

Über das schraubenförmige Aufreißen der Wurzelhaarmembran bei *Anthurium*.

Von Robert Fischer (Wien).

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien, Nr. 152 der II. Folge.

(Mit einer Textabbildung.)

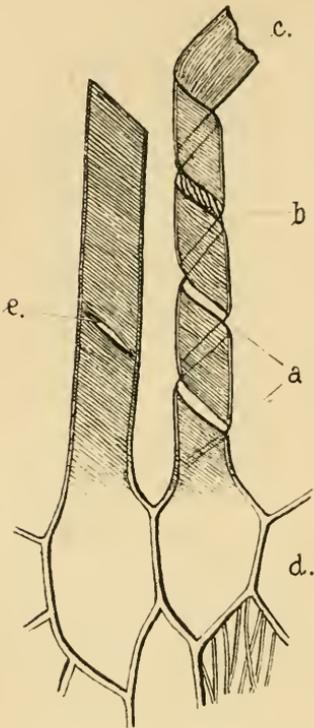
Gelegentlich einer Untersuchung der Luftwurzeln von *Anthurium Scherzerianum* auf das Vorkommen epiphytischer Algen konnte ich eine auffällige Beobachtung machen, über die im folgenden kurz berichtet werden soll.

Die Wurzelhaare der genannten Aracee wurden zunächst in Wasser untersucht. Sie messen am Grunde 17—30 μ , an der Spitze 15—24 μ im Durchmesser bei einer Länge von 0.5—1 mm; ihre Zellhaut ist 1.5 μ stark. Manche von ihnen sind schwach gewunden, andere zeigen ein kopfförmiges Ende oder kurze Ansätze zu Verzweigungen; kurz, sie weichen in ihrer Gestalt von anderen Wurzelhaaren kaum ab. Bei stärkerer Vergrößerung ist aber zu erkennen, daß die Zellhaut fein gestreift ist. Die Streifung gibt sich in Form von untereinander parallel verlaufenden Schraubenlinien zu erkennen. Unter günstigen Bedingungen können dieselben schon mit einem stärkeren Trockensysteme erkannt werden, obgleich ihr Abstand kaum 1.5 μ beträgt. Bei Untersuchung alter, bereits abgestorbener Haare in Wasser wird ein Teil dieses Streifensystems dann am deutlichsten aufgelöst, wenn das Lumen der Zelle luftefüllt ist, wobei schiefe Beleuchtung senkrecht zur Streifung das Bild verdeutlicht.

Bei manchen toten Haaren war die Membran vom Grunde bis zum Ende parallel zu dieser Streifung, also in einer Schraubenlinie, aufgerissen (vgl. die Abbildung). Das Bild, das ein solches Haar zeigt, läßt sich mit dem einer zylindrischen Spiralfeder vergleichen, deren Windungen aus einem Bande bestehen. Der Riß ist meistens glatt; seltener bleiben benachbarte Windungen durch feine Fibrillen, die den Riß in gleichen Abständen schief überbrücken, in Zusammenhang. Nicht selten konnte beobachtet werden, daß sich die so aufgerissene Membran ganz aufdrehte und als Band von 30—40 μ Breite, das die Streifung parallel zu seinen Längsseiten erkennen ließ, erschien (vgl. die Abb., bei c). Die beigebrachte Abbildung erinnert entschieden an den von Correns¹⁾ in Fig. 5 und 6 auf Taf. XV gezeichneten spiralförmigen Riß bei den Bastzellen von *Euphorbia palustris*; doch zeigt dort nur die primäre Membran den Riß, während er die sekundäre

1) Correns C., Zur Kenntnis der inneren Struktur der vegetabilischen Zellmembran. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 23, 1892, S. 308.)

und tertiäre nicht betrifft. Bei *Anthurium* handelt es sich aber um ein durchgehendes Einreißen der ganzen Membran.



Außerster Teil eines Querschnittes d. eine Luftwurzel von *Anthurium Scherzerianum* (500fache Vergrößerung).

Links ein am Ende abgebrochenes Haar, das die Streifung zeigt und bei *e* einzureißen beginnt. Rechts ein schraubig aufgerissenes Haar. Der Riß ist bei *a* glatt, bei *b* sind zwei benachbarte Windungen durch feine Fibrillen in Verbindung geblieben. Das Ende (*c*), von dem hier nur der untere Teil abgebildet ist, hat sich bandförmig aufgerollt; *d* die äußersten Zellen des Velamens. — Die Streifung tritt in Wirklichkeit nicht so deutlich hervor, wie dies hier zufolge der Tuschzeichnung dargestellt ist.

