© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausgeht, welche das Ende des ursprünglichen Zweiges vor seiner Beschädigung hatte. Am geeignetsten hierzu wird aber der Trieb sein, welcher der beschädigten Spitze am nächsten liegt, und deshalb ist es von Vorteil für die Pflanze, dass die Stelle wo die neue Entwicklung Platz greifen soll, morphologisch, und nicht durch die Gravitation bestimmt wird.

So ist also bei der Brombeere das Verhalten der Schnitte eine Wiederholung (Vöchting, a. a. O., p. 107) des normalen Ersetzungsvorgangs einer gestörten Funktion in der Pflanze; wie weit dies auch für andere Pflanzen zutrifft, muss für jetzt unbestimmt gelassen werden.

S.

Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis.

Von

Prosector Dr. Leo Gerlach,

Docent der Histologie und Entwicklungsgeschichte in Erlangen.

(Schluss.)

Bezüglich der histologischen Zusammensetzung sind beide Teile des Blastoderms streng auseinander zu halten. Dasselbe besteht innerhalb der Area pellucida aus zwei Zellschichten, aus dem Ektoderm und dem Entoderm. Das erstere oder das obere Keimblatt setzt sich aus cylindrisch geformten Zellen zusammen, welche in der Mitte der Area zu zwei bis drei Schichten geordnet sind; nach der Peripherie zu verdünnt sich das Ektoderm immer mehr und bildet in der Nähe des medialen Randes der Area opaca nur noch eine einschichtige Lage niedriger Cylinderzellen. Das Entoderm oder das untere Keimblatt ist in der Area pellucida nicht bei allen Eiern gleichmässig beschaffen, was darauf hindeutet, dass dasselbe, wenn die Eier gelegt werden, bereits mehr oder weniger entwickelt sein kann. Im Allgemeinen lässt sich behaupten, dass im hinteren Teile des durchsichtigen Fruchthofes die Ausbildung des unteren Keimblattes immer weiter gediehen ist, als in dem vorderen. In den hinteren Bezirken der Area pellucida bildet das Entoderm meistens schon eine continuirliche Zellschichte, welche, wie auf Durchschnitten zu sehen, von dem Ektoderm durch einen spaltförmigen Zwischenraum getrennt ist. Nach vorne zu hört diese zusammenhängende Entodermlage, und zwar je nach dem Grade der Ausbildung des unteren Keimblattes, bald früher bald später auf, und man findet an ihrer Stelle eine Reihe von Zellhaufen, welche dem Ektodem dicht anliegen, und, da sie nicht fest zusammenschließen, eine vielfach durchbrochene Platte darstellen. Im Innern dieser Haufen, sowie auch in den hintern Teilen des Entoderms stößt man vielfach auf größere und kleinere Furchungskugeln. Letztere finden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich auch oft, mehrere neben einander, oberhalb des bereits zu einer zusammenhängenden Zellschichte ausgebildeten Entoderms, und sie liegen dann in dem erwähnten spaltförmigen Raum zwischen den beiden Keimblättern. Ich habe diese intermediären Furchungskugeln, wie ich im Voraus bemerken will, auch noch an 8—10 Stunden bebrüteten Keimhäuten, an denen bereits der Primitivstreif aufgetreten war, vorgefunden. Sie scheinen später dem mittleren Keimblatte einverleibt zu werden.

Im Bereiche des Ringgebietes besteht die Keimhaut aus mehreren Lagen von Zellen, von denen die oberste eine Schichte cubischer Zellformen darstellt, welche, centralwärts sich allmählich zu niederen Cylinderzellen erhöhend, unmittelbar in das Ektoderm der Area pellucida übergehn. Die tieferen Zellen des Ringgebietes, welche sich aus mehr rundlichen, stark granulirten Zellen zusammensetzen, hängen nach Innen mit dem Entoderm des durchsichtigen Fruchthofes zusammen. Man pflegt daher die erstgenannte obere Schichte dem Ektoderm, die letztere dem Entoderm zuzurechnen. Indem ich mich in dieser Beziehung dem Vorgange der meisten neueren Embryologen anschließe, welche auch das Ringgebiet aus beiden Keimblättern sich zusammensetzen lassen, möchte ich doch einen wichtigen Unterschied zwischen den Keimblättern des hellen gegenüber denen des dunklen Fruchthofes betonen. Dieser beruht auf dem Vorkommen jenes spaltförmigen Raumes, welcher innerhalb der Area pellucida überall da wo das Entoderm eine continuirliche Lage darstellt, deutlich hervortritt, während er in dem Ringgebiete vollständig fehlt, indem hier die beiden Keimblätter zu einer gemeinsammen Zellmasse verschmolzen sind. Auf der anderen Seite dürfte für eine Zusammengehörigkeit der Umstand schwer in das Gewicht fallen, dass bei Färbung mit Pikrocarmin das Ektoderm sowohl der Area pellucida als des Ringgebietes sich tief rot färbt, während die Zellen des Entoderms hier wie da sich nur schwach oder überhaupt nicht färben.

