

proportional der Länge der Leitbahnen zunimmt, daß vielmehr Abnahme der Transpiration und Zunahme der Leitfähigkeit die Wasserbewegung auf größere Strecken mit Saugkräften derselben Größenordnung möglich machen, wie sie auf kurze Strecken wirksam nachgewiesen sind. Osmotische Saugkräfte, wie sie URSPRUNG und BLUM z. B. bei der Buche nachgewiesen haben (1916), und der Grad ihrer Zunahme in größerer Stammhöhe (S. 553) scheinen zur Erklärung der Wasserbewegung nach der Kohäsionstheorie vollkommen hinreichend.

Wien, März 1923, Lehrkanzel für Botanik der Hochschule für Bodenkultur.

Literatur.

1. ENGLER, A. (1913), Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw., 10. Bd., S. 107.
2. FARMER, J. B. (1918), Proc. Roy. Soc., ser. B, vol. 90, S. 218—250.
3. GROOM, P. (1910), Ann. of Bot., 24. Bd., S. 241.
4. HARTIG, TH. (1885), Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin.
5. — (1888), Das Holz der Rotbuche. Berlin.
6. JOST, L. (1916), Zeitschr. f. Bot., 8. Bd., S. 1.
7. MAYERHOFER, E. (1922), Verh. Zool. Bot. Ges., Wien, 72. Bd., S. (99).
8. NORDHAUSEN, M. (1919), Jb. f. w. Bot., 58. Bd., S. 295.
9. — (1921), Jb. f. w. Bot., 60. Bd., S. 307.
10. RENNER, O. (1911), Flora, 103. Bd., S. 171.
11. — (1915), Jb. f. w. Bot., 56. Bd., S. 617.
12. — (1918), diese Ber., 36. Bd., S. 172.
13. URSPRUNG, A. (1915), diese Ber., 33. Bd., S. 153.
14. — (1916), diese Ber., 34. Bd., S. 475.
15. — und BLUM, G. (1916), diese Ber., 34. Bd., S. 539.
16. — — (1920), Verh. Schweiz. Naturf. Ges. in Neuenburg.

40. H. Freund: Die Abhängigkeit der Zelldimensionen von Außenbedingungen. Versuche mit *Oedogonium pluviale*.

(Eingegangen am 17. April 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Es ist bekannt, in wie großem Maße die Dimensionen der Zellen desselben Algenfadens hinsichtlich der Länge wie der Breite variieren können. Vielfach sind die Fäden durch regelmäßigen Wechsel verschiedendimensionaler Zellen in auffallender Weise rhythmisch gegliedert. Demgegenüber zeichnen sich Fäden der gleichen Spezies, zu anderen Zeiten dem Standort entnommen, durch weitgehende Konstanz der Größenverhältnisse ihrer Zellen

aus, so daß der Befund unter natürlichen Bedingungen gewachsener Algenfäden den Gedanken alsbald in die Ferne rückt, dieser Rhythmus könne ein autonomer, eine allein in der spezifischen Struktur der Alge begründete Erscheinung sein.

Da ich bei *Oedogonium pluviale* diese Verhältnisse häufig realisiert fand, schien mir diese Alge ein günstiges Objekt zur Untersuchung der Frage zu sein, innerhalb welcher Grenzen sich die Zelldimensionen durch Anwendung wechselnder Außenbedingungen abändern lassen, von welchen Faktoren sie unter Umständen abhängig sein können, ob und wie weit sich eine Trennung von meristischem und Streckungswachstum erzielen lasse ähnlich, wie es RACIBORSKI für Pilze gelang, ob und wie weit sich die Art des Wachstums in den Zelldimensionen dokumentiere.

