß das Lumen derselben sich durch ein Auseinanderschieben der Wände dieser Falte erweitert.

Bei einigen Embryonen habe ich ganz andere Verhältnisse gefunden. Auf dem Medianschnitte, den Fig. 10 (Taf. XX) darstellt, sehen wir zwischen ganz normalen Zellen einige vakuolierte, welche die Stelle der Kupffer'schen Blase einnehmen. Zwischen den vakuolisierten Zellen, deren Kerne bis an die Peripherie der Zelle zurückgedrängt sind, befindet sich ein Raum, von einer dickeren Wand umgeben, der wahrscheinlich das Lumen der Kupffer'schen Blase bildet. Ob dieser Vakuolisationsprozeß an Stelle der Faltung auftritt, oder nur zur Erweiterung des Lumens dient, ist sehr schwer zu entscheiden, da wir am häufigsten die Kupffer'sche Blase mit weitem Lumen antreffen.

Ich möchte hier noch eine Modifikation in der Bildung der

Kupffer'schen Blase erwähnen, die unsere Vermutung bestätigt, daß es sich hier um eine Erweiterung der geschlossenen Falte handelt. Wir finden nämlich bei manchen Embryonen (Taf. XX, Fig. 11) statt eines Lumens zwei oder mehrere, die von konzentrisch gelagerten Zellen umgeben sind. Es hat hier wahrscheinlich an einigen Stellen ein Auseinanderschieben der Faltenwände stattgefunden, wodurch einige Lumina entstanden sind. Diese zwei Gestaltungsarten der Kupffer'schen Blase, nämlich Vakuolisierung und Faltung, sind in der Literatur¹⁾ bekannt, aber jene nur bei den Salmoniden, diese bei den Seefischen. Beim Zwergwels haben wir die beiden Bildungsarten bei verschiedenen Individuen einer und derselben Gattung angetroffen. Dieser Umstand scheint mir sehr wichtig zu sein, da er beweist, daß wir nur zwei Phasen desselben Prozesses vor uns haben, wobei durch Faltung die Anlage der Kupffer'schen Blase, durch Vakuolisierung die Erweiterung ihres Lumens entsteht.

Daß die Kupffer'sche Blase bei den einen Gattungen an der Basis durch Blastodermzellen, bei den anderen vom Syncytium begrenzt ist, scheint nach den Beobachtungen Boeke's (7) beim Aal eine untergeordnete Bedeutung zu haben. Die Kupffer'sche Blase ist bei einigen Aalembryonen an der Basis von Entodermzellen, bei anderen vom Dottersyncytium begrenzt, je nachdem sie vor Schluß des Blastoporus oder während desselben erscheint, denn im letzteren Falle nähern sich die vorderen Blastoporuslippen und bilden die untere Wand der Blase. Die Beobachtungen Boeke's tragen sehr viel zur Aufklärung der Entstehungsart der Kupffer'schen Blase bei. Sie bildet sich nach Boeke „durch Invagination der Prostomalverdickung oder vielleicht besser gesagt durch Überwachsung der Prostomalverdickung durch die Schwanzknospe“.

Die Verhältnisse beim Wels sind nicht mehr so klar wie beim Aal, weil das Entoderm nicht am hinteren Rande des Blastoporus bis zum vollständigen Dotterlochschluß bleibt, sondern durch die hinter der Kupffer'schen Blase sich bildende Schwanzanlage vom Rande fortgeschoben wird. Die Kupffer'sche Blase bildet sich auch viel früher beim Zwergwels, zur Zeit, wo die Keimscheibe

¹⁾ Whereas in the Bass the vesicle arises by a process of folding, in the Salmonidae its development may be construed as the hollowing out of a solid thickening (Wilson).

nicht einmal bis zum Äquator reicht. Wenn wir daher die Verhältnisse beim Zwergwels mit denjenigen beim Aal vergleichen, sehen wir, daß beim ersteren coenogenetische Veränderungen infolge exzentrischer Umwachsung vorliegen. Am hinteren Ende findet eine stärkere Konzentration des im Randringe enthaltenen Zellmaterials gegen die Längsachse des Embryos statt, wobei dasselbe dem Embryoende einverleibt wird (s. unten Bildung des Embryos).

