

## 79. Ernst Küster: Normale und abnorme Keimungen bei *Fucus*.

Mit einer Abbildung im Text.

Eingegangen am 25. November 1906.

Gelegentlich einiger Protophytenuntersuchungen, die mich im August nach der biologischen Station zu Helgoland führten, stellte ich neben anderem eine Reihe von Versuchen an, mit welchen ich ROSENVINGE's Angaben<sup>1)</sup> über die Keimung befruchteter *Fucus*-Eier nachprüfen wollte. ROSENVINGE gibt an, dass auf die Richtung der ersten Querwand und die Ausbildung einer Polarität am keimenden *Fucus*-Ei verschiedene äussere Faktoren von Einfluss seien: Das Licht wirkt insofern bestimmend, als bei einseitiger Beleuchtung die erste Wand senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen steht, und die dem Licht zugewandte Seite des Eies den Sprosspol, die andere den Rhizoidpol liefert, „mais cela n'a pas toujours lieu, et il n'y a pas un rapport nécessaire entre l'orientation de la première cloison et celle de la polarité de la plantule.“ Ganz belanglos sei die Wirkung des Lichtes auf die Keimungserscheinungen von *Fucus serratus*; *Pelvetia canaliculata* war diejenige Spezies, welche am promptesten auf einseitige Beleuchtung reagierte. Weiterhin gibt ROSENVINGE an, dass ungleiche Sauerstoffzufuhr von Bedeutung sei; an der nur schwach mit Sauerstoff versorgten Seite entstanden die Rhizoiden, an der entgegengesetzten entwickelte sich der Sprosspol.

Neuerdings hat WINKLER<sup>2)</sup> durch seine Mitteilungen über *Cystosira*-Eier die Aufmerksamkeit von neuem auf ROSENVINGE's Resultate und Folgerungen gelenkt: die *Cystosira*-Eier werden bei einseitiger Beleuchtung in der Ausbildung von Spross- und Rhizoidpol von der Richtung der Lichtstrahlen bestimmt; von dem richtenden Einfluss ungleichmässiger Sauerstoffverteilung war nichts nachweisbar.

Meine eigenen Versuche, die ich in Helgoland anstellte und zum Teil im botanischen Institut zu Halle im Oktober mit künstlichem Meereswasser wiederholte, beziehen sich auf *Fucus serratus* und *F. platycarpus*.

1) Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrals des plantes. Rev. gén. de Bot., Bd. I. 1889, p. 53 ff.

2) Über den Einfluss äusserer Faktoren auf die Teilung der Eier von *Cystosira barbata*. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVIII, 1906, S. 297.

Im allgemeinen kann ich ROSENVINGE's Ergebnisse bestätigen. Bevor ich auf diese und meine eigenen näher eingehe, möchte ich vorausschicken, dass das mir zur Verfügung stehende Material von *Fucus* nicht das beste war, insofern als die Geschlechtsprodukte — von *Fucus platycarpus* und besonders von *F. serratus* — nur spärlich und langsam aus den Receptakeln austraten. Die Eier waren zwar durchaus befruchtungsfähig, und die Spermatozoen schwärmten meist lebhaft; aber die energische Wirkung der Geschlechtszellen aufeinander, wie sie von den Autoren meist geschildert wird, das lebhaftes Getümmel der Spermatozoen und das passive Rollen der Eier blieben aus. Grosse Mengen von Geschlechtszellen erhielt ich dadurch, dass ich die fruktifizierenden Thallusabschnitte auf Löschpapier legte, welches mit verdünntem Meerwasser (z. B. 2:1 Süßwasser) oder gar mit süßem Leitungswasser getränkt war. Ebenso wie man z. B. die Tetrasporen von Florideen durch Behandlung mit hypotonischen Lösungen zum Austreten bringen kann, gelingt es auch auf dem gleichen Wege *Fucus*-Eier und -Spermatozoen in grosser Menge zu gewinnen: sowohl auf der unteren, benetzten Seite, als auch auf der gegenüberliegenden, oberen treten schon nach wenigen Stunden päckchen- und häufchenweise die Geschlechtszellen aus. Sie erwiesen sich ebenso befruchtungs- und bewegungsfähig, wie die ohne künstliche Hilfsmittel gewonnenen.

