

Energie entstünde. Die Quelle solcher besonderen Energieart würde wohl immer in Elektrizität zu suchen sein. Dann hätten wir in einer Wechselwirkung von positiver und negativer Elektrizität auch die Grundlage des Pflanzen- und Tierlebens zu erblicken.

## (2.) E. Heinricher: Das Absorptionssystem von *Arceuthobium oxycedri* (D. C.) M. Bieb.

(Vorläufige Mitteilung.)

Über den intramatrikalen Teil, wie SOLMS-LAUBACH gesagt haben würde, liegen einige Untersuchungen vor, die außer *A. oxycedri* auch amerikanische Arten betreffen. Die sorgfältigste und eingehendste ist bisher jene von SOLMS<sup>1)</sup> über *A. oxycedri* geblieben, zu welcher Überzeugung jeder kommen wird, der sich mit dem Gegenstande selbst befaßt hat. Doch ist die illustrative Beigabe bei SOLMS etwas mager, so daß daraus nur schwer ein richtiges Bild von den überaus interessanten Verhältnissen gewonnen wird. Auch fehlten SOLMS Kenntnisse über die Entwicklungsgeschichte des Parasiten, und er beschließt, diesen Mangel wohl fühlend, seine Mitteilung mit dem Satze: „Erst Aussaaten und die Untersuchung der Keimpflanze werden Klarheit in die Biologie unseres Pflänzchens zu bringen imstande sein.“ JOHNSON<sup>2)</sup> hat zur Kenntnis des intramatrikalen Teiles kaum wesentlich beigetragen; auch gilt das Gleiche von den Untersuchungen von PEIRCE<sup>3)</sup> über *A. occidentale*, nur scheint aus ihnen hervorzugehen, daß bei dieser Art einige Abweichungen gegenüber *A. oxycedri* vorliegen. Auf eine dieser Verschiedenheiten weisen auch die Mitteilungen hin, die V. TUBEUF<sup>4)</sup> kürzlich über amerikanische Arten veröffentlicht hat, nämlich, daß einige Arten sich mehr örtlich begrenzt auf dem Wirte verhalten und so unserer Mistel ähnlicher erscheinen, andere sich aber über weite Areale ausbreiten. *A. oxycedri* gehört zu den letzteren.

Als ich 1915 meine Abhandlung über die Keimung und Ent-

1) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. VI, 1867—1868.

2) Annals of Botany, Vol. II, 1888/1889.

3) Annals of Botany, Vol. XIX, 1905.

4) Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft, Bd. 17, 1919.

wicklungsgeschichte von *A. oxycedri*<sup>1)</sup> veröffentlichte, beschränkte ich mich auf die Schilderung des äußerlich Verfolgbaren, obschon in der Hauptsache bereits 1914 meine Studien über den Entwicklungsgang des Absorptionssystems vorlagen und so auch die Präparate, die zu den mikrophotographischen Aufnahmen gedient haben, von denen ich in München einige ausgewählte Diapositive vorführte. Die Ungunst der Zeitverhältnisse hat es mit sich gebracht, daß diese Untersuchung liegen bleiben mußte und wahrscheinlich werde ich genötigt sein, ganz entgegen der ursprünglichen Absicht, den illustrativen Teil sehr zu beschränken. Daraus entsprang ja der Wunsch, wenigstens eine Anzahl der lehrreichsten Präparate einem größeren Kreise von Fachgenossen bei der Münchener Tagung vorzuführen.

Vorerst möchte ich die Gesichtspunkte hervorheben, auf welche es mir besonders ankommt:

1. Der morphologische Begriff Wurzel ist bei *Arceuthobium* völlig auszuschalten, ebenso die Unterscheidung von Rindenwurzeln und Senkern, vielmehr ist das Absorptionssystem seiner Entwicklung nach von ausgesprochen thalloidem Charakter, in seinem Werden und der Ausbreitung dem Mycel eines Pilzes vergleichbar.

2. Der letzte Vergleich stimmt insofern nicht, als mindestens die jüngeren Teile des Absorptionssystems sehr chlorophyllreich sind und darum verblüffende Ähnlichkeit mit dem Thallus einer Alge gewinnen.

3. Die Aktivität des Absorptionssystems ist eine außerordentlich große, die Entwicklungsschnelligkeit übertrifft schon vom Keimling aus weit die des Keimes einer Mistel. Die als Folge dessen überreiche Durchsetzung und Zerklüftung des Wirtgewebes erfolgt in der Hauptsache jedenfalls interzellular, durch Lösung der Mittellamellen. Manche Bilder sprechen auch für das Vermögen von Durchwachsung von Zellen, doch ist hierbei äußerste Kritik am Platze, um nicht Täuschungen zu verfallen.