Da die Kupffer'sche Blase bei manchen Gattungen (Aal) direkt als Einstülpung der Prostomalverdickung (Boeke) am Blastoporusrande entsteht, so müssen wir annehmen, daß sie bei Gattungen (Zwergwels), wo sie von dem Blastoporusrande entfernt ist, von demselben durch den allgemeinen Konzentrationsprozeß, der sich als Konkreszenz des Randringes am hinteren Embryoende äußert, weggeschoben wurde. Wenn wir die Verhältnisse beim Zwergwels und diejenigen beim Aal (wo die Kupffer'sche Blase einen Teil der Gastrulahöhle bildet) in Betracht ziehen, gelangen wir zu dem Schluß, daß die Kupffer'sche Blase ein Homologon des hinteren Urdarmabschnittes der jungen Selachierembryonen darstellt. Da aber bei den letzteren aus diesem Teil des Urdarmes während der Konkreszenz der Schwanzlappen der Schwanzdarm sich bildet, so können wir mit Kopsch sagen: daß die Kupffer'sche Blase dem hinteren Ende der jüngeren und gleichzeitig dem Endteil des Schwanzdarmes der älteren Embryonen homolog ist.

V. Embryobildung bei dem Zwergwels (*Amiurus nebulosus*).

In der Embryobildung der Zwergwelses finden wir sowohl an den Oberflächenbildern, wie auch auf Schnitten manche interessante Verhältnisse, die insbesondere für unsere Kenntnis der Bildung des Embryoendes der Knochenfische von Bedeutung sind.

Eine Verdickung am hinteren Ende der Keimscheibe bildet die früheste Embryoanlage (Taf. XXII, Fig. 17). Auf sagittalen Schnitten zeigt dieselbe eine Einstülpung des Blastoderms und eine Differenzierung der Entodermanlage am Rande der Keimscheibe (Taf. XX, Fig. 3, 4). Von diesem Stadium an beginnt die Keimscheibe den Dotter zu umwachsen und an Stelle der Verdickung erscheint der Embryo. Zu dieser Zeit kann man im Embryo zwei Abschnitte unterscheiden (Taf. XXII, Fig. 18), einen vorderen, der als eine hufeisen förmige Verdickung mit dem offenen Ende dem Rande der Keim-

scheibe zugekehrt ist, und einen hinteren, in Form einer knopfartigen Verdickung, welcher seitlich in den Randring übergeht. Auf einem Medianschnitt durch diesen Embryo (Taf. XX, Fig. 6) sehen wir drei deutliche Keimschichten, am hinteren Ende aber, wo am Oberflächenbilde die knopfartige Verdickung sichtbar war, sind die Zellen konzentrisch um einen kleinen Raum gelagert. Der vordere Rand der Keimscheibe zeigt auch eine Einstülpung, diese ist aber viel kleiner.

In einem weiteren Stadium (Taf. XXII, Fig. 19), in welchem schon die Umwachsung über den Äquator reicht, hat der Embryo an Größe zugenommen. Am hinteren Ende ändert sich die äußere Form der knopfartigen Verdickung, sie macht den Eindruck einer erhobenen Falte, deren „bifid condition“ schon Eycleshymer (15) hervorhebt und die Entdeckung derselben Miss O'Grady zuschreibt. Der Querschnitt (Taf. XX, Fig. 12) bestätigt die Zweiteiligkeit des Embryoendes; in der Querschnittserie erscheinen zuerst zwei voneinander getrennte Abschnitte, von denen jeder mit dem Randring seiner Seite zusammenhängt, welche aber auf den weiteren Schnitten sich in der Mitte vereinigen, indem die Verwachsungsstelle sich noch als Versenkung äußert (Fig. 12). Auf der Abbildung: Taf. XXII, Fig. 20 sehen wir an einem anderen Embryo dieselbe Ausbildung des hinteren Endes. Diese beiden Embryonen entsprechen dem Stadium 6 von Kopsch, differieren aber sehr bedeutend in der Ausbildung des Embryoendes, welches bei der Forelle stets die Form eines Knopfes zeigt und daher von Kopsch als Randknopf bezeichnet wird.

