© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


## 2. Bruno Löffler: Experimentelle Untersuchungen über Regeneration des Gipfels und Kontaktempfindlichkeit bei Windepflanzen.

(2. Mitteilung.)

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 30. Dezember 1918.)

### Vorbemerkungen.

Nachdem die Anschauung PALMs[1]), der den Windepflanzen Berührungsempfindlichkeit absprach, über die ebenfalls im Jahre 1827 vertretene Ansicht HUGO VON MOHLs[2]), der den Windevorgang gerade durch Kontaktreizbarkeit zu erklären suchte, durch die Untersuchungen von DUTROCHET[3]), DARWIN[4]), DE VRIES[5]), SCHWENDENER[6]) und BARANETZKI[7]) schon den Sieg davongetragen hatte, versuchte nur noch KOHL[8]) 1884 die Annahme von Kontaktempfindlichkeit bei Windepflanzen wieder zu stützen, was ihm teilweise wohl auch gelang. Er wurde aber von AMBRONN[9]) und WORTMANN[10]) wirksam angegriffen, und nun wird bis auf die neueste Zeit in der weiterhin zum Windeproblem erschienenen

1) PALM, Über das Winden der Pflanzen. Tübingen 1827.

2) v. MOHL, Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

3) DUTROCHET, Des mouvements révolutifs spontanés qui s'observent chez les végétaux. Ann. des. sc. nat, 2e sér, 1843, Tome XX. — Recherches sur la volubilité des tiges de certains végétaux et sur la cause de ce phénomène. Ann. des. sc. nat., 3e sér., 1844. Tome II.

4) DARWIN, On the movements and habits of climbing plants. Journ. of Linn. Soc. 1865.

5) DE VRIES. Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen. Arb. a. d. Bot. Inst. Würzburg 1874.

6) SCHWENDENER, Über das Winden der Pflanzen. Monatsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1881.

7) BARANETZKI, Die kreisförmigen Nutationen und das Winden der Pflanzen. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg 31, 2883.

8) KOHL, Beitrag zur Kenntnis des Windens der Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., 15. 1884.

9) AMBRONN, Zur Mechanik des Windens. Ber. über d. Verh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 36, 1884.

10) WORTMANN, Theorie des Windens. Bot. Zeitg. 1886. — Über die Natur der rotierenden Nutation der Schlingpflanzen. Bot Ztg. 1886.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Literatur, soweit sie zur Frage der Kontaktempfindlichkeit überhaupt noch Stellung nimmt, jede Mitwirkung des Kontaktreizes als widerlegt betrachtet[1]); ja es wird den zahlreichen Windepflanzen Berührungsempfindlichkeit überhaupt abgesprochen. Auch die Handbücher der Pflanzenphysiologie von SACHS[2]), PFEFFER[3]) und JOST[4]) nehmen diesen Standpunkt ein. Das Winden wird im allgemeinen lediglich als durch die rotierende Nutation und den negativen Geotropismus zustandekommend betrachtet, wobei die Stütze nur das mechanische Widerlager darstelle, das die geotropische Geradestreckung des Windesprosses verhindere.

BRENNER[5]), der durch gründliche Beobachtung von *Tamus communis* zu der Annahme gelangte, daß bei dieser Schlingpflanze die Kontaktreizbarkeit beim Winden eine wesentliche Rolle spielen müsse, gebührt das Verdienst, durch Reiben der Sprosse mit einem Hölzchen deutliche haptotropische Krümmungen hervorgerufen und somit zuerst wieder seit KOHL die Kontaktreizbarkeit einer Windepflanze erwiesen zu haben. Doch fand die 1912 erschienene Arbeit wohl kaum die verdiente Beachtung.

Im Jahre 1913 teilte ich Beobachtungen über Regeneration des Gipfels bei *Banisteria chrysophylla* Lam., *Ceropegia Sandersoni* Decn. und *Dioscorea sativa* L. mit[6]), die mit den herrschenden Anschauungen über Windepflanzen nicht im Einklang zu stehen und mir einen Weg zu weisen schienen, auf dem man ganz unabhängig vom Windevorgang die Frage nach der Kontaktempfindlichkeit zunächst für Windepflanzen mit gegenständigen Blättern prüfen könne. Wie erinnerlich, handelte es sich bei diesen Beobachtungen darum, daß beim Verlust des Gipfels die Achselknospen des obersten Blattpaares verschieden reagierten. Bei *Banisteria* wuchs die an der Kontaktseite des Windesprosses gelegene Knospe zum neuen Langtrieb aus, während die an der von der Stütze abgewendeten Seite befindliche Knospe nur einen Kurztrieb hervorbrachte oder in einem anderen Falle ganz im Ruhezustande verblieb.

---

1) Von einer Aufzählung dieser Abhandlungen kann deshalb hier abgesehen werden.

2) SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887.

3) PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1904.

4) JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena 1913.

5) BRENNER, Zur Biologie von *Tamus communis* L. Verh. d. Naturforsch. Ges. Basel. XXIII. 1912.

