

Biologisches Centralblatt.

Begründet von J. Rosenthal.

In Vertretung geleitet durch

Prof. Dr. Werner Rosenthal

Priv.-Doz. für Bakteriologie und Immunitätslehre in Göttingen.

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel und **Dr. R. Hertwig**

Professor der Botanik

und

Professor der Zoologie

in München.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

Der Abonnementspreis für 12 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Werner Rosenthal, z. Z. Erlangen, Auf dem Berg 14, einzusenden zu wollen.

Bd. XXXVI.

20. Mai 1916.

N^o 5.

Inhalt: Zu Jacques Loeb's Untersuchungen über Regeneration bei *Bryophyllum*. — Kranfeld, Zur Biologie der Doppelbeere von *Lonicera alpi gena* L. — Lotsy, Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die Mutationshypothese. — Ballowitz, Spermiozeugen bei Libellen. — Isaak, Ein Fall der Leuchtfähigkeit bei einem europäischen Großschmetterling. — Jordan, Die Vergleichende Physiologie in der Geschichte der Zoologie. — Maignon, Recherches sur la toxicité des matières albuminoïdes. — Steinmann und Bresslau, Die Strudelwürmer (*Turbellaria*). — Buchner, Praktikum der Zellenlehre. — Goldschmidt, Die Urtiere. — Neuerscheinene Bücher.

Zu Jacques Loeb's Untersuchungen über Regeneration bei *Bryophyllum*.

Von K. Goebel.

Mit einer Abbildung im Text.

In Band 60 (Oktober 1915) der „Botanical Gazette“ erschien eine Abhandlung von Jacques Loeb „Rules and mechanism of inhibition and correlation in the regeneration of *Bryophyllum calycinum*“.

Da die Arbeiten eines so hervorragenden Physiologen in weiten Kreisen das Interesse auf sich ziehen, so mag hier erörtert werden, inwieweit in dieser botanischen Abhandlung neue Tatsachen und neue Anschauungen sich vorfinden.

Zunächst aber sei der Stand des *Bryophyllum*-Problems vor Erscheinen der Loeb'schen Abhandlung kurz dargelegt. *Bryoph. calycinum* (lange Zeit die einzige in Kultur befindliche Art) hat seit seinem Bekanntwerden das Interesse von Naturforschern wie Laien dadurch erregt, dass die von ihm abgefallenen oder abge-

trennten Blätter aus den Kerben des Blattrandes neue Pflanzen entwickeln¹⁾.

Die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung ergab schon längst, dass es sich dabei nicht um eine wirkliche Neubildung, d. h. um eine Aktivierung von Dauergewebe handelt²⁾. Die Knospen, aus denen die Pflanzen hervorgehen, sind vielmehr am Blatt schon vor dessen (natürlicher oder künstlicher) Abtrennung vorhanden, sie sind nur zunächst im Ruhezustand.

Die Frage ist nun: warum treiben sie nicht an der Pflanze aus?³⁾. Diese Frage wurde zuerst von Wakker⁴⁾ zu beantworten gesucht.

Er gelangte zu dem Ergebnis, dass es nicht darauf ankomme, ob ein Blatt mit der Endknospe des Sprosses in Verbindung sei oder nicht, sondern darauf, dass die Anwesenheit der Wurzeln am Stengel die Entwicklung der blattbürtigen Knospen verhindere. Und zwar sei es nicht die organische Verbindung mit den Wurzeln, sondern deren Funktion „die van de worteldrukking en de dientengevolge plaatshebbende waterbeweging“ (a. a. O. p. 91), welche dabei in Betracht komme. Wakker's Lehrer, H. de Vries⁵⁾, vertrat dieselben Anschauungen.

Der Verf.⁶⁾ konnte dagegen speziell bei dem reaktionsfähigeren *Br. crenatum* zeigen, dass die Verhinderung der Entwicklung der blattbürtigen *Bryophyllum*-Knospen auch von den Sprossvegetationspunkten ausgehen kann. Entfernt man alle Sprossvegetationspunkte, so treiben die Knospen auch an den festsitzenden Blättern aus — ebenso wenn man die Verbindung dieser Knospen mit den Vegetationspunkten unterbricht, ohne die Blätter abzuschneiden. Eine Korrelation mit den Wurzeln ist gleichfalls vorhanden, aber nicht bedingt durch deren Tätigkeit, sondern durch deren Wachstum.