In den weiteren Entwicklungsstadien (Taf. XXII, Fig. 21) entspricht der vordere und der mittlere Abschnitt des Embryos dem bei Kopsch in Fig. 7 dargestellten Forellenembryo, aber im hinteren Abschnitte ist der Unterschied noch größer geworden; die knopfartige Verdickung wurde nämlich durch den hinter ihr verwachsenden Randring vom Rande weggeschoben. Für die Verwachsung des Randringes am hinteren Embryoende spricht auch der Umstand, daß die Spaltung der Keimblätter an den Seiten des Embryos viel weiter nach rückwärts reicht als in der Medianebene, worauf Jabłonowski (37) schon bei den Salmoniden hingewiesen hat. Da nun die Differenzierung der Keimblätter in früheren Stadien am hinteren Ende viel bedeutender ist, als in den seitlichen Partien, müssen wir diese Verhältnisse als sekundäre, infolge der Konzen-

tration des Zellenmaterials gegen die Längsachse entstandene betrachten.

In Fig. 22 (Taf. XXII) haben wir einen Embryo zwischen dem Stadium 8 und 9 von Kopsch. Beim Zwergwels ist, wie wir in dieser Figur sehen, die knopfartige Verdickung vom Randring entfernt. Das hintere Embryoende erscheint auf diesem Stadium ganz deutlich gegabelt und in der dadurch entstandenen Versenkung ist die knopfartige Verdickung sichtbar. Ähnliche Bilder bei Salmoniden geben Oellacher (Fig. 12) und Henneguy (Fig. 55) mit dem Unterschiede, daß die knopfartige Verdickung am Rande der Keimscheibe liegt. Ganz anders aber zeichnet und beschreibt Kopsch dieses Stadium bei der Forelle: „Der Knopf erreicht auf diesem Stadium seine größte Ausbildung, er ragt bedeutend nach oben und nach hinten vor“ (48); von einer Gabelung des Hinterendes finden wir keine Erwähnung.

Auf den Querschnitten durch das Embryoende (Taf. XX, Fig. 13 *a*) dieses Stadiums sehen wir, daß die Medullarplatte sich allmählich nach hinten ausbreitet, sodaß man in ihr einen dickeren, mittleren Teil, die Achsenplatte, und zwei seitliche Medullarwülste unterscheidet (Fig. 13 *a*). Das Mesoderm breitet sich ebenfalls gegen das Hinterende über dem Dotter aus und geht am Rande in den Randring über. Die stark entwickelten Medullarwülste, die sich noch nicht zum Medullarrohr geschlossen haben, tragen dazu bei, daß der Embryo auf dem Oberflächenbilde am Hinterende gegabelt erscheint. Hinter der knopfartigen Verdickung, welche die Kupffer'sche Blase enthält, befindet sich eine dünne Zellenlage, welche, wie Fig. 13 *b* zeigt, durch Verwachsen des Randringes entsteht. Im nächsten Stadium (Taf. XXII, Fig. 23) ist der Blastoporus noch viel enger geworden. Das hintere Embryoende liegt nicht mehr flach auf dem Dotter, infolgedessen ist die Gabelung des Embryos nicht mehr so bedeutend, sondern die einander näher gerückten Enden des Embryos gehen direkt in den Randring über. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir in einem nur wenig älteren Stadium (Taf. XXII, Fig. 24), wo das Embryoende infolge der Konzentration des Zellenmaterials gegen die Längsachse sich noch mehr vom Dotter abhebt und samt dem verdickten Randring ein schon ganz minimales Dotterloch einschließt.

