

22. F. L. Stevens: Die Gametogenese und Befruchtung bei *Albugo*.

(Vorläufige Mittheilung).

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 15. März 1901.

Es ist eine auffällige Erscheinung, dass der Bau der Oosphäre bei den Phycomyceten wesentlich verschieden auftritt, bei der einen Art (*A. candida*) ist sie mit einem Zellkern¹⁾, bei einer anderen (*A. Bliti*) ist sie mit vielen Zellkernen ausgerüstet²⁾. In der Hoffnung, Aufklärung über die Bedeutung dieser starken Abweichung innerhalb derselben Gattung erlangen zu können, wurde die vorliegende Arbeit unternommen. Sie erstreckt sich auf die Untersuchung von *Albugo Portulacae*, *A. Tragopogonis* und eine Nachuntersuchung von *A. candida*. Unter den ausgewählten Arten bietet *A. Tragopogonis* den Schlüssel für die Lösung des die Gattung betreffenden Problems.³⁾

Albugo Tragopogonis.

Die frühesten Entwicklungsstufen der Geschlechtsorgane weichen bei *A. Tragopogonis* in keinem wesentlichen Punkte von denen ab, welche für *A. Bliti* beschrieben worden sind. Das Protoplasma strömt in das Oogonium, die Kerne vergrössern sich, das Protoplasma sammelt sich um das Centrum, und schliesslich ist die volle Entwicklung mit dem Stadium der Zonenabgrenzung erreicht. Ein centraler Hof aus dichtem feinmaschigen, alveolaren Ooplasma hat sich sehr scharf von dem fädigen, tief färbbaren Periplasma gesondert. Die centrale Region enthält das sehr in die Augen fallende Coenocentrum und ist völlig frei von Kernen. Sie wird umringt von den

1) WAGER, 1896. On the Structure and Reproduction of *Cystopus candidus* Lév. Ann. Bot. 10, 295.

2) STEVENS, 1899. The Compound Oosphere of *Albugo Bliti*. Bot. Gaz. 28, 149.

3) Es ist unnöthig, an dieser Stelle einer Beschreibung der bei *Albugo Portulacae* beobachteten Vorgänge Raum zu geben. Es mag nur angeführt werden, dass diese Art in fast allen Einzelheiten mit *Albugo Bliti* übereinstimmt. Die Oosphäre und der Antheridialschlauch sind wenigstens bei der amerikanischen Form vielkernig. Es steht dies in auffälligem Widerspruch zu dem kürzlich von BERLESE veröffentlichten und abgebildeten Verhalten. Diese Art und die mit ihr sich erhebenden Fragen werden ausführlich in meiner vollständigen Abhandlung discutirt werden.

vielen Kernen, welche ganz im Periplasma liegen und etwa im Zustand der Metaphase der Mitose sich befinden. Die Mitose vollzieht sich fast vollständig im Periplasma, und die Tochterkerne beginnen erst dann in das Ooplasma zurück zu wandern, wenn die Kernhaut verschwunden ist und die Chromosomen sich aus der aequatorialen Region der Kernspindelfigur zurückgezogen haben. Nur diese Kernfiguren, welche richtig orientirt sind, liefern die Tochterkerne für das Ooplasma, und nur einer dieser Tochterkerne aus einem gegebenen Mutterkerne gewinnt den Eintritt in das Ooplasma. Aus diesem Modus des Eintritts folgt, wie bei *A. Bliti* und *A. Portulacae*, dass die primären Kerne der Oosphäre zunächst etwas oval im Umriss erscheinen und dass ihr chromatischer Inhalt an dem vom Schwesterkern entferntesten Ende angesammelt wird. Der Schwesterkern verbleibt im Periplasma.

Die primären Oosphärenkerne erfahren nun bald eine zweite mitotische Theilung, welche von der ersten durch den Charakter der achromatischen Figur deutlich unterschieden ist. Dazu kommt noch die Thatsache, dass die zweite Mitose nur die Oosphärenkerne, nicht die Kerne im Periplasma betrifft. Die Deutlichkeit der Kerne, deren Eintritt in die Oosphäre durch Fig. 3 veranschaulicht wird und welche in allen Stadien der zweiten Mitose verfolgt werden können (Fig. 6, 8), macht es zur Gewissheit, dass *A. Tragopogonis* eine vielkernige Oosphäre besitzt.