6) LÖFFLER, Über den Entwicklungsgang einer *Banisteria chrysophylla* Lam. und Regeneration des Gipfels bei Windepflanzen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXI. 1913. Mit Tafel XIX.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Bei *Ceropegia* trieb an den drei obersten Knoten nur die Knospe der Kontaktseite aus, und ein trotz vorgerückter Jahreszeit noch gelungener Versuch mit *Dioscorea sativa* ergab, daß zwar beide Achselknospen des obersten Blattpaares austrieben, daß aber der aus der Knospe der Kontaktseite hervorgehende Trieb von Anfang an vor dem anderen im Wachstum gefördert wurde. Man vergleiche hierzu die meiner damaligen Mitteilung beigegebene Tafel. Nur das Experiment konnte weiterhin Klarheit bringen, ob dem Vorgang der Gipfelregeneration in der beobachteten Weise unter den Windepflanzen mit gegenständigen Blättern allgemeinere Verbreitung zukommt und wie er zu erklären ist. Drei Möglichkeiten waren ins Auge zu fassen: 1. ob Unterschiede in der Beleuchtung der beiden in Betracht kommenden Knospen das verschiedene Verhalten derselben verursachen, 2. ob der Gipfelersatz von der inneren Flanke des Windesprosses aus wie die Winderichtung schon in der inneren Organisation der Schlingpflanzen begründet ist, und 3. ob dabei ein von der Stütze ausgehender Reiz die ausschlaggebende Rolle spielt. Gleichviel, welche Möglichkeit durch experimentelle Untersuchung zur Tatsache erhoben werden würde, in jedem Falle, sagte ich mir, wäre das Ergebnis neu und interessant. Am wahrscheinlichsten erschien mir allerdings von vornherein die entscheidende Beeinflussung des Vorganges durch den Kontakt der Stütze, und der Umstand, daß man auf dem von mir gefundenen Wege die Frage nach der Kontaktempfindlichkeit der Windepflanzen völlig unabhängig vom Windevorgang einer experimentellen Prüfung unterziehen kann, stellte sich mir als ein Vorzug gegenüber der in der Pflanzenphysiologie üblichen Methode dar, durch Streichen mit einem rauhen Gegenstand Krümmungen hervorzurufen und dadurch Berührungsempfindlichkeit nachzuweisen. Ich sagte mir, daß bei Windepflanzen reine Kontaktkrümmungen unbeeinflußt durch Nutationskrümmungen nur schwer überzeugend zum Ausdruck zu bringen seien, selbst wenn sie wirklich zu erzielen wären. Aus diesen Gründen legte ich Versuchen auf dem von mir eingeschlagenen Wege einen gewissen Wert bei. Noch im Herbst 1913 unternahm ich in dem an der Südseite des Botanischen Instituts zu Innsbruck eingebauten Versuchsgewächshaus eine große Anzahl von Versuchen mit *Phaseolus multiflorus* und *Humulus Lupulus,* denen im Sommer 1914 Versuche im Garten mit *Dioscorea sativa* folgten. Leider konnte ich die Untersuchung vor Ausbruch des Krieges nicht mehr zum Abschluß bringen, und dann erfolgte bald meine Einberufung zum bayrischen Heere.

Unterdessen erschienen die mit Recht viel beachteteten Unter-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


suchungen STARKs[1]) über Wesen und Verbreitung der Kontaktreizbarkeit, in denen auch den Windepflanzen auf erfolgreichen Versuchen beruhende, längere Ausführungen gewidmet werden, meine auf Berührungsempfindlichkeit bei Windepflanzen hindeutenden Beobachtungen jedoch unberücksichtigt bleiben. STARK konnte bei einer größeren Anzahl von Windepflanzen Kontaktreizbarkeit nachweisen, indem es ihm gelang, durch einseitiges Reiben der Sprosse Krümmungen hervorzurufen, die bei jugendlichen Pflanzen durch die ja erst später beginnenden Nutationen auch noch nicht beeinträchtigt sein konnten oder sich durch früheren Eintritt und längere Dauer von Nutationskrümmungen deutlich unterschieden. Weiter vermochte er durch Streichen der Sprosse ein Ablösen von der Stütze zu erreichen, wobei die Sproßspitze einen nach rückwärts gerichteten Haken bildete; ja es gelang ihm, durch starke Reizung bei sehr sensiblen Arten haptotropische Krümmungen zu fixieren, wenn sie solange erhalten werden konnten, bis das Wachstum an der Stelle aufgehört hatte. Das Vorhandensein von Kontaktreizbarkeit ist durch diese Feststellungen STARKs sicher erwiesen, noch nicht aber, ob eine Mitwirkung derselben beim Windevorgang besteht. STARK ist aber geneigt, ihr als drittem Faktor eine wenn auch mehr oder minder untergeordnete Rolle beim Winden zuzugestehen.

Auch FIGDOR[2]) lieferte neuerdings einen Beitrag zur Kontaktreizbarkeit von Windepflanzen, indem er an jungen *Asparagus*-Pflanzen typische Kontaktkrümmungen durch Reiben der Sprosse hervorrief. Es handelt sich dabei um eine Anzahl Arten, die in der Jugend selbständig aufrecht, später aber als Spreizklimmer weiterwachsen oder nach genügender Erstarkung Windesprosse treiben und zu Windepflanzen werden. Sie erinnern darin also an die von mir in ihrer Entwicklung geschilderte *Banisteria chrysophylla*[3]). FIGDOR untersuchte auch *Asparagus officinalis*, der zeit-

1) STARK, Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 33. 1915. — Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. f wiss. Bot. 1916.

2) FIGDOR, Über die thigmotropische Empfindlichkeit der *Asparagus*-Sprosse. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-nat Kl. 124. Wien 1915.

3) Meinen damaligen Ausführungen braucht jetzt nicht viel hinzugefügt zu werden. Die *Banisteria* hat, nachdem sie schon 1913 mit ihren Windetrieben die Gewächshausgallerie erreicht hatte, in den vergangenen Jahren in der Höhe üppig ihre Laubmassen entwickelt und reichlich geblüht und gefruchtet. Wie ich gelegentlich eines Besuches des Botanischen Gartens in Dresden im September 1918 bemerkte, befindet sich im Mittelbau der dortigen Pflanzenhäuser ebenfalls eine *Banisteria (Heteropteris) chrysophylla*, deren Windetriebe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



lebens selbständig aufrecht wächst und sich als nicht haptotropisch reizbar erwies, was im Verein mit der Tatsache, daß eine Anzahl Arten mit reizbaren Achsen später zu Windepflanzen sich entwickeln, darauf hindeutet, daß ein Zusammenhang zwischen Windephänomen und Kontaktreizbarkeit besteht.

Dagegen gelangte MIEHE[1]) in neuester Zeit bei seinen Versuchen an *Akebia quinata* hinsichtlich haptotropischer Empfindlichkeit wieder zu negativen Ergebnissen. Doch führt auch STARK diese Art in der Reihe derjenigen an, deren Sprosse auf Reizung nicht reagierten; nur die Blattstiele erwiesen sich als berührungsempfindlich.

