

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 7.

Juillet

1908.



- Sommaire:** 44. ED. JANCZEWSKI. Sur les anthères stériles des groseilliers.
45. B. NAMYSŁOWSKI. Sur la structure et le développement de *Wawelia regia* nov. subfam. gen. sp.
46. H. ZAPAŁOWICZ. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie.
47. K. JABŁCZYŃSKI. Kinetik der Folgereaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure.
48. K. JABŁCZYŃSKI. Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen.
49. K. KLING. Über die o-, m- und p-Tolyläthylalkohole.
50. A. KORCZYŃSKI. Über anormale Salze.
51. J. BURACZEWSKI und T. KOŹNIEWSKI. Jodderivate des Strychnins und Brucins.
52. C. ROUPPERT. *Discomycetum species novae* tres.
53. F. KAMIENSKI. Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance).
54. P. WIŚNIEWSKI. Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei *Zygorhynchus Moelleri* Vuill.
55. M. SIEDLECKI. Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugfrosches (*Rhacophorus reinwardtii* Boie).
56. B. KONOPACKA. Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime.
57. H. WIELOWIEYSKI. Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung.
58. Berichtigung zu der Abhandlung: E. Rosenhauch. Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.

Séance du lundi 22 Juin 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

44. *Pylniki jałowe w porzeczkach. — Sur les anthères stériles des groseilliers.* Note de M. ED. JANCZEWSKI m. t.
(Planche XXIV).

Nous avons déjà démontré ailleurs que les fleurs femelles des espèces dioïques du genre *Ribes* contiennent des anthères soit absolument vides (sous-genre *Berisia*), soit munies de languettes composées de grains inertes, complètement comprimés (sous-genre *Parilla*)¹.

¹) E. Janczewski. Sexualité de *Ribes*, Bulletin Acad. Cracovie, 1903, pag. 788.

Plus tard, nous avons reconnu que les anthères maigres et vides peuvent se trouver aussi bien dans les espèces à fleurs bisexuées de race pure que dans certains hybrides¹⁾. Ce fait était facile à prévoir²⁾, parce que nous savions que les plantes de race pure, cultivées dans des conditions bien différentes de celles de leur milieu naturel, produisent souvent, à l'exemple des hybrides, un pollen mixte ou entièrement stérile, tandis que certains hybrides donnent un pollen presque parfait et imitent ainsi les espèces pures.

Dans ses remarquables recherches sur le développement du pollen des hybrides appartenant aux genres: *Ribes*³⁾, *Mirabilis*, *Potentilla* et *Syringa*⁴⁾, M. G. Tischler vient de prouver que la stérilité de leur pollen, totale ou partielle, n'est pas due à une incompatibilité des chromosomes de leurs noyaux, mais à sa nutrition déficiente et insuffisante.

A quoi tiendrait l'absence absolue du pollen dans certains groseilliers ou autres plantes, nous ne le savons pas jusqu'à présent, car M. Tischler n'examina que les anthères qui renfermaient du pollen mixte ou totalement stérile.

Pour élucider cette question, nous venons de suivre le développement des anthères dépourvues de pollen dans quelques groseilliers, sans entrer dans des détails cytologiques devenus superflus grâce aux travaux de M. Tischler, et nous croyons que les résultats de nos recherches jetteront un peu de lumière sur ce problème.

Ribes integrifolium, Philippi, ♀.

Cette espèce chilienne dont nous ne possédons que des pieds femelles⁵⁾, nous servira d'exemple pour le sous-genre *Parilla* où

¹⁾ E. Janczewski. Monographie des Groseilliers, Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. XXXV. 1907. pag. 218.

²⁾ A. Jenčič. Pollen hybrider Pflanzen, Oesterr. botanische Zeitschrift, 1900, pag. 1. D'après cet auteur, les anthères sont dépourvues de pollen dans les hybrides: *Cirsium affine* Tausch, *Saxifraga Braunii* Wiemann et *Potentilla spuria* Kerner.

³⁾ G. Tischler. Pollen bei Ribes-Hybriden, Jahrb. für wissensch. Botanik. XLII, 1906, pag. 545.

⁴⁾ G. Tischler. Zellstudien über Bastardpflanzen, Archiv für Zellforschung, I, 1908, pag. 33.

⁵⁾ Fécondées par les espèces du même sous-genre: *R. punctatum*, *R. polyanthes*, *R. valdivianum*, les fleurs nouent parfaitement et produisent une grande

les anthères femelles ne contiennent pas de pollen distinct; dans le sac pollinique, on trouve cependant une languette sèche, composée de cellules inertes entièrement comprimées en une masse compacte.

Vers la fin de l'hiver, quand la grappe florale est encore engagée dans les écailles, les anthères ne présentent rien de particulier dans leur structure. Les parois sont composées de quatre assises, les sacs remplis de cellules mères définitives à cloisons minces.

Sitôt que la grappe commence à s'allonger et à quitter les écailles, on trouve les membranes des cellules mères plus ou moins gonflées, le contenu indivis, avec noyau en mitose, ou divisé en tétrades. Toutefois, les grains ébauchés ne possèdent pas encore des membranes propres, et sont séparés par des cloisons nettement gonflées (Fig. 1). Les parois des sacs sont composées de quatre assises, dont deux particulières: l'épiderme à cellules pauvres en protoplasma et un peu enflées, et l'assise nourricière à grandes cellules munies habituellement de deux noyaux rapprochés ou collés l'un à l'autre.

Lorsque les grains de pollen ont formé leurs membranes propres, minces et dépourvues de structure distincte, les membranes gélifiées des cellules mères se dissolvent, les cellules de l'assise nourricière se désorganisent, et celles de l'assise transitoire suivent leur exemple. Les sacs polliniques, enduits de débris coagulés de ces tissus, contiennent à cette époque des grains de pollen accolés les uns aux autres, formant une sorte de parenchyme très lâche (Fig. 2).

Les sacs ayant augmenté leur volume, le pollen y occupe relativement moins de place; ses grains, pauvres en protoplasma, avec une grande vacuole centrale, commencent à dégénérer, et leur contenu à se contracter et à coaguler.

Plus tard, le pollen de chaque sac se contracte en une mince languette composée de grains totalement comprimés et soudés en une masse compacte, les parois et les cloisons se dessèchent; l'anthère adulte, amaigrie (Fig. 3), contient quatre sacs irréguliers, enduits à l'intérieur de substance coagulée à laquelle sont accolées les languettes polliniques. Les parois sont alors composées de deux assises:

quantité de fruits avec de bonnes graines. Pollinisées par des espèces plus éloignées: *R. malvaceum*, *R. glutinosum*, *R. distans* etc., elles ne nouent pas du tout, excepté le *R. ussuriense* qui provoque la formation de quelques fruits; mais ceux-ci tombent avant d'avoir atteint la maturité complète et ne contiennent que des graines avortées.

l'épiderme et l'assise mécanique à membranes minces, dépourvues d'épaississements caractéristiques.

Les autres espèces du sous-genre *Parilla* dont nous avons examiné les anthères femelles sur le vivant, comme le *R. Gayanum*, ou sur des échantillons d'herbier, ne nous ont présenté aucune différence dans leur structure, sauf le *R. fasciculatum* dont le pollen, composé de grains collés les uns aux autres, ne subit pas de contraction en languette.

En somme, dans les fleurs femelles du sous-genre *Parilla* le développement du pollen est normal au début; à un certain moment, les jeunes grains, pauvres en protoplasma, s'accoient, meurent et se contractent généralement en minces languettes.

Ribes cereum, Douglas.

Sur quatre formes de cette espèce que contient notre collection, deux se rattachent à la variété *a farinosum*¹⁾, dont l'une, à fleurs lavées de lilas, à pollen parfait, provient du jardin botanique d'Edinbourg, et l'autre, à fleurs blanches, à pollen mixte, fut reçue des pépinières L. Späth. Les deux autres appartiennent à la var. *β viridescens*: l'une à fleurs blanches, à pollen mixte, mais bien meilleur (25% de grains stériles), est originaire du Colorado, l'autre, peu robuste, à fleurs lavées de lilas carné, à anthères maigres et vides, est un habitant des monts Sierra Nevada en Californie. Toutes les deux ont été élevées des graines par M. A. Purpus, inspecteur au jardin botanique de Darmstadt.

La plante du Sierra Nevada, étant pour ainsi dire femelle dans nos cultures²⁾, nous engagea à chercher à quoi tenait la stérilité absolue de ses anthères.

Au début du printemps, la structure des jeunes anthères est entièrement normale. Les parois des sacs sont composées de quatre assises, dont l'épiderme et l'assise nourricière complètement différenciées. Les cellules nourricières contiennent ordinairement deux noyaux plus ou moins rapprochés ou touchant l'un l'autre. Le tissu sporogène se compose de cellules mères définitives, à cloisons encore minces (Fig. 4).

¹⁾ Janczewski, Monographie des Groseilliers l. c. pag. 338.

²⁾ Plantée à côté d'autres formes, elle produit de bons fruits. Sa floraison n'est jamais aussi abondante que dans les trois autres.

L'insuffisance des matériaux récoltés ne nous permit pas de suivre la formation des tétrades et des grains de pollen. Dans les anthères plus avancées, les sacs contenaient déjà des grains disséminés, à membrane mince, à contenu assez pauvre. Les cellules nourricières ont beaucoup augmenté de volume et gagné en transparence (Fig. 5).

Plus tard, l'assise nourricière, de plus en plus pauvre en protoplasma, et l'assise transitoire se désorganisent et forment, aux dépens des noyaux et des restes protoplasmiques, une substance brunâtre et réfringente qui enduit les parois des sacs contractés et sensiblement diminués. En attendant, les grains de pollen, devenus tout à fait transparents et plus ou moins contractés, se dissolvent l'un après l'autre et disparaissent complètement (Fig. 6).

Enfin, les cloisons entre les sacs se désorganisent à leur tour, et l'anthère adulte contient deux loges dont les parois sont formées par l'épiderme et l'assise mécanique (Fig. 7). Les membranes de cette assise sont dépourvues d'épaississements réticulés, excepté sur les deux bandes dorsales, voisines du connectif.

Ainsi, le *R. cereum* du Sierra Nevada, cultivé à Cracovie, produit, comme le *R. integrifolium* ♀, des grains de pollen dans ses anthères, mais ces grains sont assez vite résorbés, peu après la dissolution de l'assise nourricière, et laissent les loges entièrement vides.

Ribes Bethmontii, Janczewski.

(*malvaceum* × *sanguineum*).

Nous connaissons deux formes de cet hybride: l'une, reçue de M. D. Bethmont, à fleurs carminées, à réceptacle urcéolé, pubescent à l'intérieur, à style également pubescent; l'autre, venant des pépinières L. Späth, à fleurs rosées à l'extérieur, blanchâtres à l'intérieur, à réceptacle très peu bombé à la base, glabre à l'intérieur, à style semé de poils peu nombreux. Sous tout autre rapport, les deux formes se ressemblent complètement¹⁾.

Les plus jeunes des anthères examinées manifestaient déjà une structure différente de la normale. Les parois des sacs se compo-

¹⁾ Fécondé par le *R. glutinosum*, cet hybride nous a donné quelques bons fruits; par le *R. malvaceum*, il en a donné d'assez nombreux, avec de bonnes graines.

saient d'assises plus nombreuses que de coutume, peu régulières, l'épiderme seul excepté. Il n'y avait pas d'assise nourricière différenciée, ni de limite du tissu sporogène assez accentuée. Dans les cellules mères, la membrane était partiellement gélifiée, le contenu divisé en tétrades, cependant il n'y avait pas de cloisons fixes entre les cellules filles (Fig. 8). La dégénération du tissu sporogène suit de près cette division; les membranes gélifiées se gonflent et compriment le contenu qui se coagule en masses informes réfringentes et ne permettant plus de reconnaître leur origine (Fig. 8).

Ensuite, tout le tissu sporogène se dissout, et les tissus des parois suivent cet exemple, l'épiderme et l'assise sous-jacente exceptés; comme résidu de ces tissus, il ne reste qu'une substance jaunâtre et réfringente qui enduit l'intérieur des sacs bien petits et vides.

Dans une fleur épanouie, l'anthere est composée d'un connectif presque normal et de quatre petits sacs séparés par des cloisons non résorbées (Fig. 9). Les parois des sacs sont assez minces, parce que l'assise mécanique, à membranes minces, sans épaissements, dépasse à peine l'épaisseur de l'épiderme.

Ribes sanguineum, Pursh.

Nous avons eu quatre pieds, à fleurs simples, de cette espèce. L'un nous fut envoyé de l'état de Washington, comme plante spontanée; son pollen était parfait. L'autre était cultivé depuis des années au jardin botanique; pollen avec 10—15% de grains stériles. Le troisième, des pépinières Simon-Louis, contenait 25—50% de grains stériles. Enfin, le quatrième, venant de la même source, avec le nom de *R. s. atosanguineum floribundum*, portait des anthères maigres et entièrement vides; ses fleurs étaient donc femelles¹⁾.

L'examen des jeunes anthères de ce *R. atosanguineum floribundum* nous a appris que tout se passe ici exactement comme dans le *R. Bethmontii*. Parois des sacs composées d'assises assez irrégulières et plus nombreuses que d'ordinaire, sans assise nourricière différenciée; limites du tissu sporogène peu nettes; division des cellules mères en tétrades sans cloisons fixes; gélification immédiate des membranes des cellules mères et coagulation de leur contenu;

¹⁾ Il produisait des fruits abondants, à cause des autres pieds de la même espèce ou du *R. glutinosum*, plantés dans son voisinage.

dissolution entière des tétrades; structure des parois identique, forme et dimensions de l'anthère très semblables.

Le *R. Bethmontii* et *R. sanguineum floribundum* nous apprennent que la dégradation des anthères peut être plus profonde que dans les *Parilla* et le *R. cereum*, car les grains de pollen ne se forment plus, bien que les cellules mères se divisent encore en tétrades. Il est certainement juste d'attribuer la désorganisation si précoce du tissu sporogène à l'absence d'une assise nourricière différenciée, absence due au développement assez monstrueux des parois entourant le tissu sporogène.

Ribes glaciale, Wallich, ♀

Cette espèce est représentée dans nos cultures par trois formes. L'une, à feuilles petites, à fleurs pourpres, nombreuses dans les grappes des pieds mâles, très clairsemées dans les femelles, fut élevée des graines récoltées au Thibet oriental par le R. P. Soulié et communiquées par M. Maurice de Vilmorin. L'autre, à feuilles beaucoup plus grandes, à grappes femelles assez riches, à fleurs pourpres, provient des pépinières L. Späth. Enfin la troisième, la plus vigoureuse, à grappes femelles assez riches, à fleurs brunâtres, nous fut donnée par M. M. de Vilmorin. Elle est d'origine népalienne et fut l'objet de notre étude¹⁾.

Au premier printemps, la structure de la jeune anthère est complètement normale. Le tissu sporogène est composé de cellules mères définitives, les parois des sacs contiennent quatre assises, y compris l'épiderme et l'assise nourricière différenciés (comparez fig. 10). Un peu plus tard, l'assise nourricière commence à dégénérer. D'abord, le contenu de ses cellules devient très réfringent et ne permet plus de reconnaître les noyaux; ensuite, les membranes se dissolvant, le contenu de toute l'assise forme une couche plus mince de substance coagulée et très réfringente, séparant le tissu sporogène de la paroi avec beaucoup de netteté (Fig. 11).

Pendant, le tissu sporogène ne tarde pas à se ressentir de la destruction de l'assise nourricière; ses membranes commencent à se gélifier et à gonfler, le protoplasma à se contracter, et bientôt après,

¹⁾ Sa fécondation par le *R. luridum* donne des résultats parfaits; les jeunes hybrides sont assez vigoureux. Il paraît que le *R. alpinum* est également propre à féconder le *R. glaciale*.

le sac se trouve rempli de gelée presque homogène, semée de débris coagulés du protoplasma des cellules mères (Fig. 12). En attendant, les parois ont augmenté de volume, et maintes cellules, transitoires ou mécaniques, se sont divisées en sens tangentiel.

La résorption de cette gelée ne se laisse pas attendre; les sacs se vident et ne conservent à l'intérieur que des débris des tissus désorganisés, formant un enduit coagulé et réfringent (fig. 12).

Enfin, lorsque la destruction de l'assise transitoire et des cloisons aura été achevée, l'anthère gagnera sa structure définitive, et ne contiendra que deux loges vides dont les parois seront constituées de deux assises: l'épiderme et l'assise mécanique, dépourvue d'épaississements réticulés (fig. 13).

Ribes orientale, Desfontaines, ♀

Des trois variétés de cette espèce¹⁾, nous avons pu étudier les anthères femelles du *R. o. α genuinum* et du *R. o. β resinosum* dont les fleurs se ressemblent beaucoup et se distinguent seulement par les pétales, plus grands et d'un jaune bien plus intense dans la deuxième que dans la première de ces plantes.

Au premier printemps, la jeune anthère ressemble par sa structure à celle du *R. glaciale*; il nous a cependant paru que le tissu sporogène est divisé en cellules mères plus nombreuses (Fig. 10).

Le sort de tous les tissus est absolument le même: décomposition très précoce de l'assise nourricière et formation, à sa place, d'une couche de substance coagulée et très réfringente, gélification consécutive du tissu sporogène sans division en tétrades des cellules mères, destruction finale de l'assise transitoire et des cloisons séparant les sacs, structure définitive de l'anthère et de ses parois.

Le développement des anthères du *R. distans* ♀ serait en tout point semblable à celui des deux espèces précédentes, si la désorganisation des tissus n'était pas poussée encore plus loin. Ici, comme dans le *R. alpinum*²⁾ et *R. Vilmorini*, l'assise mécanique se dissout entièrement, et, dans une anthère adulte, les parois des loges sont réduites à l'épiderme seul.

En somme, dans le sous-genre *Berisia*, les anthères des fleurs

¹⁾ Janczewski. Monographie. I. c. pag. 458.

²⁾ Janczewski. Sexualité de Ribes, I. c. pag. 788 fig. 1.

femelles sont dépourvues de pollen, parce que le signal de désorganisation du tissu sporogène est donné par la destruction si précoce de l'assise nourricière, que les cellules mères du pollen se gélifient et meurent avant de commencer leur division en tétrades.

Conclusions.

Dans le genre *Ribes*, nous trouvons tous les passages entre les anthères fertiles, contenant un pollen parfait et les stériles, ne contenant aucun pollen.

1) Un pollen parfait ou presque parfait remplit les deux loges des anthères dans les espèces à fleurs bisexuées, appartenant aux sous-genres: *Ribesia*, *Coreosma*, *Grossularioides* et *Grossularia*, quelquefois aussi dans leurs hybrides: *R. futurum*, *R. robustum*. Il est tout aussi excellent dans les fleurs mâles des sous-genres: *Parilla* et *Berisia*.

2) Un pollen mixte, composé de grains stériles et fertiles en différentes proportions, est très commun dans les hybrides, plus rare dans les espèces de pure race transportées dans nos jardins et y manifestant souvent une tendance à la duplication ou à une autre mutation.

3) Un pollen composé de grains tous stériles fut observé dans quelques hybrides: *R. Gordonianum*, *R. Culverwellii*, plus rarement dans les plantes de pure race cultivées: *R. inebrians a maius* (du Uncompahgre Range, au Colorado).

4) Le pollen est nul, mais dans chacun des quatre sacs il y a une languette mince, composée de grains inertes, intimement soudés et entièrement comprimés. C'est le cas des fleurs femelles dans presque tout le sous-genre *Parilla*.

5) Le pollen est nul lorsque les grains de pollen dégénèrent et se dissolvent de bien bonne heure sans laisser trace. Exemple: *R. cereum* du Sierra Nevada, cultivé au jardin.

6) Le pollen est nul, parce que les parois des sacs ne contiennent pas d'assise nourricière différenciée, et les cellules mères se dissolvent immédiatement après leur division en tétrades, avant que les cellules filles se soient séparées par de cloisons fixes. Exemples: *R. Bethmontii*, plante hybride, et *R. sanguineum floribundum*, plante de pure race.

7) Le pollen est nul, parce que l'assise nourricière différenciée

dégénère de si bonne heure que pour cette raison les cellules mères se gélifient et sont résorbées encore avant leur division en tétrades. C'est le cas des fleurs femelles de tout le sous-genre *Berisia*.

Cracovie, le 10 juin 1908.

Explication de la planche.

Fig. 1—3. *Ribes integrifolium* ♀.

1. Moitié gauche de l'anthère. Dans le sac intérieur, les cellules mères avec noyaux en mitose; dans l'extérieur, elles sont déjà divisées en tétrades. Gross. 150 diam.
2. Moitié gauche de l'anthère. Les grains de pollen se sont accolés les uns aux autres; l'assise nourricière déjà désorganisée. Gross. 150 diam.
3. Anthère entièrement développée. Dans chaque sac une languette composée de grains totalement comprimés. Gross. 35 diam.

Fig. 4—7. *Ribes cereum*, du Sierra Nevada.

4. Moitié gauche de l'anthère. Dans les sacs, les cellules mères avec noyaux à l'état de synapsis. Gross. 150 diam.
5. Moitié gauche de l'anthère. Grains de pollen encore frais; assise nourricière plus épaisse et plus transparente. Gross. 150 diam.
6. Anthère plus avancée. Dans l'un des sacs à droite, la désorganisation de l'assise nourricière et des grains vient de commencer, elle est achevée dans l'autre. Dans ceux de la gauche, il y a encore quelques grains vides et plus ou moins contractés. Gross. 35 diam.
7. Anthère entièrement développée, avec cloisons désorganisées. Gross. 35 d.

Fig. 8—9. *Ribes Bethmontii*, flore albido.

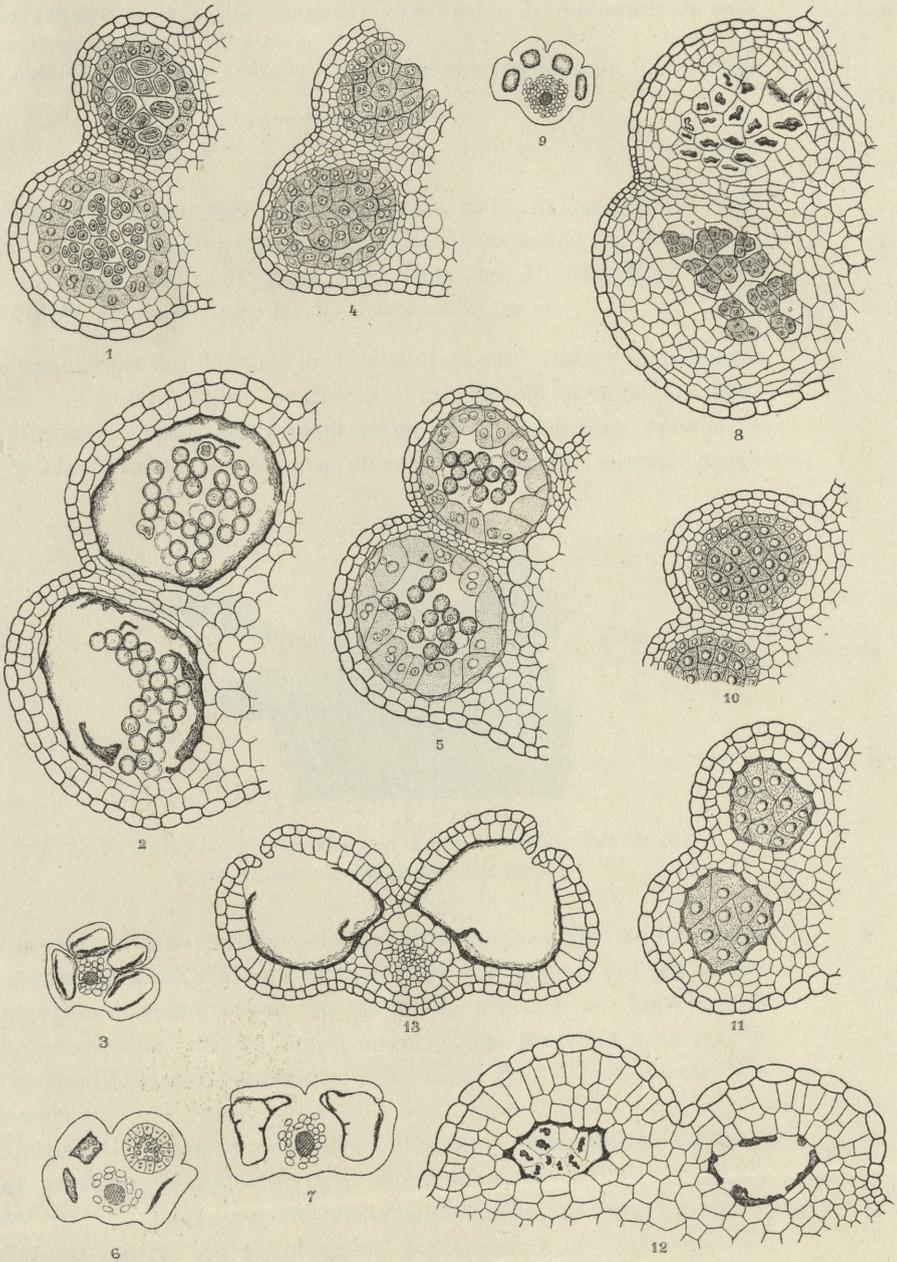
8. Moitié gauche de l'anthère. Parois des sacs plus épaisses, sans assise nourricière différenciée. Dans le sac extérieur, les cellules mères viennent de se diviser en tétrades; dans l'intérieur, elles sont entièrement gélifiées et le contenu coagulé. Gross. 150 diam.
9. Anthère complètement développée, avec quatre sacs sans pollen. Gross. 35 d.

Fig. 10. *Ribes orientale* ♀.

10. Partie gauche de l'anthère très jeune. Assise nourricière normale. Gross. 215 diam.

Fig. 11—13. *Ribes glaciale* ♀.

11. Partie gauche de l'anthère jeune. Assise nourricière désorganisée et remplacée par une couche de substance coagulée. Cellules mères encore normales. Gross. 215 diam.



12. Partie intérieure de l'anthère. Dans l'un des sacs, les cellules mères entièrement gélifiées et le contenu coagulé; dans l'autre, la dissolution du tissu sporogène achevée. Gross. 215 diam.

13. Anthère complètement développée, avec cloisons désorganisées. Gross. 125 d.

45. *Wawelia regia*, nov. subfam. gen. sp.; jej budowa i rozwój. — Sur la structure et le développement de *Wawelia regia* nov. subfam. gen. sp. Note de M. BOLESŁAS NAMYSŁOWSKI présentée par M. E. Janczewski m. t.

En examinant les cultures qui avaient poussé sur les excréments de lapin, j'ai trouvé, outre les divers champignons connus, des stromas cylindro-coniques qui étaient couverts de nombreux périthèces situés à leur surface et pourvus d'asques à quatre spores. Après

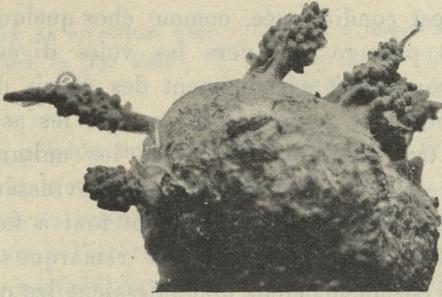


Fig. 1. Echantillons de *Wawelia* sur crottin de lapin, d'après une photographie. Grossissement 4 diam.

avoir étudié de plus près ce champignon et parcouru la bibliographie correspondante, je suis arrivé à la conclusion que ce champignon, très caractéristique au point de vue de sa morphologie interne et externe, est un représentant d'une nouvelle sous-famille dans la famille des Hypocréales. Je lui ai donné le nom de *Wawelia regia*.

Lorsque les ascospores des premiers exemplaires trouvés étaient arrivées à maturité, j'ai tâché d'en obtenir des cultures. A cette fin, les unes ont étéensemencées sur les excréments de lapin et les autres ont été données à manger à un lapin dont les excréments rendus après l'absorption de ces ascospores ont servi

pour faire des cultures. Dans les deux cas, le résultat a été positif, car nous avons obtenu des cultures abondantes et riches. Comme les cultures sur les excréments de lapin laissaient beaucoup à désirer au point de vue de leur pureté et comme il n'était pas aisé de les examiner, nous avonsensemencé notre *Wawelia* sur le pain imprégné d'une décoction d'excréments de lapin et sur la gélose. La transparence de la gélose nous a beaucoup facilité l'étude des rudiments du stroma en formation. Pourtant le développement de notre champignon s'arrêtait assez tôt sur ce milieu de culture; il se terminait notamment par la formation d'un stroma nain, dépourvu toujours de périthèces. Donc, les observations principales ont été faites sur les cultures qui poussaient sur le pain et les excréments.

Je n'ai pas vu la germination des ascospores de *Wawelia* ensemencées dans une goutte suspendue (décoction d'excréments de lapin; gélose avec cette décoction; solution de sucre de raisin); probablement elle est conditionnée, comme chez quelques autres champignons, par le passage à travers les voies digestives du lapin. Mes cultures provenaient certainement des débris de mycélium qui avaient été ensemencés en même temps que les ascospores, ce qui d'ailleurs était très facile à voir dans les cultures annulaires à goutte suspendue. Bien que mes cultures provinssent ainsi des débris de mycélium, elles étaient cependant tout à fait pures. Quant à la durée de leur développement, j'ai remarqué qu'une semaine ou deux après l'ensemencement apparaissaient les premiers stromas qui dans le courant du troisième septénaire (à partir du moment de l'ensemencement) commençaient à former des périthèces; dans le courant de la sixième ou de la septième semaine, les asques renfermaient déjà des spores tout à fait mûres.

Sur le pain imprégné de la décoction d'excréments de lapin se développe un mycélium pluricellulaire abondant, incolore, avec des nombreuses vacuoles dans le protoplasma des cellules; ce mycélium forme à la surface du milieu de culture un disque blanc, composé de filaments étroitement feutrés et qui grandit par des zones concentriques régulières du mycélium.

Après avoir atteint un certain degré de développement, surtout sur la gélose, quelques filaments mycéliens qui ne diffèrent en rien des autres présentent le phénomène suivant: à leur extrémité commencent à se séparer des conidies unicellulaires, incolores, de forme

ovoïde, larges de 2μ et longues de 4 à 6μ . Leur nombre est variable: une seule ou plusieurs; les plus anciennes sont écartées de côté par l'accroissement du filament lui-même et par la formation des conidies nouvelles. Cette formation des conidies apparaît surtout sur la gélose et elle y est beaucoup plus prononcée que sur les excréments de lapin ou sur le pain où il y a relativement très peu de conidies.

Dans le mycélium qui couvre la surface du milieu nutritif apparaissent les premiers rudiments des stromas. De distance en distance, les filaments mycéliens s'enchevêtrent étroitement en formant



Fig. 2. Morceaux de mycélium conidiogène. Gross. de 500 diam.



Fig. 3 *a* jeunes stromas, grossis 2 fois environ. *b* — stroma avec périthèces développées; grossi 4 fois environ.

de la sorte un peloton compact, plus ou moins arrondi, qui au fur et à mesure de la croissance s'allonge de plus en plus et forme à la fin une verrue visible à l'oeil nu. C'est le stroma jeune qui ne s'enfonce jamais à l'intérieur du milieu nutritif, mais qui se dresse librement à la surface, car il naît du mycélium qui couvre le substratum. Au début, il a une structure filamenteuse tout à fait homogène et se compose de nombreux filaments; mais, plus âgé, il présente une différenciation de la mince couche corticale (qui devient plus sombre à partir du bas du stroma) et un épaissement de la membrane des filaments si fort, que le diamètre de leur intérieur devient extrêmement petit.

Les stromas bien développés ont une forme cylindro-conique et une couleur blanche; ils sont légèrement effilés à leur extrémité supérieure et amincis à l'extrémité inférieure, lisses, souvent fortement aplatis, ou même bifurqués. Leurs dimensions dépendent, jusqu'à un certain degré, des conditions extérieures. Dans les cultures sur les excréments de lapin dans des petits vases, ils atteignent la hauteur de 3 à 5 mm.; sur le pain avec la décoction d'excréments de lapin et sur les excréments recouverts d'une grande

cloche, leur hauteur était de 10 à 12 mm., leur largeur de 1 à 2 mm. Les stromas plus âgés changent leur couleur blanche en gris olive avec une nuance légèrement jaunâtre provenant des filaments conidiens qui s'étalent à leur surface.

Le développement des périthèces va de pair avec le changement de la couleur et l'apparition des conidies. Les périthèces occupent surtout la partie centrale du stroma, ils sont serrés, près l'un de l'autre; parfois cependant ils sont clairsemés; quelquefois ils recouvrent aussi le sommet même du stroma, cependant ce cas est assez rare. Alors les stromas ont la forme ovale, leur bout n'est plus effilé, et il sont beaucoup moins hauts que les exemplaires à extrémité supérieure stérile.

Les périthèces jeunes étudiés sur des coupes transversales (fixation à l'acide picrique formolé; coloration à l'hématoxyline de Heidenhain et d'Ehrlich, à l'éosine et au vert d'iode) apparaissent sous

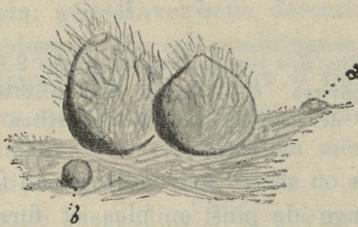


Fig. 4. Périthèces en maturation recouvertes de mycélium à la surface du stroma, ainsi que les jeunes en formation (a, b). Gross. de 55 diam.

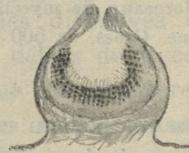


Fig. 5. Coupe d'un périthèce (le mycélium qui recouvre le périthèce n'est pas représenté sur le dessin). Gross. de 55 diam.

la couche corticale en forme de sphères, composées de filaments délicats, fins et étroitement enchevêtrés qui se distinguent nettement, par leur aspect et leur structure, du tissu du stroma composé de filaments à parois épaisses. Ces périthèces grandissent au fur et à mesure de leur développement et font saillie à l'extérieur, en formant des verrues qui, après avoir grandi, se couvrent de filaments conidiogènes.

Simultanément avec la croissance des périthèces, leur structure intime se différencie. Leurs parois sont formées de plusieurs couches de filaments étroitement enchevêtrés et interrompues au sommet du périthèce par l'ostiole légèrement étiré et tapissé de périphyses.

L'intérieur du périthèce est rempli par un tissu lâche, pseudoparenchymateux, composé de gros éléments, d'où naissent les nombreux asques de forme cylindrique, très étroits en bas, longs de 60 à 80 μ et larges de 8 μ , ainsi que les paraphyses pluricellulaires qui font saillie au-dessus de l'hyménium. La longueur des paraphyses est de 120 μ , leur largeur de 6 μ . La répartition des asques dans le périthèce ne diffère en rien de celle qui se rencontre dans les Pyrénomycètes en général. Dans la partie supérieure de chaque asque se trouvent quatre spores qui sont, en moyenne, larges de 6 μ et longues de 8 μ , brun noirâtre, lisses, ellipsoïdes, ovoïdes, souvent inéquilatérales. Pendant la formation et la maturation des ascospores, la surface du périthèce se couvre d'une végétation luxuriante

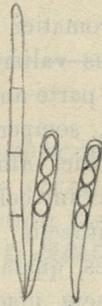


Fig. 6. Asques et paraphyse. Gross. de 350 diam.

de filaments, en partie conidiophores, ce qui donne aux périthèces ainsi qu'à tout le champignon un aspect velouté, une couleur jaune verdâtre et une augmentation apparente de ses dimensions.

Le *Wavelia regia* qui à cause de ses caractères peut être considéré avec raison comme le représentant d'une sous-famille nouvelle, d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle, doit être rangé, comme je l'ai déjà dit, dans la famille des Hypocréales. Nous ne pouvons le classer parmi les Dothidéales, car cette famille comprend des espèces dont les périthèces sont toujours enfoncés dans le stroma (à l'exception des espèces *Rosenscheldia* et *Schweinitziella*) et n'ont pas de parois propres différenciées de la substance du stroma. Sa place n'est pas non plus parmi les Sphérialées, car les familles des Valsacées, des Mélanconidées, des Diatrypacées, des Mélogrammatacées et des Xylariacées ont leurs périthèces enfoncés dans le stroma. Quant aux Corynéliacées et les Cucurbita-

riacées, dont, en apparence, le *Wawelia* se rapproche beaucoup, les choses se passent ainsi: les Corynéliacées sont des parasites à stroma rond ou allongé qui se forme sous la cuticule de l'hôte, à périthèces allongés en col qui s'élargit ensuite en entonnoir; les Cucurbitariacées ont un stroma „filzig, krustig oder polsterförmig“¹⁾ qui se forme au-dessous de la surface du milieu nutritif. Cette courte discussion est pleinement suffisante pour constater que notre champignon n'appartient à aucune de ces deux familles.

La place du *Wawelia regia* est donc parmi les Hypocréales où il présente un haut degré de développement morphologique. La position de la sous-famille des Waweliacées se trouve entre les Mélanosporées et les Nectriées, d'après la division de Lindau de la famille des Hypocréales¹⁾.

Diagnose. Cauliculi stromatici cylindraceo conici, interdum ex utraque parte minus vel plus valide applanati, nonnumquam furcati, albi, lubrici, ab inferiore parte angustiori, altitudine 5—12 mm., latitudine 1—2 mm., carnosi, semper mycelio albo in superficiei matricis oriuntur, leviter matrici affixi. Maturescentes indunt ab infra incipiendo oleaginum ravum colorem cum flavescente umbra et fiunt numerosis peritheciis verrucosa, exceptio consue extremis, quae permanent leves, quamquam etiam in ipsis exsurgunt quandoque perithecia. Perithecia non sunt infixi in stromate, sed semper superficiei supersedent, fere sphaerales, conice extensae ad ostiolum, in genere quod occupat per medium 240 μ , assequuntur 300 μ , tectae solide luxurioso mycelio conidia formante. Intra perithecia multae cylindraceae in inferiore parte valde attenuatae thecae 60—80 μ longitudine, sporae quattuor 6—8 μ longae, 4—6 μ latae, leves, coloris livido nigri, ovatae, plus minus inaequilaterales, monosticho ordine in thecis. Paraphyses filiformes, multicellulares, thecis longiores, 120 μ longit. Conidia achroa, unicellulares, ovoidea 2 μ lat., 4—6 μ long., oriuntur in extremis hypharum conidiophorum, singula vel in plures agglomerata, quod ita fit ut vetustiora remouentur a recentibus; apparent in superficiei stromae, paulo ante originem peritheciorum, efficientes mutationem coloris in similitudinem flavi. Perithecia autem copiose crescunt luxurioso mycelio

¹⁾ Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien, T. I, Ab. 1. Leipzig, 1897.

conidia formante, tempore quo maturescunt. Inventum Cracoviae (Polonia) in fimo cuniculorum.

Travail du Laboratoire de Botanique de l'Université Jagellonne
sous la direction de M. le prof. E. Janczewski.

46. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XIV. — Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie.* Mémoire de M. **HUGO ZAPŁOWICZ** m. c.

A la suite de son travail, l'auteur communique la description des espèces: Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae, Portulacaceae et Elatinaceae.

47. *Kinetyka reakcyj następczych; redukcya kwasu chromowego przez kwas szczawiowy. — Kinetik der Folgereaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure.* Mémoire de M. **K. JABŁCZYŃSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Dieses Thema ist schon von vielen Forschern in Angriff genommen worden, jedoch meistens ohne Erfolg, da die Chromsäure bekanntlich zu den wenigen Körpern gehört, deren Reaktionen mit anderen Körpern sich nicht durch einfache kinetische Gleichungen darstellen lassen. M. Prudhomme¹⁾ setzt die Reduktionsgeschwindigkeit der Chromsäure als einfach proportional der Anzahl von CrO₃-Molen, sowie der Anzahl von Oxalsäure-Molen (jedoch mit Ausnahme der drei ersten) und als umgekehrt proportional der Verdünnung. Dabei gibt er aber zu, daß die so berechnete Konstante gar keine Konstanz aufweist. W. Jorriison und L. Reicher²⁾ haben gefunden, daß obgleich in Gegenwart von großem Überschuß von Oxalsäure die Reaktion monomolekular ist, ihr Verlauf dennoch der Gleichung erster Ordnung nicht entspricht. Dasselbe wurde beobachtet, wenn man statt Oxalsäure Jodwasserstoffsäure zur Reduk-

¹⁾ Bull. Soc. Ch. [3] 29, 306.

²⁾ Zeit. f. Färb. u. Text. Ch. 2, 431. C. Bl. 1904 I, 81.

tion verwendete. Nach A. Schükarew¹⁾ beteiligt sich an der Reaktion immer nur ein Molekül von CrO_3 . K. Seubert und J. Carstens²⁾ bestätigen dies mit der Bemerkung, daß obwohl CrO_3 und HJ monomolekular miteinander reagieren, es dennoch unmöglich ist, die Kinetik der Reaktion in eine Gleichung der ersten, der zweiten oder höheren Ordnung zu fassen.

Diese Reaktion gewinnt noch dadurch an Interesse, daß die Oxalsäure aktivierend wirkt; es ist in der Technik (speziell in der Druckerei von Geweben) schon längst bekannt, daß Chromsäure-Indigo nur langsam ätzt, daß sie dagegen bei Gegenwart von Oxalsäure schnell wirkt. Es ist seitens der Techniker viel Mühe darauf verwendet worden, diese Wirkung der Oxalsäure zu erklären; meistens waren die Erklärungen ganz willkürlich. G. Georgievics³⁾ schreibt z. B. der Oxalsäure die Rolle eines Katalysators zu, indem diese Säure nicht oder höchstens in sehr geringem Grade an der Reaktion teilnehmen soll. Schaposchnikoff und Mischireff⁴⁾ vermuten, daß bei der Oxydation der Oxalsäure durch Chromsäure sich freier Sauerstoff entwickelt.

Daher ist die weitere Erforschung dieser Reaktion von physikalisch-chemischem Standpunkte aus als eine sehr verlockende Aufgabe zu betrachten. Im folgenden habe ich sie zu lösen versucht.

Versuchsanstellung. Genau abgemessene Volumina der Chromsäure- und Oxalsäure-Lösungen befanden sich in zwei Bechergläsern, von denen eines inwendig mit Paraffin überzogen war, damit kein Tropfen Flüssigkeit verloren gehe. Beide Bechergläser wurden in einem Thermostaten von 15°C behufs Ausgleichung der Temperatur auf einige Zeit sich selbst überlassen. In einem gewissen Momente, der als Anfangszeit galt, wurde der Inhalt des zweiten Becherglases schnell in das erste gegossen, dann wurden von Zeit zu Zeit bestimmte Volumina abpipetiert und deren Gehalt an CrO_3 jodometrisch bestimmt, wozu ungefähr $\frac{1}{40} \text{ n Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ verwendet wurde. Das eben geschilderte Verfahren erwies sich als notwendig, weil man den Anfangspunkt der Reaktion zur Berechnung der Resultate kennen mußte. Die CrO_3 -Konzentration in diesem Anfangs-

¹⁾ Zeit. f. phys. Ch. 38, 353 (1901).

²⁾ Zeit. f. anorg. Ch. 50, 53 (1906) und 56, 357 (1908).

³⁾ Zeit. f. Färb. u. Text. Ch., 2, 199. C. Bl. 1903, II, 74.

⁴⁾ Zeit. f. Färb. u. Text. Ch. 1, 459. C. Bl. 1902, II, 1281.

punkte bestimmte man einfach aus der Anzahl der zur Reaktion genommenen Kubikzentimeter der Chromsäurelösung.

Einfluß der Reaktionsprodukte. Um mich zu überzeugen, ob das Reaktionsprodukt, d. h. ob das gebildete Chromisalz einen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Vorganges ausübt, habe ich eine gewisse Menge der CrO_3 -Lösung mit Alkohol reduziert, auf dem Wasserbade abgedampft und den Rückstand in möglichst wenig Schwefelsäure aufgelöst; die Lösung wurde dann der CrO_3 -Lösung zugesetzt. Wie der folgende Versuch (Tabelle I) zeigt, beeinträchtigt der Zusatz von Chromisalz nicht im geringsten den Verlauf des Prozesses.

Tabelle I.

Im Liter	Je	Nach 0	15	80	120 Min.
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 150 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm^2	19.52	17.40	9.03	6.11
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 150 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ aus } 20 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3}$	50 cm^3	19.52	17.48	9.01	6.15

Titer der Thiosulfatlösung:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19.52 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\text{Das Verhältnis von } \frac{\text{CrO}_3}{3} : \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} = 1 : 15$$

Die Zahlen der zweiten Reihe bezeichnen die abpipetierten Volumina; in den folgenden stehen unter den Zeiten die verbrauchten Kubikzentimeter der $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung.

Die anderen Versuche ergaben ganz dieselben Resultate.

Die Ordnung der Reaktion in bezug auf CrO_3 . Nach den oben genannten Autoren ist die Reaktion monomolekular. Wäre sie es wirklich, so sollte die Reaktionsgeschwindigkeit von der anfänglichen CrO_3 -Konzentration unabhängig bleiben, insofern die Oxalsäuremenge immer sehr hoch, fast unveränderlich gehalten wird, was durch einen beträchtlichen Überschuß zu erreichen ist. In den

folgenden Versuchen (Tabelle II) übersteigt die Konzentration der Oxalsäure 200-, 30- und 20-fach diejenige der Chromsäure.

Tabelle II.

Im Liter	Je	Nach 0	25 Min.
$10 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	500 cm ³	19·14	11·00
$66·6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	75 cm ³	19·14	11·15
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm ³	19·14	11·77

Titer der Thiosulfatlösung:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19·14 \text{ cm}^3 \text{ zirka } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3.$$

Die fast gleichen Zahlen des verbrauchten Thiosulfats nach 25 Minuten bestätigen die Vermutung, daß die Reaktion monomolekular ist; das kleine Steigen dieser Zahlen kann höchstens nur beweisen, daß die geringe Veränderung der Oxalsäuremenge (wegen der Reaktion mit CrO₃) trotz ihrer Geringfügigkeit doch die Geschwindigkeit nur um ein wenig, also kaum wahrnehmbar, beeinträchtigt.

Es gibt noch eine andere Methode zur Bestimmung der Ordnung der Reaktion, und zwar die von van't Hoff, welche auf der Geschwindigkeitsmessung in den ersten Momenten nach dem Zusammen gießen der Lösungen beruht. Die Ordnungszahl n berechnet man nach der Gleichung:

$$n = \frac{\log \frac{\Delta C_0'}{\Delta t} - \log \frac{\Delta C_0''}{\Delta t}}{\log C_0' - \log C_0''}$$

wo C_0' , bezw. C_0'' die Anfangskonzentrationen der Chromsäure und $\frac{\Delta C_0'}{\Delta t}$, bezw. $\frac{\Delta C_0''}{\Delta t}$ die Erniedrigungen dieser Konzentrationen in der Zeiteinheit bedeuten. In der folgenden Tabelle III finden wir einen von den fünf ausgeführten Versuchen.

Tabelle III.

Im Liter	Je	Nach 0	3 Min.
$66.6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	75 cm ³	19.14	18.18
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm ³	19.14	18.22

Es folgt daraus: $n = 0.90$. Aus den übrigen 4 Versuchen erhielt ich $n = 0.87, 1.03, 0.90$ und 1.18 , im Mittel $n = 0.98$. Dieser Befund bestätigt das vorige Ergebnis, nämlich daß die Reaktion in bezug auf CrO_3 monomolekular verläuft.

Einfluß der Oxalsäure. Die oben erwähnte Meinung, daß die Oxalsäure einen erheblichen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit ausübt, findet Bestätigung in den folgenden Versuchen (Tabelle IV). Es beteiligt sich also an der Reaktion mehr als ein Molekül Oxalsäure; die nähere Bestimmung der Ordnungszahl für diese Säure war für mich ohne Belang.

Tabelle IV.

Im Liter	Je	Nach 0	25	40 Min.
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 100 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm ³	19.14	17.60	16.55
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm ³	19.14	11.77	8.37
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 300 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm ³	19.14	5.16	2.16

Beschleunigend wirkt auch der Zusatz von Schwefelsäure, doch nur in sehr geringem Grade. Um nicht einen neuen Faktor einzuführen, habe ich überhaupt die Versuche mit H_2SO_4 -Zusatz nicht näher verfolgt.

Der vollständige Verlauf der Reaktion. Aus den oben erörterten Gründen wollte ich nun versuchen, die Zahlen jedes einzelnen Ver-

suches in die Gleichung erster Ordnung: $0.4343 k = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{w_1}{w_2}$ einzusetzen und die Konstante k zu berechnen. Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle V ersichtlich.

Tabelle V.

Im Liter: $100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$.

Man pipetierte je 50 cm^3 .

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$0.4343 k$
0	20.21	
5	18.92	0.00572
10	17.26	0.00800
15	15.70	0.00822
20	14.12	0.00922
25	12.63	0.00968
30	11.20	0.01044
40	9.11	0.00897

Die „Konstante“ $0.4343 k$ zeigt einen so ausgeprägten Gang, daß die Gleichung erster Ordnung hier ihre ganze Bedeutung verliert. Es hilft auch nichts, wenn man die Oxalsäuremenge vergrößert, (Tabelle XII), oder die Chromsäuremenge vermindert (Tabelle IX u. X), oder endlich wenn man Schwefelsäure zusetzt (Tabelle XIII). Nicht in der Oxalsäure liegt also der Grund einer solchen Abweichung. Man muß ihn anderswo suchen.

Folgereaktionen. De Lury¹⁾ war einer von den ersten, der die Vermutung aussprach, daß in der Reduktion von Chromsäure sich zuerst das Chromdioxid CrO_2 als Übergangsstufe bildet. Fast gleichzeitig äußerten R. Luther und Schilow²⁾ eine ähnliche Meinung. Neuerdings stehen auf demselben Boden K. Seubert und J. Carstens³⁾. Dagegen hat Bray⁴⁾ die Bildung des fünfwer-

¹⁾ Journ. phys. Ch. 7, 239 (1903).

²⁾ Zeit. phys. Ch. 46 (1903).

³⁾ Zeit. anorg. Ch. 50, 53 (1906) und 56, 357 (1908).

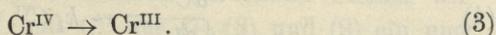
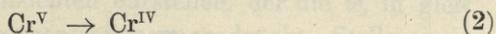
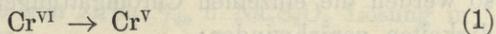
⁴⁾ Zeit. phys. Ch. 54, 463 (1906).

gen Chroms als Übergangsstadium angenommen. R. Luther und Th. F. Rutter¹⁾ ziehen endlich beide Erklärungen zusammen.

Die Annahme Bray's wurde zur Gewißheit, als es den Forschern R. F. Weiland und W. Friedrich²⁾ gelungen war, die Salze des fünfwertigen Chroms darzustellen. Sie sättigten nämlich die CrO_3 -Lösung bei 0° mit HCl -Gas und fügten nach 5 Minuten eine Lösung von Pyridin, bezw. Chinolin in sehr starker Salzsäure hinzu; es setzte sich eine kristallinische Verbindung eines Chromderivats mit Pyridin, bezw. Chinolin ab. Auf kryoskopischem Wege und nach der Analogie mit ähnlichen Salzen des Molybdäns wurde in ihr ein Doppelsalz des fünfwertigen Chroms erkannt. Die Verbindungen des Cr^{V} haben sich als unbeständig erwiesen; sie zersetzen sich rasch in der Lösung.

Unsere Kenntnisse in betreff des vierwertigen Chroms sind dagegen noch manchem Zweifel unterworfen. Über CrO_2 finden wir Angaben im Handbuche von Gmelin und Kraut³⁾. W. Manchot und R. Kraus⁴⁾ schreiben, daß beim Erhitzen des Chromhydrats bis zu $320\text{--}345^\circ$ sich CrO_2 bildet und ein leichtes, schwarzes Pulver darstellt, das bei Rotglut den Überschuß von Sauerstoff abgibt und mit HCl Chlorgas entwickelt. Es scheint also recht widerstandsfähig zu sein. Von seinen Salzen ist nichts bekannt⁵⁾.

Man kann also die Reduktion von Chromsäure in folgender Weise schematisch darstellen:



Die beiden ersten von diesen drei Folgereaktionen verlaufen unzweifelhaft und mit endlicher Geschwindigkeit; denn

¹⁾ Zeit. anorg. Ch. 54, 1 (1906).