An Durchschnitten durch unbebrütete Keimhäute sieht man, dass das Entoderm des Ringgebiets durch einen glänzenden Saum von dem unter ihm gelegenen weißen Dotter geschieden ist; ferner lässt sich erkennen, dass dasselbe sich gegen den peripheren Rand der Area opaca verschmälert, so dass dadurch der Rand der gesammten Keimscheibe eine Verdünnung erleidet.

Ich gehe nun über zu den Veränderungen, welche sich an der Keimhaut in Folge der Bebrütung einstellen. Auch hier will ich wenigstens für die in den ersten Stunden auftretenden Entwicklungsvorgänge die Area pellucida und opaca gesondert behandeln. Was die erstere betrifft, so ist zunächst der fortschreitenden Entwicklung des Entoderms zu gedenken, welches sich immer mehr zu einer ununterbrochenen aus einer einzigen Lage platter Zellen bestehenden Schichte ausbildet; ferner stellt sich in der Area pellucida gegen die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

4.—5. Stunde eine centrale rundliche Trübung ein, deren Grenzen nicht scharf ausgeprägt sind. Dieselbe ist das von Dursy[1]) zuerst naturgetreu abgebildete Embryonalschild, welches die Folge einer stärkeren Verdickung der centralen Theile des Ektoderms ist. Das Embryonalschild fällt zusammen mit einer kuppenförmigen Prominenz der Area pellucida, welche an Keimhäuten, nachdem sie vom Dotter losgelöst sind, sehr leicht zu erkennen ist und bei der Erhärtung derselben so häufig in der Mitte des hellen Fruchthofes zur Bildung von kleinen Fältchen Veranlassung giebt.

Die Veränderungen in der Area opaca betreffen fast ausschließlich den hintern Theil desselben. Hier kommt es im Gegensatz zu dem gegenüberliegenden vordersten Abschnitt des Ringgebietes zu einer Verdickung der Keimhaut, welche in einer Vermehrung der entodermalen Zellen ihren Grund hat. An einer Stelle jedoch beteiligt sich an derselben auch das Ektoderm. Diese Stelle, deren Umfang kein sehr großer ist, reicht nach vorne ziemlich nahe an den hintern Rand der Area pellucida heran. Es besteht hier eine kurze Strecke weit das Ektoderm aus 2—3 Lagen von Zellen; diese sind dicht zusammengedrängt, und färben sich durch Pikrokarmin intensiv rot, was sie von den unter ihnen befindlichen Mesodermzellen scharf trennt. Nach hinten und vorne geht diese Ektodermverdickung, allmählich dünner werdend, continuirlich in die anstoßenden Teile des oberen Keimblattes über, welche nur eine einschichtige Lage von Zellen darstellen. Ich glaube kaum zu irren, wenn ich die in Rede stehende Verdickung auf eine locale Wucherung der Zellen des oberen Keimblatts zurückführe. Dieselbe scheint rasch nach beiden Seiten entlang dem hinteren Rande der Area pellucida fortzuschreiten, wodurch eine kleine Sichel entsteht, deren Hörner abgerundet sind[2]). Die Sichel, deren seitliche Ausdehnung sehr variirt, liegt im Bereich des Ringgebietes, grenzt aber nach vorne an den durchsichtigen Fruchthof. Sie ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, der optische Ausdruck einer lokalen Verdickung des Ektoderms, welches in Folge davon an dieser Stelle etwas prominirt. Etwa gegen die 6.—7. Brütestunde hat die Sichel auch nach vorne einen Fortsatz abgeschickt, der in die Area pellucida eingetreten ist; derselbe ist an seinem vorderen Ende verschmälert, während er hinten am Rande der Area pellucida, wo er in die Sichel übergeht, viel breiter wird, so dass er im Flächenbilde als ein kleines Dreieck erscheint, dessen Basis mit dem hinteren Rande der Area pellucida zusammenfällt, dessen ab-

---

1) Dursy, der Primitivstreif des Hühnchens. 1867. Taf. I. Fig. 1. b.