Erst nach meiner Entlassung vom Heeresdienste konnte ich nach vierjähriger Unterbrechung im Sommer 1918 ergänzende Versuche anstellen, die auf etliche noch nicht untersuchte Arten ausgedehnt werden konnten. Freilich hat sich der Stand der Frage inzwischen wesentlich geändert. Die Priorität hinsichtlich des Nachweises der Kontaktempfindlichkeit von Windepflanzen, den ich durch meine Versuche 1913/14 schon weitgehend erbracht zu haben glaubte, ist mir an STARK und FIGDOR verloren gegangen, und ich könnte jetzt nur noch eine Bestätigung auf dem von mir gefundenen Wege erbringen, wenn durch meine Versuche nicht auch erstmalig der Vorgang der Gipfelregeneration bei Windepflanzen überhaupt verfolgt würde und sich an sie nicht auch Folgerungen knüpfen ließen, die bisher nicht erörtert worden sind. Allerdings vermag ich gegenwärtig infolge der tiefgehenden Schädigungen dieser Untersuchung durch die Kriegszeit die Erscheinung erst an einer beschränkten Anzahl von Windepflanzen zu behandeln und kann ein endgültiges Urteil noch nicht abgeben. Vielmehr betrachte ich alle bisherigen Versuche, obgleich eine Reihe

---

auch bis zum Dache emporgeklettert sind. Doch ist an dieser der Entwicklungsgang nicht mehr so deutlich zu überblicken, da die Krone des ehemaligen Bäumchens nicht mehr so gut erhalten ist wie an unserer Innsbrucker *Banisteria*. Den Übergang zur windenden Lebensweise konnte ich im Herbst 1918 an einer anderen Warmhauspflanze wieder beobachten, die gegenwärtig leider unbestimmt ist, da das Namensschild während der Kriegszeit mit ihrem außerordentlichen Personalmangel verloren gegangen ist. Das etwa 80 cm hohe Bäumchen, das in unserer warmen Kiste untergebracht war, trieb im September von einem der untersten Äste einen typischen Lianentrieb, der Anfang Oktober bereits 1,44 m lang war. Um der Pflanze die Weiterentwicklung zur windenden Liane zu ermöglichen, mußte sie in eines der höheren Warmhäuser verbracht werden. Sie vertrug aber den Wechsel nicht. Der Windetrieb begann bald abzusterben und das Bäumchen warf einen Teil seiner Blätter ab.

1) MIEHE, Beiträge zum Windeproblem. Jahrb. f. wiss. Bot., 56. 1915.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


von Ergebnissen durchaus gesichert erscheint, mehr als eine gründliche Orientierung über die Methodik solcher Experimente und möchte in vorliegender Mitteilung nur im allgemeinen über die Resultate berichten, da ich sämtliche Versuchsreihen auf Grund der bisherigen Erfahrung unter Vermeidung der festgestellten Fehlerquellen zu wiederholen und dann mit tabellarischen und bildlichen Belegen auf den gleichen Gegenstand zurückzukommen gedenke.

## I. Das Austreiben der Haupt- und Nebenknospen beim Gipfelersatz.

### 1. *Phaseolus multiflorus.*

Sowohl *Phaseolus multiflorus*, welche Art hypogäisch keimt, als auch die epigäisch keimenden Arten *Ph. vulgaris* und *Ph. tunkinensis*, deren Verhalten bei der Gipfelregeneration aber besonders behandelt werden soll, bilden meist nur ein Laubblattpaar aus, in selteneren Fällen zwei oder drei; weiter oben am eigentlichen Windesprosse gehen die Pflanzen zur Spiralstellung über. Bei meinen Versuchen mit *Ph. multiflorus* im Herbst 1913 zeigte sich, daß nur die Achselknospen der vorhandenen Blattpaare befähigt waren, den verlorenen Gipfel zu ersetzen; alle höher am Sprosse in den Achseln der spiralig angeordneten Blätter befindlichen Knospen ergaben nur Blütentriebe. Es erwies sich also als vollkommen gleichgültig, in welcher Höhe der Windesproß von *Ph. multiflorus* dekapitiert wurde, der Ersatz erfolgte doch von dem meist nur vorhandenen einzigen oder wenigstens vom obersten Blattpaar aus, mithin in den meisten Fällen gar nicht vom eigentlichen Windesprosse. Nachdem ich bei den ersten Versuchsreihen, bei denen ich die Pflanzen vor der Dekapitierung hoch an den Stützen emporwinden ließ, diese Erfahrung gemacht hatte, konnte ich also, um Zeit zu gewinnen, dieselben schon beim Übergang zur Spiralstellung ihres Gipfels berauben, zumal bei der von mir angewandten Methode zunächst ja nur das Austreiben gegenständiger Knospen beobachtet werden sollte. Da meist nur ein Blattpaar gebildet wird, experimentierte ich also in allen diesen Fällen mit den Keimpflanzen, mit der noch selbständig aufrecht wachsenden Jugendform. In Wirklichkeit dürfte ja nur selten das unterste Internodium schon Stützenkontakt haben; vielmehr wird es zumeist mehr oder minder weit von der Stütze entfernt sein, die erst von höheren nutierenden Internodien erfaßt wird, wobei es allerdings vorkommen kann, daß wenigstens der unterste Knoten beim Umschlingen der Stütze an diese herangezogen und so in die für meine Fragestellung geeignete Lage kommt. Beim Experiment

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


kann man natürlich schon dem untersten Internodium Stützkontakt geben und somit versuchen, ob schon bei der noch selbständig aufrecht wachsenden Jugendform das Austreiben der Knospen beim Gipfelersatz durch die Stütze beeinflußt und so deren Kontaktempfindlichkeit nachgewiesen werden kann, was übrigens auch STARK durch Streichen von Keimlingen von *Ph. multiflorus* festgestellt hat. Zu beachten ist dabei nur, daß die Achselknospen der Blattpaare oft deutlich verschieden kräftig angelegt sind. Solche Pflanzen sind natürlich zu exakten Versuchen unbrauchbar. Wenn man wirklich erkennen will, ob in der Tat eine Wachstumsförderung des aus der Knospe der Kontaktseite hervorgehenden Triebes erfolgt, dürfen nur Pflanzen mit gleichmäßig kräftigen Knospen in den Achseln des jeweils obersten Blattpaares verwendet werden, was sich mit hinreichender Genauigkeit beurteilen

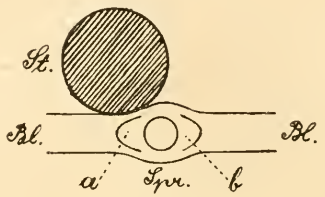


Abb. 1.

