

Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Posiedzenie

z dnia 13 Stycznia 1910 r.

Rok III. № 1.

Obecni:

Przewodniczący Wydziału p. J. Lewiński.
Sekretarz p. J. Tur.

Członkowie Towarzystwa pp.: Ign. Baranowski, S. Dickstein, J. Eismond, Wł. Gorczyński, Wł. Gosiewski, Wł. Janowski, J. Kowalczyk, F. Kucharzewski, W. Mayzel, Fr. Pułaski, A. Sokołowski, L. Silberstein, Z. Wóycicki.

Goście pp.: St. Landau, H. Lindenfeld, Z. Lorec, J. Turowa, T. Wolski.

Na zaproszenie Przewodniczącego p. J. Tur wygłosił doroczną przemowę inauguracyjną.

Pan Jan Tur:

O podstawach teoretycznych embryologii anormalnej.

Ostatnie ćwierćwiecze zaznaczyło się w naukach morfologicznych usilnym ruchem w kierunku badań doświadczalnych, których celem jest zbudowanie morfologii przyczynowej, jako etapu dalszego rozwoju nauki po okresach wyłącznie opisowych. Badania embryologiczno-doświadczalne, mające na celu wyjaśnienie „mechaniki rozwoju“ zapanowały na całej linii, nadając, rzecz można, ton zasadniczy wszystkim obecnym poszukiwaniom morfologicznym. Wiemy, że w badaniach tych wytwarzane zostają podług z góry powziętego planu formy zarodkowe anormalne, mniej lub więcej od zwykłych odbiegające, a z budowy ich wyczytać już się dało wiele wskazówek wagi pierwszorzędnej dla poznania praw

rozwoju normalnego. Gdy z jednej strony mamy olbrzymią dziś literaturę, dotyczącą potworności sztucznie w pracowni wywołanych a często takich, które w przyrodzie samorzutnie (spontanicznie) zwykle nie powstają — z drugiej strony stwierdzić nam wypadnie zastój wyraźny pod względem badań nad teratogenią, nad historią rozwoju potworności zwierzęcych samorzutnych. Na zastój ten składało się przyczyn wiele, więc przedewszystkiem brak zainteresowania zjawiskami rozwoju anormalnego wśród zoologów, mających na celu zbadanie monograficzne, opisowe, embriologii normalnej tej lub owej formy zwierzęcej: przyjętem jest nawet w wielu pracowniach zoologicznych wprost wyrzucanie materiału anormalnego, jako nie dającego nic. Z drugiej strony od tak dawna praktykowane odsyłanie teratologii do dziedziny patologii, gdzie odgrywała ona rolę dyscypliny podrzędnej o nikłym znaczeniu praktyczno-klinicznym, nie mogło wpłynąć dodatnio na rozwój teratologii. Zbyt mało interesowali się nią też i przedstawiciele kierunku embriologiczno-doświadczalnego: potwór samorzutnie powstający, w warunkach pozornie normalnych, nie jest wynikiem żadnego z góry uplanowanego doświadczenia a przeto pozostaje faktem ślepym, nic nie mówiącym... „*Lusus naturae*“, nie zaś Baconowskie „*experimentum luciferum*“...

Pogląd to niesłuszny. Samorzutnie tworzący się, wskutek bądź nie dających się ująć i określić wahań i zmian w warunkach rozwoju, bądź też wskutek jeszcze mniej uchwytnych wpływów, działających przed zapłodnieniem lub podczas niego — zarodek potworny za w s z e może być dokumentem cennym, o ile go się porówna z innemi tego lub podobnego typu, a także zestawi ze skalą normalnych wahań indywidualnych zarodków danego gatunku. Z góry wyznać muszę, że narazie dalecy jesteśmy od możliwości wykonania zarówno jednego, jak drugiego. Typów ustalonych rozwoju anormalnego — nawet dla kręgowców — prawie że nie posiadamy (prócz pewnych form anomalij układu nerwowego, jak *Omfalocefalia* i *Cyklocefalia*), a obserwacje luźne, rozrzucone po całym obszarze literatury zoologicznej i patologicznej dotychczas w jedną całość nie zostały zebrane; jedyna w tym rodzaju obecnie wychodząca książka E. Schwalbe'go bynajmniej wymogom tym nie odpowiada. Co się tycze ustalenia wahań indywidualnych zarodkowych, to w tym względzie mamy dopiero początki usiłowań: prace Mehnert'a, Fischel'a,

moje i ostatnia Peter'a stanowią zaledwie próby pierwsze, aczkolwiek widać już dzisiaj, że dalsze w tej dziedzinie badania do bardzo ciekawych doprowadzić mogą rezultatów. O badaniu wahań tych metodami statystycznymi, o stworzeniu embriometrii, na której potrzebę zwracałem uwagę przed pięcioma laty w jednej z prac moich — narazie mówić możemy jak o „pium desiderium“. Wówczas wszakże, gdy embryologia opisowa wyjdzie z obecnego schematyzmu, gdy zarodki pojedyncze, sztuczne „stadya“ w jeszcze sztuczniejsze „serye“ układane — ustąpią miejsca embryologii statystyczno-porównawczej, określającej rozmiary wahań w obrębie każdej fazy rozwojowej danego gatunku — wówczas dopiero okaże się, jak ważny materiał stanowią zarodki znacznie od przeciętnej normy odbiegające: sama owa „norma“ niewątpliwie w świetle badań teratogenetycznych inaczej się przedstawi.

Narazie wszakże teratogenia znajduje się w okresie zbierania faktów; dodajmy zresztą, że zakres pracowników w tej dziedzinie szczupły jest bardzo, o ile, oczywiście, wyłączymy autorów prac przygodnych, ma materyale przypadkowym wykonanych i najczęściej noszących charakter wyłącznie kazuistyczny. W dodatku nad embryologią anormalną ciąży tradycya dawnej teratologii opisowej, teratologii potworów rozwiniętych („urodzonych“ lub „wyklutych“), uprawianej przeważnie przez patologów i utrzymywanej pod wpływem — w swoim czasie niewątpliwie genialnych, lecz dziś zasadniczo błędnych poglądów Etienne'a Geoffroy Saint-Hilaire'a.

O tej tradycyi teratologicznej i jej stosunku do zebranych dotychczas faktów z dziedziny teratologii mówić tu będę.

Cały postęp nauk morfologicznych w w. XIX przeszedł nad teratologią tak jakby bez śladu. Pomijam już niesłuszny zupełnie pogląd na istotę potworności, jako na objaw patologiczny nie zaś zmiennościowy, pogląd z którym nie będę tu polemizował, aczkolwiek liczy on jeszcze wielu zwolenników. Prace teratologa francuskiego Et.-Rabaud'a, opierające badania materiału teratogenetycznego na szerszych podstawach biologicznych, wykazały wielokrotnie i, zdaje mi się, w sposób nie ulegający już dziś dyskusji — całą bezpodstawność zaliczania nauki o anomaliach rozwojowych do dziedziny patologii. Trudniej znacznie jest uporać się z innym poglądem, wypowiedzianym ongi przez Geoffroy

Saint-Hilaire'a na podstawie szerokiego polotu myśli a szczególnego zasobu faktów — poglądem na istotę potworności, jako objawu „wstrzymania“ lub „nadmiaru rozwoju“ („l'arrêt et l'excès du développement“).

Geoffroy St.-Hilaire, a po nim do dnia dzisiejszego większość teratologów w postaciach potwornych widzieli bądź przekroczenie „normy“ rozwojowej, bądź też nie dojście do tej normy pewnych okolic zarodka, wykazujących to lub owo „zbochenie“. Okolica „wstrzymana w rozwoju“ miała stanąć na jakimśkolwiek stadium rozwoju normalnego i owo stadium — które w rozwoju zwykłym ma znaczenie prowizoryczne, przemijające — w przypadkach teratologicznych pozostaje zachowane na zawsze w zastosowaniu do narządu, wykazującego dane zбочenie. Pogląd ten na pierwszy rzut oka zdaje się opierać na ścisłych podstawach embryologicznych i stąd może pochodzi jego wziętość, w istocie wszakże rzecz ma się zupełnie inaczej: powstał on jako synteza przedwczesna, przez stan nauk morfologicznych w okresie swego ukazania się bynajmniej nie uprawniona. Pomijając dawniejsze w tej mierze poglądy Harvey'a, Haller'a, K. F. Wolff'a i Autenrieth'a — teorię „wstrzymania rozwojowego“ wypowiedział przed Geoffroy St.-Hilaire'm w r. 1812 Meckel. Podług niego wszystkie anomalie dadzą się sprowadzić do zachowania się różnych stanów zarodkowych lub też płodowych, stanów, normalnie przemijających. Przyczyną zaś częściowego wstrzymania rozwojowego miały być przyczyny wewnętrzne, Meckel bowiem był zwolennikiem teorii „potworności wrodzonej“, poniekąd nawet w sensie preformistycznym. Geoffroy St.-Hilaire — nie znając poglądów Meckel'a, doszedł do zapatrywań zupełnie analogicznych (1821) z tą wszakże różnicą, że przyczyną jedyną powstawania potworności miały być wpływy czysto zewnętrzne, najzupełniej przypadkowe, których działanie — bliżej nie określone — może powodować wszystkie formy zбочeń zarodkowych. Podług Et. G. St.-Hilaire'a „un monstre n'est qu'un foetus, sous les communes conditions, mais chez lequel un ou plusieurs organes n'ont point participé aux transformations nécessaires, qui font le caractère de l'organisation“.

Na owe czasy, świeżo po rozpowszechnieniu się poglądów K. F. Wolff'a (pamiętać należy, że właśnie dzięki Meckel'owi z pracami wielkiego epigenetyka zapoznano się bliżej dopiero w po-

czątkach wieku ubiegłego) — teoria St.-Hilaire'a była nader śmiałym i szerokim uogólnieniem, wyprzedzającym nawet dane ówczesnej embryologii opisowej: po niedawnym (względnie) odkryciu, że części składowe zarodka powstają w określonym porządku kolejnym, przypuszczenie możliwości takiej autonomii rozwojowej, jakiej dla poszczególnych narządów wymaga teoria „wstrzymania“ — było czemś bardzo ryzykownem, acz wiemy, że wogóle St.-Hilaire'owi - ojcu na śmiałości poglądów nie zbywało.

Teoria „wstrzymania rozwojowego“ odznaczała się prostotą, a prócz tego obejmowała całokształt zjawisk teratologicznych; stanowiła więc w swoim czasie istotny postęp w badaniach nad potwornościami, jak to słusznie powiedział Geoffroy St.-Hilaire - syn: „à l'idée d'êtres bizarres, irréguliers, en substituant celle plus vraie et plus philosophique d'êtres entravés dans leur développement, et où les organes de l'âge embryonnaire, conservés jusqu'à la naissance, sont venus s'associer aux organes de l'âge foetal“.

Słowa te, wypowiedziane przed laty przeszło siedmiudziesięciu (1837), teraz, nawet wobec dość szczupłego dorobku poszukiwań teratogenetycznych — uważać musimy już za nieodpowiadające wynikom prac późniejszych, a przecież — przez dziwny zbieg okoliczności, o których wspomniałem na początku — aż do czasów ostatnich teoria „wstrzymania i nadmiaru rozwoju“ panowała i panuje w teratologii niepodzielnie i prócz licznych prac Et. Rabaud'a, który w ciągu ostatniego dziesięciolecia teorię klasyczną wielokrotnie poddawał rozbiorem krytycznym, — ani jeden głos nie odezwał się w tej sprawie.

Rabaud zwrócił przede wszystkim uwagę na dwuznaczność pojęcia „rozwoju“, o którego analizie bliższej teratologowie nigdy bodaj nie myśleli. Nie rozróżniając w pojęciu rozwoju dwu momentów: wzrostu (rozmnażania się elementów) i różnicowania (histogenezy): Dareste pisał np. „le développement s'arrête, mais la croissance continue“, co zupełnie jest niezrozumiałe, ile że wzrost musi być zawsze uważany za postać szczególną rozwoju. Wogóle dotychczas starano się przystosować dane faktyczne teratogenii do klasycznej doktryny „wstrzymania“ lub „nadmiaru“ bez względu na znaczenie głębsze faktów badanych.

Zdaniem Rabaud'a istotne wstrzymanie rozwoju, t. j. zahamowanie zarówno wzrostu jak i różnicowania histologicznego,

występuje nader rzadko w embryologii potworów. Można mówić o niem w przypadkach braku zupełnego jakiegoś narządu, np. nerki, natomiast bardzo trudno jest o przykład wstrzymania narządu w stadyum zarodkowym zarówno pod względem anatomicznym, jak histologicznym. Przypadki takie, jak np. warga zajęcza, polegająca na wstrzymaniu rozrostu płatów wargowych nie mogą być naprawdę podciągnięte pod kategorię „wstrzymania“, bo stopień zróżnicowania histologicznego danego anormalnego narządu jest najzupełniej normalny. Natomiast za przypadki „wstrzymania“ prawdziwego uważa R a b a u d kryptorchizm, gdzie ani miejsce, ani stan histologiczny narządu, ani też jego wymiary nie odpowiadają normalnym. Być może, dodaje tenże autor, że do podobnej kategorii mogłyby być zaliczone teratomaty, te szczególnie, które w następstwie, odzyskując jakby wtórnie zdolności rozwojowe, dają początek nowotworom.

Część znaczna potworności, uważanych za wynik „wstrzymania rozwoju“ winna być, zdaniem R a b a u d ' a, zaliczona do kategorii wstrzymania samego tylko wzrostu, czyli *hypoplazji*. Prócz wargi zajęczej możnaby tu zaliczyć np. ektromelię, wreszcie jako przypadek najbardziej typowy — karłowatość. Różnicowania histologiczne w przypadkach *hypoplazji* odbywają się normalnie, lecz na anormalnie zmniejszonym materiale komórkowym.

Odwrotnie, wstrzymanie się różnicowań histologicznych wobec jednoczesnego przebiegu normalnego (liczebnie) rozmnażania się komórek są, zdaniem R a b a u d ' a, możliwe, lecz bardzo rzadkie. Jako przypadek anomalii tego typu R a b a u d wymienia potworności bezpostaciowe (*Anidei*), o których specjalnie niżej mówić będę.

Co się tycze istotnego „zachowania się cech zarodkowych narządu po za okresem normalnym“ — np. macicy podwójnej lub pozostania *ductus Botalli* albo szczeliny skrzelowej — to R a b a u d upatruje tu *hyperplazję*, t. j. nadmiar rozwoju, zjawisko wręcz przeciwne „wstrzymaniu“, normalnie bowiem powinienby tu zachodzić regres, uwstecznienie i zmarnienie okolicy zbytecznej (np. przegrody macicznej), która, przeciwnie rozrasta się anormalnie dalej. Do *hyperplazji* tenże autor zalicza i wszystkie przypadki, które w myśl doktryny klasycznej stanowiły „nadmiar rozwoju“.

Względem anomalij zwrotnych („regresywnych“), takich, jak wielopalczastość, wielosutkowość, obecność płatów płucnych nadliczbowych — Rabaud przyjmuje możliwość „nadmiaru“ — nie we wszystkich wszakże przypadkach, zwracając, zupełnie słusznie, uwagę na tę okoliczność, że o nadmiarze rozwoju można mówić tylko tam, gdzie w przypadkach normalnych znajduje się — mający w następstwie uleść uwstecznieniu — zawiązek danego narządu. Gdzie takiego zawiązku w rozwoju zwykłym niema — tam narząd nadliczbowy tworzy się na nowo: będzie to proces rozwoju dodatkowego — heterotopicznego. Dodać tu należy, że Rabaud wypowiada się jak najkategoryczniej przeciw rzekomo atawistycznemu¹⁾ pochodzeniu takich utworów heterotopicznych.

Wreszcie Rabaud rozróżnia dwie grupy zasadnicze potworności: anomalie homotypowe i heterotypowe. Do pierwszych zalicza takie, które mogą być sprowadzone do planu zasadniczego organizacyi danej grupy zwierzęcej i polegają na mniej lub więcej wyraźnych planu tego modyfikacyach — do drugich zaś — potworności, powstające zapomocą procesów embryonalnych zasadniczo różniących się od normalnych dróg rozwojowych. Potworności heterotypowe Rabaud'a porównałbym — do pewnego stopnia — z owemi „*monstra per fabricam alienam*“, o których mówili dawni teratologowie. Sam autor nie widzi zasadniczej różnicy pomiędzy owemi dwiema kategoriami, nie zgadza się wszakże na oznaczanie potworności heterotypowych, — nazwą „postępowych“, jak to czyni np. Testut. Potworności heterotypowe są dotychczas w bardzo niewielkiej liczbie poznane i — na co szczególny położyłbym nacisk — znamy je przeważnie

¹⁾ Wogóle tak nadużywane przed niedawnym jeszcze, stosunkowo, czasem, a właściwie nic nie mówiące pojęcie „atawizmu“ zaczyna obecnie coraz bardziej tracić grunt pod nogami. Tak np. w świeżo wydanej książce Prof. E. Godlewskiego (syna) p. t. „Das Vererbungsproblem im Lichte der Entwicklungsmechanik betrachtet“ (1909) czytamy: „Mit diesem Ausdruck „Atavismus“ wird zu oft Misbrauch getrieben, besonders wenn die neueren Literaturangaben nicht berücksichtigt werden. Es darf vor allem nicht vergessen werden, dass „Atavismus“ nur eine Bezeichnung der Erscheinung ist und nicht als ihre Erklärung gelten kann. In der neueren Literatur bricht sich immer mehr die Anschauung Bahn, dass diese Tendenz zum Rückschlag, die man Atavismus nannte, auf die uns bekannten Gesetze sich gewöhnlich zurückführen lassen“. (str. 80).

w stadyach zarodkowych. Sam Rabaud wymienia tu jedynie tarń dwudzielną (*spina bifida*), Cyklocefalię (obie te potworności są przypadkami szczególnymi formy ogólniejszej potworności zarodkowej, którą nazwałem Platyneuryą) i Omfalocefalię, której odmiany specjalne: Chordenteryę i Urenteryę odkrył Rabaud.

Oto jest próba rozszerzenia doktryny klasycznej o istocie procesów teratogenetycznych i jej krytyki, której bliższego uzasadnienia oczekiwać należy od dalszych postępów faktycznych embryologii anormalnej. Aczkolwiek niektórym z wyłożonych wyżej poglądów możnaby to lub owo zarzucić — przypisywałbym im wagę znacznie większą, niż to dotychczas naogół czyniono, a to choćby ze względu na zapoczątkowanie przez ich autora koniecznej już dziś rewizji podstaw samych teratogenii. Narazie pozwolę tu sobie uzupełnić te rozważania kilkoma uwagami, które mi się nasunęły podczas opracowywania mego własnego materiału teratogenetycznego.

Badan teratogenetycznych we właściwem słowa znaczeniu dotychczas posiadamy bardzo niewiele, a prace w których systematycznie i konsekwentnie przedstawiony jest przebieg cały rozwoju danej anomalii można wprost dosłownie na palcach policzyć. Przyczyny tego zrozumieć łatwo: samorzutne przypadki teratologiczne zdarzają się — względnie — dość rzadko, i dla zebrania mniej lub więcej kompletnej seryi rozwojowej jakiejś potworności trzeba rozporządzać wprost olbrzymim materiałem do rozwoju normalnego danego zwierzęcia. W warunkach takich, o ile mi wiadomo, pracowali tylko: Panum, Dareste, Rabaud i ja. Prace Panum'a i Dareste'a były wykonywane z zastosowaniem bardzo pierwotnych metod techniki mikroskopowej (np. młodszy znacznie od Panum'a — Dareste posługiwał się najchętniej lupą tylko i nie chciał badać swego materiału na skrawkach mikrotomowych). Materiały Rabaud'a i moje dotychczas zostały ogłoszone w części bardzo nieznaczej, to też poniżej będę musiał przeważnie powoływać się na fakty, dopiero opracowywane.

Anomalie rozwojowe głębsze („heterotypowe“), które właśnie mogą najciekawszych ze względu na zagadnienia mechaniki rozwoju dostarczyć wskazówek — przeważnie należą do takich typów, które uniemożliwiają życie danej postaci nietylko zaraz po

urodzeniu się (np. „Omfalosity“ ssaków) lub wykluciu z jaja — lecz nawet i podczas stadyów późniejszych życia wewnątrzmacicznego lub wewnątrzjajowego. Z tego względu badanie ich mocno jest utrudnione, należy bowiem trafić najpóźniej na moment krytyczny, poza którym rozpoczyna się obumieranie i rozpad takich płodów anormalnych. Z drugiej strony stadya późniejsze anomalij heterotypowych są dla badań niedogodne ze względu na nagromadzenie masy szczegółów organogenetycznych, nieraz maskujących doszczętnie proces teratogenetyczny pierwotny, którego skutkiem powstała dana anomalia. Tak, przed badaniami Ra b a u d ' a, w sprawie genezy zarodkowej potworności cyklopowej liczne snuto hipotezy, opierając je na szczegółach anatomicznych budowy cyklopów już urodzonych, a które żadnego na jej źródło nie rzucały światła; później zaś poszukiwania tego autora i moje stwierdziły związek bezpośredni tej potworności z tarnią dwudzielną: badania stadyów późniejszych tych dwu anomalij żadnej między nimi nie mogły wykryć łączności. Teratologia bez teratogenii jest tem, co przeważnie znajdujemy w wychodzącej obecnie książce Schwalbe'go: zbiorem faktów bez nici wewnętrznej i znaczenia głębszego dla ogólnych zagadnień biologicznych.

Prócz momentu krytycznego, poza którym życie dalsze potwora jest niemożliwe, wysledzić należy moment pierwszy — powstania potworności samej, a raczej wystąpienia, ujawnienia się potworności. Tylko w bardzo niewielu anomaliach rozwojowych moment ten dotychczas uchwycić się dało (z wyjątkiem niektórych form potworności złożonych), a niekiedy zdarza się, że po jego określeniu należy go potem przenieść wstecz. Zdarzyło się to np. z Cyklocefalią, która, jak to wykazałem, wcześniej powstaje, niż sądzono, a mam pewne dane, że i druga, z dość częstych u zarodków, a natomiast u postaci pozazarodkowych nigdy nie spotykana forma, mianowicie Omfalocefalia — również tworzy się wcześniej, niż to dziś naogół przyjmują. Stąd wniosek, że badania teratogenetyczne od bardzo wczesnych stadyów prowadzić należy. Niestety, w zastosowaniu do jaj Gadokształtnych (*Sauropsida*) niewielu jeszcze pracowników rozporządza techniką odpowiednią, zwykle znacznie trudniejszą w badaniach zarodków anormalnych, aniżeli w zwykłych pracach embryologicznych.

Na podstawie mego materiału powiedzieć mogę, że bardzo

wiele form potworności, o których nic nie wiemy w stadyach postembryonalnych — tworzy się w stadyach wczesnych, a następnie albo umrzeć musi dość wcześnie (np. różne odmiany potworności bezpostaciowych lub Omfalocefalia), bądź też drogą bardzo ciekawych a najzupełniej nieznaną dotychczas procesów samoregulacyjnych — wyrównywa się w stadyach późniejszych, i może zupełnie nie odbić się na organizacji postaci wykończonej. Tak np. dość ciekawa anomalia „parablastu podzarodkowego“ („parablaste sous-germinal“), którą odkryłem przed trzema laty — niechybnie żadnego wpływu znaczniejszego na los zarodka nie wywiera, a przecież polega na powstaniu dość zawilego utworu swojego, wymagającego nieraz znacznego materiału komórkowego i żółtkowego, w którym zachodzić mogą bardzo daleko idące zróżnicowania histogenetyczne (powstawanie elementów krwi) — a wszystko to nie ma żadnego znaczenia prospektywnego ¹⁾ i stanowi typową „anomalię przemijającą“, o ile chodzi o całość zarodka. Mimo to w stadyach 24—48 godzin wylęgu (kurczenia) zjawienie się „parablastu podzarodkowego“ jest anomalią dość wybitną w stosunku do przebiegu normalnego rozwoju utworów parablastycznych, a pozatem utwór ten może się przyczynić do wyjaśnienia pewnych punktów spornych w sprawie histogenezy krwi. Dodam nawiasem, że odkrycie tych szczególnych utworów zawdzięczam wyłącznie bardzo ostrożnemu i drobiazgowemu traktowaniu technicznemu zarodków, bez czego bardzo łatwo je przeoczyć.

Tak samo i pewne postaci wahań zarodkowych indywidualnych w stadyach bardzo wczesnych, wahań wkraczających — względem „normy“ dla tych właśnie stadyów ustalonej — niewątpliwie w zakres anomalij dość wybitnych, mogą, mojem zdaniem, zupełnie dobrze wyregulowywać się w późniejszym przebiegu rozwoju. Zdaje mi się zupełnie dopuszczalnem, że np. bardzo ciekawe zboczenia w budowie smugi i brózdki pierwotnej u ptaków, bądź w postaci bocznych tych utworów odgałę-

¹⁾ Wyrażenia „znaczenie prospektywne“ używam w znaczeniu odmiennem od „Prospektive Potenz“: chodzi mi tu o stosunek danego utworu zarodkowego do fizjologicznie czynnych narządów w życiu zarodkowym dalszem i postembryonalnem. Pojęciu temu przeciwstawiam pojęcie „znaczenia aktualnego“ narządów czynnych już w danych fazach rozwoju (np. krążenie w polu naczyńniowem).

zień bądź nawet w postaci kieszeniowatych, poprzecznie wydłużonych, zagłębień, przypominających do złudzenia „prostomę“ u zarodków gadów — w rozwoju dalszym dać mogą zarodki zupełnie normalne. Takie przemijające anomalie rzucają mimoto światło nader ciekawe na sam mechanizm gastrulacji zarodków ptasich, a może także i na jej stosunki filogenetyczne¹⁾. Również drogi samoregulacyjne nie są niewątpliwie zamknięte przed zarodkami o zbyt małym — względnie do stopnia rozwoju okolic środkowych — rozroście obwodowym blastodermy, ten bowiem ulegać może wahaniom znacznym i bardzo różnym w stadyach bezpośrednio po sobie następujących. Samoregulacja trudniejszą mi się wydaje w przypadkach odwrotnych, gdy rozrost pola ciemnego blastodermy ptasiej, oraz zachodzące w jego okolicy przyśrodkowej zróżnicowania naczyniowe — znacznie prześcigną rozwój części osiowych zarodka, — wówczas bowiem cała energia rozwoju blastodermy zdaje się przenosić na okolice przodujące w rozwoju i stąd krok już jeden tylko do powstania potworności bezpostaciowej. Zdaje mi się, że można w tych razach postawić pewną zasadę ogólną: pomimo dość znacznych wahań w stosunku stopnia rozwoju zarodka do czasu trwania jego rozwoju — przekroczenie zbyt znaczne tego stosunku, np. wyraźne opóźnienie²⁾ rozwoju danej okolicy zarodkowej może być uważane za oznakę jej niezdolności do dalszych różnicowań normalnych, co wszakże nie zawsze przesądza sprawy jej zdolności rozwojowych wogóle. Tak np. gdy w zarodku ptasim po 48 godzinach rozwoju, wśród mniej lub więcej normalnie rozwiniętego pola naczyniowego znajdziemy okolicę osiową dopiero w postaci smugi lub brzozy pierwotnej — wówczas mamy prawo twierdzić, że normalne zróżnicowanie

¹⁾ Mówiąc tu o „stosunkach filogenetycznych“, nie mam bynajmniej zamiaru upatrywania w gastrulacji „prostomoidalnej“ u ptaków „zwrotu atawistycznego“ (p. wyżej str. 7) do formy gastrulacyjnej gadów, lecz widziałbym tu dowód możliwości konwergencji wtórnej mechanizmu gastrulacyjnego w jajach o budowie pokrewnej i w zasadzie bliskim typie rozwojowym. W r. 1901, opisując przypadki takich „prostom“ u kurczęcia i u perliczki (*Numida meleagris* L.), nazwałem je pod wpływem panujących podówczas w literaturze poglądów „tworami palingenetycznymi“, obecnie wszakże inaczej zapatruję się na tę sprawę.

²⁾ Stopień takiego opóźnienia porównany być winien ze skalą wahań normalnych i z ich formami skrajnymi: oczywiście wymaga to nagromadzenia bardzo znacznego materiału embriometrycznego.

wania dalsze (wyrostek głowowy, płytką nerwową, somity) tutaj już nie powstaną, ale prawdopodobnym też jest, że „wstrzymana“ na czas pewien okolica gastrulacyjna może jeszcze później dać początek zróżnicowaniom swoistym, polegającym na bardzo silnym, umiejscowionym rozroście np. ektodermy.

W anomaljach układu nerwowego, somitów, pola naczyniowego i t. p. możemy również napotkać całe szeregi typów zbożeń bądź ledwie dostrzegalnych, bądź bardzo nawet wyraźnych, które mogą niewątpliwie wyrównać się później i u postaci ostatecznej nie przechować się nawet w formie nikłych waryacji bez znaczenia głębszego. Wszakże dla stadyów danych wahań te i anomalje — dotychczas zbyt mało opracowane — mogą mieć znaczenie bardzo doniosłe. Przypomnę tu np. rozprawę Hill'a, który na podstawie najzupełniej podlegających wyrównaniu się samoregulacyjnemu wahań w budowie zaczątków mózgu i rdzenia u ryb i ptaków — chciał zbudować całą teorię wczesnej metameryi układu nerwowego... Anormalny zarodek kurczenia z przedwcześnie rozwiniętymi wysepkami krwi posłużył Rückert'owi do utworzenia całego schematu powstawania pola naczyniowego!... Poznanie zakresu wahań i anomalij, występujących w stadyach poszczególnych, niewątpliwie zapobiegnie w przyszłości nieporozumieniom takim, których przykładów mógłbym jeszcze znacznie więcej przytoczyć.