2) Den Angaben von Koller (Wiener Sitzungsberichte Bd. 80, pag. 316), wonach man schon an der unbebrüteten Keimhaut Sichel und eine mediane Anschwellung derselben, den sogenannten Sichelknopf, sehen könne, kann ich nicht beipflichten; auch finde ich, dass in sämmtlichen Abbildungen Koller's die Sichel viel zu breit wiedergegeben ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gerundete Spitze nach vorne sieht; die Seitenränder des Dreiecks treten nicht scharf hervor. Das Bild eines Dreiecks verschwindet jedoch sehr rasch wieder, indem der von der Sichel abgehende Fortsatz, die Medianlinie einhaltend, sich nach vorne zu verlängert und immer weiter in die Area pellucida und schließlich in deren Embryonalschild hineinwächst. Es geht so aus demselben der Primitivstreif hervor, dessen Bildung in gleicher Weise wie die der Sichel auf eine gegen das Entoderm zu gerichtete Wucherung des Ektoderms zurückzuführen ist, oder was dasselbe sagen will, Primitivstreif und Sichel sind verdickte Stellen des oberen Keimblattes. Im Flächenbilde stellen beide zusammen eine ankerartige Figur dar, die immer deutlicher hervortritt, da mit der Verlängerung des Primitivstreifens eine Reduction des unter der Sichel liegenden Entodermbezirks einhergeht. Der Letztere verdünnt sich zu einer einzelligen Lage, und da diese sich gleichzeitig vom weißen Dotter abhebt, so wird dadurch die Area pellucida auf Kosten des Ringgebiets um ein kleines Stück vergrößert, (Zuwachsstück, His) und erhält so eine birnförmige Gestalt.

In dem Zuwachsstück ist die Sichel gelegen; sie muss, wenn die Verdünnung des Entoderms nicht über den hintern Rand der Sichel hinausgegangen ist, an das verkleinerte Ringgebiet unmittelbar anstoßen, im anderen Falle dagegen sind beide durch einen hellen Saum geschieden, und es erscheint dann die ankerförmige Verdickung des Ektoderms ganz im Innern der Area pellucida.

In dem Primitivstreif tritt bald eine rinnenförmige Einsenkung auf, die Primitivrinne, die eine wechselnde Ausdehnung erlangen kann, und sich überhaupt sehr verschieden verhält. Bald ist dieselbe nur kurz und nimmt nicht die ganze Länge des Primitivstreifens ein, bald ist sie nur sehr seicht, kann einmal oder mehrfach unterbrochen sein, bald ist sie sehr tief und läuft, sich dichotomisch teilend, nach hinten in zwei Schenkel aus, welche sich in die Sichel hineinerstrecken. Auf ein fast ganz regelmäßiges Verhalten des Primitivstreifens hat Götte[1]) aufmerksam gemacht. Dasselbe betrifft eigentlich mehr die Ränder der Rinne, die sogenannten Primitivwälle. Am Kopfende des Primitivstreifens ist der linke Primitivwall eingekerbt, so dass die Rinne sich in diese Kerbe scheinbar fortsetzt, und es den Eindruck macht, als ob dieselbe vorne nach links umbiege.

Die vollendete Ausbildung des Primitivstreifens und der Primitivrinne fällt in die 12. bis 14. Stunde der Bebrütung.

Um verständlicher zu sein, habe ich bisher die Entwicklung der letztgenannten Bildungen im Zusammenhang verfolgt, ohne auf gleichzeitig sich einstellende Veränderungen im Blastoderm Rücksicht zu nehmen, was ich jetzt nachholen muss. Diese beruhen in dem Auftreten und der

---

1) Götte, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 10, pag. 175. 1873.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausbreitung des mittleren Keimblatts. Ueber den ersteren Punkt geben nur sorgfältig hergestellte Reihen von Quer- und Längsschnitten befriedigenden Aufschluss. Hat dagegen das Mesoderm schon eine gewisse Ausdehnung erlangt, so ist auch die Betrachtung ganzer Keimhäute und zwar bei auffallender Beleuchtung empfehlenswert, da hiebei die Grenzen des mittleren Keimblattes in vielen Fällen sehr deutlich zu erkennen sind.

Das mittlere Keimblatt stammt von dem oberen ab. Seine Entwicklung beginnt mit dem Erscheinen der Sichel. Die Zellen derselben vermehren sich alsbald sehr stark, so dass die Sichel einmal nach unten gegen das Entoderm zu noch etwas weiter wächst, wodurch wahrscheinlich die oben beschriebene Dickenabnahme desselben an dieser Stelle verursacht wird, und ferner in den Stand gesetzt wird, sowol nach vorne als nach rückwärts Zellen abzugeben. Hievon konnte ich mich bei der Durchmusterung von zwei Schnittreihen überzeugen, welche von Keimhäuten herrührten, deren Primitivstreif im Flächenbilde dreieckig erschien, sich also noch auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe befand. Beide Keimhäute waren in sagittaler Richtung durchschnitten worden. In den Schnitten, welche seitlich von dem Primitivstreifen die Keimhaut durchsetzten, war unzweifelhaft zu erkennen, wie die von der Sichel aus nach rückwärts wuchernden Zellen sich ähnlich wie die Zellen der Sichel selbst verhielten. Sie sind fest aneinander gedrängt, und bilden für's Erste eine einschichtige Zellenlage, die sich zwischen Ektoderm und Entoderm des Ringgebiets einschiebt. Die Zellen jedoch, welche aus der Sichel nach vorne zu austreten, gelangen innerhalb der Area pellucida in den Raum zwischen Entoderm und Ektoderm und haben hier Platz sich etwas weiter von einander zu entfernen; sie sind darum weit lockerer zusammengefügt.