Nach Kopsch soll das Hinterende der Forelle vor Blastoporus-schluß ganz anders aussehen und das Dotterloch wird nicht in das

Schwanzende hineingezogen, sondern „der Dotter ist bis auf ein kleines Loch hinter dem Knopfe unwachsen“. Merkwürdig aber ist, daß Henneguy, der auch die Entwicklung der Salmoniden verfolgt hat, die Verhältnisse am Schwanzende ganz ähnlich denjenigen beim Zwergwels darstellt (Fig. 59) und beschreibt: „Le bourgeon caudal n'est plus visible et le grand axe de l'anneau blastodermique est dans le prolongement de l'axe du corps“.

Die Querschnitte (Taf. XX, XXI, Fig. 14 *a—d*) durch dieses Stadium beweisen, daß eine Konzentration des Zellenmaterials gegen die Längsachse des Embryos und gleichzeitig ein Verwachsen der Randringhälften stattgefunden hat. Das Embryoende liegt nicht mehr flach auf dem Dotter, denn die Medullarwülste haben sich zum Medullarrohr geschlossen (Fig. 14 *a*). Hinter der Kupffer'schen Blase sehen wir auf einer ganzen Reihe von Querschnitten ein Verwachsen der Randringhälften. Abbildung 14 *b* stellt einen Querschnitt durch das hintere Embryoende vor dem Dotterloch, Fig. 14 *c* einen Schnitt durch das Dotterloch, Fig. 14 *d* durch den s. g. vorderen Rand des Blastoporus.

Wir sehen in diesen Abbildungen nicht nur eine Konfluenz der Zellen gegen die Längsachse des Embryos, sondern in Fig. 14 *b* und 14 *d* eine direkte Einkeilung und Verwachsung der beiden Randringhälften, sowohl hinter dem Embryo, wie auch am entgegengesetzten Blastoporusrande.

Die in Fig. 22—24 (Taf. XXII) dargestellten Embryonen und die entsprechenden Querschnitte in Fig. 12—14 (Taf. XX, XXI) sprechen nicht nur gegen die Annahme von Kopsch, daß der Knopf „von seinem ersten Erscheinen an das hinterste Stück des Embryos ist“, sondern es ist vielmehr klar, daß dieses durch das hinter dem Knopfe verwachsende Randringmaterial gebildet wird.

Wenn wir das bisher über die Embryobildung des Zwergwelses Gesagte zusammenfassen, kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1) Der Embryo entwickelt sich hauptsächlich aus dem am hinteren Keimscheibenrande liegenden Zellmaterial, denn nur in dieser Gegend findet neben der Einstülpung, welche Chorda und Mesoderm liefert, eine Differenzierung und Einstülpung des Entoderms statt.

2) Dieses embryobildende Zellenmaterial wird beständig gegen die Mittellinie des Embryos konzentriert, was auf den Oberflächen-

bildern sich als knopfartige Verdickung, auf den Querschnitten als Anhäufung und konzentrische Lagerung der Zellen am hinteren Keimscheibenrande kennzeichnet.

3) Mit dem Erscheinen der Kupffer'schen Blase, welche das hinterste Ende des Entoderms bildet, ist das wichtigste embryobildende Material in die Längsachse des Embryos gelangt, das im Randring zurückgebliebene Zellenmaterial wird zur Schwanzbildung verwendet.

4) Die Kupffer'sche Blase bleibt nicht *in loco*, wie manche Autoren (Henneguy, Virchow) angeben, sondern wird während der Bildung des Embryoendes von dem hinter ihr verwachsenden Randring eine Strecke nach vorne verschoben.

5) Die Verwachsung der Randringhälften findet nicht nur hinter dem Embryo statt, sondern auch am entgegengesetzten Rande, wodurch das im Abnehmen begriffene Dotterloch eine mehr ovale Form bekommt.