²⁾ Ber. 38, 3784 (1905) und 39, 4042 (1906).

³⁾ Handbuch: 6 Aufl. II [2] 290.

⁴⁾ Ber. 39, 3512 (1906).

⁵⁾ In Graham-Otto's Lehrbuch der anorg. Ch. (II, 1058, 1881) finden wir folgende Notiz: „Das braune Hydrat des Chromdioxids, CrO_2 , gibt mit wässriger Flußsäure eine rote Lösung, die zu einem blaßroten Salze eintrocknet. Da die Lösung desselben mit Ammoniak wieder einen braunen Niederschlag gibt, so kann man das Salz als ein Chromtetrafluorid, CrF_4 , betrachten“. Die Quelle dieser Notiz ist nicht angegeben. (Zusatz während der Korrektur).

würde die zweite unendlich schnell vor sich gehen, so dürfte überhaupt kein fünfwertiges Chrom existieren, was aber der Tatsache widerspricht. Von der dritten Reaktion können wir sagen, daß sie möglich ist, obgleich sie noch nicht mit voller Gewißheit auf präparativem Wege nachgewiesen wurde. Jede von diesen Reaktionen und somit auch der ganze Verlauf ist monomolekular; jedoch ihre gemeinsame Geschwindigkeitsgleichung hat eine viel verwickeltere Form als diejenige, nach welcher wir in der Tabelle V die Konstante $0.4343 k$ berechnet haben.

Mit der theoretischen Seite der Folgereaktionen beschäftigten sich W. Ostwald¹⁾, O. Knoblauch²⁾, J. Walker³⁾, R. Wegscheider⁴⁾, R. Luther und Schilow⁵⁾ und A. Rakowski⁶⁾. Dagegen sind sehr wenige Beispiele bekannt, in denen diese verwickelten Gleichungen auf spezielle Fälle angewandt wurden. O. Knoblauch, sowie neuerdings F. Kaufler⁷⁾, haben diese Gleichungen für Vorgänge mit zwei Folgereaktionen gelöst. Insoweit mir aus der Literatur bekannt ist, versuchte bis jetzt niemand eine solche Gleichung auf drei mit verschiedenen Geschwindigkeiten verlaufende Folgereaktionen anzuwenden und zu lösen. Der Fall der Chromsäurereduktion bietet recht gute Gelegenheit dazu.

Die Gleichung der Reaktionsgeschwindigkeit. Bezeichnet man die anfängliche Chromsäurekonzentration mit A und die Konzentrationen von Cr^{VI} , Cr^{V} und Cr^{IV} in der Zeit t mit C^{VI} , C^{V} und C^{IV} , so werden die einzelnen Chromgattungen mit folgenden Geschwindigkeiten verschwinden:

$$(4) \quad \frac{dC^{\text{VI}}}{dt} = -k_1 C^{\text{VI}}$$

$$(5) \quad \frac{dC^{\text{V}}}{dt} = k_1 C^{\text{VI}} - k_2 C^{\text{V}}$$

$$(6) \quad \frac{dC^{\text{IV}}}{dt} = k_2 C^{\text{V}} - k_3 C^{\text{IV}}$$

¹⁾ Lehrb. d. allg. Ch. 2 [2] 277.

²⁾ Zeit. phys. Ch. 26, 96 (1898).

³⁾ Zeit. phys. Ch. 28, 177 (1899) (R).

⁴⁾ Zeit. phys. Ch. 35, 513 (1900).

⁵⁾ Zeit. phys. Ch. 46, 777 (1903).

⁶⁾ Zeit. phys. Ch. 57, 321 (1907).

⁷⁾ Zeit. phys. Ch. 55, 502 (1906).

wo k_1 , k_2 und k_3 die Geschwindigkeitskonstanten der (1), (2) und (3) Reaktionen darstellen. Integrieren wir die Gleichung (4) unter der Bedingung, daß $t=0$, $C^{VI} = A$ ist, so bekommen wir:

$$C^{VI} = A e^{-k_1 t}. \quad (7)$$

Führen wir diese Gleichung (7) in die Gleichung (5) ein, welche man unter der Bedingung $C^V = 0$ für $t=0$ integriert, so wird:

$$C^V = A \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}]. \quad (8)$$

Setzt man endlich den Wert (8) in (6) ein und integriert, wenn in der Zeit $t=0$ die Konzentration $C^{IV} = 0$ ist, so erhält man folgende Gleichung:

$$C^{IV} = A \frac{k_1 k_2}{(k_2 - k_1)(k_3 - k_2)(k_1 - k_3)} [(k_2 - k_2) e^{-k_1 t} + (k_3 - k_1) e^{-k_2 t} + (k_1 - k_2) e^{-k_3 t}]. \quad (9)$$

Aus diesen drei Gleichungen (7), (8) und (9) konstruieren wir die gemeinschaftliche Gleichung der Reaktion, indem wir beachten, daß Cr^{VI} drei Valenzen, Cr^V zwei und Cr^{IV} nur eine Valenz besitzt, welche bei der Reduktion verloren gehen. Also:

$$3 C^{VI} + 2 C^V + C^{IV} = \alpha w_i, \quad (10)$$

wo w_i die verbrauchte Menge von zirka $1/40$ n $Na_2S_2O_3$ Lösung in der Zeit t und α einen Koeffizienten darstellen, der die w_i in gleichem Maße wie die Chromkonzentrationen ausdrückt. Stellen wir in (10) die Werte für C^{VI} , C^V und C^{IV} aus (7), (8) und (9) ein und berücksichtigen wir, daß $w_i = w_0$ und $C^V = 0$, sowie $C^{IV} = 0$ in der Zeit $t=0$ sind, so kommen wir schließlich zu der Endgleichung:

$$3 e^{-k_1 t} + 2 \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}] + \frac{k_1 k_2}{(k_2 - k_1)(k_3 - k_2)(k_1 - k_3)} [(k_2 - k_3) e^{-k_1 t} + (k_3 - k_1) e^{-k_2 t} + (k_1 - k_2) e^{-k_3 t}] = \frac{3 w_i}{w_0}, \quad (11)$$

aus welcher drei Unbekannte k_1 , k_2 und k_3 zu bestimmen sind. Da es unmöglich ist, diese Gleichung (11) nach den gewöhnlichen Methoden aufzulösen, so muß man zum graphischen Verfahren grei-

fen, indem man für k_1 und k_2 angenäherte Werte einsetzt, den Wert für k_3 sucht, ein wenig k_3 ändert, wieder k_3 aufsucht und so weiter verfährt und jedesmal den entsprechenden Punkt auf dem Millimeterpapier mit den Koordinaten k_2 und k_3 einträgt. Diese Rechnung wird für drei Zeiten t' , t'' und t''' ausgeführt, und so kommt man zu drei Linien mit drei Schnittpunkten. Dasselbe wird mit den anderen Werten von k_1 durchgeführt, bis endlich die Schnittpunkte zusammenfallen. Daß diese Methode außerordentlich zeitraubend ist, beweist der Umstand, daß zur Auffindung der k -Werte für einen einzigen Versuch mehrere Wochen nötig waren. Dadurch wird es auch verständlich, daß die Auflösung der Gleichungen für Vorgänge mit drei Folgereaktionen abschreckend wirkt und bis jetzt für keinen Fall durchgeführt worden ist.

Darum habe ich mich in der Rechnung der k -Werte nur auf einen, in der Tabelle V angegebenen Versuch beschränkt. Die Zeiten wurden $t' = 10$, $t'' = 20$ und $t''' = 40$ gewählt; werden die Zeitunterschiede geringer genommen, so schneiden sich die Linien unter sehr kleinen Winkeln und ihr Schnittpunkt kann nicht präzise bestimmt werden. Nun habe ich gefunden:

$$(12) \quad \begin{aligned} k_1 &= 0.0344 \\ k_2 &= 0.1322 \\ k_3 &= 0.0238. \end{aligned}$$

Diese Zahlen sind mit größter Genauigkeit berechnet, so daß noch die vierte Dezimale ziemlich sicher ist. Im Resultate (12) fällt der so kleine Wert für k_3 zuerst auf. Wäre vierwertiges Chrom nicht existenzfähig, so sollte die Reaktion (3) mit unendlich großer Geschwindigkeit verlaufen und für k_3 , wenn nicht eine unendliche, so doch eine sehr große Zahl ergeben. Der Befund (12) spricht also dafür, daß die Reaktion (3) wirklich stattfindet und daß vierwertiges Chrom als Zwischenprodukt der Reduktion von Cr^{VI} zu Cr^{III} auftritt. Da ferner $k_3 < k_1$ ist, so scheint sogar Cr^{IV} widerstandsfähiger zu sein als Cr^{VI} .

Der zweite Schluß aus (12) betrifft k_2 . Wir sehen, daß k_2 ungefähr viermal größer ist als k_1 ; mit anderen Worten, Cr^{V} oxydiert viermal stärker als Cr^{VI} . Es erklärt dies die aktivierende Wirkung der Oxalsäure auf Chromsäure beim Ätzen des Indigos; es handelt sich hier um Bildung von Cr^{V} , was durch die Oxalsäure schneller bewirkt wird als durch Indigo allein; nun

wird durch das gebildete Cr^{V} zum Teil die Oxalsäure und zum Teil das Indigo oxydiert, welches überhaupt viel rascher geätzt wird, als ohne Oxalsäure. Die Säure ist überhaupt kein Katalysator, denn sie wird verbraucht. Ähnlich wie Oxalsäure wirken aktivierend: SO_2 und $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Es sind auch analoge Beispiele für andere Säuren bekannt; so z. B. wird die Chlorsäure durch schweflige Säure auch beim Ätzen des Indigos aktiviert; möglicherweise bildet sich hier zuerst die unterchlorige Säure HClO , die auf das Indigo, wie die Versuche gezeigt haben, fast augenblicklich einwirkt.

Alle diese Schlüsse wären unmöglich, wenn wir angenommen hätten, daß $\text{Cr}^{\text{IV}} = 0$ sei oder daß die Reaktion (3) augenblicklich vor sich gehe. Die Gleichung (10) würde dann zu:

$$3 \text{Cr}^{\text{VI}} + 2 \text{Cr}^{\text{V}} = \alpha w, \quad (13)$$

und die Grundgleichung (11) zu:

$$3 e^{-k_1 t} + 2 \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}] = \frac{3 w_t}{w_0}. \quad (14)$$

Aus dieser Gleichung ist es viel leichter, die zwei Unbekannten zu berechnen. Ich habe für denselben Versuch (Tabelle V) und für die Zeiten $t'' = 10$ und $t'' = 40$ gefunden:

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.0409 \\ k_2 &= 0.0319. \end{aligned} \quad (15)$$

Es müßte daraus der Schluß gezogen werden, daß Cr^{V} langsamer als Cr^{VI} oxydiert; dieser Schluß stünde im Widerspruch mit der von Weinland und Friedrich¹⁾ beobachteten Tatsache, daß nämlich die Cr^{V} -Salze unbeständig sind und sich leicht in wäßriger Lösung zersetzen. Also haben wir noch eine weitere Stütze zu gunsten der Gleichung (11) gewonnen.

Diese Gleichung (11) mit drei Unbekannten nähert sich schon den Interpolationsgleichungen; der Unterschied macht sich durch die theoretische Bedeutung der Unbekannten geltend. Setzen wir die Werte (12) in die Gleichung (11) für die übrigen Zeiten aus der Tabelle V, so erhalten wir:

¹⁾ S. oben.

Tabelle VI.

t	w cm ³ gefunden	w cm ³ berechnet
0	20·21	—
5	18·92	18·84
10	17·26	—
15	15·70	15·66
20	14·12	—
25	12·63	12·69
30	11·20	11·37
40	9·11	—

Die Übereinstimmung ist genügend; doch könnte jede andere Interpolationsgleichung mit drei Unbekannten eine ähnliche Übereinstimmung ergeben, so daß wir darin keinen Beweis für die Richtigkeit der Gleichung (11) sehen können.

Annäherungsverfahren. Wegen der Schwierigkeit der Berechnung ist die Gleichung (11) fast unverwendbar. Ich habe darum die übrigen Versuche mit Hilfe einer Methode gelöst, die zwar keine so genauen Resultate wie das oben geschilderte graphische Verfahren liefert, immerhin aber recht zuverlässige und vergleichbare Zahlen gibt; dabei verdient sie wegen der Schnelligkeit der Berechnung die größte Beachtung, speziell für Vorgänge mit drei Folgereaktionen.

Nehmen wir an, daß $k_2 = 0$ und $k_3 = 0$ ist, d. h. daß die Reaktion nur nach dem Schema (1) vor sich geht; dann nimmt die Gleichung (11) folgende Form an:

$$(16) \quad 2 + e^{-k_1 t} = \frac{3 w_t}{w_0} \quad \text{oder} \quad k_1 = \frac{1}{0.4343 t} \log \frac{w_0}{3 w_t - 2 w_0}.$$

Würden wir jetzt in (16) die experimentellen Daten einführen, so müßten wir für k_1 die größeren, maximalen Werte bekommen; denn eigentlich verlaufen die Reaktionen (2) und (3) selbständig und ihre Geschwindigkeiten vermehren die Geschwindigkeit der Reaktion (1). Je näher wir dem Anfange des Prozesses stehen, desto mehr wird sich das maximale k_1 aus (16) dem eigentlichen k_1 nähern, um zuletzt im Punkte $t = 0$ mit ihm zusammenzufallen;

denn in diesem Punkte erfüllt sich die Voraussetzung, daß nur die Reaktion (1) vor sich geht.

Berechnen wir auf diese Weise k_1 für den Versuch in der Tabelle V.

Tabelle VII.

t	k_1 -Maximum aus (16) berechnet
5	0.0425
10	0.0574
15	0.0738
20	0.1172

Durch graphische Extrapolation kommt man für $t=0$ zu dem Werte

$$k_1 = 0.034,$$

der fast identisch mit dem in (12) angegebenen ist.

Um zu k_3 zu gelangen, setzen wir voraus, daß $k_1 = \infty$ und $k_2 = \infty$ seien; darum soll $C^{VI} = 0$ und $C^V = 0$ sein. Die Geschwindigkeit der Chromsäurereduktion wird sich dann durch die folgende Gleichung ausdrücken lassen:

$$\frac{dC^{IV}}{dt} = -k_3 C^{IV}, \quad (18)$$

die durch Integrieren unter der Bedingung: $C^{IV} = A$ für $t = 0$ zu einer Gleichung führt, wie die folgende:

$$e^{-k_3 t} = \frac{w_t}{w_0} \quad \text{oder} \quad k_3 = \frac{1}{0.4343 t} \log \frac{w_0}{w_t}. \quad (19)$$

Nach der Einführung der experimentellen Werte in (19) bekommt man kleinere, minimale Werte für k_3 ; denn die Konzentration C^{IV} wird durch die Annulierung des sechs- und fünfwertigen Chroms scheinbar vergrößert oder k_3 , wie aus (18) hervorgeht, scheinbar verringert. Je höher t wird, desto mehr nähert sich das minimale k_3 dem wirklichen, um zuletzt bei $t = \infty$ mit ihm zusammenzufallen. Am Ende des Vorganges erfüllt sich die Voraussetzung, daß nur die Reaktion (3) vor sich gehen wird.

Ich habe das k_3 -Minimum für den Versuch in der Tabelle V berechnet.

Tabelle VIII.

t	k_3 -Minimum nach (19) berechnet
25	0·0188
30	0·0197
40	0·0199

Den Wert für k_3 im Punkte $t = \infty$ fand ich mit Hilfe der Extrapolationsgleichung:

$$(20) \quad k_3\text{-Minimum} = k_3 - \frac{\alpha}{t} - \frac{\beta}{t^2};$$

diese ergab:

$$(21) \quad k_3 = 0\cdot022,$$

während der genaue Wert gleich 0·00238 also nur wenig verschieden ist.

Die dritte Unbekannte k_2 läßt sich schon leicht aus der Gleichung (11) und aus beiden gefundenen Werten für k_1 und k_3 berechnen. So habe ich für $t = 20$ aus der Tabelle V gefunden:

$$(22) \quad k_2 = 0\cdot142.$$

Diese Zahl weicht schon mehr von der richtigen 0·132 ab; die Ursache ist darin zu suchen, daß die Fehler bei der Berechnung von k_1 und k_3 sich hier gehäuft haben.

(8) Nach der oben geschilderten vereinfachten Methode wurden die Geschwindigkeitskonstanten der folgenden Versuche berechnet.

Tabelle IX.

Im Liter: $66\cdot6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} +$

$+ 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$.

Man pipettierte je 75 cm^3

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	20·21
5	18·85
10	17·22
15	15·60
25	12·46
40	8·82

Tabelle X.

Im Liter: $40 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} +$

$+ 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$.

Man pipettierte je 100 cm^3

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	16·17
10	13·94
25	9·99
40	7·19

Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} = 20 \cdot 21 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$k_1 = 0.034$$

$$k_1 = \text{---}^1)$$

$$k_3 = 0.023$$

$$k_3 = 0.022.$$

Die dritte Konstante k_2 wurde aus den oben genannten Gründen nicht mitberechnet. Durch Vergleichung der Tabellen V, IX und X sieht man, daß in ihnen die Oxalsäure-Konzentration unverändert bleibt und nur die Chromsäurekonzentration sich vermindert. Die Konstanten erleiden aber keine Veränderung, wie aus der Monomolekularität der einzelnen Folgereaktionen zu erwarten war. In der Tabelle X ist die Oxalsäuremenge 50mal größer als die Chromsäuremenge (beide in Äquivalenten berechnet), in der Tabelle IX 30mal und in der Tabelle V 20mal größer.

In beiden folgenden Versuchen variierte umgekehrt nur die Oxalsäurekonzentration, während die Chromsäuremenge die gleiche blieb wie in der Tabelle V.

Tabelle XI.

Im Liter: $100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} +$
 $+ 150 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je 50 cm^3

Tabelle XII.

Im Liter: $100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} +$
 $+ 300 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je 50 cm^3

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	19.52
3	19.21
8	18.52
15	17.40
25	15.80
40	13.50
60	11.00
100	7.45
120	6.11

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	19.52
3	17.68
[5]	[16.22] ²⁾
8	14.48
13	11.46
18	8.90
23	6.95
30	4.78
40	2.80
50	1.65
60	0.98

¹⁾ Zur Bestimmung von k_1 braucht man mindestens 3 Werte für w^t , die das Glied $(3w_t - 2w_0)$ in der Gleichung (16) positiv machen; dieser Bedingung genügt aber nur ein w_t , nämlich für $t=10$; darum habe ich hier die Berechnung des k_1 unterlassen.

²⁾ Aus Gründen, die in der vorigen Fußnote dargelegt sind, habe ich den Wert für $t=5$ Minuten durch graphische Interpolation gefunden.

Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19.52 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$k_1 = 0.017$$

$$k_2 = 0.067$$

$$k_3 = 0.010$$

$$k_4 = 0.051.$$

Auch hier, wie überhaupt bei allen anderen Versuchen, ist $k_1 > k_3$, d. h. die Reaktion (1) verläuft schneller als die Reaktion (2). Durch Vergleich dieser Resultate mit dem Ergebnis für die Tabelle V

finden wir, daß das Verhältnis $\frac{k_1}{k_3}$ ziemlich konstant bleibt:

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.7 \quad \text{aus XI}$$

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.5 \quad \text{aus VI}$$

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.3 \quad \text{aus XII}$$

Es hat mithin den Anschein, als wenn durch Erhöhung der Oxalsäurekonzentration im gleichen Grade die Geschwindigkeiten der einzelnen Folgereaktionen bei der Chromsäurereduktion aufgehoben würden.

Ich muß noch einen Versuch anführen, welcher über den Einfluß der Schwefelsäure Aufschluß gibt. Es wurde früher bemerkt, daß dieser Einfluß ganz unbedeutend ist. In dem folgenden Versuche (Tabelle XIII) ist die Schwefelsäuremenge 10mal größer, als man zur Bindung des ganzen aus der Chromsäure reduzierten dreiwertigen Chroms auf Chromisulfat braucht.

Tabelle XIII.

$$\begin{aligned} \text{Im Liter: } & 92.6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} + 185.2 \text{ cm}^3 \text{ 1 n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{4} + \\ & + 92.6 \text{ cm}^3 \text{ 1 n } \frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2}. \end{aligned}$$

Man pipetierete je 50 cm³

t	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	18.37
5	17.22
[10]	[15.78]
15	14.30
25	11.56
40	8.37

Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} = 20.21 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\left. \begin{array}{l} k_1 = 0.030 \\ k_3 = 0.021 \end{array} \right\} \frac{k_1}{k_3} = 1.4.$$

Die Chromsäure- und die Oxalsäurekonzentration sind ein wenig niedriger als in der Tabelle V; die Konstanten sind auch nur um wenig niedriger, doch ihr Verhältnis bleibt das gleiche wie in der Tabelle V. Dieses Ergebnis beweist, daß trotz des großen Überschusses an Schwefelsäure der Gang der Reaktion der nämliche bleibt und auch nicht der monomolekularen Gleichung erster Ordnung gehorcht, wovon man sich leicht durch Rechnung überzeugen kann; denn man könnte vielleicht denken, daß die Abweichungen von der letztgenannten Gleichung in dem Verbrauch an Oxalsäure ihren Grund haben. Der obige Versuch widerlegt diese Meinung.

Zusammenfassung. Die Reduktion von Chromsäure durch Oxalsäure ist eine monomolekulare Reaktion, doch läßt sie sich nicht durch eine Gleichung erster Ordnung ausdrücken. Der kinetische Verlauf dieser Reaktion nötigt zu der Annahme, daß es sich hier um drei Folgereaktionen handelt, in denen man von sechswertigem Chrom über fünf- und vierwertiges zu dreiwertigem gelangt. Von diesen Phasen verläuft die zweite, d. h. von fünf- zu vierwertigem Chrom am schnellsten, was die aktivierende Wirkung der Oxalsäure (und anderer ähnlicher Reduktionsmittel) auf das Oxydationsvermögen der Chromsäure (speziell beim Ätzen von Indigo) erklärt, indem die letztere von der Oxalsäure in eine sehr aktive, fünfwertige Stufe übergeführt wird. Am langsamsten verläuft die Reaktion von vierwertigem Chrom in dreiwertiges; es ist darum leicht möglich, daß die Derivate des Cr^{IV} recht stabil sind.

Das Verhältnis der Geschwindigkeitskonstanten k_1 und k_3 , d. h. der Reaktionen $\text{Cr}^{\text{VI}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{V}}$ und $\text{Cr}^{\text{IV}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{III}}$, scheint beim Variieren der Oxalsäuremenge (in gewissen Grenzen) unveränderlich zu bleiben; die einzelnen Folgereaktionen werden also in gleichem Maße von der Oxalsäure beeinflusst. Zusatz von H_2SO_4 , sogar in beträchtlicher Menge, beeinträchtigt kaum den Gang der Reaktion.

Die Konstanten k_1 , k_2 und k_3 der als unlösbar geltenden Gleichung für drei Folgereaktionen wurden nach einem sehr einfachen Annäherungsverfahren berechnet.

Warschau — Freiburg in der Schweiz.

48. *Zależność pomiędzy szybkością mieszania a szybkością reakcji w układach niejednorodnych. — Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen.* Mémoire de M. K. JABŁCZYŃSKI, présenté par M. K. Olszewski m. t.

Beim Lösen eines festen Körpers in einer Flüssigkeit, z. B. beim Auflösen von Zink oder Marmor in Salzsäure, hat man beobachtet, daß der Prozeß um so schneller verläuft, je intensiver die Flüssigkeit durchgemischt wird. Eine innigere und allgemeine Beziehung zwischen Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit ist jedoch noch nicht festgestellt worden. Man begnügt sich mit folgender, rein empirischer Gleichung:

$$\frac{k_1}{k_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^x,$$

in welcher k die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion, n die Tourenzahl des Rührers und x eine durch Versuche bestimmbare Konstante bedeuten. Der Wert für x wurde verschieden gefunden. O. Sackur¹⁾ bestimmte ihn zu 0.425, E. Brunner²⁾ zu 0.6. L. Bruner und St. Tołoczko³⁾ haben beim Auflösen von Gips in reinem Wasser für x einen durchschnittlichen Wert 0.91 gefunden, woraus sie für diesen Fall eine Proportionalität zwischen Auflösungs- und Rührgeschwindigkeit schlossen. Überhaupt besitzt x fast für jeden einzelnen der angewandten Apparate einen anderen Wert. Nun spielt aber x eine große Rolle, indem uns sein Wert zu beurteilen erlaubt, inwieweit ein Prozeß in einem heterogenen Systeme von der Diffusion abhängig ist. Nach der von A. A. Noyes,

¹⁾ Zeitschr. f. phys. Ch. 54, 644 (1906).

²⁾ Zeitschr. f. phys. Ch. 47, 56 (1904).

³⁾ Bull. Int. de l'Ac. des Sc. Cracovie 1903.

W. R. Whitney¹⁾ und besonders von W. Nernst²⁾ entwickelten Anschauung umgibt sich die feste Phase (z. B. Marmor beim Auflösen in Salzsäure) mit einer anhaftenden Schicht, durch welche die auflösende Substanz (also Chlorwasserstoffsäure) aus der äußeren gerührten Flüssigkeit zur festen Phase hin oder die sich auflösende Phase nach der gerührten Flüssigkeit fortgediffundiert. Wird nun das Mischen der Flüssigkeit intensiver, so vermindert sich die Dicke dieser Schicht und die Diffusion, und auch die damit verbundene Reaktion, verläuft schneller. Es wurde sogar die Dicke δ dieser Schicht berechnet und zwischen 0.01 und 0.07 mm gefunden.

Der bisher nur praktische Charakter des Exponenten x ergibt sich hauptsächlich daraus, daß die Versuche in verschiedenen Apparaten und unter verschiedenen Umständen ausgeführt wurden; auch hat man zur Berechnung von x zwei aufeinander folgende Versuche verglichen, was zu groben Fehlern Anlaß gab; denn beim Auseinandernehmen und beim Zusammensetzen der Apparate können die einzelnen Teile nie genau in dieselbe Lage gebracht werden; dies verursacht eine Veränderung von k , wie auch von x . Deshalb findet man bei einigen Beobachtern für dieselbe Reaktion und für denselben Apparat Werte von x , die zwischen 0.3 und 1.2 liegen, bei anderen sogar negative Zahlen. Diese Fehler möglichst zu beseitigen und verschiedene Prozesse unter denselben Bedingungen miteinander zu vergleichen, ist der Zweck vorliegender Arbeit.

Ich habe drei Reaktionen ausgewählt, nämlich: die Auflösung von Marmor in Salzsäure, die Zersetzung von H_2O_2 an Platinblech und die Auflösung von Zink ebenfalls in Salzsäure. Diese Reaktionen wurden aus dem Grunde bevorzugt, weil sich ihr Verlauf durch die entwickelte Gasmenge beobachten ließ, was in diesem Falle von großem Vorteile war, und wie sich später zeigte, genauere Resultate lieferte, als man durch die maßanalytische Methode hätte erzielen können.

Der Apparat bestand aus einem Becherglase von 50×85 mm, das mit einem paraffinierten Kork verschlossen war; durch diesen gingen in das Gefäß: ein Rührer mit Quecksilberverschluß, ein Kapillarrohr zum Ableiten der Gase nach der Bürette und ein Glasstab, als Träger der in Frage kommenden Marmor- oder Zinkplat-

¹⁾ Zeitschr. f. phys. Ch. 23, 689 (1897).

²⁾ Zeitschr. f. phys. Ch. 47, 52 (1904) und E. Brunner, ebenda S. 56.

ten. Der Rührer trug 8 Flügel, in 2 Reihen angeordnet von der Gesamthöhe von 30 mm und einem Durchmesser von 25 mm. Die Marmor- und Zinkplatten, sowie auch das Platinblech waren an der dem Rührer abgekehrten Fläche mit Paraffin bestrichen; die Seitenwände der Platten blieben frei; denn ihre Bedeckung erwies sich als ein großer Fehler, da infolge der Auflösung des Marmors oder Zinks die Paraffinwände hervorragten, was die Bildung von Wirbeln verursachte und zu einer immer sich vergrößernden Reaktionskonstante führte. Auf diese leicht zu vernachlässigende Fehlerquelle möchte ich besonders aufmerksam machen.

Bei der Konstruktion des Apparates und bei der Ausführung von Versuchen hatte ich immer folgende Punkte vor Augen:

1) Die Flüssigkeitsmenge war immer so gering wie möglich, ung. 80—100 cm³; der Rührer dagegen möglichst groß, damit eine innigere und gleichmäßigere Durchmischung erzielt werden könnte; der Rührer und die eingehängte Platte füllten gerade den durch die Flüssigkeitsmenge eingenommenen Raum aus.

2) Die Veränderung der Tourenzahl wurde in einem und demselben Versuche vorgenommen; somit konnten keine infolge von Änderungen in der Lage einzelner Teile des Apparates entstandenen Fehler in Betracht kommen.

3) Wie schon gesagt, waren Platten und Blech nur auf der Außenseite mit Paraffin überzogen, die Seitenwände dagegen blieben immer frei.

4) Es wurden Platten und Blech möglichst nahe an den Rührer gerückt, gewöhnlich in einer Entfernung von 2—3 mm und dabei so, daß ihre reagierende Fläche tangential zum Umdrehungskreise des Rührers, höchstens etwas gegen den Flüssigkeitsstrom, niemals aber in der Richtung des Stroms lag; im letzteren Falle verkleinert sich nämlich der Rührexponent.

Das Becherglas wurde in einem Thermostaten von 25° ± 0.1° befestigt. Das sich entwickelnde Gas leitete man in eine Bürette; diese befand sich in einem Glasmantel, durch welchen beständig Wasser von konstanter Temperatur floß. Die Geschwindigkeitskonstante wurde nach der Gleichung erster Ordnung $0.4343 k = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{W - w_1}{W - w_2}$ berechnet, wo w_1 und w_2 die Gasvolumina in den Zeiten t_1 und t_2 bedeuten. W ist das Gesamtvolum. Zur Bewegung des Rührers diente ein Heißluftmotor mit Regulierung des Gasdruckes.

Auflösung von Marmor in Salzsäure. Es wurde die CO_2 -Menge gemessen. Da das Kohlendioxyd in Wasser ziemlich leicht (1:1) löslich ist, wurde zuerst das Wasser mit HCl angesäuert, dann ein Stückchen Marmor hineingeworfen und einige Zeit durchgerührt. Von solchem Wasser wurde die nötige Menge abpipetiert, etwas Salzsäure zugesetzt, der Apparat zusammengestellt und in Gang gesetzt. Die Ablesungen notierte ich erst dann, wenn sich die entwickelten CO_2 -Volumina in denselben Zeiten zu vermindern angefangen hatten. Das Endvolumen W wurde bestimmt, indem man die Flüssigkeit fortwährend rührte, bis das Niveau in der Bürette nicht mehr sank; gewöhnlich trat dies nach 2—3 Stunden intensivster Mischung ein. Bemerkt sei noch, daß der das Becherglas verschließende Kork behufs besserer Aufdichtung mit Siegelack bedeckt wurde.

Tabelle 1.

Flüssigkeitsvolumen 90 cm^3 . Marmorplatte: 2.5 cm hoch, 1.8 cm breit und 0.3 cm dick.

$t^1)$	n	w	$0.4343 k$	
0	262	5.96		
2	262	8.69	0.0225	
4	262	11.10	0.0220	
6	262	13.20	0.0212	
	262		0.0219	$x = 0.94$

6	202	13.20		
9	200	15.52	0.0174	
12	200	17.60	0.0176	
15	200	19.34	0.0166	
18	200	20.88	0.0164	
	200		0.0170	$x = 1.03$

20	393	22.52		
22	393	24.18	0.0349	
24	393	25.59	0.0348	
26	393	26.72	0.0326	
	393		0.0341	$x = 0.97$

¹⁾ t bezeichnet die Zeit, n die Tourenzahl des Rührers pro Minute, w das in der Bürette abgelesene Gasvolumen.

<i>t</i>	<i>n</i>	<i>w</i>	0.4343 <i>k</i>
29	261	27.85	
32	261	28.78	0.0250
37	261	29.92	0.0225
42	261	30.74	0.0212
	261		0.0229

$$W = 33.70 \text{ cm}^3$$

Die Flüssigkeit reagierte vollkommen neutral.

Tabelle 2.

Zur Flüssigkeit vom vorigen Versuch wurden 15 cm³ 1 n. HCl zugefügt und der Versuch nach dem Entwickeln einiger cm³ CO₂ weiter, wie folgt, ausgeführt.

Flüssigkeitsvolumen 105 cm³. Dieselbe Marmorplatte wie oben.

<i>t</i>	<i>n</i>	<i>w</i> '	0.4343 <i>k</i>	
0	244	9.40		
2	245	12.98	0.0185	
4	248	16.20	0.0180	
6	245	19.20	0.0183	
	245		0.0183	$x = 0.91$
7	186	19.72		
9	186	21.90	0.0145	
11	186	23.88	0.0141	
13	189	25.76	0.0143	
	187		0.0143	$x = 1.02$
17	360	30.50		
19	360	33.21	0.0274	
21	372	35.67	0.0282	
23	365	37.85	0.0286	
	364		0.0281	$x = 0.77$
23	240	37.85		
26	250	39.92	0.0207	
29	250	41.75	0.0212	
	247		0.0209	$x = 0.90$

t	n	w	$0.4343 k$
32	360	43.45	
35	372	45.25	0.0290
38	360	46.78	0.0303
	364		0.0296

$$W = 53.35 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2.$$

Die Flüssigkeit reagierte vollkommen neutral.

Tabelle 3.

Flüssigkeitsvolumen 90 cm³. Marmorplatte: 1.8 cm hoch, 1.5 cm breit und 0.3 cm dick.

t	n	w	$0.4343 k$	
0	320	17.90		
2	306	21.62	0.0149	
4	324	25.13	0.0151	
6	320	28.18	0.0140	
8	—	31.09	0.0143	
	318		0.0146	$x = 0.90$

8	156	31.09		
11	158	33.28	0.00757	
13	162	34.69	0.00765	
16	158	36.82	0.00807	
19	—	38.82	0.00803	
	158		0.00783	$x = 0.90$

19	213	38.82		
22	217	41.20	0.0101	
25	209	43.40	0.0101	
28	212	45.51	0.0104	
31	209	47.48	0.0104	
	212		0.0102	$x = 0.96$

34	480	49.75		
36	480	52.15	0.0227	
38	472	54.25	0.0220	
40	443	56.15	0.0220	
42	496	57.81	0.0212	
	474		0.0220	

$$W = 73.93 \text{ cm}^3.$$

Durchschnittlich beträgt der Wert für $x = 0.93$. Hätten wir aber für dieses x den Wert $= 1$ gesetzt, so wäre dadurch die Konstante k in viel geringerem Maße beeinträchtigt worden. Dann hätten wir anstatt der experimentellen Werte für $k = 0.0170, 0.0341$ und 0.0229 (Tabelle 1) die berechneten $0.0163, 0.0334$ und 0.0226 bekommen, welche durchschnittlich um 2% geringer sind, als die ersteren, während der Versuchsfehler 5% ausmacht. Somit scheint der als idealer Grenzfall betrachtete Schluß ganz berechtigt zu sein, daß die Reaktionskonstante k und die Tourenzahl des Rührers einander einfach proportional sind. Ich muß noch betonen, daß die Marmorfläche nach der Reaktion immer glatt, wie lackiert war.

Die H_2O_2 -Zersetzung an platinisiertem Platinblech. Es wurde die entwickelte Sauerstoffmenge gemessen, wozu derselbe Apparat verwendet wurde wie bei den Versuchen mit Marmor, mit dem einzigen Unterschiede, daß im Korke sich noch eine dritte Kapillare befand. Nachdem alles in Gang gesetzt worden war und sich etwas Sauerstoff entwickelt hatte, pipetierte man $5-10\text{ cm}^3$ durch die Kapillare ab, notierte den Niveaustand in der Bürette und setzte den Rührer wieder in Bewegung. Die abpipetierte Lösung wurde mit ung. $\frac{1}{80}$ norm. Kaliumpermanganat titriert. Am Ende des Versuches bestimmte man auf dieselbe Weise den Gehalt an H_2O_2 . Aus den beiden verbrauchten $KMnO_4$ -Mengen und aus der inzwischen entwickelten Sauerstoff-Menge wurde das Endvolum W berechnet.

Die Platinbleche waren wie die Marmorplatten an der dem Rührer abgekehrten Seite mit Paraffin bestrichen.

Tabelle 4.

Flüssigkeitsvolumen $= 100\text{ cm}^3$. Platinblech: $3.3 \times 3.3 = 10\text{ cm}^2$.

t	n	w	$0.4343 k$
0	240	3.90	
2	240	6.25	0.0111
4	240	8.35	0.0105
6	240	10.34	0.0107
8	240	12.22	0.0100
	240		0.0106 $x = 0.71$

t	n	w	$0.4343 k$	
10	177	13.80		
13	177	15.90	0.00840	
16	175	17.93	0.00863	
19	177	19.82	0.00850	
	176		0.00851	$x = 0.53$

22	340	21.98		
25	349	24.40	0.0126	
28	350	26.59	0.0124	
31	355	28.55	0.0121	
	348		0.0122	$x = 0.50$

34	240	30.21		
39	240	32.48	0.0100	
44	230	34.48	0.0100	
49	230	36.24	0.0098	
	235		0.0098	$x = 0.62$

52	170	37.66		
62	186	39.66	0.00816	
72	170	41.62	0.00824	
	176		0.00820	

$$W = 50.91 \text{ cm}^3 \text{ O}_2.$$

Tabelle 5.

Flüssigkeitsvolumen: 90 cm^3 . Platinblech $3.3 \times 1.9 = 6.27 \text{ cm}^2$

t	n	w	$0.4343 k$	
0	202	6.98		
4	200	8.90	0.00586	
9	200	11.13	0.00578	
14	200	13.25	0.00588	
	200		0.00584	$x = 0.60$

18	288	15.45		
22	288	17.31	0.00744	
27	297	19.40	0.00722	
32	288	21.32	0.00721	
	290		0.00729	$x = 0.54$

<i>t</i>	<i>n</i>	<i>w</i>	0.4343 <i>k</i>	
36	454	23.10		
40	472	24.79	0.00938	
45	436	26.70	0.00934	
51	450	28.70	0.00916	
	453		0.00929	$x = 0.62$
<hr/>				
51	192	28.70		
62	190	30.54	0.00523	
73	188	32.27	0.00565	
	190		0.00544	

$$W = 43.52 \text{ cm}^3 \text{ O}_2.$$

Aus anderen Versuchen erhielt ich $x = 0.50, 0.39, 0.52$ und 0.72 , durchschnittlich also $x = 0.55$. Für denselben Fall ergab sich aus J. Teletow's Versuchen $x = 0.66$. Ein so niedriger Exponent ließe vermuten, daß die eigentliche chemische Reaktion am Platinblech nicht momentan verläuft; andererseits aber fand J. Teletow für denselben Vorgang einen ganz ähnlichen Temperaturkoeffizienten, wie für einen Diffusionsprozess; es beweist dies, daß der Vorgang der H_2O_2 -Katalyse am Platinblech nur durch die Diffusion geleitet wird und daß die chemische Reaktion praktisch unendlich schnell verläuft.

Es wäre möglich, für einen so niedrigen Wert für x folgenden Grund anzunehmen. Die platierte Platinoberfläche ist nicht glatt; unter dem Mikroskop erscheint sie wie mit kleinen Hügeln bedeckt. Um zu der Oberfläche des Platins zu gelangen, muß das gelöste Wasserstoffsperoxyd außer der oben schon erwähnten Schicht, mit der sich die feste Phase umgibt, noch die Höhlungen durchwandern. Mit der Vergrößerung der Rührgeschwindigkeit vermindert sich die Dicke der Schicht, aber nicht die der Höhlungen. Die Diffusionsstrecke vermindert sich somit nicht so schnell im Vergleich mit der Erhöhung der Rührintensität und deshalb muß x einen echten Bruch darstellen. Je tiefer die Höhlungen sind, desto niedriger soll der Wert für x sein.

Die Auflösung des Zinks in Salzsäure. Das granuliertes Zink (von Kahlbaum) wurde im Tiegel geschmolzen, die Masse auf eine steinerne Platte gegossen und mit Messer gepreßt. Dann rei-

nigte ich die Flächen, bestrich eine von ihnen mit Paraffin und verfuhr im übrigen wie bei den Versuchen mit Marmor. Alle Verbindungsstellen des Apparates dichtete ich mit Quecksilber. Um die Wasserstoffentwicklung an der Zinkplatte zu erleichtern, setzte ich einen Tropfen Platinchloridlösung der Reaktionsflüssigkeit zu. Die Entfernung der Zinkplatte vom Rührer betrug 0.3 mm. Zu dem folgenden Versuche (Tabelle 6) war die Platte durch Vorversuche schon etwas angeätzt.

Tabelle 6.

Flüssigkeitsvolumen 80 cm³. Zinkplatte 3.2 × 21 × 0.2 cm.

<i>t</i>	<i>n</i>	<i>w</i>	0.4343 <i>k</i>	
0	213	4.80		
3	217	6.75	0.0070	
6	217	8.56	0.0068	
9	213	10.28	0.0068	
12	215	11.85	0.0065	
	215		0.0068	<i>x</i> = 0.26
.....				
12	330	11.85		
15	310	13.53	0.0073	
18	310	15.17	0.0075	
21	303	16.70	0.0079	
24	307	18.14	0.0073	
	312		0.0075	<i>x</i> = 0.35
.....				
24	156	18.14		
28	156	19.67	0.0061	
32	160	21.06	0.0059	
36	158	22.34	0.0057	
40	—	23.61	0.0060	
	158		0.0059	<i>x</i> = 0.28
.....				
40	548	23.61		
44	500	25.20	0.0080	
48	533	26.75	0.0084	
52	533	28.20	0.0085	
57	530	29.83	0.0084	
	529		0.0083	<i>x</i> = 0.23

t	n	w	$0.4343 k$
57	222	29.83	
62	222	31.10	0.0071
67	222	32.19	0.0066
72	226	33.20	0.0066
	223		0.0068

$$W = 46.00 \text{ cm}^3.$$

Der folgende Versuch mit derselben Zinkplatte ergab $x = 0.25$ und 0.29 , durchschnittlich $x = 0.28$. Ein so kleiner Wert für x ist geradezu erstaunlich. Die Zinkplatte war aber auf der ganzen Oberfläche sehr rau und erschien unter dem Mikroskop wie die Reliefkarte eines Gebirges. Die Vertiefungen waren größer als auf der plattinierten Platinoberfläche. Dies bestätigt nur die oben aufgestellte Erklärung, warum die Werte für x niedriger ausfallen als 1. Es läßt sich eine interessante Rechnung durchführen, wenn man die Reaktionsgeschwindigkeiten der Auflösung von Marmor und von Zink miteinander vergleicht. Die wirksame Oberfläche des Marmors in der Tabelle 1 hat 7 cm^2 ; die Reaktionskonstante ist $0.4343 k = 0.0170$ bei $n = 200$ Touren pro Minute; da k zur Oberfläche der festen Phase im einfachen Verhältnis steht, so beträgt dieselbe Konstante in bezug auf 1 cm^2 der reagierenden Fläche siebenmal weniger, also $0.4343 k_0' = 0.00243$. Führen wir dieselbe Rechnung für Zink (Tabelle 6) durch, so erhalten wir für $n = 200$ und in bezug auf 1 cm^2 der reagierenden Fläche $0.4343 k_0'' = 0.00076$. Da in beiden Fällen die Salzsäure als auflösender Körper fungiert, so müssen die Diffusionswege: S -Zink und S -Marmor einander umgekehrt proportional sein wie die entsprechenden Werte von k_0 also:

$$\frac{S\text{-Zink}}{S\text{-Marmor}} = \frac{0.4343 k_0'}{0.4343 k_0''} = \frac{0.00243}{0.00076}$$

Die Verlängerung der Diffusionsstrecke bei Zink ist nur durch die Höhlungen verursacht. Es folgt daraus, daß die Vertiefungen in der Zinkplatte durchschnittlich:

$$\frac{0.00243 - 0.00076}{0.00076} = 2.2$$

mal so tief sind, als die Dicke der an glatter Oberfläche adhä-

rierenden Schicht bei $n = 200$. Daraus können wir leicht x bei Auflösung von Zink berechnen, wenn die Tourenzahl von 215 auf 312, wie in der Tabelle 6, steigt. Da die Dicke der adhärrierenden Schicht der Konstante k und somit auch der Tourenzahl des Rührers proportional ist, während die Höhlungen unverändert bleiben und, wie oben bei $n = 200$ gefunden, 2·2 mal tiefer als δ_0 sind, so kommt man zur Gleichung:

$$\frac{215}{312} \delta_0 + 2 \cdot 2 \delta_0 = \left(\frac{215}{312} \right)^x$$

Daraus berechnet man $x = 0 \cdot 27$, während wir in der Tabelle 6 $x = 0 \cdot 26$ gefunden haben. Es scheint also die Richtigkeit der oben aufgestellten Erklärung bestätigt zu sein.

Löst sich die feste Phase in reinem Wasser auf, so spielen die Vertiefungen keine Rolle mehr, denn sie sind stets mit gesättigter Lösung gefüllt, aus welcher die Substanz in die umgebende Flüssigkeit fort-diffundiert.

Zusammenfassung. Es scheint für glatte, sich auflösende feste Körper, wie Marmor beim Auflösen in Salzsäure, eine ideale Regel zu gelten, nämlich daß die Reaktions-Konstante der Tourenzahl einfach proportional ist. Für nicht glatte Flächen wie platinirtes Platinblech oder angeätzte Zinkplatte vergrößert sich die Reaktionskonstante langsamer als die Tourenzahl, und zwar umso langsamer, je rauher die Oberfläche ist.

Der experimentelle Teil der vorliegenden Arbeit wurde zu Osterferien im II. chemischen Universitäts-Laboratorium zu Freiburg in Schw. ausgeführt. Dem Leiter desselben, Herrn Prof. T. v. Estreicher, möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank für sein gütiges Entgegenkommen aussprechen.

Freiburg in der Schweiz.

Séance du lundi 6 Juillet 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

49. *O alkoholach tolyloetylowych.* — Über die *o*-, *m*- und *p*-Tolyläthylalkohole. Mémoire de M. K. KLING, présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Mittels energischer, elektrolytischer Reduktion der *o*-, *m*- und *p*-Tolyllessigsäuren erhielt der Verfasser die drei isomeren *o*-, *m*- und *p*-Tolyläthylalkohole.

Ortho-Tolyläthylalkohol $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ (1:2) stellt eine bei gewöhnlicher Temperatur farblose, ölige, bei 243—243·5° C (corr.) siedende Flüssigkeit von angenehmem, charakteristischem (an seine Homologe: Benzylalkohol, Phenyläthylalkohol u. dgl. erinnerndem) Geruche dar. Er ist leicht in Alkohol, Äther, Chloroform, Azeoton, Ligroin, Benzol und Toluol löslich, in Wasser dagegen unlöslich.

Das spez. Gewicht beträgt $d_{\frac{20}{4}} = 1\cdot0159$.

Der Brechungsexponent (mittels Abbe's Refraktometer bestimmt) ist $n = 1\cdot5214$ gefunden worden, die berechnete Molekularrefraktion = 69·85 (die theoretische beträgt 70·6).

Meta-Tolyläthylalkohol $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ (1:3). Das Produkt bildet bei gewöhnlicher Temperatur eine farblose, ölige Flüssigkeit, deren Geruch an ihr Ortho-Isomer erinnert. Siedepunkt 242·5—243° C (corr.)

Er ist wie der *o*-Tolyläthylalkohol in den oben genannten Lösungsmitteln löslich, in Wasser dagegen unlöslich.

Das spez. Gewicht beträgt $d_{\frac{20}{4}} = 1\cdot0127$; der Brechungsexponent ist: $n = 1\cdot5231$, die Molekularrefraktion 70·23 (theor. 70·6).

Para-Tolyläthylalkohol $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ (1:4). Ich erhielt denselben mittels elektrolytischer Reduktion noch im vorigen Jahre¹⁾, konnte jedoch wegen unzureichender Menge seine physikalischen Konstanten nicht näher bestimmen.

Er bildet eine ölige, farblose Flüssigkeit, von fast demselben Geruche wie seine oben beschriebenen Isomere. Siedepunkt 244·5—245° C (corr.).

¹⁾ K. Kling. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1907, S. 448.

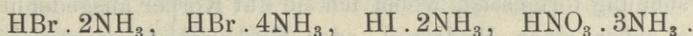
Das Produkt ist in gewöhnlichen Lösungsmitteln (s. o.) löslich, in Wasser unlöslich. Das spez. Gewicht ist $d_{\frac{20}{4}} = 1.0177$. Der Brechungsexponent ist $n = 1.5271$, Molekularrefraktion = 70.49 (theor. 70.6).

Alle drei Isomere wurden analysiert.

Lemberg. Aus dem chem. Universitätslaboratorium
des Herrn Prof. Dr. Br. Radziszewski.

50. *O solach anormalnych. — Über anormale Salze.* Mémoire de M. A. KORCZYŃSKI, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Salze, in welchen ein Molekül Säure mit einem ionisierbaren Wasserstoffatom zwei oder mehr Moleküle Ammoniak oder eines Amins bindet, führen den Namen anormaler Salze. Werner¹⁾ verdanken wir die Zusammenstellung aller bisher bekannten Verbindungen von diesem Typus; die Mehrzahl derselben bilden Salze der Amine, Amide und Imide mit Halogenwasserstoffen, wie auch Verbindungen dieser Körper mit Metallechloriden. Darunter finden sich nur folgende anormale Ammoniaksalze²⁾:



Diese Zusammenstellung ist noch dahin zu ergänzen, daß eine Verbindung der para-Nitrobenzoësäure mit zwei Molekülen Ammoniak erhalten wurde³⁾.

Mit einer Systematik von Ammoniak-Additionsprodukten, den sogenannten Ammoniakaten, hat sich bereits Kuriloff⁴⁾ befaßt.

Die Wernersche⁵⁾ Theorie der Nebervalenzen, heutzutage die einzig maßgebende für die Erklärung des Gebietes der Kom-

¹⁾ Ber. d. deut. chem. Ges. 36, 148 (1903).

²⁾ Compt. rend. 88, 578 (1879); 92, 716 (1881).

Rec. trav. chim. 4, 361 (1885).

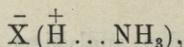
Zeitsch. f. ph. Chem. 25, 108 (1898).

³⁾ Zeitsch. f. ph. Chem. 48, 298 (1904).

⁴⁾ Chem. Zentralbl. 1905 II 371, 1906 I 1312.

⁵⁾ Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, Braunschweig.

plexsalze, wirft auch ein Licht auf das Wesen der anormalen Salze. Ein Ammoniumsalz wird von Werner bekanntlich auf folgende Weise gedeutet:



wodurch die spezielle Funktion des durch Nebenvalenz mit Ammoniak gebundenen Wasserstoffatoms zum Ausdruck kommen soll.

Die Analogie der Struktur solcher Ammoniak-„Wasserstoffsalze“ und der Ammoniak-Metallsalze offenbart sich in der beiden Verbindungstypen gemeinsamen Fähigkeit, mehrere Ammoniakmoleküle zu binden. Die ersteren bilden die sogenannten anormalen Salze

wie z. B. $BrH \begin{array}{l} \dots NH_3 \\ \dots NH_3 \end{array}$, die letzteren dagegen Komplexsalze wie z. B.

$X_2Pt \begin{array}{l} \dots NH_3 \\ \dots NH_3 \end{array}$. In beiden Fällen werden die Ammoniakmoleküle durch

Nebenvalenzen des Metall-, resp. Wasserstoffatoms gebunden.

Während der Studien über Isomerie in der Nitrophenolreihe habe ich bemerkt, daß manche Körper mehr als ein Molekül Ammoniak binden, obwohl sie nur eine saure Gruppe enthalten. Diese Beobachtungen wurden ganz unabhängig von der erwähnten Untersuchung fortgesetzt, wobei ich sie auf Körper ausgedehnt habe, welche außer einer Hydroxyl- oder Karboxylgruppe verschiedene andere „negative“ Atome und Gruppen und zwar Chlor, Brom, Nitrogruppe enthalten.