läßt, unter Umständen mit Verwendung der Lupe. Bei Versuchspflanzen mit mehreren Blattpaaren wurde das Austreiben der Achselknospen des obersten verfolgt, falls diese gesund und gleichwertig waren; etwaige aus den Achseln tieferer Blattpaare kommende Triebe wurden frühzeitig beseitigt. Die Stütze wurde stets bald nach der Entfaltung des ersten Blattpaares so angebracht, daß sie schon das unterste Internodium möglichst in ganzer Länge, dann aber auch einen der Blattstiele berührte, um so die zugehörige Achselknospe durch den Kontaktreiz beim Austreiben zu begünstigen. Die schematische Abb. 1, die einen Querschnitt durch Stütze (St.), Sproß (Spr.) und Blattstiele (Bl.) am regenerierenden Knoten darstellt, soll dies veranschaulichen und erläutert auch die in vorliegender Darstellung durchwegs angewendeten Bezeichnungen der Knospen (a und b). Bei derartiger Anbringung der Stütze und ausschließlicher Verwendung von Versuchspflanzen mit gleichwertigen Knospen erhielt ich aber auch völlig eindeutige Ergebnisse bei sowohl hoch an der Stütze emporgewundenen und erst

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



in höheren Internodien dekapitierten Windesprossen als auch bei bereits nach dem letzten Blattpaar des Gipfels beraubten Pflanzen[1]). Es wuchsen in jedem Falle beide Achselknospen aus; doch war der aus der Knospe der Kontaktseite (a, Abb. 1) hervorgehende Trieb von dem aus der Knospe der von der Stütze abgewendeten Seite (b) entstehenden Sprosse von Anfang an stets beträchtlich im Wachstum gefördert, behielt immer einen deutlichen Vorsprung und begann zuerst zu winden, ersetzte also auch zuerst den verlorenen Gipfel. Genaue Dickenmessungen ergaben ferner, daß der Trieb a auch durchwegs stärker war als der Trieb b.

Wurden diese spiralig beblätterten Ersatztriebe in ihrem untersten Internodium abgeschnitten, so trieben die an ihrem Grunde befindlichen kollateralen Beiknospen alsbald aus. über

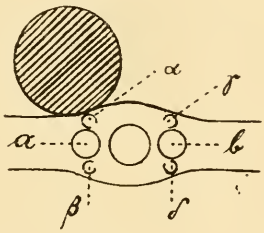



Abb. 2.

deren Bezeichnung die Abb. 2 Aufschluß gibt, und zwar war in allen beobachteten Fällen die der Stütze zugekehrte Beiknospe $\alpha$ der ehemaligen Achselknospe a, die dem bevorzugten Ersatztriebe den Ursprung gegeben hatte, wieder bedeutend beim Austreiben vor den anderen gefördert und ergab den längsten und kräftigsten Beisproß.

Wie bereits hervorgehoben, wurde bei *Ph. multiflorus* bisher keine Gipfelregeneration aus den Achseln der spiralig am eigentlichen Windesprosse angeordneten Blätter beobachtet. Da Versuche nach dieser Richtung mit anderen Bohnenarten im Sommer 1918 positiv verliefen, worüber in den anschließenden Abschnitten berichtet wird, erscheint dieses Ergebnis zweifelhaft und bedarf der Nachprüfung.

---

1) Nach Entfernung des Gipfels wurde der Sproß an der Dekapitationsstelle mit Bast an der Stütze festgebunden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



2. *Phaseolus vulgaris.*

Mit *Phaseolus vulgaris* wurden im Juli und August 1918 zwei Reihen von Versuchen unternommen. Um zu erkennen, ob nicht auch Achselknospen der spiralig am Windesprosse stehenden Blätter zum Gipfelersatz befähigt seien, ließ ich eine Anzahl Pflanzen dieser Art verschieden hoch an den Stützen emporwinden, bevor zur Dekapitation geschritten wurde. In der Tat wurde das gewünschte Ergebnis erreicht. Bei allen Versuchspflanzen dieser Serie trieb die Achselknospe des obersten Blattes zum neuen, den verlorenen Gipfel ersetzenden Langtrieb aus, und die kollateralen Beiknospen entwickelten sich zu Blütentrieben. Für meine Fragestellung war dieses Ergebnis natürlich unbrauchbar, da diese ja auf dem Vergleich des Austreibens zweier Knospen beruht, von

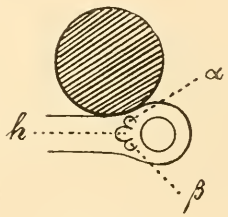



Abb. 3.

denen die eine durch den Kontakt der Stütze bevorzugt erscheint. Die Achselknospen des einzigen, beziehentlich des obersten Blattpaares trieben bei diesen Pflanzen vorerst nicht aus. Die zweite Versuchsreihe, bei der die Sprosse bereits beim Übergang zur spiraligen Blattstellung ihres Gipfels beraubt wurden, bestätigte durchaus die bei *Ph. multiflorus* erhaltenen Ergebnisse, ebenso, wie vorausgeschickt sei, eine entsprechende Serie der im folgenden Abschnitt behandelten Art.

3. *Phaseolus tunkinensis.*

Mit dieser Art wurde ganz in gleicher Weise verfahren wie mit *Ph. vulgaris*. Doch ergaben die Versuche mit hoch an den Stützen emporgewundenen und über einem der Spiralblätter dekapitierten Sprossen ein neues erfreuliches Ergebnis. Nur ein Exemplar ersetzte den abgeschnittenen Gipfel in der bei *Ph. vulgaris* beobachteten Weise; alle anderen Versuchspflanzen von *Ph. tunkinensis* verfuhren gerade umgekehrt. Die Hauptknospe des obersten Blattes (h, Abb. 3) ergab nur einen Blütentrieb, während ihre

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


beiden kollateralen Beiknospen ($\alpha$ und $\beta$, Abb. 3) zu neuen windenden Langtrieben auswuchsen, und zwar erwies sich der aus der stützseitigen Beiknospe $\alpha$ hervorgehende Trieb dem aus der an der kontaktfreien Seite gelegenen Beiknospe $\beta$ entstehenden Sprosse deutlich überlegen und zwar um so mehr, je besser die in Abb. 3 veranschaulichte Lage der Knospen zur Stütze verwirklicht war. Die Stiele der spiralig am Windesprosse stehenden Blätter legen sich nämlich mehr oder minder der Stütze an, können aber auch frei von ihr abstehen. Bei neuen exakteren Versuchen mit *Ph. tunkinensis*, übrigens einer überaus schlanken und rasch und gut windenden Art, wird deshalb genau darauf zu achten sein, daß der Windesproß stets über einem Blatt dekapitiert wird, dessen Stiel der Stütze gut anliegt, wodurch die eine Beiknospe in die für eine Bevorzugung durch den Kontakt günstige Lage kommt. Wie diese Versuche lehren, ist die von mir gefundene Fragestellung also nicht nur auf Windepflanzen mit gegenständigen Blättern, sondern unter Umständen auch auf solche mit spiraliger Beblätterung und kollateralen Beiknospen anwendbar.