Die gleichen Vorgänge wie bei der Sichel wiederholen sich in successiver Reihenfolge auch bei dem Primitivstreifen, denn auch dieser ist ja nichts weiter als eine Ektodermverdickung; überall da wo diese bereits eine gewisse Stärke erlangt hat, beginnen Zellen derselben seitwärts zwischen die beiden Keimblätter einzuwachsen. Indem sie sich mit den von der Sichel abstammenden Zellen zu einer intermediären Zellenlage vereinigen, entsteht das mittlere Keimblatt. Aus der Bildungsweise desselben geht mit Notwendigkeit hervor, dass es im Umfange der Sichel, sowie längs des Primitivstreifens mit dem oberen Keimblatt, von dem aus es erzeugt wird, zusammenhängen muss. Die Ausdehnung der Sichel ist viel kleiner, als die des Primitivstreifens. Daraus folgt, dass jene nur in der ersten Zeit, wenn dieser noch nicht sehr weit gediehen ist, für die Mesodermentwicklung in Betracht kommt; später erfolgt die weitere Anlage desselben fast ausschließlich vom Primitivstreifen aus. Da die Ausbildung des letzteren von hinten nach vorn zu fortschreitet, so werden dem entsprechend diejenigen Mesoderm-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zellen, welche von der Sichel und dem hintern Abschnitte des Primitivstreifens abstammen, indem sie zwischen den beiden Keimblättern immer weiter nach außen vordringen, eher das Ringgebiet erreichen müssen, als die von dem vorderen Abschnitte des Primitivstreifens aus wuchernden Mesodermzellen. Am besten kann man dieses Verhalten erkennen, wenn man eine Schnittreihe durchsieht, in welche der Quere nach eine Keimscheibe zerlegt ist, deren Primitivstreif noch keine ausgesprochene Rinne zeigt, also etwa in der Mitte seiner Entwicklung steht. Die durch den vordersten Teil des Primitivstreifens gehenden Schnitte zeigen nur eine nach unten zu verdickte Stelle des Ektoderms, erst bei den durch das mittlere Drittteil fallenden Schnitten sind seitlich an dieser verdickten Stelle flügelförmige Anhänge zu erkennen, welche eine kurze Strecke weit zwischen das obere und untere Keimblatt eindringen; dieselben entsprechen den Durchschnitten durch das im Entstehen begriffene Mesoderm. Je weiter nun die Schnitte nach hinten rücken, eine desto größere Länge erreichen nach beiden Seiten hin die Mesodermanhänge des Primitivstreifens. Schließlich erkennt man an den durch die hintersten Teile der Area pellucida gehenden Schnitten, dass das Mesoderm sich bereits bis in die Area opaca hinein vorgeschoben hat.

Im Flächenbilde muss in diesem Entwicklungsstadium derjenige Teil der Keimhaut, welcher bereits ein Mesoderm enthält, als ein annähernd gleichschenkliges Dreieck erscheinen, dessen abgerundete Spitze von dem Kopfende des Primitivstreifens eingenommen wird, und dessen Grundlinie bereits in das Ringgebiet hineinfällt, jedoch nicht gerade, sondern nach hinten convex ist, während die beiden Seitenlinien gleichfalls als leicht gebogene Linien zu Tage treten, deren Concavität nach vorne und außen gerichtet ist.

Die weitere mit der allmählichen Ausbildung des Primitivstreifens einhergehende Ausdehnung des Mesoderms schreitet nach hinten unter dem Ektoderm des Ringebietes nur langsam fort; verhältnissmäßig rasch breitet es sich dagegen seitlich von dem Primitivstreifen in der Area pellucida aus, indem die Mesodermzellen sich stark vermehren und auch in der mittleren Querzone der gesammten Keimhaut bis in das Ringgebiet hinein vordringen. Die Figur, unter welcher um die 12. bis 14. Brütestunde nach vollständiger Entwicklung des Primitivstreifens das mittlere Keimblatt im Flächenbilde erscheint, kann man sich am besten construiren, wenn man dieselbe als ein Halboval auffasst, welches dadurch entsteht, dass man von einem Oval sich die eine Hälfte durch einen im kleineren Durchmesser desselben geführten Schnitt losgetrennt denkt.

In unserem Falle ist nun das Halboval so gestellt, dass die der Halbirungslinie entsprechende Gerade direct nach vorne, die Bogenlinie desselben mit ihrem am meisten convexen Teil nach rückwärts gerichtet ist; die Bogenlinie fällt bereits durchaus in das Ringgebiet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auch darf man sich die vordere Grenzlinie nicht als eine vollständig gerade vorstellen, sondern sie ist in der Medianlinie durch das Kopfende des Primitivstreifens nach vorne etwas vorgebuchtet.