Die Beobachtungen wurden bei Zimmer- und bei Nulltemperatur und bei Temperaturen bis -19° gemacht. Ich bediente mich des Apparates von H. Ley und G. Wiegner¹⁾; derselbe wurde mit absolutem Ammoniakgase gefüllt und sowohl für den luftverdünnten Raum des mit Substanz gefüllten Kölbchens wie auch für die Kompression des Gases infolge vorgenommener Abkühlung wurden entsprechende Korrekturen bei der Berechnung der absorbierten Ammoniakmenge gemacht.

Alle Substanzen wurden sehr fein pulverisiert, mit reinem, ausgeglühtem Seesand vermischt und peinlichst über Phosphorpentoxyd (ev. im Vakuum) getrocknet; sie waren vollkommen rein.

¹⁾ Zeitschr. f. Elektroch. 11, 590 (1905).

Phenole.

o-Nitrophenol.

0.1044 g Substanz absorbierten ¹⁾ 17.1 cm³ NH₃ (0,760 mm) =
= 0.0129 g NH₃

C₆H₄(NO₂)OH . NH₃ . Berechnet: 10.9% NH₃

Gefunden: 10.9% NH₃

α-Nitro-β-naphthol.

0.0680 g absorbierten 8.1 cm³ NH₃ (0,760 mm) = 0.0061 g NH₃

C₁₀H₆NO₂OH . NH₃ . Berechnet: 8.25% NH₃

Gefunden: 8.23% NH₃

p-Nitrophenol.

0.1027 g absorbierten 24.3 cm³ NH₃ (0,760 mm) = 0.0184 g NH₃

C₆H₄NO₂OH . 1½NH₃ . Berechnet: 15.5% NH₃

Gefunden: 15.1% NH₃

o-Nitro-p-kresol.

0.1055 g absorbierten 16.6 cm³ NH₃ (0,760 mm) = 0.0126 g NH₃

C₇H₆NO₂OH . NH₃ . Berechnet: 10.0% NH₃

Gefunden: 10.6% NH₃

Im Kältegemisch bei zirka -10° wurde ein zweites Molekül Ammoniak absorbiert, welches bei gewöhnlicher Temperatur rasch abgegeben wurde.

0.1055 g absorbierten unter diesen Bedingungen 32.3 cm³ NH₃
(0,760 mm) = 0.0245 g NH₃

C₇H₆NO₂OH . 2NH₃ . Berechnet: 18.2% NH₃

Gefunden: 18.8% NH₃

p-Brom-o-nitrophenol.

0.1001 g absorbierten 21.2 cm³ NH₃ (0,760 mm) = 0.0161 g NH₃

C₆H₃BrNO₂OH . 2NH₃ . Berechnet: 13.4% NH₃

Gefunden: 13.8% NH₃

Dibrom-o-nitrophenol.

Die Substanz absorbierte bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich träge. Nach 12 Stunden erhielt man folgende Resultate:

0.1008 g absorbierten 8.7 cm³ NH₃ (0,760 mm) = 0.0066 g NH₃

C₆H₂Br₂NO₂OH . NH₃ . Berechnet: 7.2% NH₃

Gefunden: 6.1% NH₃

¹⁾ Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf Versuche, die bei Zimmertemperatur ausgeführt wurden. Positive Resultate bei tieferer Temp. werden besonders angegeben.

Bei tieferer Temperatur (-15°) absorbierte sie viel rascher das zweite Molekül Ammoniak.

0·1008 g absorbierten insgesamt $14\cdot7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0112 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_2\text{NO}_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $10\cdot2\%$ NH_3

Gefunden: $10\cdot0\%$ NH_3

(2,6) Dinitrophenol.

0·1030 g absorbierten $24\cdot7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0187 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $15\cdot6\%$ NH_3

Gefunden: $15\cdot36\%$ NH_3

Dinitro-p-kresol (Methyl-1-dinitro-3.5-oxy-4-benzen).

0·0998 g absorbierten $21\cdot8 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0165 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $14\cdot6\%$ NH_3

Gefunden: $14\cdot1\%$ NH_3

Bromnitro-p-kresol (Methyl-1-nitro-3-oxy-4-brom-5-benzen).

0·1006 g absorbierten $19\cdot0 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0144 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_7\text{H}_5\text{BrNO}_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $12\cdot78\%$ NH_3

Gefunden: $12\cdot55\%$ NH_3

p-Bromdinitrophenol (Dinitro-1.3-oxy-2-brom-5-benzen).

0·1020 g absorbierten $17\cdot0 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0129 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $11\cdot45\%$ NH_3

Gefunden: $11\cdot24\%$ NH_3

Pikrinsäure.

0·1055 g absorbierten $21\cdot0 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0159 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $12\cdot9\%$ NH_3

Gefunden: $13\cdot09\%$ NH_3

Tribromphenol.

Um das Zusammenbacken der Substanz infolge der Reaktionswärme zu verhindern und brauchbare Resultate zu bekommen, kühlte ich die Substanz enthaltende Kölbchen in den ersten paar Stunden mit Eiswasser. Die Absorption war nach 20 Stunden beendet.

0·1007 g absorbierten $14\cdot4 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0109 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $9\cdot31\%$ NH_3

Gefunden: $9\cdot76\%$ NH_3

Trichlorphenol.

Es wurde wie bei Tribromphenol verfahren.

0·1007 g absorbierten $22\cdot6 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ},760 \text{ mm}$) = $0\cdot0172 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: $14\cdot6\%$ NH_3

Gefunden: $14\cdot58\%$ NH_3

(2,4) Dinitrophenol (1)

0.1005 g absorbierten 17.9 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0136 g NH₃

$C_6H_3(NO_2)_2OH \cdot 1\frac{1}{2}NH_3$. Berechnet: 12.1% NH₃

Gefunden: 11.9% NH₃

(3,5) Dinitrophenol (1)

0.1003 g absorbierten 18.1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0137 g NH₃

$C_6H_3(NO_2)_2OH \cdot 1\frac{1}{2}NH_3$. Berechnet: 12.1% NH₃

Gefunden: 12.0% NH₃

Kalium- und Natriumsalze obiger Phenole absorbierten unter gleichen Versuchsbedingungen kein Ammoniak, ebenso wie die K- und Na-Salze der Karbonsäuren.

Andere Phenole.

Mercurihydrat-o-Nitrophenol¹⁾ (4) $HO \cdot Hg \cdot C_6H_3 \begin{cases} OH & (1) \\ NO_2 & (2) \end{cases}$

0.0996 g absorbierten 6.7 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0051 g NH₃

$HO \cdot Hg \cdot C_6H_3(NO_2)OH \cdot NH_3$. Berechnet: 4.5% NH₃

Gefunden: 4.8% NH₃

Bei — 10° absorbierte die Substanz insgesamt 12.1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0092 g NH₃

$HO \cdot Hg \cdot C_6H_3(NO_2)_2OH \cdot 2NH_3$. Berechnet: 8.73% NH₃

Gefunden: 8.5% NH₃

Mercurihydrat p-Nitrophenol²⁾ $HO \cdot Hg \cdot C_6H_3 \begin{cases} OH & (1) \\ NO_2 & (4) \end{cases}$

0.0990 g absorbierten 7.1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0054 g NH₃

$HO \cdot Hg \cdot C_6H_3NO_2OH \cdot NH_3$. Berechnet: 4.5% NH₃

Gefunden: 5.1% NH₃

Bei — 10° absorbierte die Substanz insgesamt 12.1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0.0092 g NH₃

$HO \cdot Hg \cdot C_6H_3NO_2OH \cdot 2NH_3$. Berechnet: 8.73% NH₃

Gefunden: 8.5% NH₃

Beide Mercurihydrate geben bei gewöhnlicher Temperatur das zweite Molekül Ammoniak wieder ab; es wird wahrscheinlich durch Nebenvalenzen des Quecksilbers gebunden.

¹⁾ Berichte d. deut. chem. Ges. 39, 1115 (1906).

²⁾ Berichte d. deut. chem. Ges. 39, 1115 (1906).

Karbonsäuren.

Benzoëssäure.

0.0990 g absorbierten $18.5 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.01405 g NH_3

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$. Berechnet: 12.2% NH_3

Gefunden: 12.39% NH_3

Auch unter -20° findet keine weitere Absorption statt.

Zimmtsäure.

0.1013 g absorbierten $15.0 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0114 g NH_3

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}:\text{CH} \cdot \text{COOH} \cdot \text{NH}_3$. Berechnet: 10.3% NH_3

Gefunden: 10.11% NH_3

o-Nitrobenzoëssäure.

0.0715 g absorbierten $8.8 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0067 g NH_3

($22^\circ, 757 \text{ mm}$)

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$. Berechnet: 9.23% NH_3

Gefunden: 8.7% NH_3

m-Nitrobenzoëssäure.

0.1009 g absorbierten $14.0 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0106 g NH_3

($24^\circ, 757 \text{ mm}$)

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$. Berechnet: 9.23% NH_3

Gefunden: 9.5% NH_3

Bei 0° bis -15° absorbierte die Substanz insgesamt $26.7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ = 0.0203 g NH_3

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: 16.9% NH_3

Gefunden: 16.7% NH_3

Bei gewöhnlicher Temperatur behält die Säure beide Ammoniakmoleküle, oder richtiger gesagt, sie gibt eins mit unmeßbar kleiner Geschwindigkeit ab.

p-Nitrobenzoëssäure.

I. 0.0996 g absorbierten $26.3 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0199 g NH_3

II. 0.0745 g absorbierten $20.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0153 g NH_3

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{COOH} \cdot 2\text{NH}_3$. Berechnet: 16.9% NH_3

Gefunden: I. 16.7% NH_3

II. 17.0% NH_3

Merkwürdig ist die Abstufung zwischen ortho-, meta- und para-Nitrobenzoëssäure.

(3,5) Dinitrobenzoëssäure (1).

0.1011 g absorbierten $10.8 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^\circ, 760 \text{ mm}$) = 0.0082 g NH_3

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$. Berechnet: 7.4% NH_3

Gefunden: 7.5% NH_3

(2,4) Dinitrobenzoësäure (1).

0·1003 g absorbierten 19·9 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0150 g NH₃

C₆H₃(NO₂)₂COOH · 2NH₃. Berechnet: 13·82% NH₃

Gefunden: 13·08% NH₃

Die vollständige Absorption geht träge von statten; das Kölbchen mit Substanz wurde anfangs mit Eiswasser gekühlt.

o-Chlorbenzoësäure.

0·1028 g absorbierten 15·1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0115 g NH₃

C₆H₄ClCOOH · NH₃. Berechnet: 9·8% NH₃

Gefunden: 9·98% NH₃

Bei -15° addiert die Säure das zweite Molekül NH₃, welches bei gewöhnlicher Temperatur rasch abgegeben wird.

0·1028 g absorbierten bei -15° 29·1 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0221 g NH₃

C₆H₄ClCOOH · 2NH₃. Berechnet: 17·89% NH₃

Gefunden: 17·69% NH₃

p-Chlorbenzoësäure.

0·0994 g absorbierten 14·7 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0111 g NH₃

C₆H₄ClCOOH · NH₃. Berechnet: 9·8% NH₃

Gefunden: 9·98% NH₃

p-Brombenzoësäure.

0·1020 g absorbierten 11·2 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0085 g NH₃

C₆H₄BrCOOH · NH₃. Berechnet: 7·79% NH₃

Gefunden: 7·69% NH₃

Trinitrobenzoësäure. Bildung von Körpern unbekannter Konstitution.

Bei Beginn der Reaktion rötet sich die Säure und verwandelt sich allmählich in eine braunrote Masse. Die Absorption geht bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich langsam von statten und man erhält keine übereinstimmenden Resultate (7·5%, 8·3% gegen 6·2%, resp. 11·68% der Theorie). Der Versuch wurde daher bei 0° ausgeführt.

0·1010 g absorbierten 33·6 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0255 g NH₃
(Körper fast schwarz)

Trinitrobenzoësäure + 4NH₃ verlangt: 20·91% NH₃

Gefunden: 20·1% NH₃

Bei +25° gab der Körper einen Teil des Ammoniaks ab, und zwar behielt er 16·3 cm³ NH₃ (0°,760 mm) = 0·0124 g = 10·9% NH₃, was zwei Molekülen Ammoniak (11·68%) entsprechen würde.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in diesem Falle sich Verbindungen mit Ammoniak bilden, welche auf Veränderung der Struktur des Trinitrobenzoesäure-Moleküls beruhen und nach dem Typus jener Verbindungen konstituiert sind, welche von Van Leent¹⁾, V. Meyer²⁾, de Bruyn³⁾, Hantzsch u. Kissel⁴⁾ beschrieben worden sind und welche durch Einwirkung von Alkalien und Erdalkalien entstehen. Um die Sache näher zu verfolgen, habe ich Ammoniak auf Trinitrobenzol und sym.-Trinitrotoluol einwirken lassen. Bei der Temperatur von -10° bis -15° verwandelte sich Trinitrobenzol in eine rotbraune, metallglänzende Kristallmasse, wobei 2 Moleküle Ammoniak absorbiert wurden. Trinitrotoluol bildete bei gleichen Versuchsbedingungen prächtige braunrote Kristalle, welche fuchsinähnlichen Glanz haben.

0.0970 g Trinitrotoluol absorbierten $18.7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ ($0^{\circ}, 760 \text{ mm}$) = 0.0141 g NH_3

$\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_2 \cdot (\text{NO}_2)_3 + 2\text{NH}_3$. Berechnet: $13.0\% \text{ NH}_3$

Gefunden: $12.7\% \text{ NH}_3$

Diese Verbindungen unterscheiden sich nicht nur durch ihre Farbe von den oben beschriebenen anormalen Salzen, sondern auch darin, was hauptsächlich in Betracht kommt, daß es mir bis jetzt trotz aller Bemühungen nicht gelang, die ursprünglichen Körper zu regenerieren, während es bei allen als anormale Salze oben beschriebenen Körpern genau wie bei den entsprechenden normalen Salzen leicht und quantitativ gelingt.

Was die Konstitution derartig tiefgefärbter Verbindungen anbelangt, so kennt man eine lange Reihe von verschiedenen „Additionsprodukten“ der Trinitrokörper mit Basen und Aminen⁵⁾ für die man folgende Konstitutionsformeln in Vorschlag bringt⁶⁾:

1) Da nach Bruni und Berti⁷⁾ Nitroderivate, welche ein Wasserstoffatom in ortho-Stellung zur Nitrogruppe enthalten, in

¹⁾ Rec. trav. chim. **15**, 89 (1896).

²⁾ Berichte d. d. chem. Ges. **27**, 3158 (1895).

³⁾ Rec. trav. chim. **14**, 89, 151 (1895).

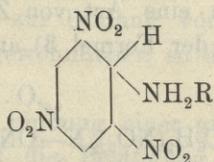
⁴⁾ Berichte d. d. chem. Ges. **32**, 3137 (1900).

⁵⁾ Eine genaue Zusammenstellung befindet sich in der Dissertation von E. Sommerhoff, Zürich 1904, in welcher jedoch kein einziges derartiges Ammoniak-„Additionsprodukt“ zu finden ist.

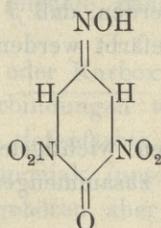
⁶⁾ Vgl. J. Sudborough, J. chem. Soc. **79**, 523 (1901).

⁷⁾ Chem. Zentralb. 1900, I. 1258; II. 532.

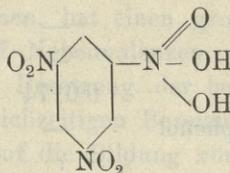
Ameisensäurelösung dissoziiert sind, so ist es möglich, daß Trinitrobenzole sich mit Aminen zu Ammoniumsalzen kombinieren:



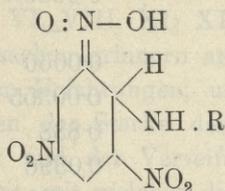
2) Trinitrobenzol reagiert in seiner tautomeren Form und bildet Ammoniumsalze als Dinitroderivat des Chinonoxims:



3) Die Nitrogruppe lagert sich mit Alkali in eine freie Nitronsäure um (Hantzsch und Kissel¹⁾):



4) Die Verbindungen besitzen eine Chinonstruktur im Sinne der von Jackson²⁾ geäußerten Auffassung:



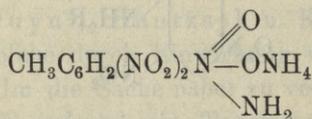
Da Hepp³⁾ durch Behandlung von γ -Trinitrotoluol (bei Trinitrobenzol konnte er außer Ammoniumnitrit keine definierbare Ver-

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Americ. J. 19, 199; 23. 376; 27, 120.

³⁾ Ann. d. Chem. 215, 372 (1882).

bindung erhalten) mit alkoholischem Ammoniak 4-6-Dinitro-3-toluidin und Ammoniumnitrit erhielt und da folglich die von mir erhaltenen Verbindungen eine Art von Zwischenprodukten bilden würden, scheint mir die der Formel 3) analoge Deutung z. B.:



für diesen Fall die geeignetste zu sein.

(Erwähnt möge noch werden, daß β und γ -Trinitrotoluol durch flüssiges Ammoniak blau gefärbt werden).

Die für die Folgerungen wichtigsten Ergebnisse sind in der unten angegebenen Tabelle zusammengestellt:

	Affinitätskonstante ¹⁾ K	Anzahl der gebundenen Ammoniakmoleküle
I. Dibrom-o-nitrophenol	—	2
II. Bromnitro-p-kresol	—	2
III. Dinitro-p-kresol	—	2
IV. 2,6 Dinitrophenol	0.0174	2
V. 2,6 Dinitro-4-bromphenol	—	2
VI. Trinitrophenol	?	2
VII. Tribromphenol	—	2
VIII. Trichlorphenol	100 · 10 ⁻⁷ (bei 25°)	2
IX. 2,4 Dinitrophenol	0.0080	1½
X. 3,5 Dinitrophenol	—	1½
XI. Benzoësäure	0.0060	1
XII. Zimmtsäure	0.00355	1
XIII. o-Nitrobenzoësäure	0.888	1
XIV. p-Nitrobenzoësäure	0.0396	2
XV. m-Nitrobenzoësäure	0.0345	2

¹⁾ Zeitsch. f. ph. Chem. 3, 259, 418 (1889).

Zeitsch. f. ph. Chem. 6, 296 (1890); 14, 111 (1894).

Ber. d. d. chem. Ges. 32, 3006 (1899).

Sitzungsber. d. krak. Ak. d. Wiss. 44, 158.

Journ. d. Chim. phys. 3, 393 (1905).

Auf Grund der oben angeführten Tatsachen darf man wohl folgende Schlüsse ziehen:

1. Viele Säuren sind zur Bildung von anormalen Ammoniaksalzen, wenn nicht bei gewöhnlicher, so doch bei tieferer Temperatur fähig.

2. Die Fähigkeit der Bindung einer größeren Anzahl von Ammoniakmolekülen ist auf die Betätigung der Nebenvalenzen des Wasserstoffs zurückzuführen; die Anwesenheit gewisser Atome wie des Chlors, Broms, sowie der Nitrogruppe, im Molekül der zyklischen Karbonsäuren und Phenole kann die Betätigung von Nebenvalenzen auslösen.

Körper ohne Hydroxyl oder Karboxyl wie Trinitrobenzol, Trinitrotoluol oder solche Verbindungen wie Trinitrobenzoësäure, die an und für sich mit Basen tiefgefärbte Additionsverbindungen liefern, bilden auch mit Ammoniak (unter geeigneten Bedingungen) Additionsprodukte. Diese gehören aber einer anderen Klasse von Verbindungen an als die anormalen Salze, da sie durch tiefer greifende Veränderung der Molekülstruktur zustande kommen.

3. Auch die Stellung, welche die erwähnten aktivierenden Gruppen im Molekül einnehmen, hat einen großen Einfluß auf die Betätigung der Wasserstoff-Nebenvalenzen. Bei Phenolverbindungen scheint die gleichartige Besetzung der beiden ortho-Stellungen — unabhängig von der gleichzeitigen Besetzung der para-Stellung — einen größeren Einfluß auf die Bildung von anormalen Ammoniaksalzen zu haben als die dimeta- und ortho-para-Stellung. (Vgl. III—VIII und IX, X).

4. Die Stärke der Säuren hat keinen Einfluß auf die Bildung obiger Salze. (Vgl. z. B. VI, VIII, XI; XIII, XIV, XV).

Die zwei letzten Tatsachen erinnern an die bekannten, auf anderem Gebiete gemachten Erfahrungen, und zwar an den Mangel an Abhängigkeit zwischen der Stärke der Säuren und der Esterifizierungsgeschwindigkeit und der Verseifungsgeschwindigkeit wie auch an die Schwierigkeit, mit welcher die Esterifizierung der zyklischen, diorthosubstituierten Säuren, die Verseifung der analog konstituierten Nitrile etc. verbunden ist. Dieser Schwierigkeit würde hier die größte Leichtigkeit der anormalen Salzbildung entsprechen.

Beim Sichten der bei Nitrophenolen erhaltenen Resultate folgte ich der Formulierung der Umlagerungstheorie nur aus diesem

Grunde nicht, weil es nicht bekannt ist, mit welcher Nitrogruppe bei Polynitrophenolen der Hydroxylwasserstoff sich umlagert.

51. *Jodowe pochodne strychniny i brucyny. — Jodderivate des Strychnins und Brucins.* Mémoire de MM. **J. BURACZEWSKI** et **T. KOŹNIEWSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Aus den bisherigen Untersuchungen über die Einwirkung des Chlors, resp. des Broms auf Strychnin und Brucin geht hervor, daß sich in diesen Alkaloiden ein, zwei und sogar drei Wasserstoffatome durch Chlor, resp. Brom substituieren lassen. Es sind nämlich bis jetzt Monochlor-¹⁾ und Monobromstrychnin²⁾, Dichlor-³⁾ und Dibromstrychnin⁴⁾ und Trichlorstrychnin⁵⁾ beschrieben worden. Brucin wird sowohl unter der Einwirkung des Chlors, als auch des Broms leicht oxydiert und deswegen kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, daß die in diesbezüglicher Literatur beschriebenen Verbindungen: Mono-, Di- und Tribrombrucin und Dichlorbrucin einheitliche chemische Individuen sind.

Jodderivate der freien Strychninbasen sind bis jetzt nicht erhalten, resp. nicht beschrieben worden. Bei den Strychnin-(Brucin-)Salzen⁶⁾ findet man auch die sogenannten Perjodide: $C_{21}H_{22}N_2O_2HJ \cdot J_2$ und $C_{23}H_{26}N_2O_4HJ \cdot J_2$, die unter der Einwirkung von Jod auf die jodwasserstoffsauren Salze des Strychnins (Brucins) entstehen. Diese Körper beschreibt schon Bouchardat, genauer aber Jörgen-

¹⁾ Laurent: Ann. Chem. Pharm. 69, 1849.

Richet u. Bouchardat: C. R. 91, 990, 1880. Jahresber. Chem. 996, 1880.

²⁾ Shenstone: Journ. Chem. Soc. 47, 140, 1885. Ber. d. chem. Ges. (Ref.) 18, 193, 1885.

Beckurts: Ber. d. chem. Ges. 18, 1236, 1885.

Loebisch u. Schoop: Mon. f. Chemie 6, 885, 1885.

³⁾ Richet u. Bouchardat: a. a. O.

⁴⁾ Beckurts: a. a. O.

⁵⁾ Richet u. Bouchardat: a. a. O.

Stöhr: Journ. prakt. Chem. [2] 42, 412, 1890. Ber. der deut. chem. Ges. 20, 814, 1887.

⁶⁾ Brühl, Hjelt u. Aschan: Die Pflanzenalkaloide.

Roscoe-Schorlemmer: Lehrbuch der Chemie, VIII. B., S. 257.

Beilstein: III. B., III. Aufl., S. 936, 945.

sen¹⁾. Sie werden von dem letzteren zusammen mit den Perjodiden anderer Alkaloide, wie Morphin, Narkotin etc., die nach derselben Methode erhalten werden, als Verbindungen beschrieben, in denen zwei J-Atome nur lose mit dem jodwasserstoffsauren Salz des Strychnins (Brucins, etc.) gebunden sind, ohne das Molekül dieser Alkaloide stärker anzugreifen. Die vom kristallographischen und optischen Standpunkte höchst interessanten Untersuchungen Jörgensens lassen die chemische Struktur dieser Perjodide fast ganz unberücksichtigt. Die betreffenden Analysen sind auch noch nicht als abgeschlossen zu betrachten.

Jodierung der freien Strychninbasen.

Die von uns angewandte Methode besteht in der Einwirkung einer ziemlich konzentrierten CS_2 -Jodlösung auf eine heiße alkoholische Lösung einer dieser Basen.

Bei dieser Einwirkung entstehen sofort einheitliche kristallinische Körper, die in einem Molekül einer Alkaloidbase je zwei Atome Jod enthalten; die Ausbeute ist dabei nahezu quantitativ. Die Eliminierung des Jods und die Regenerierung der freien Base vollzieht sich rasch und leicht unter Einwirkung einer alkoholischen KOH-, resp. NaOH-Lösung (wäßrige Alkalien wirken nicht ein).

Dijodstrychnin. Das kristallinische Kahlbaum'sche Strychnin wird in kochendem 96-gradigem Alkohol bis zur Sättigung gelöst, rasch filtriert und mit ziemlich konzentrierter CS_2 -Jodlösung unter starkem Umrühren portionsweise versetzt. In dem Maße, wie Jod zugesetzt wird, fallen kleine, aber schwere, scharlachrote Kriställchen nieder.

Diese werden, nachdem genügend Jod zugesetzt ist und der Alkohol vom überschüssigen Jod rotbraun gefärbt wird, noch heiß auf ein gehärtetes Filter gebracht, mit kaltem Alkohol gut gewaschen, ausgepreßt und an der Luft getrocknet. Der Körper kann auch in einem Lufttrockenschrank getrocknet werden, in dem er sogar bei 105°C längere Zeit gehalten, einmal trocken, an Gewicht keinen Verlust erleidet. Gepulvert hat der Körper das Aussehen und die Farbe eines zerriebenen Ziegelsteines. Der Schmelzpunkt,

¹⁾ Journal f. prakt. Chemie [2] 2. S. 434. 1870.

Journal f. prakt. Chemie [2] 3. S. 186, 159, 1871.

bestimmt in verschiedenen Präparaten desselben Körpers, ergibt sich zu 196—197° C.

In Wasser und wäßrigen Alkalien wird der Körper fast gar nicht gelöst, ebenso wenig in gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln, wie Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol etc.

Mit Alkohol andauernd gekocht, färbt er denselben kirschrotviolett; aus dem so gefärbten Alkohol scheiden sich bei längerem Stehen dunkle, harte Kristalle mit violetter Nuance aus, die aber vollständig von den früheren verschieden sind. Ihr Schmelzpunkt beträgt 253°.

Es kann hier also keine Rede von dem eigentlichen Umkristallisieren sein.

Da die mehrfach nach der oben angeführten Methode erhaltenen Präparate immer einen und denselben Schmelzpunkt (196—197° C) besaßen und unter dem Mikroskop sich als ein einheitlicher Körper ohne irgend welche fremde Beimengungen entweder von kristallinischer oder amorpher Natur erwiesen haben, ferner da die verschiedenen Präparate dieses Körpers immer in gleicher Weise auf dieselben Einwirkungen reagierten, wurde deshalb von Versuchen, diesen Körper durch Kristallisation zu reinigen, abgesehen und die Elementaranalyse desselben ohne weiteres ausgeführt.

Die Ergebnisse dieser Analyse sind folgende:

0.2017 g Substanz gaben 0.311 g CO₂ und 0.0811 H₂O
 0.2164 g Substanz gaben 9.2 cm³ N (t=17° C, p=752 m/m)
 0.1772 g Substanz gaben 0.1418 g AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel C ₂₁ H ₂₂ O ₂ N ₂ J ₂	Berechnet nach der Formel C ₂₁ H ₂₀ O ₂ N ₂ J ₂
C — 42.05%	C — 42.85%	C — 43.00%
H — 4.5 "	H — 3.78 "	H — 3.45 "
N — 4.88 "	N — 4.78 "	N — 4.78 "
J — 43.23 "	J — 43.15 "	J — 43.31 "

Aus den angeführten Analysenresultaten geht hervor, daß der untersuchte Körper ein Dijodstrychnin ist.

Zur Zeit wollen wir noch die Frage, ob der untersuchte Körper ein Dijodadditionsprodukt nach der Formel C₂₁H₂₂N₂O₂J₂, oder ein

Substitutionsprodukt nach der Formel $C_{21}H_{20}N_2O_2J_2$ ist, unbeantwortet lassen und das Resultat unserer weiteren Untersuchungen abwarten.

Dijodbrucin. Durch Einwirkung einer CS_2 -Jodlösung auf eine heiße alkoholische Lösung des Brucins wird ein dem vorhergehenden ganz analoges Produkt erhalten. Der in diesem Falle zum Vorschein kommende Körper besteht aus leichten zimtfarbenen seidenglänzenden Kriställchen. Unter dem Mikroskop im durchgehenden Lichte stellen sie sich in Form von gelben Täfelchen vor.

Ihr Schmelzpunkt ist $222.5^\circ C$.

Die chemischen Eigenschaften dieses Körpers, dessen Verhalten in Lösungsmitteln, sind denen des Dijodstrychnins sehr ähnlich. Die Elementaranalyse dieses bei $100^\circ C$ längere Zeit getrockneten Körpers hat folgende Resultate ergeben:

0.1713 g Substanz gaben 0.266 CO_2 und 0.0666 H_2O

Gefunden	Berechnet nach der Formel $C_{23}H_{26}N_2O_4J_2$	Berechnet nach der Formel $C_{23}H_{24}N_2O_4J_2$
C — 42.29%	C — 42.59%	C — 42.72%
H — 4.35 „	H — 4.05 „	H — 3.75 „

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt dieses Körpers stimmt somit ganz gut entweder mit der Formel $C_{23}H_{26}N_2O_4J_2$ oder $C_{23}H_{24}N_2O_4J_2$ überein. Dijodbrucin ist ein stabiler, gegen Einwirkung von Mineralsäuren, wäßrigen Alkalien und längeres Erwärmen bei 100° sehr widerstandsfähiger Körper.

Gepulvert und getrocknet zieht er begierig Feuchtigkeit an und nimmt an Gewicht zu. Es genügt aber ein kurzes Trocknen im Wassertrockenschranke oder längeres in einem Exsikkator über Schwefelsäure, um das frühere Gewicht wieder zu erhalten.

C- und H-Bestimmung in den bisher angeführten Körpern wurde in einer mit CuO gefüllten Röhre ausgeführt; es wurde eine reduzierte Cu -Spirale und eine Ag -Spirale verwendet. Die Substanz wurde in einem Porzellanschiffchen abgewogen, jedoch mit CuO nicht gemischt, damit die Verbrennung besser beobachtet werden könnte. Es wurde sowohl bei Dijodstrychnin als auch bei Dijodbrucin eine langsame Oxydation der Substanz nebst einer ruhigen langsamen Jodausscheidung konstatiert. Gegen Ende der Analyse

muß der hintere Teil der Verbrennungsröhre sehr stark erhitzt und ein starker Sauerstoffstrom hindurchgeführt werden. Im Gegenfalle bekommt man zu wenig Kohlenstoff.

Außer den bisher angeführten Dijodderivaten des Strychnins und Brucins haben wir noch nach der nachstehenden Methode jodreichere Körper erhalten.

Wenn Dijodstrychnin andauernd mit Alkohol gekocht wird, so erleidet es eine teilweise Zersetzung, indem sich Alkohol kirschrotviolett färbt. Nach dem Filtrieren und Erkalten scheiden sich aus diesem Alkohol beim Stehen dunkle, rubinrote, harte Kriställchen aus, die nach dem Waschen mit Alkohol und Äther bei 253—254° schmelzen.

Auf eben dieselbe Weise haben wir aus Dijodbrucin rubinähnliche Kristalle erhalten, die bei 251—252° schmelzen. Bei der Darstellung der genannten Körper wird sehr viel von Dijodstrychnin, resp. Brucin verbraucht.

Die Analyse eines aus Dijodstrychnin erhaltenen Präparates ergab folgende Resultate:

0.1904 g Substanz gaben 0.2420 CO₂ und 0.060 H₂O¹⁾

0.1810 g Substanz gaben 0.1775 AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel C ₂₁ H ₂₃ N ₂ O ₂ J ₃
C — 34.99%	C — 35.19%
H — 3.53 „	H — 3.24 „
J — 52.98 „	J — 53.17 „

Das Ergebnis der Analyse, nämlich die Feststellung der Anwesenheit von 3 Atomen Jod in einem Molekül der Strychninbase hat uns veranlaßt, einen Vergleich des erhaltenen Körpers mit dem entsprechenden Superjodid Jörgensens, der ihm die Formel C₂₁H₂₂N₂O₂HJ · J₂ zuschreibt, anzustellen.

In der Originalarbeit des dänischen Gelehrten, Journ. f. prak. Chemie 2. S. 156, finden wir indessen keine analytischen Daten, ja nicht einmal die Schmelzpunkte seiner Präparate, sondern nur kristallographische Daten.

¹⁾ Die Bestimmung des C und H wurde wie die früheren ausgeführt; die J-Bestimmung nach Carius.

Deshalb haben wir dieses Perjodid nach Jörgensens Vorschrift erhalten, indem wir mit einer Lösung von Jod in Jodkalium auf eine alkoholisch wäßrige Lösung von salzsaurem Strychnin einwirkten.

Dieses Perjodid ergibt nach dem Umkristallisieren aus 96-gradigem Alkohol den Schmelzpunkt 253° , welcher somit identisch ist mit dem Schmelzpunkt unseres aus Dijodstrychnin erhaltenen rubinähnlichen Körpers.

Im weiteren werden wir noch zur Aufklärung des Verhältnisses unserer Trijodderivate zu den Perjodiden Jörgensens zurückkehren. Vor allem aber werden wir unsere Aufmerksamkeit den Dijodderivaten, der Einwirkung einer alkoholischen Lösung des Cyankaliums auf dieselben und der Jodierung des Methylstrychnins zuwenden.

Krakau, den 5. Juli 1908.

52. *Discomycetum species novae tres*. Note de M. **CASIMIR ROUPPERT** présentée par M. Ed. Janczewski m. t.

Sphaerosoma Janczewskianum n. sp.

S. subgloboso-discoideum, solidum, fuscum, sporidiis hyalinis, echinulatis, ascis cylindraceutis.

Fungillus epigaeus, luteo-brunneus, levis, tener, mollis, solidus, subgloboso-discoideus, 2—5 mm latus, cum basi solito latiore, rhizoidiis arenae immixtis instructa. Moles e stratis duobus compositae dissimilibus: inferiore, scilicet basi, tenero, pseudoparenchymatico cellulis confertis, et superiore, sive hymenio. Ascumata hyphis brunneis sive periphysibus 8—10 μ crassis, hymenium cingentibus circumdata, ascis cylindraceutis, apice applanatis, jodo non coeruleo-scentibus, parallelis, octosporis, 220—270 μ longis, 18—20 μ latis, paraphysibus multo longioribus, parte apicali superficiem hymenii formantibus, 300—320 μ longis, 4 μ latis, ad apicem 6—8 μ latis, luteo guttulatis. Sporae sphaericae, vix ellipticae, echinulatae, hyalinae, monostichae, 20—22 μ longae, 18—20 μ latae, echinulis 1—2 μ longis.

Habitat in terra arenosa humida prope fontem inter gramina et muscos ad Raciążek, prope Ciechocinek ad Vistulam (Polonia). Sub

finem Augusti 1907 lectum una cum exemplis fungilli eiusdem generis: *Sphaerosomatis echinulati* Seaver.

Species haec propter sporidia echinulata *Sphaerosomati echinulato* Seaver proxima est; reliquae species generis *Sphaerosoma* Klotzsch sporidia non echinulata habent. A *Sphaerosomate echinulato* Seav. species nostra differt fabrica coloreque ascotum, ascis cylindraceutis (*Sph. echinulati* ascis subclavati sunt), sporidiis minoribus, echinulis brevioribus, paraphysibus brevioribus et tenuioribus, guttulis, paraphysibus. Duae sunt itaque generis *Sphaerosoma* species sporis echinulatis: *Sph. echinulatum* Seaver et *Sph. Janczewskianum* n. Sporidia non echinulata sed verrucosa vel reticulato-echinata habent: *Sphaerosoma ostiolatum* Tul., *Sph. fragile* Hesse, *Sph. fuscescens* Klotzsch; *Sph. fuscescens* ascotata maiora sunt, *Sph. fragilis* maiora et excavata, *Sph. ostiolati* maiora et excavata et ostiolata. Tres sunt species ascotatibus solidis: *Sph. fuscescens*, *Sph. echinulatum*, *Sph. Janczewskianum*; ascotata excavata *Sph. fragile* et *Sph. ostiolatum* habent.

Speciem hanc novam Praeceptoris nostro dedicamus.

Lachnea Chelchowskiana n. sp.

Ascotata sessilia, dispersa vel gregaria, 5—6 mm lata, interdum per paria inter se coniuncta et gemellis similia, superficie hymenii brunneo-lutea, pilis brunneo-luteis, septatis, 240 μ longis, 4—6 μ latis circumdata, ascis cylindraceutis obtusis, octosporis, 130—160 μ longis, 12—14 μ latis, jodo non coerulescentibus, paraphysibus filiformibus, hyalinis, 2—3 μ crassis, sporidiis ellipticis, hyalinis, 16—18 μ longis, 8—12 μ latis.

Habitat in terra argillacea ad Raciążek prope Ciechocinek (Polonia); exeunte Augusto 1907 lecta.

Species haec a *Lachnea cinerella* Rehm, cui proxima est, differt ascotatibus maioribus, ascis minoribus, pilis longioribus sed minus crassis, colore hymenii atque excipuli.

Memoriae mycologi Polonici Stanislai Chelchowskii dedicatur.

Cubonia Niepołomicensis n. sp.

Fungillus argenteo-albus, 0.5—1 mm latus, strato pseudoparenchymatico, ascis cylindraceutis, octosporis, 140—180 μ longis, 24 μ latis, paraphysibus filiformibus longioribus, sporidiis perfecte sphaericis, 12—15 μ diametro aequantibus, hyalinis, dein paululo liliaceis, verrucosis.

In fimo canino, mense Februario 1908 in silva Puszcza Niepolomska dicta prope Cracoviam lecto, speciem hanc una cum *Rhyparobio albido* Boud. et *Theleboto stercoreo* Tode educavi in Laboratorio botanico Universitatis Jagellonicae.

Cuboniae tres ad hoc tempus descriptae his rebus differunt a specie nostra: *Cubonia brachyasca* (March.) Sacc., quae etiam in fimo canino habitat, ascomata pilosa, minora, ascos 40—45 μ longos, 19—21.5 μ latos, sporidia 8.8—9.2 μ diametro aequantia habet; *Cuboniae Boudieri* (Remy) Sacc., quae ut insequens finum cuniculorum incolit, asci late cylindraceo-clavati sunt, *Cubonia dentata* Boud. margine ascomatum dentato insignis est.

Professori nostro Dri Eduardo Janczewski et Dri Rehm, qui in speciebus his determinandis et describendis auxilio nobis fuerunt, gratias maximas agimus.

53. *Nowe ułatwienie w badaniach mikroskopowych i mikrografii stereoskopowej (stolik wahający się). — Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance)*. Note de M. F. KAMIENSKI m. t.

On sait que, pour obtenir une image stéréoscopique vraie, une condition est indispensable: c'est la combinaison de deux photographies stéréoscopiques prises de deux côtés du même objet vu sous un certain angle. De pareilles photographies s'obtiennent de deux manières: il faut ou bien construire un microscope à deux tubes, ce qui permet d'obtenir à la fois deux photographies stéréoscopiques, ou il faut appliquer le microscope à un tube qui photographie l'objet donné deux fois de suite de deux côtés.

Il est plus simple d'adapter aux microphotographies stéréoscopiques le microscope à un tube, laissant le tube toujours à la même position, mais inclinant à droite et à gauche l'objet observé sur une platine d'une construction appropriée. La construction de la platine-balance dont on se servait jusqu'à présent est très compliquée et présente beaucoup de difficultés. Ces difficultés se laissent écarter très facilement. Ils ne faut que perfectionner la construction de la platine-balance. Comme j'ai beaucoup réfléchi sur la réalisation d'une vraie microphotographie stéréoscopique, indépendamment des ex-

périences et des essais fait par d'autres, j'eus l'idée de construire une platine-balance qui me donna de brillants résultats même avec de forts grossissements. La platine-balance donnerait cependant de meilleurs résultats si elle était fixée directement au statif et j'espère qu'à l'avenir on construira des statifs spéciaux pour les microscopes à platine-balance. La platine-balance fixée à un statif a cet avantage sur les platines connues jusqu'à présent qu'elle n'exige pas de corrections, souvent difficiles, toujours absorbantes. Car si les parties du microscope sont toujours posées avec exactitude afin que l'axe optique du tube se croise avec l'axe horizontal autour duquel oscille la platine-balance et qui passe par le centre de l'objet observé, d'autres corrections sont superflues. L'emploi constant du porte-objet d'une épaisseur fixe, d'un millimètre par exemple, écarte toutes les corrections concernant son épaisseur. Enfin, l'emploi d'une vis micrométrique conforme aux balancements de la platine supprime tous les tremblements et les irrégularités des balancements des platines de constructions différentes.

La forme la plus commode de la platine-balance est ronde, tournant autour de l'axe optique du microscope. Une platine pareille permet de tourner la préparation observée, sans la déplacer sur la platine, si l'objet se trouve dans le centre du champ du microscope. Cette platine vue d'en haut est représentée sur la fig. 1. Elle se compose d'un anneau, *DD*, dans lequel se trouve un disque rond *BB*, avec une ouverture *F* ronde découpée au milieu pour laisser passer les rayons de lumière. Dans cette ouverture on peut fixer un verre avec une lentille hémisphérique *L* collée au centre du verre en dessous. C'est cette lentille qui supprime l'aberration. Le disque s'appuie sur l'axe qui passe par le centre du champ du microscope et est fixé par ses deux bouts à deux petits manchons *CC* sur l'anneau extérieur *DD*. Le disque oscille à droite et à gauche sur son axe qui se continue à travers le centre de la vis micrométrique du microscope *G*. Ses déflexions s'opèrent à l'aide de la vis micrométrique tangente *E*, placée dans l'anneau extérieur de la platine. Cette vis tourne à l'aide du bouton qui porte des divisions égales. Lorsqu'on tourne le bouton d'un côté ou de l'autre, le plan du disque s'incline à droite ou à gauche jusqu'à un certain angle avec l'horizon. On peut indiquer l'angle d'inclinaison à l'aide des divisions du bouton. Celles-ci sont calculées de manière qu'un pas de vis corresponde à trois degrés d'inclinaison.

La fig. 2, qui représente la platine-balance dans sa coupe transversale à la ligne DD de la fig. 1, indique comment se font les balancements. On y peut aussi observer que l'anneau DD est bien plus

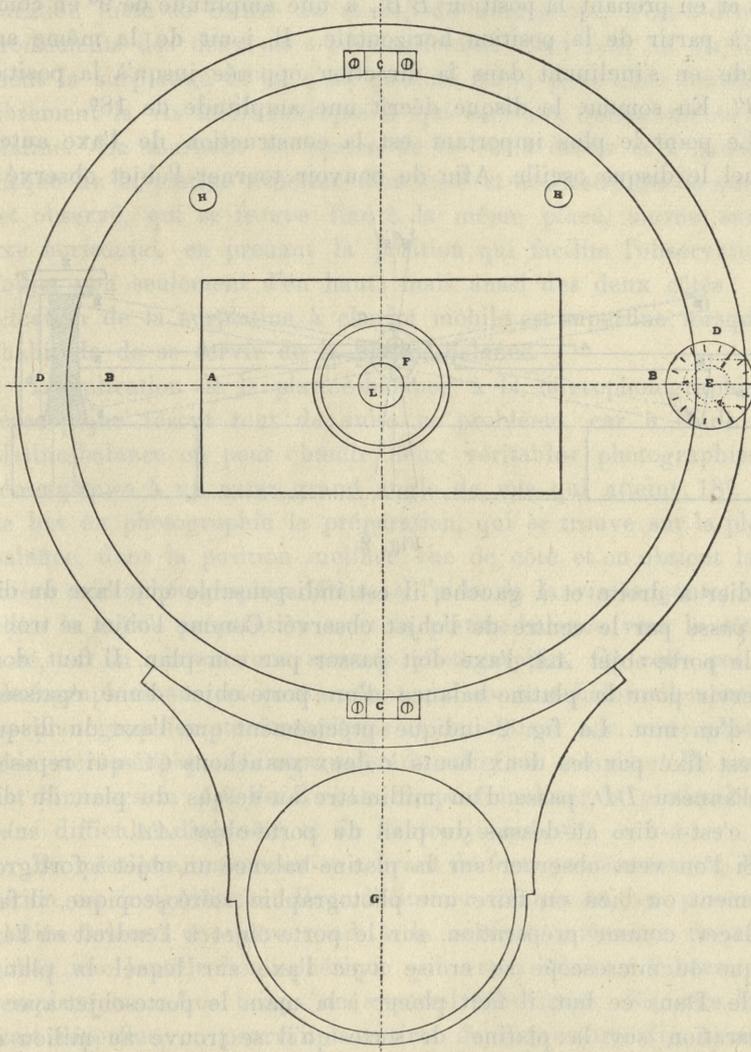


Fig. 1.

épais que le disque BB , dont l'épaisseur n'est que de 2 mm. Cette épaisseur insignifiante, mais cependant tout à fait suffisante pour la platine du microscope, est due à cette circonstance qu'il est in-

dispensable de laisser un espace libre aux balancements du disque qui n'auraient pu avoir lieu si l'anneau et le disque étaient de la même épaisseur. Comme la figure l'indique, le disque, en s'inclinant et en prenant la position $B'B'$, a une amplitude de 9° en comptant à partir de la position horizontale. Il jouit de la même amplitude en s'inclinant dans la direction opposée jusqu'à la position $B''B''$. En somme, le disque décrit une amplitude de 18° .

Le point le plus important est la construction de l'axe autour duquel le disque oscille. Afin de pouvoir tourner l'objet observé et

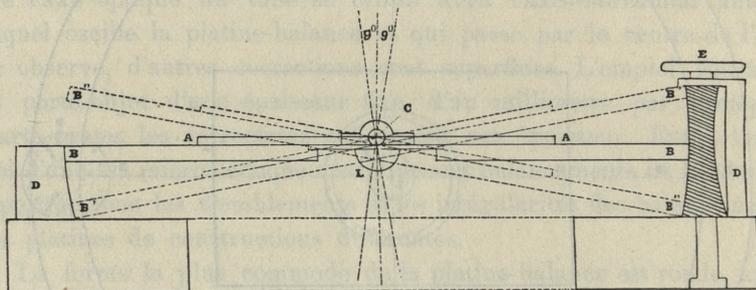


Fig. 2.

l'étudier à droite et à gauche, il est indispensable que l'axe du disque passe par le centre de l'objet observé. Comme l'objet se trouve sur le porte-objet AA , l'axe doit passer par son plan. Il faut donc se servir pour la platine-balance d'un porte-objet d'une épaisseur fixe d'un mm. La fig. 2 indique précisément que l'axe du disque, qui est fixé par les deux bouts à deux manchons CC qui reposent sur l'anneau DD , passe d'un millimètre au-dessus du plan du disque, c'est-à-dire au-dessus du plan du porte-objet AA .

Si l'on veut observer sur la platine-balance un objet à fort grossissement ou bien en faire une photographie stéréoscopique, il faut le placer, comme préparation, sur le porte-objet à l'endroit où l'axe optique du microscope se croise avec l'axe sur lequel la platine oscille. Dans ce but, il faut placer à la main le porte-objet avec la préparation sur la platine, de sorte qu'il se trouve au milieu du champ visuel. Ceci se fait à un faible grossissement. Ensuite, à l'aide de deux valets qui se trouvent dans les ouvertures HH , il faut fixer le porte-objet à la platine. Les valets ne doivent pas presser le porte-objet contre la platine, afin qu'on puisse le déplacer facilement sur celle-ci. Puis on pose la surplatine à chariot mobile et on la fixe

à la colonne du microscope afin qu'elle embrasse le porte-objet sans le bouger. On change le grossissement, p. ex. on prend un objectif à immersion, et à l'aide de deux verniers on fixe la préparation juste au centre du champ du microscope, c'est-à-dire aux croisements des deux axes surmentionnés. Cela fait, on ôte doucement la surplatine et ce n'est qu'alors qu'on peut faire fonctionner librement la vis micrométrique *E* qui sert aux balancements de la platine. En tournant le bouton de la vis à droite et à gauche, le disque de la platine s'incline d'un côté et de l'autre tandis que l'objet observé, qui se trouve fixé à la même place, tourne sur son axe horizontal, en prenant la position qui facilite l'observation de l'objet non seulement d'en haut, mais aussi des deux côtés. L'application de la surplatine à chariot mobile est superflue lorsqu'on a l'habitude de se servir de la platine-balance.

L'application de la platine-balance à la microphotographie stéréoscopique résout tout de suite ce problème, car à l'aide de la platine-balance on peut obtenir deux véritables photographies stéréoscopiques à un assez grand angle de vue qui atteint 18° . Dans ce but on photographie la préparation, qui se trouve sur la platine-balance, dans la position inclinée vue de côté et on obtient la première microphotographie. Puis, à l'aide de la vis tangente, on incline la même préparation avec la platine-balance vers le côté opposé, et on obtient une seconde photographie. On colle ces deux photographies sur un carton dont on se sert habituellement pour les photographies stéréoscopiques et on obtient une vraie photographie stéréoscopique. L'impression du relief est complète. En employant l'immersion $\frac{1}{12}''$ de Zeiss on peut incliner la platine-balance sans difficulté d'un côté et de l'autre jusqu'à 6° .

En pratique, même en se servant de forts grossissements, l'aberration est insignifiante. Pour l'éliminer totalement, on pose sur la platine-balance un verre rond à la surface inférieure duquel est collée une lentille hémisphérique qui sert à éliminer l'aberration et remplace en même temps un appareil d'éclairage. Si cette lentille était superflue, on pourrait la retirer de l'ouverture (fig. 1) avec le verre. Cette lentille hémisphérique est désignée par la lettre *L* sur les deux figures.

La maison C. Reichert à Vienne fabrique actuellement des statifs à platine-balance.

54. *Wpływ warunków zewnętrznych na sposób owocowania u Zygorhynchus Moelleri Vuill. — Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill.* Mémoire de M. PIERRE WIŚNIEWSKI, présenté par M. M. Raciborski m. c.

Im Juli 1907 wurde von Prof. Dr. M. Raciborski in Dublany bei Lemberg aus der Gartenerde ein Mucor mit reichlicher Bildung von Zygosporen isoliert, die wahrscheinlich wie bei Mucor heterogamus Vuill. (9), Absidia robusta Rac. (6 a), Dicranophora Schröter (8) durch Verbindung zweier ungleicher Gameten entstehen. Auf Grund der Größenverhältnisse der Zygosporen, der Größe und der Sporen, sowie der Größe der größeren Gameten unmittelbar vor dem Stadium der Verbindung beider Gameten wurde der Mucor von mir als identisch mit Zygorhynchus Moelleri Vuill. erkannt, der in Deutschland in Eberswalde 1903 aus einem Kieferwurzelpilz von A. Möller (5) isoliert und von P. Vuillemin (9) unter obigem Namen beschrieben wurde. Nach Blakeslee (1) ist der Mucor bereits 1884 auf Brot im Laboratorium zu Harvard gefunden, später noch öfters in amerikanischen Laboratorien aus dem Boden isoliert worden. Wie O. Hagem (3) mitteilt, wurde er ebenfalls in Norwegen im Boden gefunden.