Die Eier von *Fucus platycarpus* und noch mehr die von *F. serratus* haften sehr fest auf dem Objekträger und verändern auch bei kräftigem Schütteln der auf ihm stehenden Kulturtropfen nur ausnahmsweise ihre Lagerung, so dass auch ohne Anwendung von Gelatine die Lagerung der Eier hinreichend fixiert schien<sup>1)</sup>. Es stellte sich heraus, dass das Licht sowohl bei *Fucus serratus* als auch bei *F. platycarpus* die ersten Keimungserscheinungen in dem oben angeführten Sinn bestimmt. Wodurch es veranlasst sein mag, dass bei ROSENVINGE's Versuche die Eier von *Fucus serratus* durch einseitige Beleuchtung nicht beeinflusst wurden, vermag ich nicht anzugeben. Allerdings gilt für beide Arten, dass, wie schon ROSENVINGE angibt, nicht alle Exemplare in der Richtung ihrer Keimungsachse als vom Licht bestimmt sich erkennen lassen. Viele Eier bilden ihre Rhizoidanlage nicht an dem beschatteten Pol, sondern die Anlage erscheint nach den vom Licht gestreiften Flanken hin verschoben, oder es bildet sich die zum Rhizoid auswachsende Papille an der belichteten Hemisphäre aus. Dass eine unzureichende Methode in der Abblendung alles seitlich auffallenden Lichtes das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Eier bedingt habe, halte ich

1) WINKLER (a. a. O.) fixierte die *Cystosira*-Eier in dünner Gelatine. In der von mir in Helgoland angewandten gingen die *Fucus*-Eier fast durchweg zugrunde und kamen nur ausnahmsweise zur Keimung.

nicht für wahrscheinlich, da an achtundvierzigstündigen Kulturen die allmählich heranwachsenden Rhizoiden alle einander parallel von der Lichtquelle sich fortgewandt hatten. Der richtende Einfluss auf das Wachstum der Rhizoids wirkt ausnahmslos an allen Exemplaren; bei der Anlage des Rhizoids sind Abweichungen in vielen Kulturen sehr zahlreich, in anderen seltener. Vielleicht hat der Reifezustand der Eier Einfluss auf ihre Reaktionsfähigkeit.