Diese potentiell weiblichen Zellkerne scheinen in keiner wesentlichen Hinsicht unter einander verschieden zu sein. Jedoch ist unter gewöhnlichen Verhältnissen nur einer derselben bestimmt als sexuelles Element zu fungiren. Ein Stadium späterer Zustände zeigt, dass nur einer dieser Kerne (oder sehr selten noch ein zweiter) in enge Berührung mit dem Coenocentrum zu liegen kommt und dort in der durch Fig. 9—13 veranschaulichten Art heranwächst, bis er seine ursprüngliche Grösse vielfach übertrifft. In den Stadien nach der zweiten Theilung sieht man die überzähligen potentiell weiblichen Kerne in verschiedenen Stadien der Degeneration. Dass die Einschlüsse, welche als degenerirende Kerne beschrieben worden sind, wirklich Kerne sind, ist zweifellos nach ihrer Structur, ihrer Farbenreaction und nach der Thatsache, dass man sie hin und wieder in der Mitose erblickt. Dass sie nicht aus einer Theilung des befruchteten Kernes hervorgehen, ist klar, da der männliche und weibliche Pronucleus noch unverschmolzen in derselben Oosphäre neben einander liegend angetroffen werden können, und gleichzeitig sind jene degenerirenden Kerne sichtbar (Fig. 12). Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, dass die Oosphäre anfänglich vielkernig (Fig. 4—6, 8) und später einkernig (Fig. 10) ist. Nichts weist darauf hin, dass irgend einer der Kerne die Oosphäregrenze verlässt, um

in das Periplasma zu gelangen, sondern man erblickt die Kerne in allen Stadien der Degeneration.

Das Coenocentrum erscheint bei *A. Tragopogonis* wie bei *A. Bliti* und *A. Portulacae* gerade vor dem Zeitpunkt der Zonenabgrenzung (Fig. 1, 2). In seinen ersten Stadien ist es von sehr verwickeltem Bau und nimmt einen grossen Theil der Oosphäre ein, aber in späteren Stadien stellt es eine ziemlich kleine im Centrum der Oosphäre liegende Kugel dar (Fig. 5). Bei *A. Tragopogonis* besitzt das Coenocentrum eine Anziehung auf die Kerne (Fig. 4, 5), ähnlich dem Verhalten, welches WAGER¹⁾ für *Peronospora parasitica* angegeben hat. In Folge der Anziehung kommen mehrere Kerne mit dem Coenocentrum in wirkliche Berührung, ja, sie dringen auch wohl in dasselbe ein (Fig. 6, 8); man findet sie dann in dieser Lage während der Stadien der zweiten Mitose.

Nach der Vollendung der zweiten Mitose findet man einen kleinen Kern sehr dicht am Coenocentrum liegen, möglicher Weise demselben anhaftend. In älteren Stadien erblickt man einen grösseren Kern. Während der Grössenzunahme des Kernes verliert das Coenocentrum seine scharf umschriebene Form, wird kleiner und erscheint eventuell als eine nur noch körnelige Masse, welche den weiblichen Kern theilweise umhüllt.

Ist die Oosphäre nunmehr befruchtungsreif, so führt sie einen grossen Kern, welcher neben den Resten des Coenocentrums liegt. Einige kleine, in der Zersetzung begriffene Kerne sind oft noch vorhanden; sie liegen zerstreut im Ooplasma herum. Der Antheridialschlauch führt gewöhnlich mehrere degenerirte Kerne neben einem oder auch wohl zwei grösseren, die augenscheinlich functionstüchtig sind. Der männliche Kern ist, wenn die Pronuclei eben in Berührung treten, viel kleiner als der weibliche, obwohl er immerhin zu dieser Zeit grösser ist als ein gewöhnlicher vegetativer Kern. Eine Kernverschmelzung vollzieht sich nicht sofort, sondern die Pronuclei liegen in den Resten des Coenocentrums eingebettet neben einander. Während dieses Verweilens vergrössert sich der männliche Kern, bis er dem weiblichen an Grösse eventuell gleichkommt oder ihm doch nahezu gleich ist. Dann vollzieht sich die Verschmelzung der beiden Kerne, während beide sich im Ruhestadium befinden.

Ehe die Anhäufung von Nährstoffen in der Oospore weit fortgeschritten ist, theilt sich der Verschmelzungskern und weist dabei eine Kernfigur auf, welche im Vergleich mit denen im Oogonium und in der Oosphäre riesengross genannt werden kann (Fig. 14). Die

1) WAGER, 1900. On the Fertilization of *Peronospora parasitica*. Ann. Bot. 14, 263.