Oed. pluv. war um so geeigneter, als diese Alge drei Anforderungen genügte, die eine derartige Untersuchung vom Material verlangt. Da man mit unbedingter Sicherheit bei *Oed. pluv.* in wenigen Tagen die Bildung der Sexualorgane durch intensive Beleuchtung herbeiführen kann, hat man u. a. die beste Kontrolle für speziesreine Objekte. Zweitens — und das ist mindestens ebenso wichtig — müssen die Algen den gleichen physiologischen Zustand haben. Bei natürlichem Material ist das sicher nie der Fall. Nur längere Kultur unter gleichartigen Bedingungen sichert solche physiologische Gleichartigkeit bezüglich des Vorlebens und des Zustandes. *Oed. pluv.* hält über $1\frac{1}{2}$ Jahre den Aufenthalt in destilliertem Wasser bei mäßiger Belichtung aus, ohne seinen reaktionsfähigen Zustand zu verlieren. Dabei nehmen die Oedogonien ein gelbliches Aussehen an und speichern Stärke in solcher Fülle, daß jeglicher sonstige Zellinhalt unerkennbar wird. Ich habe jetzt *Oed. pluv.* in solchen Kulturen seit dem Herbst 1921 und erziele Auflösung der Stärke, Ergrünen und Zoosporenbildung im Hellen wie im Dunkeln innerhalb weniger Tage nach Überführung in verdünnte Nährlösung. In meinen Versuchen wurden ca. $\frac{1}{2}$ Jahr alte dest. Wasser-Kulturen benutzt. Schließlich ist es notwendig, nicht von alten Fäden direkt, sondern von Zoosporen auszugehen und die Wirkung der Außenbedingungen auf die jungen Fäden zu beobachten. Alte *Oedogonium*fäden reagieren auf Wechsel in den umgebenden Verhältnissen nicht durch Veränderung ihrer Zelldimensionen, sondern durch Zellteilungen. Das Gemisch alter und neuer Zellen kann aber leicht zu Täuschungen führen. Nach meinen früheren Erfahrungen (Flora 1907) gelingt die Herbeiführung der Zoosporenbildung bei *Oed. pluv.* gerade nach Kultur in destilliertem Wasser absolut sicher, wenn man durch geringe Nährsalzgaben die

sistierten vegetativen Prozesse wieder anregt. Gleichzeitig gewährleistet der Ausgang von Zoosporen, die von morphologisch gleichem, gleichmäßig kultiviertem Material unter gleichen Bedingungen gewonnen wurden, daß man es bei seinen Versuchen nicht mit physiologisch verschiedenen Rassen zu tun hat -- eine Vorsicht, die nach vielen Erfahrungen dringend geboten ist.

Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse meiner Versuche teile ich hier kurz mit und werde eine ausführlichere Behandlung, insbesondere eine allgemeine Erörterung des Problems und ein Eingehen auf die Literatur an anderer Stelle nach Abschluß aller Versuche folgen lassen. Ich benutze die Gelegenheit, um Herrn Prof. Dr. KARSTEN herzlich dafür zu danken, daß er mir gestattete, in seinem Laboratorium zu arbeiten, und daß er mir in jeder Weise seinen Rat freundlich zuteil werden ließ.

Zur Methodik ist zu bemerken, daß die Zoosporen in 0,2 % KNOP-Lösung im Dunkeln gebildet wurden. Nachdem die Schwärmer zur Ruhe gekommen sind, lassen sie sich in die einzelnen Kulturmedien überführen, indem man mit einer Glasröhre eine Flüssigkeitslamelle überträgt. Es kamen kleine geschlossene Glasdosen mit 10 ccm Flüssigkeit zur Verwendung. Die jungen Fäden wurden nach dem Glycerinverfahren auf Objektträgern eingebettet, nachdem festgestellt war, daß durch diese Art der Behandlung keine wesentliche Verschiebung der Größenverhältnisse gegenüber dem lebenden Zustand eintrat. Meine Daten sind die Mittelwerte aus den Zellen von 25 Fäden jeder Kultur, und zwar erst von der zweiten neugebildeten Zelle ab gerechnet. Die Mittelwerte der ersten neuen Zellen waren unter allen Bedingungen wohl infolge der nahen Beziehung zu den unter gleichen Bedingungen entstandenen Zoosporen annähernd gleich. Erst von der zweiten Zelle ab machten sich die neuen Außenbedingungen geltend.