Wahania zarodkowe indywidualne, anomalje „łżejsze“ i „cięższe“, potworności mogące wyrównać się w drodze samoregulacyjnej lub też nie — nie mogą być, mojem zdaniem, pogodzone z teorią klasyczną „wstrzymania“ lub „nadmiaru“ rozwoju. Teoria ta, zbudowana przez Et. Geoffroy St.-Hilaire'a na zasadzie badań nad potworami pozazarodkowymi i przeświadczenia o „jedności planu budowy“ — wychodzi z założenia, że istnieje jeden tylko typ rozwoju — typ normalny. Ten może być przekroczony lub częściowo nieosiągnięty, ale w zasadzie droga rozwojowa jest jedna, a zbożenia z niej — wtórne, przypadkowe, noszące wszakże zawsze na sobie piętno „planu“ pierwotnego, jedynie naturalnego. Otóż powiedziałbym, że jak do wytworzenia zarodka „normalnego“ o zachowanym dobrze „planie budowy“ prowadzić mogą drogi bardzo rozmaite, poprzez regulujące się w biegu rozwoju wahania indywidualne — często bardzo rozległe, — tak też do utworzenia form ostatecznie anormalnych, mogących lub nie — żyć i rozmna-

zać się, — prowadzić mogą drogi również rozmaite. W zarodkach potwornych znajdujemy wahania i odmiany danej potworności rozmaite bardzo i rozwój pewnej formy anormalnej — zbadany na licznych seryach stadyów — sprawia wrażenie zupełnie swoistej seryi ontogenetycznej, mogącej być porównaną z seryą „normalną“, jako coś odmiennego a współrzednego.

Anormalny zarodek ptaka, gastrulujący podług schematu właściwego np. jaszczurce, drogą od zwykłej odmienną może budować dalsze formy zarodkowe normalne: o „wstrzymaniu“ rozwojowym mówić tu niepodobna, chociaż brak tu utworu tak „normalnie“ koniecznego (?), jak smuga pierwotna. Rozwój normalny poszedł tu jedną z możliwych dróg embryonalnych, równorzędnych pomiędzy sobą, będących w stopniu jednakowym wyrazem tkwiących w organizacyi zarodka różnych zdolności rozwojowych. Oczywiście, mówiąc o „zdolnościach rozwojowych“, nie mam tu na myśli żadnych „*qualitates occultae*“, ale oznaczam w ten sposób ogół cech, nie poddających się dotychczas analizie bezpośredniej... Wyrazem takich zdolności rozwojowych istniejących in potentia, lecz rzadko ujawniających się, jest również powstawanie parablasteru podzarodkowego, z jego swoistemi różnicowaniami. W „planie“ wszakże budowy zarodka ptasiego, tym planie, który budujemy sztucznie na podstawie większości zaobserwowanych przypadków, niema miejsca ani na gastrulację prostomoidalną, ani na bezsensowne pod względem perspektywnym utwory naczyniowe w parablasterze podzarodkowym.

Wybrałem tu naumyślnie gastrulację prostomoidalną i parablaster podzarodkowy, jako przypadki anomalij przemijających, nie odbijających się głębiej na późniejszej budowie mającego powstać płodu. Z kolei przejdę do t. zw. „cięższych“ form potworności zarodkowych, zastrzegając się przedewszystkiem, że nie widzę żadnej racyi, dla której w teoretycznych rozważaniach biologicznych mielibyśmy przywiązywać wagę znaczniejszą do sprawy, czy dana forma zarodkowa jest w następstwie zdolna do życia i rozmnażania się, czy też nie. Postaci „normalne“ są istotnie najczęstsze w przyrodzie, ale nie jedynie możliwe, mają one trwanie najdłuższe, ale w oczach morfologa najzupełniej nie zdolne do życia formy potworne mają, a przynajmniej mieć winny, — wartość też samą, opartą nie na samym tylko „*praetium raritatis*“.

Z pomiędzy form potworności o mniej więcej dokładnie zba-

danej ontogenezie wymienić należy przede wszystkim Omfalocefalię i Cyklocefalię (Platyneuryę). Omfalocefalia, odkryta przez Dareste'a, badana następnie przez Fol'a i Waryńskiego (którym się zdawało, acz niesłusznie, że wykryli metodę sztucznego wytwarzania tej potworności) a ostatnio przez Rabaud'a i Kaestner'a — polega na wrastaniu głowy zarodka — do jamy tworzącego się jelita, przyczem mózg tworzy z rdzeniem kąt prosty, następnie ostry, wreszcie układa się względem niego równolegle, a serce bądź w postaci dwu utworów nieparzystych umieszcza się z boków głowy, bądź znajduje się w okolicy, odpowiadającej szyjowej — *ponad* rdzeniem. Dareste próbował pogodzić powstanie Omfalocefalii z doktryną klasyczną, twierdząc, że powstanie tej anomalii zależy od wstrzymania w rozwoju zawiązków serca (parzystych), czego skutkiem część przednia układu nerwowego może rosnąć w kierunku niezwykłym. Otóż badania Rabaud'a wykazały, że o żadnym wstrzymaniu w rozwoju zawiązków serca niema tu mowy i że mamy tu do czynienia ze swoistym zupełnie sposobem wzrostu samego mózgu. Odkryte następnie, również przez Rabaud'a, nowe formy potworności, Chordenterya i Urenterya polegają na powtarzaniu się procesu omfalocefalicznego w ogonowej okolicy zarodka, gdzie albo sama tylko struna grzbietowa, albo też i cewka nerwowa mogą wrastać do jelita, zaginając się anormalnie ku dołowi. A przecież w okolicy tylnej zarodka niema żadnego narządu embryonalnego, mogącego oddziaływać na podobieństwo zawiązków serca. W moim materyale posiadam bardzo ciekawy przypadek — dotąd nieopisany — nowej formy potworności u zarodka kaczki, gdzie nietylko struna i cewka nerwowa wrastają do jelita, ale cała okolica ogonowa zarodka wrasta pod entodermę i nią się z góry przykrywa. Upatrywałbym w całej seryi tych dziwnych procesów, nie dających się w żaden sposób sprowadzić do „planu“ rozwoju zwykłego, nie jakichś modyfikacyj wtórnych (np. częściowego „wstrzymania“) owego planu normalnego, lecz zupełnie swoiste formy kształtowania się embryonalnego, formy heterotypowe, dla których „normy“ rozwojowe ustalają się od zwykłych odmiennie.

Drugą anomalią, obecnie dość dokładnie co do jej przebiegu zarodkowego zbadaną, stanowi potworność cyklopowa, właściwie Cyklocefalia. Oddawna już znano potworności cyklopowe

u różnych kręgowców (Pellegrin opisał płaszczkę (*Raja*)—cyklopa), rozróżniano kilka jej odmian (Cyklocefalia, Stomocefalia, Rhinocefalia, Etmocefalia, Cebocefalia), zależnie od stopnia zbliżenia lub „złania się“ oczu i obecności lub braku występującego niekiedy u potworów tych wyrostka w kształcie trąby. Ponieważ w potworności tej uderza przede wszystkim znaczne zniekształcenie aparatu ocznego i twarzy, — przeto dawni teratologowie (Meckel, Huschke, obaj Geoffroy Saint-Hilaire'owie) uważali ją za dotyczącą wyłącznie kości nosowych i oczu. Meckel (a po nim i Et. Geoffroy St.-Hilaire) przypuszczał, że krokiem pierwszym w powstawaniu tej anomalii jest wstrzymanie rozwoju okolicy nosowej — zaczem oczy, ulegając prawu Geoffroy Saint-Hilaire'a o „union des parties similaires“ — nie miały już żadnej przeszkody dla złania się ze sobą. Huschke (1832) uważał cyklopię za wynik wstrzymania rozwojowego oczu w stadium... gdy oba zaczątki oczne stanowią zawiązek pojedynczy, nieparzysty, co już najzupełniej się nie godzi z późniejszymi danymi embryologii normalnej! Pierwszy Dareste szukał początków cyklopii w rozwoju anormalnym mózgu, lecz zatrzymywał się wyłącznie na losach przedniego pęcherza mózgowego i przypisywał jego wstrzymaniu w rozwoju, oraz zlewaniu się w różnym stopniu dwu zaczątków ocznych w jeden — powstanie różnych odmian tej potworności. Podana przez niego na str. 337 znanej „Production artificielle des monstruosités“ (wyd. 2, 1891) figura ze specjalną „fossette de la cyclopie“, mojem zdaniem ma bardzo niewiele wspólnego z procesem cyklocefalicznym i prawdopodobnie przedstawia małej wagi postać wahaniową zarysów zarodkowego mózgu, mogącą się wyrównać samoregulacyjnie. Dopiero Et. Rabaud (1901) wykazał, że punktem wyjścia dla powstawania potworności cyklocefalicznej jest proces zupełnie swoisty, ujawniający się w stadyach bardzo wczesnych w całym mózgu zarodka lub przynajmniej części jego znacznej, a polegający na anormalnem rozrastaniu się wszczepły nerwowej, która w następstwie nie tworzy niemal nigdy normalnie zamkniętych pęcherzy mózgowych. Zawiązki oczne *ab origine* występują bądź podwójnie, bądź w formie wypuklenia pojedynczego. Czasem z dwu zawiązków jeden ulega inwolucyi wstecznej i wówczas zawiązek pozostały przesuwają się ku płaszczyźnie symetrii zarodka. Niepodobna tu upatrywać żadnego wstrzymania rozwojo-

wego, bo za takie nie można uważać swoistego — heterotypowego — rozrostu wszerz płyty nerwowej w okolicy mózgu, zamiast normalnego jej zamknięcia się. Rabaud wykazał, że tarń dwudzielna (*spina bifida*) polega na procesie tego samego rzędu, co i cyklocefalia, a mianowicie na rozrastaniu się na szerokość mniej lub więcej umiejscowionem — pewnej okolicy rdzenia, w której normalna cewka nerwowa się nie tworzy. Wyraził on wówczas przypuszczenie co do możliwości istnienia takiej postaci potwornej, u której cały układ nerwowy zarodka może przedstawiać się w formie rozszerzonej płyty nerwowej. Postać taką istotnie odkryłem przed trzema laty i nazwałem ją Platyneuryą. U zarodków platyneurycznych, w przypadkach platyneuryi całkowitej — płyta nerwowa rozrasta się nadmiernie na boki, przez czas bardzo długi pozostając rozwartą, o powierzchni górnej gładkiej zupełnie, czasami nawet zlekka wypukłonej. Szerokość takiego układu nerwowego platyneurycznego przenosi dwukrotnie, czasami nawet trzykrotnie i więcej — szerokość zwykłej płytki nerwowej, zamknięcie się jej i utworzenie normalnej cewki nerwowej i pęcherzy mózgowych jest albo zupełnie niemożliwe, albo bardzo utrudnione i uskutecznia się w stadyach stosunkowo późnych, przyczem, oprócz cyklopii w okolicy głowowej, zachodzi — jak to wykazałem niedawno — rozpadanie się cewki nerwowej w okolicy tułowia na kilka zawiązków, sprawiających wrażenie jakby „odgałęzień“ cewki normalnej.

Rozwój platyneuryczny nie dotyczy wyłącznie układu nerwowego: współrzędnie z tym układem i odcinki mezormy cz. somity, zamiast układać się dwoma szeregami podłużnymi po obu stronach struny grzbietowej i cewki nerwowej — zaczynają rozrastać się na boki i rozpadać się w kierunku poprzecznym, tworząc szeregi transwersalne, złożone z 2, 3, 4 i więcej somitów z każdej strony. W ostatnich czasach na obfitym materiale, dotyczącym tej szczególnej, acz względnie dość rzadko występującej postaci potworności — przekonałem się, że i w rozwoju struny grzbietowej, serca i pola naczyniowego (*area vasculosa*) zauważyć się tu daje wyraźna bardzo tendencya do rozrostu nadmiernego w poprzek, przyczem o ile zarodek cały i jego okolice poszczególne nadmiernie zyskują na szerokości — o tyle tracą na długości... W ten sposób potworność cyklopową, ongi uważaną za wynik wstrzymania rozwojowego ograniczonej okolicy twarzowej — oka-

zała się obecnie przypadkiem szczególnym, zlokalizowanym, daleko powszechniejszego procesu dziwaczego, — różnicowania się zarodka w kierunku poprzecznym.

Ocena tego dziwnego procesu z punktu widzenia „wstrzymania rozwojowego“ zarodka normalnego jest wprost niemożliwa. Mamy tu do czynienia — również jak i w Omfalocefalii — z zupełnie swoistym przebiegiem spraw morfogenetycznych, ze swoistymi korelacjami, nieznanymi w ontogenii normalnej. Rozwój podług typu platyneurycznego ma swój przebieg specjalny, swoje specjalne wahania osobnikowe, grupujące się wokół pewnej, zupełnie możliwej do ustalenia, swoistej „normy“ rozwojowej: wszystko to zdaje się mówić wyraźnie, że ujawnia się tu jeden z możliwych, acz rzadko występujących, stanów równowagi embryo-dynamicznej.

Na zakończenie pozwolę sobie poruszyć tu jeszcze sprawę pewnej szczególnej kategorii potworności zarodkowych, których rozwój dotychczas prawie zupełnie nie został zbadany, a które stanowią niewątpliwie typ skrajny anomalii heterotypowych. Są to mianowicie t. zw. „blastodermy bez zarodków“, które nazywam potworami *bezpostaciowymi*, ze względu, że zazwyczaj nie znajdujemy w nich najmniejszych zarysów postaci samego zarodka. Dawniej nazwę „monstres anidiens“ (*anideus*) zastosował Geoffroy St.-Hilaire do spotykanych u zwierząt ssących tworów bezkształtnych, często całkowicie włosami pokrytych, ze sznurkiem pępkowym, wychodzącym z jednego końca, w których organizacyi brak znacznej większości narządów wagi pierwszorzędnej. Da reste zaliczył do tej samej kategorii blastodermy ptasie, pozbawione w swej okolicy środkowej wszelkich śladów ciała zarodkowego, a pomimo to rozrastające się normalnie na powierzchni żółtka. O takich blastodermach mówi on, że stanowią one „anomalię najprostsza, jaką zdarzyło mu się napotkać“. Dareste, a po nim Rabaud i Weber rozróżniali dwie postaci blastoderm bez zarodków: posiadające pole naczyniowe pomimo braku ciała zarodka, oraz blastodermy bez zarodka i bez pola naczyniowego. Prócz autorów wymienionych, inni embryologowie i patologowie nie zwracali na te dziwaczne utwory żadnej uwagi, widząc w nich wynik „wyczerpania się siły rozwojowej jaja“ i biorąc je za organizmy zarodkowe zupełnie proste, do żadnych zróżnicowań nie zdolne: „semplice lamina blastodermica“, jak je określił Salvioni.

W moim materyale posiadam bardzo liczne przypadki samorzutnie powstałych potworności bezpostaciowych (oprócz wywołanych przez działanie radu), zebranych z jaj kurzych, kaczki, gawrona, jaszczurki perlistej (*Lacerta ocellata*), zaskrońca (*Tropidonotus natrix*) i żarłacza psiego (*Scyllium canicula*). Badanie bliższe tych dziwacznych, najzupełniej dysteleologicznych, utworów utwierdza mnie w przekonaniu, że zasługują one na bliższe zajęcie się nimi, i że pomijano je dotychczas najzupełniej niesłusznie. Niektóre z tych blastoderm anormalnych — w dodatku napotykanie przezemnie dość rzadko — przedstawiają istotnie przypadki prawdziwego „wstrzymania rozwojowego“, gdy (w jajach ptasich wskutek znacznego oziębienia przed początkiem wylęgu, lub też wstrząsania jaj) — po pierwszych nieudanych próbach rozwoju cały kompleks zarodkowy przestaje się rozwijać, czas jakiś trwa w stanie nekrobiotycznym, wreszcie obumiera i rozpada się. I różnicowania morfogenetyczne i rozmnażanie się elementów takiej blastodermy ulegają prawie jednocześnie wyraźnemu wyczerpaniu; wszakże przypadki takie zaliczyłbym raczej do rzędu zjawisk patologicznych, niż czysto teratologicznych. Natomiast częstsze znacznie są blastodermy bezpostaciowe rozwijające się bardzo intensywnie acz z jednoczesnym zanikiem okolicy środkowej, w której zawiązki części osiowych zarodka bądź nie tworzą się wcale, bądź ulegają swoistej inwolucyi, bądź wreszcie mogą stać się ogniskiem zupełnie odrębnych zróżnicowań, nie mających nic wspólnego z temi procesami, za których pomocą powstają zarysy, choćby potwornie wyrodzonych — okolic ciała i narządów zarodka.

Blastodermy „bezpostaciowe“, w których pole naczyniowe rozwijać się zaczyna mniej lub więcej normalnie, powstawać mogą — o ile pozwalają mi sądzić o tem moje spostrzeżenia dotychczasowe — bądź wskutek spóźnienia się w rozwoju okolicy osiowej (która może niekiedy nawet zacząć się tworzyć mniej lub więcej normalnie), bądź wskutek pierwotnego — ab origine — braku ogniska gastrulacyjnego normalnego. Punktem wyjścia dla przypadków typu pierwszego może być rozwój nadmierny i przedwczesny zawiązków *areae vasculosae*, które znacznie prześcigają rozwój ciała zarodka a następnie, różnicując się dośrodkowo, drogą jakby najazdu obejmują w posiadanie pole przezroczyste, gdzie części osiowe rozwijać się już dalej nie mogą. Możliwy w tem upatrywać przykład „Kampf der Teile“ W. Roux'a, pewnego

współzawodnictwa części składowych jednej blastodermi. Okolica, w rozwoju normalnym fizyologicznie podporządkowana zarodkowi (krążenie żółtkowe), wykazuje tu znaczną samodzielność i jakby pewien antagonizm w stosunku do najważniejszej (w rozwoju dalszym) okolicy blastodermi. Zakłócenie zwykłej równowagi zarodkowej prowadzi tu do powstania sieci naczyń, różnicujących się w kierunku niezwykłym, do utworzenia całego szeregu subtelnych szczegółów histologicznych i powstania szczególnego układu zarodkowego, który nie tylko w życiu pozajajowym trwania mieć nie może, ale nawet zginąć musi w stadyach późniejszych rozwoju wewnątrzjajowego. W blastodermach bezpostaciowych, w których ognisko gastrulacyjne (np. brózda pierwotna) bądź nie powstało wcale, bądź miało trwanie bardzo krótkie a postać anormalną — zarysy pola naczyniowego od pierwszych stadyów tworzenia się wysepek krwi mają zazwyczaj formę zupełnie do zwykłej niepodobną, nieskoordynowaną w sposób do normalnego zbliżony. Jako przykład postaci takich wymienić tu mogę odkrytą przeze mnie przed dwoma laty formę nową potworności bezpostaciowej (Arch. f. Entw. Mech. 1908), znaną w zarodku gawrona, a polegającą na istnieniu blastodermi, zbudowanej wyłącznie z elementów parablastycznych, t. j. dużych, wypełnionych żółtkiem komórek, przyczem stwierdziłem brak zupełny zarówno ektodermi, jak i mezodermi. Kosztem wszakże owego samodzielnie rozwijającego się kompleksu parablastycznego powstały w nim bardzo charakterystyczne zróżnicowania naczyniowe, ułożone promieniście od środka blastodermi w kierunku jej obwodu, a więc w sposób zupełnie różny od normalnego. Prócz tego swoistego kierunku różnicowań morfogenetycznych, prócz dowodu oczywistego możliwości rozwoju samoistnego parablastu bez obecności innych („ważniejszych“ z punktu widzenia embryologii normalnej) warstw zarodkowych — mamy tutaj też dowód wyraźny, że elementy krwi dla swego powstania nie wymagają koniecznie udziału komórek mezodermicznych. Na zarzuty, któreby można postawić badaniom teratogenetycznym, że ich przedmiotem są twory anormalne, powstające samorzutnie, a więc nie poddające się analizie przyczynowej — mógłbym odpowiedzieć, między innymi, przykładem powyższym. Nie wyobrażam bowiem sobie — przynajmniej w stanie obecnym techniki embryologicznej — tak subtelnego zabiegu doświadczalnego, któryby pozwolił nam usunąć doszczętnie

ektoderme i mezoderme zarodka, a jednocześnie pozostawił przy życiu i w warunkach dla rozwoju odpowiednich — wyłącznie elementy parblastyczne. Materiały tego rodzaju, pomimo że przyczyny ich powstania są nam zupełnie nieznanne, — dostarczyć mogą wskazówek bardzo cennych tam, gdzie eksperyment bezpośredni jest niemożliwy. Dla poznania bowiem szeregów przyczynowych, składających się na przebieg rozwoju, ważnym jest zbadanie zachowania się tych lub owych okolic zarodka wobec zmian, zaszłych w okolicach innych, często bez względu nawet na przyczyny tych zmian ¹⁾).

Blastodermy bezpostaciowe, których rozwój odbywa się bez utworzenia pola naczyniowego występują stosunkowo dość rzadko i dotąd niemal zupełnie nie były badane. Pomijając przypadki takie, gdzie przy pozornym braku zupełnym jakichkolwiek utworów osiowych można wszakże wykazać obecność mniej lub więcej zniekształconych śladów tych utworów, zatrzymam się tutaj na pewnej swoistej formie takich blastoderm, formie przedtem niezauważonej, a którą opisałem niedawno (C. R. Acad. Sc. 1907). U tej formy nowej pozorne „wstrzymanie“ rozwojowe polega właściwie na nadzwyczajnym „nadmiarze“ rozwoju i to właśnie okolicy środkowej blastodermy, aczkolwiek ów „nadmiar“ rozwoju nie ma nic wspólnego z żadnym z normalnych procesów morfogenetycznych. Już przed laty dziesięciu, obserwując przypadki nadmiernej proliferacji elementów ektodermicznych, występującej niekiedy w okolicy smugi i brzozy pierwotnej zarodków ptasich, bądź w jej części ogonowej, bądź wzdłuż całego jej przebiegu, — zadawałem sobie pytanie, czy ten proces anormalny, a najzupełniej z punktu widzenia „planu“ rozwojowego bezcelowy, nie może wyczerpać całego zasobu energii zarodka i stać się przyczyną jego wstrzymania w stadiach późniejszych? Jakoż następnie natrafiłem na przypadki takie, gdzie (u zarodków gawrona i kury) całe niemal pole przezroczyste a przedewszystkiem tarczka zarodkowa („Embryonal-

¹⁾ Tak np. w blastodermach bezpostaciowych typu „pierścieniowego“ („blastoderme zonal“) przystosowania natury niewątpliwie samoregulacyjnej zachodzą zawsze w sposób identyczny bez względu na to, czy zniszczenie pewnej okolicy blastodermy, będące punktem wyjścia dla tej formy potworności, powstanie samorzutnie, czy też będzie wywołane zabiegami doświadczalnymi (przypalanie igłą rozżarzoną, działanie promieni radu i t. d.). Dodać należy, że owe wysiłki samoregulacyjne zazwyczaj w tych przypadkach nie mogą przywrócić biegu normalnego rozwoju.

schild⁴⁾) — staje się areną nadmiernej proliferacji ektodermy, czego wynikiem jest powstanie olbrzymiego skupienia anormalnie rozmnożonych na grubość komórek ektodermicznych, dzielących się bez żadnego określonego porządku i kierunku, a niezdatnych do różnicowań dalszych. Brak jakichkolwiek śladów pola naczyniowego pozwala na przeciwstawienie tej formy potworności — blastodermom o rozwiniętej *area vasculosa* z zanikiem różnicowań w okolicy środkowej.

Naogół biorąc, potworności bezpostaciowe¹⁾ stanowią kategorię zjawisk zarodkowych zupełnie odrębnych, które, aczkolwiek nie doprowadzają nigdy do powstania postaci zdolnych do życia i trwają, dopóki umożliwiają im życie i wzrost warunki odżywiania się żółtkiem i oddychania — jednak uważane być muszą za objaw specjalnych zdolności rozwojowych zarodka, mogących mobilizować zupełnie swoiste tryby i kierunki rozwoju. Z rozważania ich różnolitych dróg morfogenetycznych narazie da się wyprowadzić z zupełną pewnością wnioski co do ogromnie szerokiej samodzielności i niezależności, jaką posiadają, a przynajmniej potencjalnie posiadać mogą, nietylko poszczególne okolice blastodermy, lecz i poszczególne warstwy zarodkowe tych okolic. Jako utwory typowo dysteleologiczne, stojące poza obrębem wszelkich skutecznych zjawisk regulacyjnych, a przeciwieństwem będące areną nader zawiłych a zupełnie bezcelowych i bezprzyszłościowych różnicowań histogenetycznych — mogą one być punktem wyjścia dla uogólnień bardzo szerokich.

W krótkim tem zestawieniu dotknąłem wszystkich niemal najważniejszych form potworności zarodkowych, które znane są dotychczas, przynajmniej u kręgowców. Pozostawiam tu na ubożu sprawę powstawania i rozwoju potworności podwójnych i wogóle złożonych (poligenetycznych), ponieważ stanowią one kategorię najzupełniej odrębną, która rozważana być winna z punktu widzenia praw rozwoju normalnego, skomplikowanego przez współczesne utworzenie się dwu lub więcej centrów formacyjnych. W potwornościach złożonych bowiem, każda z części

¹⁾ Pomijam tu sprawę blastoderm „pierścieniowatych“, albowiem geneza tych utworów, jak to w swoim czasie wykazałem (C. R. Ac. Sc. 1907), jest natury raczej patologicznej, niż teratologicznej. Pomimo to wiele szczegółów ich rozwoju rzuca bardzo ciekawe światło na sprawę autonomii rozwojowej poszczególnych okolic blastodermy jaj meroblastycznych.

składowych podwojonego lub potrojonego układu zarodkowego zazwyczaj rozwija się podług „normalnego“ planu rozwojowego, o ile zaś jeden lub więcej z wchodzących w skład takiego układu osobników jest dotknięty jakąś anomalią, to jest to zawsze anomalia dodatkowa („anomalie surajoutée“,) niemająca nic wspólnego z samym procesem poligenezy. Tak np. w przypadku Bar'a, gdzie w obrębie jednego pola naczyniowego blastodermy kurczenia rozwinęły się cztery osobniki, przyczem każdy z nich wykazuje bardzo wyraźną Omfalocefalię — ta ostatnia anomalia powstała najoczywiściej zupełnie niezależnie od własności wielotwórczych danej blastodermy. Do tej samej kategorii odnieść należy i potwory podwójne z jednoczesnem występowaniem Cyklocefalii lub nawet z powstaniem tej lub innej formy potworności bezpostaciowej w jednym z centrów twórczych.

*

*

*

Wreszcie wypada mi poruszyć tu sprawę poglądów współczesnych na przyczynę powstawania potworności. Pod tym względem nic prawie niema do powiedzenia. Et. Geoffroy St.-Hilaire przypisywał wpływ teratogenetyczny — brutalnym oddziaływaniom zewnętrznym lub też niedokładnościom w rozwoju błon płodowych. Dareste upatrywał wszędzie niemal — wpływ niedokształcenia lub anormalnego powstawania owodni. Dziś wiemy dobrze, że anomalie jednej i tej samej kategorii powstawać mogą u różnych kręgowców — owodniowców i bezowodniowców — bez różnic wyraźnych, pogląd tedy na znaczenie zmian w owodni, jako na zasadniczy czynnik teratogenetyczny upaść musi. Badania doświadczalne, prowadzone nad jajami ptasiemi przez Dareste'a, Gerlach'a, Kaestner'a, Szymkiewicza, Férégo, Ferret'a i in. wykazały, że często bardzo zabiegi zupełnie różne doprowadzają do wytwarzania się anomalij jednakowych i odwrotnie — zapomocą jednakowych zupełnie metod doświadczalnych otrzymać można potworności z najróżnorodniejszych typów rozwoju anormalnego. Często bardzo indywidualność rozwojowa danego jaja lub też seryi jaj silniejszą się okazuje od wpływu stosowanego w doświadczeniu czynnika. Oprócz moich doświadczeń z działaniem promieni radu nie znam takiego czynnika, stosowanego do jaj np. ptasich, któryby pozwolił na pewno prze-

widzieć wyniki doświadczenia, określić typ stały mających powstać zbroczeń. Nawet w doświadczeniach moich z radem, gdzie, normując rozmaicie warunki doświadczenia, mogę z całą pewnością określić z góry typ ogólny zbroczeń, — niepodobna przewidzieć wahań pomniejszych, zależnych od własności indywidualnych każdego zarodka.

Potworności samorzutne powstają w warunkach — pozornie przynajmniej — najzupełniej normalnych. Każdy, kto miał sposobność zbierać liczniejszy materiał do rozwoju ptaków, mógł się przekonać, że w jajach ptaków dzikich, zebranych z gniazda, obok zarodków normalnych znaleźć można typy najrozmaitsze anomalij bardzo wybitnych. Z jaj ptaków domowych, zebranych i wylęganych w warunkach identycznych, zebrać można zawsze pewną — niekiedy dość pokązną — kolekcję zarodków potwornych, obok najzupełniej normalnych. Jedną wszakże zanotować można przytem wskazówkę dość ważną: oto w seryi jaj, pochodzących od danej samicy zazwyczaj powtarzają się pewne określone typy potworności, i to zarówno prostych, jak złożonych; powtarzają się również serye określonych wahań osobnikowych zarodków, wahań poddających się w następstwie wyrównaniom samoregulacyjnym. Z drugiej strony — jak to przed niedawnym czasem wykazałem, — samice młode, pierwiastki (u ptaków), znoszą jaja o nieustalonym typie rozwojowym i wybitnej skłonności do różnych zbroczeń anormalnych. I u zwierząt niższych można niekiedy natopkać takie samice, specjalnie rodzące potwory, jak to już dawniej wykazał Chabry u Żachw („femelles monstripares“).