Bei Zyg. Moelleri wachsen ebenso wie bei Mucor heterogamus Vuill. beide Kopulationsausläufer meist aus derselben Hyphe heraus. Es kommt indes, wie bereits Blakeslee konstatiert hat, vor, besonders auf Nährmitteln, die an organischen Nährstoffen reich sind und auf denen der Mucor dicht wächst, daß beide Kopulationsausläufer aus besonderen Ausläufern desselben Myceliums entstehen. Da die Zygosporen bei anderen Mucorineen verhältnismäßig selten, bei Zygorhynchus Moelleri beinahe auf jedem Nährmittel reichlich entstehen und sich ziemlich schnell entwickeln¹⁾, bietet der Mucor ein bequemes Mittel zum Studium der Bedingungen, in denen die Fruchtformen, Sporangien und Zygosporen entstehen. Auf Veran-

¹⁾ Auf 2% Agar + 0.25% MgSO₄ und 0.25% KH₂PO₄ bei Temp. von 22—24° C im grauen Lichte vergehen vom Stadium der Verbindung der Kopulationsausläufer bis zur Bildung der Zygosporen normaler Größe 7—9 Stunden.

lassung Prof. Dr. M. Raciborski's habe ich versucht, jene Bedingungen festzustellen.

Den Einfluß der äußeren Faktoren auf die Art der Fruchtung bei *Zygorhynchus Moelleri* hat Blakeslee (1) studiert, der diese Gattung im Verlaufe von mehreren Jahren auf verschiedenen Substraten wachsen ließ, unter anderen auf reinem Agar und Schwammauszug; er studierte ferner den Einfluß der Transpiration, indem er den *Mucor* in sehr trockener (in einem geschlossenen und mit CaCl_2 versehenen Gefäße), sowie in sehr feuchter Luft (indem er die Kulturen mit feuchten Löschpapierblättern bedeckte) züchtete. Die Temperatur betrug dabei bis 29°C . Er erhielt indes stets Sporangien und Zygosporen.

Eine kurze Bemerkung über die Bedingungen der Fruchtweise bei *Zygorhynchus Moelleri* macht auch O. Hagem (3), daß diese Gattung beinahe auf jedem Substrat und bei jeder Temperatur große Mengen von Zygosporen bildet. In sehr alten Kulturen indes, in denen das Substrat verbraucht war, bildeten sich einzelne schnell umsinkende Sporangiothoren.

Ich studierte den Einfluß folgender Faktoren auf die Fruchtweise:

- A. Einfluß des Substrats,
- B. Einfluß der Temperatur,
- C. Einfluß der Konzentration,
- D. Einfluß des Lichts,
- E. Einfluß der Transpiration.

Außerdem studierte ich noch die Fruchtformen auf Substraten, die das Bewegungswachstum hemmen, ferner auf mit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ versetzten und auf gewöhnlichen Substraten an den Berührungsstellen zwischen zwei oder mehreren Kolonien.

A. Einfluß des Substrats.

Zygorhynchus Moelleri ist ein typisch oligotropher *Mucor*. Blakeslee hat gefunden, daß er auf Agar ohne Zusatz und auf Schwammauszug wächst und Früchte bildet. Ich habe ihn sogar in einmal destilliertem Wasser in ringförmigen feuchten Kammern gezüchtet. Neben armen Substraten verwendete ich auch solche, die an Nährstoffen, nämlich an verschiedenen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen reicher waren. Auf letzteren erhielt ich jedoch stets beide Fruchtformen, Sporangien und Zygosporen.

Einfluß verschiedener Kohlenstoffverbindungen.

24 Erlenmeyersche Kolben, die zirka 5·5 cm breit und 11 cm hoch waren, füllte ich mit je 50 cm Nährlösung. Bis auf die Kohlenstoffverbindungen waren alle anderen Bestandteile der Nährlösung in allen Kulturen in gleicher Zusammensetzung und Menge enthalten. Die Versuche wurden bei zerstreutem Tageslicht und bei einer Temperatur von 17—20° C ausgeführt. Da es unbekannt ist, in welcher Form der Mucor den Stickstoff aufnimmt, habe ich diesen Nährstoff in Gestalt von KNO_3 und NH_4Cl dem Substrat zugesetzt. Die Kulturen impfte ich mit Agarstücken, die aus auf Agar ohne Zusatz wachsenden Kulturen herausgeschnitten wurden.

TABELLE I.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung der Nährlösung	Ergebnisse
1	1, 2, 3, 4, 5	2% Rohrzucker, 0·7% KNO_3 , 0·3% NH_4Cl , 0·25% MgSO_4 , 0·25% KH_2PO_4	Sporangien u. Zygosporen
2	6, 7, 8, 9, 10	2% Traubenzucker u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
3	11, 12, 13, 14, 15	Kartoffelstärke u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
4	16, 17, 18, 19, 20	2% Mannit u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
5	21, 22, 23, 24, 25	2% Pepton u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen

Einfluß der Stickstoffverbindungen.

In Kolben von gleichem Umfang wie vorher gebe ich je 50 cm Nährlösung. Abgesehen von Stickstoffverbindungen, wie NH_4Cl , NaNO_2 , NaNO_3 , von denen ich überall äquivalente Mengen von N, nämlich zirka 0·2 g auf 100 cm Substanz gebe, ist die Zusammensetzung des Substrats überall die gleiche. Die Temperatur beträgt 17—20° C. Die Impfung geschieht in ähnlicher Weise wie in den Versuchen 1—5.

TABELLE II.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung der Nährlösung	Ergebnisse
6	1, 2, 3	0.99% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2% Rohrzucker, 0.05% MgSO_4 , 0.05% KCl , 0.05% KH_2PO_4	wächst üppig, Sporangien u. Zygosporen
7	4, 5, 6	1.035% NaNO_2 u wie oben	wächst spärlich, Sporangien u. Zygosporen
8	7, 8, 9	1.275% NaNO_3 u. wie oben	sehr wenig entwickelte Kultur, wächst nicht über die Oberfläche der Flüssigkeit hinaus

Außer obengenannten Nährlösungen wurde der *Mucor* noch auf folgenden gezüchtet:

1) Auf flüssigen Substraten von folgender Zusammensetzung: 1% Glukose, 1% Pepton, je 0.05% MgSO_4 , KCl , KH_2PO_4 und außerdem 1% Kartoffelstärke, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl , KH_2PO_4 , ferner auf Agarsubstrat. Letzteres bestand 1) aus 1.8% Agar, 1% Glukose, 1% Pepton, je 0.05% KCl , MgSO_4 , KH_2PO_4 ; 2) aus 1% Rohrzucker, 1% Pepton etc.; 3) aus 1% Glukose, 1.8% Agar etc.; 4) aus 1% Mannit etc.; 5) aus 1% Glyzerin etc. (die 3 letzteren ohne Zugabe von N).

Den günstigsten Nährboden bilden Substanzen mit Kohlenstoffverbindungen in Form von Stärke, auch von Glukose und Rohrzucker; schlechter wächst der Pilz auf Mannit, am schwächsten auf Glyzerin. Von Stickstoffquellen erwies sich als die beste Pepton. Indes wuchs der *Mucor* auf dem Substrat, das Pepton als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle enthielt, schlechter als auf einem Substrat, dem außer Pepton Trauben- oder Fruchtzucker zugesetzt war. Allem Anschein nach ist für ihn das Substrat mit reinem Pepton wegen der alkalischen Reaktion weniger günstig. Durch Zusatz von Kohlenwasserstoffen aber (Glukose, Rohrzucker) ist dem *Mucor* die Oxydation zu den entsprechenden Säuren, also eine Neutralisation des alkalischen Substrats ermöglicht. Gezüchtet wurde der *Mucor* auch auf natürlichem Substrat, auf sterilisierten Kartoffelstücken (Stärke), Wurzeln von Mohrrüben (Rohrzucker) und auf Schwarzwurzel (Inulin), aber auch hier bildete er überall Sporangien und Zygosporen.

Von allen Substraten, die von mir versucht wurden, erhielt ich nur in einem so armen, wie es destilliertes Wasser bildet, in dem nur ganz spurenhafte Nährmittel vorhanden sein konnten ein Substrat, das nur Sporangien lieferte. Bei allen anderen, einschließlich Agar + Mineralsalze (KH_2PO_4 , MgSO_4 und KCl), traten beide Fruchtformen auf. Nahrungsmangel begünstigt also sichtlich die Bildung der Sporangien. Zwar entstehen auf Agar ohne Zusatz Sporangien und Zygosporien, aber aus der Tatsache, daß auf diesem Substrat der Mucor beide Fruchtformen bildet, kann man noch nicht schließen, daß der Nahrungsmangel nicht auf die oder jene Fruchtform Einfluß hat. Der Mucor paßt sich nämlich der Nahrungsmenge durch mehr oder minder dichtes Wachstum an. Auf nahrungsarmem Substrat wächst der Mucor spärlicher, so daß er auf diese Weise einem größeren Raum seine Nahrung entnimmt. Es kann also in diesem Falle den Organen der Fruchtung eine ebenso große Menge Nahrung zugeführt werden, wie in einem nahrungsreichen Substrat, auf dem der Mucor dicht wächst. Bei Zygorhynchus hat dieser Umstand eine um so größere Bedeutung, als dieser Mucor als besonders oligotroph eine stark ausgeprägte Fähigkeit besitzt, selbst minimale Nahrungsmengen auszunützen.

Um zu prüfen, wie Nahrungsmangel auf einzelne Hyphen wirkt, muß man den Mucor zwingen, möglichst dicht auf armem Substrat zu wachsen. Dann können die einzelnen Hyphen nur die in ihrer Nähe befindlichen geringen Nahrungsmengen ausnützen.

Zu dem Zwecke stellte ich folgenden Versuch an. In eine Petrischale gab ich 15 ccm Substrat von der Zusammensetzung 2% Agar und je 0,25% MgSO_4 und KH_2PO_4 und säte darauf große Mengen von Sporen sehr dicht aus. Bei Zimmertemperatur konnte man schon nach zwei, spätestens drei Tagen große Mengen von Sporangien von verschiedener Größe wahrnehmen. Die Mehrzahl derselben war klein und sie hatten nach meinen Messungen 10 bis 70 μ im Durchmesser, wobei die Größe der Sporen ungefähr gleich blieb; daraus folgt, daß die Anzahl derselben in diesen Sporangien sehr ungleich ist. Neben Sporangien traten an Stellen dichter Aussaat auch Zygosporien auf, doch ist ihre Anzahl verhältnismäßig gering. Man kann also annehmen, daß an diesen Stellen die einzelnen Hyphen Nahrung in größerer Menge zugeführt bekommen können, daß die Sporen hier nicht so dicht ausgesät wor-

den sind, oder auch, daß das Substrat hier an Nährmitteln reicher war als an anderen Stellen. Auf einem Substrat, das 1% Glukose und 1% Pepton enthält, erhalten wir nach dichter Aussaat von Sporen beinahe nur Zygosporen. Hier mag die Beschreibung eines Beispiels folgen, das ich zur Prüfung der Tatsachen untersucht habe.

In Petrischalen mit 15 cem Substrat säe ich an vier Stellen sehr dicht (so dicht, daß an einigen Stellen die Sporen aneinanderhaften), Sporen aus Sporangien aus, die auf Substrat mit 1% Glukose, 1% Pepton und 4% NaCl aufgewachsen sind. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, erhält man bei 2% Agar, je 0.25% MgSO₄ und KH₂PO₄ an Stellen dichter Aussaat ein entschiedenes Übergewicht von Sporangien.

TABELLE III.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung des Substrats	Lichtart	Fruchtform an Stellen dichter Aussaat
9	1	1% Glukose, 1% Pepton, 1.8% Agar, je 0.05% KCl, MgSO ₄ , KH ₂ PO ₄	Im Dunkeln	Nach 24 St. noch keine Fruchtformen. Nach 48 St. und später beinahe nur Zygosporen. Auf 100 Z. zirka 15 Sporangien
10	2	dtto.	6 m vom Fenster nach Osten entfernt	ebenso; auf 100 Zygosporen 2 Spor.
11	3	2% Agar, je 0.25% MgSO ₄ und KH ₂ PO ₄	Im Dunkeln	Nach 24 St. noch keine Fruchtformen. Nach 48 St. Sporangien. Nach 72 St. und später erscheinen auch Zygosporen, im Verhältnis von etwa 20 Zygosporen auf 100 Sporangien
12	4	dtto	6 m vom Fenster nach Osten entfernt	Nach 24 St. überall Sporangien. Nach 48 St. und 3 darauffolgenden Tagen an 3 Stellen nur Sporangien, an 4 nur wenige Zygosporen (10 Zyg. auf 100 Spor.)

Ich habe eine ganze Reihe von ähnlichen Versuchen durchgeführt und immer auf 1% Glukose und 1% Pepton an Stellen

dichter Aussaat ein entschiedenenes Übergewicht der Zygosporen, auf reinem Agar ein solches der Sporangien erzielt.

Natürlich beziehen sich diese Verhältnisse nur auf die Orte der dichten Aussaat selbst, sonst paßt sich der *Mucor* an das Substrat an, indem er sich je nach dem Substrat dichter oder spärlicher verzweigt, was unsere oben ausgesprochene Meinung bestätigt, daß die einzelnen Hyphen einen Mangel an Nahrung nicht zu empfinden brauchen. Wenn es nun wahr ist, daß der Nahrungsmangel die Bildung der Sporangien und das Übergewicht der Zygosporen verursacht, so müßten auch die äußeren Faktoren, welche die Entnahme der Nahrung erschweren, einen Einfluß auf die Fruchtform haben. Wie es sich nun herausgestellt hat, hängt die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonie, also auch wahrscheinlich die Fähigkeit zur Stoffentnahme von der Temperatur, dem Konzentrationsgrad und der Lichtstärke ab.

Bei meinen weiteren Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur, der Konzentration, Transpiration etc. habe ich beinahe ausschließlich zwei Substrate verwendet. Ein an Nährstoffen reiches bestand aus: 1% Glukose, 1% Pepton, 0.05% $MgSO_4$, 0.05% KCl, 0.05% KH_2PO_4 und 1.8% Agar, das andere arme hatte folgende Zusammensetzung: 2% Agar, 0.25% $MgSO_4$ und 0.25% KH_2PO_4 . Im weiteren Verlaufe der Arbeit wird die ausführliche Zusammensetzung beider Substrate nicht mehr angeführt; in Fällen also, in denen von Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton die Rede sein wird, soll jenes reiche Substrat und unter „reinem Agar“ oder „Agar ohne Zusatz“ das ärmere gemeint sein. Zu den Versuchen habe ich meistens Petrischalen von 9 cm Durchmesser und 1 cm Höhe verwendet. Die Schalen wurden mit zirka 15 ccm Agarsubstrat beschickt. Bei den folgenden Versuchen werden Größe der Schalen sowie die verwendeten Substratmengen nur dann erwähnt, wenn sie von den hier angegebenen abweichen. Die Impfung geschieht mittels Agarstücken, die aus auf reinem Agar wachsenden Kulturen herausgeschnitten werden, in allen anderen Fällen wird sie besonders beschrieben.

B. Einfluß der Temperatur.

Petrischalen mit Agar ohne Zusatz stellte ich in eine im Dunkeln stehende Schachtel, von etwa 1.75 m Länge und je 20 cm Höhe und Breite. In der Schachtel wurde in Blechbüchsen Eis ge-

halten, das einmal in 24 Stunden erneut werden mußte. Die Schachtel erhielt einen Belag von Strohmatte und Papier. Je nach der Entfernung der Kulturen vom Eis erhält man verschiedene Temperaturen.

Zusammenstellung I.
Versuche 13—18.

Eine Reihe von Kulturen auf Nährlösung wurde mit Agar ohne Zusatz von C und N in die Schachtel gebracht in verschiedener Entfernung vom Eise.

TABELLE IV.

Versuchs- Nr. und Dauer des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	Substrat	Ergebnisse	
				Fruchtform	Der Durchmesser der Kolonie vergrößert sich in 24 St. um
13 15/I—10/II	1, 2, 3, 4, 5, 6	4—5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien	0·25—0·35 cm
14 16/I—28/I	7, 8, 9, 10, 11, 12	6—8·5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und wenig Zygosporen	0·60—0·75 cm
15 15/I—26/I	13, 14, 15, 16, 17, 18	8·5—9·5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und Zygosporen	0·80—0·90 cm

Es wurde ferner eine Reihe von Kulturen auf reinem Agar geimpft. Die Kulturen brachte ich in die erwähnte Schachtel in verschiedener Entfernung vom Eise, unter einer Glasglocke über einem Teller mit Wasser.

(Siehe Tabelle V Seite 664).

Um wenigstens ein ungefähres Verhältnis der Mengen der Zygosporen und Sporangien festzustellen, zählte ich die Sporangien und Zygosporen im Gesichtsfeld des Mikroskops beim Verschieben der Petrischale von der Mitte zum Rande der Kultur in vier entgegengesetzten Richtungen.

TABELLE V.

Nr. und Dauer des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	Substrat	Ergebnisse	
				Fruchtform	Der Durchmesser der Kolonie wächst in 24 St. um
16 11/II—7/III	I, II, III, IV, V, VI	4—5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien	0·3—0·4 cm
17 11/II—5/III	VII, VIII, IX, X, XI, XII	7·5—8° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und Zygosporen (Auf 100 Sp. zirka 15—30 Zygosporen)	0·6—0·75 cm
18 6/III—11/III	XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII	21·0—23·0° C	Agar ohne Zusatz	Zygosporen und wenig Sporangien (Auf 100 Zy- gosporen 1—21 Spor.)	2—2·5 cm

Versuch 19.

Kulturen Nr. I a, II a, III a, IV a und V a wurden in die erwähnte im Dunkeln stehende Schachtel gebracht bei einer Temperatur von 3·5—4·5° C; am 9/IV, als der Durchmesser der einzelnen Kolonien ungefähr 4·5 bis 5·5 cm betrug, wurden sämtliche Kulturen bei einer Temperatur von 21 bis 23° C ins Dunkle gebracht.

(Siehe Tabelle VI Seite 664).

Zusammenfassung II.

(Siehe Tabelle VII, Seite 665).

Versuch 20.

Am 28/IV wurden auf Agarsubstrat mit 1% Glukose, 1% Pepton die Kulturen Nr. 1 a, 2 a, 3 a, 4 a und 5 a geimpft und im Dunkeln in der erwähnten Schachtel aufgestellt. Im Verlauf des Versuchs, der vom 28/IV bis zum 15/VI dauerte, schwankte die Temperatur zwischen 4·5 und 7·5 C.

Die Zählung nahm ich hierbei in anderer Weise als bei den vor-

TABELLE VI.
Versuch 19.

Nr. der Kultur	Substrat	Ergebnisse vom 15/III bis zum 9/IV		Temperatur vom 9/IV bis zum 11/IV	Ergebnisse vom 9/IV bis zum 11/IV	
		Temperatur vom 15/III bis zum 9/IV	Schnelligkeit d. Wachstums		Schnelligkeit d. Wachstums	Fruchtform
I a, II a, III a, IV a, V a, VI a	Agar ohne Zusatz	35—45° C	0.18—0.22 cm	21—25° C	2 ... 25 cm	Es erscheinen auch Zygosporen

TABELLE VII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	E r g e b n i s s e	
			Substrat	Fruchtform
20	1 a, 2 a, 3 a, 4 a, 5 a, 6 a	45—75° C	1% Glukose 1% Pepton	Sporangien und Zygosporen, unterschiedenes Übergewicht der ersteren, auf 100 Sporangien 20—40 Zygosporen
21	7 a, 8 a, 9 a, 10 a	21—23° C	1% Glukose 1% Pepton	Zygosporen und sehr wenig Sporangien. Auf 100 Zyg. zirka 10 Spor.

hergehenden Versuchen vor, und zwar zählte ich an einigen Stellen der Kultur in verschiedenen Entfernungen von der Mitte alle Sporangien und Zygosporen eines Gesichtsfeldes von etwa $\frac{1}{4}$ cm Durchmesser.

Versuch 21.

Am 12/V impfte ich in Petrischalen auf aus 1% Glukose und 1% Pepton bestehendem Agarsubstrat mit Agarstücken die Kulturen Nr. 7 a, 8 a, 9 a und 10 a und stellte sie im Dunkeln bei einer Temperatur von 21—23° C auf. Die Zählung der Sporangien und Zygosporen nahm ich in derselben Weise vor wie beim vorhergehenden Versuch (20).

Ergebnisse.

Aus den Versuchen über den Einfluß der Temperatur ersehen wir, daß niedrige Temperaturen die Bildung der Sporangien, hohe dagegen die der Zygosporen begünstigt. So erhält man auf Agar ohne Zusatz bei 3·5—5·0° C nur Sporangien. In dem Maße, wie die Temperatur steigt, erscheinen bereits bei 6·0—8·5° C Zygosporen und ihre Menge wächst im Verhältnis zu derjenigen der Sporangien; bei 21—23° C erhält man bereits ein entschiedenes Übergewicht der Zygosporen. Auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton erhält man bei der niedrigeren Temperatur, von 4·5—6·5° C, ebenfalls in überwiegender Zahl Sporangien, und bei 21—23° C Zygosporen.

Mit Zunahme der Temperatur wächst die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonie. Auf Agar ohne Zusatz bei einer Temperatur von 3·5—5° C vergrößert sich der Durchmesser der Kolonie in 24 Stunden um 0·18 bis 0·4 cm, bei 21—23° C um 2—2·5 cm.

Analoge Ergebnisse erhalten wir auf Agarlösung mit 1% Glukose und 1% Pepton. Bei 4·5—6·5° C wächst der Durchmesser um 0·17—0·25 cm, bei 21—23° C um 2·4—2·6 cm in 24 Stunden. Demnach sehen wir, daß bei langsamem Wachstum Sporangien, dagegen bei schnellem Zygosporen gebildet werden. Es scheint die niedrige Temperatur durch Behinderung des Wachstums auch die Zufuhr der Nahrung zu den aëralen Hyphen hintanzuhalten und dadurch die Bildung von Sporangien zu begünstigen, wogegen höhere Temperatur die Zufuhr der Nahrung und deren Ansammlung in den aëralen Hyphen fördert, wodurch Zygosporen entstehen.

C. Einfluß der Konzentration.

Zusammenstellung I.

Petrischalen wurden mit Agarsubstrat mit folgender Zusammensetzung beschickt: 1% Glukose, 1% Pepton und a) ohne NaCl, b) 2% NaCl, c) 3% NaCl, d) 4% NaCl, e) 5% NaCl, f) 5% Glycerin, g) 10% Glycerin, h) 20% Glycerin. Alle Schalen wurden dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt, die Versuche bei Temperatur von 19–23° C ausgeführt und zu den Versuchen wurde gewöhnliches Kochsalz verwendet.

TABELLE VIII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	Ergebnisse
22	1, 2, 3	1% Glukose 1% Pepton	21–23°	Überall Sporangien und Zygosporien. Auf Substrat mit hoher Konzentration ist die Anzahl der Sporangien im Verhältnis zu der der Zygosporien größer als auf Substraten von geringer Konzentration. Mit der Erhöhung der Konzentration verringert sich die Schnelligkeit des Wachstums, zugleich wächst die Anzahl der Sporangien gegenüber derjenigen der Zygosporien. In Kulturen ohne NaCl wächst deren Durchmesser um 2·0–2·25 cm in 24 St., bei 3% NaCl um 1 cm, bei 5% NaCl um 0·4–0·7 cm
23	4, 5, 6	1% Glukose 1% Pepton +2 NaCl	21–23°	
24	7, 8, 9	1% Glukose 1% Pepton +3% NaCl	21–23°	
25	10, 11, 12	1% Glukose 1% Pepton +4% NaCl	21–23°	
26	13, 14, 15	1% Glukose 1% Pepton +5% NaCl	21–23°	
27	16, 17, 18	1% Glukose 1% Pepton +5% Glycerin	19–23°	
28	19, 20, 21	1% Glukose 1% Pepton +10% Glycerin	19–23°	
29	22, 23, 24	1% Glukose 1% Pepton +20% Glycerin	19–23°	

Zusammenstellung II.

Die soeben angeführten Versuche über den Einfluß der Konzentration des Substrats wurden in gewöhnlicher, also ziemlich trockener Zimmerluft angestellt. Da jedoch das Substrat rasch austrocknet und seine Konzentration sich steigert, stellte ich die nächstfolgenden Versuche über den Einfluß der Konzentration in feuchter Luft an. Die Schalen wurden mit Agarsubstrat gefüllt, und zwar mit 1% Glukose und 1% Pepton a) ohne Salz, b) mit 4% NaCl, c) mit 5% NaCl und d) mit 6% NaCl (NaCl reines Kahlbaum-Präparat), und über einem Teller mit Wasser unter Glasglocke in verschlossenem Schrank aufgestellt. Alle Kulturen wurden aus auf 1% Glukose und 1% Pepton wachsenden Kolonien geimpft.

(Siehe Tabellen IX, X und XI, Seite 669 und 670).

Wie wir aus Tabelle IX, X und XI ersehen, liefert der *Mucor* auf Substrat mit 1% Glukose und 1% Pepton beinahe nur Zygosporien, auf Substrat mit 1% Glukose, 1% Pepton + 6% NaCl dagegen nur Sporangien. Wir ersehen daraus, daß die Erhöhung der Konzentration die Bildung der Zygosporien hintanhält und gleichzeitig die Wachstumsgeschwindigkeit vermindert. Während nämlich auf Substrat ohne NaCl der Durchmesser der Kolonie in 24 Stunden um 2.0—2.5 cm wächst, beträgt die Zunahme bei Verwendung von 6% NaCl unter sonst gleichen Bedingungen nur 0.4—0.5 cm. Auf Substraten von noch höherer Konzentration ist das Wachstum noch geringer und der *Mucor* bildet weder Sporangien noch Zygosporien.

Es scheint demnach, daß hohe Konzentration ähnlich wie niedrige Temperatur dem *Mucor* die Nahrungsaufnahme erschwert und deren Ansammlung in den Fruchtwerkzeugen verhindert, wodurch der Fruchtprozeß mittels Zygosporien unmöglich gemacht wird.

D. Einwirkung des Lichts.

Am 16/VI impfte ich auf reinem Agar 10 Kulturen. Nr. 1—5 wurden auf weißes Papier 2 m weit von Fenster, das nach Osten ging, im Lichte, Nr. 6—10 daneben, aber im Dunkeln, unter dicht mit Papier verhülltem Glassturz aufgestellt. Die Außenseite des verwendeten Papiers war weiß, die Innenseite schwarz. Während der Dauer des Versuchs, vom 16/VI bis zum 22/VI, waren die Tage sonnig und die Temperatur schwankte zwischen 22—32° C sowohl unter dem Glassturz wie auch im Licht.

TABELLE IX.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Durchmessers in 2½ Stunden	Fruchtform
30	11 a — 15 a	1% Glukose 1% Pepton +6% NaCl	16—18°	0¼—0.47 cm, bei 7.5—8 cm Wachstumsstill- stand der Kolonien	Nur Sporangien. Sporangioophoren selten, biswei- len spiralförmig gekrümmt.
31	16 a — 20 a	1% Glukose 1% Pepton +7% NaCl	16—18°	0.2—0.3 cm bei 6 cm Wachstumsstillstand,	Keine Fruchtformen. Aërale Hyphen sehr selten.

TABELLE X.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Durchmessers in 2½ Stunden	Fruchtform
32	1 a — 5 a	1% Glukose 1% Pepton	18—20°	zirka 2.2 cm	Auf 100 Zygosp. 2.5—10 Sporan- gien (gezählt wie bei Versuch 20).
33	11 b — 15 b 11 c — 15 c	1% Glukose 1% Pepton +6% NaCl	16—20°	0.42—0.46 cm, bei 7.5—8 cm Wachstums- stillstand.	Nur Sporangien. Sporangioophoren selten, biswei- len spiralförmig gekrümmt.

G*

TABELLE XI.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum der Kolonien in 24 Stunden	Fruchtform
34	1, 2, 3, 4, 5	1% Glukose 1% Pepton ohne NaCl	18—20°	<p>Mit steigender Erhöhung der Konzentration wird die Wachstumsgeschwindigkeit immer geringer; bei Kulturen Nr. 1—5 beträgt das Wachstum in je 24 Stunden 2—2½ cm, bei Nr. 16—20 nur 0,4—0,5 cm, bei 7% NaCl 0,2—0,3 cm. Bei 6% NaCl erreicht der Durchmesser 7,5—8 cm, und die Kolonie wächst nicht weiter, ebenso wie bei 7% NaCl, wo sie 6,5 cm erreicht.</p>	<p>Mit der Erhöhung der Konzentration wächst die Anzahl der Sporangien gegenüber derjenigen der Zygosporen. Bei Verwendung von 6% NaCl erhält man nur Sporangien. Die Sporangiochoren sind selten, einige von ihnen spiralförmig gekrümmt.</p>
35	6, 7, 8, 9, 10	1% Glukose 1% Pepton + 4% NaCl	18—20°		
36	11, 12, 13, 14, 15	1% Glukose 1% Pepton + 5% NaCl	16—20°		
37	16, 17, 18, 19, 20	1% Glukose 1% Pepton + 6% NaCl	16—20°		
38	21, 22, 23, 24, 25	1% Glukose 1% Pepton + 7% NaCl	16—20°		

Ergebnisse.

In den ins Licht gestellten Kulturen erschienen nur Sporangien, in den im Dunkeln stehenden sowohl Zygosporen als auch Sporangien, wobei jedoch die ersteren überwogen. Die auf ähnliche Weise wie bei den Versuchen 17, 18 vorgenommene Zählung ergab auf 100 Zygosporen 5—25 Sporangien.

TABELLE XII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur C	Lichtart	E r g e b n i s s e	
				Wachstum in 24 St.	Fruchtform
39	1, 2, 3, 4, 5	22—32°	Hell (2 m vom Ostfenster)	zirka 1·0 cm	nur Sporangien
40	6, 7, 8, 9, 10	22—32°	Dunkel	zirka 2·6 cm	Zygosporen und Sporangien. Auf 100 Zyg. 5—25 Spor.

Ähnliche Versuche auf demselben Substrat habe ich mehrmals bei verschiedener Lichtstärke wiederholt, und immer analoge Ergebnisse erhalten: bei Licht und langsamerem Wachstum bildeten sich Sporangien in verhältnismäßig größerer Anzahl als im Dunkeln. Alle meine Versuche wurden jedoch im Sonnenlicht ausgeführt, wobei die Lichtstärke je nach der Tageszeit wechselte und ein Schwanken der Temperatur sich nicht vermeiden ließ.

Meine weiteren Versuche mit künstlichem Licht (Leuchtgas) ergaben keine positiven Ergebnisse, wahrscheinlich wegen der geringen Lichtstärke. Da ich einstweilen über keine besseren künstlichen Lichtquellen verfüge, verschiebe ich die Untersuchungen über ihre Wirkung auf später. Einstweilen beschränke ich mich auf die Einwirkung des Sonnenlichtes und deren Ergebnisse, halte sie aber auch nicht für genügend aufgeklärt, so daß noch weitere Versuche nach dieser Richtung angestellt werden müssen.

E. Einfluß der Transpiration.

Beide Fruchtformen, sowohl Sporangien als auch Zygosporen entstehen auf aëralen Hyphen. Demnach ist es möglich, daß die

Faktoren, die besonders auf aërale Hyphen wirken, einen entschiedenen Einfluß auf die Fruchtform haben werden. Zu diesen gehört die Transpiration.

Zusammenstellung I.

Versuch 41—42.

Petrischalen von 8 cm Durchmesser und 2 cm Höhe wurden mit zirka 45 cem Agar beschickt. Die Schalen Nr. 1, 2 und 3 brachte ich ohne Deckel und mit der Öffnung nach unten gerichtet, in Bechergläser von 10 cm Durchmesser und 18 cm Höhe, die mit Glastafeln und Vaseline luftdicht verschlossen und mit CaCl_2 versehen waren, so daß die Schalen mit dem Rande das Chlorkalzium berührten. Mindestens einmal des Tages wurde das Chlorkalzium durch neues ersetzt. Die Bechergläser wurden noch mit einem geschlossenen, inwendig mit schwarzem Papier beklebten Pappzylinder bedeckt. Die Schalen Nr. 4, 5 und 6 wurden über Wasser unter eine Glasglocke gestellt. Ferner wurden unter die Deckel der Schalen Löschblätter gelegt, deren Enden in Wasser tauchten. Dies alles wurde in einem schwarz angestrichenen, verschlossenen Blechgefäß aufgestellt. Die Temperatur betrug während des Versuchs etwa 17—19° C.

TABELLE XIII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Koloniedurchmessers im Lauf von 24 Stunden	Fruchtform
41	1, 2, 3	reiner Agar	sehr schwach: die Schale im Gefäß mit CaCl_2	zirka 1·5 cm	Sporangien und Zygosporen. Auf 100 Zygosporen zirka 3—8 Sporangien
42	4, 5, 6	reiner Agar	stark: unter dem Deckel der Schale befinden sich Löschblätter angebracht, deren Enden in Wasser getaucht sind	zirka 1·5 cm	Sporangien und Zygosporen. Auf 100 Zygosporen zirka 5—15 Sporangien

Ergebnisse.

In allen Kulturen herrschte absolutes Übergewicht der Zygosporen. Für die einzelnen Kulturen erhielt ich folgende Ergebnisse (gezählt wie bei Versuch 17, 18):

Nr. 1	auf 100 Zygosporen	zirka	3	Sporangien
Nr. 2	" "	" "	2	" "
Nr. 3	" "	" "	8	" "
Nr. 4	" "	" "	5	" "
Nr. 5	" "	" "	15	" "
Nr. 6	" "	" "	5	" "

Sowohl in nasser, wie in trockener Atmosphäre wuchs der Durchmesser der Kolonie im Laufe von 24 St. annähernd um 1·5 cm. In der Kultur mit CaCl_2 wurde das Wachstum nur in den beiden ersten Tagen berücksichtigt, da nach Verlauf einiger Tage der Agar infolge Wasserverlustes schwindet, so daß sein Durchmesser zirka 5·5—6·5 cm beträgt; da er dabei an den Rändern selbst stark austrocknet, wird das weitere Wachstum des *Mucors* nach einigen Tagen verhindert. Bei obigen Versuchen wurden dem Substrat außer den schon im Agar selbst befindlichen Mengen verhältnismäßig viel Mineralsubstanzen zugesetzt, nämlich 0·25% MgSO_4 und 0·25% KH_2PO_4 . Wenn aber auch die Schalen mit ziemlich großen Substratmengen beschickt worden waren (zirka 45 ccm), so trocknete dennoch in den CaCl_2 -Gefäßen während des Versuchs das Substrat stark aus, wodurch die Salzkonzentration im Substrat stieg. Um die Wirkung der Konzentration möglichst zu vermindern, verwendete ich folgendes Substrat: 1·8% Agar, 0·05% KCl , 0·05% MgSO_4 und 0·05% KH_2PO_4 . Davon gab ich in jede Schale je 45 ccm.

(Siehe Tabelle XIV Seite 674).

Wir ersehen daraus, daß es weder in sehr trockener, noch in sehr feuchter Luft gelungen ist, die Bildung der Sporangien und Zygosporen zu hemmen.

Dagegen zeigt sich die Länge der aëralen Hyphen von der Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf abhängig. Während man in gesättigter Atmosphäre (in den Kulturen mit Löschblättern, deren Enden in Wasser tauchen) ziemlich oft Hyphen von der Länge von 0·4—1·5 cm findet, die nicht selten mit der Spitze in Agar tauchen und dort weiter wachsen, sind in trockener Atmo-

TABELLE XIV.
(Versuche 43—46).

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf	Ergebnisse	
				Wachstum des Durchmessers der Kolonien im Laufe von 24 St.	Fruchtform. Auf 100 Zygosporen entfallen Sporangien
43	1, 2, 3	1·8% Agar 0·05% KCl 0·05% MgSO ₄ 0·05% K ₃ PO ₈	Sehr schwach. Die Schalen mit CaCl ₂ im Dunkeln, wie bei Versuch 41 und 42.	1·3—1·6 cm	2·7—23
44	4, 5	dtto	Mittel. Die Schalen in Zimmeratmosphäre verschlossen unter Papierbedeckung.	1·5—1·6 cm	5—20
45	6, 7	dtto	Mittel. Die Schalen geöffnet unter großen Bechergläsern (14 cm Durchmesser 24 cm Höhe).	1·4—1·5 cm	3—18
46	8, 9, 10	dtto	Stark. Unter den Deckel der Schale Löschpapier gelegt, dessen Enden in Wasser tauchten, im Dunkeln wie bei Vers. 41 u. 42	1·3—1·6 cm	4—12

Die Größe der Schalen, die Zusammensetzung und Menge des Substrats, wie bei den vorigen Versuchen 41 und 42.

sphäre (mit CaCl₂) Hyphen von größerer Länge als ein Millimeter verhältnismäßig selten.

Zusammenstellung II.

Versuche 47—50.

Während in den Versuchen 41 und 47 der Einfluß der Transpiration an einem an Kohlenstoff und Stickstoff armen Substrat untersucht wurde, erübrigt noch die Entscheidung der Frage, welchen Einfluß eine an diesen Elementen reiche Verbindung als Substrat haben könnte. Zu dem Zwecke verwendete ich ein Substrat von der Zusammensetzung 1% Glukose, 1% Pepton, und führte

die Untersuchungen über den Einfluß der Transpiration in ähnlicher Weise aus wie bei Versuch 41 und 42.

TABELLE XV.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung des Substrats	Sättigungsgrad der Luft mit Wasserdampf	Ergebnisse	
				Schnelligkeit des Wachstums in cm je 24 St.	Fruchtform
47	1, 2, 3	1% Glukose 1% Pepton	schwach, im Gefäß mit CaCl_2 , im Dunkeln, wie bei Versuch 41.	1·8—2·0	Sporangien und Zygosporen. Unterschiedenes Übergewicht der Zygosporen.
48	4, 5	dtto	mittel, in verschlossenen Schalen unter einem Pappzylinder.	2—2·2	
	6, 7	dtto	mittel, in offenen Schalen unter großen Bechergläsern (14 cm Durchmesser 24 cm Höhe), im Dunkeln.	ca 2·3	
50	8, 9, 10	dtto	stark, unter Deckel, Löschpapier, dessen Ende in Wasser taucht, im Dunkeln.	1·75—2·0	

Ergebnisse.

In allen Kulturen erreichen die Zygosporen das Übergewicht. Ihr großer Reichtum färbt die Kulturen schwarz. Der überall annähernd gleich große Durchmesser der Kulturen wächst im Laufe von 24 Stunden um 1·8—2·3 cm; (dabei ist in den Schalen Nr. 1, 2 und 3 nur das Wachstum der beiden ersten Tage berücksichtigt).

Zusammenstellung IV.

Versuch 51—54.

Ich brachte eine Reihe von Kulturen unter eine Glasglocke, deren Rand mit Vaseline bestrichen war; diese lag auf einer glatten

Marmorplatte, die auf einem Dreifuß ruhte. Die Glasglocke war in ihrem oberen Teil durch eine 3 m lange Glasröhre mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden. In der Mitte der Marmorplatte befand sich eine Öffnung, durch welche die Luft eintrat, nachdem sie ein Gefäß mit CaCl_2 passiert hatte. Dadurch erhielt ich in der Glocke einen trockenen Luftstrom, wodurch die Transpiration stark erhöht wurde. Daneben stellte ich 5 Schalen unter einer einfachen Glasglocke über einem Teller mit Wasser auf.

TABELLE XVI.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Behandlung der Kultur	Substrat	Ergebnisse
51	1, 2, 3, 4, 5	Schalen offen, der Wirkung eines leichten Luftzugs ausgesetzt	reiner Agar	Sporangien und Zygosporen
52	6, 7, 8, 9, 10	Schalen geschlossen, der Wirkung eines leichten Luftzugs ausgesetzt	dtto	dtto
53	11, 12, 13, 14, 15	Schalen geschlossen, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur	dtto	dtto
54	16, 17, 18, 19, 20	Schalen geschlossen unter der Glasglocke über einem Teller mit Wasser	dtto	dtto

Der ganze Apparat wurde im zerstreuten Tageslicht 3 m vom Fenster, das nach Osten ging, aufgestellt. Temp. 17—18° C.

Ergebnisse.

Überall bilden sich also Sporangien und Zygosporen. Es gibt auch keinen wahrnehmbaren Unterschied in der Schnelligkeit des Wachstums.

Schlußfolgerung.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, daß die Transpiration weder die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonien auf Agar noch die Fruchtform irgendwie beeinflußt.

Daraus kann man schließen, daß der Einfluß der Transpiration

auf die Nahrungsentnahme ein ganz minimaler ist und sich deshalb auch in der Fruchtform nicht sichtbar macht.

Einfluß der das Bewegungswachstum hemmenden Faktoren.

Das Wachstum im gewöhnlichen Sinne findet, wie Prof. Dr. M. Raciborski (6) gezeigt hat, infolge der Zusammenwirkung zweier Prozesse statt: des der Nahrungsaufnahme, wodurch der Organismus an Masse gewinnt, und desjenigen des Bewegungsprozesses, durch welchen die Zellen und deren Teile den ihnen gebührenden Platz zugewiesen erhalten. „Wird von der Fortpflanzung gesprochen“ sagt der obengenannte Forscher, „daß sie ein Wachstum über das Maß des Individuums sei, so faßt man das Assimilations-Wachstum (meristisches Wachstum) ins Auge. Untersucht man dagegen das Krümmungswachstum einer Ranke oder die Wachstumsschnelligkeit einer Tulpenknospe, so hat man nur oder fast nur das Bewegungswachstum vor sich. Bei der Besprechung der großen oder einer Jahresperiode haben wir dagegen mit einer Resultante beider Prozesse zu tun, welche nebeneinander oder nacheinander verlaufen und sich gegenseitig korrelativ beeinflussen“.

Die äußeren Bedingungen beeinflussen nicht in gleicher Weise diese beiden Wachstumsprozesse. Die einen von ihnen können die Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme, andere das Bewegungswachstum hemmen. Prof. Raciborski erhielt Wachstumshemmung für *Basidiobolus* auf ziemlich konzentriertem, aus 1%—5% Glukose und 0.5—1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bestehendem Substrat.

Für *Zygorhynchus Mölleri* gelang es mir, die Wachstumshemmung auf einem Substrat von 1% Glukose und 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ zu erhalten. (Noch deutlicher macht sich dieselbe bemerkbar bei 1% Glukose, 1% Pepton und 10% Glyzerin). Auf diesem Substrat treten innerhalb der ersten Tage keine Merkmale auf, die auf eine Hemmung des Bewegungswachstums hinwiesen. Erst wenn die Kultur einen Durchmesser von 4—6 cm erreicht, hören die Hyphen beinahe vollständig auf, in die Länge zu wachsen. Dagegen fangen sie an, sich reichlich dichotom zu teilen und sehr kurze Verzweigungen, die nach einiger Zeit an ihren Enden anschwellen, zu bilden. Gleichzeitig wachsen an den Rändern der Kolonie an den aëralen Hyphen Zygosporen in großer Anzahl und bilden eine mehr oder minder deutliche schwarze Linie rund um die Kultur. Wenn

man nun in derselben Petrischale in einiger Entfernung von der Kolonie die auf diesem oder irgend einem anderen Substrat aufgetretenen Sporen aussät, so keimen diese Sporen nicht in Hyphen, sondern vergrößern ihren Umfang, indem sie zu Kugeln von ziemlich bedeutender Größe anwachsen, so daß deren Durchmesser zuweilen zirka 20μ beträgt, während eine normale Spore nur $4.35-5.65 \times 2.6-3.2 \mu$ mißt.

Wenn man aber Sporen, die auf einem Substrat von 1% Glukose, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ entstanden sind, auf reinen Agar oder auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton überträgt, so erhält man eine normal wachsende Kultur. Ebenso treten bei Übertragung auf Agarsubstrat mit 1% Glukose, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ erst nach einigen Tagen Anzeichen der Hemmung des Bewegungswachstums auf.

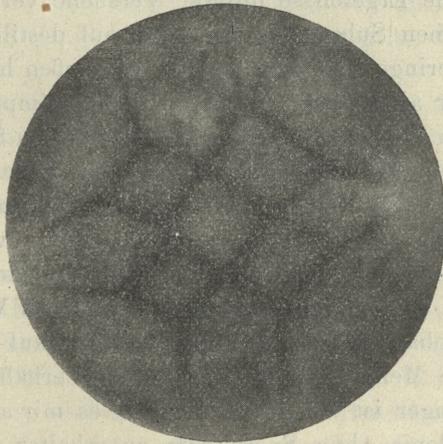
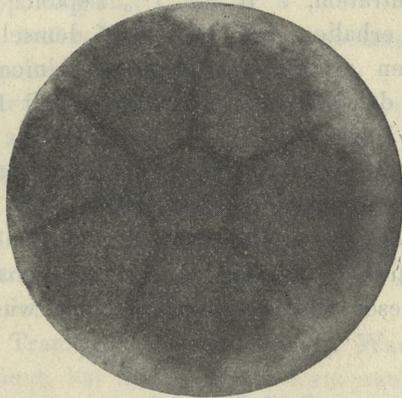
Zu Kugeln anwachsende Mucorsporen hat auch Brefeld (2) in Zitronensäure beobachtet. Diese Tatsache war auch Klebs (4) und Ritter (7) bekannt, der ihre Ursache in dem Säureeinfluß und der Konzentration sucht. Sowohl das Wachstum der Sporen in Gestalt von Kugeln sowie andere Erscheinungen weisen in meinen Versuchen auf Hemmung des Bewegungswachstums hin und lassen auch die Wirkung der Säure als Ursache vermuten. Da nämlich die Stickstoffnahrung hier in Gestalt von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ zugeführt wurde, so steigerte der Mucor durch Verbrauch von NH_3 allmählich den sauren Bestandteil. Diese Vermutung wird durch die Beobachtung Prof. Raciborski's für Basidiobolus bestätigt, daß das Wachstum wieder angespornt wird, wenn man an die Stellen, wo das Bewegungswachstum gehemmt erscheint, Magnesiapulver hinstreut. Dieselbe Beobachtung habe auch ich bei meinen Versuchen machen können, da die Hyphen bei Zusatz von Magnesia normal weiter wuchsen und die aus Sporen entstandenen Kugeln, falls sie nicht zu alt waren, sich zu Hyphen ausbildeten.

Da auf einem Substrat von höherer Konzentration (z. B. mit 10% Glyzerin) die Hemmung des Bewegungswachstums noch deutlicher auftritt, so scheint es, daß eine Erhöhung der Konzentration die Hemmung des Bewegungswachstums ebenfalls steigert.

Fruchtformen an der Berührungsstelle zweier Kolonien.

Wenn man auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton den Mucor an einigen Stellen impft, so bemerken wir an der Berüh-

rungsstelle der sich erweiternden Kolonien eine deutliche schwarze Grenzlinie, die durch die reiche Bildung von Zygosporen markiert wird. Sporangien bilden sich hier in verhältnismäßig geringer Anzahl und die Menge der Zygosporen ist hier gewöhnlich ungefähr



Zwei Photographie der Kulturen des Zyg. Moelleri in Petrischalen. An den Grenzen der Kolonien bilden sehr zahlreiche Zygosporen schwarze Striche.

zweimal größer als an anderen Stellen der Kolonie. Wenn man den Mucor an entsprechend gewählten Stellen der Schale impft, kann man mit jenen schwarzen Linien verschiedene Figuren erhalten, wie es auf den Photographieen zu sehen ist.

Nicht auf allen Substraten jedoch gelingt die Bildung der erwähnten schwarzen Linien, da die oft sich anhäufenden Mucorsekrete die einzelnen Kolonien voneinander trennen.

Eine solche Erscheinung beobachten wir z. B. bei einem Substrat von Agar mit 1% Pepton (ohne Glukose), oder bei Substraten von hoher Konzentration, z. B. mit 1% Pepton, 1% Glukose und 6% NaCl. Doch erhalten wir schon auf demselben Substrat mit 5% NaCl die oben erwähnten schwarzen Linien, wenn auch bedeutend weniger deutlich, als auf Substrat mit 1% Glukose und 1% Pepton ohne NaCl.

Ähnliche Anhäufungen von Fruchtformen erhält man auch auf andere Weise. Wenn man auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton ein Deckglas stellt, so erhält man an den Rändern des Deckglases schwarze Randlinien infolge der Anhäufung von vielen Zygosporen an dieser Stelle. Diese Tatsachen wurden nicht näher untersucht.

Schlussbemerkung.

Wenn wir die Ergebnisse unserer Versuche vergleichen, sehen wir, daß auf armen Substraten, wie z. B. auf destilliertem Wasser, das nur ganz geringe Nahrungsmengen von außen her erhält, sowie auf reinem Agar an Stellen, wo Sporen dicht geimpft wurden, meistens Sporangien entstehen. Daraus haben wir den Schluß gezogen, daß der Mucor mit Hilfe der Sporangien dann Früchte trägt, wenn die Zufuhr der Nährmittel zu den aëralen Hyphen erschwert ist. Unsere Vermutung scheint durch eine Beobachtung von O. Hagem bestätigt zu werden, daß auf sehr alten Kulturen, deren Nährmittel verbraucht sind, Sporangien erscheinen. In meinen Versuchen habe ich ebenfalls beobachtet, daß in alten Kulturen auf Substraten mit reinem Agar die Menge der Zygosporen im Verhältnis zu der der Sporangien geringer ist als in frischen. Da es mir aber nie gelang, eine frische Kolonie ohne Sporangien zu erhalten (wenn auch in einigen Fällen deren Anzahl im Verhältnis zu der der Zygosporen minimal war), so fehlte mir die Gelegenheit, für diese meine Beobachtung das Zahlenverhältnis der Sporangien und der Zygosporen in alten und neuen Kulturen festzustellen. Meine nach derselben Methode, wie bei Versuch 17, 18 erhaltenen Zahlen können keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben und deshalb kann ich die so gewonnenen Ergebnisse nicht für ganz sicher halten. Ich führe

indes hier einige Zahlen an, auf die ich meine Beobachtung stütze: Es wurde bei der Beschreibung der Einwirkung des Lichts gesagt, daß in Kulturen im Dunkeln 3 Tage nach der Impfung auf 100 Zygosporen 5—25 Sporangien gezählt wurden. Eine weitere, nach 15 Tagen vorgenommene Zählung ergab auf 100 Zygosporen 60—110 Sporangien.

Was nun die äußeren Bedingungen anbelangt, so haben wir festgestellt, daß Sporangien entstehen:

1) bei niedriger Temperatur, zirka 4—5° C, sowohl auf Substrat mit reinem Agar als auch mit 1% Glukose und 1% Pepton,

2) bei verhältnismäßig hoher Konzentration (6% NaCl) mit 1% Glukose und 1% Pepton bei Zimmertemperatur und

3) wahrscheinlich auch in sehr starkem Licht auf Substrat von reinem Agar. Charakteristisch ist, daß alle diese Faktoren auf das Wachstum der Kolonien hemmend wirken.

Hingegen die Transpiration, von der die Wachstumsgeschwindigkeit nicht abhängt, hat auf die Fruchtform auch keinen Einfluß.

Daher ist es nicht ausgeschlossen, daß niedrige Temperatur, hohe Konzentration und Licht die Bildung von Sporangien dadurch begünstigen, daß sie die Zufuhr der Nahrung zu den aëralen Hyphen erschweren.

Umgekehrt erleichtern hohe Temperatur (zirka 22° C), schwache Konzentration des Substrats und Lichtmangel die Zufuhr der Nährmittel, mithin auch deren Anhäufung in den aëralen Hyphen, und aus diesem Grunde begünstigen diese Faktoren die Bildung von Zygosporen.

Beachtung verdient noch die Tatsache, daß auf einem aus 1% Glukose, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bestehenden Substrat unter dem Einfluß von Säure sich Anzeichen von Hemmung des Bewegungswachstums bemerkbar machen und daß am Rande der Kolonie in großer Menge Zygosporen auftreten, die schwarze Randlinien rund um die Kolonie bilden. Ebensolehe schwarze, durch Anhäufung von Zygosporen gebildete Grenzlinien erhält man an der Berührungsstelle zweier Kolonien z. B. auf Substrat von 1% Glukose, 1% Pepton oder auch auf Agarsubstrat am Rande eines Deckglases, bevor die Kolonie ausgewachsen ist.

Vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1907 und 1908 im botanisch-physiologischen Laboratorium in Dublany bei Lwów ausgeführt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Leiter der Anstalt, Herrn Prof. Dr. M. Raciborski, für das Interesse, sowie Seine wertvolle Hilfe, die er mir bei der Ausführung der Arbeit in Rat und Tat angedeihen ließ, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Zitierte Literatur.