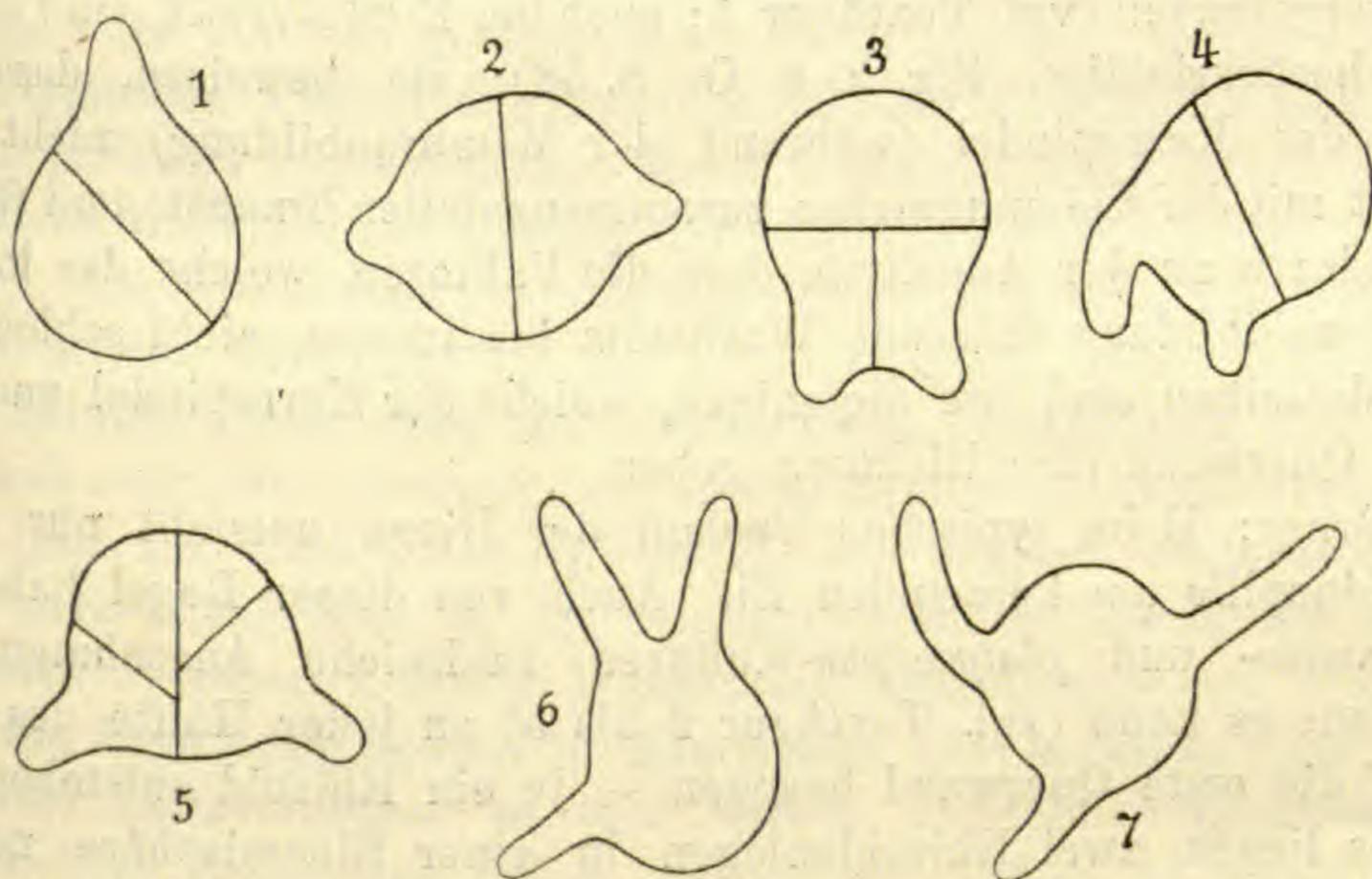
Dass bei *Fucus*-Eiern auch andere äussere Faktoren einen richtenden Einfluss auf die Anlage des Rhizoids haben, ist sehr wahrscheinlich. Wenigstens sprechen dafür ROSENVINGE's Beobachtungen, nach welchen die in Gruppen zusammenliegenden Eier ihre Rhizoiden stets an der Innenseite anlegen. Nicht nur bei Dunkelkulturen, sondern auch bei belichteten beobachtete ich diese Art der Orientierung; sehr oft bleiben die acht aus einem Oogonium stammenden Eier nahe bei einander liegen und entwickeln dann stets eine einwärts orientierte Rhizoidanlage, so dass von der Wirkung des sie einseitig bestrahlenden Lichtes überhaupt nichts mehr erkennbar ist. Auch dann, wenn grössere, acht bis zehn oder mehr Eier enthaltende Gruppen gebildet werden, tritt dieselbe Erscheinung auf. Ob dabei ungleiche Verteilung des Sauerstoffes eine Rolle spielt, wie ROSENVINGE will, oder ob es sich um die Wirkung von Stoffwechselprodukten oder um die ungleiche Kohlensäureverteilung handelt, konnte ich mit den in Helgoland mir zu Gebote stehenden Mitteln nicht näher prüfen.