Soweit das bisher Bekannte.

Im folgenden soll nun nach den einzelnen Abschnitten der Loeb'schen Abhandlung untersucht werden, inwiefern diese Neues bieten oder die schon bekannten Tatsachen bestätigen bzw. frühere Angaben oder Anschauungen berichtigen.

In der Einleitung hebt Loeb hervor, man müsse, um die Er-

1) Bekanntlich hat Goethe dieser Wachstumserscheinung zwei kleine Gedichte gewidmet.

2) Unrichtige Darstellungen finden sich aber immer noch in der Botan. Literatur, so z. B. bei Wiesner, Biologie der Pflanzen, 3. Aufl., p. 151.

3) In Ausnahmefällen kann das geschehen.

4) J. H. Wakker, Onderzoekingen over adventieve Knoppen, Akademisch Proefschrift, Amsterdam 1885.

5) H. de Vries, Über abnormale Entstehung sekundärer Gewebe, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXII (1890).

6) Goebel, Über Regeneration im Pflanzenreich, Biol. Centralbl. Bd. XXII (1902).

scheinungen der „Inhibition und Korrelation“⁷⁾ einigermaßen verstehen zu können, die Gesetze und Regeln kennen lernen, die bei der normalen Pflanze Auswachsen der Organanlagen oder Regeneration verhindern. Es sei ihm bei *Bryophyllum calycinum* gelungen, einige Regeln für die Erscheinungen der „Inhibition und Korrelation des Wachstums“ zu finden. Die meisten früheren Experimente hätten nicht zu so einfachen Regeln geführt.

Nach einigen Bemerkungen über *Bryophyllum* und der Hervorhebung der bekannten Tatsache, dass die Entwicklung der blattbürtigen Knospen dieser Pflanze nicht durch „Wundreiz“ bedingt wird, betrachtet er zunächst die „Isolierung als Ursache der Regeneration“. Er findet, dass die „Isolierung“ als solche nicht wirksam sei. Denn wenn an einem isolierten Blattpaar die Achselknospe des einen Blattes (durch dessen Entfernung) zum Auswachsen gebracht wird, so unterbleibt an dem andern Blatt die Entwicklung der blattbürtigen Knospen.

Damit bestätigt Loeb zwei bekannte Tatsachen: einmal die, dass die Entfernung eines Blattes, dessen Achselspross (wenn er nicht in die „Mittelruhe“ übergegangen ist) zum Austreiben veranlasst⁸⁾ und die, dass die Entwicklung der blattbürtigen *Bryophyllum*-Sprosse durch die Sprossvegetationspunkte gehemmt wird. Das hatte — was Loeb nicht anführt — Verf. für *Br. crenatum* ja auch ohne die Blätter abzutrennen nachweisen können. Die Loeb'schen Versuche bieten dafür also eine erwünschte Bestätigung, aber nichts Neues.

Neu dagegen ist die Angabe (p. 235), „that a stem whose buds are removed has still an inhibiting influence upon the formation of roots in the notches of a leaf“. Vorausgesetzt, dass diese Angabe richtig ist, kann sie auf der Versuchsanstellung Loeb's beruhen. Er tauchte die Blätter mit der Spitze in Wasser, während das Stammstück, an welchem das Blatt befestigt war, in feuchter Luft war. Wenn diese Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt war, musste das Stammstück transpirieren. Es könnte also dessen hindernder Einfluss auf einer relativen Wasserarmut gegenüber den nicht mit Stammstück versehenen Blättern beruhen. Im übrigen dürfte die Versuchsanstellung nicht besonders zweckmäßig gewählt sein. Durch das Eintauchen der Blattspitze in Wasser kommen die apikalen Knospenanlagen in andere Bedingungen als die andern. Es sind aber die einzelnen Knospenanlagen nicht alle gleich ent-

7) Nach bisherigem Sprachgebrauch liegt kein Grund vor, die „Inhibition“ nicht unter den Korrelationsbegriff einzuordnen. Vgl. Goebel, Organographie der Pflanzen, 2. Aufl. (1913), p. 439.