Nach der Ausbildung des Primitivstreifens fallen nun die weiteren Entwicklungserscheinungen vorwiegend in das vor dem letzteren liegende Gebiet der Area pellucida. Bei Betrachtung von Flächenbildern solcher Keimhäute, welche dieser Phase der Entwicklung angehören, lässt sich leicht beobachten, wie von dem etwas angeschwollenen Kopfende des Primitivstreifens ein sich nach vorne immer mehr verlängernder Fortsatz abgeht, der die Medianlinie einhüllt. Kölliker hat denselben Kopffortsatz des Primitivstreifens genannt, und ihn, wie auch die anderen Autoren, welche über denselben berichten, als eine Verdickung des nach vorne zu von dem Primitivstreifen vorgedrungenen Mesoderms aufgefasst. Diese Annahme beruht jedoch, worauf ich gleich zu sprechen kommen werde, auf einer irrigen Voraussetzung. Was zunächst die Lage des Kopffortsatzes betrifft, so muss ich Götte Recht geben, welcher gefunden hat, dass das fragliche Gebilde nicht in der Verlängerung der Primitivrinne liegt, sondern als eine Fortsetzung des rechten Primitivwalles erscheint[1]).

Der Kopffortsatz des Primitivstreifens ist nun keineswegs eine Mesodermbildung, sondern er kommt durch eine Verdickung des Entoderms zu Stande. Im Querschnitt erscheint derselbe unmittelbar vor dem Primitivstreifen spindelförmig; nach vorne zu wird diese Spindel allmählich breiter, indem die Uebergangsstelle derselben in die benachbarten Teile des Entoderms sich immer mehr verwischt. Was das Mesoderm anlangt, so fällt dessen weitere Ausbreitung nicht vor den Primitivstreifen, sondern dasselbe wuchert seitlich von der Mittellinie in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Abschnitt der Area pellucida weiter nach vorne und außen und ist in der Nähe des Ringgebietes am stärksten, während es medianwärts schwächer wird. Die Figur, unter der es in diesem Stadium im Flächenbilde erscheint, ist die eines lang gestreckten Kartenherzens, dessen stark abgerundete Spitze nach hinten sieht, während unmittelbar vor dem Primitivstreif der weit einspringende Einschnitt des Herzens liegt. Der Einschnitt wird zum großen Teile von dem Kopffortsatz ausgefüllt. Seine Ränder nähern sich aber immer mehr einander, indem das Mesoderm medianwärts gegen den Kopffortsatz zu wuchert und sich mit seinen Zellen dicht an denselben anlegt, so dass nur auf sehr dünnen Querschnitten die Grenze zwischen beiden deutlich zu sehen ist. Aus dem Gesagten geht hervor, dass in der den Primitivstreif enthaltenden Region der Area pellucida die Ausdehnung des Mesoderms eine centrifugale ist, während sie in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Bezirke centripetal vor sich geht. Je mehr nun der Kopffortsatz nach vorne sich

[1]) a. a. O. pag. 177.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verlängert, desto mehr legt sich an sein hinteres Ende das mittlere Keimblatt seitlich an, welches alsbald neben dem Kopffortsatz an Stärke zunimmt. Man kann diese Verhältnisse sehr gut an Reihen von Querschnitten verfolgen, welche durch Keimhäute gelegt sind, die einen bereits etwas längeren Kopffortsatz aufweisen. Hat man bei Besichtigung der Querschnitte die vordere Amnionfalte hinter sich, deren Genese aus dem Entoderm des vorderen Ringgebietes ich hier nicht weiter verfolgen will, so trifft man bald, je weiter die Schnitte nach hinten rücken, auf den Kopffortsatz, welcher als eine sehr breite Verdickung des Entoderms erscheint; bald werden auch Mesodermteile sichtbar, meistens auf der einen Seite etwas früher, als auf der anderen, aber sie sind von dem Kopffortsatz noch durch ein Stück Blastoderm geschieden, das nur aus dem oberen und unteren Keimblatte besteht. In den folgenden Schnitten nimmt dieser Zwischenraum zwischen Kopffortsatz und den Mesodermteilen jederseits sehr rasch ab, und bald sieht man die ersten Mesodermzellen seitwärts an den Kopffortsatz herantreten, und sich immer enger an ihn anlegen. Der letztere verschmälert sich von nun an zusehends, und sein Querschnitt geht bald in die Spindelform über. Dabei nimmt sowol er, als das hart an ihn angrenzende Mesoderm, je weiter sich die Schnitte dem Kopfende des Primitivstreifens nähern, fortwährend an Stärke zu.

