

zellen, s. o.), dann fällt auch jeder (!) Unterschied zwischen ihr und der Totogeneration beim Seeigel, Amphioxus, Ascidie und Siphonophore weg“. Diese Totogeneration lässt D. durch die oben erwähnte mehr „zufällige“ Umlagerung der einander angeblich gleichwertigen Furchungszellen zu einem rundlichen Zellhaufen mit nachfolgenden differenzierenden Wechselwirkungen entstehen.

Selbst wenn die direkte Entwicklung wirklich keine Selbstdifferenzierung der ersten Furchungszellen wäre, woraus folgert D., dass dann auch jeder Unterschied zwischen ihr und der von ihm angenommenen Art der Totogeneration wegfällt?

D. müsste, nach Eliminierung des oben nachgewiesenen logischen Widerspruches, von seinem Standpunkte aus sagen: bloß isolierte erste Furchungszellen entwickeln sich durch Selbstdifferenzierung, die sich berührenden aber nicht; sondern bei diesen geschieht die Entwicklung bloß durch gestaltende Wechselwirkungen aller Zellen untereinander. Dabei müsste er also für die Entwicklung der isolierten Blastomeren zu Körperstücken einen ganz neuen, von der normalen Entwicklung durchaus abweichenden Modus annehmen; und dazu käme als dritter besonderer Modus derjenige der nachträglichen Postgeneration dieser Stücke des Frosch- und Ctenophorenembryo zu ganzen Embryonen. D.'s Auffassung erweist sich also, in ihre Konsequenzen verfolgt, nicht als eine Vereinfachung. Den Modus der Entwicklung einzelner Blastomeren zu Körperstücken denkt sich D. allerdings überaus einfach. Er sagt (Nr. 2 S. 306): „Bei Frosch und Ctenophore ist die Blastula eine Halbkugel, die eine Ordinate ist ein Durchmesser, die andere ist der auf ihr senkrechte Radius: daher bildet sich hier ein Halbembryo, denn in der anderen Hälfte des Ordinatenfeldes liegt gar kein Material, auf das dieses bestimmend wirken könnte“. Gewiss eine sehr einfache Art des Entstehens eines halben Organismus, welche aber wohl auf einer entweder zu einfachen oder zu früh resignierenden Auffassung von der Entwicklung beruht.

(Schluss folgt.)

## Ueber die Bewegungserscheinungen der Pigmentzellen.

Von Dr. med. **E. Ballowitz**,

Privatdozent und Prosektor in Greifswald.

Es ist eine fast allgemein verbreitete Anschauung, dass die als Chromatophoren bezeichneten Pigmentzellen, welche sich in der Haut niederer Wirbeltiere vorfinden und Ursache ihrer Färbung und ihres Farbenwechsels sind, die Fähigkeit besitzen, amöboide, pigmenthaltige Fortsätze auszusenden und einzuziehen.

So heißt es z. B. in dem soeben erschienenen Lehrbuche der Zoologie von Kennel (1893, S. 57 und 58): „Als Chromatophoren bezeichnet man Pigmentzellen, die in hohem Grade die Fähigkeit der Kontraktion und Expansion besitzen. Sie kommen meist in der äußeren

Haut von Metazoen vor und bewirken dort durch abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung den Farbenwechsel vieler Tiere. Wenn nämlich solche Chromatophoren in einer Schicht in der Haut eines Tieres verteilt sind und bei voller Ausdehnung mit ihren pseudopodienartigen Ausläufern einander fast berühren, so bedingen sie durch ihre auf eine große Fläche verteilten Farbkörnchen eine gewisse Totalfärbung des Tieres; ziehen sie sich dagegen auf das kleinste Maß zusammen, so ist jede zwar viel intensiver gefärbt, aber verschwindend klein.“

Diese Anschauung ist indessen eine irrige.