Auf die Frage nach der Art der vom Lichte oder anderen äusseren Faktoren ausgehenden richtenden Wirkungen lässt sich zur Zeit nur mit verschiedenen Möglichkeiten antworten, die WINKLER auch gegen einander abwägt. Da auch im Dunkeln die *Fucus*-Eier keimen und in gleicher Weise wie belichtete Exemplare einen Rhizoidpol entwickeln, da ferner auch unter den oben geschilderten einseitig belichteten Exemplaren sich solche fanden, die ihre Rhizoidpapillen nicht auf der beschatteten Seite anlegten, so darf gefolgert werden, dass irgend welche im Ei selbst liegende wirksame Faktoren dem ursprünglich wohl isotropen Ei eine Polarität aufnötigen, die in den bekannten Wachstumserscheinungen und bei der Anlage der ersten Querwand ihren Ausdruck findet. In diesem Sinne haben auch FARMER und WILLIAMS<sup>1)</sup> gefolgert. ROUX hat nun für das Froschei gezeigt, dass die erste Teilung des Furchungskernes in der Kopulationsrichtung erfolgt<sup>2)</sup>. Es wäre sehr wohl möglich, dass die

1) Contributions to our knowledge of the Fucaceae: their life history and cytology (Philos. Transact. Roy. Soc. Bd. 190, 1898, p. 623); zitiert nach WINKLER a. a. O.

2) Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Nr. 4. Die Bestimmung der Medianebene des Froschembryo durch die Kopulationsrichtung des Eikernes und des Spermakernes. (Arch. für mikrosk. Anatomie, Bd. 29, 1887, S. 157).

Polarität, die sich z. B. an den im Dunkeln gehaltenen *Fucus*-Eiern bei ihrer Keimung äussert, mit diesen „inneren“ Faktoren zusammenhängt, und die Kopulationsrichtung bestimmend für die Richtung der ersten Wand wird. Auch für die bei Belichtung keimenden Eier und auch für die von WINKLER studierten Fälle liesse sich dieselbe Annahme verteidigen, wenn wir weiterhin annähmen, dass der im befruchteten Ei enthaltene Kern vor seiner Teilung im Ei sich zu drehen vermöchte und bei seiner Drehung und Einstellung dem richtenden Einfluss äusserer Faktoren zugänglich wäre. Diese Annahme wird nicht allzu kühn erscheinen, da solche Kerndrehungen von AUERBACH<sup>1)</sup> am *Ascaris*-Ei direkt beobachtet und von ROUX



für das Froschei auf Grund sicherer Argumente erschlossen worden sind; AUERBACH beschrieb Drehungen des Zellkerns, die unter typischen Verhältnissen beobachtet wurden, während ROUX durch bestimmte experimentelle Eingriffe eine Einstellung des Kerns hervorrufen konnte. GIESENHAGEN<sup>2)</sup> diskutiert bereits bei Besprechung der ROSENVINGE-WINKLER'schen Versuche, sowie der bekannten STAHL'schen Beobachtungen an *Equisetum*-Sporen<sup>3)</sup> die Möglichkeit einer Kerndrehung, und ich glaube, dass die von ihm geäusserte Vermutung durch ROUX' Beobachtungen und Experimente gut gestützt wird.

1) Organologische Studien 1874.

2) Studien über die Zellteilung im Pflanzenreiche. Stuttgart 1905. Vgl. besonders S. 41.

3) Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Teilung der *Equisetum*-Sporen. Ber. der Deutschen Botan. Ges. Bd. III, 1885, S. 334.

Angenommen, dass wirklich zwischen der Kopulationsrichtung und der ersten Teilung im *Fucus*-Ei dieselben Beziehungen beständen, wie sie ROUX für das Froschei festgestellt hat, so dürfte doch nur ein Teil der uns hier interessierenden Veränderungen am keimenden Ei mit dem Kopulationsvorgang in Verbindung gesetzt werden. Wir haben bisher nur von denjenigen Fällen gesprochen, in welchen die durch das junge Rhizoid des keimenden Eies gelegte Achse des letzteren senkrecht auf der ersten Querwand steht. Dieses Verhältnis ist in der Tat das typische; es fehlt aber durchaus nicht an Ausnahmen von dieser Regel: sehr oft wird die Querwand des Eies schiefwinklig von der Keimungsachse geschnitten. Ich habe in meinen *Fucus*-Kulturen solche atypischen Keimlinge zwischen typischen in grosser Zahl vorgefunden (vgl. Textfigur 1; auch bei ROSENVINGE sind solche Fälle berücksichtigt, Fig. a. a. O. S. 58); sie beweisen, dass die Achse der Kernspindel (während der Membranbildung) nicht unbedingt mit der Keimungsachse zusammenzufallen braucht, und führen uns dadurch zu der Annahme, dass die Faktoren, welche das lokale, zur Rhizoidbildung führende Wachstum bestimmen, nicht schlechterdings dieselben sind wie diejenigen, welche der Kernspindel und der ersten Querwand ihre Richtung geben.