Um den Einfluß des Lichtes in quantitativer und qualitativer Hinsicht festzustellen, wurde eine 125 kerzige Osramlampe in 20 cm Höhe über der Ebene des Flüssigkeitsspiegels der Kulturen seitlich und horizontal über einem Tisch angebracht. Auf dem Tisch waren konzentrische Kreise so gezogen, daß die Kulturgefäße, die auf den Kreisen auf zur Längsachse der Lampe symmetrischen Radien standen, der Reihe nach von einer Lichtstärke von 1250, 625, 312, 156, 78, 39, 19, 10, 5, 2,5, 1,2 Kerzen bestrahlt wurden. Die Zahlen sind natürlich infolge mancher Schwankungen und der unvermeidlichen Reflexion nicht absolut genau, aber das Verhältnis der Lichtstärken dürfte wohl stimmen. Die Temperatur war ziemlich konstant 14° C. Auf dem ersten Kreise war die Temperatur

4—5° C höher, ein Intervall, das nach vielen Erfahrungen bei *Oedogonium* in unserer Hinsicht ohne Einfluß ist. Der Versuch begann am 20. 3. 1921. Die Messungen ergaben nach fallenden Lichtintensitäten geordnet für 0,2 KNOP-Lösung bei Dauerbelichtung nach 9 Tagen:

Länge in μ : 41,9, 44,9, 42,1, 42,5, 40,8,

Breite in μ : 16,4, 15,6, 15,7, 16,2, 15,8,

nach 14 Tagen:

Länge in μ : 39,0, 40,8, 40,9, 41,0, 45,0, 43,2, 44,0,

Breite in μ : 16,7, 16,6, 15,7, 16,0, 15,3, 14,8, 13,8,

für Leitungswasser nach 9 Tagen:

Länge in μ : 62,3, 68,0, 62,8, 67,1,

Breite in μ : 11,8, 10,8, 11,2, 10,0.

Bei Belichtung unter etwa 10 Kerzenstärke keimten die Zoosporen auch in Nährlösung nicht aus. In Leitungswasser genügte auch eine Stärke von 39 Kerzen noch nicht, um Teilungen anzuregen.

So auffallend der Unterschied in den Zelldimensionen bei Kultur in Nährlösungen und im Leitungswasser ist, so tritt die Unabhängigkeit dieser Dimensionen *ceteris paribus* von der Lichtintensität mindestens innerhalb der von mir benutzten Intensitätsdifferenzen deutlich hervor. Die Leitungswasserzellen sind um mehr als die Hälfte länger als die Nährlösungszellen und um ein Viertel der Breite schmaler. Demgegenüber sind die Differenzen innerhalb der Kulturen gleichen Mediums sehr gering und lassen keinerlei Regelmäßigkeit erkennen. Nicht minder ausgeprägt ist der Unterschied des Zellinhaltes. Die Nährlösungszellen sind lebhaft grün; der Chloroplast tritt in seiner charakteristischen Form deutlich hervor; der Kern ist klar zu sehen; Stärke ist nur in einigen rings um den Kern gelagerten Körnern enthalten und keinesfalls gespeichert; die Vakuole sieht man nur durch den Wandbeleg hindurch. Im Gegensatz dazu schreiten die Leitungswasserzellen sofort zur Stärkespeicherung, die den Chloroplasten als solchen alsbald unkenntlich macht, nehmen nicht die intensiv grüne Farbe an, und vor allem ist die Vakuole derartig vergrößert, daß sie fast das ganze Zellinnere ausmacht, und daß der lebende Zellinhalt mit Ausnahme eines dünnen plasmatischen Wandbeleges gegen das apikale Ende der Zelle hingedrängt ist. Während also Kultur in Nährlösung das meristische Wachstum der Zellen fördert, wird diese Art des Wachstums im Leitungswasser sistiert, und es tritt nur noch einseitiges Streckungswachstum ein. Besonders zeigen diese Erscheinung die Zellen, die nach einer Reihe von Zellteilungen nur noch wenig Plasma von der Schwärmspore her mitbekommen