Schon Brücke hat in seiner klassischen Abhandlung über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleons (Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, Wien, 1852, Bd. IV) bestimmt ausgesprochen, dass die Verkürzung der pigmenthaltigen, reich verästelten, gegen die Oberfläche gerichteten Fortsätze nur eine scheinbare ist, „indem nur das Pigment in die Tiefe zurücktritt, die Ausläufer selbst aber nicht eingezogen werden, sondern nur entleert dem Auge entschwinden.“

Unter dem Einflusse dieser Mitteilung Brücke's hat auch R. Virchow ausgesprochen (Chromatophoren beim Frosch. Archiv für pathologische Anatomie Bd. VI, 1854, S. 267), dass „der Farbenwechsel auf den Gestaltveränderungen und dem Ortswechsel des Pigmentes selbst beruht, so zwar, dass die Frösche um so dunkler erscheinen, je mehr das Pigment in die Fortsätze ausströmt, und um so heller, je mehr es sich auf einzelne Haufen in das Innere der Zellkörper sammelt.“

In der gleichen Vorstellung gelangte auch Lister (On the Cutaneous Pigmentary System of the Frog, Philos. Transact. Vol. 148, 1859), während Lode zu keiner bestimmten Entscheidung kommen konnte. Der letztere Autor sagt über die Gestaltveränderungen, welche bei Reizung der Chromatophoren der Knochenfische auftreten, Folgendes (Farbenwechsel der Fische. Wiener Sitzungsber. XCIX. Abt. III, 1890, S. 133): „Man bemerkt schon nach etwa  $\frac{1}{2}$  Minute (bei elektrischer Reizung der Haut), wie die vorher ziemlich verzweigten, sternförmigen Farbzellen allmählich ihre Fortsätze einziehen und zur Kugelgestalt schrumpfen. Hierbei sieht man deutlich, dass das Pigment gegen das Centrum der Zelle wandert; nicht selten bleiben aber Pigmentkörnchen in den Ramifikationen zurück, sei es dass sich die Protoplasmafortsätze nicht sämtlich zusammenziehen, sei es, dass einzelne Körnchen aus der Protoplasmamasse herausgedrängt werden und in den Räumen, wo früher die Fortsätze lagen, zurückbleiben, sei es endlich, dass die Bewegung der Körnchen überhaupt nicht darin besteht, dass sie vom Protoplasma mitgeschleppt, sondern dass sie vielmehr innerhalb des Protoplasmas infolge der Erregung von der Peripherie gegen das Centrum gedrängt werden.“

Erst Solger ist es gelungen, an den sogenannten „kontrahierten“

Pigmentzellen der Knochenfische, besonders des Härings, die schwer sichtbaren Zellfortsätze, in welche hinein das Pigment bei Expansion der Chromatophore wandert, nachzuweisen und so die Persistenz der Protoplasma-Fortsätze darzuthun. Dieser Forscher schildert das Aussehen der Fortsätze folgendermaßen (Ueber pigmentierte Zellen und deren Centralmasse. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines von Neuvorpommern und Rügen, 22. Jahrgang, 1890, S. 11): „Fertigt man Flächenschnitte durch das ganz frische Integument der Infrarorbitalgegend des Herings an und untersucht dieselben dann (vor Verdunstung durch einen das Deckglas umziehenden Wachring geschützt) ohne Zusatzflüssigkeit mit mittelstarken oder stärksten Systemen (Apochromat), so wird man an den wohl kaum je ganz fehlenden kugeligen Pigmentklumpen, den „kontrahierten Pigmentzellen“ der Autoren, an den schwarzen sowohl als an den gelben, einen feinen, farblosen Strahlenkranz bemerken, der den Farbstoffhaufen umsäumt. Die einzelnen pseudopodienartigen Strahlen sind von verschiedener Länge und verschiedenem Kaliber, sie scheinen sich dichotomisch zu verästeln und sich dabei zu unmessbarer Feinheit zu verzweigen. Nach Zusatz von 0,6prozentiger Kochsalzlösung und darauffolgender Einwirkung eines Tropfens 10prozentiger Essigsäure lassen sie sich bald von ihrer Umgebung nicht mehr unterscheiden, während mehr oder weniger von Farbstoff verdeckt, ein feinkörniger Kern oder (meist) mehrere derselben zum Vorschein kommen. Am besten scheinen sich die wimperartigen Fortsätze nach längerer Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit (wenigstens 8 Tage) zu konservieren. Doch wird es auch nach dieser Vorbereitung gut sein, Alkohol zu vermeiden und in Glycerin einzuschließen; wenigstens erhielt ich auf die angegebene Weise Präparate, welche, vor 2 Jahren (1888) angefertigt, heute noch das geschilderte Strukturverhältnis zeigen.“