Relativ wenige Haarmembranen sind vom basalen bis zu ihrem terminalen Ende aufgeschlitzt; viel häufiger sind Haare zu bemerken, die nur an der Spitze oder dem Grunde, seltener solche, die nur in der Mitte gerissen sind. Die Mehrheit der abgestorbenen Wurzelhaare hat eine intakte Membran. Gleichalte Haare müssen nicht gleichzeitig aufreißen, wie man sich leicht an Wurzelquerschnitten überzeugen kann. Hier finden sich in gleicher Höhe neben Haaren mit intakter Membran andere mit aufgerissener. Hingegen sind oft manche Haare, die mehrere Zentimeter voneinander am Velamen inseriert sind, somit gewiß verschiedenen Alters sind, vom Grunde bis zum Ende gerissen, manche zeigen nicht einmal die leiseste Andeutung eines Risses. Es ist somit in seiner Entstehung keine Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Künstlich läßt er sich aber leicht durch Kupferoxydammoniak hervorrufen, wobei seine Entstehung verfolgt werden kann. — Die Wurzelhaare kommen zunächst in Wasser zwischen Objektträger und Deckglas. Durch einseitiges Absaugen und Zuführen von Ammoniak wird das Wasser allmählich durch dieses ersetzt. Auf gleiche Weise verdrängt man, bei ständiger Beobachtung, das Ammoniak durch Kupferoxydammoniak. Man wird dann im geeigneten Augenblicke bemerken können, wie manche Haare schraubenförmig aufreißen und sich, ebenso wie die bereits früher gerissenen, zusammenziehen, wobei sich die einzelnen Windungen tütenförmig ineinander schieben.

Die Wurzelhaarmembran der zu Stützwurzeln gewordenen Luftwurzeln zeigt die gleichen Strukturverhältnisse. Ob dies auch bei den Erdwurzeln der Fall ist, entzog

sich meiner Beobachtung, da mir das nötige Material nicht zur Verfügung stand.

Durch die an *Anthurium Scherzerianum* gemachten Beobachtungen veranlaßt, wurden die Wurzelhaare weiterer Arten der Gattung *Anthurium*, sowie solche anderer Araceen auf ihre Strukturverhältnisse untersucht. Die Gewächshäuser zu Eisgrub in Mähren, sowie die der Rothschild'schen Gärten in Wien und des Wiener pflanzenphysiologischen Institutes bieten durch ihre Araceensammlungen wertvolles Studienmaterial. Es wurden folgende weitere Arten untersucht:

<i>Anthurium bellum</i>	<i>Aglaonema costatum</i>
— <i>bogotense</i>	— <i>marantaefolium</i>
— <i>crystallinum</i>	— <i>Roebelini</i>
— <i>ferrierense</i>	<i>Curmeria Wallisii</i>
— <i>Ficenzi</i>	<i>Dieffenbachia Fournierii</i>
— <i>grandifolium</i>	— <i>imperialis</i>
— <i>Gustavi</i>	<i>Nepthytis Afzelii</i>
— <i>Kellermanni</i>	<i>Philodendron asperatum</i>
— <i>leodinense</i>	— <i>cuspidatum</i>
— <i>Lindenianum</i>	— <i>Corsinianum</i>
— <i>magnificum</i>	<i>Stuednera colocasiaefolia</i>
— <i>regale</i>	<i>Tornelia fragrans</i> ,
— <i>subsignatum</i>	ferner ein nicht näher bestimm-
— <i>Veitchi</i>	bares <i>Anthurium</i> des pflanzen-
— <i>Warocqueanum</i>	phys. Institutes.
<i>Aglaonema chinense</i>	

Die Untersuchung ergab die bemerkenswerte Tatsache, daß die Zellhaut der Wurzelhaare nur bei der Gattung *Anthurium* den beschriebenen Riß zeigt. Bei den übrigen genannten Araceen konnte ein derartiges Aufreißen in keinem Falle beobachtet werden. Hier weicht auch die Streifung wesentlich von *Anthurium* ab; sie ist nur bei *Aglaonema*, *Dieffenbachia*, *Nepthytis* und *Stuednera* deutlich zu sehen, verläuft aber bei den untersuchten Arten dieser Gattungen unter sehr kleinen Winkeln ($2-5^{\circ}$) zu den Längsseiten des Haares (im optischen Längsschnitt gemessen). Nur selten ist in der gegebenen Richtung ein kurzer Riß angedeutet, der dann nur mehrere μ lang ist. Bei den Luftwurzelnhaaren der anderen Gattungen war die Struktur nicht zu erkennen, doch läßt die Tendenz zu spiraligen Verdrehungen, wie sie an vertrockneten Haaren häufig beobachtet werden können, auf eine solche schließen.