8) Loeb spricht p. 256 von einer Analogie zwischen der Wirkung der Nichtentfernung des gegenständigen Blattes und der Entfernung von dessen Achselknospe. Beides ist aber dasselbe. Denn das gegenständige Blatt wirkt nur, insofern es das Austreiben seines Achselsprosses hindert.

wicklungsbereit. Es ist jedenfalls sicherer, alle Knospenanlagen in gleiche Bedingungen zu bringen.

Um diese Frage zu prüfen, wurde folgendermaßen verfahren: Es wurden 4 Stammstücke mit je einem Blatte in Glasdosen mit feuchtem Sand gelegt und die Stammstücke in den Sand vergraben. Das andere Blatt wurde abgeschnitten und daneben gelegt, da es von Wichtigkeit erschien, genau vergleichbare Blätter zu benützen. Denn zweifellos wird die Geschwindigkeit der Knospen- und Wurzelentwicklung beeinflusst durch das Alter des Blattes. Die Stammstücke wurden so lange gewählt, als es möglich war, um eine Anzahl hintereinandergelegener Knoten verwenden zu können.

Das Ergebnis war, dass bei allen 4 Stücken (im ganzen also 8 Blättern) nach 11 Tagen die Wurzelentwicklung in den Knospen begann, ohne dass eine zeitliche Verschiedenheit zwischen den vom Knoten abgetrennten und den nicht abgetrennten Blättern wahrnehmbar war.

Um größere Zahlen zu haben, wurde der Versuch am 14. Dezember mit 13 Blattpaaren wiederholt, die, je ein Blatt abgetrennt, das andere mit dem Knoten und Stammstück in Zusammenhang, auf feuchten Sand in einen geschlossenen Glaskasten ausgelegt wurden.

Ergebnis am 25. Dezember: Zahl der Adventivsprosse, die Wurzeln getrieben haben, a am abgeschnittenen, b an dem mit dem Stammstück in Verbindung stehenden Blatte:

	a	b
I.	13	10
II.	4	13
III.	3	1
IV.	0	0
V.	0	5
VI.	4	3
VII.	4	2
VIII.	10	3
IX.	3	11 (Stammstück seitlich verletzt)
X.	3	3
XI.	3	7
XII.	3	3
XIII.	0	2
	50	63.

Selbst wenn wir IX wegen der Stammverletzung ausschalten, ergibt sich kein wesentlicher Unterschied, also keine Bevorzugung der vom Stammstück abgetrennten Blätter. Ich glaube deshalb annehmen zu dürfen, dass Loeb's abweichendes Ergebnis entweder zufällig oder in der Art seiner Versuchsanstellung begründet war. In beiden Fällen kann aber der von Loeb aufgestellte Satz nicht

als zutreffend betrachtet werden, bzw. er beruht auf einer Veränderung der Außenbedingungen für die Wurzelbildung, nicht auf solchen, die schon im Bau der Pflanzen gegeben sind. Denn wenn ein innerer Grund für die inhibierende Wirkung des Stammstückes auf die Wurzelbildung vorhanden gewesen wäre, müsste er auch bei meiner Versuchsanstellung hervorgetreten sein. Leider hatte ich keine älteren Pflanzen mehr, um den Versuch in feuchter Luft wiederholen zu können, wo nach Loeb die isolierten Blätter lange Wurzeln und Sprosse, die mit einem Stammstück in Verbindung stehenden höchstens sehr kurze Wurzeln bilden sollen (p. 255).

Eine Fortsetzung dieser Versuche (IV. Abschnitt) fand mit Stammstücken, die 2 oder 3 Internodien umfassten, statt. Es ergab sich auch hier das nach dem von *Br. crenatum* her zu erwartende Ergebnis, dass wenn an einem solchen Sprosstück die Seitenknospen rasch auswachsen (was durch Entfernung der Blätter namentlich am apikalen Ende leicht erfolgt), ihr Wachstum das der blattbürtigen Knospen und deren Wurzeln verhindert oder verzögert.

Eigentümlich und näher zu untersuchen ist die Beobachtung (p. 258), dass das Auswachsen der Achselknospe eines Blattes auch verhindert wird, wenn nur der Stiel des Blattes stehen bleibt. Man wird diese Beobachtung nur dann als sichergestellt betrachten können, wenn sie in einer größeren Zahl von Fällen zutrifft.