Kerne in der Dauerspore sind wahrscheinlich zu 30 oder 40 vorhanden.

Albugo candida.

Albugo candida weicht in bemerkenswerthem Grade von den übrigen Arten in der Art der Oogenese ab, besonders in der Art, wie das Stadium der Zonenabgrenzung erlangt wird. Augenscheinlich findet hier keine vorhergehende Aggregation des Zellplasmas zu Ballen statt, sondern vielmehr eine gleichzeitige Bewegung von der Oogonwand nach dem Centrum hin, wobei nur feine Fäden zurückgelassen werden. Die Kerne sind während dessen in mitotischer Theilung begriffen, annähernd in der Metaphase, und es ist klar, dass dies die erste Kerntheilung darstellt, obwohl hier jene fast völlige Gleichzeitigkeit fehlt, welche für die übrigen Arten von *Albugo* so charakteristisch ist. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass ein Kern mehr Theilungen erfährt, als ein anderer, da die Kerne gleichzeitig die frühen Stadien der Prophase und das Spirem durchlaufen. Nur diejenigen Kerne, welche innerhalb der centralen Protoplasma-region liegen, theilen sich ein zweites Mal. Diejenigen Kerne, welche aussen im Protoplasma liegen, theilen sich nicht, ein Unterschied, welcher bei allen Arten von *Albugo* vorhanden ist.

Vor dem Eintritt dieser zweiten Mitose, während deren Fortschreiten oder nach deren Vollendung wandern die Kerne nach dem Periplasma hin, bis eventuell alle ausser einem das Ooplasma verlassen haben.

Bei *A. candida* übt das Coenocentrum wie bei *A. Tragopogonis* eine starke Anziehung auf die Kerne der Oosphäre aus. Es ist ganz typisch zu sehen, wie zwei, drei oder mehr Kernspindeln mit ihrem spitzen Ende in dem Coenocentrum eingebettet liegen. Ist die Anziehung während der Mitose ausgesprochen vorhanden, so resultirt oft daraus eine Spindelfigur von beinahe der doppelten Normallänge. Nachfolgende Stadien zeigen Kerne in Zuständen der Metaphase und der Anaphase dem Coenocentrum anhaftend. Die Folge der Mitose unter diesen Umständen ist, dass mehrere Tochterkerne an dem Coenocentrum verankert bleiben. Sie zeigen sich dann mit ihm durch einen pseudopodiumartigen Plasmafaden verknüpft. In späteren Stadien findet man weniger Tochterkerne dem Coenocentrum anhängend, bis eventuell nur ein einziger Kern an ihm haften bleibt. Dieser zurückbleibende Kern nimmt stark an Grösse zu und fungirt später als weiblicher Pronucleus. Das Wachstum des Kernes während des Contactes mit dem Coenocentrum, welches sowohl bei dieser Art wie bei *A. Tragopogonis* in die Erscheinung tritt, beweist uns, dass das Coenocentrum ein Organ der Ernährung für den einen überlebenden Kern darstellt.

Der einzige wesentliche Punkt, in welchem diese Mittheilung von den Darstellungen früherer Autoren abweicht, ist die Behauptung, dass bei *A. candida* zu keiner Zeit die centrale Region ganz frei von Kernen ist und dass sehr frühzeitig eine anziehende Wirkung von dem Coenocentrum ausgeht, welche zu dem Ergebniss führt, dass ein Kern zurückbehalten wird, während die anderen aus der Oosphäre herausgeschafft werden. In dieser Hinsicht unterscheidet sich *A. candida* von den übrigen Arten der Gattung *Albugo*.

Die bisher bekannt gewordenen Formen der Gattung *Albugo* stellen eine interessante Reihe dar, und die cytologischen Erscheinungen sind ganz einzige. Die Beziehungen, welche diese Beobachtungen und feinere Einzelheiten der Zellenlehre zu allgemeineren Theorien und zur Phylogenie ergeben, müssen bis zum demnächstigen Erscheinen meiner ausführlichen Arbeit in der „Botanical Gazette“ aufgeschoben bleiben.

Bonn, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind nach in Chrom-Essigsäure getödtetem und nach FLEMMING'scher Dreifachfärbung tingirtem Materiale gezeichnet. Die Figuren wurden mit ABBE'S Camera unter Anwendung von LEITZ' $\frac{1}{16}$ = Objectiv, Apert. 1,30, und der Oculare Nr. 1 und 4 aufgenommen.