Te i inne jeszcze dane pozwalają przypuszczać, że moment decydujący o powstaniu zarodka potwornego przenieść należy do stadyów bardzo wczesnych rozwoju, prawdopodobnie do momentu zapłodnienia, jeżeli nie do spraw, zachodzących podczas owogenezy, a może i spermatogenezy¹⁾. Wobec tego wszelkie zabiegi doświadczenia, działające w stadyach późniejszych rozwoju, trafiają na już mniej lub więcej zdecydowany typ rozwojowy i zmienić go mogą jedynie w sposób bardzo nieznaczny, o ile nie chodzi o za-

¹⁾ Niedawne spostrzeżenia Barfurth'a (Arch. f. Entw. Mech. 1909) wykazały, że w sprawie dziedziczenia potworności polidaktylicznej wpływ ojca odbija się na potomstwie w tym samym prawie stosunku procentowym, co i wpływ matki.

sadnicze, powiedziałbym brutalne, zniszczenie lub przemieszczenie pewnych okolic zarodka.

Z powyższego nie wynika, abyśmy mieli przyjmować bezwzględnie teorię „potworności wrodzonej“. Zdaje mi się, że możnaby te sprawy rozumieć w ten sposób, że w różnych jajach ustala się — w okresie bardzo wczesnym, prawdopodobnie podczas zapłodnienia — pewien typ zmienny równowagi zarodkowej, którego dalsze rozwinięcie zależy — w pewnym stopniu — i od czynników działających podczas rozwoju. W jajach jednej kategorii — najliczniejszej — typ „normalny“ owej równowagi ustalony jest w ten sposób, że nawet dość silne czynniki zakłócające rozwój nie są w stanie ich z równowagi tej wyprowadzić. Natomiast w jajach o „predyspozycji teratologicznej“ możliwe są — oprócz normalnej — w znacznej mierze i inne drogi rozwojowe, inne stany równowagi embryo-dynamicznej, i wpływ czynników zewnętrznych, dla jaj kategorii pierwszej nieuchwytnych, — tutaj może skierować kompleks zarodkowy na drogę tej lub owej anomalii. Te zaś drogi rozwoju anormalnego mają zawsze określony kierunek, swój „plan“ i „typ“ — który uważać należy za współrzędne z „planem“ rozwoju normalnego. Określenie momentu decydującego o wkroczeniu na tę lub ową drogę rozwoju „anormalnego“ — będzie zadaniem wdzięcznym badań przyszłych w tej dziedzinie, narazie wszakże nic w tej mierze nie wiadomo.

Zdaje mi się, że na szeregu przykładów, wziętych z tak dotychczas szczupłej dziedziny faktów teratogenetycznych — mogłem wykazać, że rozważanie zboczeń rozwojowych z punktu widzenia doktryny klasycznej „wstrzymania i nadmiaru“ rozwoju — ustąpić winno miejsca pogładowi szerszemu na znaczenie morfogenetyczne różnorodności dróg rozwojowych. Tak zwane potworności i anomalie nie są bynajmniej prostym zbočeniem od jedynie możliwej „normy“ rozwojowej, której prawa obowiązują zawsze zarodki danej grupy zwierzęcej. Są to wyrazy zupełnie odrębnych procesów embryologicznych, współrzędnych z procesami rozwoju normalnego. Rozwój postaci heterotypowej jest zrealizowaniem jednej z licznych możliwości rozwojowych, które tkwią potencjalnie we wszystkich zarodkach danego gatunku. Zadaniem embryologii anormalnej jest poznanie tych różnych typów rozwojowych a w przyszłości i określenie ich determinizmu.

Wówczas gdy poznamy wszelkie możliwe drogi rozwoju oraz przyczyny, warunkujące kształtowanie się postaci zarodkowej podług jednego z owych typów możliwych — embryologia anormalna stanie się dziedziną morfologii najszerszą, obejmie bowiem i embryologię postaci normalnych, jako jeden ze swych działów.

Komunikaty.

1. Pan Józef Eismund:

Wyniki badań eksperymentalnych nad rozwojem jaj ryb spodoustych.

Komunikat tymczasowy, zgłoszony dn. 16 Sierpnia 1909 r.

Przez długi okres czasu prace z zakresu historii rozwoju zwierząt posiadały charakter czysto opisowy. W drodze drobiazgowych poszukiwań poznano cykle rozwojowe mnóstwa gatunków, należących do różnych gromad; równolegle zaś zbadano z możliwą drobiazgowością histogenezę poszczególnych narządów w szeregu organizmów.

Już w początkach lat osmdziesiątych zeszłego stulecia literatura embryologiczna stanowiła ogrom, którego krytyczne przewartościowanie i opanowanie w całości mogło być udziałem tylko genialnego umysłu. Dokonał tego zadania F. M. Balfour, rozpoczynając poniekąd nowy okres wzmożonych badań na polu embryologii porównawczej.

Rozglądając się w pracach poszczególnych autorów, z łatwością daje się dostrzedz, iż kierującym ich motywem było prawo biogenetyczne. Na gruncie tego prawa, z jednej strony, usiłowano wyjaśnić stosunki filogenetyczne różnych grup zwierząt, z drugiej zaś, — ustalić homologię narządów w szeregu zwierząt.

Prowadzone na tem tle poszukiwania embryologiczne wzbudzały wielkie zainteresowanie, osiągnęte zaś rezultaty przyczyniały się w znacznej mierze do ustalenia zasad układnictwa zwierząt. Lecz oto w czasie pełnego rozkwitu prac na polu embryologii porównawczej zwołna zaczął przebijać sobie drogę nowy kierunek. Powstał on na tle badań cytologicznych, a jego celem było pogłębienie zkadinań już znanych faktów z dziedziny hi-

stori rozwoju przez szczegółowe dociekania przyczynowości rozwojowej.

Za właściwy początek tego kierunku można uważać okres pojawienia się znanych rozpraw Weismanna, tudzież pierwszych prac W. Roux'a z dziedziny embryologii doświadczalnej. Wprawdzie i dawniej czyniono próby wytłumaczenia przyczynowości pewnych procesów rozwojowych, próbami temi jednakowoż nie kierowała żadna myśl wytyczna. Stało się to dopiero wówczas, gdy Weismann i Roux, pierwszy na zasadzie pewnych teoretycznych wniosków, drugi zaś na gruncie danych faktycznych, zwrócili uwagę na praktykowane przez embryologów zapoznawanie wewnętrznych podstaw rozwoju, tkwiących w ustroju żywej materii jajokomórki.

Istotnie, ogół embryologów, pomimo iż nie ignorowano w zasadzie wewnętrznych właściwości komórek rozrodczych, faktycznie nie liczył się z nimi zbyt, natomiast hołdowano niemal bezwzględnie epigenetyzmowi. Stąd też wynikało nadmierne przecenianie wartości wpływów zewnętrznych na rozwój jaja, z jednej strony, oraz nieliczenie się ze swoistymi czynnikami wewnętrznymi. Tryumf epigenetyzmu był do takiego stopnia ustalonym, że niedopuszczano możliwości odrodzenia się ośmieszonego i stanowczo odrzucanego preformizmu w jakiegokolwiek nowszej postaci. W rzeczywistości wszakże stało się inaczej. Rozważania nad biologiczną osnową dziedziczności łącznie z wynikami drobiazgowych badań nad naturą protoplazmy niechybnie musiały wywołać kryzys. Stawało się coraz bardziej zrozumiałem, że jaje ptasie, w którym w swoim czasie, wbrew preformistom, ani K. Fr. Wolff ani K. E. Baer nie mogli dopatrzeć się żadnej zgoła organizacyi, jest mimo wszystko nierozwiniętym ptakiem,— że w równej mierze jaje żaby jest tylko nierozwiniętą żabą i t. d., — że wreszcie między jajami gatunków zwierząt, niekiedy należących do bardzo oddalonych od siebie typów, a pozornie identycznymi i rozwijającymi się wśród jednakowych warunków, mimo to muszą zachodzić także głębokie różnice, jak i między organizacjami rozwiniętymi. Następnie ten oczywisty fakt, że żadne wpływy zewnętrzne nie są w stanie zasadniczo zmienić planu rozwojowego jaja danego organizmu, lecz mogą, co najwyżej, wywołać spotwornienia lub spowodować pewne deformacje, nie mógł nie nasuwać na myśl, że tak zwana żywa materyja jajokomórki musi posiadać subtelną swoistą

organizację wewnętrzną, która też winna decydować o jej rozwoju.

Ponieważ nadto wyniki badań nad naturą żywej materii zdawały się przemawiać za tem, że nie jest ona bynajmniej jakąś złożoną masą białkową, tak czy owak utkaną, lecz, jak to już zaznaczał Brücke, — wielce skomplikowaną organizacją, rozkładalną na względnie niższe czynniki życiowótórcze, nastęczało się tedy przypuszczenie, iż te lub owe swoiste cechy zarodzi muszą wynikać z własności pewnych składników elementarnych.

Gdy wobec tego coraz bardziej zaczęto zwracać uwagę na wyróżnienia charakteru morfologicznego, występujące już w poszczególnych blastomerach i pozwalające wnioskować o dalszym ich losie, przybyły fakty, osiągnięte w drodze doświadczalnej, które już wprost naprowadziły na domysł, że podczas segmentacji jaja odbywa się nierównomierny rozdział zawartych w niem zasobów pomiędzy pokolenia komórek pochodnych. Były to mianowicie wyniki, osiągnięte przez Roux'a z dokonanych przezeń prób na brózdkujących jajach żaby. Ustalenie faktu, że po zabiciu jądra jednego z dwu blastomerów z nietkniętego blastomeru może rozwinąć się zarodek połowiczny, — że po podobnej operacyi, dokonanej na parze blastomerów, w stadym 4-ech, może się rozwinąć połowiczny zarodek: przedni lub tylny, dało powód Roux'owi do umotywowania hipotezy t. zw. jakościowej segmentacji jaja oraz wynikającej stąd konsekwentnie pracy mozaikowej — „Mosaikarbeit“ — komórek w rozwoju. W myśl hipotezy Roux'a podczas brózdkowania, i w ogóle, proliferacyi komórkowej w rozwoju organizmu winien by zachodzić frakcyjny rozdział materiału twórczego między komórki embryonalne, które tem samem nie mogą być równowarte. Następnie, jako konsekwencya, nasuwa się przypuszczenie, że w takim razie w każdej jajokomórce musi tkwić plan rozwojowy, który możnaby wyrazić w ten sposób, że każda komórka blastodermi zarodkowej, — każdy kompleks komórek tejże jest poniekąd z góry przeznaczony, jako materiał twórczy do uformowania pewnych określonych części budującego się organizmu¹⁾.

¹⁾ Że tak zwana protoplazma nie jest bynajmniej jednakową, nie tylko u różnych istot żyjących, lecz nawet w komórkach różnorodnych tkanek jednego i tego samego organizmu i że zatem pewne subtelne różnice we własnościach protoplazmy muszą zachodzić

Poza tem podług Roux'a nawet kierunek osi zarodka wien ściśle stosować się do kierunku pierwszej brózdki segmentacyjnej.

Powstała tedy hipoteza, którą słusznie możnaby wyróżniać pod mianem neopreformizmu. Stała ona w rażącej sprzeczności z ogólnie ustalonymi poglądami, ugruntowanymi na epigenetyzmie, wywołując szereg kollizyi. Z różnych stron wnet posypały się zarzuty, w których świetle ujawniły się dosadnie liczne słabe strony rzeczowego neopreformizmu. Mimo to jednak sprawa uprawnienia tego kierunku nie została zachwiana w samej podstawie. Wśród powodzi dowodów przeczących, wyłoniły się bądź co bądź fakty, które słusznie należało uznać za punkty oparcia dla Roux'a. Oto w pierwszej linii, pominąwszy interesujące rezultaty, otrzymane stosunkowo dawno przez Chabry'ego, zwróciły na siebie uwagę wyniki, osiągnięte przez Fischel'a z badań nad częściowym rozwojem jaj *Ctenophora*, następnie zaś okazały się wielce znamienne przypadki defektów wzgl. osobliwości zarodków, wynikłe na skutek częściowego rozwoju jaj zwierząt, jeżeli z ogólnego zasobu produktów brózdkiowania jaja usuwano te lub owe kompleksy blastomerów. Wszelako i te znamienne plusy, przemawiające na korzyść Roux'a, spotykały się z tyłoma zastrzeżeniami, że hipoteza tegoż uznana została w ogólnym rezultacie za chybną.

Z pośród licznego zastępu badaczy na polu embryologii doświadczałnej, którzy poddali ostrej krytyce neopreformizm, zwalczając go w samej zasadzie, szczególnież zaznaczyli swe odrębne stanowisko O. Hertwig oraz H. Driesch. Opinia pierwszego z nich, jako pochodząca od wytrawnego cytologa, wywarła wielki wpływ na dalsze kształtowanie się pojęć względem zagadnień, dotyczących sprawy rozwoju. Epigenetyzm, przeciwstawiany przez nich poglądom Roux'a, najlepiej chyba uwydatnia się w następu-

nawet wśród komórek embryonalnych i do tego jeszcze w samem zaraniu rozwoju, podczas brózdkiowania, wydaje się być bardzo prawdopodobne.

W wygłoszonej przezemnie dwa lata temu mowie inauguracyjnej (ob. „Zagadnienia mikromorfologii komórki“. Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. 1908 Zeszyt 1-2) przytoczyłem wiele motywów, które przemawiają na korzyść hipotezy Roux'a.

jącym wyjątku z ostatniego dzieła jego¹⁾, będącego przeróbką z najnowszeimi uzupełnieniami dawniejszej publikacji „Zelle und Gewebe“:

„Wie Nägeli sein hypothetisches Idioplasma durch den ganzen Körper als Gerüstwerk verbreitet sein lässt, so enthält nach meiner Theorie auch jede Zelle des Körpers als Abkömmling des Eies Erbmasse in ihrem Kern, während die spezifischen Leistungen an die Entwicklung der Plasmaproducte gebunden sind. Durch den Besitz dieser Erbmasse trägt jede Zelle die Möglichkeit in sich, unter geeigneten Bedingungen aus sich das Ganze zu reproduzieren“.

Wobec podobnego założenia wynikły z brózdowania kompleks blastodermalny winienby składać się z komórek zupełnie równowartych, a różnicowanie się poszczególnych komórek w czasie dalszego rozwoju należałoby czynić zależnem jedynie od warunków, w jakich mogą się znaleźć; a na warunki te może się składać, prócz środowiska zewnętrznego, przedewszystkiem miejsce, w jakim znajdują się wśród ogólnego kompleksu embryonalnego oddzielne komórki tegoż. Ten to punkt szczególnie podkreślają epigenetycy z O. Hertwigiem na czele. W tym względzie często bywa cytowane orzeczenie Driesch'a, który wyraża się następującymi słowami: „Die prospektive Bedeutung jeder Blastomere ist eine Funktion ihrer Lage im ganzen“. O. Hertwig zaś kładzie nadto nacisk na współzależność komórek embryonalnych, określając to zapomocą następujących zdań: „Die Teile eines Organismus entwickeln sich in Beziehung zu einander, oder die Entwicklung eines Teiles ist abhängig von der Entwicklung des Ganzen“²⁾. „Die Zellen determinieren sich zu ihrer späteren Eigenart nicht selbst, sondern werden nach Gesetzen, die sich aus dem Zusammenwirken aller Zellen auf den jeweiligen Entwicklungsstufen des Gesamtorganismus ergeben, determiniert“³⁾.

W obecnej tedy chwili mamy do wyboru dwie alternatywy:

1) albo przechylić się na stronę neopreformizmu Weismanna—Roux'a, w myśl którego, na skutek nierównomiernego rozpodzia-

1) O. Hertwig. Allgemeine Biologie. Jena, 1909, str. 709—710.

2) Ob. Allgemeine Biologie. Str. 710

3) Ob. I, c. Str. 573.

tu zasobów twórczych jajokomórki między komórki pochodne, nawet blastomery wczesnych stadyów bródkowania nie mogą być uważane za jakościowo równowarte, i że zatem los ich samych i ich pochodnych jest poniekąd z góry przesądzony i uplanowany, albo 2) uznać zgodnie z O. Hertwigiem równowartość i indyferentyzm komórek embrjonalnych.

Zestawiając ze sobą te zbijające się wzajem poglądy oraz przywiązane do nich szczegółowe komentarze, niepodobna przeoczyć pewnej ciasnoty i zarazem bezsilności epigenetyzmu wobec wielu pospolitych zjawisk rozwojowych, podczas gdy neopreformizm wydaje się być wolnym od tego rodzaju zarzutów. Weźmy pod uwagę chociażby następującą okoliczność. W myśl epigenetyzmu jakaś blastula lub morula, czy też tarczka zarodkowa, wytwarzająca się w przypadkach meroblastyczności jaja, winnyby — ze względu na tożsamość zawartej w poszczególnych komórkach plazmy, a zatem i biologicznej równoznaczności samych komórek embrjonalnych — stanowić kompleksy najzupełniej obojętne względem siebie składowych części. Tak jednak nie jest. Wzajemne oddziaływanie komórek w kompleksach embrjonalnych jest aż nadto oczywiste, aby mogło być przeoczone. Prócz tego zaś jest również faktem oczywistym, że będące w mowie wzajemne oddziaływanie odbywa się na tle biochemicznym. Skoro tedy epigenetycy, jak to wynika z przytoczonych powyżej cytatach, sami podkreślają współzależność komórek rozwijającego się kompleksu embrjonalnego, to jest rzeczą oczywistą, że ów wzajemny wpływ albo wzajemne oddziaływanie na się komórek w takim kompleksie byłoby czysto mechaniczne. Coś podobnego wszakże wyklucza się stanowczo.

Następnie, gdy epigenetycy twierdzą, że o losie rozwojowym tych i owych komórek embrjonalnego kompleksu stanowi miejsce, na jakim się znalazły w stosunku do całości, w takim razie stanowczo nie można pojąć takich pospolitych faktów, jak to, że wśród jednego i tego samego kompleksu nabłonkowego widzimy ułożone planowo obok siebie komórki obojętne, urzęsione i gruczolowe. Nie może być większej identyczności „warunków“ determinacji, jak ta, gdzie widzimy w ścisłym kontakcie obok siebie dwie komórki, z których jedna staje się po pewnym czasie gruczolową, druga zaś — urzęsioną! Wogóle, tego rodzaju zróżnicowania pierwotnie identycznych komórek, które nadto znalazły się w iden-

tycznych warunkach miejsca a przez to wystawione zostały na jednakowe oddziaływanie jednych i tych samych czynników zewnętrznych, uchylają się od jakiegokolwiek zrozumienia ich na gruncie zasad, wyznawanych przez szkołę epigenetyków. Okolicznościowo możnaby przytoczyć bardzo wiele przykładów wielostronnego różnicowania się komórek embryonalnych kompleksów. Wystarczy wszakże za wszystko, jeżeli przypomnę w tem miejscu o badaniach Fischel'a nad rozwojem *Ctenophora*, z których zdaje się wprost wynikać, że różnicowanie się charakterystycznych szeregów grzebyków związane jest wprost z przeznaczoną *ad hoc* pewną liczbą osobliwie wyróżnionych blastomerów. Ponadto, — że pominię wiele interesujących przypadków — nie dadzą się wytłumaczyć na tle epigenetyzmu owe nader znane zjawiska planowych dyzlokacji komórek w embryonalnych kompleksach, — dyzlokacji, podczas których w pewnych określonych miejscach blastodermi wywędrówują w pewien sposób bądź to pojedyncze komórki, bądź też całe grupy tychże. Przyczem komórki przedstawiają się w pewne miejsca, tutaj skupiają się w ten lub ów charakterystyczny sposób i tworzą zawiązki odrębnych tkanek embryonalnych, których kosztem powstają pewne organa. Obserwując tego rodzaju zjawiska, gdzie ma się do czynienia nie z biernym wypychaniem jednych komórek przez drugie, lecz z faktycznym aktem planowego wypełzania, niepodobna pogodzić się z myślą, aby w sprawie różnicowania się komórek determinującym czynnikiem mogło być miejsce, w którym znajdzie się tak lub owak komórka.

Wreszcie, pomimo iż współczesna biologia nie rozporządza jeszcze środkami, aby można pomyśleć o dokonywaniu ściślejszej mikromorfologicznej analizy protoplazmy komórek i ich jądra, mamy wszakże przed sobą dość obfity i pouczający plon obserwacji nad brózdowaniem jaj u różnych zwierząt. Już sam fakt nierównomiernego brózdowania, łącznie z różnicowem rozpodziałem „żółtka“ między mikro — i makromery, a następnie fakty, dotyczące nierównomiernego rozpodziału ziaren pigmentu między produkty brózdowania, nie może być bez znaczenia. Zresztą wśród licznych przyczynków z tego zakresu, u *Ascaris megalocephala* zanotowano wielce znamienny fakt wyodrębnienia się pierwotnych komórek płciowych nawet w samym zaraniu brózdowania, przyczem dały się również ustalić i odrębne cechy konstytucji jądra

komórek somatycznych w przeciwstawieniu do płciowych. Mówić wobec tego o determinującej roli miejsca — nie wydaje się być wystarczającym!

Bez względu na przytoczone powyżej motywy, przemawiające na korzyść neopreformizmu, i pomimo osobistego przeświadczenia o tem, że tak zwana protoplazma, tworząca osnowę komórek, musi posiadać mniej lub więcej odrębną organizację mikromorfologiczną, nie tylko u różnych istot żyjących, lecz nawet nie może być identyczną w komórkach różnorodnych tkanek u jednego i tego samego organizmu¹⁾, — nie licząc się wreszcie nawet z koncepcją, że jaje żaby jest nierozwiniętą żabą, na teorię mozaikowego rozwoju Roux'a zapatrywałem się był bardzo sceptycznie.

Nie poraz pierwszy zdarza się, że dogmatyzowanie pewnych zkańdinań nawet bardzo ściśle zaobserwowanych faktów doprowadza rozwój danej dziedziny wiedzy do ujemnych rezultatów. Na proces rozwojowy jaja niewątpliwie wywierają wpływ znaczny czynniki zewnętrzne, działając wprost lub pośrednio. Niedocenia nie tych wpływów, zwłaszcza wobec faktów uchybień od normy rozwojowej, charakteru mutacyjnego, już naprzód byłoby rażącym błędem.

Moje osobiste podejrzenia co do słuszności poglądów Roux'a czyli, ściślej mówiąc, — dogmatyzacji jego „Mosaiktheorie“ powstały z następujących powodów.

Oto już stosunkowo dawno zwróciłem był uwagę na niewspółmierność rozwojową jaj różnych zwierząt i wynikający stąd brak jednej wspólnej podstawy do ścisłych zestawień momentów rozwojowych.

Dobrze znanym jest fakt, że *morula* i *blastula* u tych organizmów, gdzie jaje ulega całkowitemu brózdkowaniu, przeobraża się powoli w skończony organizm w całości. Rzecz ma się inaczej w tych przypadkach, gdzie mamy przed sobą jaje meroblastyczne. Powstający tutaj kompleks komórek twórczych, zwany tarczką zarodkową, nie przeobraża się bynajmniej w ciało zarodka w całości, ponieważ zaczątek tegoż powstaje często kosztem stosunkowo bardzo ograniczonego kompleksu komórek twórczych

¹⁾ Ob. J. Eismond. Zagadnienia mikromorfologii komórki. Sprawozdania z posiedzeń Tow. Nauk. Warszawskiego. 1908. Zeszyt 1 — 2.

tarczki zarodkowej, podczas gdy niepomierne wielka ilość materiału tarczki zostaje używaną do wytworzenia obrastającej żółtko blastodermy naczyniowej.

Kontrast, o jakim mowa, wyda się niezmiernie wyrazistym, jeżeli porównamy dla przykładu obraz zawiązków zarodków, powstałych w postaci miejscowych zgrubień krawędzi tarczki zarodkowej u *Elasmobranchii* lub *Teleostei* z blastosferą żaby, która w drodze gastrulacji i następujących potem innych procesów przeobraża się powoli w ciało zarodka, zużywając w tym celu wszystkie materiały. Pojawienie się zaczątków zarodka na tarczce zarodkowej u ryb kościstych i spodoustych sprawia poniekąd wrażenie, jak gdyby zarodek powstawał na tarczce dopiero w charakterze nowotworu. Mając w pamięci charakterystyczne obrazy pierwszych stadiów bródkowania i obserwując po upływie paru dni dwubocznie symetryczną tarczkę blastodermalną, na której brzegu dopiero co wystąpiło miejscowe zgrubienie nabłonka w związku z procesem gastrulacyjnym, widzimy odrazu, że w tym przypadku oś zarodka nie da się zorientować względem kierunku pierwszej brózdki segmentacyjnej. Nadto zaś nie może być mowy o zestawieniu całkowitej tarczki z blastosferą żaby w celu doszukiwania się odpowiadających sobie wzajemnie poszczególnych komórek lub grup takowych, ponieważ blastosferze żabiej zaledwie mogłoby odpowiadać niewielkie terytorium tarczki, na którym wyodrębnia się pierwszy zawiązek ciała zarodka.

Zastanawiając się dalej w tym kierunku, tudzież biorąc pod uwagę zewnętrzny charakter poczynania się na tarczce zarodkowej embryonu, przypominający powstawanie nowotworu, powziąłem był około roku 1902 zamiar poddania rozwoju tarczek zarodkowych jaj meroblastycznych radykalnej próbie. Oto, przypuszczając zgodnie z Roux'em, że komórki embryonalne już w samym zaraniu formowania się ciała zarodkowego winny mieć pewne określone przeznaczenie, należało sądzić, że po zupełnem wycięciu i odrzuceniu powstałego na tarczce zaczątków zarodkowego, w następstwie możnaby otrzymać jedynie rozrośnięte pole naczyniowe, ciało zaś zarodka, dla braku odpowiedniego materiału twórczego nie powinnyby się formować w żadnym razie. Wynik przeciwny byłby oczywiście bardzo poważnym przyczynkiem do rewizji podstaw neopreformizmu. W tym celu uplanowałem był sobie dokonać szeregu doświadczeń na tarczках zarodkowych jaj płaszczyk, któ-

re wydały mi się najodpowiedniejszymi. Należało tylko wypracować metodę. Korzystając z pobytu na stacji zoologicznej w Roscoff w r. 1902, przystąpiłem między innymi do prac w tym kierunku. Niestety, wyników, o jakie mi chodziło, nie otrzymałem wcale. Nastąpiły się tak wielkie trudności techniczne, zwłaszcza co się tyczyło zaklejania otworów, wycinanych w skorupie jaj, i hodowania ich po operacji w wodzie morskiej, że tym razem jedynie zdołałem uporać się z metodami badań, które wypadło mi dopiero stworzyć.

Dopiero w roku następnym 1903, gdym przybył do Roscoff po raz wtóry, posiadając już metodę, którą po kilku wstępnych próbach udoskonaliłem jeszcze bardziej, udało mi się osiągnąć zupełnie pewne wyniki. Posługując się do zaklejania otworów w skorupie jaj plastyczną masą, jakiej używa się pospolicie do wyrobienia plastrów kleistych (*emplastrum adhaesivum*), absolutnie nieprzenikliwą dla wody, mogłem wyrzynać w skorupach duże okrągłe otwory i oprawiać w nie stosownie dobrane szkiełka lub odpowiednio wycięte krążki mikowe. Dzięki temu jaja operowane można było doglądać w dowolnych odstępach czasu przez rodzaj okienka. Ponieważ wielokrotne próby przekonały mnie, że po przez okitowanie tego okienka woda morska nie przenikała do wnętrza, przeto okazało się możebnem wykonywanie nad tarczками zarodkowymi jakoteż i nad samymi zarodkami nawet ciężkich operacji. Należało tylko przestrzegać, aby jaja operowane, przymocowane do jakiegoś ciężkiego podłoża, spoczywało w akwaryum w zupełnym spokoju.

Nie wchodząc w szczegóły metody, przechodzę do streszczenia samych rezultatów, jakie osiągnęłem, z zachowaniem wszelkich ostrożności w wyprowadzaniu wniosków ogólnych.

Za materyał służyły mi jaja gatunków płaszczyk: *Raja alba* i *Raja clavata*.

W pierwszej linii opiszę przypadek, jaki skonstatowałem na jaju *Raja alba*, po wycięciu z tarczki blastodermalnej całego zawiązka zarodkowego.