haben und unter den gegebenen Bedingungen neues nur in geringem Maße bilden konnten. So finden wir denn Endzellen, die 150μ , ja über 300μ lang zu feinen Haaren ausgezogen sind, am Grunde noch ca. 6μ breit, am Ende unmeßbar dünn. In meinen Mittelwerten sind diese Endhaare nicht enthalten, da ihre Einrechnung das Bild der anderen Zellen verzeichnet haben würde. Der Kern und die wenigen Stärkekörner liegen meist in der Mitte dieser Endhaare. Die letzte Zelle hat sich noch regelrecht mit der für *Oedogonium* charakteristischen Ringbildung geteilt. Beim Hervorschieben der neuen Zelle wird der Membrandeckel zur Seite abgehoben, fällt ab oder bleibt seitlich hängen, und die Zelle folgt ihrem hemmungslosen Streckungswachstum. Solche Wasserleitungsödogonien lassen sich bei intensiver Beleuchtung zur Oogonienbildung bringen. Die Bildung von männlichen Fortpflanzungszellen und Schwärmsporen gelang mir mit ihnen nicht. Bei Überführung in Nährlösung trat Ergrünen, Zellteilung und Bildung typischer Nährlösungszellen ein mit Dimensionen, wie sie für Nährlösungskultur charakteristisch sind.

Bei *Oedogonium* lassen sich also meristisches und Streckungswachstum in hohem Grade voneinander trennen, aber die Lichtintensität spielt dabei innerhalb einer Stärke von 30—1250 Kerzen keine Rolle, wenn die anderen Lebensverhältnisse gleich sind.

Ebenso wie die Lichtintensität erwies sich auch die Lichtqualität innerhalb des Bereiches der verwendeten Wellenlängen als belanglos. Die Kulturgefäße, mit 0,2 % KNOP-Lösung beschickt, wurden lichtdicht mit farbigen Gläsern bedeckt, die kurz gesagt 1. dunkelrotes, 2. rotes, 3. oranges, 4. gelbes, 5. hellgrünes, 6. mittelgrünes, 7. dunkelgrünes, 8. hellblaues, 9. dunkelblaues, 10. violettes Licht durchließen. Die Kulturen standen 20 cm senkrecht unter der Osramlampe. Es ergaben sich nach 9 tägiger Dauerbeleuchtung folgende Mittelwerte:

Länge in μ : 1. 43,9, 2. 41,2, 3. 41,6, 4. 41,5, 5. 38,4, 6. 38,7,
7. 38,0, 8. 38,3, 9. 39,9, 10. 37,9,
Breite in μ : 1. 14,2, 2. 14,5, 3. 15,1, 4. 14,3, 5. 13,3, 6. 14,5,
7. 13,9, 8. 13,7, 9. 13,2, 10. 14,6.

Wieder tritt die Konstanz der Zelldimensionen bei Kultur im Licht verschiedener Qualität deutlich zutage. Die Zellen weisen äußerlich und innerlich sämtlich den Nährlösungstyp auf. Da die Lichtstärken durch die verschiedenfarbigen Gläser sicher sehr verändert waren, so verstärken diese Versuche auch die bezüglich der Lichtquantität erzielten Ergebnisse.

Nachdem die erste Versuchsreihe die Bedeutung der anorgani-

schen Salze für die vorliegende Frage gezeigt hatte, wurden Zoosporen in verschiedenen Konzentrationen der KNOP-Lösung kultiviert, und zwar im Nordfenster bei diffusem Tageslicht, bei Wechsel von Tag und Nacht und bei einer Temperatur von 16–18° C. Der Versuch begann am 9. 6. 1921. Ich gebe die Mittelwerte erst nach 7-, dann nach 17 tägiger Kultur an:

	Länge in μ :		Breite in μ :	
0,002 %	65,1,	58,0	10,5,	11,0
0,01 ‰	62,1,	62,6	11,2,	12,0
0,02 ‰	53,0,	62,0	13,7,	12,6
0,1 ‰	37,0,	37,0	16,0,	16,3
0,2 ‰	39,0,	41,3	16,0,	17,24
0,4 ‰	34,4,	36,8	16,9,	17,5
0,6 ‰	31,1,	35,0	16,3,	16,8
0,8 ‰	25,6,	26,7	16,4,	16,5
1 ‰	22,7,	20,8	15,3,	16,2

Mit steigender Konzentration der Nährsalze wird die Länge verringert, die Breite gesteigert, wenn die Steigerung der Zellbreite bei den höheren Konzentrationen auch nicht mehr zunimmt, sondern eher wieder in Abnahme umschlägt. Diese Konzentrationen wirken schließlich auf das Gesamtleben der Zellen schädigend. Die in geringerer als 0,1 % iger Lösung gewachsenen Zellen zeigen auch bezüglich ihres Inhaltes deutlich den Übergang zu den Leitungswasserformen, was Chloroplast, Stärke und Vakuolen angeht. In höher als 0,1 % konzentrierten Lösungen ist nur der Nährlösungstyp zu finden. Die Menge der zur Verfügung stehenden Nährsalze zeigt sich demnach als der Faktor, der für die Regulierung der Zelldimensionen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Ein Fehlen dieser Salze bringt das meristische Wachstum zum Stillstand und fördert einseitiges Streckungswachstum, eine höhere Konzentration verhindert das Streckungswachstum und gibt nur für meristisches Wachstum Raum.

Es fragt sich, ob diese Wirkung der Salze eine rein physikalische ist oder in deren chemischen Effekten ihren Grund hat oder in beiden. Exakt werden sich beide Faktoren kaum trennen lassen. Daß der osmotische Druck der Lösung mindestens nur eine untergeordnete Rolle spielt, scheint mir aus Versuchen mit $\frac{N}{50}$ NaCl-Lösung hervorzugehen. In solcher nährsalzarmen Lösung werden lange Zellen, sogar haarförmige Endzellen, inhaltlich den Leitungswasserformen gleichend, produziert. Die Förderung des Streckungswachstums gegenüber dem meristischen war augenscheinlich, aber

die Zellen waren dicker, sogar etwas dicker als die Nährlösungszellen. Es wäre denkbar, daß unter mechanischen Einflüssen des Außenmediums das Streckungswachstum nicht nur einseitig der Länge nach erfolgt, sondern sich auch in der Breitenrichtung auswirkt. Die Ergebnisse meiner Versuche bezüglich der zweiten Möglichkeit werde ich später mitteilen, wenn die mühevollen Messungen abgeschlossen sind.

Allgemein läßt sich sagen: Faktoren, die Speicherung der Stärke gestatten, verhindern Fortsetzung meristischen Wachstums, ohne das Streckungswachstum zu beeinträchtigen. Meristisches Wachstum kann nur unter Bedingungen eintreten, unter denen eine Speicherung des Assimilates unterbunden ist, oder unter denen vorhandene Stärke wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden kann. Dem widerspricht nicht, daß in der Natur viele kurz- und dickzellige Fäden, angefüllt mit Stärke, und lang- und dünnzellige, grüne, stärkefreie Ödogonien vorkommen. Dieser Befund weist nur auf Wechsel in den Außenbedingungen nach Entstehung jener Zellen hin und zeugt für den Mangel der Fähigkeit der *Oedogonium*-Zellen, Dimensionsveränderungen besonders bezüglich der Länge nach ihrer Entstehung noch vorzunehmen.