Aehnliches wurde an den dunklen Chromatophoren des Hechtes gesehen.

Herr Professor Solger hatte die Freundlichkeit mir seine in Glycerin aufbewahrten Präparate zu zeigen; die pigmentfreien Strahlen waren hier noch auf das schönste zu erkennen.

Analoge Beobachtungen hat kürzlich auch Biedermann an den Pigmentzellen des Frosches gemacht, scheint aber doch noch nicht ganz schlüssig darüber geworden zu sein, ob die Protoplasmafortsätze auch wirklich als solche erhalten bleiben, wenn das Pigment sich retrahiert. Die an Beobachtungen reiche Schilderung dieses Autors möge hier noch angeführt werden (Ueber den Farbenwechsel der Frösche. Archiv für die gesamte Physiologie Bd. 51, 1892, S. 467):

„Unter allen Umständen wird man wohl annehmen müssen, dass das körnige Pigment sich auf praeformierten Bahnen bewegt, sei es dass die einzelnen Körnchen, wie Brücke und Lister meinen, in der farblosen Grundsubstanz an sich unveränderlicher Zellausläufer Ver-

lagerungen erfahren oder dass die nach Art der Pseudopodien von Rhizopoden kontraktile Zellfortsätze praeformierte Lücken und Spalten der bindegewebigen Grundsubstanz ausfüllen, beziehungsweise sich aus denselben zurückziehen.“

„Zahlreiche und leicht zu bestätigende Beobachtungen weisen darauf hin, dass auch in den dunklen Chromatophoren der Fische und Amphibien eine „Wanderung“ der Körnchen von der Peripherie, bez. aus den Fortsätzen nach der Mitte hin und umgekehrt ganz regelmäßig vorkommt, wie das schon von Lister vollkommen richtig geschildert wurde. Besonders instruktive Bilder liefern wieder die Schuppen mancher Fische, wo ganz oberflächlich sehr große schwarze Pigmentzellen liegen, in deren langen Ausläufern die schwarzen Körnchen oft in sehr charakteristischer Weise angeordnet sind. Sehr häufig findet man keulenförmige Fortsätze, indem das Pigment am peripheren Ende eine größere Ansammlung bildet, welche mit dem Zellkörper oft nur durch eine einzige Reihe von Körnchen verbunden ist oder wohl auch gänzlich isoliert zu liegen scheint. So findet man nicht selten einen dunklen, abgerundeten oder nur mit Andeutungen von Fortsätzen versehenen Zellkörper, in dessen Umgebung tropfenförmige Pigmentklumpen liegen, deren Zugehörigkeit zu dem ersteren sich nur auf Grund anderer Bilder und aus der relativen Lage erschließen, nicht aber direkt sehen lässt. Auch einzelne Pigmentkörnchen oder kurze Reihen von solchen findet man sehr oft scheinbar frei in der Umgebung der Zellen. Dass es sich in allen diesen Fällen nicht etwa um Absterbeerscheinungen handelt, geht daraus hervor, dass ganz ähnliche Bilder auch bei Fröschen unter ganz normalen Verhältnissen an blutdurchströmten Hautstellen beobachtet werden können, wie dies schon Lister beschrieb und abbildete. Gerade bei *Hyla* gehören die keulen- oder tropfenförmigen Anhäufungen von Pigment an den äußersten Enden der Zellenausläufer in einem gewissen Stadium der Expansion zu den ganz regelmäßigen Erscheinungen.