Zu 1. Schon SOLMS hebt die wesentliche Verschiedenheit der Verhältnisse von *Arceuthobium* gegenüber *Viscum* hervor, so die myceliumartige Auflösung des Geflechtes der „Wurzeläste“ in feine und feinste Zellstränge. Nun ist der Embryo von *Arceuthobium* — dies allerdings gilt für alle Loranthaceen — wurzellos, er ist bei *A.* überdies nur Infektionsorgan, er selbst wird weiterhin nicht ausgestaltet. Die Infektion geht vom Hypokotyl aus, und

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I, 124. Bd. 1915.

zwar von seiner Spitze oder einer seitlichen Flanke, die dem Nähraste anliegt, tritt aber, wenigstens in der Regel, nicht in Gestalt eines primären Senkers auf, sondern besteht in der Überführung eines Betrages von *Arceuthobium*gewebe in die Rinde des Wirtes. Von ihm geht eine reiche mycelartige Ausbreitung in der Rinde vor sich, der aber alsbald auch Durchwucherung des Holzkörpers folgt. In der Rinde ist es besonders die durch lockeres Gefüge ausgezeichnete Grenze zwischen primärer und sekundärer, welche die massigste Besiedlung erfährt, wobei keine Bevorzugung einer bestimmten Richtung<sup>1)</sup> erkennbar wird, aber ein überaus reiches netziges System von Strängen verschiedenster Ausmaße, vom einreihigen Zellfaden aufwärts zustande kommt. Frühestens folgen zahllose Vorstöße gegen das Kambium und in den Holzkörper, wobei der Weg durch die Markstrahlen und neben den Markstrahlen besonders bevorzugt ist. Dann erst findet eine ansehnlichere Entwicklung besonders gut ernährter, in der Rinde gelegener Strangteile in die Quere statt, die endlich zur Ausgestaltung von Tracheiden in der Mitte solcher Stränge führt. Die Stellen bester Ernährung an solchen Strängen, Orte, die zugleich die Vereinigung mehrerer solcher sind, schreiten dann zur Anlage der Sproßknospen, die früher oder später nach außen vordringen. Die Entwicklung des Parasiten verläuft, wenn von der von außen erfolgenden Infektion abgesehen wird, so eigentlich vielfach von innen nach außen. Nicht die erst angelegten Stränge sind immer die am stärksten geförderten. In der Hauptsache entscheidet die örtliche Gunst der Ernährungsverhältnisse über das Maß der Entwicklung sowohl bei den Strängen in der Rinde, als bei jenen, die radial das Holz durchsetzen; freilich spielt auch oft die frühere Entstehung ausschlaggebend mit. Die ganze Entwicklung des Absorptionssystems gleicht so weitgehend der eines Pilzmycels, und wie sich an diesem bei genügender Erstarkung die Anlagen der Vermehrungsorgane einstellen, so tritt am thalloiden Absorptionssystem dieser Samenpflanze die reichliche Anlage der Sproßknospen auf.

Zu 2. Ein beträchtlicher Teil des Absorptionssystems ist nun reichlich mit Chlorophyll versehen. SOLMS spricht zwar von „wenig Chlorophyll“ in den Rindensträngen und PEIRCE schreibt den intramatrikalen Teilen von *A. occidentale* sogar völligen Chlorophyllmangel zu. (? H.) Meinen Untersuchungen nach herrscht im

1) Im Gegensatz zu V. TUBEUF, der in der Rinde die „Wurzelorgane“ vorwiegend parallel der Stammachse streichend erwähnt; a. a. O. S. 268.