Ueber das hintere Ende des Kopffortsatzes gaben mir Querschnitte keine Auskunft. Dagegen haben mich mediane Längsschnitte über das Verhalten des Kopffortsatzes zu der Axenplatte des Primitivstreifens aufgeklärt. An solchen Schnitten — es sind begreiflicher Weise immer nur wenige Serienschnitte, welche der Länge nach durch Axenplatte und Kopffortsatz gehen — ist die Grenze zwischen beiden, da sie sich fest aneinander legen, nicht leicht zu finden. Achtet man jedoch auf diejenige Stelle, an welcher das Ektoderm beginnt, einen scharfen unteren Grenzcontour zu bekommen, so wird man auf eine schiefe Linie aufmerksam, welche die Axenplatte von den Entodermzellen des Kopffortsatzes trennt, und erkennt, wie das dünne, unter der Axenplatte gelegene und mit derselben nur lose verbundene Entoderm, sobald dieselbe vorne aufhört, sich plötzlich zu dem Kopffortsatze verdickt. Mit anderen Worten, es scheidet auf solchen medianen Längsschnitten jene schiefe Grenzlinie eine Verdickung des Ektoderms (Axenplatte des Primitivstreifens) von einer Verdickung des Entoderms (Kopffortsatz).

In den folgenden Entwicklungsstadien, welche sich durch eine weitere Ausbildung und Vergrößerung des vorderen Teiles der Area pellucida, durch das Auftreten der Rückenwülste, sowie der Rückenfurche kennzeichnen, sehen wir den Kopffortsatz ebenfalls in einer von hinten nach vorne fortschreitenden Umbildung begriffen. Der Querschnitt desselben beginnt hinten allmählich in eine rundliche Form überzugehn, während er vorne noch spindelförmig ist; damit ist zugleich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausgesprochen, dass der Kopffortsatz, und zwar zuerst mit seinem hinteren Teile, in querer Richtung sich verschmälert, in dorsoventraler Richtung dagegen an Stärke zunimmt. Da nun der Kopffortsatz, den man jetzt schon, wenn er sich auch noch an keiner Stelle vom Entoderm gänzlich losgelöst hat, als Chorda bezeichnen kann, unter der Rückenfurche liegt, so muss der Grund desselben durch die in dorsoventraler Richtung sich vergrößernde Chorda nach oben vorgebuchtet werden; es entsteht so eine Erhebung des Bodens der Rückenfurche in Gestalt einer medianen Längsleiste, der ich den Namen Chordawulst beilegen möchte. Derselbe ist unmittelbar vor dem Primitivstreif am stärksten entwickelt, verflacht sich aber nach vorne immer mehr. An Querschnitten durch diese Gegend ist die mediane Erhebung der Rückenfurche aber gut zu erkennen, und man beobachtet, wie der über der Chorda liegende Teil der Medullarplatte des Ektoderms etwas dünner ist. Der Chordawulst, welchen übrigens schon Götte als axialen Wulst erwähnt[1]), hat nur ein kurzes Dasein, da er in Folge einer stärkeren Erhebung der Rückenwülste bald verschwindet.

Bereits oben habe ich bemerkt, dass der Kopffortsatz verhältnissmäßig bald nach seinem Auftreten eine Verbreiterung seines vorderen Endes zeigt; dieselbe ist von dreieckiger Form, und es geht die eine in der Medianlinie liegende Spitze des Dreiecks nach hinten zu in den geradlinigen Teil des Kopffortsatzes über. Diese nicht scharf zu bezeichnende Uebergangsstelle ist für den Anfang der Entwicklung der Kopfdarmhöhle von Bedeutung, indem von hier aus nach hinten zu die Keimhaut in der Medianlinie sich ventralwärts tief einsenkt. Es entsteht so ein nach dem Dotter zu gerichteter Kiel des Blastoderms, welcher vorne ziemlich scharf begrenzt ist und nach rückwärts sich allmählich abflacht.

Was die Länge dieses Kiels anlangt, so ist er, wenn man die Strecke von dem hinteren Ende des Kopffortsatzes an bis zu der Stelle, wo er in jene dreieckige Verbreiterung übergeht, in zwei Hälften teilt, nur in der vorderen deutlich ausgeprägt, in der hinteren Hälfte ist er schon oben flach geworden und unmittelbar vor dem Primitivstreifen kaum mehr vorhanden. Gleichzeitig mit der Bildung des Kiels kommt es neben und vor demselben zu der Erhebung einer Falte. Da dieselbe sich dorsalwärts über das Niveau der Keimhaut erhebt, so muss sie von der ventralen Seite betrachtet als eine Furche erscheinen, und zwar von der Form eines Hufeisens. Sie besteht demnach aus zwei Längsfurchen, welche vorne durch eine kurze quere Verbindungsfurche, welche im Bogen um das vordere Ende des Kieles herumgeht, mit einander zusammenhängen. Nach hinten zu verlieren sich die beiden Furchen ebenso wie der Kiel ziemlich rasch, in dem Niveau der Keimhaut.