- 1) Blakeslee A. Fr. Sexual Reproduction in the Mucorineae. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XL, 1904.
- 2) Brefeld O. Mucor racemosus und Hefe, Flora, 1873 (zitiert nach Klebs 4)).
- 3) Hagem Oscar. Untersuchungen über Norwegische Mucorineen I. (Videns Kabs-Selskabets Skrifter I. Math.-Naturw. Klasse, 1907, Nr. 7.).
- 4) Klebs G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 1896.
- 5) Moeller A. Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden (S. A. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 1903, Heft 5).
- 6 a) Raciborski M. Studya mykologiczne (Rozpr. Akad. Umiejęt. Kraków, 1899, T. XIV, str. 35.).
- 6 b) Raciborski M. Über Schrittwachstum der Zelle. Bull. Internation. de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1907.
- 7) Ritter G. Über Kugelhefe und Riesenzellen bei einigen Mucoraceen (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Heft 5, 1907).
- 8) Schroeter I. 1886. Über die auf Hutzpilzen vorkommenden Mucorineen. Jahresh. d. schles. Ges. f. vaterl. Kult.
- 9) Vuillemin P. Importance taxinomique de l'appareil zygosporé des Mucorinées. (Bull. Soc. myc. de France, T. XIX).

55. *O budowie, sposobie życia i rozwoju jawańskiej żaby latającej (Rhacophorus reinwardtii Boie)*. Doniesienie tymczasowe. — *Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugfrosches (Rhacophorus reinwardtii Boie)*. Vorläufige Mitteilung. Note de M. M. SIEDLECKI m. c.

Während unseres halbjährigen Aufenthaltes in dem zoologischen Laboratorium des botanischen Gartens in Buitenzorg auf Java ist es uns gelungen, eine große Anzahl von Exemplaren des bekannten javanischen Flugfrosches (*Rhacophorus reinwardtii* Boie) zur Beobachtung zu bekommen; es war uns möglich, die Tiere sowohl im Freien als auch in der Gefangenschaft längere Zeit zu beobachten und die Entwicklung sowohl aus den im Freien gefundenen als auch aus den im Laboratorium gelegten Eiern zu studieren.

In der vorliegenden vorläufigen Mitteilung wollen wir die Hauptresultate der Untersuchungen in allermöglichster Kürze zusammenstellen, wobei wir uns vorwiegend nur auf die bis jetzt unbekannt und am lebenden Material gesammelten Beobachtungen beschränken werden.

1. Das bei der Untersuchung verwendete Material stammte größtenteils aus dem botanischen Garten in Buitenzorg, wo ich in einer aus *Acalypha*- und *Sanchesia*-Sträuchern bestehenden Allee sehr viele Tiere gefunden habe; außerdem wurden mir aus der Umgebung von Buitenzorg mehrere Exemplare gebracht.

In der Umgebung von Buitenzorg leben, soweit bis jetzt bekannt, nur zwei Arten von *Rhacophorus*, nämlich *R. reinwardtii* Boie und *R. leucomystax* Boul.; beide Arten sind in allen Stadien des Lebens leicht voneinander zu unterscheiden, worauf wir in der abschließenden Arbeit eingehend hinweisen werden.

2. Die beiden Geschlechter von *R. reinwardtii* sind in erwachsenem Zustande sehr stark voneinander verschieden; dagegen ist es nur auf Grund anatomischer Untersuchung möglich, die unerwachsenen Weibchen von den Männchen zu unterscheiden. Das erwachsene Weibchen ist fast um ein Drittel länger und doppelt so breit wie das erwachsene Männchen. Durchschnittlich ist ein Weibchen 76 mm lang, wogegen das Männchen nur 52 mm erreicht; die Breite des Weibchens beträgt durchschnittlich 38 mm, die des Männchens nur 20 mm. Die Proportionen des Körpers der beiden Geschlechter sind jedoch nicht sehr verschieden.

Ein sehr leicht nachweisbarer Unterschied der beiden Geschlechter besteht im Bau des Stimmapparates: bei den Männchen ist er viel größer und stärker als bei den Weibchen. Die durchschnittliche Länge der Stimmritze beim erwachsenen Männchen beträgt zirka 6 mm, beim erwachsenen Weibchen jedoch nur 4.2 mm.

3. Die Färbung der beiden Geschlechter des *R. reinwardtii* ist gleich; nur sind die Farben des Männchens lebhafter als die des Weibchens. Die Rückenseite des Tieres ist, wie bekannt, grün gefärbt, dieselbe Farbe ist auch auf einzelnen Teilen seiner Vorder- und Hinterbeine vorhanden. Die Seiten des Körpers und die ventrale Seite der Extremitäten sind gelb; der Bauch ist orange- und weißgefleckt. Die grüne Farbe der Tiere wechselt sehr stark je nach der Farbe der Umgebung, in der sie sich befinden; auf lichtgrünen Sträuchern gefangene Exemplare sind weißlichgrün, auf dunklen

oder roten Blättern lebende dunkelgrün gefärbt. Alle in der Nacht gefangenen Tiere haben immer eine dunkle saftgrüne Hautfärbung, die jedoch des Morgens in lichtiges Grün übergeht. Der Farbenwechsel, der auf Verstellung der Hautpigmentzellen beruht, kann auch durch chemische oder mechanische Reizung der Haut hervorgerufen werden; wahrscheinlich ist er eine reflektorische Erscheinung.

4. Die grüne Färbung der Haut kann als Schutzfärbung betrachtet werden, umso mehr da das auf Blättern oder Zweigen unbeweglich sitzende Tier immer eine solche Stellung einnimmt, daß alle grün gefärbten Körperteile nach außen gekehrt und alle gelben oder weißen verborgen gehalten werden. In dieser Ruhestellung zieht das Tier die Vorder- und Hinterbeine an sich und steckt die Finger und Zehen unter den Bauch; die grünen Hautlappen an den Extremitäten erweitern sich, der Kopf schmiegt sich an die Unterlage an, die Pupillen der Augen werden geschlossen. Von oben gesehen, gleicht das Tier einem grünen Klumpen, der einem Blatte irgend eines Baumepiphyten nicht unähnlich aussieht. Das Tier nimmt immer eine solche Ruhestellung ein, daß seine Augen von der Lichtquelle nicht getroffen werden.

5. In Ruhestellung kann *R. reinwardtii* sich sowohl an horizontalen als auch an vertical stehenden Flächen ansetzen. An den letzteren hält er sich fest sowohl mit Hilfe der großen Haftscheiben, die an den Fingern und Zehen entwickelt sind, als auch dadurch, daß er sich mit der ganzen klebrigen Unterseite des Körpers an die Unterlage fest anschmiegt; dabei bilden die Konturen des ganzen Körpers eine geschlossene Linie. Die präanalen Hautfalten schmiegen sich dicht an die Hinterbeinfalten an; diese erstrecken sich bis zu den kleinen Zehen, deren Enden unter den Ellenbogen verborgen sind; von den Ellenbogen gehen die Hautfalten bis zu den Fingern, die wiederum unter den Kopf geschoben sind. Wenn man ein auf einer Glasscheibe in Ruhestellung sitzendes Tier von unten beobachtet, hat man den Eindruck, als wenn die Körperkonturen einen großen Saugnapf bildeten; in der Tat bildet die Unterseite des Körpers nur eine große klebrige Fläche, die dem Tier das Festhalten erleichtert.

6. Die Haftscheiben, die an den beiden Extremitätenpaaren stark entwickelt sind, haben eine Struktur, die in großen Zügen an die von Schuberg bei *Hyla arborea* beschriebene erinnert. In einer später zu publizierenden Arbeit gedenken wir den Bau und die

Funktionen der Haftscheiben eingehender zu berücksichtigen; hier wollen wir nur betonen, daß der Hauptunterschied zwischen den genannten Organen von *Hyla* und von *Rhacophorus* vor allem in einer verschiedenen Ausbildung des Skelettes und der Lymphgefäße der Extremitäten besteht. Bei *Rhacophorus* ist zwischen dem letzten und dem vorletzten Fingergliede ein Interkalarknöchel eingeschaltet, das bei keiner anderen Froschgattung (mit Ausnahme von *Ixalus*) vorkommt. Der Knochen des letzten Fingergliedes ist gabelförmig. Die Bewegung der beiden letzten Fingerknöchel ermöglicht eine Erweiterung oder eine Zusammenschnürung der Lymphbahnen, was wiederum eine Anschwellung oder eine Erschlaffung der Haftscheiben verursacht. Die angeschwollenen Haftscheiben funktionieren nicht als Saugnäpfe, sondern nur als stark klebrige Flächen; ihre Klebrigkeit wird durch ein fetthaltiges Sekret der zahlreichen Drüsen erhöht.

7. Die Bewegungen des *R. reinwardtii*, die ihm den Namen des „Flugfrosches“ gebracht haben, bestehen bekanntlich darin, daß das Tier während des Sprunges die stark entwickelten Schwimnhäute breit ausspannt und die Extremitäten so an den Körper hält, daß hiedurch sein Umfang stark vergrößert wird. Die Schwimnhäute bilden also eine Art von Fallvorrichtung, welche die Erschütterung des Körpers beim Erreichen der Erde in beträchtlicher Weise mildert. Wir haben aber oft beobachtet, daß *R. reinwardtii* die senkrechte Richtung seiner Fallbewegung durch rasche und kräftige Bewegungen der ausgebreiteten „Flughäute“ in eine schiefe oder sogar spirale verwandelt.

Die breiten „Flughäute“ stellen eine sehr große und dabei klebrige Fläche dar; beim Sprunge auf ein Blatt oder auf einen Stamm erleichtern sie das rasche Ankleben an die glatte Unterlage.

8. Die geschlechtlichen Vorgänge waren bis jetzt bei *Rhacophorus reinwardtii* gänzlich unbekannt; von anderen *Rhacophorus*-Arten wurde nur *R. schlegelii* (Ikeda) eingehender studiert. Die Begegnung der beiden Geschlechter, die Paarung und die Eierablage geschehen regelmäßig auf den Blättern der Sträucher und Bäume. Die Kopulation beginnt am Abend, die Eierablage geschieht am frühen Morgen. Während der Paarung umklammert das Männchen den Leib des Weibchens und läßt sich von demselben auf die Blätter der Bäume tragen. Sobald die Zeit der Eierablage naht, klebt sich das Weibchen mit den Vorderbeinen auf

einem Blatte fest, zieht die Hinterbeine hoch hinauf, so daß seine Fersen über der Analöffnung zu liegen kommen; das Männchen nimmt ebenfalls dieselbe Position an. Sobald ein Ei zusammen mit einer schleimigen Substanz abgelegt wird, beginnen beide kopulierenden Tiere die Hinterbeine gleichzeitig zu bewegen, wodurch der ausgeschiedene Schleim zu Schaum geschlagen wird. Mehrere Eier (bis 90) bilden zusammen mit dem schaumigen Schleime einen Klumpen, der vom Weibchen zwischen den Blättern befestigt wird. In dem Schaumklumpen liegen alle Eier voneinander getrennt; jedes Ei ist von eigener Hülle umgeben. Der anfangs sehr lockere und zähflüssige Schleim wird an der Luft fester; er bildet um die Eier eine Schichte, welche die Wärme schlecht leitet und dieselben wahrscheinlich vor zu starker Insolation schützt. Die chemischen Proben ergaben, daß der Schleim nur eine sehr geringe Menge von Eiweiß enthält; wahrscheinlich kann er also nur eine ganz untergeordnete Rolle bei der Ernährung der sich entwickelnden Eier spielen.

9. Die reifen, unbefruchteten Eier haben einen Durchmesser von 2.85 bis 3.25 mm; sie sind kugelig, gelblich-weiß und haben an dem immer nach oben gekehrten Pol eine kreisrunde, lichtere, wenig Dotter enthaltende Stelle. In der Mitte des lichter Hofes ist eine kleine Einsenkung sichtbar, die wahrscheinlich einer Art von Mikropyle entspricht. Der lichtere Hof stellt den animalen, der gelbliche, dotterreiche Teil den vegetativen Pol des Eies dar.

10. Die Spermatozoiden von *R. reinwardtii* sind sehr lang und erinnern an die von *Pelobates fuscus* oder *Hyla arborea*. Ihr Schwanz besteht aus einem Bündel von feinen Fibrillen, die jedoch nur an leicht gequollenen Exemplaren gut sichtbar sind. In gewöhnlichem, nicht destilliertem Wasser quellen die Spermien sehr rasch; ihr Schwanz rollt sich zusammen, und die Bewegungen hören fast augenblicklich auf. Nur im Eierschleime oder im Blutserum von *Rhacophorus* bleiben sie lange Zeit normal; diese Beschaffenheit hängt wahrscheinlich mit der Art der Kopulation zusammen.

11. Die Furchung der Eier von *R. reinwardtii* weicht sehr beträchtlich von der Art dieses Vorganges bei anderen Anuren ab; nähert sich aber der Furchung des Salamandereies oder der einiger Ganoiden und Dipneusten (*Amia*, *Lepidosteus*). Es ist eine totale, inäquale und auf dem vegetativen Pole so sehr verlangsamte Furchung, daß sie ein Bild der partiellen Furchung vortäuschen kann.

Die erste Furche, die sich etwa nach 100 Minuten nach der Eiablage bildet, geht durch den oberen Pol des Eies quer durch und erstreckt sich zuerst nur bis zur Grenze des animalen Teiles. Sehr langsam geht sie nachher auf den vegetativen Teil des Eies über; ehe sie aber die untere Hälfte des Eies erreicht, entsteht schon an ihren beiden Seiten eine zweite Furche. Diese steht senkrecht zu der ersten; die beiden Teile derselben berühren oft die erste Furche nicht an einer und derselben Stelle, so daß dadurch ein schiefes Kreuz entstehen kann. Der zweiten Furche parallel und senkrecht zur ersten bilden sich die dritten Furchen, die in gleichen Abständen und zu beiden Seiten der zweiten entstehen. Die Enden der dritten Furchen teilen sich gabelförmig und eine Abzweigung derselben berührt die zweite Furche. Auf diese Weise werden am oberen, animalen Pol des Eies vier Zellen abgegrenzt. Wenn man die erste und die zweite Furche als meridional bezeichnet und alle die kleinen Furchen, die die vier Zellen äußerlich abgrenzen, gemeinsam als eine Furche betrachtet, so muß man dieselbe als eine latitudinale ansehen. Der dritten Furche parallel werden jetzt neue kleine Furchen gebildet, die zusammen eine zweite Reihe von vier Zellen um den animalen Pol abgrenzen. Zu gleicher Zeit erstreckt sich aber nur die erste Furche bis zum vegetativen Pol.

Sehr oft treten schon bei der Entstehung der zweiten Furche Unregelmäßigkeiten in der Furchung auf, die nachher zur Bildung ungleich großer Zellen um den animalen Pol führen können. Diese Bilder sind jedoch nicht als pathologisch zu betrachten, denn auch aus solchen Eiern können sich normale Larven entwickeln.

Die weitere Furchung verläuft sehr kompliziert, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann; sie führt zur Bildung von mehreren kleinen Zellen auf dem animalen Pol, wogegen auf dem vegetativen sich nur einige sehr große Zellen abgrenzen.

12. Schon in diesem Stadium, wo sich nur etwa 40 Zellen auf dem animalen Pole gebildet haben, ist die erste Andeutung der Furchungshöhle sichtbar; von dem Momente an beginnt das Umwachsen des vegetativen Eiteiles durch die sich stets vermehrenden Zellen des animalen Poles. Dieser Vorgang führt zur Bildung von Blastula und in weiterer Entwicklung zur Gastrulation; die beiden Prozesse, die nur auf Grund eines genauen Studiums der Schnittserien verständlich werden, sollen erst in unserer definitiven Arbeit näher besprochen werden.

13. Die erste Andeutung des sich später auf der Oberfläche des Eies entwickelnden Embryos entsteht als eine lichte Linie, die mit einem Ende den Gastrulamund berührt; bald nach seinem Erscheinen werden an seinem anderen Ende die Anlagen der späteren Gehirnblasen sichtbar. Von diesem Augenblicke an geht die weitere Entwicklung sehr rasch vor sich; die Gehirnblasen heben sich stark von der Oberfläche des Eies ab, die Kiemenbogen werden angedeutet; nach der Schließung des Urmundes rundet sich der hintere Teil des Embryos ab und beginnt sich vom Eidotter abzuheben; zu derselben Zeit werden die ersten Myomere sichtbar. Der Embryo liegt immer auf der Oberfläche des Eies und erinnert sehr an die Embryonen mancher Ganoiden und Dipnoër. Hand in Hand mit der Vermehrung der Myomeren hebt sich der hintere Teil des Embryos gänzlich vom Dotter ab und wird zum langen Schwanz. Dieser ist immer nach der linken Seite um den Dotter gebogen; dadurch wird die Analöffnung nach rechts verschoben, was für die Larven aller Arten von *Rhacophorus* charakteristisch ist. Der Kopf wächst sehr stark und rasch; unmittelbar darunter bildet sich die erste Anlage des Herzens, in welches die sich gleichzeitig auf dem Dotter bildenden Venen von beiden Seiten münden. Endlich ist auf einem großen Dottersacke eine Kaulquappe gebildet, die sehr lebhaft an Fischembryonen erinnert; sie bewegt sich in den Eihüllen und kann diese schließlich zerreißen. Auf diese Weise gelangt die Froschlarve in den die Eier umgebenden Schleim; nach einiger Zeit erscheinen die ersten Pigmentzellen an ihrer Oberfläche und in diesem Stadium ist sie gewöhnlich schon zum Leben im freien Wasser fähig.

14. Das Tempo der Entwicklung des *R. reinwardtii* ist sehr schnell. Die erste Furche entsteht in 1 Stunde 40 Min. bis 2 St. nach der Eiablage, die zweite Furche nach 2 St. 45 Min., die dritte nach 3 St. 15 Min., die vierte nach 4 Stunden. Nach 20 St. ist die erste Anlage des Embryos als ein Streifen sichtbar, nach 40 St. sieht man schon alle Gehirnblasen, nach 50 St. sind die ersten Myomere schon gebildet, nach 70 St. sieht man schon die Kiemenbogen, nach 80 St. ist der Schwanz der Larve schon vom Dotter abgetrennt und nach 96 St. kann die schon gebildete Kaulquappe die Eihüllen verlassen. Nach 120 Stunden, d. i. am fünften Tage nach der Eiablage ist die Larve zum Leben im Freien befähigt.

Die so sehr rasche Entwicklung von *R. reinwardtii* hängt wahr-

scheinlich nicht nur von der guten Ernährung der mit reichem Dotter versehenen Larven, sondern auch von der hohen Temperatur ab, in der die Entwicklung normalerweise vor sich geht.

15. Wie oben gesagt, gelangen die Larven nach dem Zerreißen der Eihüllen in den sie umgebenden Schleim. Dieser wird während des Ausschlüpfens der Larven aus dem Ei teilweise verflüssigt, so daß die Larven den Eiballen verlassen können, gewöhnlich aber spielt bei der Befreiung der Larven aus dem Schleimschaume der Regen eine wichtige Rolle; der Schleim wird durch Regenwasser erweicht und teilweise verflüssigt und die Larven können von den Wasserströmen abgespült werden. Nur ein kleiner Teil der die Eiballen verlassenden Larven gelangt ins Wasser, wo die weitere Entwicklung stattfindet; ein großer Teil geht wieder durch Austrocknen zugrunde.

16. Im freien Wasser schreitet die Entwicklung der Larven nur langsam fort; bis zur Ausbildung der ersten Anlage der Hinterbeine vergehen 90 Tage; bis zur Entstehung der Zehen sind gegen 110 Tage nötig. Das Tempo der Entwicklung in den späteren Stadien scheint von der Ernährungsweise der Larven abzuhängen.

17. Das ganze Leben von *Rhacophorus reinwardtii* Boie, sein Körperbau, die Art und Weise der geschlechtlichen Vorgänge, die Beschaffenheit der Eier und der Spermatozoiden und endlich die Entwicklungsweise bilden eines der schönsten Beispiele der Anpassung an das Leben auf den Bäumen, wie sie sehr oft in den tropischen Gegenden beobachtet werden kann.

Buitenzorg (Java), 25. Mai 1908.

56. *Wpływ przyspieszenia odśrodkowego na rozwój zarodków żaby. — Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime.* Mémoire de Mme **B. KONOPACKA**, présenté par M. K. Kostanecki m. t.

(Planches XXV, XXVI et XXVII).

Einleitung.

Die ersten Anfänge der Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Entwicklung der Froscheier sind bei Pflüger zu

suchen (45—47). Es stand fest, daß die Achse des befruchteten Eies eine zum Horizont senkrechte Lage einnimmt, d. h. mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfällt. Pflüger wollte sich nun überzeugen, ob dieselbe einen Einfluß auf den Bau und die Entwicklung des Eis ausübt. Zu diesem Zweck versetzte er die Eier in eine Zwangslage und zwar derart, daß deren Achse, die den animalen Pol mit dem vegetativen verband, nicht in der Richtung der Schwerkraft verlief. Es stellte sich heraus, daß die erste Furche, ganz unabhängig von der Lage der Eiachse, senkrecht gerichtet war und je nach der Lage der Achse Winkel von verschiedener Größe mit derselben bildete. Im weiteren Verlauf des Furchungsprozesses ging die Teilung der oberen Eipartie viel schneller von statten als die der unteren, und die Medianebene eines aus einem solchen Ei sich entwickelnden Embryos hatte gleichfalls eine senkrechte Lage.

Aus diesen Tatsachen zog Pflüger den Schluß, daß sowohl der Verlauf des Furchungsprozesses als auch die Stellung der Medianebene des Embryos von der Schwerkraft abhängig seien und diese somit ein gestaltendes Moment in der Entwicklung bilde.

Die weiteren Forschungen haben jedoch gezeigt, daß die Resultate der Pflügerschen Arbeit anders gedeutet werden müssen. Schon im folgenden Jahre hat Born (1), welcher die Experimente Pflügers wiederholte und die Durchschnitte der von der senkrechten Richtung divergierenden Eier untersuchte, gefunden, daß unter der äußeren Rindenschicht, welche unverändert bleibt, in dem Ei selbst eine Umordnung der Bestandteile stattfindet, indem die leichtere Plasmasubstanz nach oben steigt, während das schwerere Deutoplasma nach unten sinkt. Auf diese Weise hat Born gezeigt, daß Pflüger diejenigen Vorgänge, welche in anormal zur Schwerkraftsrichtung gelagerten Eiern sich abspielen, nicht berücksichtigt hat, und daß somit diese scheinbare Abhängigkeit des Entwicklungsprozesses von der Wirkung der Schwerkraft darauf zurückzuführen ist, daß die Froscheier aus verschiedenen Substanzen bestehen, die sich in ihren spezifischen Gewichten wesentlich voneinander unterscheiden und durch die Wirkung der Schwerkraft übereinandergeschichtet werden. Definitiv ist diese Frage von Roux (48) gelöst worden. Um die gestaltende Wirkung der Schwerkraft auszuschalten, ließ er die Entwicklung der Froscheier unter solchen Bedingungen von statten gehen, daß die Eier fortwährend ihre Lage zur

Schwerkraftsrichtung ändern mußten. Er brachte die Eier auf eine Zentrifuge, die um eine horizontale Achse drehbar war. Die Zahl der Umdrehungen, sowie der Radius waren so gewählt, daß die Zentrifugalkraft auf die Eier keinen Einfluß ausübte und die Eier während des Rotierens stetig ihre Lage änderten. Ein anderer Versuch wurde bei einem größeren Radius vorgenommen, wobei die Längsachse der Eier beim Rotieren mit der Richtung der Zentrifugalkraft zusammenfiel. Sowohl bei dem ersten, wie auch bei dem zweiten Versuch ging die Entwicklung in vollständig normaler Weise vor sich. Eine weitere Versuchsreihe hat Roux in der Weise angestellt, daß er auf der Zentrifuge zur Hälfte mit Wasser gefüllte Reagensgläser befestigte und in diese die Eier brachte. Beim Rotieren floß das Wasser mit den Eiern während jeder Umdrehung zweimal von einem Ende des Reagensrohres zum anderen, so daß sich dieselben auf diese Weise ununterbrochen in unregelmäßiger Bewegung befanden und somit weder die Schwer- noch die Zentrifugalkraft irgend eine konstante gestaltende Wirkung auf sie ausüben konnten. Trotzdem verlief ihre Entwicklung ganz normal. Aus diesen Versuchen zog Roux den Schluß, daß die Schwerkraft für die Entwicklung der Froscheier nicht unbedingt notwendig sei und daß sie auf dieselben keinen gestaltenden Einfluß ausübe.

Diese Anschauungen Roux' bekämpfte O. Schultze (57—59, 62—64), der die Schwerkraft als einen für die Entwicklung unbedingt notwendigen Faktor hinstellte. Doch sowohl seine, wie auch Moszkowskis (42, 43) Ansichten, daß die Schwerkraft bei den Froscheiern eine doppelseitige Symmetrie verursache, wurden endgültig durch die Versuche Kathariners (21, 22), Roux' (54) und Morgans (29) widerlegt.

Neben den oben zitierten Arbeiten, die die Frage nach der unbedingten Notwendigkeit der Schwerkraft für die Entwicklung der Froscheier zu lösen suchten, gibt es eine ganze Reihe von anderen interessanten Arbeiten über den Einfluß der Schwerkraftwirkung. Da nun die Zentrifugalkraft auf den Inhalt des Eis denselben Einfluß ausübt wie die Schwerkraft, so ließen sie auf die Froscheier eine Zentrifugalkraft einwirken, die die Schwerkraft beträchtlich überwog. Begonnen wurden diese Versuche von Hertwig (18) im Jahre 1898. Er brachte die Eier 3 Stunden nach der Besamung, d. h. unmittelbar vor dem Auftreten der ersten Furche, auf eine Zentrifuge von 147 Umdrehungen in einer Minute und einem Ra-

dius von 14—40 cm und setzte sie 24 und mehr Stunden der rotierenden Bewegung aus. Eier, welche auf einer Zentrifuge von 40 cm Radiuslänge rotiert wurden, starben schon am nächsten Tage ab, während andere, die einer geringeren Schwingkraft ausgesetzt waren, entwicklungsfähig blieben und eine meroblastische Furchung aufwiesen. An Schnittflächen solcher Eier konnte man sehen, daß sie sich anfänglich holoblastisch gefurcht hatten, da sich am vegetativen Pol noch 1—2 Furchen erkennen ließen. Später traten die Teilungsprozesse nur am animalen Pol auf, wo sich eine Zellenscheibe bildete. Unter dieser Scheibe lag eine Plasmaschicht, in welcher Kerne zerstreut waren. Hertwig betrachtet diese als analog mit der Merocyten-schicht der Vogeleier. Bei anderen Versuchen brachte Hertwig die Eier auf die Zentrifuge gleich nach der Besamung. Es hat sich herausgestellt, daß sie in diesem Falle in viel höherem Grade beschädigt wurden, als diejenigen, welche in einer späteren Periode auf die Schwungmaschine kamen. Nach 24 Stunden zeigte ihr Bau tiefgreifende Veränderungen. Am animalen Pol sah man eine kleine Zellenscheibe, unter dieser befand sich eine homogene Plasmaschicht, die durch eine große Menge von Pigment charakterisiert war. Den ganzen Rest — $\frac{3}{4}$ des Eivolumens — nahm gleichfalls undifferenziertes Deutoplasma ein. Solche Eier waren einer weiteren Entwicklung nicht mehr fähig.

Bei minder beschädigten Eiern, wie auch bei denjenigen, welche drei Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht wurden, ging die Entwicklung weiter vor sich. Die Gastrulation hat in dem gefurchten Teil des Keimes stattgefunden und aus dieser Entwicklung resultierten Embryonen mit großem Dotterpfropf im Blastoporus. Hertwig gibt weiter an, daß man auch auf ganz normale Entwicklung rechnen kann, wenn nur das Zentrifugieren rechtzeitig eingestellt wird.

Die Ergebnisse dieser Experimente erklärt Hertwig durch die Annahme, daß unter dem Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung die Differenzierung der Eisubstanzen bedeutend genauer als unter dem Einfluß der Schwerkraft erfolgt: Die Dotterkörnchen von größerem spezifischem Gewicht sammeln sich auf dem vegetativen Pol an, so daß der animale Pol dotterfrei erscheint und in seiner Nähe sich nur das Hyaloplasma sammelt. Da auch die Kerne, deren Substanz sich durch geringeres spezifisches Gewicht auszeichnet, in die Nähe des animalen Poles verlagert werden, wird infolge dieser Um-

ordnungsvorgänge in den Keimbestandteilen der holoblastische in diskoidalen Furchungstypus geändert.

Morgan (30) hat die Eier im 2., 4. 128. Blastomerenstadium auf die Zentrifuge gebracht und ließ sie 7—10 Stunden rotieren. Die zentrifugale Beschleunigung betrug 7, 13, 19 g^1). Die Entwicklung verlief nicht normal. Morgan konnte an diesen Embryonen verschiedene Defekte feststellen. Aus solchen Keimen sah er die Embryonen mit Spina bifida, seitliche, vordere, Spinal-Halbembryonen u. s. w. herkommen. Da es aber keine speziellen Abnormitäten waren, die lediglich auf die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung zurückzuführen wären, sondern genau solche, wie sie von anderen Forschern infolge von mechanischen oder chemischen Einwirkungen erhalten wurden, so schloß Morgan daraus, daß die zentrifugale Beschleunigung keine irgendwie gestaltende Rolle spielt, sondern vielmehr auf die untere Hemisphäre der Eier vernichtend einwirkt, so daß sich diese infolgedessen zu Halbembryonen oder zu Embryonen mit Spina bifida entwickeln.

Mit dem Studium des Einflusses der Zentrifugalkraft auf unbefruchtete Eier haben sich näher Hertwig (19) und Wetzell (65) befaßt²).

In den bisher besprochenen Arbeiten waren die Veränderungen in der Struktur der zentrifugierten Eier nicht berücksichtigt. Ihre Erforschung verdanken wir Gurwitsch (12), welcher Wassermolch- und Froscheier der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung aussetzte, dadurch die Struktur des Plasmas veränderte und die Restitutionsfähigkeit derselben untersuchte. In der ersten Versuchsreihe brachte er Wassermolcheier auf die Zentrifuge und ließ sie 4—5 Stunden lang rotieren. Die bei diesen Versuchen angewandte Zentrifugalkraft war gering. Nach dem Zentrifugieren fanden sich am animalen Pol keine Dotterkörnchen mehr vor, sondern nur eine einheitliche Plasmamasse. Trotzdem aber die Dotterkörnchen von hier aus gewaltsam entfernt worden waren, ließ sich dennoch keine Spur von früherer Plasmastruktur nachweisen. Im Gegenteil, das Plasma zeigte eine schön ausgebildete netzartige Struktur. Daraus folgert Gurwitsch, daß das Plasma während des fünfständigen schwachen Rotierens die Möglichkeit und auch Zeit

¹) Mit g wird überall die Beschleunigung der Schwerkraft bezeichnet.

²) Auf diese Arbeiten werden wir weiter unten noch näher eingehen.

genug hatte, die durch das Zentrifugieren veränderte Struktur wiederherzustellen. In seinen weiteren Versuchen unterwarf Gurwitsch die Froscheier der Wirkung einer sehr starken zentrifugalen Beschleunigung eine Viertelstunde lang. Dabei trat eine Differenzierung des Eiinhalts in drei Schichten auf, an der Spitze des Eis sammelte sich eine Flüssigkeit, die er nach Bütschli „Enchylemma“ nennt, darunter befand sich eine kompakte Plasmamasse und in der vegetativen Hemisphäre die Dotterkörnchen. Im Verlauf von 24 Stunden wird die Struktur solcher Eier von neuem restituiert (vergl. Gurwitsch), die Eier furchen sich und sind im Blastulastadium bereits vollständig geteilt; nur der animale Pol bleibt auch weiterhin frei von Dotterkörnchen. Auf Grund dieser Versuche gelangt Gurwitsch zu dem Schluß, daß man das Ei-plasma auf mechanischem Wege von den Dotterkörnchen befreien und es eines großen Teiles der Flüssigkeit berauben kann, ohne daß dessen Lebensfähigkeit dadurch beeinträchtigt wird. Die in dem beschädigten Plasma stattfindenden Restitutionsprozesse beruhen darauf, daß das Protoplasma die vorher verdrängte Flüssigkeit wieder resorbiert und auf diese Weise weniger konsistent wird. Gurwitsch ist der Meinung, daß diese Tatsachen erst dann verständlich werden, wenn wir annehmen, daß dem Ei-plasma der flüssige Aggregatzustand zukommt. Bei den Regulationsvorgängen wird eine Neuorganisation des Protoplasmas erlangt, „welche mit der Beschaffenheit des gewöhnlichen natürlichen Protoplasmas der dotterfreien Keimscheiben ganz identisch ist und unbedingt als feinwabig im Sinne Bütschlis aufgefaßt werden muß. Es muß daraus gefolgert werden, daß letztere Struktur nicht die eigentliche vitale, d. h. die notwendige Grundlage der vitalen Eigenschaften der betreffenden Zelle ist, sondern ihrerseits Erzeugnis einer uns unbekanntem ultramikroskopischen Beschaffenheit des Plasmas ist“.

Der Einfluß einer kurzandauernden, starken Zentrifugalkraft auf die Eier unmittelbar nach ihrer Besamung ist in der letzten Zeit von Morgan (40) an Froscheiern und von Lyon (25) an Eiern von Seesternen untersucht worden. Aus diesen Arbeiten geht hervor, daß unter der Einwirkung einer starken Zentrifugalkraft sich die verschiedenen Eisubstanzen je nach ihrem spezifischen Gewicht schichtenweise übereinanderlagern. Morgan brachte die Eier auf die Zentrifuge bald nach ihrer Besamung. Die Zahl

der Umdrehungen betrug 1600 in der Minute, die Entfernung vom Zentrum betrug $11\frac{1}{2}$ cm, die Zeit, während der die Eier zentrifugiert wurden, 2—10 Minuten. Nach dem Zentrifugieren konnte man in den Eiern drei Schichten unterscheiden: das gelbe Plasma am animalen Pol, einen Pigmentstreifen in der Äquatorialzone und das weiße Deutoplasma am vegetativen Pol. Die Furchung dieser Eier hat sich von dem normalen dadurch unterschieden, daß die dritte Furche, welche bekanntlich bei der normalen Furchung horizontal verläuft, bei den Versuchsobjekten wie die zwei ersten Furchen vertikal steht. Erst die vierte Furche verlief wagerecht. Solche Eier entwickelten sich zu normalen Embryonen, die nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend charakterisiert waren. Stärker beschädigte Eier lieferten Embryonen, bei denen Defekte in dem vorderen Teil des Nervensystems auftraten.

Sowohl Hertwig (18) (wenigstens, was seine erste Arbeit anbelangt), als auch Morgan (30) ließen die Eier längere Zeit hindurch auf der Zentrifuge liegen, so daß sich dieselben unter dem Einfluß der auf sie einwirkenden zentrifugalen Beschleunigung entwickeln mußten. Veränderungen in den frühesten Entwicklungsstadien wurden von ihnen gar nicht untersucht. Es steht also nicht fest, ob das Ergebnis ihrer Untersuchungen das Resultat der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf ein ganz bestimmtes Entwicklungsstadium war — und auf welches —, oder ob dieses Ergebnis davon abhängig war, daß die Eier während ihres Entwicklungsganges überhaupt zentrifugiert wurden.

In vorliegender Arbeit, deren Thema ich Herrn Prof. Emil Godlewski iun. verdanke und die ich unter seiner Leitung ausgeführt habe, will ich mich darum damit befassen, die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die einzelnen Frühstadien der Entwicklung bezüglich ihrer zeitlichen Grenzen genau zu bestimmen und festzustellen, welchen Einfluß das Zentrifugieren der Eier in einem jeden dieser Stadien auf ihren weiteren Entwicklungsgang ausübt.

Der Einfluß auf eines dieser Stadien, und zwar auf die Eier unmittelbar nach ihrer Besamung ist allerdings bereits von Morgan (40) untersucht worden. Da es sich aber gezeigt hat, daß das Zentrifugieren der Eier in diesem Stadium keinen Einfluß auf den weiteren Entwicklungsverlauf ausübt, so war es um so mehr nötig

zu untersuchen, auf welches Stadium man einwirken muß, um bestimmte Veränderungen hervorzurufen.

Aus den Ergebnissen der Arbeit von Gurwitsch würde hervorgehen, daß in den Versuchen Hertwigs (18) und Morgans (30) die Regulation in den Eiern bei langanhaltendem, langsamem Rotieren noch während der Wirksamkeit der Kraft stattfindet. Darum wäre es von großer theoretischer Bedeutung zu erfahren, ob eine kurze Einwirkung einer starken zentrifugalen Beschleunigung auf das lebende Ei denselben Einfluß ausübt, wie die langanhaltende und langsame, und zwar bei derselben Beschränkung auf nur ein Entwicklungsstadium. Weiterhin drängt sich bei der Beobachtung der Regulierungsprozesse die Frage auf, ob die Regulierungsfähigkeiten der Eier, welche beim Zentrifugieren beschädigt wurden, mit den Entwicklungsprozessen zusammenhängen, oder ob sie nur auf einer mechanischen Umordnung der kleinen Eielemente beruhen. Um also die Abhängigkeit der Regulierungsprozesse von den Entwicklungsprozessen festzustellen, wurde die Entwicklung der beim Zentrifugieren beschädigten Eier bei verschiedenen Temperaturen untersucht, und zwar auf Grund der Tatsache, daß das Tempo der Entwicklungsprozesse von der Temperatur abhängig ist.

Arbeitsmethoden.

Die Untersuchungen wurden im Frühjahr 1906 und 1907 ausgeführt. Als Material verwendete ich Eier von *Rana fusca*, welche in Glasgefäßen oder auf Objektträgern künstlich befruchtet wurden.

Um die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung nur auf ganz bestimmte Stadien zu beschränken, wandte ich bei meinen Versuchen folgende zwei Methoden an: die erste beruhte auf langandauerndem und langsamem Zentrifugieren der Eier, deren Entwicklungstempo künstlich verlangsamt war, die zweite auf starker Rotation von kurzer Dauer.

Bei der ersten Methode benutzte ich zum Zweck der Verlangsamung des Entwicklungstempos die Erniedrigung der Temperatur, wobei ich von der längst bekannten Tatsache ausging, daß die Entwicklung sowohl der tierischen wie auch der pflanzlichen Organismen in niedrigen Temperaturen bedeutend langsamer verläuft, als in höheren.

Mit dem Einfluß niedriger Temperaturen auf die Entwicklung von Froscheiern haben sich O. Hertwig (17) und O. Schultze

(60, 61) beschäftigt. Hertwig hebt hervor, daß die Empfindlichkeit der Eier gegen niedrige Temperaturen in verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden ist und daß sich die Eier gleich nach der Befruchtung erst in einer Temperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ ohne Nachteil entwickeln können. Ebenso hat auch Schultze gezeigt, daß eine Temperatur von $0-1^{\circ}\text{C}$ auf Eier, die soeben befruchtet worden sind, einen nachteiligen Einfluß ausübt, daß jedoch Eier, die sich 14 Tage lang in dieser Temperatur entwickelt hatten, sich vollständig erholen und normal weiter entwickeln können, wenn sie in Zimmertemperatur gebracht werden. Beide Autoren stimmen auch darin überein, daß durch eine Temperaturerniedrigung bis zu 0°C die Entwicklung der Eier nicht völlig aufgehoben, dagegen in erheblichem Maße verzögert werden kann.

Indem ich bei meinen Versuchen von der Temperaturerniedrigung Gebrauch machte, stützte ich mich teilweise auf die von den beiden angeführten Autoren erhaltenen Ergebnisse, teilweise habe ich auch selbst einige Kontrollversuche ausgeführt, in denen ich den Einfluß von niedrigen Temperaturen auf die Entwicklung der Froscheier studierte. Da aus den oben zitierten Arbeiten hervorgeht, daß eine Temperatur von $0-1^{\circ}\text{C}$ einen schädlichen Einfluß auf die Eier ausübt und da es mir ferner nur darum zu tun war, eine beträchtliche Verlangsamung des Entwicklungstempos herbeizuführen, so habe ich in meinen Versuchen die Temperatur nicht bis zu 0° , sondern nur bis zu $2-3^{\circ}\text{C}$ erniedrigt. Wie es sich herausgestellt hat, konnten sich die Eier in diesen Temperaturen entsprechend langsamer aber vollständig normal entwickeln. Ubrigens beließ ich bei den Versuchen über die Wirkung der Zentrifugalkraft die Eier nur gegen 5 Stunden in dieser Temperatur, später brachte ich sie in Zimmertemperatur. Um Sicherheit zu erlangen, daß das Stehenlassen der Eier während dieser Zeit in einer Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$ keinen nachteiligen Einfluß auf die Entwicklung ausübt, stellte ich bei jedem Versuche gleichzeitig zwei Kontrollversuche mit nichtzentrifugierten Eiern an: eine Portion der letzteren befand sich in Zimmertemperatur, während die andere der Versuchstemperatur von $2-3^{\circ}$ ausgesetzt war. Sobald also im Hauptversuch die Eier bei einer Temp. von $2-3^{\circ}\text{C}$ auf die Zentrifuge gebracht wurden, stellte ich gleichzeitig zum Kontrollversuch eine gleiche Portion in einen Thermostaten, in dem gleichfalls eine Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$ herrschte, und ließ sie dort so lange stehen,

als das Zentrifugieren andauerte. Darauf wurde sowohl die Hauptversuchs- wie auch die Kontrollprobe zur weiteren Entwicklung in eine Temperatur von $12-15^{\circ}\text{C}$ gebracht. Indem ich auf diese Weise neben den rotierten Eiern gleichzeitig eine Kontrollprobe normaler Eier nacheinander denselben Temperaturen aussetzte, war ich in der Lage festzustellen, ob die Veränderungen, welche bei der Entwicklung der rotierten Eier zutage traten, eine Folgeerscheinung der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung waren, oder ob auch daneben Erscheinungen zur Geltung kamen, die als Resultat der Temperaturniedrigung aufgefaßt werden mußten.

Die Entwicklungsverzögerung, die ich durch eine solche Erniedrigung der Temperatur erhalten habe, war ziemlich beträchtlich. Setzte ich z. B. die Eier gleich nach ihrer Besamung der Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$ aus, so trat die erste Furche nicht wie bei der Temperatur von $12-15^{\circ}\text{C}$ nach 3 Stunden, sondern erst nach 5—6 Stunden ein. Zum Zentrifugieren der Eier bei niedriger Temperatur bediente ich mich folgender Vorrichtung. In einen mit Eis gefüllten Blechkasten stellte ich ein mit einem Deckel versehenes Glasgefäß, sodaß es ganz von Eis umgeben war, und in dieses brachte ich die auf Objektträgern liegenden Eier. Jedes Gefäß faßte mehrere solche Gläser, die auf Glasuntersätzen übereinander aufgestellt waren. Die Temperatur im Innern der Glasgefäße betrug $2-3^{\circ}\text{C}$. Der Blechkasten war auf der Drehscheibe in folgender Weise befestigt: An die Scheibe schraubte ich einen Holzrahmen an, welcher eine Achse trug. Auf dieser war der Blechkasten beweglich angebracht, so daß die Achse durch den oberen Teil des Kastens unmittelbar unter dem Deckel lief und das Gleichgewicht labil war. Während des Rotierens drehte sich der Kasten um diese Achse um 90° und auf diese Weise lagen die Eier, welche auf ihren Glasuntersätzen dem Boden des Gefäßes parallel ruhten, mit ihrer Längsachse in der Richtung der Zentrifugalkraft.

Während des Rotierens stieg die Temperatur im Innern der Gefäße schon nach $\frac{3}{4}$ Stunden und das geschmolzene Eis mußte durch frisches ersetzt werden. Aus diesem Grunde mußte das Zentrifugieren während jedes Versuches mehrere Male unterbrochen werden, was leider die Genauigkeit der Versuchsergebnisse bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigte.

Die Zentrifuge wurde durch einen Heißluftmotor betrieben. Die maximale Tourenzahl, die sich erzielen ließ, betrug 210 in der Mi-

nute, und diese Geschwindigkeit wurde durchwegs bei den Versuchen angewandt. Die Umdrehungszahl wurde mittels eines besonderen Tourenzählers gemessen. Die Größe der zentrifugalen Beschleunigung berechnete ich nach folgender Formel, deren sich auch Roux (48) in seiner Arbeit bedient.

Die Beschleunigung $v = \frac{4 \pi^2 r}{t^2}$, wo r den Radius der beschriebenen Kreisbahn, t die Umlaufszeit bedeutet. Wenn wir t durch n ausdrücken, wo n die Tourenzahl bedeutet, so ist

$$t = \frac{1}{n} \text{ daher: } v : g = 4 \pi^2 r n^2 : g.$$

$$\text{Setzen wir: } \frac{v}{g} = x, \text{ so ist } x = \frac{4 \pi^2 r n^2}{g}.$$

x ist ausgedrückt in Einheiten der Schwerkraft. Bei den Versuchen wählte ich einen Radius von 18—24 cm, so daß die Zentrifugalkraft das 10- und 12-fache der Schwerkraft betrug.

Bei der zweiten Methode benutzte ich eine Handzentrifuge, auf der sich bis 1600 Umdrehungen in der Minute erzielen ließen. Der Radius betrug 4—11 cm. Die Größe der Zentrifugalkraft wurde nach derselben Formel berechnet. Sie betrug im Innern der Glasröhren, in denen sich meist die Eier befanden, 228 g . — An der Achse der Zentrifuge waren 2 Metallröhrchen angebracht, die während des Rotierens eine wagerechte, mit der Richtung der Zentrifugalkraft übereinstimmende Lage einnahmen.

Die Eier legte ich auf Objektträger und brachte diese in mit Wasser gefüllte Reagensgläser, welche in den Metallröhren steckten. Während des Zentrifugierens drehten sich die Eier in den aufgequollenen Gallerthüllen und stellten sich mit ihrer Längsachse in die Richtung der Zentrifugalkraft ein. Der animale Pol war der Achse der Zentrifuge zugekehrt.

Die Präparate aus den Versuchsobjekten wurden nach folgendem Verfahren gemacht: Die Eier wurden in Perenyi'scher Flüssigkeit fixiert und mit Alkohol von verschiedener Konzentration — mit 30% angefangen — behandelt. Die Häute wurden in 80% Alkohol abgenommen. Zum Färben der Schnitte benutzte ich eine Mischung von Wasserblau und Eosin. Die Kerne färbten sich blau, die Dotterkörnchen im Plasma rot mittels Eosin, das Protoplasmanetz blau. Diese Methode war insofern sehr praktisch, als sich die Kerne schon in den früheren Entwicklungsperioden vorzüglich färb-

ten, was sich bei Benutzung von Hämatoxylin nicht erreichen läßt; gleichzeitig kam auch die Differenzierung der Substanz, wie sie bei der Zentrifugierung auftritt, sehr deutlich zur Geltung.

Die Versuche über den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf die einzelnen Entwicklungsstadien der Froscheier teilte ich in mehrere Serien, bei denen beide Methoden zur Anwendung kamen. In der ersten Serie untersuchte ich den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf unbefruchtete Eier, in Serie II den Einfluß auf befruchtete, aber noch nicht gefurchte, in Serie III auf Eier im Stadium zweier Blastomeren, in Serie IV auf solche im Stadium von 8 Blastomeren. Beim Studium der Regulationsprozesse, die in zentrifugierten Eiern auftraten, benutzte ich zum Teil diejenigen Ergebnisse, die ich bei den Versuchen über den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung erhalten habe, zum Teil führte ich einige spezielle Versuche aus, wobei ich mich der beiden vorigen Methoden bediente. Um den Einfluß der Temperatur auf die Regulationsprozesse zu untersuchen, setzte ich die rotierten Eier vier verschiedenen Temperaturen aus. Die niedrigste betrug 4—5° C, da ein längeres Verweilen in einer Temperatur von 2—3° C möglicherweise die Entwicklung beeinträchtigen konnte. Eine zweite Eierportion brachte ich in einen Thermostaten, der auf 10° C gestellt war, der dritte Teil war im Zimmer aufgestellt, wo die Temperatur 12—15° C betrug, der vierte endlich in einem Thermostaten mit einer konstanten Temperatur von 20° C. Neben jeder Portion zentrifugierter Eier war eine Kontrollportion nicht zentrifugierter der Einwirkung derselben Temperatur unterworfen.

I. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf nichtbefruchtete Eier.

Schon in der Einleitung habe ich der Arbeiten Hertwigs (19) und Wetzels Erwähnung getan, die sich mit dem Einfluß der Zentrifugalkraft auf nicht befruchtete Eier befaßt haben. Die beiden angeführten Autoren bedienten sich einer Zentrifuge, die bei 40 cm Radiuslänge 300 Umdrehungen in der Minute machte, und zentrifugierten die Eier 3½ Stunden lang. Die Eier waren auf der Zentrifuge in Zwangslage angebracht und ihre Richtung genau orientiert. Ein Teil war während des Zentrifugierens mit dem animalen Pol der Zentrifugenachse zugekehrt; solche Eier furchten sich nach der Besamung und entwickelten sich zu Embryonen mit

Spina bifida. In anderen Versuchen war der vegetative Pol der Zentrifugenachse zugekehrt. Nach der Befruchtung entwickelten sich diese Eier, doch sie drehten sich nicht um und blieben mit ihrer hellen vegetativen Hemisphäre nach oben gerichtet. Die Furchung zeigte sich zuerst am hellen Pol, der sich auch fernerhin viel rascher furchte, als der dunkle, nach unten gerichtete Pol, so daß in der Blastula die hellen Zellen bedeutend kleiner waren als die dunklen. Es zeigte sich somit eine Umkehrung des Furchungsprozesses.

In dieser Versuchsreihe mit unbefruchteten Eiern mußte ich die Methode, die ich bei Eiern in anderen Entwicklungsstadien anwandte und die ich im methodischen Teile beschrieben habe, ein wenig abändern. Es handelte sich nämlich darum, die Eier in ihren möglichst normalen Daseinsbedingungen der Wirkung der Zentrifugalkraft auszusetzen. Darum nahm ich die Eier aus dem Frosch nicht heraus, sondern tötete ihn und brachte ihn auf eine Zentrifuge mit 210 Umdrehungen in der Minute, wobei die Zentrifugalkraft je nach der Länge des Radius das 12- bis 15-fache der Schwerkraft betrug. Bei Benützung einer Handzentrifuge mit 1500 Umdrehungen in der Minute, auf deren Scheibe der ganze Frosch nicht Platz finden konnte, legte ich auf dieselbe die Eier in dem unterbundenen Eierstock. Sofort nach dem Aufhören des Rotierens wurden die Eier besamt.

In der ersten Versuchsreihe mit unbesamten Eiern benutzte ich eine Zentrifuge mit 210 Umdrehungen in der Minute. Die Eier wurden im Frosch 5 Stunden lang zentrifugiert. Nach der Besamung verblieb ein Teil der Eier nicht umgedreht, so daß die vegetative Halbkugel wenigstens zum Teil nach oben gerichtet war.

Aus der Beobachtung der weiteren Entwicklung dieser Eier ergab sich, daß die erste Furche in normaler Zeit erschien. Die nicht umgedrehten Eier furchten sich gleichfalls und gerade bei diesen, sowie bei einem Teil der nicht umgedrehten ging die Furche nicht durch die Eiachse, sondern war seitlich verschoben, so daß das eine Blastomer größer war als das andere. Das Bild eines solchen Zweizellenstadiums entspricht demjenigen, welches auf Fig. 2 abgebildet ist. In ihrer weiteren Entwicklung regulierten sich die Eier und ergaben normale Embryonen oder Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus, in welchem ein beträchtlicher Dotterpfropf wahrnehmbar war; außerdem

blieb bei einem geringen Prozentsatz von Eiern, bei denen die erste Furche seitlich auftrat, ein Teil der Eioberfläche, etwa die Hälfte oder ein Viertel, ungeteilt. Die Grenze zwischen dem geteilten und dem ungeteilten Teil verlief senkrecht oder schräg. Aus solchen Eiern entwickelten sich Halbembryonen¹⁾.

Ich habe vier solche Versuche ausgeführt. Ihre quantitativen Ergebnisse stellen sich folgendermaßen dar:

Versuch 28. Die erste Furche trat seitlich auf bei 3% von Eiern. Die weitere Entwicklung ergab 70% normaler Embryonen und 6% Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus. Die übrigen Eier waren abgestorben.