Chlorophyllgehalt bei *A. oxycedri* einiges Schwanken; ältere Teile des Absorptionssystems scheinen daran ärmer zu sein, auch dürfte der Ernährungszustand von Einfluß sein. An Schnitten kann ferner auch durch Verletzung der getroffenen Strangpartien ein teilweiser Zerfall des Chlorophylls und dadurch der Eindruck geringen Chlorophyllgehaltes herbeigeführt werden. Vielfach aber habe ich das thalloide Geflecht tiefgrün gefärbt gefunden, wobei der stockwerkartige Bau der stärkeren Stränge unmittelbar an die Thallome einer *Polysiphonia* oder *Sphacelaria* erinnerte, die feineren Verzweigungen aber an solche eines *Stigeoclonium* oder einer *Draparnaldia*. Solche grüne Stränge vermitteln auch die Weiterinfektion neuer Sproßteile vom ursprünglichen Entwicklungsherd aus. Sie gleichen Algenfäden, bevorzugen augenscheinlich die Längsrichtung und sind in den Sprossen weit über jene Zonen hinaus vorhanden, die auch makroskopisch durch ihre Hypertrophie, oder durch Hervorbrechen von Knospen, die Anwesenheit des Parasiten verraten. An einem Seitensproß eines befallenen Triebes von 13 cm Länge war der Schmarotzer mikroskopisch bis 3 cm unterhalb des Vegetationspunktes nachweisbar.

Der ansehnliche Chlorophyllgehalt der Sprosse<sup>1)</sup> von *Arceuthobium* und eines wesentlichen Teils des Absorptionssystems scheint mir, wenigstens für *A. oxycedri*, darzutun, daß seine Ansprüche zunächst auf Wasser- und Nährsalze gerichtet sind. In meinen 14 *Juniperus* umfassenden Kulturen, wobei ein grösserer Teil der Wachholder überreichlich *Arceuthobium*-Pflanzen (bis zu 38 auf einer) besiedelt ist, ist bisher nur eine Pflanze eingegangen. Es erscheint mir auch fraglich, ob das Eingehen dieses *Juniperus* ganz auf Rechnung des Schmarotzers fällt. Es ist leicht zu verfolgen, daß Schädigung durch ihn bewirkt wird, doch ebenso auch, daß die Besiedlung ganz extreme Grenzen überschreiten muß, um das Eingehen des Wirtes herbeizuführen.

Zu 3. Die Aktivität des Absorptionssystems *A. oxycedri* übertrifft die anderer Loranthaceen beträchtlich. Auf welche Weise die Durchdringung der Gewebe in der Nährpflanze erfolgt, wird von SOLMS nicht erörtert. JOHNSON hebt besonders das Auseinanderspalten der Wirtstracheiden längs der Mittellamelle durch die „fine secondary“ Haustorien hervor. In der Tat fällt dem Einzwängen zwischen die Gewebe der Hauptanteil beim Vordringen

---

1) NEGER („Biologie der Pflanzen“, Stuttgart 1913) schreibt S. 550 der Wachholdermistel „blaßgrüne Zweige“ zu. Das stimmt nicht; näher werde ich darauf in meiner ausführlichen Arbeit zurückkommen.

des Parasiten zu. PEIRCE spricht allerdings kurzweg von einer völligen Absorption der Markstrahlen, scheint mir diesen Entschcheid aber etwas leichthin zu treffen. Ein Beweis dieses Ausspruches wird aber gar nicht versucht. Ich habe wohl einige Fälle beobachtet, die ein Durchwachsen von Zellen darzutun scheinen. Es beschränkt sich aber solches jedenfalls auf Rindenelemente des Wirtes und auch da möchte ich völlige Sichergestelltheit noch nicht behaupten.

Betonen möchte ich die ungemein rasch erfolgende Ausbreitung des Absorptionssystems. In der Hauptsache habe ich es nur an Keimlingen und jungen *Arceuthobium*-Pflanzen verfolgt. So war zum Beispiel der eine Keimling noch ausschließlich intramatrikal betätigt, eine Sproßknospe nach außen hatte er noch nicht entsandt. Trotzdem konnte schon eine starke Durchsetzung des Holzkörpers festgestellt werden: in einer Folge von 10 Querschnitten durch den *Juniperussproß* zählte ich 146 Einbrüche in den Holzkörper. Vorhanden waren ihrer sicher mehr.