4. *Humulus Lupulus.*

Mit Hopfen wurden Versuche bereits im Herbste 1913 unternommen. Ausgegrabene Pflanzen wurden damals in Töpfe gesetzt, im Kalthaus zum Einziehen gebracht und hierauf in das an der Südseite des Instituts eingebaute Versuchsgewächshaus überführt, wo aus den Wurzeln frische Sprosse austrieben, die zu Versuchen verwendet werden konnten. Während der Sommer 1914 und 1918 wurden die Versuche an Freilandpflanzen wiederholt. *Humulus Lupulus* und die in den folgenden Abschnitten behandelten Windepflanzen *Dioscorea sativa* und *Hexacentris mysorensis* sind durchwegs am ganzen Sprosse gegenständig beblättert. Nach der Dekapitation erfolgt die Regeneration des Gipfels dann stets vom obersten Blattpaar aus. Oft treiben auch noch, wenn auch schwächer als am obersten, die Achselknospen des nächst tieferen Blattpaares aus; die hier entstehenden Triebe werden aber zweckmäßig frühzeitig entfernt. Um bei diesen Windepflanzen zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen und stets zwei Ersatztriebe mit beträchtlichem Längenunterschied zu erzielen, ist zu beachten, daß die Sprosse über einem Knoten dekapitiert werden, an dem die Knospen die für eine Bevorzugung der einen durch den Kontakt der Stütze günstige Lage haben. Das wird dann zutreffen, wenn die Stütze dem Windesprosse deutlich an der durch das eine Blatt bezeichneten Flanke anliegt und auch den Stiel desselben berührt, während die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



gegenüberliegende Seite und der andere Blattstiel vollständig von der Stütze abgekehrt sind. Je mehr die Stütze gerade zwischen den beiden Blattinsertionen den Windesproß berührt, desto weniger ausgeprägt wird der Längenunterschied der beiden aus den Achselknospen hervorgehenden Ersatztriebe. Natürlich dürfen zu den Versuchen auch nicht zu dicke Stützen verwendet werden, da sonst die für die Bevorzugung einer Achselknospe günstige seitliche Berührung des Windesprosses nicht gewahrt bleibt. Seltener und geringer sind bei diesen Windepflanzen die bei *Phaseolus* als oft beträchtlich erkannten Unterschiede in der Stärke der Achselknospen eines Blattpaares; doch ist es auch bei ihnen notwendig, daß man vor der Dekapitierung das zur Gipfelregeneration gewählte Knospenpaar genau daraufhin prüft. Versuche, die bereits unter peinlicher Vermeidung der soeben geschilderten, empirisch festgestellten Fehlerquellen unternommen wurden, ergaben aber bei *Humulus Lupulus* und den in den anschließenden Abschnitten behandelten Windepflanzen durchwegs sehr deutliche Ergebnisse. Beim Hopfen, der ebenfalls kollaterale Beiknospen besitzt, entsprachen diese ganz den Resultaten bei den untersuchten Bohnenarten. Der aus der an der Kontaktseite gelegenen Knospe a hervorgehende Trieb übertraf den aus der Knospe der kontaktfreien Flanke b entstehenden Sproß stets beträchtlich an Länge. Ein derartiges Ergebnis zeigt die Abb. 8, die indessen in anderem Zusammenhang besprochen wird. Nach Beseitigung der Ersatztriebe a und b trieben bei *Humulus* in der Regel überhaupt nur die Beiknospen der Kontaktseite $\alpha$ und $\beta$ aus; doch erwies sich der aus der stützseitigen Beiknospe $\alpha$ hervorsprossende Trieb in allen Fällen wieder bedeutend überlegen.

5. *Dioscorea sativa.*

Der erste Versuch mit *Dioscorea sativa* wurde bereits im Spätsommer 1913 angestellt und in meiner ersten Mitteilung bereits beschrieben und abgebildet[1]). Während der Sommer 1914 und 1918 wurden dann mit dieser Windepflanze eine große Anzahl von Versuchen unternommen, bei denen ich unter Beachtung der gekennzeichneten Gesichtspunkte sehr klare, die Wachstumsbegünstigung des aus der Knospe der Kontaktseite a hervorgehenden Triebes deutlich zeigende Ergebnisse erhielt. Obgleich sich wieder beide Ersatztriebe zu winden befähigt zeigten, erschien der stützseitige Sproß a doch als der typischere Windetrieb, da er auch wesentlich gestrecktere Internodien besaß. Ja in einzelnen Fällen

1) LÖFFLER, l. c. pag. 479. Taf. XIX. Abb. 3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



stellte der Ersatzsproß der kontaktfreien Seite b sein Wachstum frühzeitig ein und überließ den Gipfelersatz allein dem Trieb a der Kontaktseite. Zur Zeit der Dekapitation waren aber Unterschiede in der Stärke der Knospen nicht zu bemerken. *Dioscorea* besitzt im Gegensatz zu den bisher besprochenen Arten seriale Beiknospen. Wurden die Ersatztriebe a und b in ihrem untersten Internodium abgeschnitten, so trieben die Beiknospen $\alpha$ und $\beta$ aus; der aus $\alpha$ (Abb 4) entstehende Beisproß erwies sich wieder als der bedeutend überlegene. Wurden auch die Beisprosse $\alpha$ und $\beta$ wieder beseitigt, so trieb in der Regel nur noch die an der Kontaktseite gelegene Beiknospe zweiten Grades $\alpha^1$ aus. Abb. 4 möge diese Ausführungen ergänzen.

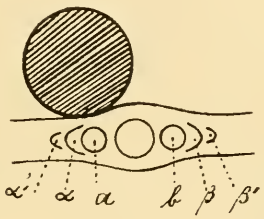



Abb. 4.

6. *Hexacentris mysorensis* Wight.