6) Da die Randringhälften durch Verwachsung den Schwanz des Embryos bilden, so stammt das äußerste Embryoende aus dem Zellenmaterial des vorderen Randringes her.

Wenn wir diese Tatsachen der normalen Entwicklung des Zwergwelses mit derjenigen der anderen bisher untersuchten Gattungen vergleichen, so sehen wir, daß Schwarz (71) schon beim Hecht ähnliche Verhältnisse gefunden. Schwarz nimmt auch an, daß die terminale Zellmasse durch eine Nahtbildung, „Prostomanah“, entstanden ist. Bei anderen Gattungen liegen diese Verhältnisse nicht mehr so klar; zwar behauptet Schwarz, daß auch beim Lachs die Zellmasse am Hinterende des Embryos sich aus Zellmaterial „vom zusammengezogenen Randwulst her, wie aus dem der früheren Oellacher'schen Schwanzknospe“ zusammensetzt, aber die Art der Einverleibung des Randringes in das Schwanzende ist nicht deutlich angegeben.

Da die morphologische Bedeutung des Keimhautrandes und die Embryobildung bei den Knochenfischen so schwer aus der normalen Entwicklung zu erschließen ist, würden in letzter Zeit experimentelle und teratologische Untersuchungen zur Klärung dieser Fragen herangezogen.

Die genaue und vollständige, von Kopsch in dem historischen Teil seiner Arbeit (48) gegebene Literaturübersicht enthebt mich der Aufgabe, alle bisher aufgestellten Theorien hier anzuführen.

Ich werde daher nur die wichtigsten embryologischen und experimentellen Arbeiten der letzten Zeit besprechen.

Die von His aufgestellte und eine Zeitlang in der Embryologie herrschende Konkreszenztheorie wurde durch die weiteren Untersuchungen nicht bestätigt. Nach His (28) soll der Randring die Uranlage des Fischembryos bilden, wobei der Kopf und Schwanz sich *in situ* am vorderen und am hinteren Rande bilden sollten, während der Rumpf durch axiale Verwachsung der beiden Seitenhälften des Randringes entsteht.

In dieser Fassung konnten selbst die Anhänger diese Theorie nicht annehmen. Hertwig (26) unterscheidet im Randringe zwei Abschnitte, den s. g. Urmundrand, wo die Einstülpung stattfindet, und den Umwachsungsrand, welcher in dem Maße, wie der erste durch Konkreszenz in den Embryo übergeht, sich in den Urmundrand umwandelt. Gegen diese Theorie spricht die frühzeitige Ausbildung der Kupffer'schen Blase, welche ihre Lage am Embryoende bewahrt. Schon Henneguy (24) und Virchow (81) haben durch Messungen der einzelnen Abschnitte des Embryos nachgewiesen, daß das Wachstumszentrum zwischen dem letzten Urwirbel und der vorderen Wand der Kupffer'schen Blase liegt. Gegen die Annahme Hertwig's, daß die Randringhälften hinter dem Knopf (der nur die Nahtstelle darstellt) verschmelzen, sprechen auch die Experimente von Kopsch (Embryo XIII u. XIV), in denen nach Zerstörung des Knopfes die Verlängerung des Embryos aufhörte, während der Randring die Umwachsung vollführte, ohne embryonale Organe hervorzubringen.

Die experimentellen Arbeiten von Kastschenko (39), Morgan (60), Kopsch (48) und Sumner (78) haben der Konkreszenztheorie im Sinne von His ein für allemal den Boden entzogen, indem sie völlig übereinstimmend nachwiesen, daß in dem vom Embryo abgetrennten Randringe nie irgendwelche Organdifferenzierungen stattfinden.