Auf älteren Entwicklungsstufen, wenn der Parasit seit der Keimung etwa ein Alter von 18 Monaten erreicht hatte (solche wurden bei meinen Studien vorwiegend verwendet) und seine Anwesenheit nicht nur durch nach außen hervorgebrochene Sprosse, sondern auch durch eine spindelförmige Hypertrophie des Nährastes verraten wird, ist die Durchsetzung der Gewebe schon eine ganz enorme. In allen Richtungen durchziehen Stränge verschiedener Stärke, von den aus einer Zellreihe bestehenden angefangen, die Rinde, wobei Tinktionspräparate in schönster Weise den bereits von SOLMS-LAUBACH erkannten stockwerkartigen Aufbau erkennen lassen. Der Holzkörper erscheint wie zerfressen; oft liegen an Querschnitten einzelne Tracheidenreihen isoliert zwischen den radial verlaufenden, bald der Breite nach einreihigen<sup>1)</sup>, bald zweireihigen und seltener schon breiteren Strängen von *Arceuthobium*. Schon in den einreihigen erkennt man die Anwesenheit der zartspiral-faserig verdickten Tracheiden<sup>2)</sup> und mehrfach begegnet man Auszweigungen aus den radialen Strängen, die sich in tangentialer Richtung zwischen die Tracheiden des *Juniperus* einzwängen. So wurden auch tangentale Verbindungen zwischen den hauptsächlich radial, den Markstrahlen folgenden Strängen hergestellt.

Über die unglaubliche Massenhaftigkeit dieser gewinnt man

1) Übereinstimmende Angaben bei v. TUBEUF für *A. divaricatum*; a. a. O., S. 265.

2) v. TUBEUF sagt, daß bei *A. Douglasii* nur „umfangreicher gewordene Senker“ Gefäße bilden; a. a. O. S. 271.

den besten Einblick an Tangentialschnitten. Sie zeigen, daß oft kaum ein Markstrahl vom Parasiten unbehelligt verblieb. Während die normalen Markstrahlen des *Juniperus*-Holzes hauptsächlich 2, 3, 5, wohl auch 6—7 Zellen hoch sind, doch immer einreihig erscheinen, zeigt der Tangentialschnitt durch von *Arceuthobium* befallenes Holz ein vom gesunden völlig abweichendes Bild. Vor allem scheinen die Markstrahlen häufig zu langen Ketten verlängert zu sein und die einreihige Zellenordnung ist in der mannigfachsten Weise gestört. Je länger ein Sproßteil vom *Arceuthobium* befallen war, um so verworrener Bilder erhält man. Der Parasit verursacht auch starke Verlagerungen der Elemente im Wirt. Darum können die Hoftüpfel in Flächenansicht an Tangentialschnitten erscheinen, ja in alt befallenen Sprossen sogar an Querschnitten. Nicht alles, was einem Markstrahl gleicht, besteht auch tatsächlich aus Markstrahlzellen des *Juniperus*, vielfach täuschen eingeschobene *Arceuthobium*-zellen solche nur vor; es handelt sich um „Pseudomarkstrahlen“. Auf ähnliche Weise kommen auch die erwähnten langen Markstrahlketten zustande. Die Scheidung, was Markstrahlzellen des *Juniperus*, was Zellen des Parasiten sind, ist oft schwer zu treffen, besonders an entwässerten Kanadabalsam-Präparaten. Hier ist die schon von SOLMS hervorgehobene, eigenartig gequollene Membranbeschaffenheit der *Arceuthobium*-zellen verloren gegangen und deshalb ist für den angedeuteten Zweck die Untersuchung frischen Materials, oder von Schnitten durch konserviertes, in Wasser oder Chlorzinkjod, viel tauglicher. Die befallenen Jahresringe des Wachholderholzes weisen eine geförderte Breite auf und durch sie wird in erster Linie die makroskopisch sichtbare Hypertrophie der vom *Arceuthobium* besiedelten Zweige hervorgerufen<sup>1)</sup>. Auch ungewöhnlich gesteigerte Weite der einzelnen Tracheiden ist dabei beteiligt, und die Membranen scheinen auch stofflich beeinflußt zu sein, da Reaktionen auf geminderte Verholzung hinweisen. Genauer kann auf diese Verhältnisse hier nicht eingegangen werden.

An anderer Stelle wird es hoffentlich möglich sein, das Vorgetragene erweitert darzustellen und auch einen Teil der mikrophotographischen Aufnahmen beizufügen, von denen ich gelegentlich meines Vortrages in München eine Auswahl in Diapositiven, sowie einige maßgebende mikroskopische Präparate vorgeführt habe.

Innsbruck, Botan. Institut der Universität, im Dez. 1921.

---

1) V. TUBEUF führt für *A. Douglasii* die Hypertrophie auf die bedeutende Masse zurück, die der Parasit durch seine Rindenwurzeln, Ausschlagssprosse etc. in der Rinde bildet; a. a. O. S. 266.

# 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: 1921

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Heinricher Emil

Artikel/Article: [Das Absorptionssystem von Arceuthobium oxycedri \(D. C.\) M. Bieb. 1020-1025](#)