Na jaju po przetrzymaniu go w akwaryum w ciągu trzech dni znajdowała się tarczka zarodkowa w początkowych momentach stadyum A. Balfoura. Na tylnej krawędzi wyraziście rysowywał się dopiero co poczęty zawiązek zarodka. Zawiązek ten po dokonaniu za pomocą ostrego sklerotomu okrężnego nacię-

cia, zaznaczonego na fig. 1, został następnie usunięty przy zastosowaniu szklanej pipetki. Operacja była zupełnie czysta. Zarodek wybrany był dokładnie wraz z pokazną częścią przylegającej blastodermy, tudzież z częścią żółtka. W miejscu zaś po skutecznieniu całej procedury uformował się dół, okolony równym brzegiem zarówno ze strony blastodermy, jako też i żółtka. Naza-jutrz po operacji brzeg naciętej blastodermy wyrównał się bardzo dokładnie. Nastąpiło coś w rodzaju zabliznienia, a jednocześnie cała blastoderma otrzymała wygląd dwupłatowy. Innych zmian nie dostrzegłem. Na trzeci dzień wystąpiły zaokrąglenia płatów, a nadto dały się dostrzedz zgrubienia krawędzi tychże; przytem zaś cała tarczka zdradzała widoczne zwiększenie ogólnej powierzchni.

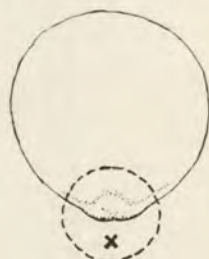


Fig. 1.

Były to wskazówki, że rozwój operowanej tarczki postępuje w dalszym ciągu i że nie ma obawy przed ewentualnem gniciem, które wnet następuje, jeżeli do wnętrza skorupy przedostanie się chociażby nieznaczna ilość wody morskiej. Dnia następnego (czwartego—po operacji), skonstatowałem, jak to widać z załączonej kopii zdjęcia fotograficznego (fig. 2), następujące stosunki. Ogólna powierzchnia tarczki okazała się znacznie zwiększoną. Dół w miejscu operacji (ob. fig. 1 X i fig. 3 X c) pozostawał mało zmieniony. Najważniejszym wszakże szczegółem, który rzucał się tu w oczy, a który już sam przez się posiada wielką teoretyczną doniosłość, było to, że na każdym z płatów (ob. fig. 2 i porównaj fig. 3, a i d) wystąpił typowy obraz gastrulacji w związku z formowaniem się zawiązka embryona w momencie, poprzedzającym tworzenie się zgrubiałych krawędzi płytki nerwowej.

Po zestawieniu zawiązków tych z normalnym — który uległ był amputacji, okazało się, iż były one w porównaniu z nim nieco bardziej zaawansowane w rozwoju. Prócz tego wystąpił jeszcze trzeci zawiązek zarodkowy (fig. 3, b), pozostający w związku z jednym z płatów i noszący znamię potworności.

Ze względu na dostateczną wyrazistość zawiązków zarodków, zwłaszcza bocznych (fig. 3, a i d), które posiadały wygląd zupełnie typowy, uznałem za wskazane przerwać dalszy rozwój i zakonser-

wować tarczkę w całości. Co też i uskuteczniłem, zachowując wszelkie ostrożności przy utrwalaniu. Udało się tedy osiągnąć re-



Fig. 2.

zultat, który zdawał się mówić sam za siebie. Okazało się, że o ja-

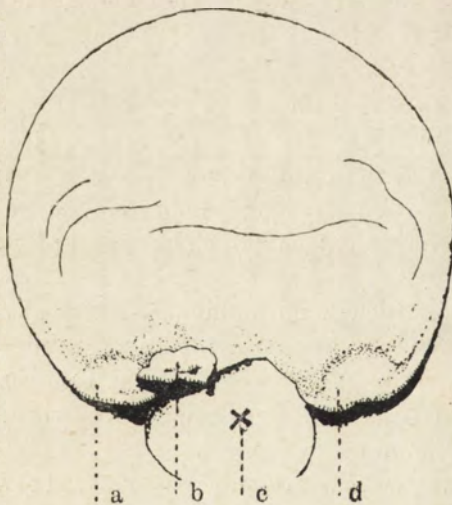


Fig. 3.

kiejś ściślejszej determinacyi komórek względem formowania zawiązka embryonu, nawet na takim stosunkowo daleko zaawansowanym stadyum, na jakim znajdowała się operowana tarczka zarodkowa (ob. fig. 1), nie może być mowy. Dokonane przezemnie doświadczenie wydawało się w tym względzie tem bardziej jaskrawem, że usunięty został wraz z przyległemi częściami blastodermi cały

zawiązek zarodka, a powstałe wtórnie zawiązki ukonstytu-

tuowały się kosztem materiału komórkowego tarczki zarodkowej, którego kosztem przy zwykłym biegu rozwijałoby się jedynie t. zw. pole naczyniowe. Tymczasem pokazało się, że materiał, poniekąd przeznaczony do rozrostu blastodermi naczyniowej, mógł być również użytym do zorganizowania nowych zawiązków ciał zarodkowych. Jediną kwestyą jaka nasuwa się wobec takiego wyniku, jest mianowicie to, czy będący w mowie materiał komórkowy może być użyty z również dobrym skutkiem, jak i ten, który został wyrzucony? Na pytanie to, niestety, nie mam odpowiedzi, gdyż nie przerobiłem równolegle drugiego podobnego doświadczenia, w którym rozwój zaczątków-regeneratów byłby doprowadzony do stadyów możliwie późniejszych.

Przedstawiony powyżej wynik otrzymałem latem 1903 r. Od tego czasu aż do chwili obecnej nie kwapiłem się z ogłaszaniem o tem w druku. Brak czasu do opracowania materiałów z jednej strony, oraz wynikła po rozejrzeniu się w nich potrzeba uzupełnienia przez dodatkowe spostrzeżenia, z drugiej, — zniewoliły mnie do wstrzymania się z publikacją przedwstępną do czasu, gdy po raz wtóry przerobię podobny eksperyment i stwierdzę wynik jego możliwie wszechstronnie, operując na tarczках z zawiązkami na różnych stadyach rozwoju.

Dzięki sprzyjającym okolicznościom przedsięwziąłem w roku zeszłym 1909, w celu należytego wykończenia pracy, ponowny wyjazd do Roscoff. Rozporządzając tym razem większem doświadczeniem, przerobiłem dość dużo eksperymentów, wskutek czego zebrałem obfity plon faktów, na których mogę tedy oprzeć się z całą pewnością. Nadewszystko wykonałem cały szereg operacji, połączonych z amputacją zaczątków zarodków, poczynsz od pierwszych jako tako uchwytanych momentów stadyum *A* Balfoura i kończąc na momentach, stanowiących przejście od stadyum *B* do *C*. Ujawniło się, że regeneracja zaczątków zarodków, po usunięciu normalnego, jest faktem nie podlegającym wątpliwości. Skonstatowałem również w bardzo wielu przypadkach pojawianie się regeneratów w liczbie mnogiej: 2, 3 i 4. Przytem zaczątki-regeneraty stale wytwarzały na krawędzi tarczki i do tego najczęściej w obwodzie t. zw. tylnej części.

Nie omawiając tutaj drobnych szczegółów, których opis wymagałby odpowiednich rysunków, muszę zaznaczyć tylko następującą dość ważną okoliczność. Po amputacji zaczątków na sta-

dyach możliwie wcześnie, regeneraty mało różnią się od normalnych. Natomiast, im amputowany od tarczki zarodek był bardziej rozwiniętym, począwszy już od końcowych momentów stadyum *B Balfoura*, tem bardziej regeneraty zdradzały wygląd potworny. Kształtem przypominały bądź nieprawidłowe pączkowate narosty, bądź też wydatne guzikowate zgrubienia o gładkiej lub sfałdowanej powierzchni.

Czasami zgrubienia te, jak to widać na fig. 4, posiadały kształt gruszkowaty, tudzież dość prawidłowo uwydatnioną symetryę dwuboczną.



Fig 4.

Przypadek regeneracyi, wyobrażony na tejże figurze, otrzymałem po wycięciu zarodka normalnego w stadyum *B Balfoura*.

Poza tem zasługuje na wzmiankę wynik regeneracyi, jaki otrzymałem również po amputacyi zarodka, będącego w jednym z późniejszych momentów stadyum *B Balfoura*. Na zabliźnionej krawędzi tarczki wytworzył się zawiązek za-

rodka ze szparkowatą brózdą nerwową, a niezależnie odeń zdala od krawędzi uformowały się na gruncie samej blastodermy: z jednej strony coś w rodzaju odrębnej tarczki, kształtu wydłużonego, ze zgrubieniem u cieńszego końca, oraz z drugiej strony nieprawidłowy zaczątek, przytykający główkowatym końcem do brzegu wspólnej tarczki (ob. fig. 5).

Podczas doświadczeń, o jakich mowa, wycinane zaczątki zazwyczaj zostawały wyrzucane precz. Jednakowoż w paru razach próbowałem takowe, bądź to odosabniać od jakiegokolwiek wtórnego kontaktu z tarczką, bądź też przenosiłem je na żółtko drugich jaj. Zarówno w jednym, jak i drugim przypadku zaczątki odcięte nie ulegały bynajmniej degeneracyi. Rozwój ich początkowo oka-

zywał się wstrzymany; później wszakże występowały oznaki nie-
zmiernie charakterystyczne: wokoło zaczątków zaczynało rozwijać
się pole naczyniowe. Przytem to ostatnie w jednych przypadkach
rozrastało się prawidłowo po sferycznej powierzchni masy żółtko-
wej, w drugich zaś,—
rozrastając się, obchwy-
tywało niewielką bry-
łę żółtkowej masy,
która wyodrębniła się
od reszty żółtka, two-
rząc jakby specjalny
pęcherz żółtkowy.

W niejakiem zwią-
zku z powyższej omawia-
nemi operacyami prze-
robiłem również dość
dużo prób blastotomii,
rozcinając tarczki za-
rodkowe na części, któ-
re następnie bądź to
odsuwałem od siebie,

bądź też pozostawiałem na miejscu. Celem moim było wypróbo-
wanie zdolności rozwojowej oddzielnych części tarczki zarodkowej.
Między innymi chodziło mi
również o stwierdzenie, o ile
tą drogą można otrzymać
potworności bliźniacze.

Do eksperymentowa-
nia w tym kierunku brałem
jaja, będące w końcowych
momentach bródkowania
wzgl. w początkowych fa-
zach różnicowania się t. zw.

tylnej części tarczki w związku z powstawaniem w tem miej-
scu jamy podzarodkowej („Keimböhle“), zanim wystąpią pierw-
sze oznaki formowania się zawiązka zarodka.

Pomijając szczegóły techniczne, przytoczę tutaj naprzód jeden
z wyników, jaki osiągnąłem, operując na tarczce *Raja alba* w sta-
dium pojawienia się jamy podzarodkowej. Tarczka, jak to widać
na fig. 6, a, była naciętą w ten sposób, że została podzieloną na

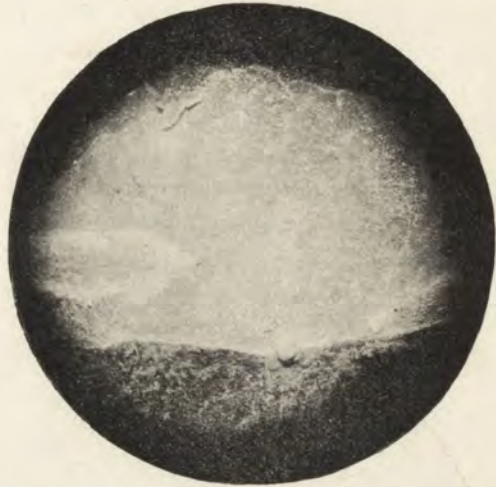


Fig. 5.

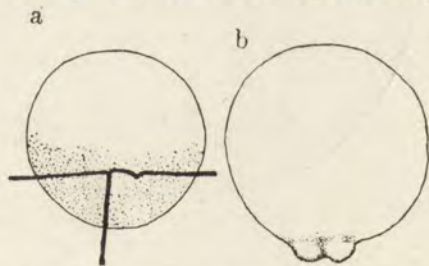


Fig. 6.

3 nierówne części, z których 2 mniejsze odpowiadały mniej więcej dwóm połówkom: prawej i lewej części wytwórczej tarczki, oddzielonych od siebie dość szeroką szparą w kierunku płaszczyzny symetrii tarczki i zatem — osi ciała zarodka, który miał powstać przy krawędzi. Nazajutrz, po upływie 18 godzin od chwili dokonania operacji, wszystkie 3 części zrosły się zupełnie, jedynie tylko w pewnym punkcie cięcia poprzecznego pozostawał okrągły otwór w blastodermie. Następnego dnia — czyli w drugim dniu pielęgnowania — ogólna powierzchnia blastodermy okazała się znacznie powiększoną, otwór prawie zarósł, a jednocześnie na tylnej krawędzi wystąpiły dwa niewielkie zgrubienia brodawkowate, które w trzecim dniu pielęgnowania otrzymały wygląd dwu zgrubiałych płateczków blastodermy. Widzimy to na załączonym szkicu (fig. 6, b). Jakkolwiek wygląd rzeczonych zgrubień sprawiał wrażenie, iż znosi się na



Fig. 7.

dwoisty zawiązek w stadium A Balfoura, nie było wszakże żadnej pewności w tym względzie. Nawet sytuacja, obserwowana przy kontrolowaniu w dniu następnym, a czwartym pielęgnowania, nie zdradzała cech dostatecznie wyrazistych. Przeciwnie, to, co widziałem przez lupę, przemawiało raczej za tem, że tworzy się pojedynczy zawią-

zek, o typowo wgłębionej płytce nerwowej, lecz z wadą asymetrii. Dopiero piątego dnia dostrzegłem wyraźne oznaki bliźniaczości. Tarczka zarodkowa była już znacznie rozrośnięta, kształtu prawidłowego krążka i bez jakichkolwiek śladów dokonanej operacji. Jedynym widocznym śladem jej, a raczej skutkiem, była bliźniaczość zarodka. Fig. 7 przedstawia całokształt tarczki wraz z dwoistym ciałem zarodkowym na tylnej krawędzi. Na fig. 8,

wyobrażającej kopię fotograficznego zdjęcia samego zarodka, dokonanego przy silniejszym powiększeniu, widać wyraźnie rzeczoną dwoistość: mamy przed sobą obraz (porównaj schemat objaśniający—fig. 9), dwu zarodków, w stadium *B* Balfoura, posiadających niejako wspólny bok, wskutek czego widoczny środkowy wałeczek ektodermalny jednocześnie należy do dwu płytek nerwowych, stanowiąc wspólne ich zgrubienie.

Operatu tego nie pielęgnowałem dłużej, uważając za zbyt znaczne doprowadzanie do późniejszych stadiów rozwoju, osiągnięty bowiem rezultat wydał mi się zupełnie wystarczającym dowodem na to, że blastotomię tarczki jaj meroblastycznych można



Fig. 8.

uznać za przyczynową osnowę bliźniaczości zarodków.

Z kolei chciałbym przedstawić w zarysach ogólnych wyniki blastotomii, jakiej poddawałem tarczki zarodkowe w późniejszych stadiach bródkowania, lecz przed powstaniem jamy podzarodkowej. Próby w tym kierunku dokonane ujawniły wiele szczegółów, rzucających światło na podstawy przyczynowe samoregulacji rozwojowej.

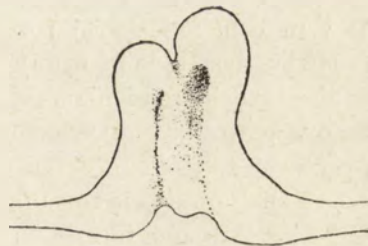


Fig. 9.

Jeżeli przekroić tarczkę zarodkową płaszczki, w któremkolwiek z późniejszych stadiów bródkowania, na kilka części, lecz w ten sposób, że te ostatnie pozostaną na swych miejscach, przyczem odległości między nimi nie będą przenosiły w przybliżeniu $\frac{1}{2}$ mm, wówczas można stale zauważyć, że następuje wtórne zrastanie się. To złą-

czenie się widocznem bywa już po upływie godziny. Przytem bywa ono do tego stopnia dokładne, że niekiedy nie pozostaje żadnych śladów w postaci szwów lub linii granicznych. Poczem, zreparowana w ten sposób tarczka rozwija się, jakkolwiek z pewnem opóźnieniem, zupełnie normalnie: powstaje jama podzarodkowa, zwiększa się postępowo ogólna powierzchnia, różnicuje się t. zw. tylna krawędź, a na niej występuje zawiązek zarodka i t. d. Ani na blastodermie, ani też na ciele zarodka nie można odcyfrować żadnych oznak dokonywanych poprzednio uszkodzeń¹⁾.

Na podstawie wielokrotnych doświadczeń w tym kierunku przyszedłem do przekonania, że indywidualność kompleksu komórkowego tarczki zarodkowej musi opierać się na zbyt silnych i głęboko sięgających podstawach biologicznych, aby można było ją zniweczyć w taki prosty mechaniczny sposób, jakim było rozcinanie tarczki na części. Chcąc tedy zmusić oddzielne części tarczki do rozwijania się samodzielnego należało je bądź oddzielać sztucznie wstawionymi przegródkami, bądź też odsuwać na znaczniejszą odległość. I jedno i drugie nie następuje trudności w wykonaniu.

Nie opisując szczegółowo sposobów dokonywania nacięć, tudzież — oddzielania części pokrojonej tarczki, zaznaczę tylko, że przeprowadzałem operację w ten sposób, aby odstęp między częściami tarczki wynosiły od $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ mm. Co się zaś tyczy kierunków nacięć i liczby otrzymywanych części, to starałem się, aby te ostatnie były możliwie jednakowe, aby łatwiej można było sądzić o zmianach, zaszłych podczas pielęgnowania operatów wskutek przyrostu lub ewentualnego wzajemnego oddziaływania na się. W tym celu najczęściej rozcinałem tarczki na dwie symetryczne połówki, następnie na cztery — na krzyż i wreszcie przez 6 nacięć w kierunkach promieni na tyleż mniej więcej równych części. Prócz tego w paru przypadkach rozcinałem tarczkę na części nierówne; przyczem robiłem to w ten sposób, że w rezultacie obok dużych części znajdowały się stosunkowo małe i bardzo drobne kawałeczki. Całość pokrajanej tarczki przypominała rodzaj archipelagu ściśle zgrupowanych wysp i wysepek. W tych razach nie można było

¹⁾ Próby tego rodzaju wykonywałem był już w r. 1902. Usiłowałem wówczas otrzymać przez to z pojedynczej tarczki zarodkowej kilka rozwijających się samodzielnie części. Rezultat okazywał się przeważnie ujemnym wskutek następczego zrastania się ich wobec tego, iż nie zapobiegałem ewentualnym kontaktom.

myśleć o ustaleniu jednakowej odległości, która też wahała się w różnych miejscach w dość szerokich granicach, między pozornym kontaktem a odległością od $\frac{1}{2}$ do $1\frac{1}{2}$ mm. Każde operowane jaje, po dokonaniu wszystkich czynności łącznie z zaklejeniem otworu skorupy i wkitowaniem okienka mikowego, pozostawiane było jeszcze na stole w zupełnym spokoju na jakieś 10 minut. Poczem dopiero notowałem sytuację za pomocą szkicowego rysunku, na którym ustalałem stan rzeczy. Dopiero potem operat umieszczałem z wielką ostrożnością w akwaryum z wodą bieżącą. Ze względu na to, że przy przenoszeniu do akwaryum, zwłaszcza podczas pogrążania operatu w wodę, nie wykluczoną była możliwość dalszych sztucznych zmian, np. znacznego odsunięcia się lub zbliżenia do siebie części operowanej tarczki — co też faktycznie zdarzało się — należało po upływie jakichś 5 — 10 minut zrobić powtórny i ostateczny rysunek orientacyjny lub zaznaczyć na zrobionym poprzednio szkicu wszelkie ewentualne zmiany. Dzięki mikowemu okienku, byłem w możności kontrolować następnie rozwój operatu w pewnych odstępach czasu. Tym sposobem można było notować szereg zmian w ich przyczynowej łączności. Poważną lukę stanowiły jedynie godziny nocne, podczas których zachodziły niekiedy procesy, które wprowadzały mnie w zdumienie.

Eksperymentując w powyżej opisany sposób, zwróciłem uwagę na jedno stale powtarzające się tu zjawisko, a mianowicie: reperaturę pociętej tarczki, który to proces manifestował się we wtórnem łączeniu się oddzielnych części i — opóźnieniu ogólnego biegu rozwoju. To łączenie się, lubo niezupełne, następowało czasami tu i owdzie jeszcze przed pogrążeniem operatu w wodę, szczególnie jeżeli odstęp między częściami tarczki nie przenosiły $\frac{1}{2}$ mm. W akwaryum następowało ono dość szybko, i ta właśnie okoliczność zniewoliła mnie do zwrócenia bacności na szczegółowe epizody tej osobliwej reparacji.

Z obfitego kazuistycznego materiału przytoczę tylko niektóre przyczynki.

Przedewszystkiem uczynię wzmiankę o wyniku, otrzymanym w przypadku tarczki *Raja clavata*, przekrojonej na dwie symetryczne połówki. Przy zachowaniu prostolinijnych konturów powstałej wskutek nacięcia szpary i lekkim zaokrągleniu kątów połówek tarczki, te ostatnie pozostawały w odległości jedna od drugiej, wynoszącej na oko nieco więcej nad $\frac{1}{2}$ mm, bez zbyt wi-

docznych zmian w przeciągu około $1\frac{1}{2}$ godziny. Dopiero potem, niejako raptownie, wystąpiły dające się łatwo zauważyć mostki łączące między połówkami. Na skutek tego szpara dzieląca otrzymała wygląd szwu. Po upływie następnej godziny czasu pozostały po szwie zaledwie dostrzegalne ślady, które wnet potem znikły prawie zupełnie. Nazajutrz zreparowana w ten sposób tarczka posiadała znacznie powiększoną ogólną powierzchnię, a jednocześnie wystąpiły na niej oznaki tworzącej się jamy podzarodkowej. Poczem wystąpiły oznaki tworzenia się zawiązka zarodka i cały dalszy rozwój nie różnił się w niczem od normalnego biegu rzeczy.

Innym razem pokrajałem tarczkę zarodkową tegoż gatunku płaszczki w kierunku promieni na 6 równych części, odsuniętych od siebie w przybliżeniu na $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mm. Nadto zaś dwie z tych części pocięte zostały na bardzo drobne i nierówne kawałeczki; niektóre z nich miały nawet pozór okruchów. Wzajemne odległości między nimi, jakoteż i względem nietkniętych sektorów nie dały się ustalić. W każdym razie wahały się: od pozornego kontaktu do odległości około $\frac{1}{2}$ mm.

Cały ten archipelag zmieniał swą konfigurację prawie w oczach: drobnutkie okruchy materiału blastodermalnego łączyły się, bądź to wzajemnie w większe skupienia, bądź też przyłączały się do dużych części. Po upływie 40 minut od chwili, gdy operat został pogrążony w wodę, drobne okruchy już nie istniały jako takie. Zamiast nich można było konstatować większe płatowate skupienia blastodermalne, które, podobnie jak i 4 inne wyspy zdradzały tendencję do dalszego łączenia się. Ostateczny rezultat był ten, że czwartego dnia w drodze ciągłego łączenia się wzajemnego powstała niepodzielna zlekka płatowata i pokaźnie rozrośnięta blastoderma, z nieprawidłowo okonturowaną jamą podzarodkową i zgrubieniem brzeżnym, jako początkiem różnicowania się zawiązka zarodka.

Dalszego rozwoju tej tarczki nie obserwowałem. Wreszcie zasługuje na szczegółową wzmiankę trzeci przypadek, w którym doprowadziłem był rozwój powstałych ze znacznym opóźnieniem zawiązków zarodkowych do środkowych momentów stadium *B Balfoura*. Za przedmiot do operacji służyła tarczka zarodkowa, będąca w jednym z końcowych momentów bródkowania. Została ona przekrojona na cztery prawie równe części, między którymi ustaliły się odstępki, z wahaniami około $\frac{3}{4}$ mm. Po zanurzeniu do

wody zaszyły w ogólnej konfiguracji operatu bardzo nieznaczne zmiany.

Nazajutrz ćwiartki tarczki blastodermalnej okazały się zrosniętymi w ten sposób, że z czterech — powstały dwie wysepki, przedzielone odstępem, który wynosił przeszło $\frac{3}{4}$ mm. Każda z tych wysep zdradzała przytem ślady zrosnięcia się. W następstwie wskutek znacznego rozszerzania się odstepu między niemi w środkowej części, obiedwie wysepki oddaliły się od siebie, przyjmując kształt nerkowaty i przypominając w całości obraz pary komórek, zamykających szparkę oddechową w naskórku liścia.

Trzeciego dnia obie wysepki znacznie oddaliły się od siebie. Przytem jedna z nich zachowała prawidłową i ściśle symetryczną postać nerkowatą o dużej wnęce, druga zaś stała się płatowatą. Innych szczegółów na razie nie przytaczam.

Czwartego dnia płatowata wysepka rozpadła się na dwie części, podczas gdy nerkowata — pozostała niepodzielną, wciąż zachowując postać symetryczną. Jednocześnie wszakże wystąpiły na niej niezmiernie ważne szczegóły: we wnęce utworzył się, nie naruszając symetrii, zaokrąglony wyrostek, a wzdłuż zewnętrznego brzegu powstały szeregiem 3 nieprawidłowo okonturowane jamy podzarodkowe.

Piątego dnia ogólna sytuacja zmieniła się bardzo. Nerkowata wysepka rozpadła się na 2 ściśle symetryczne połówki, przy czem na jednej z nich można było dostrzedz na zewnętrznej krawędzi silnie zgrubiałą wargę, która była wskazówką odbywającego się procesu gastrulacyi; na drugiej zaś widoczne były dwie także wargi wzgl. jedna duża z nieznaczną przerwą pośrodku. Inne wysepki pozostawały w dalszym ciągu oddzielone. W związku z powyższymi zmianami cały ten archipelag zdradzał dość widoczne powiększenie ogólnej powierzchni.

Szóstego dnia skonstatowałem utworzenie się na połówkach z wargowatemi zgrubieniami krawędzi po jednym typowym związku zarodka w pierwszych momentach *B*, a nadto na jednej z nich, gdzie widniała duża dwudzielna warga brzeżna, — jeszcze jeden słabo rozwinięty związek. Przedział między obiedwiema temi połówkami był dość wyrazisty. Co się tyczy pozostałych wyseppek, to te zrosły się z sobą niemal zupełnie, a nieprawidłowa przestrzeń między zrostkiem tym a częściami, o których dopiero co była mowa, wydawała się bardzo bliską zupełnego zabrukowania.

Prócz tego wszakże na krawędzi powyższego zrostka, który w całości imponował, niby trzecia wyspa blastodermalna, wystąpił wyraziście zaznaczony, lecz słabo rozwinięty, zawiązek zarodkowy.

Całość kompleksu pomimo rozgraniczeń zdradzała pozory mającej wytworzyć się jednolitej tarczki blastodermalnej z czterema nierównomiernie rozwijającymi się zarodkami. Dzień następny, a 7-y od początku, przyniósł jednakowoż nadspodziewany rezultat: wszelkie poprzednio widoczne granice znikły bez śladu; otrzymała się jedna niepodzielna tarczka o znacznie powiększonej powierzchni ogólnej, lecz jednocześnie obadwa poprzedniego dnia wyraziście i typowo rozwinięte zawiązki, wskutek złączenia się należących do nich wysepek blastodermalnych, uległy zniekształceniu, zbliżyły się ku sobie głowami, i zrastając się, utworzyły potwór bliźniaczy. Dwa inne poprzednio słabo rozwinięte zawiązki uległy zmarnieniu. Dalszy rozwój wstrzymałem, utrwalając, jako materiały do skrawków, jedynie potwór bliźniaczy.

Ogół przytoczonych powyżej spostrzeżeń nad zjawiskami regeneracji zawiązków zarodków, tudzież wyniki, osiągnięte w przypadkach blastotomii tarezek zarodkowych, upoważniają do kilku wniosków ogólnych, które chciałbym tu dodać na zakończenie.

Fakt wtórnego tworzenia się zawiązków zarodków kosztem blastodermi, od której odcięto i usunięto zupełnie zawiązek normalny, nie może nie wydać się dość poważnym argumentem na niekorzyść teorii Roux'a. Będąc dalekim od zapoznawania oczywistych zalet tej teorii, ku czemu zniewalały mnie liczne fakty i ich konsekwencye, wynikające z poszukiwań cytologicznych, jednocześnie znalazłem się w posiadaniu wyników dość radykalnego eksperymentu, który, zdawało się, unicestwiał jakiegokolwiek preformistyczne interpretacye rozwoju organizmu. Zgodnie z założeniami Roux'a, z chwilą doszczętnego usunięcia zawiązka embryonu z tarczki zarodkowej, nowopowstanie zawiązków zastępczych musiało być zgóry wykluczone dla braku odpowiedniego gruntu wytwórczego. Skoro zaś z moich doświadczeń wynikało, że do tegoż celu mogą być również użyte z ogólnego zasobu materiału blastodermalnego i inne kompleksy komórkowe, o ile takowe znajdują się w stosownych warunkach miejsca i współdziałania sąsiednich mas komórkowych, kwestya zasadności neo-

preformizmu znalazła się na ostrzu. Pomimo wszelkie pozory, uznałem wszakże za stosowne zachować w tym względzie jaknajwiększą oględność. Pozostawało przecież niewiadomem, czy wyrosnięte z zawiązków-regeneratów (ob. fig. 2 i 3) zarodki nie posiadałyby jakichś defektów, które świadczyłyby, że materiał do ich utworzenia użyty nie może być użytym z również dobrym skutkiem? Zkądinąd znów wiadomo, że i hodowanie izolowanych blastomerów, w zależności od stadyum brózdtkowania, w jakim je odłączono z ogólnego kompleksu, staje się coraz trudniejszym i że zatem uzdolnienie komórek embryonalnych do reprodukcji całości, w miarę postępów ogólnego rozwoju, zmniejszają się. Z drugiej strony istnieją wskazówki, że te lub owe izolowane z organicznego zespołu moruli blastomery, lubo posiadają zdolności reprodukcji całości, zdradzają jednakowoż pewną jednostronność w rozwoju, w porównaniu ze względną pełnią zdolności reprodukcyjnej, jaka cechuje blastomery, izolowane we wcześniejszych stadiach brózdtkowania, i — ze skończoną pełnią zdolności rozwojowej, właściwą całkowitemu kompleksowi embryonalnemu. Z tego też względu uważam za wskazane podkreślić zpośród osiągniętych przezemnie rezultatów wyniki, dotyczące regeneracji zawiązków, które wytworzyły się na tarczki po wycięciu zarodków w późniejszych stadiach ich rozwoju. Otóż zauważyłem, że po amputacji zarodka od tarczki reprodukcyja nowych, — w miarę większego stopnia rozwoju, w jakim znalazł się materiał do eksperymentacji, staje się poniekąd coraz trudniejszą; z drugiej zaś strony nowopowstające regeneraty występują w postaci coraz bardziej nieprawidłowej, przybierając wreszcie kształty bezsensownych zgrubień brodawkowatych na brzegu tarczki. Ponadto zauważyłem, że regeneraty występowały, w ogóle, przeważnie w okolicach tylnego terytorium tarczki.