Versuch 28/III. Die erste Furche war verschoben bei 3% Eier, 10% furchten sich partiell, 2% davon regulierten sich, während 8% sich zu Halbembryonen entwickelten. Von den übrigen Eiern entwickelten sich 52% zu normalen Embryonen, während 38% abstarben.

Die beiden anderen Versuche ergaben der Hauptsache nach fast die gleichen Resultate.

In der zweiten Versuchsreihe bediente ich mich zum Zentrifugieren einer Handzentrifuge, und zwar in der oben beschriebenen Weise. Während der eine Eierstock zentrifugiert wurde, verblieb der andere als Material für Kontrollversuche im Leibe des Frosches. Nach beendetem Zentrifugieren teilte ich die Eier des zentrifugierten, wie auch die des nichtzentrifugierten Eierstockes in Portionen und fügte ihnen Sperma hinzu. Wenn man die zentrifugierten Eier von außen betrachtete, so konnte man feststellen, daß bei vielen von ihnen der animale Pol etwas heller war als bei den nichtzentrifugierten. Aus den Schnitten der Eier, die gleich nach dem Rotieren fixiert wurden, ersah man, daß ihre Struktur sogar nach 30 Minuten langem Rotieren keine wesentlichen Veränderungen erlitten hatte. Das Auftreten der helleren Nüance am animalen Pol, wie aus Fig. 1 ersichtlich, beruht darauf, daß daselbst ein schmaler Streifen von Hyaloplasma bloßgelegt worden ist. Im übrigen unterscheidet sich die Struktur des Restes der Eimasse in nichts von derjenigen des normalen Eies.

Was den Verlauf des Furchungsprozesses selbst anbelangt, so läßt sich feststellen, daß die erste Furche bei einem gewissen Prozentsatz der Eier seitlich verschoben, bei den übrigen dagegen in normaler Lage auftrat. Die Verschiebung der Furche fand beson-

¹⁾ Ihre nähere Beschreibung folgt an anderer Stelle.

ders bei denjenigen Eiern statt, bei denen die gelbe Plasmasubstanz am animalen Pol bloßgelegt war.

Die weitere Entwicklung dieser Eier verlief normal; nur eine geringe Anzahl entwickelte sich zu Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus. In zwei Versuchen beobachtete ich bei der Furchung einiger von ihnen, daß sich nur die Hälfte eines jeden derselben furchte (was dem auf Fig. 3 abgebildeten Embryo ungefähr entspricht) und daß daraus Halbembryonen resultierten. Sonst aber regulierten sich die Eier von selbst, und sogar die helle Färbung am animalen Pol verschwand im Verlauf der Entwicklung, so daß oft die Blastulae ganz normal gefärbt waren.

Auf diese Weise habe ich 8 Versuche ausgeführt, deren Resultate miteinander übereinstimmten. Als Beispiel mögen die quantitativen Ergebnisse aus 2 Versuchen dienen.

Versuch 31. Dauer des Zentrifugierens 20 Minuten. Die erste Furche seitlich verschoben bei 19% Eier. Normale Embryonen entwickelten sich bei 40%, Halbembryonen bei 4%, 9% waren mit weit geöffnetem Blastoporus, 47% starben ab.

Versuch 34. Dauer des Zentrifugierens 30 Minuten. Die erste Furche seitlich verschoben bei 12% Eier. Normale Embryonen entwickelten sich bei 48%, Halbembryonen bei 3%, 5% waren mit weit geöffnetem Blastoporus, 44% starben ab.

Aus der Beschreibung des Verlaufes beider Versuchsreihen mit unbefruchteten Eiern kann man ersehen, daß sich solche Eier nach dem Zentrifugieren sehr verschieden verhalten. Die erste Furche tritt nur bei einem gewissen Teil der Eier seitlich auf, bei den übrigen dagegen gänzlich normal, dasselbe gilt auch in bezug auf die hellere Färbung am animalen Pol. Diese Verschiedenheit läßt sich am wahrscheinlichsten durch die verschiedene Lage der Eier auf der Zentrifuge erklären. In beiden Versuchsreihen waren die Gallert-hüllen der rotierten Eier nicht aufgequollen, die Eier konnten sich also in der Richtung der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung nicht drehen. Und da sie im Eierstock selbst die verschiedensten Lagen zur Senkrechten einnehmen, so befanden sie sich in beiden Fällen in Zwangslagen, ihre Stellung zur Zentrifugalkrafttrichtung war verschieden. Die Analyse dieser Versuche stieß somit auf gewisse Schwierigkeiten. Es stand nämlich nicht fest, welche Lage die Eier während des Zentrifugierens innehatten, denn nach der Befruchtung konnten sich auch die in einer Zwangslage befindli-

chen Eier noch zum Teil drehen — wie schon die Versuche von Hertwig und Wetzell gezeigt haben. Aus der Lage der Eier nach der Befruchtung war also nur eine mutmaßliche Bestimmung ihrer Lage auf der Zentrifuge möglich. Um vollständig exakte Resultate zu erzielen, müßte man nur in genau bekannter Lage befindliche Eier zentrifugieren. Diese Versuchsreihe mit unbefruchteten Eiern wurde jedoch schon gegen das Ende der Saison ausgeführt, so daß keine Zeit mehr übrig blieb, die Untersuchungen in großem Umfange zu betreiben.

Ogleich also die erhaltenen Resultate keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können, so lassen sich doch aus den angestellten Versuchen folgende Schlüsse ziehen:

Der Einfluß des Zentrifugierens auf die Struktur der unbefruchteten Eier kam nur sehr schwach zur Geltung.

Das Zentrifugieren nicht befruchteter Eier verursacht eine Verschiebung der ersten Furche nur bei einem gewissen Prozentsatz derselben.

Die Regulationsfähigkeit unbefruchteter Eier ist ziemlich bedeutend, da nur ein unerheblicher Teil von zentrifugierten Eiern sich zu anormalen Embryonen entwickelt.

II. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf befruchtete ungefurchte Eier.

In den Versuchen dieser Reihe sollte der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf befruchtete Eier untersucht werden, in denen die erste Furche noch nicht aufgetreten ist. Wie bekannt, beträgt der Zeitraum zwischen der Besamung und dem Auftreten der ersten Furche drei Stunden und während dieser Zeit vollzieht sich die Wanderung des Spermakopfes durch das Eiprotoplasma hindurch, der Kopulationsprozeß der Kerne und die erste Karyokinese des Furchungskernes, welcher aus der Verschmelzung des männlichen und des weiblichen Vorkerns entstanden ist.

Ich wollte zunächst feststellen, ob das Resultat des Zentrifugierens, wie es in der späteren Gestaltung des Embryos zutage tritt, dem Umstande zuzuschreiben ist, daß sich die Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die Wanderung des Spermakopfes oder auf das Eintreten der Kopulation der Kerne geltend machte, oder ob es sich nun um den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf den Verlauf der Karyokinese handelt.

Um dies festzustellen, mußten die Eier so lange zentrifugiert werden, als der jeweilige Entwicklungsprozeß vor sich ging. Aus den Arbeiten von O. Hertwig und Roux, sowie aus eigenen Beobachtungen an mikrotomisch zerlegten und in verschiedenen Zeiten nach der Besamung fixierten Eiern ließ sich die Zeitdauer des Befruchtungsprozesses genau feststellen: Der Samenfaden dringt eine Stunde nach der Besamung durch die Eihüllen in das Ei ein; in der weiteren halben Stunde vollzieht sich die Wanderung des Spermakopfes durch das Eiplasma, nach $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Besamung erreicht die Pigmentstraße, die der im Ei sich fortbewegende Samenkern zurückläßt, ihre definitive Länge und nach 2 Stunden ist die Verschmelzung des männlichen und des weiblichen Kerns bereits vollbracht. Nach 2 Stunden 45 Minuten, d. h. $\frac{1}{4}$ Stunde vor dem Auftreten der ersten Furche, befindet sich der Kern, nach vollendeter Kopulation, im Stadium der Mitose. Um die Wirkung der Zentrifugalkraft auf die einzelnen Phasen dieser Periode zu beschränken, war es nötig, die Versuche in mehrere Gruppen einzuteilen. Aus diesem Grunde wurden die Eier, welche bei niedriger Temperatur mit einer Kraft von 12 und 15 g zentrifugiert werden sollten, entweder 15 Minuten nach ihrer Besamung oder erst $1\frac{1}{2}$ Stunden nach derselben, d. h. in der Zeit, in welcher sich die Kopulation ihrer Kerne gerade vollzog, auf die Zentrifuge gebracht.

Bei Benützung einer Handzentrifuge, die eine ganz kurze Dauer der Einwirkung gestattet, ließ sich die Beschränkung der Wirksamkeit der Zentrifugalkraft auf die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsstadiums noch genauer umgrenzen. Das Versuchsmaterial teilte ich also in 3 Portionen ein. Die erste setzte ich der Einwirkung der Zentrifugalkraft vor dem Eindringen des Samenfadens in das Ei aus (15 Minuten nach der Besamung der Eier), die zweite $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden nach der Besamung, d. h. gerade in der Zeit, in der sich die Kopulation des männlichen und des weiblichen Kerns vollzog, die dritte Portion endlich zentrifugierte ich in dem Augenblick, wo sich nach stattgefunderer Kopulation der Kern im Mitosenstadium befand (2 St. 45 Min. nach Besamung der Eier).

1. Die Eier wurden bei niedriger Temperatur mit einer Kraft von 10 und 12 g zentrifugiert.

Versuch XV d. Der Versuch begann am 9. IV. Um 2 Uhr 15 Min. nachmittags wurden die in 5 Portionen: *a*, *b*, *c*, *d* und *e* eingeteilten Eier besamt.

15 Minuten später, also um 2.30, brachte ich Probe *a* auf die Zentrifuge, die auf 2–3° C abgekühlt war, Probe *c* stellte ich in einen Thermostaten, der gleichfalls auf 2–3° C gestellt war. Portion *e* ließ ich als Kontrollmaterial im Zimmer bei einer Temperatur von 12–15° C stehen. Das Zentrifugieren dauerte 5 Stunden. Um 7.30 wurde Portion *a* von der Zentrifuge entfernt, Portion *c* gleichzeitig aus dem Thermostaten herausgenommen und beide wurden im Zimmer aufgestellt. Die Eier in diesen beiden Portionen waren noch nicht geteilt, während sie bei der Portion *e* sich bereits im Stadium von 4 Blastomeren befanden. Bei den Eiern der Portionen *a* und *c* zeigte sich die erste Furche eine Stunde nach ihrer Entfernung von der Zentrifuge. Bei den Eiern von *c* war ihre Lage völlig normal, während sie bei denjenigen von *a* an der Seite auftrat, ohne die beiden Pole zu berühren, wie man es in Fig. 2 in dem von oben betrachteten Ei sehen kann.

Was die Portionen *b* und *d* anbetrifft, so verblieben sie nach der Besamung in normalen Verhältnissen bei einer Temperatur von 12–15° C. Erst um 4 Uhr, also in der Zeit der Kopulation der Kerne, wurden die Eier auf die auf 2–3° C abgekühlte Zentrifuge gebracht, während Portion *d* als Kontrollprobe in den Thermostaten gelegt wurde, wo gleichfalls eine Temperatur von 2–3° C herrschte.

Portion *b* blieb 5 Stunden lang auf der Zentrifuge; um 9 Uhr wurde sie in normale Verhältnisse gebracht und gleichzeitig auch Portion *d* aus dem Thermostaten herausgenommen. Beide Portionen wurden in einer Temperatur von 12–15° C aufgestellt. Die erste Furche trat nach 1 Stunde auf, nachdem die Eier in normale Verhältnisse gebracht worden waren, d. h. um 10 Uhr. In den Eiern der Portion *b* lag die erste Furche seitlich, ähnlich wie bei denjenigen der Portion *a* (vergl. Fig. 2), während in der Portion *d* die Furchung gänzlich normal war. In ihrer weiteren Entwicklung verhielten sich die Eier der Portion *a* und *b* vollständig gleich, darum werden auch die bei ihrer Entwicklung auftretenden Erscheinungen im weiteren Verlauf dieser Arbeit zusammen behandelt werden.

Diese Eier regulierten sich entweder vollständig und furchten sich holoblastisch, wobei jedoch die Furchung am vegetativen Pol etwas langsamer verlief als bei normalen Eiern, oder aber ein Teil der Oberfläche blieb ungefurcht. Im letzteren Falle hatte man jedoch nicht mit einer diskoidalen Furchung zu tun, sondern die Grenzfläche zwischen dem gefurchten und dem ungefurchten Teil hatte eine vertikale Lage, wie es Fig. 3 zeigt, wo das Ei im Blastulastadium von oben gesehen dargestellt ist, bei dem etwas mehr als die Hälfte gefurcht ist.

Die Gastrulation der Eier der Portionen *a* und *b* war im Vergleich mit denjenigen der Eier von *c* und *d* um 1 Stunde verzögert. In den regulierten Eiern war ihr Verlauf normal, in den sich partiell furchenden dagegen zeigte sich die Dorsallippe ungefähr im Zentrum des gefurchten Teiles, unterhalb der Äquatorlinie. Blieb nur ein unbedeutender Teil des Eis ungefurcht, so umfaßten die Seitenlippen den ungefurchten Teil samt dem gefurchten Dotter und auf diese Weise regulierten sich die Eier; in den Fällen dagegen, wo die Hälfte des Eis ungefurcht geblieben war, umfaßten die Lippen den gefurchten Dotterteil und verbanden sich seitlich mit dem Rande des gefurchten Teiles. Die Medullarwülste oder richtiger nur ihr vorderer Teil bildete sich in dem gefurchten Teile. Auch auf diesem Wege kamen unvollständige (vordere Halb-)Embryonen zustande.

Den rotierten Eiern verblieb jedoch im beträchtlichen Grade die Regulationsfähigkeit: in Portion *a* regulierten sich und gelangten zu normaler Entwicklung

zu Embryonen 52% der verwendeten Eier, in Portion b 54%. Der Rest entwickelte sich zu Halbembryonen oder ging zugrunde. Die durch fünfständiges Zentrifugieren in der Eistruktur bewirkten Veränderungen beruhen darauf, daß das Pigment vom animalen Pol sich in Streifen nach innen zieht (Fig. 4). Beobachtet man die Eier unter einer stärkeren Vergrößerung, so findet man auch, daß das feinkörnige Plasma am animalen Pol etwas kompakter erscheint, als bei nichtzentrifugierten Eiern, während grobkörniges Deutoplasma den Rest des Eies einnimmt. Eine genaue Trennung der Schichten ist jedoch nicht vorhanden. Der Schnitt durch ein solches Ei nach der Teilung in zwei ungleiche Blastomeren ist in Fig. 5 dargestellt. Ein Kern findet sich in jedem Blastomer. (Zum Vergleich siehe Fig. 6 — normales Ei im Stadium zweier Blastomeren).

In derselben Weise führte ich noch zwei weitere Versuche, XIX d und XX, aus. Die erhaltenen Resultate bestätigten vollkommen die Ergebnisse des Versuchs XV. In dem einen Versuch betrug die angewandte Zentrifugalkraft 10 g, in dem anderen 14 g. Die Differenzen in den Ergebnissen waren jedoch äußerst gering.

Diese Versuchsreihe zeigt also, daß die Einwirkung einer 12 und 16 g betragenden Zentrifugalkraft während der Dauer von 5 Stunden auf die Eier, während ihrer Entwicklung von dem Augenblick der Besamung an bis zum Auftreten der ersten Furche folgenden Einfluß auf dieselben ausübt. Gleich nach ihrer Entfernung von der Zentrifuge sehen die Eier äußerlich normal aus, ihre mikrotomisch betrachtete Struktur ist nur wenig verändert. Daß jedoch der Effekt dieser Einwirkung ziemlich bedeutend ist, ersieht man daraus, daß in der Entwicklung der zentrifugierten Eier starke Abweichungen vom gewöhnlichen Furchungstypus und Strömungen in der Embryobildung zutage treten, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob die Zentrifugalkraft auf die Eier gleich nach ihrer Besamung oder erst 1½ Stunden später einzuwirken beginnt, äußert sich die Wirkung des Zentrifugierens in der Verschiebung der I. Furche, in partieller Furchung und in der Bildung unvollständiger Embryonen.

2. Die Eier wurden kräftig, jedoch kurz zentrifugiert.

A) Das Zentrifugieren wurde 15 Min. nach der Besamung der Eier begonnen.

Der Einfluß einer starken Zentrifugalkraft auf dieses Entwicklungsstadium ist, wie ich bereits in der Einleitung erwähnt habe, schon früher von Morgan (40) untersucht worden. Meine Versuchsergebnisse stimmen mit den von ihm erhaltenen Resultaten vollständig überein. Darum führe ich sie hier nur kurz an, um die

Unterschiede zwischen der weiteren Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier und der Entwicklung von Eiern, die in anderen Stadien rotiert wurden, darzutun.

Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf dieses Stadium offenbart sich in tiefgreifenden Änderungen der Eistruktur. Während des Rotierens erleidet das Ei am animalen Pol eine Abplattung und die Eisubstanz lagert sich in der von Morgan geschilderten Weise in 3 Schichten übereinander (Fig. 7) und zwar liegt eine Schicht von hellem, gelbem Plasma am animalen Pol, ein Pigmentstreifen in der Äquatorialzone und das helle Deutoplasma am vegetativen Pol. Im Verlauf der Entwicklung verschwindet die Abplattung wieder, hingegen verbleibt die Schichtung der Substanz, wie aus Fig. 7 und 8 ersichtlich ist, welche Eier im 2-Blastomeren-Stadium im Ganzen und im Schnitt zeigen.

Sowohl der Verlauf der ersten als auch der weiteren Furchen war normal und diese Eier unterschieden sich nur durch die Gegenwart von gelber Plasmasubstanz am animalen Pol von den nicht-zentrifugierten.

Die Embryonen, die sich aus diesen Eiern entwickelten, waren gänzlich normal gebildet und unterschieden sich von denjenigen, welche aus den Kontrolleiern hervorgegangen waren, nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend.

Neben den normal gebildeten Quappen entstand aus den Eiern dieser Serie eine Anzahl merkwürdiger Monstra (Fig. 9, vergl. auch Fig. 10, eine normale Larve desselben Stadiums darstellend). Sie hatten keinen Kopf und der vordere Teil ihres Körpers bestand in einer angeschwollenen Blase. Diese Blasen waren, wie ihre Schnitte zeigten, mit geteilter und ungeteilter Dottermasse gefüllt, oder aber sie waren leer und ihre äußeren Wandungen bildete eine Schicht von Ekto- und Mesodermzellen. Der ganze hintere Körperteil mit dem Schwanz war normal ausgebildet. Oft hatten diese Monstra eine birnenförmige Gestalt und führten in den Eihüllen rotierende Bewegungen aus. Sie entwickelten sich nur bis zu dem in Fig. 9 dargestellten Stadium, weiter reichte ihre Ausbildung und ihr Wachstum nicht, obgleich sie noch eine Zeit lang am Leben blieben. Die Embryonen, welche als Kontrollobjekte gleichzeitig mit ihnen zur Entwicklung gelangten, übertrafen sie nach einiger Zeit an Länge um das 2—3-fache. Die Anzahl dieser Monstra war der Dauer des Zentrifugierens proportional, wie aus der weiteren Zusammenstellung

der Ergebnisse des Versuches XIV a ersichtlich ist. Die Lagerung der Eisubstanz in 3 Schichten begann erst nach 10 Minuten langem Rotieren, trat jedoch noch nicht allzu deutlich zum Vorschein. Die deutliche Schichtung zeigte sich vielmehr erst nach 15—20 Minuten, gleichzeitig aber stellte es sich auch heraus, daß man die Eier in diesem Stadium 25—30 Min. lang zentrifugieren konnte, ohne daß ein gewisser Prozentsatz von ihnen die Fähigkeit zur weiteren Entwicklung eingebüßt hätte.

Um darzutun, wie weit die Regulationsfähigkeiten der in diesem Stadium zentrifugierten Eier reichen, gebe ich hier eine Übersicht über die quantitativen Ergebnisse zweier Versuche.

Versuch XIV a. Nach 10 Minuten langem Zentrifugieren:

78% normaler Embryonen,

2% Monstra,

20% nicht regulierter Eier,

nach 15 Minuten langem Zentrifugieren:

53% normaler Embryonen,

10% Monstra,

37% nicht regulierter Eier,

nach 20 Minuten langem Zentrifugieren:

48% normaler Embryonen,

22% Monstra,

30% nicht regulierter Eier.

Versuch 33. Nach 20 Minuten:

29% normaler Embryonen,

8% Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus,

4% Monstra,

59% abgestorben,

nach 25 Minuten:

34% normaler Embryonen,

66% abgestorben,

nach 30 Minuten:

30% normaler Embryonen,

70% abgestorben.

Es folgt daraus, daß die Wirkung des Zentrifugierens auf die Eier 15 Minuten nach der Besamung in einer tiefgreifenden Strukturänderung der Eisubstanz besteht. Die weitere Entwicklung derselben kann aber trotzdem normal sein und nur ein gewisser Prozentsatz stärker beschädigter Eier entwickelt sich entweder zu Mißbildungen ohne Kopf, oder stirbt im Laufe der Entwicklung ab.

B. Die Eier wurden $1\frac{1}{2}$ und 2 St. nach der Besamung zentrifugiert.

Die Versuche dieser Reihe wurden folgendermaßen durchgeführt:

Versuch XIV b. Die Eier wurden in 4 Portionen: *a*, *b*, *c*, *d* $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht.

Portion *a* rotierte 5 Minuten,

Portion *b* " 10 "

Portion *c* " 15 "

Portion *d* " 20 "

Die Eier wurden durch das Zentrifugieren am animalen Pol nicht abgeplattet. Schon in Portion *a* trat die 3-teilige Schichtung äußerlich sichtbar ein, wie sie in der Versuchsreihe A beschrieben worden ist.

In Portion *b* war die Schichtung noch deutlicher und die Dottersubstanz am animalen Pol wies Faltenbildung auf.

In den Portionen *c* und *d* zeigte sich zwischen der gelben Hyaloplasmaschicht und dem Pigmentstreifen ein enger Streifen weißer Substanz; während die gelbe Substanz direkt nach außen herausgestülpt war, bildete sich ein Faltenhügel am animalen Pol (Fig. 11).

Den Schnitt eines Eis der Portion *d*, welches gleich nach der Entfernung von der Zentrifuge fixiert werden ist, zeigt Fig. 12. Man kann dort eigentlich 4 Schichten unterscheiden. Am animalen Pol geht der Schnitt durch die Falten, in welchen das vakuolierte Plasma liegt (Fig. 12 v. h.), und die von außen wie Hügel aussehen. Sie erheben sich von den Seiten des Eis nach dem Zentrum zu, und ihre untere Grenze bezeichnet ein doppelter Pigmentstreifen. In diesen Falten befindet sich das nur schwach gefärbte Hyaloplasma (vh.). Zahlreiche Vakuolen treten innerhalb des letzteren auf, besonders unmittelbar unter der Oberfläche, wenn auch die ganze übrige Plasmamasse von ihnen durchsetzt ist. Eine große Menge winziger Pigmentkörnchen liegt in ihr verstreut. Darunter liegt eine Schicht sehr kompakten hell aussehenden Plasmas (h. p.), welches ein dichtes Netz mit äußerst kleinen, nur unter Immersionsvergrößerung sichtbaren Maschen bildet. Mit Wasserblau wird es intensiv blau gefärbt und Pigmentkörner fehlen hier gänzlich. Im Zentrum befindet sich eine stark vakuolierte Schicht, deren blau gefärbtes Plasma mit großen, mit Eosin sich rot färbenden Hyaloplasmakörnern und einer großen Menge von Pigmentkörnern vermischt ist (*p* + *pg*). Der ganze untere Teil des Eis wird von kompaktem Deutoplasma (*d*), welches sich intensiv rot färbt, ausgefüllt.

Was die Entwicklung der zentrifugierten Eier anbetrifft, so blieb die Schichtenlagerung der Substanz auch weiterhin bestehen und

nur die Faltenbildung am animalen Pol verschwand nach einiger Zeit. Der Einfluß des Zentrifugierens zeigte sich schon während der ersten Furchung: bei 50% der Eier war die erste Furche, welche das Makro- und Mikromer abschnitt, seitlich verschoben (Fig. 13). Der Schnitt durch ein solches Ei, welches in zwei ungleiche Blastomeren sich zu teilen anfängt, ist in Fig. 14 dargestellt. Die dreiteilige Schichtenlagerung der Substanz ist geblieben, die Kerne liegen zur Eiachse unsymmetrisch, von der seitlich verlaufenden Furche ungefähr gleich weit entfernt.

Während der weiteren Entwicklung teilte sich derjenige Teil des Eis, wo sich das Mikromer gebildet hatte, bedeutend schneller als die Makromerpartie.

In Fig. 15 sehen wir einen Durchschnitt durch ein solches Ei, in dem nur die Mikromerpartie gefurcht ist, während der ganze übrige Eiteil mit ungeteilter Masse und darin verstreut liegenden Kernen ausgefüllt ist. An den Makromeren entstanden flachere und unregelmäßigere Furchen, die sich dann oft vollständig glätteten, so daß an ihrer Stelle neue entstehen konnten. Oft aber blieb die ganze Hälfte (Fig. 16) oder ein etwas kleinerer Teil des Eis (Fig. 17) ungefurcht. Ein bedeutender Teil derartig gefurchter Eier starb teilweise vor der Gastrulation im späten Blastulastadium ab. Bei einem gewissen Prozentsatz von partiell gefurchten Eiern fand aber die Gastrulation dennoch statt. Die dorsale Blastoporuslippe zeigte sich alsdann unterhalb des Äquators des gefurchten Keimteles, ähnlich wie bei normalen Eiern; die lateralen Lippen umfaßten den geteilten Dotterteil und vereinigten sich mit dem Rande des geteilten Eiteiles (Fig. 18). Ein Querschnitt durch eine solche späte Hemigastrula ist in Fig. 19 dargestellt. Aus Eiern mit einer derartigen Gastrulabildung entwickelten sich Halbembryonen.

Die übrigen Eier regulierten sich entweder während der Furchung oder erst während der Gastrulation und entwickelten sich zu normal ausgebildeten Embryonen, die nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend sich von den letzteren unterschieden, oder aber es entstanden daraus Monstra, wie sie Fig. 9 zeigt.

In derselben Weise führte ich noch 5 Versuche aus, die übereinstimmende Resultate ergaben.

Als Beispiel führe ich die quantitativen Ergebnisse zweier von ihnen an.

Versuch XIV b. Dauer des Zentrifugierens 5 Minuten:

75% normaler Embryonen, 25% nichtreguliert,

nach 10 Minuten:

44⁰/₀ normaler Embryonen, 11⁰/₀ Hemiembryonen, 19⁰/₀ Monstra, 26⁰/₀ nichtreguliert,

nach 15 Minuten:

44⁰/₀ normaler Embryonen, 8⁰/₀ Hemiembryonen, 34⁰/₀ Monstra, 14⁰/₀ nichtreguliert,

nach 20 Minuten:

22⁰/₀ normal, 9⁰/₀ Hemiembryonen, 69⁰/₀ nichtreguliert.

Versuch XXI. Die Eier wurden 2 Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht. Dauer des Zentrifugierens 10 Minuten:

40⁰/₀ normale Embryonen, 16⁰/₀ Hemiembryonen, 44⁰/₀ nichtreguliert.

nach 15 Minuten:

12⁰/₀ norm. Embryonen, 12⁰/₀ Hemiembryonen, 76⁰/₀ nichtreguliert.

Aus den Versuchen dieser Reihe geht also hervor, daß die Zentrifugalkraft in der Struktur der im Stadium der Kernkopulation befindlichen Eier bedeutende Veränderungen verursacht, die in einer dreiteiligen Schichtenlagerung der Eisubstanz, analog wie bei Serie A bestehen.

Im Vergleich jedoch mit dem Verhalten derjenigen Eier, welche schon 15 Minuten nach der Besamung derselben Einwirkung ausgesetzt waren (Serie A), lassen sich folgende Unterschiede feststellen:

Eier, welche 2 Stunden nach der Besamung zentrifugiert werden, platten sich während des Zentrifugierens nicht ab.

Der Einfluß des Zentrifugierens macht sich bei ihnen bedeutend eher geltend, als bei den Eiern der Serie A.

Die weitere Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier wird beträchtlich modifiziert: die erste Furche ist seitlich verschoben, ein gewisser Teil der Eier furcht sich partiell und entwickelt sich zu unvollständigen Embryonen. Die Regulationsfähigkeit der Eier im Stadium der Kernkopulation ist geringer, als die derjenigen, die 15 Minuten nach der Besamung rotiert wurden.

C. Die Eier wurden 2 Stunden 45 Minuten nach der Besamung zentrifugiert.

Die in diesem Stadium zentrifugierten Eier verhalten sich ähnlich wie die während der Kernkopulation (Serie B) zentrifugierten und unterscheiden sich von den letzteren nur dadurch, daß sie während des Zentrifugierens abgeplattet werden.

Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf ihre Struktur besteht wie in den anderen Stadien in der Schichtenlagerung der Eisubstanz

und äußert sich schon nach 5 Minuten langem Zentrifugieren — d. h. ebenso schnell wie in Serie B.

In der weiteren Entwicklung äußern sich die Veränderungen in dem seitlichen Auftreten der ersten Furche, in der partiellen Furchung und der Bildung von Hemiembryonen.

Stellen wir nun die Ergebnisse dieser drei Versuchsreihen, in denen wir die zentrifugale Beschleunigung auf die Eier in verschiedenen Momenten während der Befruchtung und der Ausbildung der ersten Furchungsspindel einwirken ließen, zusammen, so bemerken wir folgende Tatsachen:

Der Einfluß einer starken, jedoch kurz andauernden Zentrifugalkraft auf die Eistruktur besteht, wie schon von Morgan nachgewiesen wurde, in allen diesen Stadien in der Lagerung der ihrem spezifischen Gewichte nach verschiedenen Substanzen in drei Schichten. Dieser Einfluß zeigt sich viel eher bei den während der Kernkopulation und der ersten Furchungsmitose zentrifugierten Eiern, als bei denjenigen, welche bereits 15 Min. nach der Besamung zentrifugiert wurden. Die 15 Min. nach der Besamung und $\frac{1}{4}$ Stunde vor der Bildung der ersten Furche zentrifugierten Eier werden während des Zentrifugierens am animalen Pol abgeplattet, während bei denjenigen, welche $1\frac{1}{2}$ und 2 Stunden nach der Besamung rotiert werden, diese Erscheinung nicht eintritt. Je nachdem, in welchem Moment vor dem Auftreten der ersten Furche die Wirkung der Zentrifugalkraft begann, äußert sich ihr Einfluß auf die weitere Entwicklung verschieden.

Das Zentrifugieren der Eier gleich nach ihrer Besamung verursacht keinerlei Veränderungen in ihrer Fortentwicklung, so daß aus solchen Eiern normal gebildete Embryonen resultieren.

Doch von dem Augenblick der Kopulation der Kerne an bis zum Auftreten der ersten Teilung des Kopulationskernes äußert sich der Einfluß des Zentrifugierens in der Verschiebung der ersten Furche, welche anstatt in der Mitte des Eis, seitlich auftritt, ohne die beiden Pole zu berühren. Weiterhin wird die Entwicklung dieser Eier dadurch modifiziert, daß ein Teil der Eioberfläche ungeteilt bleibt und aus den Eiern Hemiembryonen hervorgehen.

Bei langsamem, 5 Stunden lang anhaltendem Zentrifugieren von Eiern, deren Entwicklungstempo verzögert wird, läßt sich die Beschränkung der Zentrifugalkraftwirkung auf die einzelnen Momente des Befruchtungsvorganges nicht so genau durchführen. Denn gänz-

lich läßt sich die Entwicklung nicht hemmen; sie schreitet zwar langsam aber dennoch stetig fort. Während des fünfstündigen Rotierens wirkt also die Zentrifugalkraft entweder auf den ganzen Prozeß der Befruchtung und der Teilung des Kopulationskernes, oder, falls die Eier erst $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht wurden, — auf diejenigen Vorgänge, welche von der Kernkopulation an bis zur Teilung in 2 Blastomeren stattfinden. In beiden Fällen übt jedoch das Zentrifugieren einen Einfluß auf die Bildung der ersten Furche aus. Dieser Einfluß ist der nämliche, wie der eines kurzen, starken Zentrifugierens und besteht in der Verschiebung der ersten Furche, in dem Ausbleiben der Zellteilung in einem Teil des Eis und in der Bildung von Hemiembryonen.

III. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf Eier im Stadium zweier Blastomeren.

1. Die Eier wurden mit einer 10 und 12 g betragenden Kraft bei verlangsamttem Entwicklungstempo in niedriger Temperatur zentrifugiert.

Die Versuche wurden in folgender Weise durchgeführt:

Sofort nach dem Auftreten der ersten Furche wurden die Eier bei einer Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$ in 2 Portionen auf die Zentrifuge gebracht.

Portion *a* wurde mit einer Kraft von 10 g, Portion *b* mit einer solchen von 12 g zentrifugiert.

Da sich die zweite Furche sehr bald nach dem Erscheinen der ersten zeigte, so hielt ich die Eier bereits vor dem Auftreten der ersten Furche in niedrigerer Temperatur, um die Entwicklungsprozesse zu verlangsamen, und brachte sie gleich nach dem Erscheinen der ersten Furche in eine Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$. Auf diese Weise ist es nur gelungen, die Zeit zwischen dem Auftreten der ersten und der zweiten Furche bis auf 4—5 Stunden zu verlängern. Oft jedoch erschien die erste Furche schon während des Zentrifugierens.

Nach der Entfernung von der Zentrifuge sahen die Eier äußerlich normal aus. Auf Schnittpräparaten konnten jedoch dieselben Strukturänderungen festgestellt werden, wie wir sie bei den Eiern beschrieben haben, die vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert wurden. Die Beobachtung der Entwicklung dieser Eier zeigte, daß die zweite Furche (Fig. 20) in beiden Portionen seitlich verlief, ohne die beiden Pole zu berühren, ähnlich wie die erste Furche bei Eiern, die vor dem Erscheinen derselben zentrifugiert worden waren.

Die dritte Furche war ein wenig nach den animalen Polen hin verschoben. Überhaupt teilten sich die kleinen Blastomeren schneller wie die großen. In Fig. 21 sehen wir den Durchschnitt eines Keimes im Beginn der Bildung der zweiten seitlich auftretenden Furche. Der Schnitt verläuft der ersten Furche parallel und trifft sowohl das Makro- wie das Mikromer. Im letzteren ist der Kern bereits in Karyokinese eingetreten, während er sich im Makromer noch im Ruhestadium befindet.

Im weiteren Verlauf furchten sich viele Eier partiell und ergaben Halbblastulae. Die Gastrulation war bei diesen Eiern erheblich verzögert und ihr Verlauf war derselbe, wie er bei den früheren Versuchsreihen geschildert wurde. Ein bedeutender Teil der Eier regulierte sich vollständig.

In dieser Weise wurden 4 Versuche durchgeführt. Beispielshalber führe ich hier die quantitativen Resultate eines von ihnen an.

Versuch IV a. Angewandte zentrifugale Beschleunigung = 10 g: 43% norm. Embr., 43% Halbembr., 14% nicht regul. — Zentrifugalkraft = 12 g: 25% norm. Embryonen, 41% Halbembr., 55% nicht reguliert.

2. Die Eier wurden unter Anwendung einer starken, kurz andauernden Kraft zentrifugiert.

Der Gang der Versuche gestaltete sich folgendermaßen:

Nach dem Erscheinen der ersten Furche wurden die Eier in 5 Portionen auf eine Handzentrifuge von 1600 Umdrehungen in der Minute gebracht.

Portion a wurde 5 Min. lang zentrifugiert

"	b	"	10	"	"	"
"	c	"	15	"	"	"
"	d	"	20	"	"	"
"	e	"	25	"	"	"

Während des Zentrifugierens wurden die Eier am animalen Pole abgeplattet und die Substanzen lagerten sich in 3 Schichten, ebenso wie bei Eiern, die vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert waren. Der Grad der Abplattung hing davon ab, wie lange die Eier zentrifugiert wurden, und die Schichtenabgrenzung der Substanz zeigte sich deutlich erst in Portion b (Fig. 22); in den Portionen c, d, e waren die Veränderungen am deutlichsten. An den Schnitten der gleich nach den Zentrifugieren fixierten Eier konnte man feststellen, daß die durch das Zentrifugieren hervorgerufenen Veränderungen in der Struktur dieser Eier die nämlichen sind, wie diejenigen in den Eiern vor dem Auftreten der ersten Furche. Durch längeres Rotieren — von 15 Min. an — wurde die erste Furche verwischt.

Nach der Entfernung von der Zentrifuge zeigten sich bei vielen Eiern noch vor der Bildung der zweiten Furche am animalen Pol,

auf dem Hintergrunde der gelben Substanz helle Hügel, die ringsherum von Pigment umgeben waren. (Fig. 23, gesehen von oben). In jedem der 2 Blastomeren befindet sich solch ein pigmentumgebener Hügel, von dem strahlenförmig Fältchen ausgehen. Oft sah man die beiden Hügel zusammen nebeneinander liegen, so daß sie eine hantelförmige Figur darstellten. In diesen Fällen verlief die zweite Furche zwischen den beiden Hügeln.

Oft verschwinden diese Hügel unter der Oberfläche der Blastomeren oder werden bei dem Einschnüren der zweiten Furche nach innen gezogen. An Schnitten konnte man sich überzeugen, daß diese Hügel große, von Pigment umgebene, von hyaloplasmatischer Flüssigkeit ausgefüllte Blasen waren. Ihre Entstehung und Bedeutung ließ sich jedoch nicht tiefer ergründen.

Was nun die Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier anbelangt, so wurde ihre Furchung modifiziert, und zwar dahin, daß die zweite Furche seitlich auftrat (Fig. 24) und daß viele von diesen Eiern sich partiell furchten (Fig. 25, Querschnitt durch $\frac{3}{4}$ Blastula). Aus den in dieser Weise gefurchten Eiern entwickelten sich unvollständige (vordere Halb-) Embryonen. Ein beträchtlicher Teil der Eier regulierte sich dagegen vollkommen und entwickelte sich zu normalen Embryonen.

Um die Regulationsfähigkeit der in diesem Stadium zentrifugierten Eier zu veranschaulichen, führe ich die quantitativen Ergebnisse eines Versuches an:

Versuch IV b. Dauer des Zentrifugierens:

5 Min.	75%	norm. Embr.,	25%	nichtreguliert.	
10 "	25%	norm. Embr.,	50%	Halbembryonen, 25%	nichtreguliert.
15 "	0	norm. Embr.,	30%	Halbembr., 70%	nichtreguliert.
20 "	0	norm. Embr.,	75%	Halbembr., 25%	nichtreguliert.
25 "	0	norm. Embr.,	50%	Halbembr., 50%	nichtreguliert.

Aus den Resultaten dieser Versuche geht hervor, daß der Einfluß der Zentrifugalkraft auf Eier im Zweizellenstadium in denselben Veränderungen in ihrer Struktur besteht, wie bei den vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugierten Eiern, d. h. sie verursacht eine Umordnung der Substanzen und ihre Lagerung in Schichten. Dieser Einfluß macht sich erst nach 10 Minuten langem Zentrifugieren geltend, ebenso wie bei Eiern, die 15 Min. nach der Besamung zentrifugiert wurden.

Hingegen ist die Regulationsfähigkeit der Eier im zweiten Fur-

chungszellenstadium bedeutend geringer als bei Eiern die 15 Min. nach der Besamung untersucht wurden, und entspricht vielmehr der Regulationsfähigkeit derjenigen, die 2 und $2\frac{3}{4}$ Stunden nach der Besamung zentrifugiert wurden.

Ohne Rücksicht darauf, ob die Wirkung der Zentrifugalkraft eine heftige, kurzanhaltende ist, oder ob sie schwach ist und 5 Stunden lang andauert, ruft das Zentrifugieren der Eier im Stadium von zwei Blastomeren ganz ähnliche Erscheinungen in der Entwicklung hervor. Diese bestehen in der seitlichen Verschiebung der zweiten Furche, in der partiellen Furchung und der Bildung von Halbembryonen.

IV. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung im Stadium der Bildung der dritten Furche.

Das Auftreten der dritten Furche bezeichnet denjenigen Zeitpunkt, seit welchem sich im Ei eine horizontale Scheidewand zwischen der animalen und der vegetativen Eihemisphäre gebildet hat. Da nun gerade die Zentrifugalkraft eine Umordnung der Eisubstanzen in der Richtung von einem Pol zum anderen bewirkt, so lag die Vermutung nahe, daß die Bildung einer horizontalen Furche für den Effekt des Zentrifugierens von Bedeutung sein werde. Aus diesem Grunde wollte ich mich in den Versuchen dieser Serie überzeugen, ob die Substanzen während des Zentrifugierens durch die Furche hindurch von einem Pol zum anderen wandern können, oder ob die Umlagerung der einzelnen Bestandteile sich im Bereiche der oberen und der unteren Blastomeren gesondert vollziehen wird. Außerdem handelte es sich um Untersuchung der Entwicklung solcher Eier, die im Stadium von 4 Blastomeren unmittelbar vor dem Erscheinen der dritten Furche zentrifugiert wurden. In diesen Fällen trat also die dritte Furche sofort nach vollzogener künstlicher Umordnung der Substanzen innerhalb des Eis ein, bevor noch irgendwelche Regulation stattfinden konnte.

Dieser doppelten Aufgabe entsprechend habe ich die Versuche in 2 Gruppen geteilt. In der ersten brachte ich die Eier einige Zeit nach der Bildung der dritten Furche auf die Zentrifuge, und zwar in dem Augenblick, wo die Furche bereits das ganze Ei durchquert hatte und somit die Verbindung zwischen der animalen und der vegetativen Hemisphäre unterbrochen war; diese Eier wur-

den also im Stadium von 8 Blastomeren zentrifugiert. In der zweiten Gruppe begann ich mit dem Zentrifugieren in dem Moment, als die dritte Furche sich eben zu bilden anfing. In diesem Stadium war also die Verbindung zwischen den Blastomeren der oberen und der unteren Hemisphäre noch vorhanden.

A) Die Eier wurden im Stadium von 8 vollständig getrennten Blastomeren zentrifugiert.

Der Verlauf des Versuches war folgender:

Versuch XXII. Die Eier wurden in 4 Portionen auf die Zentrifuge gelegt.

Portion *a* wurde 10 Min. zentrifugiert

 " *b* " 15 " "

 " *c* " 20 " "

Während des Zentrifugierens wurden die Eier am animalen Pol abgeplattet. Die Veränderungen in der Substanzlagerung kamen erst nach 10 Min. zum Vorschein und verliefen gesondert und selbständig in beiden durch die horizontale Furche voneinander getrennten Hemisphären. Ein Bild dieser Vorgänge sehen wir in Fig. 26, welche allerdings ein etwas späteres Entwicklungsstadium darstellt. In den über der ersten horizontalen Furche (III.) gelagerten Blastomeren zeigte sich unmittelbar am animalen Pol helles Hyaloplasma (hp_2), darunter bildete sich ein Pigmentgürtel. In den großen vegetativen Blastomeren entstanden 3 Schichten: unmittelbar unter der horizontalen Furche bildete das helle Hyaloplasma (hp_2) einen schmalen Gürtel rings um das Ei herum, darunter befand sich eine Pigmentschicht (pg_2), während der vegetative Pol helles Deutoplasma (*d*) enthielt.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung sah man, wie die Teilungen von der horizontalen Furche an allmählich weiter fortschritten (Fig. 26), wobei sie sich unter Abschnürung kleiner Zellen nach und nach immer weiter nach unten bis an den vegetativen Pol selbst erstreckten. Auf diese Weise regulierte sich ein bedeutender Prozentsatz der Eier vollständig. Nur ein unerheblicher Teil von Eiern furchte sich partiell und entwickelte sich zu Halbembryonen; eine beträchtliche Zahl von Embryonen hatte einen weit geöffneten Blastoporus (Fig. 28).

Die ziffernmäßigen Ergebnisse dieses Versuches waren folgende:

Rotationsdauer:

10 Min.	36% norm., 40% Embr. mit weit geöffn. Blastopor., 24% nichtreguliert.
15 „	17% norm., 5% mit weit geöffn. Blastoporus, 17% Halbembr., 61% nichtreguliert.
20 „	15% mit weit geöffn. Blastoporus, 5% Halbembr., 80% nichtreguliert.
25 „	alle Eier waren nichtreguliert.

B) Die Eier wurden unmittelbar vor dem Auftreten der dritten Furche zentrifugiert.

Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt:

Die Eier kamen auf die Zentrifuge in 3 Portionen.

Portion *a* wurde 10 Min. zentrifugiert

„ *b* „ 15 „ „

„ *c* „ 20 „ „

Durch das Zentrifugieren erlitten die Eier am animalen Pol eine Abplattung. Die Schnitte der sofort nach dem Rotieren fixierten Eier zeigten, daß die plasmatischen Substanzen von den vegetativen Blastomeren nach den animalen Zellen verdrängt waren, und zwar durch denjenigen Teil des Eies hindurch, wo die dritte Furche noch nicht vollständig ausgebildet war. Die Entwicklung dieser Eier vollzog sich äußerst unregelmäßig, so daß eine Gesetzmäßigkeit in der Furchenbildung nicht zu erkennen war. Die Teilungen fanden nur in der animalen Hemisphäre statt, oder aber die Eier furchten sich partiell. Nur bei einem unbedeutenden Prozentsatz von Eiern, welche etwas kürzer zentrifugiert waren, furchte sich der vegetative Pol während der weiteren Entwicklung sekundär durch dieselben Prozesse, wie sie in den nach dem endgültigen Auftreten der dritten Furche zentrifugierten Eiern sich abspielten. Die anderen Eiportionen starben während der Entwicklung ab, nachdem sie sich diskoidal gefurcht hatten.

Um von der Regulationsfähigkeit der in diesem Stadium zentrifugierten Eier einen Begriff zu geben, führe ich die ziffernmäßigen Ergebnisse eines Versuches an.

(Siehe Versuch 26: Seite 720).

Außerdem habe ich noch einige Versuche ausgeführt, um denjenigen Zeitpunkt abzupassen, in welchem man auf die Eier einwirken muß, um sie zur diskoidalen Furchung zu zwingen. Zu diesem Zweck teilte ich das Untersuchungsmaterial in mehrere

Versuch 26r.

Dauer des Zentrifugierens	Normale Embryonen	Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus	Halbembryonen	Nicht-regulierte Eier
10 Min.	4%	3%	3%	90%
15 Min.	—	2%	—	98%
20 Min.	Alle Eier waren vor der Gastrulation abgestorben.			

Portionen, die ich dann der Reihe nach in Zwischenräumen von je 10 Minuten auf die Zentrifuge brachte. In jedem Versuche wurden alle Portionen gleich lange zentrifugiert; die Dauer des Zentrifugierens wählte ich so, daß die Eier noch regulationstähig blieben.

Der Versuch hatte folgenden Verlauf.

Versuch 44.

Die II. Furche zeigte sich um 4 Uhr 10 Min.

Die III. " " " " 4 " 50 "

Die erste Portion wurde um 4 Uhr 15 Min., die folgenden nach je 10 Min., die letzte um 5 Uhr 15 Min. auf die Zentrifuge gebracht.

Es ergab sich, daß in allen denjenigen Portionen, welche vor dem Auftreten der dritten Furche rotiert wurden, gleich nach dem Erscheinen der letzteren die beiden ersten Furchen am vegetativen Pol verwischt wurden und in der ferneren Entwicklung die Eier sich nur in der animalen Hemisphäre furchten. Die Gastrulation fand nicht statt; in dem Stadium, wo dies hätte geschehen sollen, sahen die Eier aus, wie es Fig. 29 zeigt. Aus diesem Schnitt ersieht man, daß das Blastocoel in seinem Teile von einer Schicht heller Zellen, die sich mit Wasserblau färben lassen, umgeben ist. Im unteren Teile wird es von der ungefurchten Substanz, die den ganzen Rest des Embryos ausfüllt, umgeben. In derselben liegen zahlreiche Vakuolen und auch in der ganzen Masse verstreute Kerne. In den zwei letzten Portionen, die nach der Bildung der dritten Furche zentrifugiert wurden, blieb die diskoidale Furchung bei der Mehrzahl der Eier nur kurze Zeit bestehen, später furchte sich bei ihnen der vegetative Pol, und die Eier machten eine normale Gastrulation durch. Die anderen Eier regulieren sich während der Gastrulation dadurch, daß die Zellen die ungeteilte Dottersubstanzmasse umwachsen (Fig. 30).

Aus der ganzen Gruppe dieser Versuche lassen sich demnach folgende Schlüsse ziehen: Die Zentrifugalkraft, welche man auf die Eier im Stadium von 8 Blastomeren einwirken läßt, verursacht in denselben eine gesonderte Umordnung der Substanzen sowohl in den animalen, wie in den vegetativen Blastomeren, sofern beim Beginn

des Zentrifugierens die dritte Furche das ganze Ei bereits durchquert hat. Ist dagegen in dem Moment, in welchem die Zentrifugalkraft einzuwirken beginnt, die dritte Furche erst im Entstehen begriffen, so wandern infolge der noch bestehenden Verbindung zwischen den beiden Hemisphären des Eis die Substanzen von den vegetativen nach den animalen Blastomeren und umgekehrt.

Die im Stadium der Entstehung der dritten Furche zentrifugierten Eier furchen sich im weiteren Verlauf diskoidal. Die letzteren Eier können sich entweder gänzlich regulieren und sich zu normalen Embryonen entwickeln, oder sie sterben diskoidal gefurcht ab, je nach dem Zeitpunkte, in welchem wir die Strukturänderungen des Eis veranlaßt haben. Die Eier werden nicht reguliert, sofern die Umordnung der Substanz vor dem Auftreten der dritten Furche herbeigeführt worden ist, d. h. insofern die dritte Furche erst dann eine Scheidewand im Ei gebildet hat, als seine Struktur bereits geändert war. Die Eier werden hingegen reguliert, wenn man die zentrifugale Beschleunigung schon nach völliger Durchtrennung des Keimes durch die dritte Furche einwirken läßt, d. h. wenn die Umordnung der Substanzen sich gesondert in den animalen und in den vegetativen Blastomeren abspielt.

Die Wirkung des Zentrifugierens, die durch die Schichtenlagerung der Substanz sich kenntlich macht, kommt bei diesen Eiern ziemlich spät zur Geltung, und zwar erst nach 10 Minuten langem Rotieren, doch ist die Regulationsfähigkeit dieser Eier ziemlich schwach.

Der Einfluß der Temperatur auf die Regulation der durch Zentrifugieren beschädigten Eier.

Die Beobachtung der Entwicklungsprozesse zentrifugierter Eier ergab, daß ein beträchtlicher Teil von ihnen sogar nach stattgehabten tiefgreifenden Veränderungen, welche sie in ihrem Bau unter dem Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung erlitten haben, sich dennoch vollständig regulieren und sich zu normal ausgebildeten Embryonen entwickeln kann. Wie es bereits Gurwitsch bewiesen hat, bestehen die Veränderungen in der gänzlichen Befreiung der animalen Hemisphäre von Dotterkörnchen und in der Verdrängung der Flüssigkeit aus dem Protoplasma, die sich dann am animalen Pol selbst ansammelt. Gurwitsch beschäftigte sich auch mit der Erforschung der Restitutionsfähigkeit des Plasmas

und zeigte, daß diese in der Resorption der aus dem Plasma vorher verdrängten Flüssigkeit seitens dieses Plasmas zu suchen ist. Gurwitsch steht auf dem Standpunkt der Theorie der wabenförmigen Plasmastruktur und meint, daß gerade durch die Resorptionsvorgänge die ursprüngliche wabenförmige Struktur des Plasmas rekonstruiert wird.