Ferner: Beim typischen Verlauf der Dinge entsteht nur eine Rhizoidpapille am keimenden Ei. Auch von dieser Regel habe ich in *serratus*- und *platycarpus*-Kulturen zahlreiche Ausnahmen angetroffen; es kann (vgl. Textfigur 2 bis 5) an jeder Hälfte des Eies — auf die erste Querwand bezogen — je ein Rhizoid entstehen, — oder es liegen zwei Rhizoidanlagen in einer Eihemisphäre nebeneinander (Fig. 3 und 4), — oder es entstehen sogar drei Rhizoiden in beliebiger Verteilung an der Eioberfläche (Fig. 6 und 7). Bei den in Fig. 2 und 5 dargestellten Fällen<sup>1)</sup> sind die durch die erste Querwand voneinander getrennten Eihälften einander gleich, jede Blastomere entwickelt einen Wurzelpol, und wenn es gelänge, die beiden Blastomeren voneinander zu trennen, so würde zweifellos aus jeder ein typischer *Fucus*-Keimling sich entwickeln<sup>2)</sup>. Der in Fig. 5 dargestellte Fall lässt vermuten, dass Anteile beider Furchungshälften zur Bildung des Sprosspoles sich vereinigen können. Beim typischen Verlauf der Furchung verbindet sich mit der Bildung der ersten Querwand die „Entscheidung“ über das Entwicklungsschicksal der beiden Eihälften; in abnormalen Fällen aber sehen wir beide  $\frac{1}{2}$ -Blastomeren in gleichem Sinne nebeneinander sich entwickeln

1) Ihnen entsprechen die von ROSENVINGE (a. a. O. S. 123) erwähnten „plantules à deux rhizoides diamétralement opposés.“

2) Vgl. MORGAN: Half-embryos and whole-embryos from one of the first two blastomeres of the Frog's Egg. Anatom. Anzeiger, 1895, Bd. X.

und finden in ihnen den Beweis dafür, dass die Teilung als solche nach beiden Hälften die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten lassen kann. Die „prospektive Potenz“ der Blastomeren (DRIESCH) oder ihr „entwicklungsmechanisches Vermögen“ (ROUX) ist das gleiche, und das gefurchte Ei, mit DRIESCH zu sprechen, ein äquipotentielle System. Letzteres gilt auch wohl für das Ei in weiteren Furchungsstadien: in den durch Fig. 6 und 7 veranschaulichten Fällen<sup>1)</sup> wachsen drei Zellen zu Rhizoiden aus, und mehrere Male konnte ich Keimlinge finden, welche noch ein viertes, allerdings nur kurzes, stummelähnliches produzierten. Sie machen es in hohem Mass wahrscheinlich, dass auch in späteren Stadien der Furchung alle Blastomeren noch gleiche Potenzen haben.