Powyzsza okoliczność nie może nie posiadać głębszego znaczenia. Jest w tem wszystkim wyraźna wskazówka: 1) że kwalifikacya materiału blastodermalnego t. zw. tylnej połówki tarczki zarodkowej jest w ogóle nieco inna, aniżeli pozostałej masy komórkowej, 2) że w szczególności wartość wytwórcza tego kompleksu komórek, którego kosztem powstaje zwykle na tylnej krawędzi tarczki pierwszy zawiązek zarodka, musi być również inną, aniżeli — mas komórkowych sąsiednich i wreszcie 3) że i tutaj kwalifikacya wytwórcza musi ulegać ciągłym zmianom w miarę postę-

pującego ogólnego rozrostu tarczki. Wydaje się tedy rzeczą oczywistą, że zachodzi tutaj toż samo, co i z produktami segmentacji jaj holoblastycznych, gdzie blastomer, stanowiący jakąś $\frac{1}{32}$ lub $\frac{1}{64}$ część normalnego kompleksu materiału embryonalnego, nie może posiadać tych samych kwalifikacji reprodukcyjnych, co blastomer, będący $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$ a tembardziej $\frac{1}{4}$ lub $\frac{1}{2}$ całości. Jest rzeczą oczywistą, że sytuacja staje się przytem bardziej odmienną, jeżeli przy bródkowaniu występują kontrastowo zaznaczone różnice między mikro — i makromerami.

Brak czasu i niektóre niesprzyjające okoliczności nie pozwoliły mi przedsięwziąć specjalnej seryi doświadczeń w celu wypróbowania, do czego by dojść mogło, gdyby jedną i tę samą tarczkę poddawać powtórny operacjom kolejnego wycinania zawiązków regeneratów? Na zasadzie dotychczasowych wyników przypuszczam, że na tej drodze dałby się osiągnąć bardziej przekonujący obraz postępowego upadku zdolności reprodukcyjnej, ilustrowany coraz bardziej upośledzonymi rozwojowo zawiązkami ciała zarodka.

Wobec powyższego sądzę, że fakt, wyobrażony na fig. 2, nie stoi bynajmniej w zasadniczej sprzeczności z neopreformizmem Roux'a. Co najwyżej, nastroczają się jedynie zastrzeżenia, które nie obalają teorii, lecz pogłębiają raczej jej zasadność.

Z powodu wyniku, jaki osiągnął był Roux, otrzymawszy połowiczne zarodki żaby, powstały, jak wiadomo, przypuszczenia co do orientacji osi kształtującego się zarodka, odpowiednio do kierunku pierwszej brózdki segmentacyjnej, tudzież co do determinacji rozwojowej blastomerów, poczynawszy od najwcześniejszych stadyów bródkowania. Otóż uogólnienia, jakie wynikły na tem tle, szwankują pod wieloma względami, nie posiadając należytego pogłębienia, do jakiego można dojść jedynie na drodze porównawczej. Już za pomocą dokładnych prób wykazano, że nawet u skrzeków kierunek pierwszej brózdki segmentacyjnej nie zawsze odpowiada osi ciała przyszłego dwubocznie-symetrycznego zarodka. O ile tutaj był jeszcze pewien grunt do dopatrywania się w niej wskaźnika kierunku osi, to usiłowania w tym kierunku wydają się być wprost udaremnione w stosunku do meroblastycznych jaj kręgowców, gdzie, jak naprz. u ryb spodoustych zarówno początek segmentacji, jakoteż i dalszy jej przebieg wobec warunków, wśród których poczyna się zarodek, nie dają w tej mierze żadnych

uchwytnych wskazówek orientujących. Jeszcze bardziej piętrzą się trudności, gdybyśmy usiłowali dojść do uogólnień co do determinacji blastomerów, na skutek przypuszczalnej kwalitatywnej segmentacji materiału twórczego. Tutaj zgóry należało być przygotowanym na różnice i nawet sprzeczności. Podczas gdy u jednych organizmów „mozaikowość“ rozwojowa może być bardzo wyrazistą już we wczesnych stadyach brózdowania, u innych może nie być do odcyfrowania nawet wobec całych setek blastomerów. Coś podobnego jest zupełnie zrozumiałe, ponieważ liczba blastomerów przy zestawieniach stosunków rozwojowych różnych organizmów nie może stanowić zasadnego kryterium. Nie można przecież zestawiać jednoliczbowych stadyów segmentacji jaj takich organizmów, których zupełnie rozwinięte *soma* posiada samo przez się nadzwyczajną zdolność regeneracyjną i reprodukcyjną sposobem pączkowania,—gdzie zatem komórki somatyczne wydają się posiadać kwalifikacje reprodukcyjne niewiele mniejsze od komórek jakiejś młodej blastuli—z liczbowo odpowiednimi stadyami istot, u których uzdolnienia w tym kierunku są prawie żadne, a objawy regeneracyjne nadzwyczaj ograniczone. Z drugiej znowu strony nie można zestawiać ze sobą na tejże zasadzie stosunków rozwojowych zwierząt, u których rozwój embryonalny przebiega bardzo szybko, a liczebność komórek w kompleksach embryonalnych jest w ogóle bardzo nieznaczna, ze stosunkami u tych organizmów, gdzie rozwój embryonalny trwa stosunkowo bardzo długo i gdzie nadmiar zarówno tkanki embryonalne jakoteż i zawiązki organów powstają kosztem stosunkowo olbrzymich mas materiału komórkowego.

Na tle powyższych zastrzeżeń, które nasuwają się same przez się, staje się zupełnie zrozumiałe, dla czego determinacja tych lub owych blastomerów lub ich grup u jednych organizmów może być aż nazbyt widoczną już w morulach o bardzo ograniczonej liczbie komórek, u innych zaś wydają się daremnymi poszukiwania w tym kierunku nawet wśród stosunkowo olbrzymich mas materiału blastodermalnego. Ten ostatni przypadek zachodzi właśnie u ryb spodoustych. Tutaj w postaci tarczki zarodkowej, w okresie przed powstaniem jamy podzarodkowej, występuje przed nami kompleks, złożony jakoby z równowartych komórek. Trzeba dopiero niejakiego wyodrębnienia się nabłonka w t. zw. tylnej części tarczki, nad jamą podzarodkową i tuż przy samej krawędzi, aby módz określić miejsce, gdzie ma powstać pierwszy zawiązek zarodka.

Wreszcie, do jakiego stopnia mogą zachodzić różnice w stopniu jako tako uchwytniej determinacji komórek embryonalnych, wskazuje również i ten fakt, że podczas gdy u *Ascaris megalocephala* pierwotne komórki płciowe zdradzają się, jako takie, już w wczesnych stadyach brózdtkowania, u ryb spodoustych występują zaledwie dopiero wśród nabłonka zawiązkowego u dobrze rozwiniętych zarodków.

Wyniki moich poszukiwań nad regeneracją zawiązków zarodków wydają się przeczyć teorii Roux'a tylko pozornie. Z szeroko pojętym neopreformizmem harmonizują najzupełniej. Względna łatwość regeneracji, tudzież pluralność samych regeneratów, przemawiałyby wprawdzie za tem, że materiał, używany zwykle do wytworzenia normalnego zawiązka, a usuwany operacyjnie, nie jest bynajmniej jedynym wybranym *ad hoc* z pośród materiału embryonalnego budulcem. Jednakowoż zwiększające się trudności w nowopowstaniu zawiązków zastępczych, łącznie z coraz bardziej potwornem kształtowaniem się tychże, w miarę postępującego ogólnego rozrostu pierwotnej tarczki, oraz fakt przeważnego występowania zawiązków regeneratów na brzegach tej części tarczki, w której obrębie powstaje jama podzarodkowa¹⁾, dowodzą niezbicie, że różnice kwalitatywne wśród licznej rzeszy blastomerów w okresie powstawania jamy podzarodkowej muszą być już dość znaczne. Wydaje się więc koniecznem przypuszczenie co do pewnego ześrodkowania kompleksu właściwych komórek twórczych, jakkolwiek ześrodkowanie to nie ma charakteru ścisłego wyodrębnienia.

Ogół przytoczonych danych zniewala mojem zdaniem do uzasadnienia poglądu na rozwój organizmu w duchu neopreformistycznym. Jak mówimy, że jaje żaby jest tylko nierozwiniętą żabą, tak samo należałoby mówić, że przekształcające się po zapłodnieniu jaje żaby staje się coraz bardziej żabą. Mniemanie, że różnicowania w rozwijającym się organizmie następują dopiero z chwilą tworzenia się tkanek embryonalnych, nie wytrzymuje krytyki. Jeżeli dzielimy bieg rozwoju na pewne okresy, czyni się to jedynie ze względów formalnych. Właściwie, rozwój poczyna się

¹⁾ Badając rozwój tarczki zarodkowej, pokrajanej na części, które rozwijały się oddzielnie, stwierdziłem między innymi i ten szczegół, że niektóre z nich nie były zdolne do wytwarzania zawiązków zarodków, podczas gdy inne zdradzały wyraźne uzdolnienie w tym kierunku.

i biegnie bez przerw; zatem będące w podstawie rozwoju różnicowania morfologiczne muszą zaczynać się *eo ipso* wraz z pojawieniem się pierwszej brózdki segmentacyjnej. Blastosfera wzgl. morula lub rozsegmentowana tarczka zarodkowa jaja meroblastycznego wyobrażają oczywiście tylko pewne przejściowe stadyum, prowadzące do dalszych różnicowań. Stanowiąc zaś grunt, na którym mają powstać tkanki embryonalne, już przez to samo winny składać się z odpowiednio przygotowanego materiału twórczego. Na czem polega to przygotowanie, tego nie można oczywiście określić nawet w przybliżeniu. Są wszakże powody, które uzasadniają przynajmniej takie postawienie kwestyi. Skłaniają one do liczenia się z tem, że w jajach już podczas pierwszego podziału poczynają się jakieś przedwstępne metabolizmy rozwojowe, które wzmagają się w następstwie po przez szeregi descendentów jaja i dochodzą powoli w poszczególnych komórkach tkankowych do coraz pełniejszego wyrazu. Coś podobnego można wyobrazić sobie tylko w ten sposób, że wśród ogólnego zasobu materiałów twórczych, skupionych w jajach niby w *universum*, odbywa się nierównomierny rozwój różnych zadatków, przyczem następuje różnicowo-frakcyjny rozdział ogólnej masy tego zasobu pomiędzy komórki pochodne. Nie miejsce zatem w ogólnym kompleksie embryonalnym, na którym może się znaleźć ten lub ów blastomer, decydowałoby o losie jego pochodnych, lecz charakter zasobu materialnego, w jaki został uposażony.

Na poruszoną tu sprawę rzuca dużo światła fakt, że jaje — jak to stwierdzono w paru przypadkach u bezkręgowców — w pewnych warunkach może rozwijać się, pozostając mimo to niepodzielną komórką. Przekształca się przytem w larwę, posiadającą na podobieństwo formy normalnej, wszystkie odpowiednio usytuowane narządy, z tą jedynie różnicą, że te ostatnie występują tutaj w postaci organoidów zróżnicowanej pojedynczej komórki. Coś podobnego jest już prawie dowodem, że właściwych podstaw rozwoju organizmu należy szukać nie w segmentacji jajka i wtórnych różnicowaniach się komórek embryonalnych, lecz w pracy rozwojowej konstytuantów żywej materii. Dopiero co przytoczony fakt świadczy wymownie nawet i o tem, że wśród tej ostatniej odbywają się planowe dyzlokacje różnorodnych składowych części twórczych. Mając przed oczyma tego rodzaju syncytyalną larwę, niepodobna wątpić o tem, że spe-

cyficznie różne i planowo rozmieszczone narządy jej ciała musiały powstać na odpowiednim i nadto, nie bezładnym, lecz w odpowiedni sposób dyzlokowanym gruncie twórczym. W przeciwnym razie mielibyśmy do czynienia z bezładnym agregatem „protoplazmatycznym“.

Lecz niedość tego. Skomplikowany rozwój tkankowców nie idzie bynajmniej prostą drogą, lecz, jak to wykazuje prawo biogenetyczne, powtarza w skróceniu rozwój rodowy, często wikłając się przez odtwarzanie całych zgoła zbytecznych systemów narządów, które ulegają w następstwie zburzeniu, — komplikuje się przez wielokrotne przeobrażenia i wreszcie ulega niekiedy uwstecznieniu. Zapoznavanie lub niedoceniwanie wobec tego planowości rozwoju, w przyczynowym związku ze swoistą, a filogenetycznie ugruntowaną konstytucją zespołu żywej materii danego organizmu, nie może być usprawiedliwione.

Z badań nad rozmnażaniem się komórek wynika nadto, że wyrażenie — „podział komórki“ może uzmysławiać zaledwie zewnętrzną stronę procesu mnożenia się, nie oddaje wszakże samej treści. Zjawisko to nie polega przecież na mechanicznym podziale, lecz wynika z głębiej sięgających procesów wewnątrzkomórkowych, na tle różnicowego rozwoju zawartych w żywej materii komórki mikroorganizacyi. Niezmiernie pogładową ilustracją tego jest znany proces wewnątrzkomórkowej proliferacyi (naprz. przy tworzeniu się zarodników), tudzież dopiero co wspomniany fakt wewnętrznego różnicowania się jaja, dochodzącego do wytworzenia się larwy przy wstrzymaniu segmentacyi. Tworzenie się na gruncie takiego jaja planowo ułożonych narządów, bez uchybień pod względem topograficznego ułożenia, jawnie wskazuje nam na to, że rozwój jaja, poczynawszy już od pierwszych kroków na tej drodze, musi wynikać nadewszystko z wewnętrznych zmian w jego życiotwórczym materiale. Podział zaś na odrębne jednostki komórkowe wydaje się być raczej osobliwym skutkiem tych zmian, nie zaś istotną podstawą morfogenezy.

Gdy tedy posiadamy tego rodzaju wskazówki, pozostaje jedynie sprawa wyświetlenia wewnętrznego ustroju żywej materii jajokomórki w szeregu organizmów oraz konstytucyi jej u descendentów w miarę postępujących różnicowań histogenetycznych. Zadanie to jednak przewyższa środki, jakimi rozporządza współczesna morfologia. W czasie obecnym nie może być mowy o jakiej-

kolwiek dokładniejszej analizie mikromorfologicznej żywej materii, tem bardziej zaś o ściślejszem ustalaniu różnic jej sposobem porównawczym, przez zestawienia jajokomórek w szeregach organizmów, z jednej strony, i jajokomórek danego organizmu z szeregi jej descendentów, z drugiej. Jednakowoż istnieją liczne przesłanki i niejaki dowody, które należy brać w rachubę, a które przemawiają za tem, że na komórkowy organizm, w ogóle, należy zapatrywać się, jak na wielce skomplikowaną rzeszę mikroorganizmów, reprezentujących w ogólnym procesie życiowym komórki swoiste cykle biochemiczne. Wśród takiej rzeszy odbywa się walka o byt ze wszystkimi jej konsekwencyami, a sama konstytucja mikromorfologiczna komórki danego organizmu musi posiadać po za sobą zawiłą historję rozwoju po przez szereg organizmów filogenetycznie niższych.

Jak dawniej ¹⁾, tak i obecnie mniemam, że *chromiole* jądra, *plastidy*, następnie przynajmniej niektóre *granula* Altmanna, do pewnego zaś stopnia i *drobiny chromidialne*, wreszcie *mitochondria* — to zaledwie mała część uchwytnych zgruba, po części różnoimiennych *ab origine*, po części zaś tylko zróżnicowanych konstytuantów istoty komórkowej, poza którymi ukrywają się w cytoplazmie roje innych mikroorganizmów o swoistych biochemizmach i różnych datach pojawienia się w historii rozwoju żywej materii. Istnieje wiele powodów do traktowania tej ostatniej, jako współzależnionej rzeszy różnoimiennych drobnoustrojowych czynników, wśród których równowaga osiąga się jedynie na tle walki o byt i, jako taka, nie może być absolutnie stałą. Tak zwane jądro, tudzież chloroplasty komórek roślinnych, zazwyczaj rozpatrywane, jako narządy komórki, — to zapewne wyrazy wyższego stopnia wtórnych morfologicznych komplikacji w ustroju rzeszy. Na gruncie takiego założenia wynika szereg konsekwencji, które harmonizują najzupełniej ze znanymi zjawiskami t. zw. specyficznej metamorfozy i degeneracji komórek, polegającymi na jednostronnem rozwinięciu się pewnych składników żywej materii i mogącymi wynikać tylko z naruszenia pierwotnej harmonii systemu, na tle wzmożonej przewagi tych lub owych części składowych. Wyobrażając sobie zespół komórki, jako system podporządkowanych czynników życiotwórczych, musimy uznawać ścisłą ich współzależność i, domyślając się pewnej

¹⁾ Ob. J. Eismond. Zagadnienia mikromorfologii komórki. Loc. cit.

dominującej roli jednych z nich, występujących pojedynczo lub tworzących subtelnie zorganizowane kompleksy, jak to ma miejsce naprz. z pierwocinami jądra, uznawać zawikłany splot ustosunkowań na tle walki o byt. Obraz walki o byt wśród rzeszy różnogatunkowych drobnoustrojów, żyjących we wspólnej pożywce, mógłby tu być słabą imitacją stosunków wśród żywej materii komórki. Spekulując na powyższej zasadzie, łatwo zrozumieć, że najmniejsza zmiana „wewnątrzkomórkowa“, zaszła w ustosunkowaniach żywej osnowy komórki, chociażby to były częściowe redukcje podrzędnych jej składników, może spowodować dość poważne zmiany w całym ustroju i — skierować dalszy jego rozwój (lub przynajmniej przygotować to skierowanie) w tę lub ową stronę. Sądzę, że na tem właśnie tle, nie zaś na innym, komórki embryonalne nabywają tych lub owych „kwalifikacji“ rozwojowych czy też — tego lub owego „znaczenia prospektywnego“. W „dzielącej się“ komórce jajowej, jakoteż w „dzielących się“ następczo jej descendencjach musi zachodzić pewien nierównomierny rozwój i rozrost poszczególnych konstytuantów poza kres biomechanicznej równowagi. Staje się to powodem do powtarzającego się systematycznie powolnego rozczłonkowania pierwotnego kompleksu na odrębne skupienia lub ewentualnie do ryczałtowego rozpadu na komórki, jeżeli rozwijające się jaje znalazło się przez pewien czas w warunkach, niesprzyjających jednoczesnej segmentacji masy twórczej. Z drugiej znów strony, teoretyczne i faktyczne dane wskazują na to, że przy rzekomem „dzieleniu się“ nigdy i nigdzie nie może urzeczywistnić się matematycznie równomierny rozpodział zasobu twórczego komórki macierzystej między komórki pochodne zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Nie da się wprost pomyśleć, aby te ostatnie mogły być identycznymi co do swych kwalifikacji twórczo-rozwojowych i aby każda z nich była tylko połówką komórki macierzystej i jednocześnie — jej dokładną kopią. Subtelnie różne ustosunkowania w pozornie jednym i tym samym materiale twórczym pochodnych jednej wspólnej komórki macierzystej mogą wystarczać, aby dalszy ich rozwój skierować w różne strony.

W chwili obecnej nie ma wprawdzie sposobu, aby uwydatnić domniemane subtelne różnice w ustosunkowaniach wewnętrznych żywej materii pierwszych dwu blastomerów jaja żaby lub jakiegoś żełowca, zanotowano wszakże szczególniejsze przypadki, w któ-

rych komórki z wspólnego podłoża powstałe, różnią się jakościowo niezawodnie. Przytem — co jest w danym razie najważniejsze — zawdzięczają one odrębność swych charakterów bynajmniej nie wtórnie zaszyłym różnicowaniom morfologicznym, lecz odmiennej naturze przekazanej im żywej materii. W tym względzie warto się zastanowić chociażby nad takim faktem, jak wyłanianie się z wspólnego bądź co bądź podłoża twórczego komórek jajowych i — naseniotwórczych w gruczołach obojnacych. Komórka naseniotwórcza właściwych jej naturze cech nie nabywa oczywiście wtórnie, lecz otrzymuje je z macierzystej komórki wraz odpowiednimi zadatkami, których braknie przyszłej komórce jajowej. Następnie w tymże względzie zasługuje na uwagę raptowna zmiana kwalifikacji jaja po dokonany redukcijnym podziale pęcherzyka zarodkowego i oddzieleniu się ciałek kierunkowych. Dalej, wymownym jest fakt występowania różnie w ustroju jąder pierwszych dwu blastomerów u *Ascaris megalcephala*, — drobny szczegół, w którym znalazła się nie przewodnia do wysledzenia pochodzenia pierwotnych komórek płciowych i t. d. Wreszcie godzi się zwrócić uwagę i na sam przebieg segmentacji jaj, która ze względu na rozpodział zasobów żółtka i pigmentów, właściwie nigdzie i nigdy nie bywa równomierną¹⁾. Należy mniemać, że nierównomierne wyposażanie komórek nawet i w te rzekomo bierne „produkty działalności protoplazmy“ nie może nie wpływać na charakter wewnątrzkomórkowych procesów i, co idzie zatem, — kwalifikacje twórczo-rozwojowe samych komórek.

Na zasadzie powyższego dochodzę do wniosku, popierającego hipotezę różnicowej segmentacji jaja i pochodnych komórek embryonalnych. Jedyne zastrzeżenie, jakie nasuwa się z tego powodu, jest to, że wydaje mi się błędnem przypuszczenie, aby różnice kwalifikacji produktów segmentacji wynikały wyłącznie z t. zw. jakościowego podziału jąder. Zapoznanie znaczenia cytoplazmy, która stanowczo nie jest bierną masą, lecz współczynną skomplikowaną organizacją, jest oczywistym błędem, pocho-

¹⁾ Uwaga. Jako przykład dość kontrastowej pod względem jakościowym segmentacji pierwotnie niepodzielnego kompleksu embryonalnego, możnaby przytoczyć jeszcze znane zjawisko rozczłonkowania sporozoitów gregaryn na jądrowy i bezjądrowe segmenty.

dzącym z niedostatecznego wniknięcia w wewnętrzny ustrój istoty komórkowej.

Dla uzupełnienia powyższych wywodów uważałbym za stosowne podkreślić jeszcze jeden szczegół. Dyskutując w sprawie różnicowego albo nierównomiernego rozpodziału zasobów twórczych jaja między komórki pochodne, które to zjawisko, zdaje się, należy przyjąć jako zasadę ogólną, należy podnieść, że nie może być mowy o tem, aby przy brózdkowaniu jaj odbywała się wyłącznie tylko jakowaś masowa segregacya i dyzlokacya materiałów plastycznych. Poprzednio przytoczyłem motywy, zniewalające do liczenia się w wysnuwaniu wniosków ogólnych z procesami „wewnątrzkomórkowego metabolizmu“ rozwojowego, jakie rozegrywają się w zapłodnionem jaju, a które bez wątpienia leżą w samej podstawie rozwoju organizmu tkankowego. Następnie zaznaczałem, że segmentacya jaja wydaje się być raczej tylko wynikiem tych procesów. Otóż na tle postawionej w ten sposób sprawy następuje kwestya zasadnicza, czy produkty segmentacyi w ogóle mogą być równowarte, skoro zgodzimy się na to, że już samo żywe podłoże, na którym odbywa się ten proces, znajduje się, jako takie, w stanie nierównomiernego rozwoju skupionych w niem życiowórczych zadatków?

Obrazy podzielonego na 2 lub 4 blastomery jaja, zwłaszcza w przypadkach t. zw. równomiernej i całkowitej segmentacyi, nie podsuwają myśli o różnicowanym charakterze blastomerów; wszystko zdaje się tu przemawiać za ich identycznością i ścisłością zewnętrzną i wewnętrzną symetrii skupienia blastomerów. Lecz wiadomo jest przecież, iż brózdowanie nie zawsze ma pozory rozpadania się ciała kulistego w płaszczyznach symetrii. Nie mówiąc o krańcowych przypadkach, w których zarówno przebieg brózdowania jak i układ blastomerów cechuje pewna chaotyczność, oznaczana nawet mianem „*Blastomerenanarchie*“¹⁾, dość byłoby przytoczyć przykłady, w których nietylko zespoły blastomerów nie mają zewnętrznej symetrii, lecz gdzie i sam przebieg segmentacyi nie ma w sobie nic z typowego „dzielenia się“, będąc raczej systematycznym pączkowaniem jaja. Przypadki segmentacyi tego ostatniego typu zasługują na szczególniejszą uwagę. Znane są one już

¹⁾ Ob. E. Korschelt u. K. Heider. Lehrb. d. vergl. Entwicklungsgeschichte. Allg. Theil. I Lief., 1902. Str. 89.

dość dawno. Zanotowano je u zwierząt, należących do różnych grup, a najwybitniejszą cechą ich jest to, że przy tym właśnie typie bródkowania różnoimiennosc blastomerów wzgl. ich różnicowana determinacja i mozaikowość rozwojowa występują stosunkowo najwyraźniej. Mając przed sobą taki obraz bródkowania, że wskażemy dla przykładu chociażby przypadki zaobserwowane u mięczaków *Gastropoda*, gdzie nadto przy pierwszych pączkowaniach pochodne następczego podziału blastomerów-pączków między innymi zlewają się wtórnie z blastomerem podstawowym, niepodobna nie dopatrywać się już w segmentacji procesu przedwstępnego morfologicznego różnicowania. Przytem zdaje się występować tutaj jeszcze coś innego, a mianowicie to, że bródkowanie postępuje poniekąd w takiej mierze, w jakiej na skutek wewnątrzkomórkowego parcia rozwojowego w jajach i jego pochodnych wyłaniają się wśród plazmatycznego *universum* wyodrębnienia, naruszające jego pierwotną równowagę biomechaniczną. Stąd też każdy nowy blastomer-pączek musi być w zasadzie czemś odrębnym, czemś swoiście odmiennym. Można by przypuszczać, że typ segmentacji, zdradzający charakter pączkowania, jest może bardziej pierwotnym. Typowa zaś równomierna segmentacja zdaje się wynikać po prostu z abrewiacji rozwoju osobnikowego. Swoisty charakter każdego z dwu pierwszych blastomerów u *Ascaris megalcephala*, zarówno jak i dalszy przebieg bródkowania według znanego schematu Boveri'ego¹⁾, uzmysławiającego postępowe wyodrębnianie się komórek somatycznych, zdradza dość wyraźną reminiscencję kwalitatywnie różnicowego pączkowania.

Na drodze powyższych danych musimy dojść do wniosku, że o tej lub owej symetrii rozwijającego się kompleksu komórkowego, zarówno jak i kierunku osi ciała, zależnych od odpowiedniego zgrupowania materiału twórczego w przestrzeni, muszą decydować jakieś inne czynniki. Fakty zmienności symetrii w rozwoju różnych zwierząt, nie przesądzonej bynajmniej przez pierwotny układ blastomerów, a następnie niewątpliwa zależność tej zmienności od wpływów zewnętrznych, dają wskazówkę, iż wchodzące tu w grę czynniki, współdziałające w sprawie takiego lub innego

¹⁾ Boveri Th. Befruchtung. Ergebnisse d. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte v. Merkel—Bonnet. Bd. I. 1891. Str. 437.

wykończenia architektury budynku, z utrzymaniem ustalonego dla danego organizmu stylu, muszą wynikać z następczego wzajemnego oddziaływania na się komórek, w związku z warunkami zewnętrznymi. Jest to poniekąd osobna strona sprawy rozwoju, — sprawa właściwej mechaniki rozwojowej, na którą, jak obecnie, mogą rzucić nieco światła głównie zjawiska samoregulacji i regeneracji.

Prócz powyższych wniosków ogólnych, jakie nasunęły się z okazji rozbioru wyników badań nad regeneracją zarodków, nastrocza się również kilka uwag z powodu wyników poszukiwań nad „blastotomią“ tarczki zarodkowych. I te wyniki, jak to wnet zobaczymy, dają się pogodzić z teorią Roux'a w jej całokształcie.

Słuszność nakazuje wyznać, że, o ile kwalitatywny podział jaja przy bródkowaniu i wynikająca stąd konsekwentnie hipoteza mozaikowości rozwojowej dają się uzasadnić, jako tło do metodycznych badań w tym kierunku, o tyle zrozumienie podstaw właściwej mechaniki rozwoju, w przyczynowej łączności z determinacją komórek embryonalnych, nastrocza wiele trudności.