Die von ihm hervorgehobene Tatsache, daß die Restitution des Plasmas sich sehr schnell vollzieht, konnte ich an Schnitten von Eiern, die in verschiedenen Zeiten nach dem Zentrifugieren fixiert wurden, vollauf bestätigen. Betrachten wir z. B. den Schnitt eines Eies, welches 2 Stunden nach der Besamung zentrifugiert und gleich danach fixiert wurde (Fig. 12), und den Schnitt eines solchen aus demselben Versuche im Zweiblastomerenstadium (Fig. 14), so sehen wir, daß gleich nach dem Zentrifugieren am animalen Pol eine stark vakuolisierte Schicht *vh* auftritt, die aber im Stadium zweier Blastomeren nicht mehr vorhanden ist. Am vegetativen Pol des an Fig. 14 dargestellten Eies ist die Substanz angesammelt, deren Aggregatzustand kompakter ist, als derjenige, welchen die Schicht von Fig. 12 aufweist. Ebenso ist auch in Fig. 8, welche ein im Stadium von zwei gleichen Blastomeren befindliches, 15 Min. nach der Besamung zentrifugiertes Ei darstellt, diese Schicht am animalen Pol gleichfalls schon verschwunden. Dies würde für das Auftreten von Regulationsprozessen in den Eiern sprechen, die darauf beruhen, daß seitens des Plasmas jene Flüssigkeit resorbiert wird, die aus demselben während des Zentrifugierens verdrängt worden ist und sich im oberen Teil des Eies angesammelt hat, wo sie die oben erwähnte vakuolisierte Schicht bildete.

Die Schichtenlagerung der Substanz bleibt jedoch durch den ganzen Verlauf der Entwicklung bestehen und das Fehlen des Pigments ist sogar noch bei den Quappen in der Kopfgegend zu konstatieren, die sich eigentlich aus demjenigen Teil des Eis entwickelt, in dem sich das gelbe Hyaloplasma befindet. Was die Rückwanderung der Dotterkörnchen nach der animalen Hemisphäre anbelangt, so hat bereits Gurwitsch festgestellt, daß bei zentrifugierten, holoblastisch gefurchten Eiern im Blastulastadium die animale Hemisphäre von denselben vollständig frei war. Ihre spätere Rückwanderung nach der animalen Hemisphäre läßt sich auch nicht gut annehmen, da die Scheidewände zwischen den Zellen bereits gebildet sind und somit jedwede Umordnung der Substanz

in diesem Zeitpunkte ausgeschlossen ist. Alle Prozesse also, die auf einer Umordnung von Substanzpartikeln nach ihrer ursprünglichen Lagerstätte beruhen, können sich einzig und allein nur in den frühesten Entwicklungsstadien vollziehen. Die physikalischen Prozesse, die eventuell während der Regulation auftreten könnten, wurden entweder auf Kapillaritätserscheinungen, vermöge deren sich die Dotterkörnerchen zwischen die Waben des Plasmas einschieben würden, oder auf die Elastizität der Plasmasubstanzen, welche sich in das Deutoplasma eindrängten, oder schließlich — nach der Ansicht von Gurwitsch — auf osmotische Prozesse, durch welche die vorhin verdrängte Flüssigkeit durch die Plasmawaben resorbiert wird, zurückzuführen sein. Gemeiniglich wird jedoch die Regulation als eine Lebensfunktion des Organismus betrachtet, und eine Bestätigung dieser Anschauung liefert gerade die Arbeit von Gurwitsch. Wenn nämlich — so folgert Gurtwisch — die Lebensprozesse von der Plasmastruktur bedingt werden und diese nach ihrer vollständigen Vernichtung restituiert werden kann, so ist gerade diese Restitution ein Ergebnis der Zellenfunktion, mit anderen Worten: ein Ergebnis ihrer Lebensbetätigung.

Die Frage, ob die Regulationsprozesse nur auf physikalischen Erscheinungen beruhen und somit ihr Auftreten von der Zeit abhängig ist, oder ob sie mit der fortschreitenden Entwicklung parallel laufen, könnte man nur durch die Beobachtung von Regulationserscheinungen an solchen Eiern entscheiden, deren Entwicklungstempo beliebig verzögert oder beschleunigt würde. Stünden nämlich die Prozesse der Regulation zu denen der Entwicklung in Beziehung, so müßte die Regulation durch eine Beschleunigung des Entwicklungstempos schneller vor sich gehen. Würde dagegen die Regulation auf dem Wege rein physikalischer Prozesse von statten gehen, so würde die Zeit eine entscheidende Rolle spielen und die Eier würden sich bei verlangsamtem Entwicklungstempo in einem früheren Stadium regulieren. Schon bei dem vorhergehenden Versuche habe ich bemerkt, daß die Entwicklung von zentrifugierten Eiern bedeutend verzögert war. Es wäre also von Wichtigkeit zu erfahren, ob diese Verzögerung von dem Entwicklungstempo abhängig ist und sich gleichzeitig mit dem beschleunigten Tempo der Entwicklungsprozesse verringert, oder aber von der verstrichenen Zeitfrist abhängt, ohne

Rücksicht darauf, ob das Evolutionstempo verlangsamt oder beschleunigt war, oder endlich, ob sie in den späteren Stadien überhaupt nicht auftritt.

Die Versuche wurden, wie folgt, durchgeführt. Die Eier wurden in acht Portionen besamt: $a, b, c, d, a_1, b_1, c_1, d_1$. Die Portionen a, b, c, d wurden gleich lang, die übrigen gar nicht zentrifugiert.

Nach beendigem Zentrifugieren brachte ich:

Portion a und a_1	in eine Temperatur von 5°C
" b " b_1 " " " "	" " 10°C
" c " c_1 " " " "	" " $12-15^{\circ}\text{C}$
" d " d_1 " " " "	" " 20°C .

Aus der Beobachtung der Entwicklung dieser Eier ergab sich, daß in allen Portionen, ohne Rücksicht darauf, ob ihr Entwicklungstempo beschleunigt oder verzögert war, die Eier in einem und demselben Stadium reguliert waren, d. h., daß sie zum Teil im Blastulastadium partiell gefurcht waren und die Größe der Zellen in beiden Hemisphären dieselbe war, wie bei normalen Eiern, zum Teil aber, daß sich die Eier erst während der Gastrulation regulierten. Außerdem habe ich auf die Verzögerung, die in der Entwicklung der zentrifugierten Eier bei verschiedenen Temperaturen eintrat, Rücksicht genommen. Diese Verzögerung konnte am besten bei dem Auftreten der Gastrulation festgestellt werden. Ich bestimmte sie also derart, daß ich beobachtete, um wie viel später sich die Dorsallippe bei zentrifugierten Eiern und nicht zentrifugierten Kontrolleiern, die sich bei derselben Temperatur, beispielsweise bei 5°C in Portion a und a_1 entwickelten, gezeigt hat.

Die Resultate dieser Bestimmungen waren folgende:

TABELLE I.

Versuchs Nr.	Verzögerung in Stunden und Minuten			
	Portion a (Temp. 5°)	Portion b (Temp. 10°)	Portion c (Temp. $12-15^{\circ}$)	Portion d (Temp. 20°)
XVIII ₂	6 St. 45 Min.	2 St.	2 St. 30 Min.	2 St. 15 Min.
XVIII ₃	4 St.	2 St. 10 Min.	1 St. 45 Min.	45 Min.
XX	—	—	3 St. 30 Min.	2 St. 30 Min.
XXV	—	6 St. 45 Min.	4 St. 45 Min.	2 St. 30 Min.

Diese Tafel zeigt, daß die Verzögerung bei einer niedrigeren Temperatur größer ist als bei einer höheren. Die sich also bei einer niedrigen Temperatur entwickelnden Eier haben sich, obgleich ihre Entwicklung sehr langsam von statten ging, nicht in einem früheren Stadium reguliert, als diejenigen mit einem schnelleren Entwicklungstempo; die Verzögerung in ihrer Entwicklung war bedeutend größer als bei Eiern, die sich bei einer höheren Temperatur entwickelten. Dieser Umstand wurde auf eine Abhängigkeit der Regulationsprozesse von denen der Entwicklung hindeuten, welche erstere gleichzeitig mit dem beschleunigten Tempo der letzteren schneller vor sich gehen.

Um mich noch davon zu überzeugen, ob die Anzahl der sich regulierenden Embryonen von dem Entwicklungstempo abhängig ist, habe ich den Prozentsatz derjenigen Normalembryonen, die sich bei verschiedenen Temperaturen aus gleich lange rotierten Eiern entwickelten, berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der folgenden Tafel verzeichnet.

TABELLE II.

Nr. des Versuchs	T e m p e r a t u r			
	5°	10°	12—15°	20°
XX	54%	68%	81%	78%
XVIII I	58 "	70 "	69 "	56 "
XVIII II	52 "	43 "	—	30 "
XVIII III	51 "	58 "	—	38 "
XIX I	35 "	—	54 "	—
XXI II	—	64 "	36 "	40 "
XXI III	—	nicht reguliert	10 "	nicht reguliert
XXIII I	—	16%	—	24%
XXXV I	40 "	50 "	17½%	15 "
XXXV III	40 "	—	80%	11 "
XXXVIII II	30 "	35 "	—	24 "
XL I	7½ "	—	15 "	0 "
XL II	40 "	—	25 "	30 "
XLII II	58 "	40 "	52 "	35 "

Aus diesen Berechnungen ersieht man, daß erhebliche Schwankungen vorwalten, im allgemeinen läßt sich jedoch feststellen, daß die Anzahl der sich regulierenden Embryonen von der Temperatur unabhängig ist.

Auf Grund dieser ganzen Versuchsgruppe über die Regulationsprozesse kann man behaupten, daß die Geschwindigkeit der letzteren von dem Fortschritt der Entwicklungsvorgänge, nicht aber von der verstrichenen Zeitfrist abhängt. Dies würde darauf hindeuten, daß die Regulation der durch die Zentrifugalkraft beschädigten Eier auf Vorgängen anderer Natur beruht, als es eine rein physikalische Umordnung von Substanzpartikeln sein würde, und daß sie mit den Entwicklungsprozessen im Zusammenhang steht.

Zusammenfassung und Besprechung der Resultate.

Bekanntlich verursacht die auf die Eier wirkende Zentrifugalkraft eine Umordnung der verschiedenen Substanzen je nach ihren spezifischen Gewichten. Aus den Arbeiten von O. Hertwig, Gurwitsch und Morgan sowie aus den hier beschriebenen Ergebnissen meiner eigenen Arbeit wissen wir, daß eine schwache, aber lange einwirkende Zentrifugalkraft und eine solche von größerer Intensität aber kurzer Dauer in gleicher Weise durchgreifende Änderungen im Bau und in der Struktur der Eisubstanz herbeiführt. Das Wesen dieser Veränderungen beruht darauf, daß die schweren Dotterkörner des Deutoplasmas sich vom Protoplasma absondern und auf dem vegetativen Pol ansammeln, außerdem aber aus dem Ooplasma sich eine Flüssigkeit (Hyaloplasma) abscheidet, die sich als der leichtere Bestandteil direkt am animalen Pol ansammelt. Die Pigmentkörnchen dagegen wandern vom animalen Pol gegen die Äquatorialzone des Eis. Auf diese Weise lagern sich die Eisubstanzen in Schichten, die auch äußerlich kenntlich sind, und zwar als das helle Hyaloplasma, als ein Pigmentgürtel und als eine Schicht hellen Deutoplasmas.

Die Entwicklung derjenigen Eier, deren Struktur auf diese Weise durch die Einwirkung der Zentrifugalkraft verändert worden ist, kann 1) in manchen Fällen ganz normal verlaufen; 2) in anderen Fällen treten in den Anfangsstadien der Entwicklung Änderungen ein, die sich aber später ausgleichen, so daß der Embryo in den späteren Stadien einen ganz regelrechten Bau aufweist; 3) kann

die Entwicklung längere Zeit abnorm sein, so daß Mißbildungen resultieren; 4) kann die Entwicklung eine gewisse Zeit lang so weit abnorm verlaufen, daß nach einer bestimmten Zeit ihr weiterer Gang unmöglich wird und der Embryo abstirbt.

Stellen wir auf Grund des vorhandenen Materials die verschiedenen Resultate der Entwicklungsprozesse derjenigen Eier, auf welche die zentrifugale Beschleunigung eingewirkt hat, zusammen, so kommen wir zu dem Schlusse, daß dieses Ergebnis in sehr beträchtlichem Maße von dem Stadium abhängt, in dem wir die Zentrifugalkraft auf die sich entwickelnde lebende Materie einwirken ließen.

Die Resultate einer ganzen Reihe von Arbeiten über die Entwicklungsmechanik zeigen, daß das Endergebnis der Entwicklungsprozesse in solchen Fällen: 1) von den Änderungen an der sich entwickelnden Materie, 2) von den äußeren Bedingungen der Regulationsprozesse abhängt.

Nun hängt aber das eine wie das andere Moment in sehr bedeutendem Grade von dem Entwicklungsstadium ab. Der innere Bau des Embryos ist nichts Beständiges, sondern er kann temporär oder dauernd umgestaltet werden. Und zwar kann diese Strukturänderung bald leichter, bald schwerer je nach der sogenannten Rigidität (Driesch) in dem gegebenen Entwicklungsstadium erreicht werden. Schon im Anfang der Entwicklung ändert sich in den verschiedenen Stadien des Befruchtungsvorgangs die Rigidität der Eistruktur. Es ist der größeren oder kleineren Rigidität zuzuschreiben, daß man leichter oder schwerer durch die Einwirkung der Zentrifugalkraft, die künstliche Schichtung des Eis, d. h. eine Ansammlung der verschiedenen Arten seines Eiplasmas in übereinander gelagerten Schichten, erreichen kann. Und so haben wir bezüglich der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung aus der Beschreibung der vorhergehenden Versuche gesehen, daß die Eier die kleinste Widerstandsfähigkeit vom Beginn der Kopulation der Geschlechtskerne an bis zur Beendigung der ersten Furchungsmitose besitzen. Diese Tatsache ist umso interessanter, als Brachet (4) in seiner Arbeit über die Regulationsfähigkeit von angestochenen Eiern in verschiedenen Entwicklungsstadien eine analoge Erscheinung konstatiert hat.

Dieser Forscher gibt an, daß falls das befruchtete Ei in der Zeit zwischen der Kopulation der Geschlechtskerne und der Aus-

bildung der Furchungsspindel angestoßen wird, der durch diese Manipulation verursachte Defekt an Plasmasubstanz sich am schwersten regulieren lasse. Die Rigidität nimmt bereits im Zweiblastomenstadium zu; aus diesem Grunde ist auch von dem Zeitpunkte an eine länger andauernde Einwirkung der Zentrifugalkraft nötig, um eine Umordnung der Substanzen im Innern des Eis zu bewirken.

Was die ferneren Entwicklungsprozesse anbetrifft, so liegt es auf der Hand, daß diese Lageänderung der Substanzpartikeln die durch den Einfluß der Zentrifugalkraft zustande kommt, sich ganz anders gestalten muß, wenn wir den Embryo im Stadium von 4 Blastomeren rotieren lassen, oder aber erst dann, wenn die Horizontalfurche bereits ausgebildet ist, d. h. wenn wir einen im Achtblastomenstadium befindlichen Embryo zentrifugieren. Eine Bestätigung des eben Gesagten finden wir tatsächlich in unseren Versuchsergebnissen.

Diese innere Rigidität ist jedoch nur einer von den inneren Faktoren, die den weiteren Entwicklungsgang eines der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung ausgesetzten Embryos bestimmen. Je größer die Rigidität der Struktur eines Embryos ist, desto schwieriger wird es sein, dieselbe durch äußere Faktoren störend zu beeinflussen. Im weiteren Verlauf wird aber das morphologische Bild des sich entwickelnden Embryos auch von anderen inneren Bedingungen abhängig sein, welche für die Regulationsprozesse maßgebend sind und welche durch die gestaltenden Vorgänge der Entwicklung geschaffen wurden. Bildet sich beispielsweise unmittelbar nach der Umordnung derjenigen Substanzen, aus denen sich der Bau eines im Stadium von 4 Blastomeren befindlichen Embryos zusammensetzt, die horizontale Furche, die bekanntlich ein Hindernis für die Rückwanderung der spezifisch leichteren Substanzen (vergl. Gurwitsch) nach dem vegetativen Pol bildet, so sind durch diese Vorgänge minder günstige Bedingungen für die Regulationsprozesse geschaffen. Und gerade durch diese Verschlechterung der Regulationsbedingungen läßt sich der große Prozentsatz der Sterblichkeit der Embryonen bei dieser Versuchsart erklären.

Die endgültige Gestaltung eines in anormalen Verhältnissen sich entwickelnden Organismus ist somit von den inneren strukturellen Eigentümlichkeiten der lebenden Materie abhängig, welche sich je nach dem Entwicklungsstadium verändern und welche die eventuelle Restitution der gestörten Struktur bedingen. Unter diesen inne-

ren Bedingungen spielt in frühen Entwicklungsstadien die Rigidität des Protoplasmas eine wichtige Rolle.

Diese beiden Faktoren machen sich in verschiedenen Entwicklungsstadien mit ganz verschiedener Intensität geltend. Je nach dem Stadium, in welchem die Eier, resp. die Embryonen der Wirkung der Zentrifugalkraft unterworfen wurden, werden also sowohl die sich äußernden Störungen als auch die hierdurch geschaffenen strukturellen Bedingungen der Regulation prinzipiell verschieden sein. Wenn in den bisherigen Literaturangaben vielleicht zu wenig darauf geachtet wurde, so steht es damit im Zusammenhang, daß man bisher die Dauer des Zentrifugierens auf eine ganze Reihe von aufeinander folgenden Entwicklungsstadien erstreckte. Wir haben schon in den vorhergehenden Bemerkungen, an der Hand der Versuchsergebnisse hinsichtlich der kürzer oder länger andauernden Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die in der Entwicklung gehemmten Embryonen darauf hingewiesen, daß das Endresultat der Entwicklung von der Phase, in welcher die zentrifugale Beschleunigung gewirkt hat und von den Regulationsbedingungen abhängt.

Die beigefügte Tabelle gibt eine Zusammenstellung meiner Versuche, in denen während der gleichen Zeitdauer die zentrifugale Beschleunigung von gleicher Intensität auf die verschiedenen Stadien eingewirkt hat.

(Siehe Tab. III, Seite 730).

Aus der Tabelle ist zu ersehen: 1) daß der Prozentsatz der vollkommen regulierten Embryonen in hohem Grade von dem Entwicklungsstadium abhängt, in welchem die Embryonen der Einwirkung der Zentrifugalkraft unterworfen wurden; 2) daß ein zweiter Teil der Versuchsobjekte sich überhaupt nicht zu regulieren vermochte; 3) daß endlich ein dritter Teil während der frühen Entwicklungsphasen abstarb.

Unabhängig davon, wie sich das Endprodukt der Regulationsvorgänge gestalten wird, lassen sich in der Entwicklung aller drei Kategorien der Versuchsobjekte bestimmte Abweichungen von dem normalen Typus feststellen.

Die Änderungen, die in den ersten Entwicklungsstadien von rotierten Eiern auftreten, welche sich aber allerdings nachträglich regulieren können, beruhen:

TABELLE III.

Stadium, in welchem mit dem Zentrifugieren begonnen wurde	Rotationsdauer														
	10 Minuten			15 Minuten			20 Minuten			25 Minuten			30 Minuten		
	Anzahl der erhaltenen Embryonen in %														
Eier	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen
vor der Besamung . . .	—	—	—	—	—	—	70	12 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	64	2 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	38	8	54%
15 Minuten nach der Besamung . . .	78	2	20	53	16	31	27	23 $\frac{1}{2}$	43	18	16	66	15	0	85
1 $\frac{1}{2}$ —2 Stunden nach der Besamung . . .	44	24	32	37	4	59	18	18	64	15	4 $\frac{1}{2}$	80 $\frac{1}{2}$	0	0	100
2 Stunden 45 Min. nach der Besamung	30	21	49	20	23	54	—	—	—	0	0	100	0	0	100
im Stadium der zwei- ten Blastomeren . . .	23 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$	25	4	44	62	0	46	54	0	37 $\frac{1}{2}$	62 $\frac{1}{2}$	0	0	100
vor der dritten Furche	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	93	1	0	99	0	0	100	0	0	100	0	0	100
nach d. dritten Furche	25	20 $\frac{1}{2}$	54	15	9	76	1	11	88	0	0	100	0	0	100

- a) auf der seitlichen Verschiebung der ersten und der zweiten Furche,
- b) auf dem diskoidalen, resp. partiellen Furchungstypus,
- c) auf dem Ausbleiben der Plasmateilung, woraus Kernteilung ohne Zelleibsteilung resultiert.

A. Das Auftreten der seitlichen Furche.

Morgan (33) hat bereits beobachtet, daß die erste Furche ab und zu nicht in der Eiachse, sondern derselben parallel verläuft, eine Tatsache, die er bei Froscheiern, welche sich in normalen äußeren Daseinsbedingungen entwickeln, als Anomalie bezeichnet. Solche Eier entwickelten sich in der Folge vollständig regelrecht und ergaben normal ausgebildete Embryonen. Eine Erklärung für diese Tatsache findet sich jedoch bei Morgan nicht. In diesem Jahre habe auch ich Gelegenheit gehabt, das Auftreten dieser Anomalie bei der ersten Furchungsphase von Eiern zu beobachten, die sich in normalen äußeren Verhältnissen befanden. Auch diese Eier haben sich ähnlich wie die von Morgan beobachteten weiter normal entwickelt.

Ich habe diese Beobachtung an Eiern gemacht, die Fröschen entnommen wurden, welche längere Zeit hindurch im Eis aufbewahrt wurden, um das Laichen hintanzuhalten. Es ist also möglich, daß das Auftreten dieser Anomalie in ursächlicher Verbindung mit dem übermäßig langen Aufenthalt der Eier im Eierstock steht. Von Wichtigkeit scheint mir jedoch die Tatsache zu sein, daß dieselbe Erscheinung sich auch künstlich durch Einwirkung der Zentrifugalkraft auf Eier in einem ganz bestimmten Stadium nach der Besamung herbeiführen läßt. Sahen wir doch schon, daß die seitliche Verschiebung der ersten Furche nur in solchen Eiern auftritt, welche im Moment der Kopulation der Geschlechtskerne und der ersten Furchungsmitose zentrifugiert werden, während sie bei solchen, die bereits 15—20 Min. nach der Besamung rotiert wurden, in normaler Lage verläuft. Die Erklärung dieser Erscheinung kann vorläufig nur einen vorwiegend hypothetischen Charakter tragen.

Nach Roux (50) wird die Richtung der ersten Furche durch die Kopulationsbahn bestimmt, welche auch nach außen als Pigmentstreifen durch den nach dem weiblichen Kern vordringenden Spermakopf sichtbar ist.

Es liegt also die Vermutung nahe, daß infolge der durch die

Zentrifugalkraft bewirkten Verschiebung des weiblichen Kernes der Spermakern bei seinem Vordringen nach dem letzteren einen anderen Weg nehmen muß als im normalen Ei, was seinerseits wiederum zur Folge hat, daß die durch die Kopulationsbahn bezeichnete Richtung der ersten Furche eine Abweichung von dem zeigt, was normalerweise bei diesen Prozessen zu geschehen pflegt. Da bei Eiern, die vor der Besamung zentrifugiert wurden, die erste Furche, wenn auch bei einem geringen Prozentsatz, seitlich verschoben ist, so würde wohl dennoch diese Tatsache gerade für die Möglichkeit einer derartigen Interpretation sprechen.

Daß beim Auftreten der seitlichen Furche die Kerne verschoben sind, ersehen wir aus den Präparaten. Nach dem Bilde, welches uns der Embryo im Stadium von 2 ungleichen Blastomeren liefert, kann man schließen, daß in diesen Eiern eine seitliche Verschiebung des Kopulationskernes stattgefunden hat. Vergleicht man die Schnitte von Keimen, die gleich nach der Besamung im Stadium von 2 Blastomeren (Fig. 8) zentrifugiert worden sind, und solche Keime, die man 2 Stunden nach der Besamung hat rotieren lassen (Fig. 15), so kann man beobachten, daß in der ersteren die Kerne vollständig symmetrisch, gleich weit von der durch die Mitte des Eis gehenden Furche entfernt liegen, während sie bei Keimen, die in zuerst 2 ungleiche Blastomeren geteilt sind und sich nachher weiter partiell gefurcht haben, nach einer Seite hin mehr verschoben sind (in Fig. 15 nach rechts). Eine ganz ähnliche seitliche Verschiebung der Kerne sehen wir auch bei denjenigen Keimen, die nach der ersten Furchung zentrifugiert waren und bei denen die zweite Furche seitlich verlief. Eine präzise Erklärung für diese Erscheinung könnten aber erst solche Versuche liefern, bei denen die Methode der lokalisierten Befruchtung (Roux) angewandt wäre.

B. Partielle Furchung der Eier.

Im beschreibenden Teil habe ich bereits auf das weitere Verhalten von Eiern hingewiesen, in denen sich die erste oder die zweite Teilung ungleichmäßig vollzog. Das aus der ersten Teilung resultierende große Blastomer oder die aus der zweiten Teilung hervorgegangenen 2 großen Blastomeren teilen sich bedeutend langsamer als die kleinen Blastomeren oder sie bleiben ganz oder teilweise ungeteilt.

In Fig. 21, welche den Schnitt eines Eis im Stadium von 4 Bla-

stomeren nach der zweiten ungleichen Teilung darstellt, sehen wir, daß im kleinen Blastomer der Kern bereits in Karyokinese eingetreten und die Spindel deutlich erkennbar ist, während sich im großen Blastomer der Kern noch im Ruhestadium befindet.

Die Erklärung für die Tatsache, daß sich das große Blastomer entweder gar nicht teilt oder nur oberflächliche Furchen aufweist, die sich aber oft bald wieder glätten, wird wahrscheinlich in der Disproportion zwischen dem Proto- und dem Deutoplasma, welche in dem Blastomer besteht, zu suchen sein. Dieses Verhältnis ist aus Fig. 21 ersichtlich. Das kleine Blastomer wird von einer schrägen Furche abgeschnitten, die aber den vegetativen Pol nicht erreichen kann, sondern schon über ihm endet. Dadurch enthält das kleine Blastomer eine sehr geringe Menge von Deutoplasma, welches somit im großen Blastomer überwiegt.

Diskoidale Furchung.

Schon Hertwig (18) hat angegeben, daß durch den Einfluß der Zentrifugalkraft auf Froscheier der holoblastische Furchungstypus in den diskoidalen umgewandelt wird, woraus im weiteren Verlauf Embryonen mit Spina bifida resultieren. Bei seinen Versuchen brachte er die Eier 3 Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge und ließ sie 24 Stunden lang rotieren.

Bei der Beurteilung der von Hertwig durchgeführten Versuche muß hervorgehoben werden, daß die Dauer der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung sich auf die ganze Furchungsdauer erstreckt hat. Obgleich die Intensität der zentrifugalen Beschleunigung verhältnismäßig gering war, so war sie doch ohne Zweifel imstande, schon vor dem Auftreten der ersten horizontalen Furche (dritte Furche der Eiteilung) eine gewisse Lagenänderung der Substanz im Innern des Eis hervorzubringen.

Wie aber aus meinen Versuchen hervorgeht, ist dieser Zeitpunkt der kritische Moment für das Auftreten der diskoidalen Furchung.

Morgan (1902) hat in der Entwicklung von Eiern, welche 8—10 Std. zentrifugiert wurden, gleichfalls diskoidale Furchung beobachtet. Er ist der Ansicht, daß durch die Wirkung der Zentrifugalkraft das Protoplasma in der Gegend des weißen Pols beschädigt wird, daß die Kerne dorthin überhaupt nicht gelangen, und daß durch diese Störungen gewisse Partien des Eiplasmas die Fähigkeit einbüßen, sich an der weiteren Entwicklung zu beteiligen.

In seiner zweiten Arbeit (1906) ließ Morgan eine Zentrifugalkraft von sehr großer Intensität während einer kurzen Zeit auf die Eier wirken; er erhielt dabei Änderungen ganz anderer Art und eine Teilung, die das ganze Ei umfaßte.

Die Verschiedenheit der Resultate dieser beiden Arbeiten erklärt Morgan (06) in folgender Weise:

Bei langsamem Zentrifugieren trat bereits zu einem Zeitpunkte, in welchem die Zentrifugalkraft eine Umordnung der Substanzen noch nicht bewirken konnte, die Zellteilung ein, durch welche die kleineren animalen Zellen von den größeren vegetativen abgeschnitten wurden. Und während sich die ersteren sehr schnell teilten, so daß eine Umordnung der Substanzen in ihnen nicht stattfinden konnte, verlief in den letzteren die Teilung nur langsam, wobei die Zentrifugalkraft auf ihren Inhalt einwirkte und Änderungen hervorrief, die ihrer weiteren Entwicklung hinderlich waren. Auf diese Weise ist die untere Hemisphäre des Eis zerstört worden, während sich die obere weiter entwickelte. Je nach dem Umfange der angerichteten Beschädigungen entwickelten sich aus solchen Eiern verschiedene Arten von anormalen Embryonen. In vielen Fällen erlitt infolge der Lage des Eis in dem Röhrchen auf der Zentrifuge die eine Seite des Eis einen größeren Schaden als die andere. In den letzten Versuchen, in denen die angewandte Zentrifugalkraft stark und von kurzer Dauer war, wirkte sie auf das Ei als auf ein Ganzes, doch war die Zeit der Einwirkung so gewählt, daß die untere Hemisphäre nicht zerstört wurde. Infolgedessen entwickelten sich aus diesen Eiern normale Embryonen. Hätte man die Zentrifugalkraft längere Zeit hindurch einwirken lassen, so hätte sich nur die dem animalen Pole am nächsten liegende Eipartie gefurcht, die vegetative Hemisphäre wäre dagegen so beschädigt gewesen, daß eine normale Furchung in ihr nicht mehr hätte stattfinden können.

Die Ergebnisse meiner Versuche führen indessen zu einer etwas abweichenden Auffassung über den Ursprung der diskoidalen Furchung. Aus den im speziellen Teil der Arbeit beschriebenen Versuchen geht hervor, daß der kritische Moment für die Möglichkeit der Entstehung der diskoidalen Furchung in dem Zustande des Protoplasmas im Augenblick des Auftretens der dritten Furche gegeben ist.

Befindet sich die innere Struktur des Eis in dem Augenblick, in welchem der Embryo aus dem Stadium von 4 Blastomeren in

das Achtzellenstadium tritt, in normalem Zustande, oder nähert sie sich dem normalen Zustande, so ist auch ein normaler Furchungsprozeß möglich. Ist dagegen im Augenblick der Entstehung dieser ersten horizontalen Furche, welche die 4 Blastomeren in 4 Mikro- und 4 Makromeren teilt, die innere Strukturverfassung gestört, — dann findet die diskoidale Furchung statt.

Wenn wir überdies noch bei der Deutung der Versuchsergebnisse die Ergebnisse der Arbeit von Gurwitsch berücksichtigen, wonach die Regulationsprozesse sich im Ei mit großer Leichtigkeit vollziehen, so erhalten wir ungefähr ein klares Anschauungsbild, welches uns sowohl die Ergebnisse der Arbeiten von Hertwig und von Morgan, als auch die Resultate unserer eigenen, oben beschriebenen Versuche erklärt.

In Hertwigs Arbeit, wo das Tempo der Rotation ein verhältnismäßig langsames war und die Rotation selbst 24 Stunden lang andauerte, bildete sich die horizontale Furche noch auf der Zentrifuge in dem Moment, wo sich die Umordnung der Teile bereits vollzogen hat. Eine nachträgliche Regulation war auch ausgeschlossen, denn die einmal gebildete Furche legte sich als Scheidewand zwischen die Mikro- und die Makromeren und ließ eine Rückwanderung der verschobenen Teile nach ihrer früheren Lage, die sie in der ursprünglichen Eistruktur einnahmen, nicht mehr zu. Dieselbe Erscheinung wird wohl auch in den früheren Versuchen Morgans stattgefunden haben. In den neueren Versuchen dieses Autors, in denen die Eier einer kurz andauernden Einwirkung einer Zentrifugalkraft von großer Intensität ausgesetzt waren, trat die Regulation noch vor Auftreten der dritten Furche in Tätigkeit, so daß im Augenblick der Bildung dieser horizontalen Scheidewand die regulative Umordnung der Teile sich schon vollzogen haben konnte.

Auch meine Versuche ergaben Tatsachen, die gleichfalls für die Gültigkeit des Prinzips sprechen, daß der Zustand des Protoplasmas im Augenblick der Bildung der dritten Furche den kritischen Moment für das Auftreten der diskoidalen Furchung bildet. Wir haben gesehen, daß das Zentrifugieren von Eiern vor ihrer Befruchtung, alsdann von Eiern nach der Befruchtung vor dem Auftreten der ersten Furche und im Stadium zweier Blastomeren die diskoidale Furchung nicht zur Folge hat. In allen diesen Fällen ist zwar die Eistruktur durch das Zentrifugieren verändert worden, jedoch fand noch vor der Bildung der horizontalen Furchung eine regulative

Rückwanderung der Teile statt. Ebenso konnte eine diskoidale Furchung sehr leicht nachträglich reguliert werden, wenn die Eier im Stadium von 8 Blastomeren, d. h. bereits nach der Bildung der Horizontalfurchung zentrifugiert wurden. Dagegen haben wir festgestellt, daß das Zentrifugieren vor dem Auftreten der ersten und der zweiten Furchung vollständig überflüssig war und daß es genügt, wenn die Umordnung der Teile unmittelbar vor dem Erscheinen der dritten Furchung herbeigeführt wird, um die diskoidale Furchung zu erzielen. Wir haben gesagt, daß diese Umordnung unmittelbar vor dem Auftreten der horizontalen Furchung zu geschehen hat; — vollzieht sie sich nämlich früher, so wird sie durch die darauf folgende Regulation aufgehoben, und wenn die letztere vor der dritten Teilung zustande kommt, so erhalten wir eventuell statt der diskoidalen die normale Furchung.

C. Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas.

Die Teilung der Kerne ohne gleichzeitig stattfindende Teilung des Plasmas bei Froscheiern ist von Roux (51) beschrieben worden, welcher eines von den beiden Blastomeren zerstörte, ebenso von Hertwig (18 u. 16) in zentrifugierten Eiern und in Eiern, welche der Einwirkung einer Na Cl-Lösung ausgesetzt waren. Außerdem ist in einer ganzen Reihe von Arbeiten gezeigt worden, daß verschiedene Faktoren, welche die Irritabilität des Plasmas verringern, so die Temperatur (Driesch 5), der Mangel an Sauerstoff und die Einwirkung von CO₂ (Godlewski 11 u. 11 a), narkotische Mittel (Wilson 67), die erhöhte Konzentration des Meerwassers (Loeb 26 u. 27), nur eine Teilung der Kerne zur Folge haben, während die Teilung des Plasmas durch dieselben beeinträchtigt wird. Dieselbe Erscheinung tritt auch bei der künstlichen Parthenogenese zutage (Lillie 25, Kostanecki 23).

In meinen Versuchen habe ich beobachtet, daß in jedem Eiteile, welcher ungeteilt bleibt, sei es eines von den Blastomeren, sei es die vegetative Hemisphäre, die Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas stattfindet (vergl. Fig. 15, 19, 29, 30, 31).

Was den Ursprung dieser Kerne anbetrifft, so sind sie in Keimen, deren seitlicher Teil ungefurcht geblieben ist, ein Derivat des Kernes des großen Blastomers, welches ganz oder teilweise ungefurcht geblieben ist. Bei Eiern dagegen, welche sich diskoidal furchen, stammen sie wahrscheinlich von den 4 Kernen her, die nach

der dritten Teilung in der vegetativen Hemisphäre des Eis verblieben sind. Solchen Tatsachen, die für eine Wanderung der Kerne von der gefurchten nach der ungefurchten Eihemisphäre sprächen, bin ich nicht begegnet.

Ebensowenig habe ich in den sich partiell entwickelten Eiern irgendwelche Prozesse beobachtet, die auf eine Postgeneration (Roux) der beschädigten Teile hindeuten würden. Allerdings war bei solchen Eiern im späteren Blastulastadium ein größerer Teil des Eis gefurcht als in den früheren Stadien; in Eiern, die nach dem Auftreten der dritten Furche zentrifugiert wurden, teilte sich der anfangs ungefurchte vegetative Pol noch nachträglich, — es waren dies jedoch keine postgenerativen Prozesse, im Sinne von Roux (51). Eine Postgeneration, die darauf beruhen würde, daß sich zuerst ein inkompleter Embryo entwickelte und durch das Auftreten von postgenerativen Prozessen der fehlende Teil sich ergänzte, habe ich niemals beobachten können.

Somit führt die Gegenwart der Kerne sowie deren vollzogene Furchung in dem beschädigten Teil des Eis zu keiner Postgeneration, vielmehr spricht diese Tatsache für die Richtigkeit der Ansicht Wilsons (67), daß bei der Wirkung gewisser Faktoren einzelne Phasen der Zellteilung einen hohen Grad von Unabhängigkeit erlangen. Die Tatsache der Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas erklärt er auf die Weise, daß die Teilung des Cytoplasmas einen größeren Aufwand von Energie erheischt, als die der Kerne.

Darum wird auch infolge der in der Plasmastruktur hervorgerufenen Änderungen die Lebensenergie des Plasmas der zentrifugierten Eier geschwächt, so daß die Teilung der Kerne allerdings noch zustande kommen kann, eine Teilung des Plasmas jedoch nicht mehr stattfindet.

Ein bedeutender Teil der in obigen Ausführungen beschriebenen Änderungen kann später reguliert werden, so daß schließlich Embryonen von ganz normaler Konstitution hervorgehen können. In vielen Keimen sind jedoch die oben beschriebenen Änderungen sehr tiefgehend, so daß Mißbildungen entstehen müssen. In denjenigen Fällen z. B., in denen ein großer Teil des Eies ungefurcht geblieben ist, bilden sich nach der partiellen Furchung Defektembryonen oder andere Mißbildungen. In den Fällen der künstlich hervorge-

rufenen diskoidalen Furchung in den ersten Entwicklungsstadien können die Keime nach den entsprechenden Regulationsvorgängen dennoch normal gestaltete Embryonen ergeben.

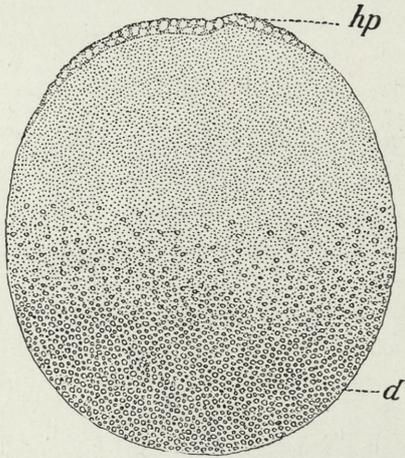
Zentrifugiert man jedoch die Eier längere Zeit hindurch, besonders nach dem vollständigen Auftreten der dritten Furche, oder zentrifugiert man sie unmittelbar vor dem Zustandekommen der dritten Furche, so werden nach der definitiven Ausbildung der horizontalen Scheidewand die Regulationsprozesse in der vegetativen Hemisphäre nicht auftreten, die diskoidale Furchung wird also auch in den späteren Entwicklungsphasen erhalten bleiben. Solche Keime sterben ab oder entwickeln sich zu Embryonen mit Spina bifida. Tabelle III auf S. 730 gibt uns ein Orientationsbild über den Prozentsatz der anormalen Embryonen nach der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf verschiedenen Entwicklungsstadien.

Aus der embryologischen Abteilung des anatomischen Instituts in Krakau.

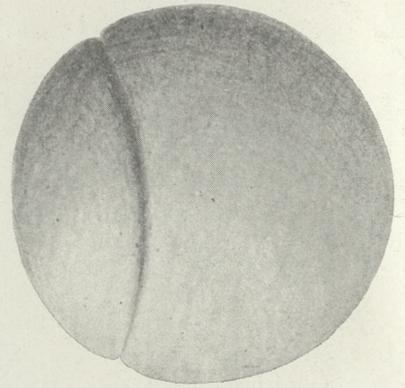
Literaturverzeichnis.

- 1) Born. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXIV, 1885. — 2) Born. Anatomischer Anzeiger, Bd. VIII, 1893. — 3) Brachet. Archive de Biologie, vol. 21, 1904. — 4) Brachet. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 22, 1906. — 5) Driesch. Zeitschrift für wissenschaftl. Zool., Bd. 55, 1893. — 6) Driesch. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 2, 1895. — 7) Driesch. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 4, 1896. — 8) Driesch. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. XI, 1901. — 9) Driesch. *ibid.* Bd. XIV, 1905. — 10) Driesch. Ergebnisse der Physiologie, 1906. — 11) Godlewski (jun.). Archiv für Entw.-Mech., Bd. 11, 1901. — 11 a) Godlewski (jun.). *ibid.* Bd. 26, 1908. — 12) Gurwitsch. Verhandlungen d. Anat. Gesellsch., Jena, 1904. — 13) Gurwitsch. Anat. Anzeiger, Bd. 27, 1905. — 14) Hertwig O. Morphologische Jahrbücher, Bd. 3, 1877. — 15) Hertwig O. Archiv für mikr. Anatomie, Bd. 42, 1893. — 16) Hertwig O. *ibid.* Bd. 44, 1894. — 17) Hertwig O. *ibid.* Bd. 51, 1898. — 18) Hertwig O. *ibid.* Bd. 53, 1898. — 19) Hertwig O. *ibid.* Bd. 63, 1904. — 20) Hertwig R. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. München, 1903. — 21) Kathariner. Archiv für Entw.-Mech., Bd. XII, 1901. — 22) Kathariner. *ibid.* Bd. 14, 1902. — 23) Kostanecki K. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1908. — 24) Lillie F. R. Journal of experimental Zoology, vol. 3, 1906. — 25) Lyon. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 23, 1904. — 26) Loeb J. Journal of Morphology, vol. 7, 1902. — 27) Loeb J. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 2, 1893. — 28) Morgan T. H. Anatomischer Anzeiger, Bd. 10, 1895. — 29) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 21, 1902 und 25, 1904. — 30) Morgan T. H. Archiv für Entw.-Mech., 15, 1902. — 31) Morgan und Boring. Arch. für Entw.-Mech., Bd. 16, 1903. — 32) Morgan-Solger. Die Entwicklung des Froscheies. Leipzig. 1904. — 33) Morgan T. H. Archiv für Entw.-Mech.,

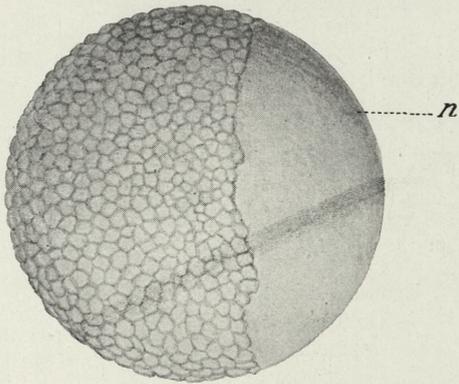




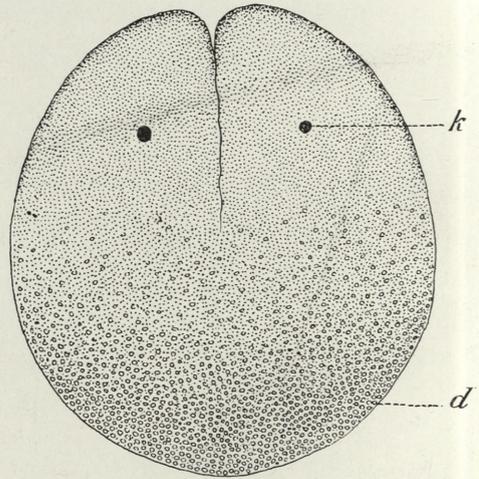
1



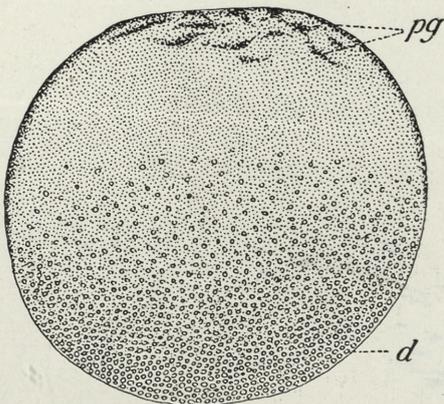
2



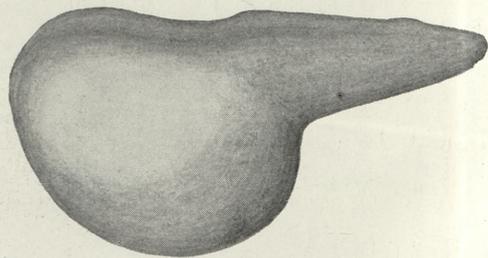
3



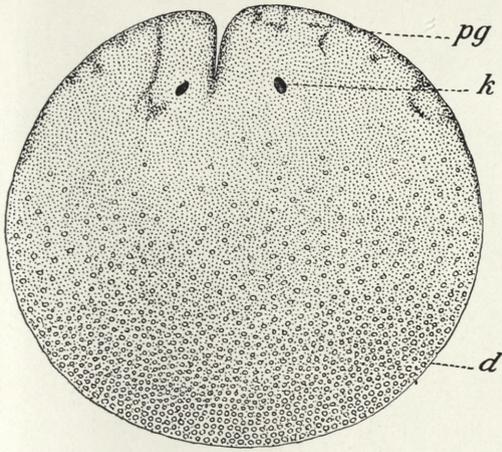
6



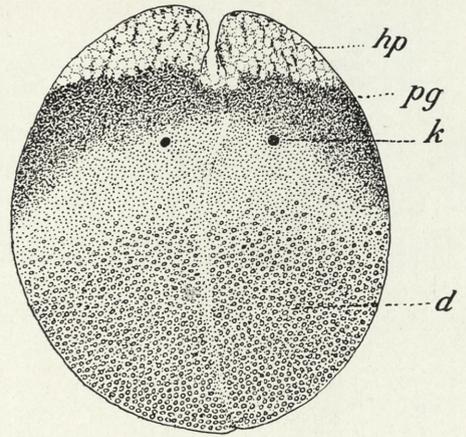
4



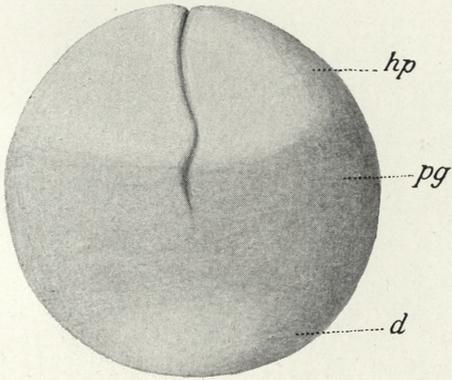
9



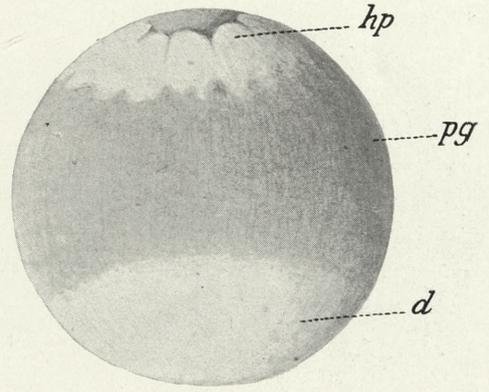
5



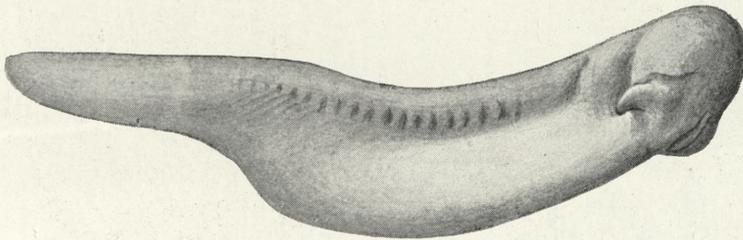
8



7



11



10





11

11

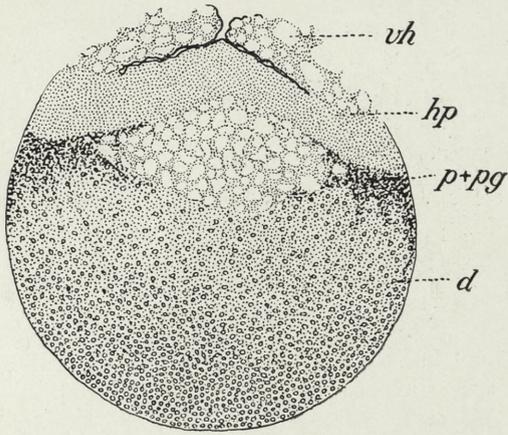
12

11

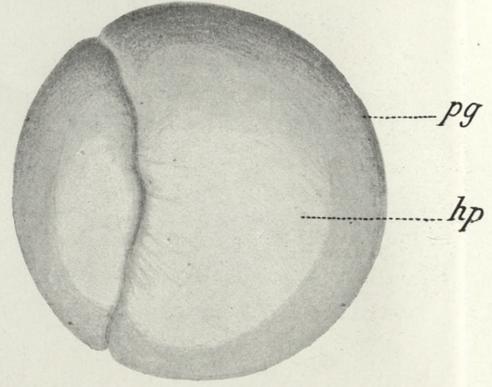
12

11

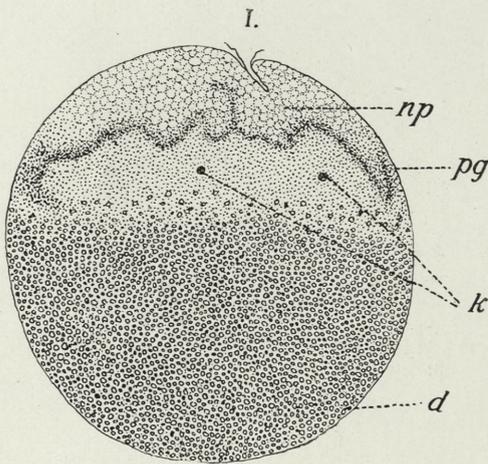




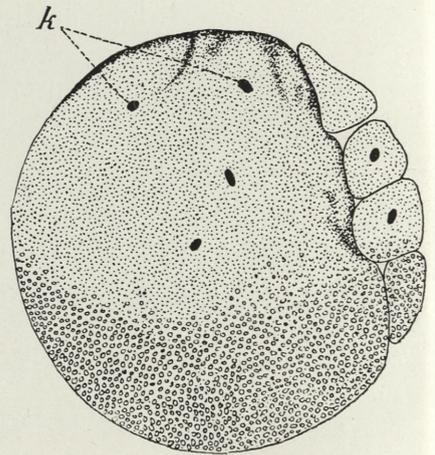
12



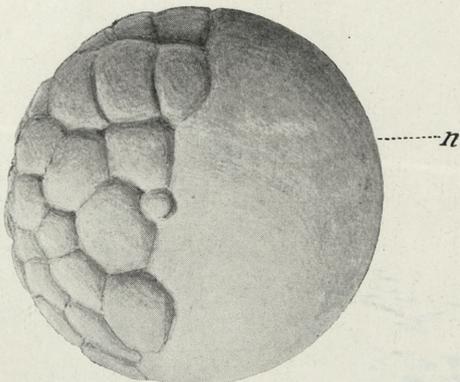
13



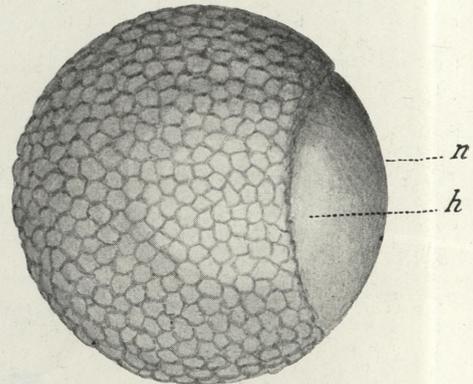
14



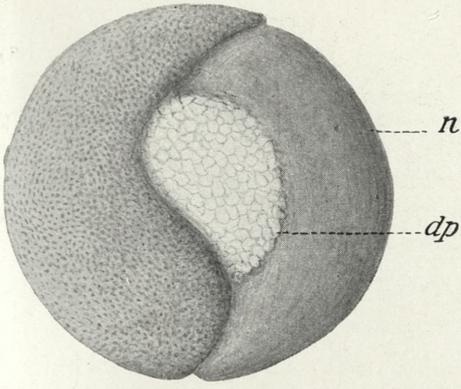
15



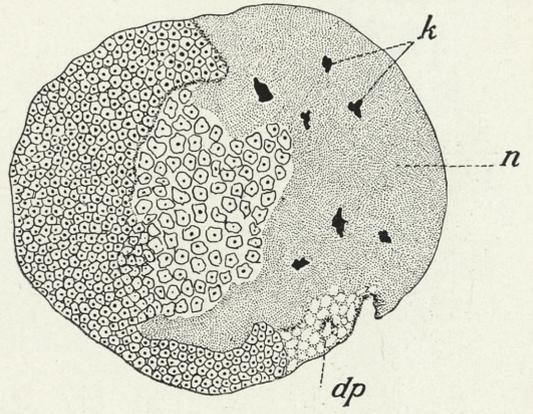
16



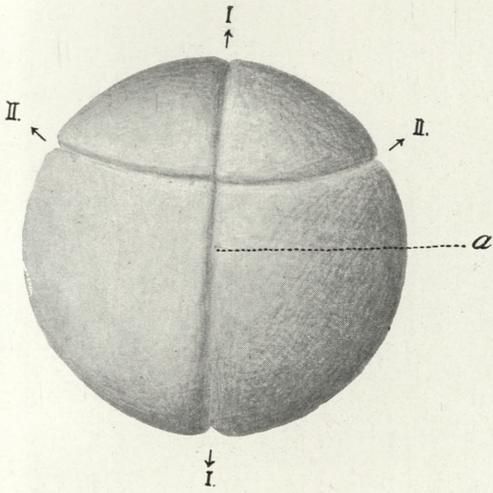
17



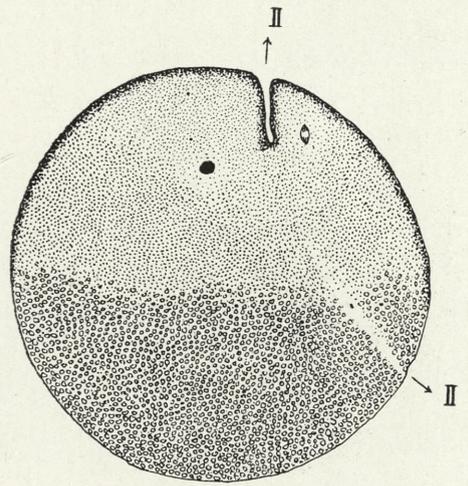
18



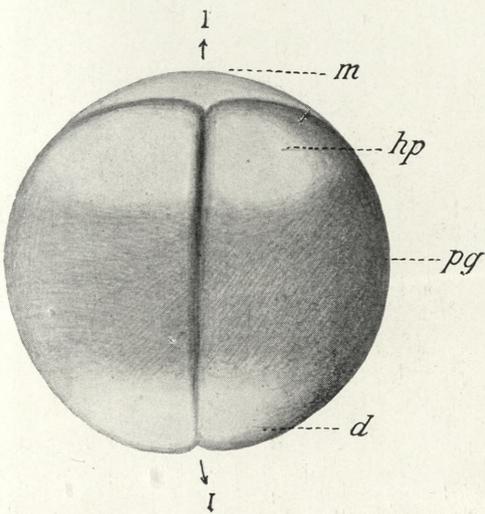
19



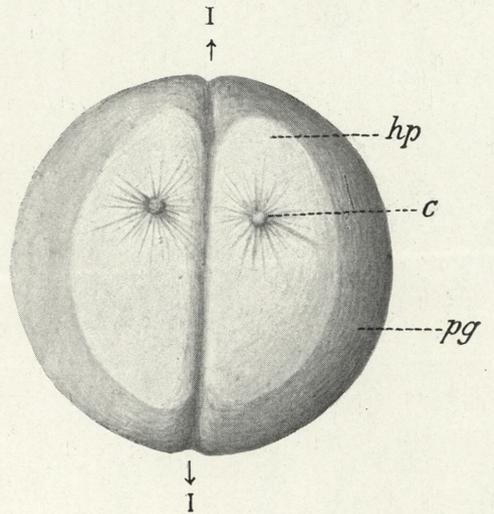
20



21



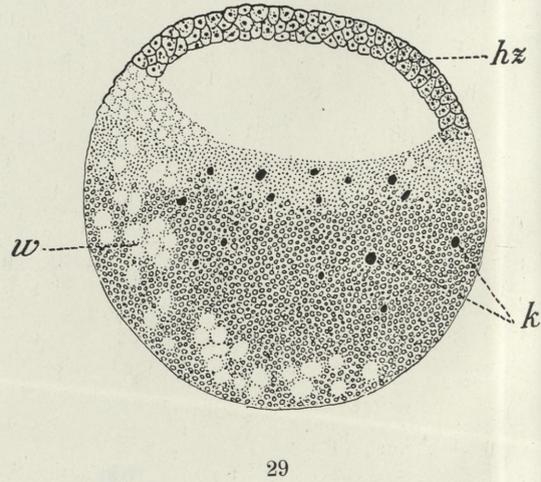
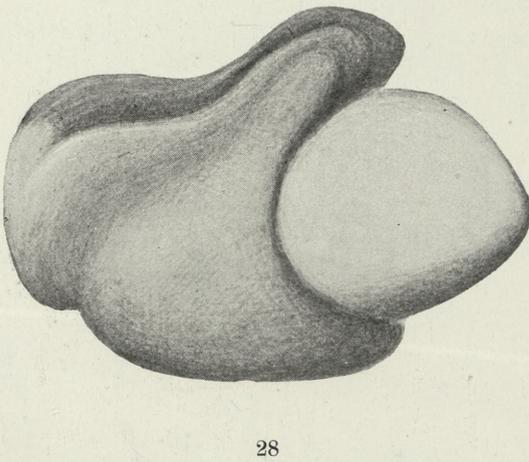
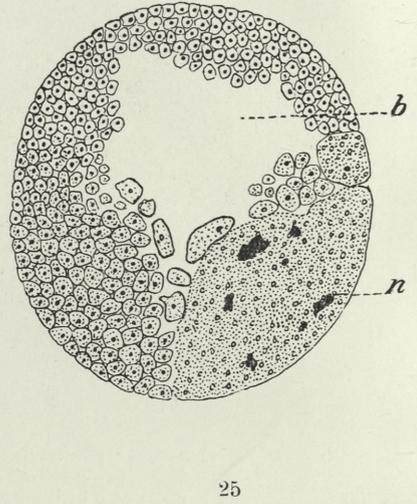
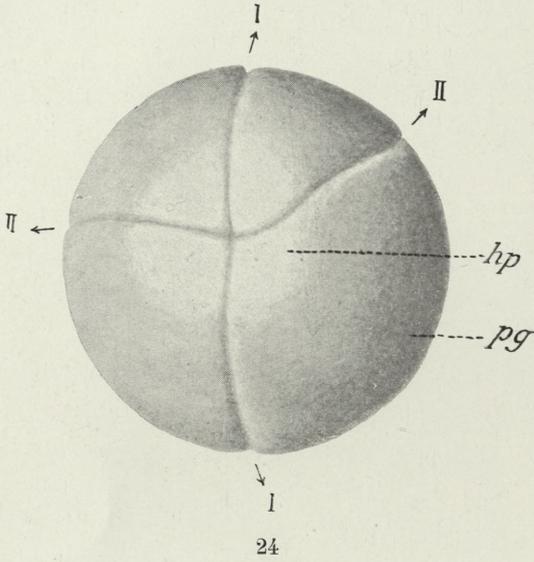
22