Es wäre nun von grossem Interesse zu erfahren, welche Faktoren beim typischen Verlauf der Keimlingsbildung die typische Ausbildung eines Rhizoids herbeiführen. Meine Untersuchungen haben nur bescheidene Beiträge zur Lösung der Frage geliefert: es ist mir gelungen, den Prozentsatz der mit doppeltem oder dreifachem Rhizoid ausgestatteten Keimlinge bis auf 15 zu steigern. Das geschieht einfach dadurch, dass man die befruchteten, umbäuteten Eier leicht plasmolysiert; man überträgt sie in eine hypertonische Meersalzlösung oder lässt das Wasser der Kulturschälchen langsam eindunsten. Die Eier bleiben tagelang in der plasmolysierenden Lösung am Leben; es treten an ihnen keinerlei Wachstumserscheinungen ein. Überträgt man die Keimlinge hierauf in Meerwasser von normaler oder unternormaler Konzentration, so tritt binnen 24 Stunden Keimung ein; die meisten Exemplare fallen normal aus, gegen 15 vom Hundert zeigen die geschilderten Abweichungen. Alle anderen von mir angewandten Mittel — Licht und Dunkelheit, abnormale chemische Zusammensetzung des Meerwassers, Anwendung hypotonischer Salzlösungen, Anästhetica wie Äther und Chloroform u. a. m. — erwiesen sich als einflusslos auf die uns interessierenden Gestaltungsvorgänge.

Das Ergebnis der Versuche besteht in der Feststellung, dass durch osmotische Störungen die Regulationen, welche beim „normalen“ Verlauf der Entwicklung einen typischen Keimling zustande kommen lassen, wenigstens stellenweise gehemmt oder aufgehoben werden und mehrere Blastomeren gleiche Entwicklung erfahren. Es ist möglich, dass auch beim normalen Entwicklungsgang osmotische Verhältnisse im Ei bestimmend für den Ort der Rhizoidbildung sind, und die Annahme wäre mit dem für *Fucus*, *Pelvetia* und *Cystosira* er-

1) Die Zeichnungen sind — wie schon die Länge der Rhizoiden verrät — nach mehrtägigen Keimlingen angefertigt, deren Körper schon sehr zahlreiche Teilungen erfahren hat.

mittelten richtenden Einfluss des Lichtes wohl vereinbar. Die Versuche, die ich in Helgoland anstellen konnte, reichten aber zur näheren Analyse des Vorgangs nicht aus, so dass eine Prüfung meiner soeben geäußerten Annahme nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen ist.

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität.

## 80. B. Němec: Über inverse Tinktion.

Eingegangen am 27. November 1906.

Wir besitzen in der botanischen Mikrotechnik keinen Farbstoff, der auf die Dauer spezifisch die Stärkekörner tingieren würde und den man besonders ohne weiteres zur Färbung von Mikrotomschnitten, die in Paraffin eingebettet waren, benützen könnte. Zwar kann man bei dem FLEMMING'schen Safranin-Gentiana-Orange-G. (oder mit Gentianaviolett überhaupt) ziemlich gute Tinktionen der Stärkekörner bekommen, dieselben sind jedoch schwach und nicht immer scharf genug, um die Verteilung der Stärke in der Zelle auffallend zu machen.

Ich habe vor zehn Jahren verschiedene Tinktionen probiert, um mich über ihre Anwendbarkeit in der botanischen Mikrotechnik zu überzeugen. Da handelte es sich unter anderem auch um die Tinktion von plasmatischen Differenzierungen, die sich sonst nicht oder nur schwach färben. Ich hegte die Hoffnung, dass das RAWITZ'sche Tannin-Brechweinstein-Verfahren zum Ziele führen könnte und probierte es am botanischen Material mit mehreren Farbstoffen aus. Doch musste das Verfahren modifiziert werden, um die Entstehung der lästigen Niederschläge zu vermeiden und den ganzen Prozess eventuell zu verkürzen. Seit jener Zeit benutze ich häufig diese inverse Tinktion, und zwar speziell zur Tinktion der Stärkekörner. Zehn Jahre alte Präparate haben bis heute ihre wunderschönen Tinktionen behalten, so dass sich die Tinktion auch als dauerhaft erwiesen hat. Ich teile das Verfahren mit, weil ich dazu von mehreren Seiten aufgefordert wurde und weil ich der Meinung bin, dass es zu bestimmten Zwecken auch bei anderen Botanikern Aufnahme finden wird.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Küster Ernst

Artikel/Article: [Normale und abnorme Keimungen bei Fucus. 522-528](#)