Dla czego bezładnie utkana morula u *Oceania armata*, rozwija się bez względu na wspomnianą wyżej „Blastomeranarchie“, w planowo skonstruowany organizm, — dla czego rażąco chaotycznie rozluźniona morula u *Dendrocoelum* kształtuje się w następstwie bez żadnych uchybień od planu rozwojowego i spotwornień symetrii, — dla czego wreszcie zarówno sztucznie zniekształcane, a nawet wprost rujnowane morule i tarczki zarodkowe różnych zwierząt odbywają mimo to dalszy swój rozwój zupełnie planowo, przyczem sztucznie wywoływany bezład zostaje sprawnie usuwany w drodze samoregulacji, a ewentualne defekty ulegają naprawie przez regenerację, są to pytania, na które — należy to wyznać otwarcie — trudno jest dać bezpośrednią odpowiedź z punktu widzenia determinacji komórek. Szczególniej wiele trudności nastroczają zjawiska regeneracji, zwłaszcza tego rodzaju, jak to zachodzi w znanym przypadku odradzania się soczewki u *Urodela*. Nie wynika stąd jednak bynajmniej, aby w sprawach mechaniki rozwojowej można było wysuwać na pierwszy plan czynniki fizyko-mechaniczne i przypisywać im dominujące znaczenie. Nazbyt proste tłumaczenie takich skomplikowanych zjawisk biologicznych przeważnie na gruncie fizyko-mechanicznym już naprzód nasuwa wiele

wątpliwości. Na dowód zaś, jak dalece grunt taki jest niepewnym, można przytoczyć dość znamienny fakt, że, chcąc pogłębić na jego tle wywody ogólne, łatwo jest odbiedz od realnej podstawy i wpaść w inną krańcowość (neowitalizm H. Driescha). W przeciwieństwie do tego spekulacye neopreformistyczne, sięgając do podstaw mechaniki rozwojowej, nierównie lepiej odpowiadają rzeczywistości. Przekonałem się o tem, obserwując zjawiska samoregulacyi w rozwoju rujnowanych tarczki zarodkowych. Łączenie się części pokrajanej tarczki w organiczną i rozwojowo uzdolnioną całość wydawało mi się pierwotnie wynikać wyłącznie ze zwykłego zrastania się tych części. Mniemanie to wszakże okazało się błędnem. Względna szybkość łączenia się poszczególnych wysep blastodermalnych, zwłaszcza w przypadku znacznego ich rozdrobnienia, w związku ze znacznym opóźnieniem ogólnego biegu rozwoju naprowadziły mnie na myśl doszukiwania się w tem innych zgoła przyczyn. Bliższe obserwacye nie pozostawiły żadnej wątpliwości, że łączenie się wysep blastodermalnych odbywa się na gruncie „cytotropizmu“, stwierdzonego po raz pierwszy przez Roux'a na izolowanych blastomerach żabiej blastosfery. Proliferyacja komórek i rozrost były tu tylko zjawiskami towarzyszącymi. Szczególniej było to widoczne w przypadku, gdzie tarczka zarodkowa, pocięta na cztery części w jednym z ostatecznych stadyów bródkowania, przechodziła w następstwie skomplikowany szereg zmian, które wynikały z łączeń się oddzielnych części i wtórnego rozpadania się połączonych kompleksów, — tworzenia się na nich odrębnych zawiązków embryonów, — wstecznego rozwoju niektórych z nich i redukcji ich liczby, wreszcie — z utworzenia się bliższej potworności w związku z ostatecznym połączeniem się poszczególnych wysep blastodermalnych w jedną całość. W podstawie czegoś podobnego kryje się oczywiście coś innego, aniżeli zwykły rozrost proliferacyjny materiału blastodermalnego. Zarówno procedura szybkiego i bezpośredniego łączenia się części tarczki niezbyt oddalonych od siebie, jakoteż i pośredniego, — w związku ze skomplikowanym przebiegiem detalicznych przeróbek i ustosunkowań wzajemnych, tudzież wynikającym stąd bardzo znacznym opóźnieniem ogólnego rozwoju, daje bardzo dużo do myślenia. Nadewszystko staje się tu widocznem, że 1) części pokrajanej tarczki zarodkowej, nawet oddalone od siebie, nie przestawały być mimo to częściami organicznej ca-

łości, którą podzielono tylko mechanicznie, lecz nie zniszczono bynajmniej i 2) że, chcąc ją zniszczyć wzgl. udaremnić reparaturę całości, należało zniweczyć wewnętrzną łączność, między komórkami i wynikające stąd ustosunkowania między nimi. Wniosek, dotyczący wewnętrznej łączności między komórkami nasuwa się tu sam przez się na widok planowo organizowanego łączenia się kawałków blastodermy, które w przeciwnym razie posiadałoby cechę przypadkowej mechanicznej agglutynacji. Z drugiej zaś strony, objawy wtórnego rozpadania się złączonych wysepek tarczki, łącznie z wytwarzaniem się na nich samoistnych ognisk wytwórczych, a dalej—co jest bodaj najciekawsze—wsteczny rozwój jednych zawiązków i postępowy — drugich, wreszcie spotwornienia rozwojowe tych zarodków, wywołane przez następcze połączenie się blastoderm do nich należących, niezbiecie dowodzą subtelnych ustosunkowań wewnętrznych między komórkami. Przypuszczam, że gruntem rzekomej wewnętrznej łączności komórek danego organicznego kompleksu tudzież wspomnianych ustosunkowań nie może być innego, jak tylko szeroko rozumiany „cytotropizm“.

Chemotaktyczny charakter tego zjawiska, wynikający na podłożu biochemicznym, łącznie z faktem istnienia cytotropizmu dodatniego i ujemnego, pozwala wnioskować o subtelnych rozgatunkowaniach tegoż wśród licznej rzeszy komórek danego organizmu, które, jak o tem poprzednio była mowa, muszą różnić się wzajemnie właściwościami tworzącej je żywej materii i, co idzie zatem, swoistymi charakterami ich biochemizmów.

Wydaje się wielce prawdopodobnem, że, jeżeli nie wyłącznie, to przynajmniej przeważnie na tem tle powstają rzekomo planowe ugrupowania komórek i ich następcze dyzlokacje, jakoteż w ogóle—zdyscyplinowany ich dobór w organizmie, w związku z wewnętrzną łącznością i współzależnieniem.

Poczytuję sobie za miły obowiązek wyrazić tutaj głęboką wdzięczność Komitetowi Kasy im. Dr. Mianowskiego za pomoc, jakiej doznałem w latach 1902 i 1903, mogąc przedsięwziąć badania na stacy Zoologicznej w Roscoff, oraz — Stowa-

rzyszeniu byłych Wychowawców Uniwersytetu Dorpackiego, które przez udzielenie mi hojnej zapomogi w r. 1909 dało mi możność dokończenia rozpoczętych prac.

ZUSAMMENFASSUNG.

Herr J. Eismond:

Experimentelle Forschungen über die Entwicklung der Roehenkeime.

Vorläufige Mitteilung, angemeldet den 16 August 1909.

Der Vortragende teilte eine Reihe von Resultaten mit, zu denen er auf Grund experimenteller Untersuchungen an den Eiern von *Raja clavata* und *Raja alba* in Jahren 1902, 1903 und 1909 auf der Zoologischen Station zu Roscoff gelangte.

Hierunter machte der Vortragende auf die folgenden Ergebnisse aufmerksam:

- 1) — die Neubildung der Anlagen der Embryokörper, nachdem die normale Anlage ausgeschnitten und entfernt wurde,
- 2) — die Entwicklungsfähigkeit der exstirpierten und transplantierten Embryokörper,
- 3) — die Entstehung der Doppelbildungen an der Keimscheibe, welche einer „Blastotomie“ unterworfen wurde, und schliesslich,
- 4) — eine leicht zu Stande kommende Herstellung der Einheit, nebst der Entwicklungsfähigkeit, der Keimscheiben, welche nach vollzogener Furchung in einzelne gegeneinander abgesetzte Teile zerlegt wurden.

In der allgemeinen Besprechung der Resultate tritt der Vortragende der Roux'schen Mosaiktheorie bei und in Anknüpfung an die Reparaturen, welche sich an den mechanisch entstellten Keimscheiben abspielen, glaubt er annehmen zu müssen, dass denselben, wie sonst auch allen derartigen Regulationsprocessen, „Cytotropismus“ zu Grunde stehen muss.

Ferner erklärt er den „Cytotropismus“, in Erwägung, dass derselbe chemotaktischen aus dem biochemischen Boden herrührenden Charakters ist und dabei, entsprechend qualitativ gearteten Eigenschaften der Zellen, verschieden sein muss, für einen der wichtigsten Faktoren der planmässigen Gruppierungen der Zellen im

Organismus, sowie deren Dislokationen und, im allgemeinen, des innigen Zusammenhanges und der gegenseitigen Beeinflussung der zelligen Elemente.

2. Pan Ludwik Silberstein.

Niezienniki fal Roentgena.

Komunikat zgłoszony dn. 25 listopada 1909.

Przez „falę Roentgenowską“ rozumiem falę nieciągłości elektromagnetycznej, a powyższą dla niej krótką nazwę wybrałem ze względu na głośną teorię promieni Roentgena zaproponowaną przez Stokes'a i Wiecherta.

Ograniczymy się tu zresztą do fal *pierwszego rzędu*. Ośrodek niechaj stanowi *próżnia*, tak iż prędkość propagacji będzie $v = c = 3.10^{10}$ cm/sek.

Z warunków identycznych i zgodności kinematycznej *tegoż*, t. j. pierwszego rzędu, wyprowadziliśmy w poprzednich komunikatach warunki elektrodynamiczne również pierwszego rzędu. Warunki te pouczyły nas, w jaki sposób propaguje się fala taka. Wdzieliśmy mianowicie, że każdy jej element $d\sigma$ przenosi się w kierunku własnej swej normalnej, t. j. w kierunku dodatnim wektora V_{em} , z prędkością $v = c/\sqrt{K\mu}$ w dowolnym ośrodku izotropowym, a więc z prędkością $v = c$ w próżni. Oprócz tego warunki te pouczyły nas o wzajemnej zależności wektorów e , m charakteryzujących nieciągłość, w związku z normalną n fali, w dowolnej, danej chwili t , lecz bynajmniej nie o sposobie zmieniania się każdego z tych wektorów w czasie.

O tem właśnie dowiedzieć się możemy dopiero z warunków *drugiego rzędu*.

Dla nieciągłości dowolnego rzędu k muszą mianowicie zachodzić warunki identyczne i kinematyczne (jeżeli fala się nie rozszczepia) nie tylko tegoż rzędu k , lecz i rzędów wyższych $k+1$, $k+2$ i t. d., a więc w naszym przypadku nie tylko poznane już warunki pierwszego rzędu, lecz oprócz tego pewne warunki drugiego i wyższych rzędów.

Dla celów naszych wystarczy zupełnie rozważenie warunków identycznych i kinematycznych rzędu *drugiego*.

Ponieważ w podstawowem dziele Hadamarda¹⁾ warunki te są wyprowadzone w sposób niedość przejrzysty, przeto zamiast odsyłać czytelnika do dzieła tego, wolę je tu krótko wyprowadzić, mianowicie z warunków pierwszego rzędu, starając się możliwie zwektoryzować dotyczące rachunki, a tem samem uprościć cały bieg rozumowania.

Niechaj $f = f(x, y, z, t)$ będzie równaniem powierzchni σ stanowiącej falę w chwili t . Wektor e niechaj określa nieciągłość pierwszych pochodnych elektrycznych (podobnie m — magnetycznych). Natenczas według warunków identycznych pierwszego rzędu mamy, np. dla pierwszej składowej siły elektrycznej E_1 , rozumując znowu przez $[\varphi]$ skok wielkości φ :

$$[\nabla E_1] = e_1 \nabla f.$$

Ponieważ $\nabla f = n \frac{\partial f}{\partial n}$, przeto obecne nasze e ma też samo znaczenie co dawniejsze $e : \frac{\partial f}{\partial n}$. Podobnie też obecne m oznaczać będzie to samo, co dawniejsze $m : \frac{\partial f}{\partial n}$. Jest to oczywiście tylko kwestya dogodności pisowni.

Biorąc pierwszą np. składową powyższego równania, mamy

$$\left[\frac{\partial E_1}{\partial x} \right] = e_1 \frac{\partial f}{\partial x}.$$

Otóż, aby otrzymać stąd warunki identyczne drugiego rzędu, zróżniczkujmy obie strony na powierzchni σ , w danej chwili t , t. j. uważając t za wielkość stałą. Niechaj wektor nieskończonostkowy $l = ds$ wyobraża jakikolwiek element liniowy leżący na σ , a więc taki, iż

$$l \nabla f = 0.$$

Wówczas, pamiętając, że operator

$$l \nabla = l \frac{\partial}{\partial s}$$

jest rozdzielnościowy, otrzymamy

$$l \left\{ \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial x} \right] - \frac{\partial f}{\partial x} \mathbf{w} - e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} \right\} = 0. \quad \dots \quad (1),$$

¹⁾ J. Hadamard, *Leçons sur la Propagation des ondes, etc.* Paryż 1903, str. 121 i następane.

gdzie napisaliśmy

$$|\nabla e_1 = l \frac{\partial e_1}{\partial s} = lw \dots \dots \dots (2),$$

rozumiejąc więc przez w wektor, którego sama tylko część *styczna* jest określona (skoro podano nam e_1 dla całej powierzchni σ), którego atoli część normalna pozostaje tymczasem zupełnie dowolną.

Równanie (1) mówi nam, że wektor ujęty w klamry $\{\}$ jest prostopadły do wszelkich l , czyli *normalny* do fali; wprowadzając przeto dalszy dowolny skalar a_1 , mamy

$$\left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial x} \right] = e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + w \frac{\partial f}{\partial x} + a_1 \nabla f \dots \dots \dots (3^a).$$

Podobnie też otrzymamy

$$\left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial y} \right] = e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial y} + w \frac{\partial f}{\partial y} + a_2 \nabla f \dots \dots \dots (3^b)$$

$$\left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial z} \right] = e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial z} + w \frac{\partial f}{\partial z} + a_3 \nabla f \dots \dots \dots (3^c),$$

gdzie a_2, a_3 są znowu dowolnymi skalarami, z których wraz z a_1 możemy utworzyć wektor $a = a_1 i + a_2 j + a_3 k$. Napisałyśmy we wszystkich trzech równaniach (3) jeden i ten sam wektor w , albowiem dowolną jest jedynie jego część normalna, a tę dowolność rzuciliśmy już na wielkości a_1, a_2, a_3 wogóle różne od siebie.

Lecz przez porównanie $k \cdot (3^b)$ z $j \cdot (3^c)$ mamy

$$(w_3 - a_3) \frac{\partial f}{\partial y} = (w_2 - a_2) \frac{\partial f}{\partial z};$$

dwie analogiczne równości wynikają z (3^c), (3^a) oraz z (3^a), (3^b); będzie więc

$$(w_1 - a_1) : (w_2 - a_2) : (w_3 - a_3) = \frac{\partial f}{\partial x} : \frac{\partial f}{\partial y} : \frac{\partial f}{\partial z},$$

czyli $w = a +$ dowolny wektor normalny; ponieważ zaś w i tak już zawiera dowolną zupełnie składową normalną, przeto bez uszczerbku dla ogólności możemy napisać $w = a$.

Otrzymamy tedy, zamiast (3^{a, b, c}), jako wektorowy równoważnik dziewięciu skalarnych warunków *identycznych 2-go rzędu*:

$$\left. \begin{aligned} \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial x} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + a \frac{\partial f}{\partial x} + a_1 \nabla f \\ \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial y} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial y} + a \frac{\partial f}{\partial y} + a_2 \nabla f \\ \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial z} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial z} + a \frac{\partial f}{\partial z} + a_3 \nabla f \end{aligned} \right\} \dots \dots (I_1)$$

i jednocześnie według (2):

$$l \mathbf{a} = l \frac{\partial e_1}{\partial s} \dots \dots \dots (I_2);$$

ostatnie równanie orzeka, że *składowa wektora a w jakimkolwiek kierunku stycznym do fali* równa się pochodnej $\partial e_1 / \partial s$ wziętej w tymże kierunku; składowa normalna \mathbf{a} pozostaje natomiast dowolną.

Podobnie też będzie

$$\left. \begin{aligned} \left[\nabla \frac{\partial E_2}{\partial x} \right] &= e_2 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + \mathbf{b} \frac{\partial f}{\partial x} + b_1 \nabla f, \text{ etc.} \\ \left[\nabla \frac{\partial E_3}{\partial x} \right] &= e_3 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + \mathbf{c} \frac{\partial f}{\partial x} + c_1 \nabla f; \text{ etc.} \end{aligned} \right\} \dots (I_1)$$

gdzie \mathbf{b} , \mathbf{c} są wektorami o składowych normalnych dowolnych, zaś o składowych stycznych określonych przez równości

$$l \mathbf{b} = l \frac{\partial e_2}{\partial s}, \quad l \mathbf{c} = l \frac{\partial e_3}{\partial s}.$$

Możemy zresztą napisać zbiorowo, zamiast (I_2) i ostatnich równań:

$$\Omega l = l \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial s} \dots \dots \dots (I_2),$$

gdzie

$$\Omega = i \cdot \mathbf{a} + j \cdot \mathbf{b} + k \cdot \mathbf{c} \dots \dots \dots (4),$$

jest tak zwaną *dyadą*, która, w zastosowaniu do l lub innego wektora działa jak operator wektorowy liniowy.

Dla naszych celów wystarczy znajomość skoku wyrazu $\nabla^2 \mathbf{E} = = i \nabla^2 E_1 + \dots$. Otóż, według równań (I_1) , mamy, mnożąc je odpowiednio przez i , j , k i dodając do siebie wyniki:

$$[\nabla^2 E_1] = e_1 \nabla^2 f + 2 \mathbf{a} \nabla f,$$

i według (I_1) dwa podobne wyrazy dla $[\nabla^2 E_2]$, $[\nabla^2 E_3]$, a więc:

$$[\nabla^2 \mathbf{E}] = \mathbf{e} \nabla^2 f + 2 \frac{\partial f}{\partial n} \Omega \mathbf{n} \dots \dots \dots (5).$$

Aby otrzymać warunki *zgodności kinematycznej* 2-go rzędu, wykonajmy na obu stronach równania $\left[\frac{\partial E_1}{\partial x} \right] = e_1 \frac{\partial f}{\partial x}$ działanie różniczkowe

$$dt \cdot \frac{d}{dt} = l' \nabla + dt \cdot \frac{\partial}{\partial t} \dots \dots \dots (6),$$

gdzie wektor nieskończomostkowy $l' = d\mathbf{s}'$ czyni zadość warunkowi

$$l' \nabla f + \frac{\partial f}{\partial t} dt = 0, \text{ czyli: } l'n = v dt (7).$$

Wówczas będzie mianowicie

$$l' \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial x} \right] + \left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial x \partial t} \right] dt = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{de_1}{dt} dt + e_1 l' \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial t} dt$$

czyli, według pierwszego równania (I_1):

$$\left\{ \left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial x \partial t} \right] - \frac{\partial f}{\partial x} \frac{de_1}{dt} - e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial t} \right\} dt + l' \left\{ a \frac{\partial f}{\partial x} + a_1 \nabla f \right\} = 0,$$

a więc, dzięki warunkowi (7):

$$\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial x \partial t} \right] - a_1 \frac{\partial f}{\partial t} - \frac{\partial f}{\partial x} \frac{de_1}{dt} - e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial t} = - \frac{a l'}{dt} \frac{\partial f}{\partial x}.$$

Warunek (7) określa tylko składową normalną wektora l' , podczas gdy jego składowa styczna jest dowolna; możemy tedy, między innymi, położyć ją równą zero, a więc wziąć

$$l' = n dn = n v dt (7^a);$$

wówczas będzie $a l' : dt = v an$, a więc

$$\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial e \partial t} \right] = e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial t} + a_1 \frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{de_1}{dt} - v an \right) \frac{\partial f}{\partial x}.$$

Dwa podobne wyrazy otrzymamy dla $\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial y \partial t} \right]$, $\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial z \partial t} \right]$; łącząc zaś wszystkie trzy możemy napisać jedyne równanie wektorowe:

$$\left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial t} \right] = e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial t} + a \frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{de_1}{dt} - v an \right) \nabla f . . . (K_1).$$

Zastępując tu wskaźnik 1 przez 2, 3, zaś wektor a przez b , c , otrzymamy podobne warunki kinematyczne dla E_2 , E_3 . Zważmy przytem, że ze względu na (7^a) operator (6) staje się

$$dt \cdot \frac{d}{dt} = dn \cdot \frac{\partial}{\partial n} + dt \frac{\partial}{\partial t} (6^a),$$

tak iż pochodna $\frac{de_1}{dt}$ występująca w (K_1) wyraża prędkość zmiany skalara e_1 przysługującego indywidualnemu elementowi fali $d\sigma$; zmiana ta, którą możnaby nazwać *indywidualną*, jest sumą zmiany „lokalnej“ $dt \frac{\partial}{\partial t}$ i zmiany $dn \frac{\partial}{\partial n}$ zachodzącej dzięki propagacji.

(K_1) zawiera tylko część warunków kinematycznych 2-go rzędu; oprócz tego należy jeszcze uwzględnić drugą pochodną E_1 , wziętą obadwa razy ze względu na czas. Otóż, wychodząc z warunku kinematycznego 1-go rzędu

$$\left[\frac{\partial E_1}{\partial t} \right] = e_1 \frac{\partial f}{\partial t}$$

i postępując podobnie jak wyżej, otrzymamy jako ostatni warunek kinematyczny 2-go rzędu:

$$\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial t^2} \right] = 2 \left(\frac{de_1}{dt} - v \Omega n \right) \frac{\partial f}{\partial t} + e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial t^2},$$

wraz z dwoma podobnymi dla E_2, E_3 , a korzystając z operatora wektorowego (4), możemy trzy te warunki skalarne połączyć w jeden wektorowy

$$\left[\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \right] = 2 \left(\frac{d\mathbf{e}}{dt} - v \Omega \mathbf{n} \right) \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{e} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \dots \dots (K_2).$$

Dla zastosowania do fali elektromagnetycznej potrzebne nam są dwa tylko z pośród warunków powyższych, mianowicie jeden identyczny (5), drugi kinematyczny (K_2). Z tych możemy natychmiast wyrugować wektor $\Omega \mathbf{n}$. Dzieliąc mianowicie (K_2) przez v^2 , odejmując i pamiętając, że $v = - \frac{\partial f}{\partial t} : \frac{\partial f}{\partial n}$, mamy

$$\left[\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} - \nabla^2 \mathbf{E} \right] = \mathbf{e} \left(\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} - \nabla^2 f \right) + \frac{2}{v^2} \frac{\partial f}{\partial t} \frac{d\mathbf{e}}{dt} \dots (8).$$

Podobne zupełnie skojarzenie warunku identycznego z kinematycznym otrzymamy dla siły magnetycznej \mathbf{M} , pisząc poprostu \mathbf{M} , \mathbf{m} zamiast \mathbf{E} , \mathbf{e} . Lecz z Maxwellowskich równań pola elektromagnetycznego, ważnych tuż po jednej i tuż po drugiej stronie fali wynika

$$\left[\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} - \nabla^2 \mathbf{E} \right] = 0$$

(i toż samo dla \mathbf{M}), gdzie v , jak wiemy już, posiada to samo znaczenie co w (8).

Mamy przeto ostatecznie jako wyraz *warunków zgodności elektrodynamicznej rzędu 2-go, dla fali rzędu 1-go*:

$$\frac{2}{v^2} \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{d\mathbf{e}}{dt} + \left(\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} - \nabla^2 f \right) \mathbf{e} = 0 \dots \dots (9)$$

i podobne równanie dla \mathbf{m} .

Zawiłe to, na pierwszy rzut oka, równanie (9) daje się jednak natychmiast scałkować, pozwalając mianowicie znaleźć bardzo łatwo pewien *niezmiennik indywidualny* dla każdego z osobna elementu fali $d\sigma$.

Istotnie, ponieważ $\frac{\partial f}{\partial t} = -v \frac{\partial f}{\partial n}$ i ponieważ $v = c = \text{const.}$, przeto mamy przedewszystkiem

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial n^2},$$

dzięki czemu (9) przybiera postać

$$\frac{2}{v} \frac{\partial f}{\partial n} \frac{d\mathbf{e}}{dt} + \left(\nabla^2 f - \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} \right) \mathbf{e} = 0.$$

Otóż, rozważając element objętości $d\tau$ utworzony przez ruch indywidualnego elementu fali $d\sigma$ w ciągu czasu $dt = \frac{dn}{v}$, mamy

$$\begin{aligned} \nabla^2 f \cdot d\tau \cdot \text{div } \nabla f &= d\tau \cdot \text{div} \left(\mathbf{n} \frac{\partial f}{\partial n} \right) \\ &= \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{\partial f}{\partial n} d\sigma \right) \cdot dn = \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} d\tau + \frac{\partial f}{\partial n} \cdot \frac{\partial}{\partial n} (d\sigma) \cdot dn, \end{aligned}$$

skąd wynika

$$\nabla^2 f - \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} = \frac{\partial f}{\partial n} \cdot \frac{\partial}{\partial n} \lg d\sigma = \frac{1}{v} \frac{\partial f}{\partial n} \frac{d}{dt} \lg d\sigma.$$

Powyższe równanie różniczkowe sprowadza się więc natychmiast do

$$\frac{d\mathbf{e}}{dt} + \frac{1}{2} \mathbf{e} \frac{d}{dt} \lg d\sigma = 0,$$

t. j. do

$$\frac{d}{dt} (\mathbf{e} \sqrt{d\sigma}) = 0.$$

Podobnie też będzie $\frac{d}{dt} (\mathbf{m} \sqrt{d\sigma}) = 0$.

Mamy więc ostatecznie następujące

Twierdzenie. *Dla każdego elementu fali elektromagnetycznej, pierwszego rzędu, wyrazy wektorowe*

$$\mathbf{e} \sqrt{d\sigma}, \quad \mathbf{m} \sqrt{d\sigma}$$

są niezmiennikami.

Samą propagację fali, a więc też sposób zmieniania się każdego jej elementu $d\sigma$ znamy już z warunków pierwszego rzędu; po-

wyższe więc twierdzenie, wypływające z warunków 2-go rzędu, pozwala nam określić obadwa wektory charakterystyczne \mathbf{e} , \mathbf{m} dla wszelkich czasów t , skoro tylko znamy je dla pewnej chwili t_0 , np. dla chwili, w której fala powstała.

Według twierdzenia tego *kierunki* wektorów \mathbf{e} , \mathbf{m} pozostają do siebie odpowiednio *równoległe*, natężenia zaś ich e , m zmieniają się *odwrotnie proporcjonalnie do $\sqrt{d\sigma}$* , a więc np. dla fali *kulistej*, o chwilowym promieniu r , *odwrotnie proporcjonalnie do pierwszej potęgi r* .

ZUSAMMENFASSUNG.

Herr Ludwig Silberstein:

Invarianten einer Röntgenwelle.

(Angemeldet den 25 November 1909.)

Unter einer „Röntgenwelle“ wird hier, in Rücksicht auf die Stokes—Wiechert'sche Theorie der Röntgenstrahlen eine sich fortpflanzende elektromagnetische Unstetigkeitsfläche verstanden. Hie-mit wird also nur die Kürze der Nomenklatur bezweckt. Die dünne Wellenschicht, welche den Stokes—Wiechert'schen elektromagnetischen „pulse“ ausmacht, wird von einem Paar solcher „Röntgenwellen“ begrenzt.

Es werden übrigens nur Unstetigkeiten von der *ersten* Ordnung betrachtet. Das Medium ist das Vacuum, also die Fortpflanzungs-geschwindigkeit $v = c = 3.10^{10}$ cm/sek.

Aus den identischen und den kinematischen Kompatibili-tätsbedingungen *derselben*, d. h. der ersten Ordnung folgten bereits, in früheren Mitteilungen, die elektrodynamischen Kompatibilitätsbedingungen eben derselben Ordnung, und aus ihnen ergab sich die Art und Weise, wie sich eine solche Röntgenwelle fortpflanzt. Es ergab sich namentlich, dass ein jedes ihrer Elemente $d\sigma$ sich in Rich-tung seiner eigenen Normale, und zwar im positiven Sinne des Vektors \sqrt{Vem} , mit der Geschwindigkeit $v = c$ fortpflanzt. Ausserdem lehrten jene Bedingungen den gegenseitigen Zusammenhang der für die Unstetigkeit charakteristischen Vektoren \mathbf{e} , \mathbf{m} in irgend einem gegebenen Augenblick t kennen, ohne jedoch irgend etwas über die Aenderungsweise eines jeden dieser Vektoren in der Zeit auszu-sagen.

Letzteres lässt sich erst auf Grund der Bedingungen der nächst höheren, d. h. im vorliegenden Fall, der *zweiten* Ordnung eruiieren.