In der letzten Zeit haben Kopsch und Sumner durch besonders feine und planmäßige Methoden die regionäre Anordnung der Anlagen der einzelnen Körperteile in der jungen Keimscheibe nachzuweisen versucht, wobei sie aber zu differenten Schlüssen gelangten. Durch experimentelle Untersuchungen an jungen Keimscheiben ist Kopsch zu der Einsicht gelangt, daß ein Gegensatz zwischen dem Entwicklungsmodus des vorderen Körperstückes und

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.
DERNIERS MÉMOIRES PARUS.
(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

J. Nowak. Zur Kenntnis des Senons im Königreich Polen	Déc. 1909
J. Nusbaum et M. Oxner. Regenerationserscheinungen bei den Nematoden	Janv. 1910
B. Fułiński. Beitr. z. Embryonalentwicklung der Agelastica alni L.	Janv. 1910
G. Poluszyński. Über einige Abnormitäten im Baue der Geschlechtsausführungsgänge bei <i>Helix pomatia</i> L.	Janv. 1910
A. Dzierzbicki. Beiträge zur Bodenbakteriologie	Janv. 1910
E. Janczewski. Suppléments a la Monographie des Groseilliers	Fév. 1910
E. Schechtel. Eine neue Art von Hydrachniden: <i>Limnesia polonica</i> n. sp. und das Weibchen von <i>Arrenurus nodosus</i> Koen.	Fév. 1910
T. Garbowski. Neue cytologische Experimente am Seeigellei	Fév. 1910
E. Malinowski. Monographie du genre <i>Biscutella</i> L.	Fév. 1910
W. Mazurkiewicz. Die anatomischen Typen der Zimtrinden	Mars 1910
W. Szafer. Geo-botanische Verhältnisse d. galiz. Miodobory-Hügels	Mars 1910
W. Szafer. Schwefelflora in der Umgebung von Lemberg	Mars 1910
H. Zapalowicz. Revue critique de la Flore de Galicie, XV	Mars 1910
N. Cybulski. Beziehung zwischen den Aktionsströmen und dem tätigen Zustand der Muskeln	Mars 1910
A. Wrzosek et A. Macieszka. Experimental Studies on the Hereditary Transmission of Brown-Séquard's Epilepsy of guinea-pigs	Mars 1910
S. Kopeć. Morphologische und histologische Folgen der Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen	Mars 1910
W. Staniewicz. Digestion de la graisse dans les infusiores ciliés	Avril 1910
J. Stach. Ontogenie der Schneidezähne bei <i>Lepus cuniculus</i> L.	Avril 1910
F. Rogoziński. Phosphorstoffwechsel im tierischen Organismus	Avril 1910
W. Poliński. Entwicklung d. subkutanen Lymphgefäße der Säuger	Avril 1910
W. Łoziński. Zur Anthropogeographie d. Podolischen Canyongebietes	Avril 1910
J. Wołoszyńska. Algenleben im oberen Prut	Mai 1910
R. Reiser. Beiträge zur Kenntnis der Gattung <i>Epirrhizanthus</i>	Mai 1910
P. Wiśniewski. Induktion von Lenticellenwucherungen bei <i>Ficus</i>	Mai 1910
E. Rosenhauch. Experimenteller Beitrag zur Phlyktänenätiologie	Mai 1910
H. Krzemieniewska. Der Einfluß d. Mineralbestandteile d. Nahrung auf die Entwicklung des Azotobaktens	Mai 1910
J. Czekanowski. Beiträge zur Anthropologie von Zentral-Afrika	Mai 1910

TABLE DES MATIÈRES.

JUIN 1910.

	Page
H. ZAPALOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie. XVI partie	433
J. NUSBAUM et M. OXNER. Über die Ungleichartigkeit des Regenerationsrhythmus in verschiedenen Körperregionen desselben Tieres. (Beobachtungen an der Nemertine <i>Lineus ruber</i> Müll)	439
J. HIRSCHLER. Studien über die interstitiellen Gebilde der quergestreiften Muskelfaser	448
B. NAMYSŁOWSKI. Studien über Mucorineen	477
C. REIS. Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Knochenfische	521

Les livraisons du «Bulletin International» se vendent séparément. — Adresser les demandes à la Librairie «Spółka Wydawnicza Polska», Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix: 3 K 20 h