Es scheint also, daß wir es in der relativ flach verlaufenden, schraubigen Streifung der Luftwurzelnhaarmembran, namentlich aber in

dem bandförmigen Auflösen derselben nach dieser Richtung, mit einem der Gattung *Anthurium* zukommenden Merkmale zu tun haben. Doch nicht genug an dem. Die Ganghöhen der Schraubengänge sind bei den einzelnen Arten ziemlich konstant, bei verschiedenen Arten hingegen meist verschieden. Bei *A. Warocqueanum* z. B. sind sie sehr flach, d. h. schließen im optischen Längsschnitte mit der Längsseite des Wurzelhaares einen größeren Winkel. ca. 60° , ein. Den steilsten Schraubengang zeigt *A. crystallinum*; hier beträgt der Winkel 30° . Die übrigen untersuchten Anthurien bewegen sich in dieser Hinsicht zwischen den angeführten Grenzen. Gewiß ist es interessant, zu sehen, wie sich der Artcharakter auch durch so feine anatomische Verhältnisse zu erkennen gibt.

Wie kommt nun die Streifung zustande und wie ist das schraubenförmige Aufreißen der Wurzelhaarmembran zu erklären? — Es ist unmöglich, in einer kurzen Mitteilung auf das vielfach umstrittene Problem der Membranstreifung näher einzugehen, weswegen darüber nur wenige Worte gesagt werden sollen. Strasburger¹⁾ führt die Streifung auf sich innig berührende Schraubenbänder zurück. Dort, wo solche zusammenstoßen, entsteht ein dunkler Streifen. Diese Kontaktlinien-Theorie wurde namentlich von Correns (l. c.) widerlegt, da sie physikalisch unmöglich ist; denn, berühren sich Körper von gleichem Brechungsvermögen vollständig, ist nichts da, was eine Lichtbrechung bewirken könnte, folglich können an den Berührungsstellen auch keine dunkleren Streifen entstehen. Nägeli²⁾ führt bekanntlich die Streifung auf den Wechsel wasserärmerer und wasserreicherer Schichten zurück, während Wiesner³⁾ zu ihrer Erklärung seine Dermatosomen-Theorie heranzieht. Nach Correns kommen für die Entstehung der Streifung folgende drei Möglichkeiten in Betracht, die aber auch innerhalb der gleichen Membran kombiniert, ihre Struktur bewirken können. „I. Membranskulptur, II. Membrandifferenzierung in Streifen ungleichen Wassergehaltes aus ein und derselben Substanz, III. Membrandifferenzierung in Streifen aus gleich wasserhaltigen, an und für sich im Lichtbrechungsvermögen verschiedenen Substanzen.“

Es wurde schon anfangs erwähnt, daß die Strukturverhältnisse bei *Anthurium*-Wurzelhaaren, die in Wasser untersucht wurden, bei luftgefülltem Lumen, namentlich bei schiefer Beleuchtung, sehr deutlich

1) Strasburger E., Über den Bau und das Wachstum der Zellhülle. Jena 1882.

2) Nägeli C., Über den inneren Bau der vegetabilischen Zellmembran (Botan. Mitteilungen, Bd. II); zitiert nach Correns, l. c.

3) Wiesner J., Untersuchungen über die Organisation der vegetabil. Zellhaut (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., I. Abt., 1886).

sichtbar waren. Unter diesen Umständen werden jedoch nur einige bestimmte Strukturen wahrnehmbar, die sich als grobe, ziemlich weit voneinander abstehende, schraubenförmig verlaufende Streifen zu erkennen geben. Ist das Haar-Lumen mit Wasser erfüllt, so verschwindet diese Streifung fast, in Kanadabalsam aber völlig. Offenbar handelt es sich hier um eine an der Innenwand der Membran befindliche Skulptur. Außer dieser zeigt sich aber bei Untersuchung im Wasser, wobei auch das Lumen davon erfüllt sein muß, eine äußerst feine Streifung (vgl. die Abb.), die zu der erstgenannten parallel, also auch spiralförmig verläuft. Dieses Liniensystem scheint seiner Entstehung nach zu dem Corrensschen Fall III zu gehören, wenigstens ist es mir nicht gelungen, die Streifung durch Behandlung mit Quellung hervorrufenden Reagentien deutlicher zu machen. Die Membranstruktur besteht also aus einer inneren Skulptur und einer Streifung, die durch parallele Aneinanderlagerung schraubig verlaufender, das Licht verschieden brechender Körper hervorgerufen wird, die regelmäßig miteinander abwechseln. Letztere Art von Streifung hat ihren Sitz nicht in einer bestimmten Membranschicht, sondern ist in allen Schichten vorhanden. Correns bemerkt, daß bei den Bastzellen von *Nerium Oleander* die Streifen, die hier ebenfalls ihren Sitz in mehreren Schichten der Membran haben, nicht völlig parallel sind, sondern untereinander Winkel bis zu 5° einschließen. Ähnliche Verhältnisse sind bei der Membranstreifung häufig — wenn auch nicht so ausgeprägt, wie bei *Nerium* — zu beobachten. Bei *Anthurium* sind die Streifen stets parallel, welche Tatsache mir für das Zustandekommen des Risses von Bedeutung zu sein scheint, das ich mir folgendermaßen erkläre.