Ist $f = f(x, y, z, t)$ die Gleichung der Welle σ im Augenblick t und hebt man die rechtwinkligen Komponenten eines jeden Vektors durch die Indizes 1, 2, 3 hervor, so lauten die Bedingungen erster Ordnung.

$$[\nabla E_1] = e_1 \nabla f, \text{ u. s. w.}$$

$$\left[\frac{\partial E}{\partial t} \right] = e \frac{\partial f}{\partial t}, \text{ also } \left[\frac{\partial E_1}{\partial t} \right] = e_1 \frac{\partial f}{\partial t}, \text{ u. s. w.,}$$

wo $[\varphi]$ den Sprung von φ bedeutet. Bezeichnet man die Wellennormale mit \mathbf{n} (Einheitsvektor) und den Tensor von ∇f mit $\frac{\partial f}{\partial \mathbf{n}}$, so ist

$$\nabla f = \mathbf{n} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{n}}, \quad \mathbf{v} = - \frac{\partial f}{\partial t} : \frac{\partial f}{\partial \mathbf{n}}.$$

Der Vektor \mathbf{e} der gegenwaertigen

Mitteilung ist identisch mit dem $\mathbf{e} : \frac{\partial f}{\partial \mathbf{n}}$ der früheren Mitteilungen;

ebenso steht jetzt \mathbf{m} anstatt des früheren $\mathbf{m} : \frac{\partial f}{\partial \mathbf{n}}$. Dies ist offenbar sachlich indifferent und bezweckt nur eine bequemere Schreibweise.

Aus den obigen Bedingungen erster Ordnung leitet der Verfasser, indem er die Hadamard'schen Rechnungen vektorisiert und zugleich das Hadamard'sche Raisonnement¹⁾ durchsichtiger zu gestalten sucht, die Bedingungen *zweiter Ordnung* ab, und zwar die *identischen*:

$$\left. \begin{aligned} \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial x} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial x} + \mathbf{a} \frac{\partial f}{\partial x} + a_1 \nabla f \\ \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial y} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial y} + \mathbf{a} \frac{\partial f}{\partial y} + a_2 \nabla f \\ \left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial z} \right] &= e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial z} + \mathbf{a} \frac{\partial f}{\partial z} + a_3 \nabla f \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

mit je drei ähnlichen für E_2, E_3 , in welchen nur \mathbf{b} , bzw. \mathbf{c} an Stelle von \mathbf{a} treten, sowie

$$i a_s + j b_s + k c_s = \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial s} \dots \dots \dots (2),$$

¹⁾ J. Hadamard: *Leçons sur la Propagation des ondes, etc.* Paris 1903, pg. 121 etc.

und die *kinematischen Kompatibilitätsbedingungen*:

$$\left[\nabla \frac{\partial E_1}{\partial t} \right] = e_1 \nabla \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{a} \frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{de_1}{dt} - v \mathbf{an} \right) \nabla f, \text{ etc.} \quad (3)$$

$$\left[\frac{\partial^2 E_1}{\partial t^2} \right] = 2 \left(\frac{de_1}{dt} - v \mathbf{an} \right) \frac{\partial f}{\partial t} + e_1 \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \text{ etc.} \quad (4).$$

In (2) bedeutet $\frac{\partial}{\partial s}$ die Ableitung nach irgend einer an die Welle augenblicklich tangentialer Richtung und a_s, b_s, c_s die Komponenten von $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ in eben derselben Richtung. Ist also, in einem gegebenen Augenblick, \mathbf{e} für die ganze Welle vorgeschrieben, so sind es auch die tangentiellen Komponenten der Vektoren $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$; ihre Normalkomponenten bleiben aber willkürlich.

Aus (1) folgt nun ohne Weiteres

$$[\nabla^2 E_1] = e_1 \nabla^2 f + 2 \mathbf{a} \nabla f$$

$$[\nabla^2 E_2] = e_2 \nabla^2 f + 2 \mathbf{b} \nabla f$$

$$[\nabla^2 E_3] = e_3 \nabla^2 f + 2 \mathbf{c} \nabla f,$$

also, wenn man noch die *Dyade*

$$\Omega = \mathbf{i} \cdot \mathbf{a} + \mathbf{j} \cdot \mathbf{b} + \mathbf{k} \cdot \mathbf{c}^1) \quad (5)$$

eingührt, die einfach als linearer Vektoroperator fungiert:

$$[\nabla^2 \mathbf{E}] = \mathbf{e} \nabla^2 f + 2 \frac{\partial f}{\partial n} \Omega \mathbf{n} \quad (6).$$

Fasst man ebenso die drei Gleichungen unter (4) zusammen, so hat man

$$\left[\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \right] = 2 \left(\frac{d\mathbf{e}}{dt} - v \Omega \mathbf{n} \right) \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{e} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \quad (7).$$

Aus (6) und (7) lässt sich der Vektor $\Omega \mathbf{n}$ ohne Weiteres eliminieren, und bedenkt man, dass

$$v = - \frac{\partial f}{\partial t} : \frac{\partial f}{\partial n},$$

so ergibt sich hieraus die *identisch-kinematische* Bedingung

$$\left[\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} - \nabla^2 \mathbf{E} \right] = \mathbf{e} \left(\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} - \nabla^2 f \right) + \frac{2}{v^2} \frac{\partial f}{\partial t} \frac{d\mathbf{e}}{dt} \quad (8)$$

¹⁾ Die Punkte bedeuten Separatoren, sodass etwa $\Omega \mathbf{n} = \mathbf{i}(\mathbf{an}) + \mathbf{j}(\mathbf{bn}) + \mathbf{k}(\mathbf{cn})$ ist.

und aus dieser, wegen $\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} - \nabla^2 \mathbf{E} = 0$, die *elektrodynamische Kompatibilitätsbedingung*

$$\frac{2}{v^2} \frac{\partial f}{\partial t} \frac{d\mathbf{e}}{dt} + \left(\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} - \nabla^2 f \right) \mathbf{e} = 0. \quad (9),$$

und ganz dieselbe Bedingung für \mathbf{m} . Hierin, sowie bereits in (3), (4) u. s. w., bedeutet

$$\frac{d}{dt}$$

die *individuelle* Aenderungsgeschwindigkeit, d. h. die Geschwindigkeit der zeitlichen Aenderung einer an einem individuellen Element ($d\sigma$) der Welle haftenden Grösse, die man also erhält, indem man ein solches Flächenelement bei seiner Fortpflanzung längs seiner eigenen Normalen verfolgt:

$$dt \cdot \frac{d}{dt} = dt \cdot \frac{\partial}{\partial t} + dn \cdot \frac{\partial}{\partial n},$$

wo $dn = v dt$.

Es lässt sich nun die, auf den ersten Blick ziemlich komplizierte Differentialgleichung (9), trotzdem sehr leicht integrieren, indem sie uns namentlich für ein jedes Wellenelement $d\sigma$ ohne Weiteres eine *individuelle Invariante* zu finden gestattet.

In der Tat, beachtet man, dass

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -v \frac{\partial f}{\partial n}$$

und dass $v = c = \text{const.}$, so hat man vor Allem

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial n^2},$$

so dass sich (9) in

$$\frac{2}{v} \frac{\partial f}{\partial n} \frac{d\mathbf{e}}{dt} + \left(\nabla^2 f - \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} \right) \mathbf{e} = 0$$

verwandelt. Betrachtet man nun das Volumelement

$$d\tau = d\sigma \cdot dn,$$

das von einem individuellen Wellenelement $d\sigma$ in der Zeit $dt = \frac{dn}{v}$ erzeugt wird, so hat man

$$\begin{aligned} \nabla^2 f \cdot d\tau &= d\tau \cdot \text{div } \nabla f = d\tau \cdot \text{div} \left(\mathbf{n} \frac{\partial f}{\partial n} \right) \\ &= \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{\partial f}{\partial n} d\sigma \right) \cdot dn = \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} d\tau + \frac{\partial f}{\partial n} \cdot \frac{\partial}{\partial n} (d\sigma) \cdot dn, \end{aligned}$$

oder

$$\nabla^2 f - \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} = \frac{\partial f}{\partial n} \cdot \frac{\partial}{\partial n} \lg d\sigma = \frac{1}{v} \frac{\partial f}{\partial n} \frac{d}{dt} \lg d\sigma.$$

Die obige Differentialgleichung verwandelt sich also in

$$\frac{d\mathbf{e}}{dt} + \frac{1}{2} \mathbf{e} \frac{d}{dt} \lg d\sigma = 0$$

oder in

$$\frac{d}{dt} (\mathbf{e} \sqrt{d\sigma}) = 0.$$

Ganz ebenso ergibt sich

$$\frac{d}{dt} (\mathbf{m} \sqrt{d\sigma}) = 0.$$

Man hat also das folgende

Theorem. *Die Vektorausdrücke*

$$\mathbf{e} \sqrt{d\sigma}, \mathbf{m} \sqrt{d\sigma}$$

sind individuelle Invarianten eines jeden Flächenelements $d\sigma$ einer Röntgenwelle erster Ordnung.

Die Fortpflanzung selbst, d. h. die Art und Weise, wie sich ein jedes Wellenelement $d\sigma$ verschiebt und deformiert, folgte bereits aus den Bedingungen erster Ordnung; das obige, aus den Bedingungen der zweiten Ordnung fließende Theorem erlaubt uns also die beiden für die Welle charakteristischen Vektoren \mathbf{e} , \mathbf{m} für jedes t zu bestimmen, sobald sie nur für irgend einen Augenblick t_0 gegeben sind, vorausgesetzt nur, dass in dem ganzen betrachteten Zeitabschnitt Kompatibilität herrscht.

Nach diesem Theorem bleiben die *Richtungen* von \mathbf{e} , \mathbf{m} erhalten, während ihre Beträge e , m sich *umgekehrt proportional zu $\sqrt{d\sigma}$* verändern. Hat man es also z. B. mit einer *Kugelwelle* zu tun, so sind e , m *umgekehrt proportional zur ersten Potenz ihres Radius*.

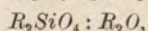
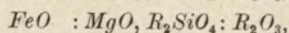
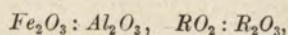
3. Pan Z. Weyberg:

Biotyty granitów, lamprofirów, bazaltów i syenitów.

Komunikat zgłoszony dn. 10 października 1909 r.

Z publikacji, dotyczących mi znanych, wybrałem rozbiory chemiczne wszystkich biotytów, w których autorowie oznaczyli przynajmniej zawartość krzemionki, glinki, tlenku żelazowego, tlenku

żelazawego, tlenku magnezu, tlenku potasu i wody, oraz przy których zaznaczyli występowanie i rodzaj skały, z jakiej wyodrębniono biotyt analizowany. Biotyty te rozdzieliłem na cztery gromady: I) biotyty skał z wolnym bezwodnikiem krzemowym, II) biotyty skał syenitowych, dyorytowych, lamprofirowych, trachitowych i andezytowych, III) biotyty skał bazaltowych i IV) biotyty syenitów eleolitowych i korundowych. Obliczywszy z danych rozbioru stosunki cząsteczkowe a w szczególności stosunki następujące:



dochodzę do takich wyników:

1. Biotyty skał, zawierających wolny bezwodnik krzemowy, posiadają ortokrzemian żelazawy i magnezyowy w stosunku bardzo różnym: od $Fe_2SiO_4 : Mg_2SiO_4 = 50 : 1$ do $1 : 4.6$. Po odrachowaniu ortokrzemianu biotyty skał kwarcowych wykazują stosunek $RO_2 : R_2O_3$ bardzo stały: na 21 rozbiorów tylko w dwu przypadkach stosunek ten wyraża liczba mniejsza od 2, w trzech większa od 2, w pozostałych 16-tu stosunek ten wyraża liczba 2.

2. Biotyty gromady drugiej i trzeciej cechuje stała przewaga glinokrzemianu nad żelazikrzemianem, ortokrzemianu magnezowego nad ortokrzemianem żelazowym, oraz duża zawartość ortokrzemianu, szczególnie w biotytach lamprofirów.

3. W biotytach syenitów eleolitowych przeważa to żelazikrzemian to glinokrzemian, ortokrzemian żelazawy zawsze w nich przeważa nad ortokrzemianem magnezowym, stosunek ortokrzemianu do glino-żelazikrzemianu wyraża się liczbami niewielkimi.

4. Zawartość w skale kwarcu, korundu czy nefelinu nie odbija się na składzie biotyту.

5. Skład biotytów skałotwórczych głównie zależy od ilości związków żelaza i magnezu w skale.

4. Pan St. Landau:

Spostrzeżenia nad promieniotwórczością atmosferyczną w okolicy Ojcowa i Olkusza.

Komunikat zgłoszony dn. 7 Grudnia 1909 r.

Przedstawił p. S. Dickstein.

Od czasu odkryć Elster'a i Geitl'a¹⁾ na polu elektryczności atmosferycznej wykonano w różnych miejscowościach mnóstwo spostrzeżeń, dotyczących jonizacji i promieniotwórczości powietrza. Krytyka ściślejsza wykazuje²⁾, że dane zdobyte metodą przez odkrywców wskazaną mają raczej charakter jakościowy, niż ilościowy; dotychczas jednak nie wskazano metody zupełnie ścisłej, a zarazem dogodnej, któraby znalazła powszechne zastosowanie. To też ze względu na warunki praktyczne wołałem się uciec w mych spostrzeżeniach do narzędzi zaleconych przez Elster'a i Geitl'a. Pomiaru dotyczą jaskiń Ojcowskich i kopalń Olkuskich; zbadanie z nowego punktu widzenia tych niezwykłych pod względem geologicznym okolic kraju wydawało mi się szczególnie interesującym.

I. Pewne szczegóły eksperymentalne spostrzeżeń.

Do pomiarów rozpraszania elektryczności używałem elektroskopu Elster'a i Geitl'a. Pragnąc również mieć możność identyfikowania emanacji promieniotwórczych, zaopatrzyłem się w wielki stos suchy o napięciu do 2500 v., w elektrometr Braunowski i izolatory do rozpinania drutów. Okoliczności nieprzewidziane zmusiły mnie do pewnych modyfikacji w sposobie wykonywania doświadczeń i zmian w przyrządach, o czym tu podam wiadomość. Przyjętem jest³⁾ obliczać współczynnik rozpraszania z wzoru

$$a = \frac{1}{t} \cdot \frac{1}{1-n} \left[\log \frac{V_1}{V_2} - n \log \frac{U_1}{U_2} \right]$$

Gdzie t oznacza czas trwania obserwacji, n — stosunek pojemności części elektroskopu, V_1 i V_2 — potencjały na początku i w końcu doświadczenia. Drugi wyraz w nawiasie dotyczy poprawki na ewentualną stratę ładunku, pochodzącą z braków izolacji elektroskopu.

¹⁾ Elster, Phys. Zt., 2, str. 116, 1900; Elster i Geitel, Ph. Zt., 2, str. 590, 1901; Elster i Geitel, Phys. Zt., 3, str. 76, 1901 i t. d.

²⁾ Ob. np. Gockel: „Luftelektrizität str. 16. Lipsk, Hirrel 1908.

³⁾ Ob. np. Gockel l. c. str. 8.

Poprawki tej w doświadczeniach moich nie wprowadzałem. Chcąc ją bowiem uwzględnić, należy usunąć z przyrządu cylinder rozpraszający i obserwować stratę, którą ponosi elektroskop zamknięty. Było to dla mnie niewykonalnem, gdyż w elektroskopie mym na samym początku pomiarów pręt łączący walec metalowy z częścią listkową przyrządu tak mocno przywarł do obsady, iż nie można go było wyswobodzić zwykłymi środkami; na sposoby zaś bardziej ryzykowne trudno się było zdecydować w danych warunkach. Poprawka, o której mowa, nie jest jednak zbyt doniosła: wszak i liczby otrzymane za pomocą elektroskopu nie są ścisłą miarą jonizacyi powietrza, lecz tylko — ogólną charakterystyką stanu elektrycznego atmosfery. Zupełne jednak usunięcie izolacyi z pod kontroli doświadczenia wydawało się niedopuszczalnem, gdyż wszystkie te doświadczenia były wykonywane w warunkach wyjątkowych: tak w grotach, jak i w kopalniach woda stale sączy się ze ścian i tworzy kałuże. Aby się upewnić, że otrzymywane często niezmiernie wysokie wartości rozpraszania nie pochodzą ze strat poprzez izolację, taki sprawdzian stosowałem. W pomiarach, dotyczących rozpraszania, walec wystawiony na działanie powietrza umieszcza się zwykle w naczyniu cylindrycznem większem, które go ochrania od góry, w dolnej zaś części jest otwarte. Obserwowane rozpraszanie jest funkcją ilości jonów swobodnych w atmosferze, a zarazem szybkości ich dyfuzyi do środka. Ilość jonów w powietrzu jest w stosunku prostym do ilości emanacyi promieniotwórczych. Jeżeli komorę jonizacyjną zamkniemy i od dołu, wówczas powinniśmy obserwować jonizację zmniejszoną, gdyż wpływ dyfuzyi zostanie usunięty i działać będzie tylko emanacja zawarta w komorze jonizacyjnej. Tak więc, o ile niema poważniejszych strat poprzez izolację, wyładowanie elektroskopu będzie w znacznym stopniu zredukowane, zarazem będzie się zmniejszać prawidłowo wraz ze zmniejszaniem się rozpraszania obserwowanego sposobem zwykłym. Wychodząc z tego założenia, sprawdzałem funkcyonowanie izolacyi we wszystkich moich doświadczeniach. Dla przykładu przytoczę cyfry otrzymane w szeregu spostrzeżeń w grocie Jerzmanowskiej. Wykonałem jedno po drugim trzy spostrzeżenia: zacząłem od wewnętrznej części groty, posuwając się z przyrządem stopniowo ku wyjściu. W trzech miejscach otrzymałem, jako wielkość rozpraszania w woltach na godzinę: 744, 385 i 178. W tych samych miejscach, po zamknięciu komory jonizacyjnej, wynosiło ono tylko 210, 102

i $60 \frac{V}{h}$. Obydwa szeregi liczb są względem siebie w przybliżeniu proporcjonalne. Spostrzeżenia tego rodzaju zabierają dużo czasu, gdyż obserwuje się za każdym razem tak rozpraszanie ładunku dodatniego, jako też ujemnego, przyrząd składa się, ustawia na nowo, przenosi i t. p., tak, że pomiędzy pierwszym a ostatnim spostrzeżeniem przypada bądź co bądź odstęp czasu 2—3 godzinny. Gdyby niezmiernie szybkie wyładowanie elektroskopu w pierwszym spostrzeżeniu zależało od zwilgotnienia powierzchni bursztynu izolującego, czynnik ten z czasem musiałby oddziaływać silniej (temperatura w grocie jest znacznie niższa, niż na zewnątrz); z liczb powyżej podanych widać jednak, że niema to miejsca. We wszystkich pomiarach, wykonywanych w jaskinach, trzymałem się wogóle tej zasady, żeby zaczynać od miejsc, gdzie jonizacja przypuszczalnie mogła być najsilniejsza. Taki sposób postępowania upewnił mnie co do wartości spostrzeżeń. Powietrze wewnątrz przyrządów stale osuszałem sodem metalicznym.

Indukcyę promieniotwórczą, jak wiadomo, zbiera się na drutach, podniesionych do wysokiego potencjału ujemnego. Trudność izolacji drutów jest znaczna, gdyż chodzi tu o dość wysokie napięcia, a w dodatku używanie stosu suchego, jako źródła, zmusza do unikania strat w ładunku. Gockel¹⁾ ulepszył haki izolacyjne Elster'a i Geätl'a. Przekonałem się jednak, że te izolatory ebonitowe są w praktyce dość niedogodne. Długie pręty ebonitowe łatwo się łamią, a w podróży, znajdując się daleko od miast większych, trudno myśleć o ich naprawie. Dzięki nieszczęśliwemu wypadkowi utraciłem haki izolacyjne zaraz na początku spostrzeżeń. Po wielu próbach udało mi się brak ten skutecznie zastąpić izolatorami własnego wyrobu, konstrukcyi tak prostej, że nawet na wsi ich sporządzenie nie przedstawiało trudności. Na fig. 1-szej podany jest przekrój takiego izolatora. Jest to pudełko blaszane, przez którego pokrywkę przechodzi swobodnie pręt z uszkiem do umocowania drutu. Koniec pręta wpuszczony jest w stożek *S* odlany z siarki. Aby powietrze wilgotne miało jak najmniej dostępu do podstawy stożka, zaopatrujemy ten ostatni w przykrywkę dodatkową (p_2); pomiędzy przykrywką a ścianką pudełka pozostawiamy wązki odstęp (1 — 2 mm) tak, iż dyfuzya odbywa

¹⁾ A. Gockel. Phys. Zt., 6, 328, 1906.

się z trudnością. W dodatku powietrze, które się przedostaje do górnej części jest już osuszone przez Na , znajdujący się w specjalnych pomieszczeniach w pokrywce; pałak z drutu służy do zawieszania izolatora. Sporządzenie nie wymaga żadnych narzędzi: siarkę odlewa się w foremkę papierową (forma stożka jest korzystna ze względu na trwałość); pierścienie z blachy, wewnątrz których

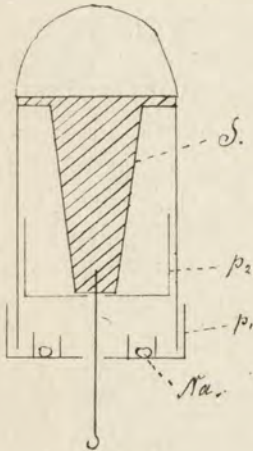


Fig. 1.

umieszcza się sól, najlepiej umocować woskiem; bardzo dogodne w użyciu są puszki blaszane okrągłe około 10 cm wysokie, średnicy około 6 cm. Być może, iż z czasem, wskutek krystalizacji siarki, izolacja stanie się zbyt krucha. Do dziś dnia jednak, już po upływie 6 miesięcy, izolatory będące w mem posiadaniu działają doskonale, nie ustępując w niczem Gockelowskiemu.

Będzie może pożyteczny i szczegół następujący. Do oświetlania elektroskopu należy używać lampki elektrycznej. Jednak przesiadywanie po ciemku godzinami całymi w wilgotnych grotach należy do rzeczy nader niedogodnych. O ile tylko

sklepienie jest dość wysokie, można bezpiecznie używać świecy ustawionej w odległości kilku metrów od przyrządu. Jony płomienia wznoszą się ku górze.

II. Spostrzeżenia w jaskiniach Ojcowskich.

A. Jaskinia Wierzchowska pod Ojcowem.

W grocie tej dokonywałem spostrzeżeń dwukrotnie. Po raz pierwszy — w ostatnich dniach lipca, po raz drugi 23/VIII 09. Za pierwszym razem spędziłem w grocie pół dnia i otrzymałem następujące wyniki:

U wejścia do groty współczynnik rozpraszania wynosił $a_+ = 1.4$, $a_- = 1.5$; na odległości kilkaset metrów od wejścia w najdalszej części jaskini, t. zw. hali Wielkiej górnej $a_+ = 0.99$; $a_- = 0.72$; wreszcie w wąskim przesmyku po drodze do hali $a_+ = 0.48$, $a_- = 0.15$.

A zatem we wnętrzu groty jonizacja była daleko słabsza niż nazewnątrz.

Dnia 23 sierpnia spędziłem w grocie dzień cały i dokonałem licznych spostrzeżeń. Obeszłem wszelkie zakątki tej ogromnej groty, nie wyłączając najniebezpieczniejszych, chcąc się przekonać, czy słaba jonizacja jest zjawiskiem powszechnym we wszystkich częściach jaskini. Doświadczenia dały odpowiedź potwierdzającą.

Przy wejściu do groty:

$$a_+ = 1.0; \quad a_- = 1.1.$$

W bocznym korytarzu około t. zw. „Niedźwiedzich łbów“:

$$a_+ = 1.8; \quad a_- = 1.6$$

O kilka kroków dalej w miejscu wilgotniejszym, lecz zarazem bardziej w glinę obfitującym:

$$a_+ = 0.9; \quad a_- = 0.9.$$

Po ustawieniu elektroskopu wprost na glinie:

$$a_+ = 0.7.$$

Przeniosłem potem elektroskop w głąb groty do „hali Wielkiej Górnej“. W jednym z zagłębień tej hali skała obrywa się, tworząc przepaść głębokości około 10 m. Z dna tej przepaści wąską szczeliną można się przecisnąć do głębiej położonej groty, obfitującej w namulisko gliniaste, a zawierającej liczne szczątki zwierząt jaskiniowych. Z tej mniejszej groty wązkim przejściem dostać się można do jamy nawpół gliną zasypanej. Tam postanowiłem umieścić przyrząd, spodziewając się znaleźć większe skupienie emanacji w tym miejscu niezmiernie słabo przewietrzanem i przez nikogo nieuczęszczanem. Dostałem się tam cało wraz z przyrządem tylko dzięki dzielnej pomocy przewodnika. Zaobserwowałem następujące wartości spódczynnika rozpraszania: w Hali Wielkiej Górnej w pobliżu przejścia do przepaści

$$a_+ = 1.8; \quad a_- = 2.0;$$

w najgłębszej komorze bocznej, za przepaścią

$$a_+ = 1.9; \quad a_- = 1.7.$$

Z cyfr podanych wynikałoby, że rozpraszanie wewnątrz groty było przeszło $1\frac{1}{2}$ raza większe niż na otwartem powietrzu. Wydaje się jednak prawdopodobnem, że tę niewielką nadwyżkę w rozpraszaniu wytłomaczyć można niedoskonałością izolacji, albowiem, zamykając komorę jonizacyjną przy wejściu do groty, obserwowałem stratę, wynoszącą 3 wolty na godz.; czyniąc to samo około „Niedźwiedzich łbów“, zauważyłem rozpraszanie, wynoszące

$20 \frac{V}{h}$, zaś — w Hali Wielkiej Górnej $25 \frac{V}{h}$. Tak więc straty ładunku przy zamkniętej komorze urosły 8-krotnie, gdy rozpraszanie przy swobodnej dyfuzji nie powiększyło się nawet dwukrotnie.

B. Jaskinia Jerzmanowska czyli Nietoperzowa.

Jest to jedna z najbardziej interesujących jaskiń. Do dziś dnia jeszcze jest zamieszkała przez nietoperze, których obecnie wisi na sklepieniu kilka setek tylko; ongi musiano je liczyć na tysiące; wywieziono z groty warstwę nawozu na $1\frac{1}{2}$ metra grubą, a jeszcze pozostał go spory zapas. Grota należy do największych w okolicy Ojcowa. W grocie tej przez dni kilka wykonywałem obserwacje. Zbierałem w niej również indukcję promieniotwórczą i wykreśliłem krzywą spadku promieniotwórczości

Dnia 12/VIII 09.

Rozpraszanie przed grotą:

$$a_+ = 0.9$$

$$a_- = 1.1.$$

Wewnątrz groty ustawiłem najsamprzód przyrząd w najdalszym miejscu do którego dochodzą zwiedzający; dalej trzeba już iść wąskim korytarzem na czworakach. Znalazłem w miejscu, gdzie sklepienie zaczyna się zniżać:

$$a_+ = 14.1; a_- = 16.1.$$

Rozpraszanie było piętnaście razy silniejsze, niż przed grotą.

Posuwając się stopniowo z przyrządem w stronę wyjścia, miałem możność zauważyć, jak stopniowo, widocznie wskutek dyfuzji, ilość emanacji w powietrzu zawartej zmniejsza się. Po środku groty w pobliżu gniazd nietoperzowych:

$$a_+ = 7.1; a_- = 6.5.$$

Blisko wejścia, w miejscu, skąd już widać światło dzienne:

$$a_+ = 3.0; a_- = 2.8.$$

Dnia 21/VIII 09.

Dnia tego dwukrotnie udawałem się z przyrządem wgłąb groty. W przerwie obserwowałem rozpraszanie na wolnym powietrzu, przy wejściu do jaskini. Spostrzeżenie to dało:

$$a_+ = 1.1; a_- = 1.1.$$

W grocie, doszedłszy do miejsca, do którego zwykle doprowadzają zwiedzających przewodnicy, udałem się dalej wgłąb wąskim korytarzem ze 20 m długim i, pełzając na czworakach, doszedłem do rozszerzenia dość wysoko sklepionego. Miejsce to, zwane „studnią“, zarzucone jest gliną i kamieniami. Tu przed laty kopano w celu poszukiwań paleontologicznych. Ta jama gliną zasypana składa się z części górnej i dolnej. W pierwszej dokonywałem spostrzeżeń przed południem, w drugiej — po południu. W obydwu częściach obserwowałem niezwykle silną jonizację. W dolnej — nieco silniejszą, niż w górnej; być może, iż ciężka emanacja zbiera się u spodu.

Oto cyfry otrzymane z rana w górnej części jamy:

$$a_+ = 29.5; \quad a_- = 34.1 \text{ (przeciętne z kilku obserwacji).}$$

W dolnej części jamy:

$$a_+ = 36.1; \quad a_- = 40.2.$$

A zatem rozpraszanie w dolnej części jamy było prawie 40 razy silniejsze, niż rozpraszanie przed grotą. Elektroskop wyładowywał się w ciągu 2 min.