Im Zustande größter Kontraktion des Pigmentes bildet dasselbe, wie man besonders schön an durchsichtigen Hautstellen von *Rana temporaria* sieht, vollkommen runde glattrandige Ballen ohne irgend eine Andeutung von Fortsätzen, während bei *Hyla* in der Regel noch kurze stumpfe Ausläufer bestehen bleiben. Hier gelingt es nun unter Umständen, besonders an Stellen, wo die Pigmentzellen mehr einzeln liegen, die Zellfortsätze noch eine Strecke weit über die durch das Pigment markierte Grenze hinaus zu verfolgen. Es ist zweckmäßig das Hautstückchen nach Entfernung der Epidermis mit Pikrokarmün zu färben und dann einige Zeit mit starker Essigsäure zu behandeln, um das Bindegewebe zum Quellen zu bringen.

Bei günstiger Beleuchtung lassen sich dann die aus einer ganz homogenen, in ihrem Lichtbrechungsvermögen nur wenig von der Grundsubstanz verschiedenen, pigmentfreien Zellenausläufer bisweilen auf größere Strecken hin sichtbar machen. Leider ist es mir nicht

gelingen, dieselben durch irgend eine der üblichen Tinktionsmethoden zu färben und ich bin daher auch nicht in der Lage zu entscheiden, ob die Zellfortsätze auch im pigmentfreien Zustande in allen ihren Ramifikationen erhalten bleiben, wie Lister anzunehmen scheint, oder ob, wie es wahrscheinlicher ist, nur eine ungleich rasche Bewegung verschiedener Teile des Zellplasmas stattfindet, derart, dass es, ähnlich wie bei Plasmodien und gewissen Rhizopoden, zur Sonderung eines leichter beweglichen flüssigeren „Körnerplasmas“ und eines festeren „Hyaloplasmas“ kommt. Aus diesem letzteren würden dann die pigmentfreien Fortsätze im wesentlichen bestehen, die aber möglicherweise schließlich auch eingezogen werden.“

Bei meinen Untersuchungen über die Nervenendigungen in den Chromatophoren der Knochenfische habe ich nun einige Beobachtungen gemacht, welche vielleicht als willkommene Bestätigungen der von den zitierten Autoren gemachten Angaben dienen können und unzweifelhaft erkennen lassen, dass die Veränderungen im Aussehen der Chromatophoren durch Pigmentverschiebungen im Innern des Zellprotoplasmas und nicht durch das Ausstrecken und Wiedereinziehen amöboider Zellfortsätze verursacht werden.

Gewisse Anhaltspunkte geben schon frische, ungefärbte Präparate. Ich beobachtete nämlich an den Chromatophoren, z. B. des Härrings, welche sich durch das Vorhandensein zahlreicher langer, schmaler Fortsätze auszeichnen, dass das Pigment bisweilen nicht vollständig aus den Fortsätzen gegen die Attraktionssphäre hin zurückströmte, vielmehr an den äußersten Spitzen einer Anzahl von Fortsätzen, bisweilen sogar an fast allen liegen blieb. Die scheibenförmige Pigmentplatte war dann in weiterer Entfernung von einem lockeren Pigmentkranze umgeben. Interessant war es nun zu beobachten, wie trotzdem das Pigment bei beginnender „Expansion“ der Zelle wieder in die Fortsätze zurückströmte. Es schob sich dabei in dichtgedrängter Masse in die Basis der Fortsätze vor, sodass dann in einem bestimmten Zeitpunkte nur der mittlere Teil der Fortsätze pigmentfrei und daher unsichtbar war. An den Spitzen der sich in die Fortsätze vorschiebenden Pigmentmasse sind die Pigmentkörnchen gewöhnlich dichter gedrängt, sodass sie dunkler aussehen. Wird das Pigment retrahiert, so strömen die Körnchen nicht alle gleichzeitig als geschlossene Pigmentmasse aus den Fortsätzen zurück, vielmehr geschieht die Rückwanderung allmählich, sodass die Pigmentkörnchen immer spärlicher und die Fortsätze immer lichter werden. Man kann daher unterscheiden, ob die Pigmentmasse sich bei der Fixierung in den Stadien der Expansion oder der Retraktion befunden hat.