Ich nehme an, daß den durch unmittelbare Beobachtung erschlossenen Substanzen nicht nur verschiedene optische Dichte, sondern auch verschiedene Kohärenz eigen ist, daß also innerhalb einer Membranschicht ein schraubig gewundener kohärenterer, mit einem ebenso gestalteten, aber weniger kohärenten Körper regelmäßig abwechselt. Die Kohäsion der so gebauten Membran ist in verschiedenen Richtungen verschieden groß: parallel zur Streifung am größten, normal zu ihr am kleinsten. Denn um die Zellhaut normal zur Streifung aufzureißen, wäre, da auch die Kohäsion der festeren Substanz überwunden werden müßte, eine größere Kraft nötig, als parallel zur Streifung, in welchem Falle der Riß bloß in der weniger festen Substanz erfolgen kann. Dieses Aufreißen der Zellhaut innerhalb der weniger kohärenten Substanz ist aber nur möglich, wenn die Streifen untereinander parallel sind; da dies bei den Wurzelhaaren tatsächlich der Fall ist, liegt der gemachten Annahme nichts im Wege. Immerhin

deutet der Fall, in dem zwei benachbarte Windungen durch Fibrillen miteinander in Verbindung bleiben (vgl. die Abb., bei *b*), darauf hin, daß an dieser Stelle die Streifung nicht völlig parallel gewesen war; jedenfalls aber mußte der Winkel hier so klein gewesen sein, daß ein Aufreißen der Membran eben noch ermöglicht wurde.

Was das Zustandekommen des Risses anbelangt, entsteht er wohl an irgend einer beliebigen Stelle innerhalb der weniger festen Substanz, hervorgerufen durch äußere Umstände, wie Feuchtigkeits- oder Temperaturwechsel, die Torsion und Spannungen bedingen, und pflanzt sich von hier in der ihm vorgeschriebenen Bahn, nach dem terminalen und basalen Ende fort.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, daß die Wurzelhaare der Luftwurzeln, nicht nur bei Araceen, sondern auch bei Pflanzen anderer Familien, häufig verschiedenen Algen zum Aufenthaltsorte dienen. Namentlich die dem Lichte zugewendeten Haare sind oft so prall mit einzelligen Chlorophyceen gefüllt, daß die Algen (z. B. *Chlorella vulgaris* in *Ceropegia*-Haaren) infolge gegenseitiger Wachstumsbehinderung polygonal werden. Das Einwandern geschieht durch das Velamen, mit dem die Haare kommunizieren. In lebenden Haaren habe ich keine Algen gefunden, hingegen traten in den abgestorbenen bei manchen Individuen folgende Chlorophyceen mehr oder weniger häufig auf: *Stichococcus bacillaris* Näg., *Chlorella vulgaris* Beyr., *Chl. acuminata* Gerneck, *Chl. simplex* (Artaria) Mig., *Chl. miniata* (Näg.) Oltm. Die Bestimmung dieser Arten wurde durch Reinkulturen ermöglicht.

Auffällig ist, daß genannte Algen in der Kultur gerne organische Nahrung aufnehmen und auch in der Natur teils im Saftfluß von Bäumen vorkommen oder, wie *Chlorella vulgaris*, in Symbiose mit Tieren leben. Wie sich die Sache in unserem Falle verhält, darüber möchte ich mir kein abschließendes Urteil erlauben, meine aber, daß es sich hier bloß um einen Raumparasitismus der Alge im Wurzelhaare handelt, bei welchem die Zerfallsprodukte der lebendigen Substanz des Haares der Alge gewiß zugute kommen werden. Ein wesentlicher Vorteil, der der Blütenpflanze durch die Algen erwächst, ist wohl kaum anzunehmen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [070](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Robert

Artikel/Article: [Über das schraubenförmige Aufreißen der Wurzelhaarmembran bei Anthurium. 249-254](#)