Von der vorderen Querfurche geht die Bildung der Kopfdarm-

---

[1]) a. a. O. pag. 176.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

höhle aus. Da nun, wie wir wissen, an dieser Stelle die Keimhaut nur aus dem dreiseitig verbreiterten Ende des Kopffortsatzes und dem Ektoderm besteht, indem das Mesoderm hier noch nicht bis in die nächste Nähe der Medianlinie vergedrungen ist, erklärt es sich, warum die Kopfdarmhöhle in den ersten Anfängen nur eine zweischichtige Wand besitzt; dieselbe besteht nur aus einem sehr verdickten Entoderm und dem Ektoderm. Das mittlere Keimblatt wandert erst später von der ventralen Seite aus ein.

Betrachtet man eine in diesem Stadium befindliche Keimhaut von der dorsalen Seite, so fällt die faltenförmige Erhebung des embryonalen Kopfendes am meisten in's Auge. Da diese ja die Gestalt eines Hufeisens besitzt, so können wir ebenfalls zwei Längsfalten und eine bogenförmige Querfalte unterscheiden. Die letztere ist unter dem Namen der Kopffalte bekannt. Die beiden Längsfalten sind nichts Anderes, als die vorderen Teile der Rückenwülste, welche die vorne sehr tiefe Medullarrinne zwischen sich fassen.

Es lassen sich um diese Zeit die Rückenwülste ungezwungen in drei Abschnitte zerlegen, die allerdings ohne scharfe Grenze in einander übergehn. Im hinteren Abschnitt sind die Wülste noch sehr flach, enthalten aber eine schon ziemlich dicke Mesodermeinlage (Urwirbelplatten); sie fassen zwischen sich das vordere Endstück des Primitivstreifens, welches demnach, wenn die Rückenfurche sich hier mehr vertieft, auf dem Grunde derselben zu liegen kommt. Vorerst ist die Furche hier noch kaum angedeutet. Im mittleren Teile sind die Rückenwülste schon etwas mehr erhaben, und besitzen ebenfalls noch eine sehr starke Mesodermeinlage; das zwischen ihnen liegende Stück der Rückenfurche ist schon etwas mehr vertieft und enthält im Grunde die Chorda. In diesem Abschnitt tritt später die erste Urwirbelspalte auf, und zwar nicht sehr weit vor dem Primitivstreifen. Im vorderen Abschnitte endlich sind die Rückenwülste, wie schon erwähnt, faltenförmige Erhebungen, welche vorne durch die Kopffalte mit einander verbunden sind, und welche, weil hier das Mesoderm erst später eingewachsen ist, nur eine dünne Lage desselben einschließen. Der zwischen ihnen liegende vorderste Teil der Rückenfurche ist entsprechend dem ventralwärts vordringenden Kiel sehr vertieft. An Querschnitten durch diese Gegend erscheint die Chorda queroval und an die von oben her sich einsenkende Medullarplatte so fest angedrückt, dass es, zumal wenn die Ablösung der Chorda vom unteren Keimblatt schon an dieser Stelle begonnen hat und darum der Zusammenhang mit diesem an den Schnitten nicht mehr deutlich ist, sogar den Anschein gewinnen kann, als sei die Chorda von der Medullarplatte aus entstanden, also ein Produkt des Ektoderms.

Das geschilderte Entwicklungsstadium fällt ungefähr in die 20. bis 22. Stunde des ersten Tages der Bebrütung. Um diese Zeit ist die Loslösung der Chorda vom Entoderm, welche an deren hinterem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ende begonnen hat, schon ziemlich weit nach vorne vorgerückt; und wenn kurz hierauf die ersten Urwirbel auftreten, so ist von einem Zusammenhang zwischen beiden an Querschnitten, die durch die mittlere Embryonalanlage (Urwirbelgegend) gelegt sind, Nichts mehr wahrzunehmen.

Das Verhalten der Chorda an solchen Querschnitten kann aber, wie aus dem Vorherstehenden erhellt, keineswegs zu dem Schlusse berechtigen, dass die Chorda sich von dem Entoderm unabhängig bilde, und dies möchte ich Kölliker, dessen Angaben und Schlussfolgerungen ich bereits im Eingange referirt habe, entgegen halten. Bei dem Kaninchenembryo, an welchem Kölliker jene Reihe von Querschnitten abbildet, war vermutlich die Loslösung der Chorda vom Entoderm schon ganz erfolgt, oder wenigstens nahezu vollendet, vorne am Kopfende des Embryos zuletzt; und darum jene nach vorne fortschreitende Verdünnung und zeitweiliges Fehlen des Entoderms unter der Chorda, während dasselbe vor dem Kopfende des Primitivstreifens sich schon wieder verdickt hatte, da hier ja die Loslösung am frühesten stattgefunden hatte. Ich wüsste nicht, wie man jene Querschnitte anders deuten könnte, da sich ja für die Verdünnung des unteren Keimblattes unter der Chorda meiner Ansicht nach keine sonstige befriedigende Erklärung anführen lässt.