Der sicherste Beweis, dass die Protoplasma-Fortsätze bis in ihre äußersten Verzweigungen hinein erhalten bleiben, wird aber dadurch gegeben, dass es gelingt, die pigmentfrei gewordenen Fortsätze zu färben. Dies ist mir häufig bei Anwendung der Golgi'schen Methode gelungen. Es hatten sich dann die ganz oder fast ganz pigmentfrei

gewordenen Fortsätze, die so ohne weiteres nicht sichtbar waren, bis in ihre feinsten Verzweigungen hinein gefärbt.

Einen interessanten Beweis liefern auch die Nervenendigungen. Wie ich nachgewiesen habe (Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft zu Göttingen 21. Mai 1893; vgl. auch die ausführliche Arbeit in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1893 Bd. 56), sind die Chromatophoren außerordentlich reich an Nerven. An jede größere Pigmentzelle treten gewöhnlich mehrere, bisweilen sogar zahlreiche motorische Nervenäste heran, welche sich alsbald in viele der Zelle dicht angelagerte, meist dichotomische Verzweigungen auflösen. Ein Teil der Nervenverästelungen, die sich durch Anastomosen miteinander in Verbindung setzen, durchdringt die Zelle selbst. Die letzten Ausstrahlungen dieser Verzweigungen enden frei als variköse Fibrillen und versorgen teils den Zellkörper, teils die Fortsätze. An großen, fortsatzreichen Chromatophoren können die „Fortsatzfibrillen“ sehr reichlich sein; sie begleiten eine Strecke weit die Protoplasmaausstrahlungen. Retrahiert sich nun das Pigment, so bleiben die Nervenendigungen in dem pigmentfreien Protoplasma liegen und sind hier, gewissermaßen entblößt, auf das übersichtlichste zu überblicken. Die Nervenendigungen werden also durch die Pigmentverschiebungen in ihrer Lage nicht beeinflusst. An solchen Chromatophoren mit retrahiertem Pigment sind es demnach nur die Nervenfibrillen, welche die Lage und Richtung der sonst unkenntlich gewordenen Fortsätze einigermaßen angeben.

Aus Allem geht zur Evidenz hervor, dass es sich in den scheinbaren Gestaltveränderungen der Chromatophoren nicht um amöboide Bewegungserscheinungen der ganzen Zelle, sondern um Pigmentverlagerungen, um ein Ausströmen und Zurückströmen der Pigmentkörnchen in dem unverändert liegenden Protoplasma handelt.

Ricerche fatte nel Laboratorio di Anatomia normale della  
R. Università di Roma ed in altri laboratori biologici  
publicate dal Professore **Francesco Todaro**, Direttore  
dell' Istituto Anatomico di Roma.

Volume III, fascicolo I. Indice: Todaro, Il metodo sperimentale nella scienza della vita; Giuliani, Contributo allo studio della *Macrosomia*; Mingazzini, Contributo alla conoscenza degli *Sporozoi*; Todaro, Sopra lo sviluppo della *Seps chalcides*.

Roma presso la Ditta Dott. Francesco Vallardi. Via Belsiana, Nr. 60.

Obige Zeitschrift kehrt nach langer Unterbrechung wieder an das Licht zurück und zwar nicht mehr nur als einfacher Repräsentant des Laboratoriums des Prof. Todaro in Rom, sondern als Repräsentant der italienischen morphologischen Institute. Diese Rückkehr und in neuer Form ist kein Ereignis ohne Wichtigkeit, welches man ohne

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Ballowitz Emil

Artikel/Article: [Ueber die Bewegungserscheinungen der Pigmentzellen.  
625-630](#)