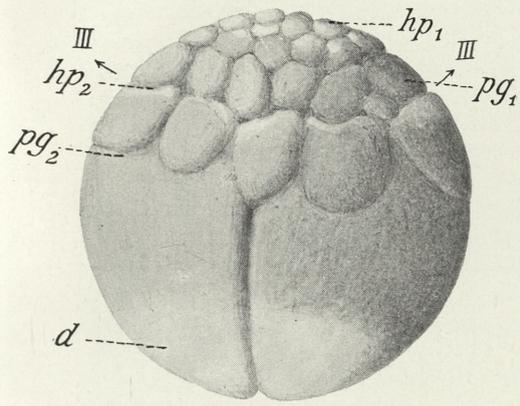


23

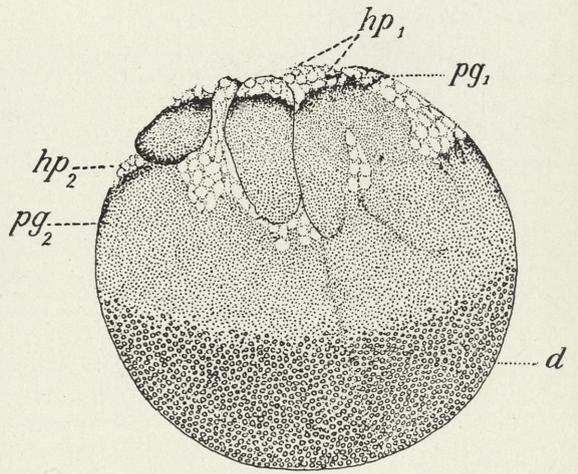




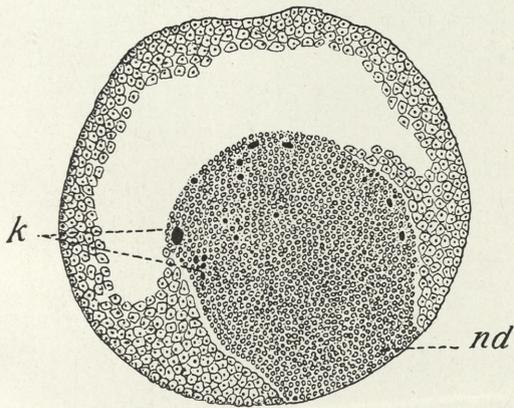




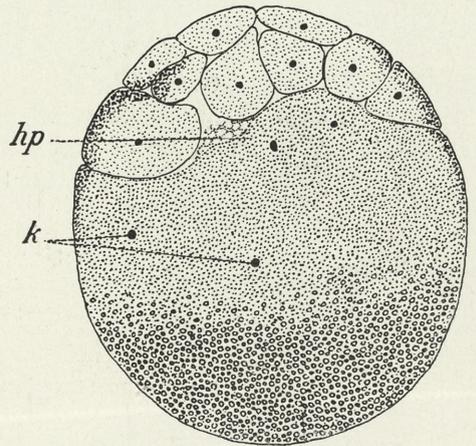
26



27



30



31



- Bd. 18, 1904. — 24) Morgan T. H. and Torelle. *ibid.* — 35) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 19, 1905. — 36—38) Morgan T. H. *ibid.* — 40) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 22, 1906. — 41) Morgan T. H. and Lyon. *ibid.* Bd. 24, 1907. — 42) Moszkowski M. *Archiv für mikr. Anatomie*, Bd. 60, 1902. — 43) Moszkowski M. *ibid.* Bd. 61, 1902. — 44) Peter. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 20, 1905. — 45) Pflüger. *Arch. für d. gesamte Physiologie*, Bd. 31, 1883. — 46) Pflüger. *ibid.* Bd. 32, 1883. — 47) Pflüger. *ibid.* Bd. 34, 1884. — 48) Roux W. *Gesammelte Abh. Nr. 19, 1884.* — 49) Roux W. *ibid.* Nr. 20, 1885. — 50) Roux W. *ibid.* Nr. 21, 1887. — 51) Roux W. *ibid.* Nr. 22, 1888. — 52) Roux W. *ibid.* Nr. 27, 1893. — 53) Roux W. *Anat. Anzeiger*, Bd. 8, 1893. — 54) Roux W. *ibid.* Bd. 23, 1903. — 55) Ružička. *Ergebnisse d. Anat. und Entwicklungsgesch.*, Bd. 16, 1907. — 56) Schultze O. *Zeitschr. für wissenschaft. Zoologie*, Bd. 45, 1887. — 57) Schultze O. *Biol. Zentrallblatt*, Bd. 7, 1887. — 58) Schultze O. *Anat. Anzeiger*, Bd. 9, 1894. — 59) Schultze O. *Arch. für Entw.-Mech.*, Bd. 1, 1894. — 60) Schultze O. *Anat. Anzeiger*, Bd. X, 1895. — 61) Schultze O. *ibid.* Bd. XIV, 1899. — 62) Schultze O. *Arch. für mikr. Anat.*, Bd. 55, 1900. — 63) Schultze O. *ibid.* Bd. 55, 1900. — 64) Schultze O. *ibid.* Bd. 56, 1900. — 65) Wetzell. *Arch. für mikr. Anat.* Bd. 63, 1904. — 66) Wilson E. B. *Arch. für Entw.-Mech.*, Bd. 12, 1901. — 67) Wilson E. B. *ibid.* Bd. 13, 1901. — 68) Ziegler K. *Anatomische Hefte*, Bd. 41, 1901.

Erläuterung der Abkürzungen.

- hp* — Hyaloplasma.
*hp*₁ — Hyaloplasma in animalen Blastomeren.
*hp*₂ — Hyaloplasma in vegetativen Blastomeren.
hz — Zellen mit hell aussehendem Protoplasma.
vh — Vakuolisirtes Hyaloplasma.
pg — Pigment.
p + pg — Pigmentierte Plasmaschicht.
*pg*₁ — Pigment in animalen Blastomeren.
*pg*₂ — Pigment in vegetativen Blastomeren.
k — Kerne.
n — Ungefurchter Keimteil.
d — Deutoplasma.
nd — Ungefurchter Teil des Keimes mit Deutoplasma.
dp — Dotterpfropf.
b — Blastocoel.
w — Vakuolen.
m — Eimembran.
c — Hügel.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schnitt durch ein unbefruchtetes Ei, welches 30 Minuten lang zentrifugiert wurde. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228 *g*.

Fig. 2—5. Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche in nie-

derer Temperatur 5 Stunden lang vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 12 *g*. Fig. 2 — zwei ungleich große Blastomeren von der animalen Hemisphäre gesehen. Fig. 3. Halblastula von oben gesehen. Fig. 4. Schnitt durch ein gleich nach dem Zentrifugieren abgetötetes Ei. Fig. 5. Schnitt durch Zweiblastomerenstadium. Die Blastomeren sind von ungleicher Größe.

Fig. 6. Schnitt durch einen normalen Keim. Zweiblastomerenstadium.

Fig. 7—9. Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche 15 Minuten nach der Besamung 25 Minuten lang zentrifugiert wurden. Fig. 7. Zweiblastomerenstadium. Die erste Furche hat den vegetativen Pol noch nicht erreicht. Fig. 8. Schnitt durch einen ähnlichen Keim. Blastomeren gleich groß. Fig. 9. Mißbildung mit Defekten in der Kopfgegend.

Fig. 10. Normale Kaulquappe, Kontroll exemplar zu Fig. 9.

Fig. 11—19. Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche 2 Stunden nach der Besamung 20 Minuten lang zentrifugiert wurden. Zentrifugalbeschleunigung zirka 228. Fig. 11. Gleich nach Aufhören des Zentrifugierens abgetötetes Ei. Fig. 12. Schnitt durch ein ähnliches Ei. Fig. 13. Zwei ungleich große Blastomeren — animale Hemisphäre. Fig. 14. Schnitt durch einen ähnlichen Keim. Fig. 15. Späteres Furchungsstadium. Im ungefurchten Plasmateil liegen zahlreiche Kerne zerstreut. Fig. 16. Halblastula von der animalen Hemisphäre aus gesehen. Fig. 17. Noch späteres Stadium. Fig. 18. Gastrulastadium, gesehen von der Seite des vegetativen Poles. Der Keim ist nur in einer Hälfte gefurcht. Fig. 19. Schnitt durch eine Halbgastrula. Späteres Stadium.

Fig. 20—21. Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche im Zweiblastomerenentwicklungsstadium 5 Stunden lang in niederer Temperatur zentrifugiert wurden. Zentrifugalbeschleunigung 12 *g*. Fig. 20. Vierblastomerenstadium, die zweite Furche verläuft seitlich. Fig. 21. Ein ähnlicher Embryo im Durchschnitt. Die Schnittfläche war der ersten Furchungsebene parallel.

Fig. 22—25. Die Embryonen, die sich aus den Keimen entwickelt haben, welche im Zweiblastomerenstadium 20 Minuten lang zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228 *g*. Fig. 22. Ein gleich nach Aufhören des Zentrifugierens abgetöteter Keim. Die Membran vollkommen erhalten, am animalen Pol Abplattung. Fig. 23. Der Keim von der Seite der animalen Hemisphäre gesehen, 20 Minuten nach Aufhören des Zentrifugierens abgetötet. Fig. 24. Vierblastomerenstadium von der Seite des animalen Poles gesehen. Die zweite Furche verläuft seitlich. Fig. 25. Schnitt durch eine Dreiviertelblastula.

Fig. 26—28. Embryonen, die sich aus den Keimen entwickelt haben, welche im Achtblastomerenstadium zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228. Fig. 26. Der Keim wurde 2 Stunden nach 15 Minuten lang dauerndem Zentrifugieren abgetötet. Inzwischen ist die vierte und die fünfte Furche aufgetreten. Fig. 27. Schnitt durch einen Keim, welcher 25 Minuten lang zentrifugiert wurde. Abgetötet gleich nach Aufhören des Zentrifugierens. Fig. 28. Embryo mit weit geöffnetem Blastoporus.

Fig. 29. Schnitt durch einen Embryo, der sich aus dem Keim entwickelt hat, welcher unmittelbar vor dem Auftreten der dritten Furche stark zentrifugiert wurde. Das Entwicklungsstadium entspricht einer Gastrula. Am vegetativen Pol ist die Dottersubstanz ungefurcht geblieben.

Fig. 30. Schnitt durch eine Gastrula, die sich aus dem Keim entwickelt hat, welcher nach dem Auftreten der dritten Furchung zentrifugiert wurde. Am vegetativen Pol ist die Dottersubstanz ungeteilt.

Fig. 31. Schnitt durch einen diskoidal gefurchten Keim.

57. *Dalsze badania nad morfologią i historią rozwoju jajnika owadów. Część trzecia. — Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung.* Note de M. H. WIELOWIEYSKI, présentée par M. A. Wierzejski m. t. (Planches XXVIII et XXIX).

Zusammenfassung der Ergebnisse der gleichnamigen polnischen Arbeit und Tafelerklärung.

In dem vor 3 Jahren erschienenen I. Teile der vorliegenden Arbeit¹⁾ habe ich die Ovarien der Coleopteren in 3 Kategorien geschieden, deren zwei erste jetzt wiederholt zum Gegenstand eingehender Untersuchung wurden.

Das Ovarium der Coleopteren (mit alleiniger Ausnahme der Adephagen, die besonders behandelt werden) besteht aus einem mit Follikelepithel ausgestatteten Ovidukte und einer gewöhnlich keulenförmigen Endkammer, die mit demselben durch Vermittlung eines verjüngten Übergangsstückes verbunden ist und an ihrer Spitze mit einem Endfaden abschließt.

Diese Kammer wird allgemein als aus zwei funktionell wie auch morphologisch verschiedenen Teilen bestehend aufgefaßt: dem Keimlager und der Nährkammer.

Die Nährkammer all dieser Ovarien wird von den meisten Autoren, wie Korschelt²⁾, Gross³⁾, Mollison⁴⁾, Saling⁵⁾

¹⁾ H. Wielowieyski: Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Arb. d. Zool. Institutes der Univ. Wien 1905.

²⁾ E. Korschelt: Über die Entstehung und Bedeutung der versch. Elemente d. Insektenovariums. Ztschr. für wiss. Zool. 1886.

³⁾ J. Gross: Untersuchungen über das Insektenovarium. Zool. Jahrb. f. Anat. 1903.

⁴⁾ Mollison: Die ernährende Tätigkeit des Follikelepithels von Melolontha. Ztschr. f. wiss. Zool. 1904.

⁵⁾ Th. Saling: Zur Kenntnis d. Entwick. der Keimdrüsen von Tenebrio. Ebenda 1907.

im Einklange mit der entsprechenden Auffassung der Endkammer der Hemipteren dahin gedeutet, daß die in derselben eintretende Zellauflösung zur Bildung heller „protoplasmatischer Räume“ führt, aus welchen die Oocythen vermittle ihrer Ausläufer (Dotterstränge) ihre Nahrung schöpfen.

In meinen Untersuchungen bin ich zu der Einsicht gekommen, daß diese Auffassung im Speziellen ergänzungsbedürftig ist.

Die „protoplasmatischen Räume“ sind wohl hie und da anzutreffen (obwohl man bei genauer Fixierung genug Exemplare findet, die derselben vollständig entbehren) — ihre Lage, Form und Umfang, die überhaupt recht unbestimmt sind, schließen den Vergleich mit dem Zentralraum der Hemipteren-Endkammer vollständig aus. Wenn wir ferner die postembryonale Entwicklung heranziehen¹⁾, nach welcher sich der Bau dieses Endkammerbezirkes als ein Komplex von individualisierten Plasmasträngen erweist, so dürfen wir nicht mehr zögern, diesen Plasmagerinseln den Wert eines definierten Organes abzusprechen. Ihre Entstehung ist wohl auf Zerstörung der Endkammerzellen und einer Liquefaktion ihres Plasmas zurückführbar (was meistens in recht alten Ovarien vorzukommen scheint); aber daß die auffallendsten Bilder, wie sie z. B. von Mollison (a. a. O. Fig. 10 u. 11) dargestellt werden, auf Kunstprodukten beruhen, erscheint mir zweifellos. Die Ernährung der Oocythen geht auf einem anderen, wohl demjenigen der Hemipteren homologen, obschon modifizierten Wege vor sich. In Übereinstimmung nämlich mit dem entsprechenden Vorgange bei den Hemipteren (a. a. O. II. Teil) besteht eine materielle, primäre Verbindung zwischen Oocythen und Trophocythen, die auf ihre gemeinsame Herkunft von der Oogonie zurückführbar ist, und die ebenso der Entstehung jener feinen, fadenförmigen Fortsätze der Oocythen der Wanzen, wie auch der Bildung der von Gross entdeckten Ausläufer (Dotterstränge) der Oocythen bei Coleopteren zugrunde liegt.

Die Sache wird insbesondere aus den Bildern Fig. 5—8 klar, wo man den primären Zusammenhang der aus dem Teilungsprozesse der Oogonie resultierenden Zellen bis zum Imagostadium (Fig. 8,

¹⁾ s. o. Wielowieyski: Weitere Untersuchungen über Insektenovarien etc. II. Teil, Hemipteren. Verh. d. k. k. Akademie d. Wiss. Krakau 1908.

16 u. a.) verfolgen kann. Nun aber unterscheidet man im weiteren Differenzierungsvorgange zweierlei Eventualitäten.

Entweder werden die Oocythen auf einem gewissen Stadium (etwa nach Vollendung der letzten Oogonienteilungen) auf einmal oder beinahe gleichzeitig herausdifferenziert, wobei sie nur mittels je eines feinen Fädchens mit ihren trophischen Schwesterzellen zusammenhängen (*Coccinella*), respektive diesen Zusammenhang bald lösen (*Hydrophilus*, *Telephorus*), oder aber das Keimbläschen bleibt längere Zeit als neutraler Zellkern in Gesellschaft anderer, von ihm nicht zu unterscheidender Kerne in je einem vielkernigen Plasmagebilde liegen, aus welchem erst in späteren Abschnitten des Imaginallebens die Oocyte allmählich hervorsproßt (Fig. 13). Der Gegensatz der beiden Typen ist sowohl ein morphologischer, als auch ein physiologischer. Der morphologische besteht in dem frühzeitigen Abschlusse der Oocythenbildung bei *Hydrophilus*, *Telephorus*, *Coccinella*, *Necrophorus*, und dem nachfolgenden Größenwachstum der Trophocythen, die dann aber bis zum Ende ihrer nutritiven Tätigkeit intakt bleiben (wie bei Hemipteren), wogegen bei *Melolontha*, *Geotrupes*, *Tenebrio*, *Lucanus*, *Oryctes*, *Lampyris*, *Silpha*, *Rhizotrogus* etc. der Gegensatz zwischen Oocyte und Trophocyte erst im letzten Augenblicke bemerkbar wird, indem das künftige Keimbläschen von den übrigen Kernen des diesbezüglichen vielkernigen Plasmagebildes samt dem zugehörigen Cytoplasma abgesondert wird. Der physiologische Unterschied besteht nun aber in der nachgewiesenen Auflösung des mit der Oocyte verbundenen polynukleären Teiles des gemeinsamen Plasmakomplexes und der Verwandlung desselben samt dem Kernmaterial als Ernährungssubstanz der Oocythen, was sowohl bei der anderen Gruppe, als auch insbesondere bei den Hemipteren im Laufe jenes Prozesses nicht der Fall ist und erst nach dessen Abschluß eintreten kann.

Kurz läßt sich unsere Kenntnis all dieser Vorgänge und Verhältnisse folgendermaßen präzisieren.

1) Als die eigentliche Keimdrüse des Coleopterenovariums (des non adepagen Typus) ist derjenige Teil der Eiröhre zu betrachten, der als eine frühzeitig in der Embryonalanlage abgesonderte Zellgruppe zeitweilig eine weitgehende Selbständigkeit besitzt, später vom Mesoblasten mit Endfaden und Ovidukt (samt Follikelepithel) versorgt, den Hauptteil der Endkammer ausmacht.

2) In den allerfrühesten Stadien ist die eigentliche Endkammer

aus gleichartigen Zellen gebildet, welche das Oogonien-Stadium, resp. (nach einer Reihe karyokinetischer Teilungen) seine unmittelbaren Derivate darstellen. In einem gewissen Zeitpunkte der nachembryonalen Entwicklung lösen sich von der Oviduktanlage amöboid Follikelzellen ab und wandern von unten und von den Seiten zwischen die Gonadenzellen ein, wo sie sich an deren Lebensfunktion beteiligen und zuletzt als Begleitung der heranwachsenden Oocythen den Inhalt des Oviduktes ausmachen.

3) Nach vollendeter Oogonienteilung, welche vielfach miteinander durch Plasmabrücken verbundene Zellen liefert, findet die Differenzierung der letzteren in Oocythen und Trophocythen (Nährzellen) statt, wobei die obengenannten Plasmabrücken zu Dottergängen der jungen Eizellen sich ausbilden können.

4) Dieser Vorgang, insbesondere wie er beim Typus *Coccinella Telephorus* bekannt ist, kann mit demjenigen der Hemipteren homologisiert werden, wo die Trophocythen ebenso den oberen Teil der Endkammer einnehmen, die Oocythen im unteren Teile desselben das Keimlager herstellen. Der einzige Unterschied beruht darauf, daß bei letzteren eine weitgehende Umlagerung der Teilungsprodukte stattfindet¹⁾ und die Plasmabrücken in lange, fadenförmige Fäden ausgezogen werden, wobei sie im Zentralraume der Endkammer nebeneinander verlaufend, den so lange für homogene Substanz gehaltenen „protoplasmatischen Raum“ der Autoren bilden.

5) Die Differenzierung der Teilungsprodukte der Oogonien geschieht auf zweifache Weise. Entweder findet sie in einem Tempo statt, so daß alle Oocythen ungefähr gleichzeitig aus dem neutralen Zellmaterial entstehen, oder aber sie werden erst nach und nach gebildet.

Im ersten Falle (Hemiptera und Coleoptera der *Coccinella*-Gruppe) unterliegen die gleichzeitig herausdifferenzierten Nährzellen noch einem bedeutenden Größenwachstum (welches bei Hemipteren mit Kernvermehrung verbunden ist) und fungieren während der ersten Jugendperiode der Oocythen als Nahrung sezernierende Drüsenzellen, ohne hiebei ihren Zellcharakter einzubüßen; im zweiten Falle (*Melolontha*gruppe) unterliegen die vielkernigen, aus den Oogonien entsprungnen Plasmagebilde, die in sich beiderlei Haupt-

¹⁾ Vergl. den zweiten Teil der vorliegenden Arbeit in den Verhandlungen d. k. k. Akademie d. Wissensch. Krakau 1908.

elemente des Ovariums enthalten, beim Beginn der Abschnürung und Herausbildung der Oocythe einer regressiven Metamorphose. Diese letztere beruht darauf, daß der mit der Oocythe verbundene Plasmateil des Syncytiums zu einer immer länger und dünner werdenden Plasmabrücke ausgezogen wird (Dottergang) und der übrige Teil des polynukleären Gebildes eine eigentümliche Verödung und Auflösung seiner Zellkerne und schließlich die Auflösung seines Protoplasmas aufweist.

6) Inwiefern zwischen den beiden Typen auch darin ein Unterschied obwaltet, daß beim ersten nur eine einmalige Oocythenbildung stattfindet — (unser Bild der Keimstätte bei *Coccinella* (Fig. 7) führt uns die definitiv gebildete Oocythenzahl vor, welche bei Mangel jeglicher Oocythenteilung nicht mehr vergrößert werden kann) — beim zweiten Typus hingegen die vielkernigen Oogonienderivate des oberen Teiles der Endkammer die aufgelösten Gonotokonten des unteren Teiles ablösen können (wie es bei den Adephagen der Fall ist), bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten. Von der Entscheidung dieser Frage wird es nur abhängen, ob dem oberen Teile der Endkammer des *Melolontha*-Typus ein rein nutritiver oder aber ein gemischter, im allgemeinen germinativer Charakter zuerkannt werden kann.

Tafelerklärung.

Sämtliche Zeichnungen sind vermittels des Zeisschen Zeichenprismas aufgenommen. Die ganze Tafel nachträglich (photogr.) auf ein Drittel verkleinert.

Fig. 1. *Hydrophilus piceus*. Längsschnitt durch den obersten Teil der Endkammer. Endfaden deutlich gesondert. Zellen groß und saftig, zuweilen miteinander in vertikaler Richtung verbunden. Zellkerne chromatinreich mit größeren und kleineren Mikrosomen, die durch ein Liningerüst verbunden sind. Diese Chromatinelemente ballen sich auf fixierten Objekten mit dem Kernplasma zu einem Klumpen zusammen, der oft beim Schneiden in toto herausfällt und einen leeren Raum zurückläßt. Auflösungsprozesse und „protoplasmatische Räume“ finden sich nur in seltenen anormalen Fällen. In den Lücken zwischen den großen Nährzellen findet man, oben seltener, nach unten zu immer häufiger Follikel epithelzellen, die hier wie nackte Zellkerne aussehen, in Wirklichkeit aber mit einer dünnen, amöboidalen Protoplasmaschicht ausgestattet sind und in echte Epithelzellen übergehen. Herrmannsche Lösung, Heidenh. Eisenhämatoxylin, Zeiss, D. 2.

Fig. 2. Unterster Teil derselben Endkammer. Oben die großkernigen Nährzellen, nach unten zu die viel kleineren, kleinkernigen Oocythen, deren Zusammenhang mit den Trophocythen, sowie mit den intermediären Zellen hie und da nachweisbar ist. Die Kerne enthalten zweierlei Chromatinkörner: a) große, scheinbar aus mehreren zusammengesetzte, b) kleine, ganz runde Körnchen, die zwischen den

ersteren zerstreut liegen. Der Kerninhalt ist zusammengezogen. Follikelzellen seitlich epithelartig an der Wand gelagert, im Inneren der Endkammer zwischen Oocythen und Trophocythen als Wanderzellen zerstreut. Herrm. Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. D. 3.

Fig. 3 u. 4. Trophocythen (T), Oocythen (c) und intermediäre Zellen (a) von demselben Schnitte. Zeiss. F. 3.

Fig. 5. Längsschnitt einer Ovarialanlage bei der Puppe derselben Spezies. Endfaden durch seinen Bau von der darunter liegenden Endkammer scharf gesondert, aus schmalen, quer gelegenen Zellen. Endkammer mit großen Zellen, die nach der Längsrichtung geordnet mit Plasmabrücken in derselben Richtung verbunden sind. Da die Zellen alle noch gleich groß sind und noch keine Differenzierung in Oo- und Trophocythen, wohl aber karyokinetische Teilungen aufweisen, sind sie für Oogonien zu halten. Zeiss. D. 3.

Fig. 6. Unterste Partie desselben Schnittes stärker vergrößert. Die untersten Zellen scheinen die Teilungsperiode hinter sich zu haben, gleichen aber noch immer den darüber liegenden Zellen, so daß man in dieser Zellengruppe die indifferente (embryonale) Lebensphase der drei auf Fig. 3 u. 4 dargestellten Zellarten erkennt und ihren primären Zusammenhang konstatiert. Die Follikelzellen bilden ein solides Zellpolster unterhalb der Endkammer und beginnen einzeln in dieselbe einzudringen. Zeiss. Homog. Immers. Oc. 3.

Fig. 7. Längsschnitt durch den unteren Teil der Endkammer des Ovariums einer Subimago von *Coccinella septempunctata*. Trophocythen (TC) in Längsreihen durch Plasmabrücken verbunden — groß und saftig mit chromatinreichen Kernen. Die Oocythen (oc) weisen hie und da auch Plasmabrücken auf, die sie mit einzelnen Trophocythen verbinden und später zu langen Ausläufern ausgesponnen werden. In der Größe sind sie vorläufig von den letztgenannten Zellen überholt worden, da ihre Wachstumsperiode noch nicht eingetreten ist. Keimbläschen mit einem dünnen Chromatinfaden, der meistens in der Mitte im Innern des Kernes stark zusammengeballt erscheint (Synapsis).

Das vorliegende Bild entspricht recht wahrscheinlich dem uns hier fehlenden Stadium des Ovariums von *Hydrophilus*. Alkohol-Essigsäure. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Immers. 3.

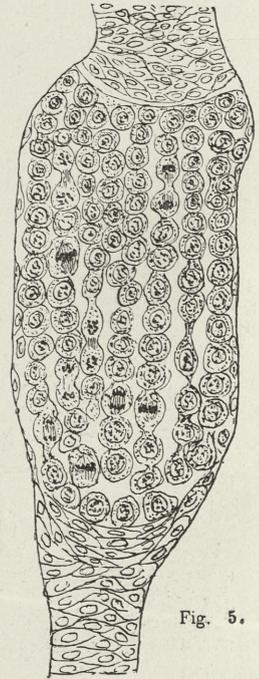
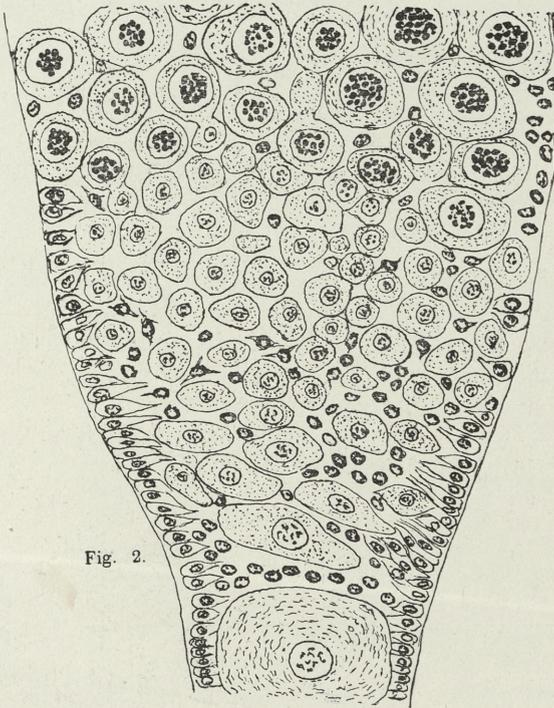
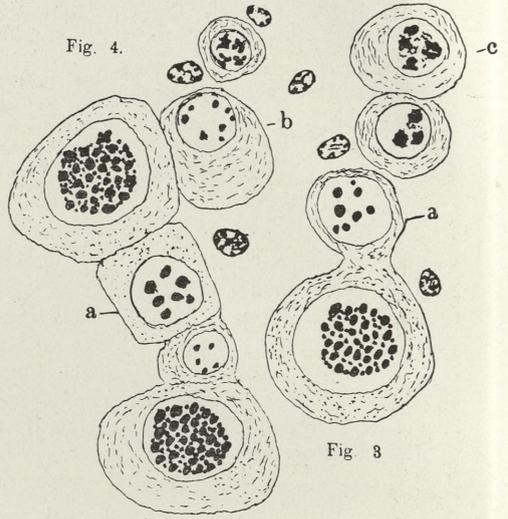
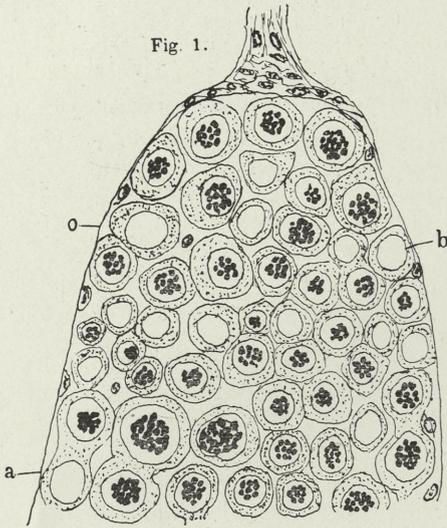
Fig. 8. Längsschnitt durch den unteren Teil der Endkammer einer jungen Imago von *Telephorus fuscus*. Oben die Nährzellen in Längsreihen. Kerne mit Chromosomen und Reticulum. Unten die Oocythen, deren eine mit der untersten Trophocythe verbunden ist. Herrmannsche Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Imm. 3.

Fig. 9. *Neerophorus Vespilio*. Zellen aus der Endkammer der Imago. TC. große, großkernige Trophocythen, sporadisch mittels Plasmabrücken miteinander verbunden. Chromatinreiche, nukleolenhaltige Zellkerne. Oc. Oocythen verschiedenen Alters. f. c. Follikelzellen. Essigsäure-Methylgrün-Glyzerin. Zeiss. F. 3.

Fig. 10. Unterste Partie der Endkammer einer Larve von *Tenebrio molitor*. Plasmastränge voneinander unterscheidbar. Die untersten Kerne fangen an zu wachsen. Follikelzellen dringen zwischen die Plasmastränge ein. Zeiss. Imm. 3.

Fig. 11. Herausmazerierte Plasmastränge, aus dem Ovarium einer Puppe derselben Spezies. Zwei Derivate eines Oogonienkernes nach frisch überstandener Karyokinesis. Chromosomen kurz und dick. In Fig. 11 A ist der unterste Kern samt dem dazugehörenden Plasma größer geworden und ist im Begriffe, eine Oocyte





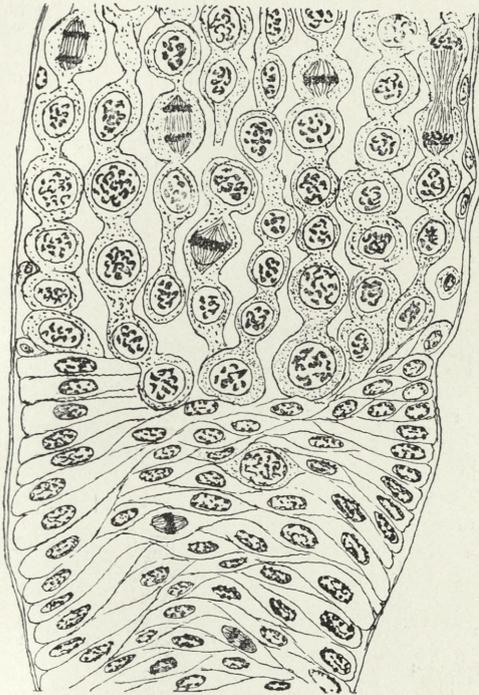


Fig. 6.

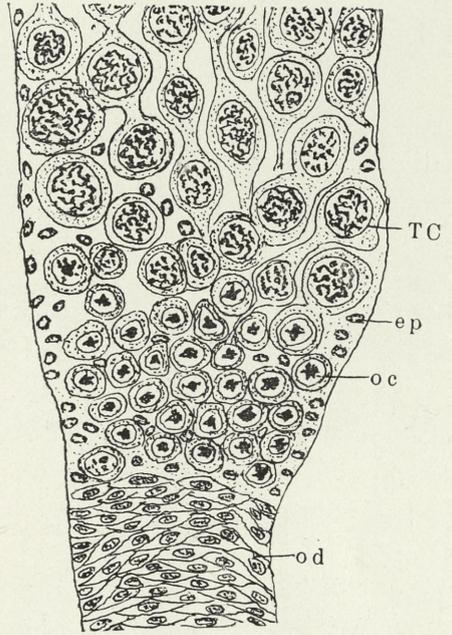


Fig. 7.

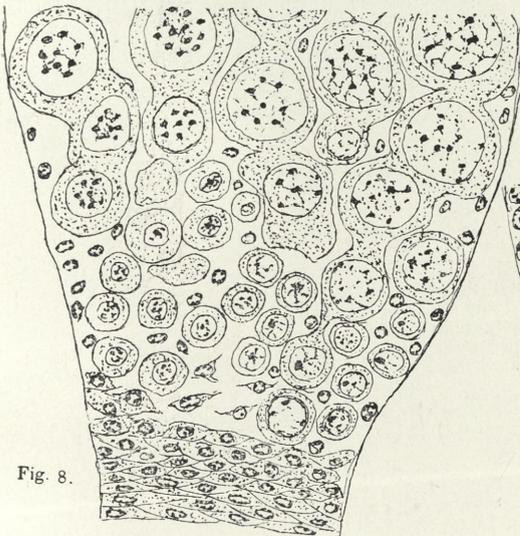


Fig. 8.

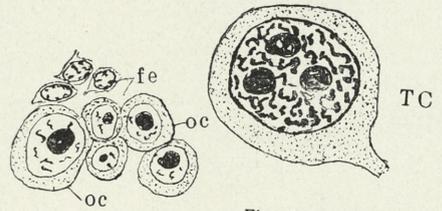


Fig. 9.

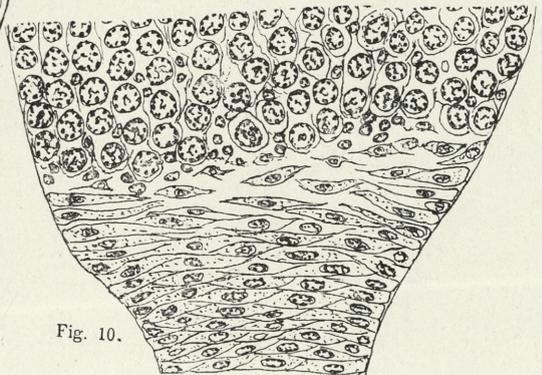


Fig. 10.





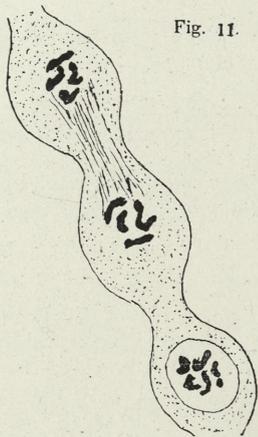


Fig. 11.

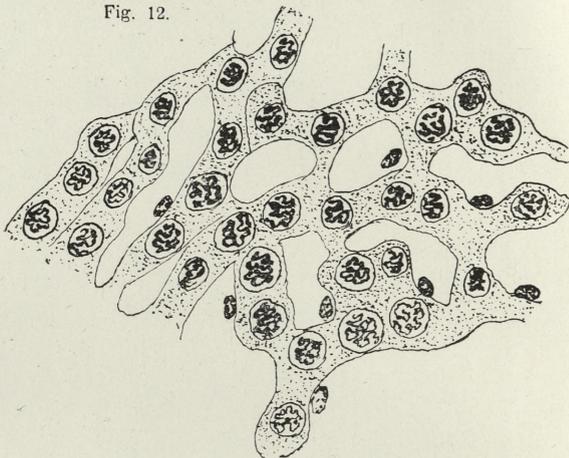


Fig. 12.

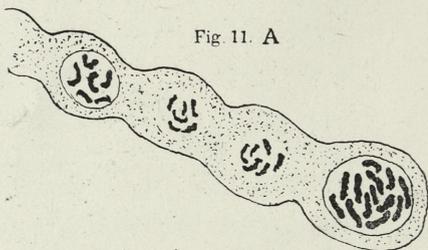


Fig. 11. A

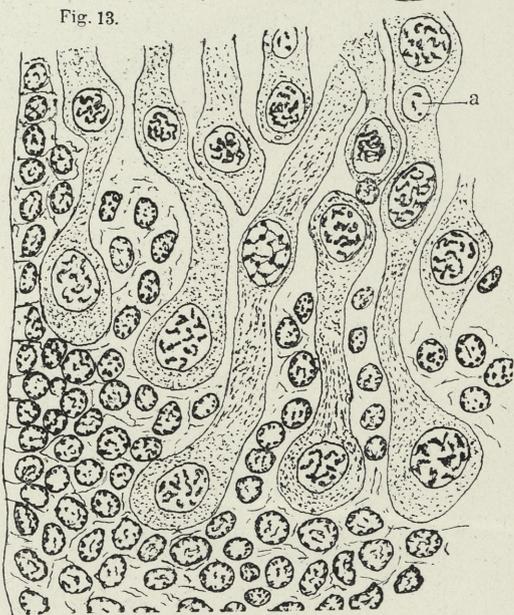


Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

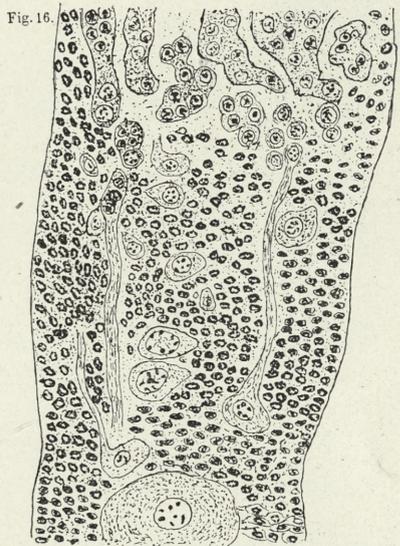


Fig. 16.

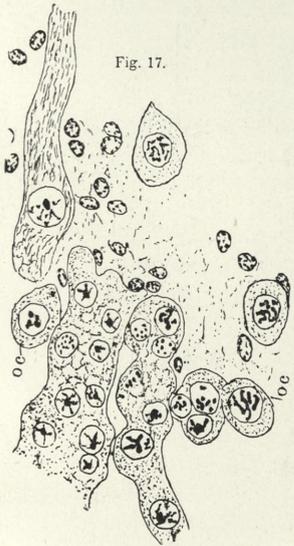


Fig. 17.

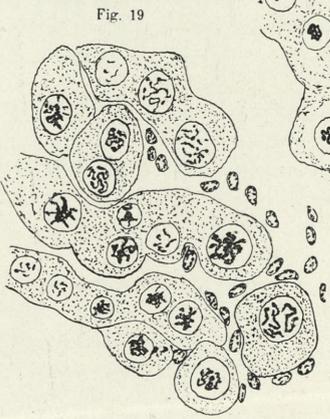


Fig. 19

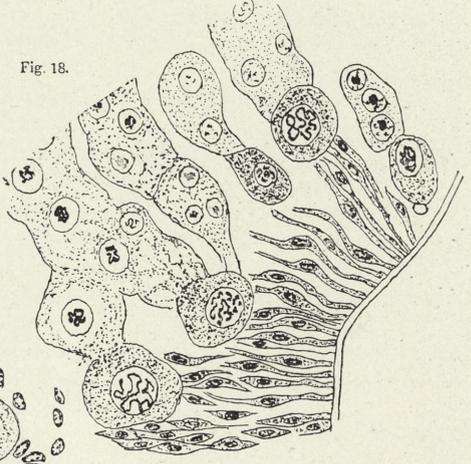


Fig. 18.



zu liefern. Die zwei über ihm liegenden Kerne haben ihre Membran beinahe aufgelöst und das Chromatin scheint dem Auflösungsprozeß anheimzufallen. Essigsäure-Methylgrün-Glyzerin. Zeiss. F. 3.

Fig. 2. *Melolontha vulgaris*. Balkengerüst aus dem Innern der Mittelpartie der Endkammer einer Imago. In den Lücken einzelne Wanderzellen. Auflösungsräume fehlen oder nur zufällig. Kerne mit Chromatinfaden. Zeiss. F. 3.

Fig. 13. *Melolontha*. Unterster Teil der Endkammer, dicht am Epithelpolster (Keimlager). Die Enden der Zellstränge parallel geordnet, durch Härtung deutlich gesondert. Plasma fein granuliert in den kernlosen Gegenden schwach längsstreifig. Kerne dreifach: 1) Normale Endkammerkerne mit den Kernen der Fig. 12 identisch, 2) Oocythenkerne im Wachstum begriffen, 3) in regressiver Metamorphose begriffene Kerne (a). Perm. Lösung. Heidenheinsches Eisenhämatoxylin. Zeiss. F. 3.

Fig. 14. *Melolontha*. Ein anderes Präparat desselben Organes mit weniger regelmäßigen Strängen. Die Oocythen lösen sich von den vielkernigen Strängen mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Verbindung ab. Die plasmatischen vielkernigen Stränge zeigen verschiedenartige Verschiebungen, die als Folge der Einwirkung der Reagentien anzusehen sind, und unterliegen Auflösungsprozessen mit Schwund der Kerne. Lang ausgezogene Epithelzellen in ihrer Umwandlung in Wanderelemente, die zwischen die Gonotokonten eindringen und vielleicht zur Auflösung der Stränge beitragen, wobei sie als Träger der Ernährungssäfte den Oocythen gegenüber fungieren. Sublimat-Essigsäure. Zeiss. F. 2.

Fig. 15. *Melolontha*. Noch weiter gehende Verzerrungen bei der Fixierung anheimgefallenes Kernlager. Die lang ausgezogenen Ausläufer der Oocythen durch den bei der Schrumpfung erfolgten Zug auseinandergerissen. Die freien Räume mit Gerinsel erfüllt, in welchem Follikel epithelzellen frei schweben. Die einen Zellen sind mit vielpoligen Ausläufern versehen, die anderen machen den Eindruck nackter Kerne, die nur mit dünner, eng anliegender Protoplasmalage überzogen sind. Auflösungserscheinungen an Plasmasträngen und deren Zellkernen sichtbar. Dazwischen Bildung neuer Oocythen an herunterhängenden Enden der plasmatischen Stränge. Einzelne losgelöste Oocythen, oder solche, deren Ausläufer an der abgeschnittenen Seite gestanden sind. Sublimat-Essigsäure, Borax-Karmin. Zeiss. F. 3.

Fig. 16. *Oryctes nasicornis*. Längsschnitt durch das Keimlager des Ovariums. Oocythen mit langen Ausläufern, die mit zelligen Überresten der vielkernigen Plasmastränge zusammenhängen. Oberhalb derselben Teile solcher Stränge, deren unterste Zellkerne zu Keimbläschen umgebildet, dagegen die übrigen nach und nach unter Schwund des Chromatins aufgelöst werden. Hermannsche Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. D. 2.

Fig. 17. Stärker vergrößerter Teil eines solchen Präparates. Rechts das obere Ende eines Dotterganges mit noch nicht aufgelöstem Kern und längsstreifigem, zartem Protoplasma. Links vielkernige Plasmastränge mit oben und unten ansitzenden Oocythen. Kerne und Protoplasma in verschiedenen Stadien der Auflösung. Zeiss. F. 2.

Fig. 18. *Geotrupes stercorarius*. Seitenteil eines Längsschnittes durch das Keimlager des Ovariums. Vielkernige Plasmastränge in ihren unteren Partien deutlich gesondert. Die Oocythen grenzen sich von denselben immer mehr ab, wobei oftmals plasmatische Verbindungsstränge zurückbleiben. Das Keimbläschen

unterscheidet sich von den neutralen, noch nicht aufgelösten Kernen der Plasmastränge dadurch, daß ihr Chromatin lockerer wird und einem deutlichen Fadenknäuel dokumentiert. Follikel epithelzellen lang ausgezogen, setzen sich an die jungen Oocythen heran. Herrm. Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. hom. Immers. 3.

Fig. 19. Eine andere Stelle desselben Schnittes mit deutlichem Unterschiede zwischen den Keimbläschen, den neutralen und den in Auflösung befindlichen Kernen, wobei auf eine rege nutritive Funktion der neutralen Kerne geschlossen werden darf. Zeiss. Immers. 3.

58. Berichtigung zu der Abhandlung:

E. Rosenhauch, Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.

S. 482 ad 9) lies: Die Gonokokkeninfektion der Bindehaut der Neugeborenen erfolgt in den weitaus meisten Fällen höchstwahrscheinlich nicht während des Geburtsaktes sondern während der ersten Lebenstage des Säuglings.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządkiem J. Filipowskiego.

14 Września 1908.