Dass die Ablösung der Chorda mit einer Continuitätstrennung des Entoderms seitlich von ihr verbunden sei, und dieses sonach wieder unter ihr in der Medianlinie zusammenwachsen müsste, eine Annahme, zu welcher vielleicht die Fig. 189 und 190 des Kölliker'schen Lehrbuches Veranlassung geben könnten, glaube ich für das Hühnchen nach meinen Präparaten in Abrede stellen zu sollen. Ein Teil der letzteren hat die größte Aehnlichkeit mit einer der Abbildungen, welche Hensen seiner oben angeführten Abhandlung beigegeben hat. Seine Zeichnung Fig. 40, welche einen Querschnitt durch einen bereits mit vier Urwirbeln versehenen Kaninchenembryo wiedergibt, könnte mit nur wenigen geringen Veränderungen auch einen Querschnitt von einem Hühnerembryo, der allerdings noch keinen Urwirbel aufweisen dürfte, repräsentiren. Es scheint daher beim Hühnchen die Entwicklung der Chorda aus dem Entoderm etwas früher vollendet zu werden als bei dem Kaninchen.

Was nun die Art der Loslösung der Chorda vom Entoderm angeht, so glaube ich ebensowenig wie eine dabei stattfindende Continuitätstrennung des Entoderms in dem eben erörterten Sinne eine rinnenförmige Ausstülpung und schließliche Abschnürung der Chorda vom Entoderm befürworten zu können, sondern sowohl meine eigenen Präparate als die mehrfach besprochenen 7 Abbildungen Köllikers (Fig. 191—197) scheinen mir für die Annahme zu sprechen, dass beim Hühnchen sowie bei dem Kaninchen die unterste, sehr verdünnte Zellenlage der Chordaanschwellung des Entoderms nach

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Loslösung derselben als verdünnte Stelle des unteren Keimblattes zurückbleibt.

Zum Schlusse möchte ich daran erinnern, dass die Entwicklung der Chorda vor dem Primitivstreifen aus dem Gebilde, welches Kölliker später Kopffortsatz nannte, schon von Dursy[1]) erkannt und eingehend geschildert wurde. Seine Abbildungen sind, soweit sie sich auf diesen Punkt beziehen, vollkommen naturgetreu. Leider sind die Untersuchungen dieses verdienstvollen Forschers von den späteren Autoren lange nicht genügend gewürdigt worden.

Es besteht somit, wenn man von den Angaben über die Ausbreitung des Mesoderms in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Teil der Area pellucida absieht, das Neue, das die vorliegende Mitteilung bringt, hauptsächlich darin, dass jenes Gebilde eine Verdickung des Entoderms darstellt. Der Name Kopffortsatz ist daher für dasselbe kein sehr zutreffender. Will man es nicht nach dem Vorgange von Dursy schon von Anfang an Chorda nennen, so möchte ich wenigstens für dasselbe den Namen Chordaanschwellung vorschlagen.

Erlangen, am 25. März 1881.

A. F. W. Schimper, Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner.

Botan. Zeitung, 1880. S. 882 ff.

Nach Nägeli's grundlegenden Untersuchungen, die auch Sachs auf Grund eigener Beobachtungen bestätigte, ist der Bildungsort der Stärkekörner, des ersten sichtbaren Assimilationsproduktes bei den Pflanzen, der Chlorophyllkörper: Im Innern des mit dem grünen Farbstoff begabten Protoplasmakörperchens entstehen an beliebigen Stellen einzeln oder zu mehreren, Körnchen von Stärke, welche, allmählich wachsend, oft das Chlorophyllkorn ganz ausfüllen.

Dass diese Art und Weise der Stärkebildung nicht allgemein sei, zeigt Schimper durch seine neuen Untersuchungen. Bei einer großen Anzahl Pflanzen bilden sich die Stärkekörner nicht an beliebigen Stellen des Chlorophyllkörpers, sondern nur dicht unter der Oberfläche desselben. Bei kugligen Chlorophyllkörnern können sich die Stärkekörnchen an allen Punkten der Oberfläche finden, bei scheibenförmiger Gestalt der ersteren jedoch nur an der Mantelzone der Scheibe.

Die Beobachtungen werfen namentlich ein neues Licht auf die Entstehung des den Stärkekörnern vieler Pflanzen eigenen excentrischen Baues. Es sind nämlich alle die an der Peripherie der Chloro-

---

[1]) a. a. O. pag. 37.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Gerlach Leo

Artikel/Article: Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis 38-49