An dieser zu den *Acanthaceae* gehörigen Windepflanze gelang mir in jüngster Zeit ein äußerst prägnanter Versuch. Ich hatte sie im August und September 1918 in der warmen Kiste des Botanischen Gartens etwa 90 cm hoch an einer nur wenig mehr als 1 cm dicken Stütze emporwinden lassen, wobei ich beobachtete, daß die Sproßspitze der Stütze immer eng angeschmiegt und von rotierender Nutation mit überhängendem Gipfel nicht das geringste zu bemerken war. Der Windesproß kroch beim Emporwinden förmlich um die Stütze herum, was mir auch an anderen Schlingpflanzen bereits aufgefallen war und wohl darauf hindeutet, daß bei manchen der Kontaktreiz beim Windevorgang eine bedeutende Rolle spielt. Bevor ich den Windesproß von *Hexacentris* am 5. Oktober dekapitierte, musterte ich genau die einzelnen Blattpaare in bezug auf ihre Lage zur Stütze und die Stärke ihrer Knospen und wählte ein etwa 42 cm über dem Boden befindliches zum Regenerationsversuch, so daß ich den Windesproß seiner größeren oberen Hälfte beraubte. Die beiden Achselknospen blieben längere Zeit vollkommen unverändert; erst gegen Ende Oktober

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



wurde die stützseitige Knospe a deutlich kräftiger und begann Anfang November auszutreiben; die Knospe b aber verharrte weiter vollkommen im Ruhezustand. Der Trieb a erreichte bis zum 3. Dezember 1918 eine Länge von 12,4 cm und hatte bereits seine erste Windung ausgeführt, als ich ihn an diesem Tage etwa 1 cm über der Insertion abschnitt. Nun erst begann sich die Knospe b zu regen; sie treibt gegenwärtig aus, um nun ihrerseits den verlorenen Gipfel zu ersetzen.

Obgleich ich somit den Vorgang der Regeneration des Gipfels bei Windepflanzen, den ich bei *Banisteria* zuerst beobachtet und bei *Ceropegia* in gleicher Weise angetroffen hatte, nunmehr auch erst an sechs verschiedenen Schlingpflanzen eingehender verfolgen konnte, wobei Arten mit kollateralen und serialen Beiknospen sowie Links- und Rechtswinder berücksichtigt wurden, glaube ich nunmehr doch zu der Annahme berechtigt zu sein, daß er bei Windepflanzen mit gegenständigen Blättern und vielleicht auch bei einer Anzahl mit spiraliger Beblätterung und kollateralen Beiknospen allgemein in der Weise verbreitet ist, daß die Knospe der Kontaktseite beim Austreiben vor der an der kontaktfreien Sproßflanke gelegenen bevorzugt ist und der aus ihr hervorgehende Trieb im Wachstum beträchtlich begünstigt erscheint, wenn auch vielleicht nur in verhältnismäßig wenig Fällen die Knospe der von der Stütze berührten Seite des Windesprosses wie bei *Banisteria*, *Ceropegia* und *Hexacentris* allein austreibt und den verlorenen Gipfel ersetzt.

## II. Versuche zur Erklärung der Wachstumsförderung des kontaktseitigen Ersatztriebes.

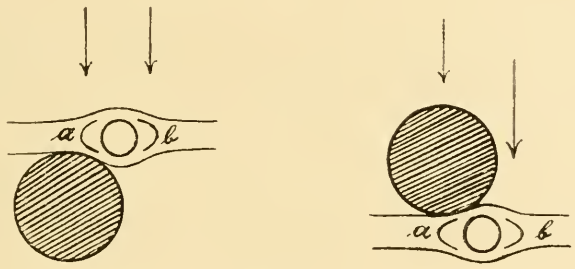
### 1. Die Regeneration des Windepflanzengipfels und das Licht.

Um zu einer Erklärung der bisher an acht Windepflanzen mit gegenständigen Blättern festgestellten Erscheinung einer beträchtlichen Wachstumsbegünstigung des kontaktseitigen Ersatztriebes zu gelangen, mußte die Frage geprüft werden, ob das verschiedene Verhalten der beiden an der Regeneration beteiligten Knospen auf verschiedene ihnen zukommende Lichtintensitäten zurückzuführen ist. Dabei wurden verschiedene Wege eingeschlagen. Zunächst achtete ich bei einer Reihe von Versuchen darauf, daß die hierzu verwendeten, schon über dem primären Blattpaar dekapitierten *Phaseolus*-Pflanzen im Gewächshaus in verschiedene Stellung zum Lichteinfall gebracht wurden, daß also in einer Anzahl von Fällen die kontaktseitige Knospe a konstant dem Lichte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



zugekehrt war, bei anderen Pflanzen aber stets im Schatten der Stütze lag, während die Knospe der kontaktfreien Seite b bei beiden Anordnungen vom einfallenden Lichte getroffen wurde. Die Abbildungen 5a und 5b mögen dies veranschaulichen; die Richtung des einfallenden Lichtes ist durch Pfeile angedeutet. Im ersten Falle mögen den beiden Knospen a und b wohl die gleichen Lichtintensitäten zukommen; im zweiten Falle aber wird a sicher eine geringere Lichtmenge zugeführt als b. Um Beleuchtungsunterschiede möglichst aufzuheben und den beiden Knospen gleiche Lichtintensitäten zukommen zu lassen, wurden Glasstützen verwendet oder die Versuchspflanzen wurden auf Klinostaten gezogen, wo sie sich beständig in langsamer Drehung befanden, wodurch sich die Beleuchtung der regenerierenden Knospen fortwährend




a Abb 5. b

änderte. Endlich wurde das Licht bei einer größeren Anzahl von Versuchen ganz ausgeschaltet. Um den regenerierenden Knoten wurde aus Pappe eine kleine Dunkelkammer konstruiert, die an den Austrittsöffnungen für Sproß und Stütze sowie für die Blattstiele mit schwarzer Watte lichtdicht verschlossen wurde. Auch ganze Pflanzen wurden kurz vor der Dekapitation verdunkelt, litten darunter während der doch längere Zeit beanspruchenden Versuchsdauer aber meist so, daß es kaum zu einem schwachen Austreiben der Knospen kam, weshalb weiterhin nur im Dunkeln gekeimte und ständig im Etiolement gehaltene Versuchspflanzen zu derartigen Experimenten in der physiologischen Dunkelkammer des Instituts verwendet wurden. Das Resultat der Versuche war stets das gleiche; ob nun in der Tat den beiden Knospen verschiedene Lichtintensitäten zugeführt wurden, ob Beleuchtungsunterschiede aufgehoben waren oder das Licht überhaupt ausgeschaltet war, immer übertraf der aus der Knospe a hervorgehende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Trieb den Sproß b beträchtlich an Länge und Triebkraft, wenn nur sonst die in den vorhergehenden Abschnitten gekennzeichneten Fehlerquellen ausgeschlossen wurden. Beleuchtungsverhältnisse dürften somit wohl keinesfalls das verschiedene Verhalten der beiden Knospen beim Gipfelersatz bedingen.