Albugo Tragopogonis.

- Fig. 1. Frühes Stadium der Oogenese; das Protoplasma ist zu einer centralen Masse zusammengeballt; die Kerne nähern sich der Metaphase; eine schwache Andeutung des Coenocentrums erscheint im Centrum. Vergr. 857.
- „ 2. Ein wenig weiter entwickelter Zustand. Das Oogonium steht gerade vor der Zonenabgrenzung, die Kerne sind nahe der Metaphase; weder im Oogonium, noch im Antheridium ist eine scharfe Trennung zwischen Ooplasma und Periplasma vorhanden. Vergr. 857.
- „ 3. Ein wenig älter als der in Fig. 2 dargestellte Zustand. Die Anaphase der ersten Kerntheilung ist erreicht, die Tochterkerne treten in das Ooplasma ein; Ooplasma und Periplasma sind scharf gesondert.
- „ 4. Zustand unmittelbar nach der ersten Theilung; die primären Oosphärenkerne bewegen sich nach dem Coenocentrum hin; zwei derselben sind stark in die Länge gezogen; Sonderung zwischen Ooplasma und Periplasma scharf, Plasmoderm wahrscheinlich vorhanden und viele Periplasmakerne sich an dasselbe anschmiegend. Das Coenocentrum tritt stark hervor. Vergr. 857.
- „ 5. Zustand ein wenig weiter, wie in Fig. 3. Ooplasma und Periplasma durch deutliches Plasmoderm geschieden; Oosphäre vielkernig, Coenocentrum zu einer homogenen Kugel zusammengezogen und von dichtem Protoplasma umgeben; die primären Oosphärenkerne vom Coenocentrum angezogen. Vergr. 857.
- „ 6. Metaphase und zweite Mitose; mehrere Kerne dem Coenocentrum angeheftet, die Periplasmakerne nicht in Theilung, das Plasmoderm gut begrenzt, das Coenocentrum dunkel gefärbt und nicht homogen. Vergr. 857.

- Fig. 7. Antheridialschlauch nahezu reif zum Oeffnen, mehrere Kerne führend. Kerne in zweiter Mitose. Vergr. 857.
- „ 8. Aehnlich der Fig. 6. Kerne in zweiter Anaphase. Vergr. 857.
- „ 9. Ein weiblicher Pronucleus neben dem Coenocentrum liegend. Vergr. 1366.
- „ 10. Nach dem Oeffnen des Antheridialschlauches. Vergr. 857.
- „ 11. Männlicher und weiblicher Kern in Berührung, umhüllt von den Resten des Coenocentrums. Vergr. 1366.
- „ 12. Sich auflösende Kerne. Vergr. 1366.
- „ 13. Verschmelzungskern und Reste des Coenocentrums. Vergr. 1366.
- „ 14. Anaphase der ersten Theilung des Verschmelzungskernes. Vergr. 1366.
- „ 15. Dauerspore. Vergr. 857.
- „ 16. Empfängnisspapille. Vergr. 857.

23. R. Marloth: Die Ornithophilie in der Flora Süd-Afrikas.

Eingegangen am 18. März 1901.