Mein Urteil über die Art des Wachstums im einzelnen Fall beruhte auf Vergleich der Zellinhalte. Es fragt sich, wie weit die gleichzeitig mitgeteilten Zelldimensionen ein Ausdruck für die Art des Wachstums sind. In dieser Hinsicht ist zu sagen, daß bei *Oed. pluv.* in der Angabe der Zellenlänge eine eindeutige Angabe der Wachstumsart vorliegt, indem eine Länge über 40—45 μ hinaus unbedingt auf bevorzugtes Streckungswachstum hinweist. Die Zellbreite ist nicht so einfach zu deuten. Geringe Zellbreite (10—11 μ) zeugt sicher für äußerst geringes meristisches Wachstum, aber große Breite kann nicht nur bei Vermehrung des plasmatischen Inhaltes, sondern auch bei Vakuolenvergrößerung erzielt werden, und die Verhältnisse in NaCl-Lösung lassen annehmen, daß hier osmotische oder andere mechanische Wirkungen vorliegen, wie z. B. Folgen des Druckes, den die dichtere Lösung dem Vorschieben der Vorderzellen entgegenstellt. Außerdem kommt aber bei der Breite noch eine Abhängigkeit von der individuellen Anlage der Mutterzelle hinzu. So sicher und so deutlich erkennbar die Kulturbedingungen die Zellbreite beeinflussen, so ließ sich doch in allen Kulturen feststellen, daß breitere Zoosporen im Verhältnis auch breitere Nachfolgezellen haben als dünnere Zoosporen — ganz im Gegensatz zu den Längenbeziehungen, die solchen individuellen Einschlag nicht aufweisen. So nimmt denn bei Fäden, die unter

gleichbleibenden Kulturbedingungen gewachsen sind, die Zellbreite gegen das Fadenende hin ab infolge der charakteristischen Teilung bei *Oedogonium*. Bei längerer Kultur machen sich dann auch die anderen, die Breite beeinflussenden Faktoren immer bemerkbarer, so daß die bei späteren Zellteilungen entstandenen Zellen nun je nachdem dicker oder dünner werden können als die zuerst entstandenen. So erscheinen die Fäden septiert, und im Rhythmus in der Dicke der Zellen darf man eine resultierende Erscheinung aus Individualgröße, Kulturbedingung, Anzahl der Zellteilungen und Kulturdauer sehen. Anders die Rhythmen der Zellenlängen. Die ganz ausgesprochene Abhängigkeit der Zellenlänge von der Nährsalzmenge der Umgebung gab mir die Möglichkeit, diese Rhythmen in verschiedener Form willkürlich hervorzurufen durch Wechsel in den Außenbedingungen, oder zu unterdrücken durch Konstanz derselben.

In einer weiteren Mitteilung werde ich auf die Beziehungen der Zellteilung zu den Zelldimensionen und Wachstumsarten und auf meine Variationsstudien am gleichen Objekt unter wechselnden Außenbedingungen kurz eingehen.

41. W. Ruhland: Über die Verwendbarkeit vitaler Indikatoren zur Ermittlung der Plasmareaktion.

(Eingegangen am 18. April 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Kürzlich veröffentlichte Versuche (SCHAEDE, 1923), durch Verwendung basischer Vitalfarbstoffe Anhaltspunkte über die Wasserstoffionenkonzentration im lebenden Plasma oder in der Vakuole zu gewinnen, geben mir Veranlassung zu den folgenden kurzen Ausführungen.

Vor einer Reihe von Jahren zeigte ich (RUHLAND, 1912), daß es in einigen wenigen Fällen gelingt, lebendes Plasma, und, wie die oft noch 1 Stunde und länger fortdauernde Zirkulationsströmung andeutet, zunächst ohne tiefere Schädigung, zur diffusen Speicherung gewisser basischer Anilinfarbstoffe zu veranlassen. Dies gelang mit einem Oxazinfarbstoff (Prune pure, Sandoz) mitunter an den Zellen der unteren Epidermis der Zwiebschuppen von *Allium Cepa*¹⁾ und bei demselben und einigen anderen Objekten

1) Entweder nur bei bestimmten Sorten oder in irgendeinem besonderen physiologischen Zustand. Näheres darüber kann nicht angegeben werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Freund Hans

Artikel/Article: [Die Abhängigkeit der Zelldimensionen von Außenbedingungen. Versuche mit Oedogonium pluviale. 245-252](#)