2. Ist die Begünstigung des Ersatztriebes der inneren Sproßflanke in der Organisation der Windepflanzen begründet?

Auch diese Frage bedurfte einer ernsthaften Prüfung. Es wäre ja denkbar, daß ebenso wie die Richtung der Windebewegung auch die Bevorzugung der an der konkaven Windungsflanke des Sprosses gelegenen Knospe schon dispositionell in der inneren Organisation der Windepflanzen festgelegt ist und somit einer weiteren Erklärung gar nicht zugänglich wäre. Wenn es gelänge, an sogenannten freien Windungen von Schlingpflanzen, die ohne Stütze, vielleicht an einer geeigneten Aufhängevorrichtung gezogen wurden, eine beträchtliche Wachstumsförderung des Ersatztriebes der inneren Sproßseite festzustellen, dann würde das gewiß zu gunsten dieser Auffassung sprechen. Leider konnte ich diesen Versuch, in dem wohl eine Art experimentum crucis erblickt werden kann, noch nicht ausführen. Meine zahlreichen gelungenen Versuche mit Keimpflanzen von *Phaseolus*, die bereits über dem einzig vorhandenen Blattpaar dekapitiert wurden, zeigten aber, daß sich auch an völlig geraden Sprossen eine beträchtliche Wachstumsförderung eines der beiden aus den Achselknospen hervorgehenden Triebe erzielen läßt, wobei es völlig gleichgültig ist, auf welcher Seite man die Stütze anbringt. Wäre ferner die Bevorzugung der Knospe der inneren Flanke eine in der Organisation begründete Erscheinung, so dürfte sie wohl ebenso wie die Winderichtung keine Ausnahmen zulassen. Solche kommen aber doch vor. Ich beobachtete beispielsweise an *Dioscorea sativa*, daß die Knospe der äußeren Windungsflanke in einigen Fällen stärker angelegt war als die der inneren. Sie ergab dann meist auch den längeren Ersatztrieb. Auf solche Fälle wird übrigens noch zurückzukommen sein. Obgleich ich zugebe, daß die in Rede stehende Frage schon noch einiger Nachprüfung bedarf, dürfte eine positive Beantwortung meines Erachtens wohl nicht zu erwarten sein.

3. Die Abhängigkeit der Gipfelregeneration vom Kontakt der Stütze.

Wiederholt habe ich in den vorhergehenden Abschnitten darauf hingewiesen, daß zu einem deutlichen Gelingen der Regene-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



rationsversuche, zur Erzielung zweier Ersatztriebe mit beträchtlichem Längenunterschied im Sinne meiner Arbeitshypothese außer der Verwendung gleichmäßig kräftiger Knospen unbedingt notwendig ist, daß die mäßig dicke Stütze in die für die Begünstigung einer Knospe beim Austreiben vorteilhafte Lage gebracht wird. In der Tat gelangte ich im Laufe der Untersuchung zu der Überzeugung,

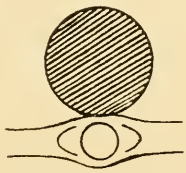


Abb. 6.

daß das Längenwachstum der beiden in den meisten Fällen entstehenden Ersatztriebe allein durch die Stütze entscheidend beeinflußt wird. Die Achselknospen des primären Blattpaares von *Phaseolus*-Keimpflanzen, die ohne Stütze gezogen wurden, trieben, falls sie gleichwertig waren, nach der Dekapitation zu annähernd gleich langen Sprossen aus. Dasselbe Resultat erzielt man, wenn

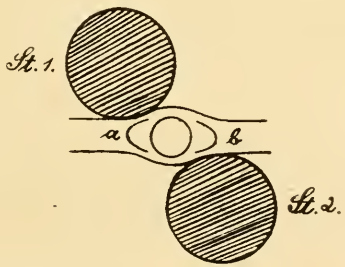



Abb. 7.

die Stütze, wie Abb. 6 andeutet, dem Bohnenkeimling so anliegt, daß sie ihn gerade zwischen den durch die Blattstiele bezeichneten Flanken berührt. Auch mit *Dioscorea sativa* verfolgte ich solche Versuche. Die Stütze verlief am regenerierenden Knoten gerade zwischen den beiden Blattinsertionen; die beiden Achselknospen waren gleich weit von ihr entfernt, und das Ergebnis bestand in zwei annähernd gleich langen Trieben. *Phaseolus*-Keimpflanzen kann man auch mit Doppelstütze versehen, wie aus Abb. 7 er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