Indukcję promieniotwórczą zbierałem dwukrotnie. Ze względu na trudności w przenoszeniu narzędzi nie mogłem rozpiąć drutu w części groty najbardziej w emanację obfitującej. Poprzestawałem na najodleglejszym miejscu, do którego można się dostać, nie pełzając na czworakach. Dnia 20/VIII 09 zbierałem indukcję na drucie 10 m długim. Napięcie stosu suchego, które na początku wynosiło 2600 v., w ciągu 2-godzinnej ekspozycji, wskutek zim-

na, wilgoci i strat ładunku spadło do 1500 v. Po umieszczeniu drutu wewnątrz komory jonizacyjnej elektroskop wyładowywał się tak szybko, że trudno było mierzyć jonizację. Po upływie 3 — 4 godzin promieniotwórczość drutu zniknęła prawie zupełnie (ob. fig. 2-gą). Natężenie promieniowania spadło do połowy w ciągu 1/2 godziny mniej więcej. Dane te wskazują, że własności promieniotwórcze powietrza w grocie należy całkowicie przypisać emanacji



Fig. 2.

radu. Doświadczenie analogiczne wykonane przed grota¹⁾ wykazało obecność indukcji toru, której promieniowanie stanowiło około 10% promieniowania całkowitego. Obliczając stałą indukcji A (oznaczenie Elster'a i Geitl'a)¹⁾, otrzymałem—3800, wartość niezmiernie wysoką, gdyż przeciętnie w obserwacjach na świeżem powietrzu otrzymuje się cyfrę nie dochodzącą do stu.

C. Jaskinia Ciemna albo Ojcowska.

W jaskini tej dwukrotnie dokonywałem pomiarów. Wyniki podobne są do tych, które otrzymałem w jaskini Jerzmanowskiej—tylko, że rozpraszanie było znacznie słabsze, niż tam. Grota składa się z wielkiej sali głównej i bocznego korytarza, który stopniowo się zwęża. I tu starałem się posunąć, o ile można było, jak najdalej w głąb. Od miejsc uczęszczanych odeszłem jeszcze na czworakach przynajmniej 20 metrów; za tym przesmykiem napotkałem rozszerzenie wysoko sklepione o dnie kamienisto-gliniastem. Spółczynnik rozpraszania w tem miejscu równał się:

$$a_+ = 8.4; a_- = 9.7.$$

Wróciwszy ustawiłem elektroskop przy wejściu do tego wąskiego przesmyku i tu znalazłem:

$$a_+ = 4.9; a_- = 5.2.$$

Wreszcie przed grota¹⁾ rozpraszanie wynosiło:

$$a_+ = 0.6; a_- = 1.2.$$

Innych cyfr otrzymanych dnia tego (16/VIII 09), jak również dnia 10 tegoż miesiąca nie przytaczam, gdyż nie zawierają one nic nowego, coby tę grota¹⁾ mogło charakteryzować.

D. Grota Łokietkowa.

W grocie tej wykonałem spostrzeżenia dnia 5/VIII 09. Pomiarzy dotyczyły tylko ostatniej wielkiej hali, gdzie ustawiłem przyrząd koło t. zw. „Łóżka Łokietka“. Rozpraszanie naogół nie przewyższało prawie rozpraszania nazewnątrz groty. Spółczynnik rozpraszania wynosił w grocie $a_+ = 1.9$; $a_- = 1.9$, przed grota¹⁾ zaś: $a_+ = 1.0$; $a_- = 1.1$.

¹⁾ Elster i Geitel, Phys. Zt. 1903, str. 522.

III. Spostrzeżenia w kopalniach galmanu w Bolesławiu.

Obok rudy cynkowej zawierają też kopalnie w Bolesławiu i błyszcz ołowiu. Ze względu, że ołów często zawiera domieszki promieniotwórcze, wydawało mi się interesującym wykonać szereg doświadczeń w kopalni. W ciągu dni kilku zebrałem sporą ilość obserwacji, dotyczących różnych miejsc kopalni i wykonanych w różnych warunkach. Wynik ogólny był ten, iż okazało się, że w całej kopalni powietrze jest silnie zjonizowane. Zdaje się jednak, że obecność rud ołowianych nie gra tu roli. Szczególnie przekonującym wydaje mi się tu doświadczenie wykonane w wielkim składzie błyszczu ołowiu, zawierającym dziesiątki tonn kruszcu. Elektroskop umieściłem wprost na rudzie i w tych warunkach obserwowałem rozpraszanie. Nie przewyższało ono ani trochę rozpraszania normalnego, choć skład był zamknięty i dawno nieprzewietrzany. Podam tu parę cyfr otrzymanych w różnych miejscach kopalni.

Na chodniku „pod Ernestem“ (był tam dawniej szyb zwany „Ernestem“), w pobliżu bogatej żyły błyszczu, przechodzącej przez galman, otrzymałem następującą wartość współczynnika rozpraszania :

$$a_+ = 8.0; a_- = 8.9.$$

Na chodniku Lorka i Pilarskiego, w pobliżu ślepego końca chodnika tego, w miejscu, gdzie ściany były wysłane dolomitem

$$a_+ = 12.9; a_- = 9.7.$$

W odległości kilkunastu kroków od ślepego końca w punkcie skrzyżowania chodników :

$$a_+ = 10.3; a_- = 11.2.$$

W szybie 49-ym, w odległości kilkunastu metrów od otworu wodącego nazewnątrż :

$$a_+ = 5.4; a_- = 6.9.$$

W miejscu tem przewiew powietrza był wyjątkowo silny; w pobliżu znajdował się otwór wentylacyjny, którym napływało powietrze zewnętrzne. Wykonałem pewną liczbę spostrzeżeń i w innych miejscach kopalni; wogóle otrzymywałem jako wartość współczynnika rozpraszania liczbę bliską 10.

Górnicy palą przy pracy lampki olejne, silnie kopcące. Swąd z tych lampek daje się odczuwać w mniejszym lub większym stopniu niemal w całej kopalni; sama przez się nasuwa się myśl, że jo-

nizacya powietrza mogłaby mieć związek z tym czynnikiem. Doświadczenie wskazuje jednak, że nie ma to miejsca. W niewielkim pokoju, przy zamkniętych drzwiach i oknach, zapaliłem silnie kopącym płomieniem lampkę górniczą; po upływie 20 minut, kiedy już swąd był niezmiernie silny, a w powietrzu unosił się czad, płomień zmniejszyłem i obserwowałem rozpraszanie elektryczności; wielkość rozpraszania była zupełnie normalna

IV. Wyniki spostrzeżeń.

Z dokonanych spostrzeżeń wynika, że z punktu widzenia zawartości emanacyi promieniotwórczych wielkie jaskinie Ojcowskie można podzielić na dwie grupy. Z jednej strony w jaskiniach Ojcowskiej i Jerzmanowskiej jonizacya powietrza jest niezmiernie silna, miejscami czterdziestokrotnie niemal silniejsza od jonizacyi normalnej, z drugiej zaś — groty takie jak Wierzchowska i Łokietkowa emanacyi prawie że nie zawierają. Jonizacya obserwowana w głębokiej części groty Wierzchowskiej przewyższa znacznie wartości, które otrzymywano gdziekolwiek bądź indziej w warunkach analogicznych¹⁾.

Różnica pomiędzy poszczególnymi jaskiniami jest o tyleż wybitna, o ile nieoczekiwana. Pod względem geologicznym jaskinie te nie różnią się od siebie zupełnie. Przy założeniu, że sprawa polega na różnicy w warunkach dyfuzyi emanacyi promieniotwórczej, nie wytrzymuje krytyki, jeżeli zważyć, że w grocie Jerzmanowskiej, mniej więcej w połowie długości jaskini, w miejscu, do którego dochodzi się bardzo szerokim i wysoko sklepionym korytarzem, rozpraszanie było już 6 razy większe od normalnego, zaś niedaleko wejścia, w dużej sali już trzykrotnie prawie przewyższało rozpraszanie normalne, gdy tymczasem w grocie Wierzchowskiej w najgłębszem miejscu (jama za przepaścią), odległem o kilkaset metrów od wejścia i połączonem z wielką halą tylko wąskim prze-

¹⁾ Pisząc te słowa mam głównie na myśli wyniki otrzymane w licznych pomiarach przez Elster'a i Geitl'a, gdyż nie mam możliwości zebrania odpowiedniej literatury. Autorowie ci piszą (*Phys. Ztsch.* 1903 str. 522): „So fanden wir sehr bedeutende Ionisierung der Luft in den Kellern unseres Wohnortes (etwa das sechsfache der normalen), in der Baumanns- und Iberghöhle im Harz (das neun und das dreifache), eine beträchtlich kleinere dagegen in Kellern in Clausthal im Harz und in Zinnowitz an der Ostsee (das 1.3 bis zweifache)“.

smykiem, rozpraszanie przewyższało zaledwie $1\frac{1}{2}$ raza przeciętnie otrzymywaną wartość, co zresztą prawdopodobnie zwilgotnieniu izolacji przypisać należy (ob. wyżej).

Szczególnie silne rozpraszanie w grocie Nietoperzowej nie ma związku z mieszkańcami tej groty. Elektroskop wyładowywał się najsilniej w tej części groty, gdzie niema gniazd nietoperzowych i gdzie dno usłane jest gliną zupełnie „jałową“, podług słów właściciela groty, który namułu z dna jaskini używa do nawożenia pól.

Być może, iż dalsze poszukiwania nad promieniotwórczością gliny i skał, tworzących groty, bliżej wyjaśnią kwestyę. Wydaje się prawdopodobnem, że i woda źródłana okolic Ojcowa zawiera w sobie większą może od przeciętnej ilość emanacji radowej. Albowiem, jak wskazują spostrzeżenia nad spadkiem promieniotwórczości wzbudzonej, tej właśnie emanacji przypisać należy silną jonizacyę powietrza w grocie Jerzmanowskiej.

Co się tyczy kopalni w Bolesławiu, trudno na podstawie posiadanego materiału wnioskować o przyczynach jonizacyi. Obecność rudy ołowiowej nie gra tu roli.

Przy wykonywaniu spostrzeżeń powyższych korzystałem z poparcia i uprzejmości wielu osób, którym składam niniejszem podziękowanie. Szczególnie obowiązany jestem Sz. Zarządowi kopalni w Bolesławiu, który nie szczędził trudu i zachodów, aby mi umożliwić doświadczenia w kopalni.

Narzędzia niezbędne nabyłem z zapomogi, udzielonej mi przez kasę Pomocy im. J. Mianowskiego.

RESUMÉ.

M-r St. Landau:

**Les observations sur la radioactivité atmosphérique
aux environs d'Ojców et d'Olkusz.**

Communication annoncée 7. XII. 1909.

Presentée par M. S. Dickstein.

L'auteur avait exécuté pendant l'été 1909 des mensurations de radioactivité atmosphérique dans les grottes d'Ojców et dans les mines de zinc et de galène aux environs d'Olkusz.

Ces mensurations furent exécutées par la méthode d'Elster et Geitel; quant au dispositif expérimental, on avait remplacé les isolateurs de Gockel (pour la radioactivité induite) par des isolateurs en soufre de construction originale. Ces isolateurs sont préférables par leur simplicité de construction et par la facilité de réparation.

Les observations ont montré, que parmi les grottes d'Ojców les unes révèlent une ionisation très forte, qui dans certains cas est presque 40 fois plus grande, que l'ionisation ordinaire et qui est bien supérieure à l'ionisation, constatée ailleurs dans les conditions analogues. À l'intérieur d'autres grottes l'ionisation n'excède en rien celle d'air libre.

Il est difficile d'expliquer ces différences par des raisons géologiques, puisque la formation est partout du même caractère.

Cette ionisation est due à l'émanation du radium d'après la courbe de la désactivation de radioactivité induite.

Quant aux mines d'Olkusz l'ionisation y est en général dix fois plus grande que l'ionisation normale. On ne saura attribuer ce fait à la présence de galène.

5. Pan Leon Lichtenstein:

O niektórych zastosowaniach teorii równań całkowitych liniowych.

Komunikat nadesłany dn. 13 Stycznia 1910 r.

przedstawił p. S. Dickstein.

W swych słynnych rozprawach o przejściu do granicy za pomocą metody przemiennej H. A. Schwarz sprowadził całkowanie równania $\Delta u = 0$ dla pola, którego obwód składa się ze skończonej liczby odcinków linii analitycznych, do całkowania tegoż równania dla szeregu pól natury bardziej prostej. Metoda Schwarza, rozpatrywana w świetle nauki o równaniach całkowych, prowadzi do układu równań całkowych liniowych niejednorodnych.

Niechaj C_1 i C_2 będą dwa pola jednospójne, S_1 i S_2 — krzywe ich obwodu. Zakładamy, że krzywe te przecinają się w dwóch punktach. Niechaj C będzie najmniejsze z pól, które zawierają wszystkie punkty pól C_1 i C_2 . Na obwodzie S pola C dany jest

pevien ciągły szereg wartości. Niech wartości te będą: $u_1(s)$ na łuku S'_1 — tej części krzywej S_1 , która wchodzi w skład obwodu S , $u_2(s)$ na łuku $S_2^{(1)}$ — pozostałej części obwodu S . Niech $u(x, y)$ oznacza funkcję, czyniącą zadość równaniu $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, ciągłą wewnątrz pola C , której wartości na obwodzie mają być $u_1(s)$ i $u_2(s)$; $\bar{u}_1(s)$ i $\bar{u}_2(s)$ niech będą wartości funkcji $u(x, y)$ na łukach $S_1^{(2)}$ i $S_2^{(2)}$ — tych częściach krzywych S_1 i S_2 , które są zawarte wewnątrz pola C . Niech wreszcie funkcje Greena pól C_1 i C_2 będą $G_1(s, t)$ i $G_2(s, t)$. Zagadnienie Sch warza daje się sprowadzić do rozwiązania układu:

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_2(s) &= -\frac{1}{2\pi} \int_{S_1^{(1)}} u_1(t) \frac{\partial G_1(s, t)}{\partial n_t} dt - \frac{1}{2\pi} \int_{S_1^{(2)}} \bar{u}_1(t) \frac{\partial G_1(s, t)}{\partial n_t} dt \\ \bar{u}_1(s) &= -\frac{1}{2\pi} \int_{S_2^{(1)}} u_2(t) \frac{\partial G_2(s, t)}{\partial n_t} dt - \frac{1}{2\pi} \int_{S_2^{(2)}} \bar{u}_2(t) \frac{\partial G_2(s, t)}{\partial n_t} dt \end{aligned} \right\} \cdot (1)$$

n_t oznacza normalną wewnętrzną w punkcie t .

Problemat H. A. Sch warza, tyżący się znalezienia funkcji, która czyni zadość równaniu $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ wewnątrz danego pola o spójności podwójnej, przyjmuje szereg ciągły wartości na obwodzie i posiada przepisany spółczynnik peryodyczności, daje się sprowadzić do rozwiązania układu czterech równań całkowych z czterema funkcjami niewiadomemi.

Wreszcie zagadnienie bardziej ogólne, tyżące się znalezienia całki równania o pochodnych cząstkowych typu eliptycznego

$$a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2b \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + c \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + e \frac{\partial u}{\partial x} + f \frac{\partial u}{\partial y} + gu = h,$$

gdę wartości tej całki na obwodzie są przepisane, daje się sprowadzić do rozwiązania układu równań całkowych, podobnego do układu (1).

ZUSAMMENFASSUNG.

Herr Leon Lichtenstein:

Über einige Anwendungen der Theorie der linearen Integralgleichungen.

Vorgelegt von Herrn S. Dickstein.

In seinen berühmten Abhandlungen über den Grenzübergang durch alternierendes Verfahren hat Herr H. A. Schwarz die

Auflösung der Differentialgleichung $\Delta u = 0$ für ein von einer endlichen Anzahl Stücke analytischer Linien begrenztes Gebiet auf die Auflösung derselben Differentialgleichung für eine Anzahl einfacher Gebiete zurückgeführt. Das Verfahren von Herrn H. A. Schwarz führt auf ein System von linearen unhomogenen Integralgleichungen zweiter Art.

Es mögen C_1 und C_2 zwei einfach zusammenhängende Gebiete, deren Begrenzung die Kurven S_1 und S_2 sind, bedeuten. Die Kurven S_1 und S_2 schneiden sich in zwei Punkten. Sei C das kleinste Gebiet, welches alle Punkte der Gebiete C_1 und C_2 enthält. Auf der Begrenzung S des Gebietes C sei eine stetige Folge von Werten gegeben. Diese Werte mögen auf dem Bogen $S_1^{(1)}$, demjenigen Teile der Kurve S_1 , der der Begrenzung S angehört, mit $u_1(s)$, auf dem Bogen $S_2^{(1)}$, dem Rest der Begrenzung S , mit $u_2(s)$ bezeichnet werden. Sei $u(x, y)$ diejenige im Innern des Gebietes C reguläre Potentialfunktion, welche auf dem Rande die Werte $u_1(s)$ und $u_2(s)$ annimmt; $\bar{u}_1(s)$ und $\bar{u}_2(s)$ mögen die Werte bedeuten, welche die Funktion $u(x, y)$ auf den Bögen $S_1^{(2)}$ und $S_2^{(2)}$, denjenigen Teilen der Kurven S_1 und S_2 , welche im Innern des Gebietes C enthalten sind, annimmt. Es mögen schliesslich $G_1(s, t)$ und $G_2(s, t)$ die klassischen Green'schen Funktionen der Gebiete C_1 und C_2 bedeuten.

Alsdann lässt sich das Problem von Herr H. A. Schwarz auf die Auflösung der beiden linearen Integralgleichungen

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_2(s) &= -\frac{1}{2\pi} \int_{S_1^{(1)}} u_1(t) \frac{\partial G_1(s, t)}{\partial n_t} dt - \frac{1}{2\pi} \int_{S_1^{(2)}} \bar{u}_1(t) \frac{\partial G_1(s, t)}{\partial n_t} dt, \\ \bar{u}_1(s) &= -\frac{1}{2\pi} \int_{S_2^{(1)}} u_2(t) \frac{\partial G_2(s, t)}{\partial n_t} dt - \frac{1}{2\pi} \int_{S_2^{(2)}} \bar{u}_2(t) \frac{\partial G_2(s, t)}{\partial n_t} dt \end{aligned} \right\} \cdot (1)$$

zurückführen; n_t bedeutet die Innennormale im Punkte t .

Ein anderes Problem von Herr H. A. Schwarz, die Bestimmung einer in einem gegebenen zweifach zusammenhängenden Gebiete regulären Potentialfunktion mit vorgeschriebenen Randwerten und vorgeschriebenem Periodizitätsmodul führt auf ein System von vier linearen unhomogenen Integralgleichungen mit vier unbekannt Funktionen.

Ein viel allgemeineres Problem, Bestimmung einer mit ihren partiellen Ableitungen erster und zweiter Ordnung stetigen Lösung

der allgemeinen linearen partiellen Differentialgleichung zweite Ordnung des elliptischen Typus

$$a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2b \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + c \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + d \frac{\partial u}{\partial x} + e \frac{\partial u}{\partial y} + fu = g,$$

wenn die Randwerte dieser Lösung vorgeschrieben sind, führt gleichfalls auf ein dem System (1) analoges System von linearen unhomogenen Integralgleichungen zweiter Art.

6. Pan W. Sierpiński.

Przyczynek do teorii szeregów rozbieżnych.

Komunikat zgłoszony dn. 30 grudnia 1909 r.

Weźmy pod uwagę szereg rozbieżny

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots \quad (1)$$

o składnikach dodatnich, zmierzających do zera.

Postanowiłem zbadać w jakiej mierze porządek składników wpływać może na szybkość rozbieżności takiego szeregu. Doszedłem w tym względzie do następujących wyników:

1) Dla wpływu porządku składników na szybkość rozbieżności szeregu istnieje górna granica, można bowiem wskazać takie uporządkowanie, że przy żadnym innym szereg nie będzie już rozbieżnym szybciej.

2) Dla uważanego wpływu niema dolnej granicy, można mianowicie wskazać zawsze takie uporządkowanie składników naszego szeregu, przy którym będzie on rozbieżnym wolniej niż każdy inny dany szereg rozbieżny o składnikach dodatnich.

Treścią niniejszego komunikatu jest właśnie szczegółowy dowód tych twierdzeń.

Twierdzenie pomocnicze. Wśród wszystkich uporządkowań składników szeregu (1) istnieje jedno takie, przy którym składniki kolejne nie wzrastają.

Dowód. Oprzemy się na następującej uwadze:

W każdym ciągu nieskończonym o wyrazach dodatnich, zmierzających do zera, istnieje skończona, różna od zera liczba wyrazów, od których niema w ciągu większych.

W samej rzeczy, weźmy np. pierwszy wyraz takiego ciągu: będzie to pewna liczba dodatnia; oznaczymy przez σ liczbę dodatnią od niej mniejszą. Skoro granicą naszego ciągu jest zero, więc jest w nim tylko skończona liczba wyrazów większych od σ , a przytem liczba takich wyrazów będzie różną od zera, bo należy do nich w każdym razie pierwszy wyraz naszego ciągu. Wśród tych wyrazów, tworzących zbiór skończony, znajdzie się jeden największy, lub więcej, ale w każdym razie skończona liczba (równych) największych. Będą to zarazem największe wyrazy całego naszego ciągu nieskończonego, który oprócz wyrazów uważanego zbioru skończonego, większych od σ , zawiera tylko wyrazy $\leq \sigma$.

Wypiszmy ów największy, lub owe największe wyrazy ciągu u_n . Po usunięciu ich z tego ciągu otrzymamy nowy ciąg, również o wyrazach dodatnich, zmierzających do zera, a więc też posiadający skończoną, różną od zera liczbę wyrazów największych. Dopiszmy je po poprzednich.

Postępując w ten sposób ciągle dalej, otrzymamy oznaczony w zupełności ciąg nieskończony o wyrazach dodatnich, nie wzrastających a_n , które wszystkie będą wyrazami ciągu u_n . Ale i na odwrót, wszystkie wyrazy ciągu u_n są wyrazami ciągu a_n , bo na każdy wyraz u_k przyjdzie kolej, że będzie największym, lub jednym z największych, a mianowicie po usunięciu z ciągu u_n wszystkich wyrazów większych od u_k , których jest, jak wiemy, liczba skończona.

Szereg

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots \dots \dots (2)$$

o składnikach nie wzrastających będzie więc co najwyżej tylko porządkiem składników różnił się od szeregu (1). Wypowiedziane twierdzenie jest więc udowodnionem.

Niech

$$v_1 + v_2 + v_3 + \dots \dots \dots (3)$$

będzie jakimkolwiek szeregiem, różniącym się co najwyżej porządkiem składników od szeregu (1) [a więc i od szeregu (2)]. Oznaczmy przez S_n i s_n odpowiednio sumy cząstkowe szeregów (2) i (3).

Powiadam, że przy wszelkiem n mamy:

$$S_n \geq s_n \dots \dots \dots (4)$$

Dla dowodu wystarczy zauważyć, że jeżeli którego ze składników a_k sumy S_n niema w sumie s_n , to na jego miejsce wejdzie do tej sumy składnik szeregu (2) o wskaźniku większym od n ,

a więc—wobec własności wyrazów a_n —składnik nie większy od a_k . Nierówność (4) możemy więc uważać za udowodnioną.

Wnosimy stąd w jednej chwili, że żaden szereg, różniący się tylko porządkiem składników od szeregu (1), nie może być rozbieżnym szybciej od szeregu (2). Dowiedliśmy zatem pierwszą naszą twierdzenie. Przechodzimy do dowodu drugiego.

Niech

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots \dots \dots (5)$$

oznacza jakikolwiek szereg rozbieżny o składnikach dodatnich.

W szeregu (1), wobec warunku $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = 0$, zawsze znajdziemy

składnik $u_{m_1} < \frac{\alpha_1}{2}$. Usuńmy go z szeregu (1) i połóżmy

$$v_1 = u_{m_1}.$$

Oznaczając przez t_n sumy cząstkowe szeregu

$$v_1 + v_2 + v_3 + \dots \dots \dots (6)$$

który będziemy budowali, zaś przez σ_n sumy cząstkowe szeregu (5), możemy napisać:

$$t_1 < \sigma_1.$$

Jeżeli różnica $\sigma_2 - t_1$ jest większą od pierwszego nie usuniętego z szeregu (1) składnika, to połóżmy $v_2 =$ temu składnikowi, w przeciwnym razie wyznaczymy w szeregu, powstałym z szeregu (1) przez usunięcie składnika u_{m_1} , składnik $u_{m_2} < \frac{\alpha_2}{2}$ i połóżymy $v_2 = u_{m_2}$. Wzięty składnik w każdym razie usuniemy z szeregu (1). Mamy w każdym razie

$$t_2 < \sigma_2.$$

Postępujemy w ten sam sposób wciąż dalej, kładąc $v_n =$ pierwszemu nieusuniętemu z szeregu (1) składnikowi, jeżeli różnica $\sigma_n - t_{n-1}$ jest od niego większą, w przeciwnym razie zaś kładąc $v_n = u_{m_n}$, gdzie u_{m_n} oznacza składnik wyznaczony z pozostałych w szeregu (1) w ten sposób, iżby był mniejszym od $\frac{\alpha_n}{2}$. Będziemy mieli stale

$$t_n < \sigma_n,$$

jak to z łatwością sprawdzamy przez indukcję.

W samej rzeczy, załóżmy że

$$t_{n-1} < \sigma_{n-1},$$

co jest słusznem dla $n = 2$.

Ze sposobu budowania szeregu (6) wynika, że zachodzi w każdym razie co najmniej jedna z nierówności:

$$\sigma_n - t_{n-1} > v_n \text{ oraz } v_n < \frac{\alpha_n}{2}.$$

Ale z pierwszej, wobec równości $t_n = t_{n-1} + v_n$, wynika $\sigma_n > v_n$, z drugiej zaś, wobec równości $\sigma_n = \sigma_{n-1} + \alpha_n$ i założenia $t_{n-1} < \sigma_{n-1}$, wynika $t_n < \sigma_n$.

W każdym więc razie

$$t_n < \sigma_n,$$

co było do okazania.

Aby okazać, że szereg (6) tylko porządkiem składników różni się od szeregu (1), potrzeba i wystarcza okazać, że nieskończenie wiele razy będziemy usuwali *pierwszy* z pozostałych w szeregu (1) składników.

Założmy dla dowodu, że jest przeciwnie: że poczynając od

$$n = k + 1 \text{ kładziemy wciąż } v_n = u_{m_n} < \frac{\alpha_n}{2}.$$

Mielibyśmy więc przy wszelkiem $n > k$:

$$v_{k+1} + v_{k+2} + \dots + v_n < \frac{\alpha_{k+1} + \alpha_{k+2} + \dots + \alpha_n}{2}.$$

Lecz

$$v_1 + v_2 + \dots + v_k = t_k < \sigma_k,$$

byłoby więc

$$t_n < \sigma_k + \frac{\alpha_{k+1} + \alpha_{k+2} + \dots + \alpha_n}{2} = \sigma_n - \frac{\alpha_{k+1} + \alpha_{k+2} + \dots + \alpha_n}{2}.$$

Z drugiej strony, skoro musimy położyć i dalej

$$v_{n+1} = u_{m_{n+1}},$$

więc musi być

$$\sigma_{n+1} - t_n \leq u_p,$$

gdzie u_p oznacza pierwszy składnik, pozostały w szeregu (1), którego już nigdy nie usuniemy.

Byłoby więc

$$u_p \geq \sigma_{n+1} - t_n = \sigma_n + \alpha_{n+1} - t_n,$$

co wobec nierówności, znalezionej wyżej dla t_n , daje:

$$u_p > \frac{\alpha_{k+1} + \alpha_{k+2} + \dots + \alpha_n}{2} + \alpha_{n+1}.$$

Nierówność ta jednak przy wszelkiem $n > k$ zachodzić nie może, ponieważ szereg (5) jest rozbieżnym.

Dowiedliśmy więc, że szereg (6) tylko porządkiem składników może się różnić od szeregu (1) i że mamy stale

$$t_n < \sigma_n.$$

Niech

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots \dots \dots (7)$$

przedstawia jakikolwiek dany szereg rozbieżny o składnikach dodatnich. Oznaczmy przez τ_n jego sumy cząstkowe. Mamy więc stale

$$\tau_n > \tau_{n-1} > 0$$

oraz

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \tau_n = +\infty.$$

Położmy

$$\sqrt{\tau_1} = \alpha_1; \quad \sqrt{\tau_n} - \sqrt{\tau_{n-1}} = \alpha_n, \text{ dla } n > 1.$$

Liczby α_n będą oczywiście wszystkie dodatnie.

Szereg o składnikach α_n będzie oczywiście rozbieżnym, gdyż dla jego sum cząstkowych mamy wzór $\sigma_n = \sqrt{\tau_n}$. Przyjmijmy go jako szereg (5) i zbudujmy dla niego, jak wyżej, szereg (6). Będzie więc $t_n < \sigma_n$ i przeto:

$$t_n < \sqrt{\tau_n}, \quad \text{skąd} \quad \frac{t_n}{\tau_n} < \frac{1}{\sqrt{\tau_n}},$$

zatem

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{t_n}{\tau_n} = 0.$$

Szereg (6), różniący się co najwyżej tylko porządkiem składników od szeregu (1) jest więc rozbieżnym wolniej niż dany szereg (7). I drugie nasze twierdzenie zostało więc udowodnionem.

7. Pani S. Kosińska:

Dostrzeżenia aberracji względnej minimów Algola.

Komunikat nadesłany dn. 13 stycznia 1910 r.

przedstawił p. T. Banachiewicz.

Dostrzeżenia zaćmień Algola (β Persei) w dn. 31 października i 16 grudnia 1909 r. dały wyniki następujące:

1909 X. 31. Minimum w promieniach czerwonych o $9^h 18^m$, zwykle o $9^h 24^m$, w promieniach błękitnych o $9^h 33^m$. Poprawka zegara niepewna.

1909 XII. 16. Minimum w promieniach czerwonych o $6^h 24^m$, zwykle o $6^h 31^m$, w promieniach błękitnych o $6^h 38^m$. Czas śr. Warszawski.