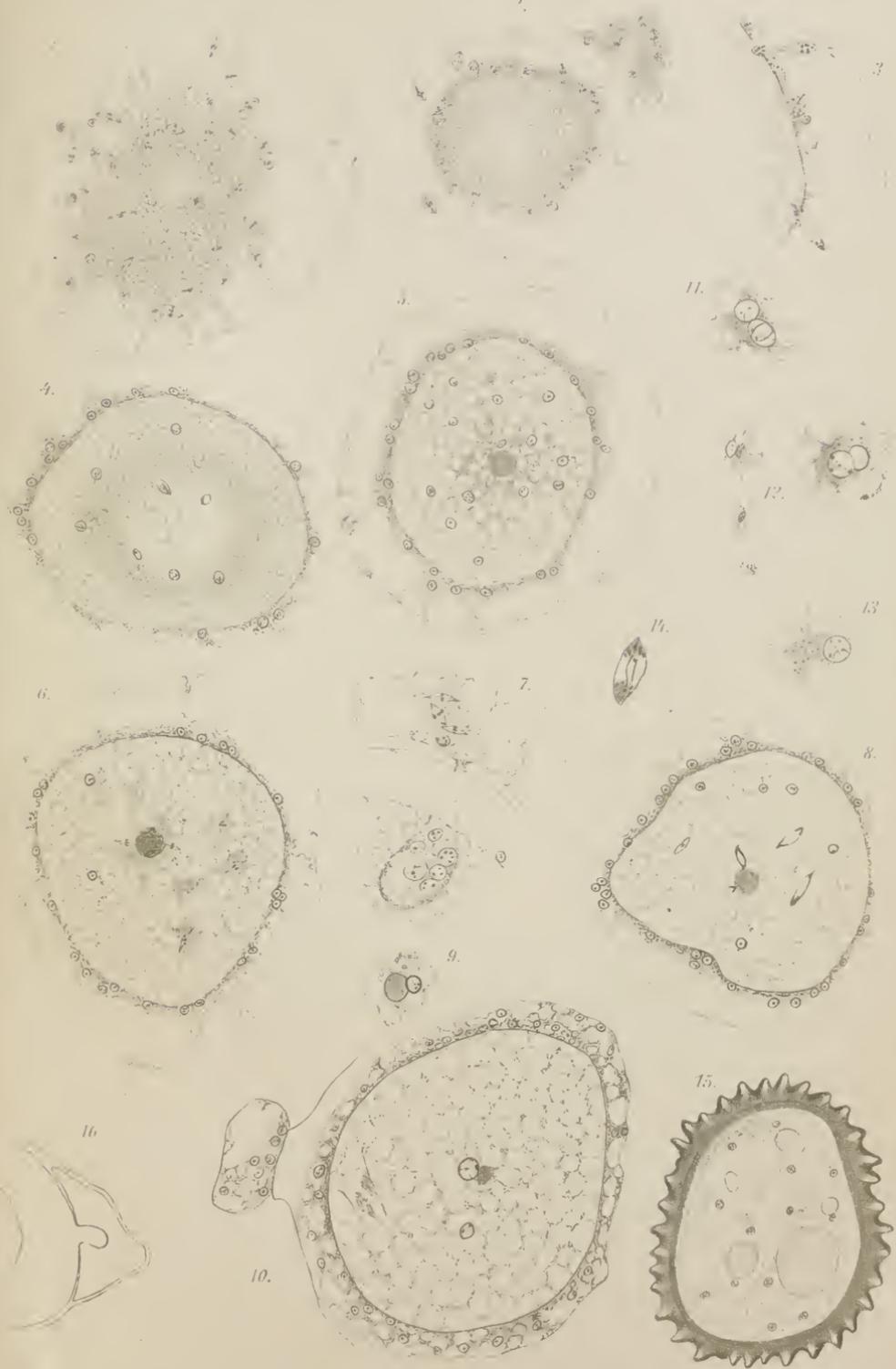
Durch die Veröffentlichung von VOLKENS¹⁾ „Ueber die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen“ ist meine Aufmerksamkeit auf die Arbeit von JOHOW²⁾ gelenkt worden, und da darin die Ornithophilie vieler Pflanzen, besonders aus der südafrikanischen Flora bezweifelt oder bestritten wird, so dürfte es von einigem Interesse sein, weitere an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen zusammenzustellen.

Ich muss gleich von vornherein bemerken, dass es für hier am Kap lebende Beobachter gar keine Frage ist, ob die Honigvögel³⁾ die Blüten wirklich des Nektars wegen oder nur wegen der darin befindlichen Insecten aufsuchen. Viele der betreffenden Pflanzenarten enthalten nämlich fast niemals Insecten in den Blüten, sondern aber reichlich Honig ab. Andererseits findet man beim Tödten der Vögelchen, welches auch hier leider von bösen Buben sowohl zum Zeitvertreib als auch von Erwachsenen des Gefieders wegen geschieht, reichlich Honig, aber häufig keine Insecten in dem Kropf der Thierchen. Dass diese Vögel aber auch mehr oder weniger regelmässig Insecten fressen, ist ebenso sicher, denn ab und zu findet man die Ueberbleibsel derselben in Kropf und Magen der Vögel, bei einigen Arten häufiger, bei anderen seltener.

1) G. VOLKENS, Ueber die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. In: „Botanische Untersuchungen“, S. SCHWENDENER zum 10. 2. 1899 dargereicht. Berlin 1899.

2) F. JOHOW, Sitzungsberichte der Akad. der Wiss. Berlin 1898.

3) Hier meist sugarbirds, richtiger, aber nur selten sunbirds genannt.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Stevens F.L.

Artikel/Article: [Die Gametogenese und Befruchtung bei Albugo. 171-176](#)