sichtlich ist. Auch dann erhält man beim Austreiben der Achselknospen, deren Gleichwertigkeit vorausgesetzt, zwei Ersatzsprosse mit nur geringfügigem Längenunterschied. Es wurden mit solchen Bohnenkeimlingen ferner Versuche mit Stützwechsel vorgenommen, indem die anfangs der Knospe a gegebene Stütze später an die in Abb. 7 ersichtliche Stelle der Stütze 2 gebracht wurde. Freilich sind die entstehenden Ersatztriebe kein so plastisches Material, daß man nun bald den einen, bald den anderen als den längeren erhält; es lassen sich aber durch geschickten, rechtzeitigen Wechsel doch wenigstens zwei Sprosse von gleicher Länge erzielen. Man wird dabei doch immer auch mit einer Nachwirkung des Reizes zu rechnen haben. Will man aber wirklich einen Ersatztrieb erziehen, der den anderen beträchtlich an Länge, Stärke und Triebkraft übertrifft, dann muß man die Stütze eben einer der beiden Knospen möglichst genähert anbringen, wie es die Abb. 1 veranschaulicht. Bei wirklichen Windesprossen kommen die Blattpaare von selbst mehr oder minder in die für die Bevorzugung einer der beiden Achselknospen günstige Lage. Man wählt dann zum Regenerationsversuch einen Knoten aus, der diese recht deutlich zeigt. Verwendet man ausnahmsweise *Phaseolus*-Keimpflanzen mit verschieden kräftig angelegten Knospen, so kann man relativ auch sehr gut die Wirkung des Kontaktreizes verfolgen. Gibt man nämlich die Stütze an die Sproßseite der stärkeren Knospe, so treibt diese in vielen Fällen allein aus, und die schwächere verharrt im Ruhezustande. Erhält aber die schwächere die Stütze, so kann man erreichen, daß der aus ihr hervorgehende Sproß den aus der stärkeren Achselknospe entstehenden fast oder ganz im Wachstum einholt. Auch bei *Dioscorea* habe ich beide Fälle mehrmals beobachtet. Es ist aber noch ein sehr wichtiger Punkt zu bedenken. Ich habe schon mehrmals darauf hingewiesen und auch aus den Figuren geht es hervor, daß die Stütze außer dem Sprosse auch noch den einen Blattstiel, beziehentlich das Blattpolster berührt. Es wäre ja nun denkbar, daß die Aufnahme des Kontaktreizes der Stütze gar nicht durch den Sproß erfolgt, sondern eben durch jene Organe. Um diese Frage zu entscheiden, stellte ich zweierlei Versuche an. Einmal entfernte ich mit scharfen Schnitten beide Blätter und präparierte auch die Blattpolster weg und beobachtete dann das Austreiben der Knospen. In anderen Fällen aber verwendete ich Stützen, die an dem zum Regenerationsversuch gewählten Knoten mit einer Einkerbung versehen waren, so daß allein der Sproß Kontakt hatte, Knoten und Blattstiele aber vollkommen frei lagen. Bei beiden Versuchsanordnungen verlief das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Austreiben der Knospen aber ganz im Sinne meiner Arbeitshypothese. Trieb a übertraf b bedeutend an Länge. Aus diesem Ergebnis geht ferner hervor, daß der Kontaktreiz, der doch nur vom Sprosse ober- und unterhalb der Einkerbung perzipiert worden sein kann, über die Kerbe hinweg dem Knoten und insbesondere der Knospe a zugeleitet worden sein muß. Reizleitung in gewissem Maße muß ja bei allen meinen Versuchen angenommen werden; denn die Knospe a hat ja in keinem Falle jemals direkten Kontakt; immer werden nur Sproß und Blattpolster von der Stütze berührt. Die Abb. 8 gibt einen solchen Versuch mit Einkerbung der Stütze aus dem Jahre 1914 wieder. Bei *Humulus Lupulus*

Abb. 8. Regenerationsversuch mit *Humulus Lupulus* an eingekerbter Stütze. a) Ersatztrieb der Kontaktseite. b) Ersatzsproß der kontaktfreien Flanke. c) Nebenblättchen in der Einkerbung der Stütze. d) Dekapitationsstelle des Gipfels.

scheinen die Blattstiele nämlich besonders kontaktempfindlich zu sein, da sie sich oft direkt zur Stütze hinkrümmen, und jedenfalls nimmt auch der anliegende an der Perzeption des Kontaktreizes teil. Wie aus dem in Abb. 8 abgebildeten Versuch hervorgeht, genügt es aber, wenn auch nur der Windesproß ober- und unterhalb der Kerbe Kontakt hat. Man erkennt deutlich, daß der Trieb der Kontaktseite a etwa doppelt so lang ist als b. Die Perzeption des Kontaktreizes dürfte also in der Tat hauptsächlich durch den Windesproß erfolgen.

Ich zweifle nicht, daß es mir gelungen ist, durch die in den vorliegenden Abschnitten geschilderten Versuche nachzuweisen, daß der Vorgang der Regeneration des Gipfels bei Schlingpflanzen allein vom Kontakt der Stütze abhängig ist und Windepflanzen entgegen der bis in die neueste Zeit herrschenden Ansicht somit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


kontaktempfindlich sind. Ob der Kontaktreiz auch beim Zustandekommen der Windungen beteiligt ist, bleibt aber auch durch die vorliegende Untersuchung noch völlig dahingestellt, wenn es mir auch verschiedene Wahrnehmungen wenigstens für gewisse Arten wahrscheinlich machen. Für erwiesen halte ich vorerst nur, daß der Kontaktreiz das Austreiben der Knospen beim Gipfelersatz reguliert und sich an den Ersatzsprossen in einer beträchtlichen Wachstumsförderung und kräftigerer Entwicklung des stützseitigen äußert. Die Erscheinung steht offenbar im Einklang mit der bekannten Tatsache, daß Windepflanzen zur normalen und üppigen Entwicklung der Stütze bedürfen, worauf SCHENCK[1]) in seinen ausgezeichneten Ausführungen über Windepflanzen in seinem Lianenwerk wiederholt hinweist. Bisher wußte man aber mit dieser Tatsache nichts Rechtes anzufangen. Von den sehr sensiblen Ranken, auch den von mir untersuchten Uhrfederranken[2]) ist es ja anerkannt, daß sie zu ihrer kräftigen Ausbildung und endgültigen Ausgestaltung des Kontaktreizes bedürfen; funktionslose Ranken verkümmern und fallen bald ab. Im Laufe vorliegender Untersuchung kam mir der Gedanke, daß bei den nun ebenfalls als kontaktempfindlich erwiesenen Windepflanzen eine ähnliche Wirkung des Kontaktreizes auf die Entwicklung der Windesprosse sehr wohl in Frage kommen kann, und ich fühle mich bewogen, auch diesem Problem durch eine experimentelle Untersuchung nachzugehen.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Dezember 1918.

---

1) Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. Bot. Mitt. a. d. Tropen 1892. Bd. I, pag. 113 ff.

2) Löffler, Entwicklungsgeschichtliche und vergleichend anatomische Untersuchung des Stammes und der Uhrfederranken von *Bauhinia (Phanera)* spec. Denkschr. d. math. naturwiss. Kl. d. k. Akad. d Wiss. Wien. Bd. 91. 1915.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: 37

Autor(en)/Author(s): Löffler Bruno

Artikel/Article: Experimentelle Untersuchungen über Regeneration des Gipfels und Kontaktempfindlichkeit bei Windepflanzen. 6-24