Im V. Abschnitt behandelt Loeb den hindernden Einfluss der Wurzeln auf die blattbürtigen Knospen.

Er führt zunächst aus, dass ein isoliertes oder abgeschnittenes Blatt von *Br. calycinum* nicht die Fähigkeit habe, Wurzeln zu bilden. Wenn Loeb die botanische Literatur befragt hätte⁹⁾, würde er gefunden haben, dass dieser Satz längst nicht mehr allgemein gilt. Tatsächlich sind bewurzelte *Bryophyllum*-Blätter nicht gerade selten. Ich erhielt auch bei meinem letzten Versuche in 4 Fällen bei *Br. calycinum* solche Blätter — auch bei solchen, welche Randknospen ausgetrieben hatten. Es entstanden in einzelnen Fällen auch basale Adventivsprosse an solchen Blättern, wie dies a. a. O. p. 148 für *Br. crenatum* abgebildet ist. Überhaupt sind die Korrelationsverhältnisse bei *Bryophyllum* keineswegs immer dieselben, was die Untersuchung wesentlich erschwert. Es wäre festzustellen, ob sie etwa mit dem Alter des Blattes sich ändern. Ich verwendete meist alte Blätter.

Im übrigen führt Loeb in diesem Abschnitt einige Versuche von Wakker und de Vries an.

Im VI. Abschnitt seiner Abhandlung behandelt Loeb die Frage, wie die Tatsache zu verstehen sei, dass die Wurzelbildung das

9) Z. B. Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie p. 149, wo auch Mathuse's Arbeit zitiert ist.

Auswachsen der blattbürtigen Knospen verhindere. Wakker und de Vries waren, wie oben erwähnt, der Meinung, dass nicht die Wurzelbildung, sondern die Wasserbewegung in den Wurzeln in Betracht komme.

Erinnern wir uns zunächst der Tatsachen: An einem bewurzelten, mit Blättern versehenen Steckling von *Bryophyllum* treiben die blattbürtigen Knospen nicht aus, wohl aber an einem wurzellos bleibenden.

Nun hatte sich ferner ergeben¹⁰⁾, dass die Seitensprosse von *Bryophyllum* normal keine Wurzeln erzeugen, dies aber tun, wenn unter ihnen ein ringförmiger Rindenstreifen entfernt wird. Die Wasserbewegung im Holzkörper wird durch die Ringelung (nach der gewöhnlichen Annahme) nicht tiefgreifend beeinflusst. Wohl aber kann durch Entfernung des Rindenstückes keine Ernährung der Wurzeln aus dem über der Ringelungsstelle gelegenen Sprossstück erfolgen.

Diese und andere Tatsachen veranlassten mich zu der Annahme, dass die Wurzelbildung, nicht die durch die Wurzeln vermittelte Wasserbewegung in Betracht komme.

Loeb (a. a. O. p. 261) beobachtete an in feuchter Luft gehaltenen Sprosstekklings, dass zunächst an der Sprossbasis Wurzelbildung eintrat, dann aber trotzdem das Austreiben der blattbürtigen Knospen erfolgte. „This contradicts Goebel's assumption, but is in harmony with the view of de Vries, since these roots in the air were not able to give rise to ‚root pressure‘.“

Ich kann dieser Folgerung nicht beipflichten. Wenn man die Loeb'schen Figuren 14 und 15 ansieht, sieht man, dass die aus der Sprossachse erwachsenen Wurzeln R höchst kümmerlicher Natur waren.

Es ist das kein Beweis gegen meine Ansicht. Wenn solche Wurzeln sich zunächst bildeten, dann aber stehen blieben, ist eine korrelative Wirkung auf das Austreiben der Achselknospen nicht zu erwarten. Man kann z. B. an einer Hauptwurzel von *Vicia Faba* auch ohne Entfernung der Wurzelspitze und ohne diese einzugipsen, durch Wachstumshemmung die Entwicklung der Seitenwurzeln korrelativ fördern — das ist aber, trotzdem die Hauptwurzel vorhanden ist und langsam weiter wächst, kein Beweis gegen die Korrelation zwischen beiden.

In einem anderen Versuch war das Blatt in feuchter Luft, das Sprossende in Wasser. Es bildeten sich dann „enormous roots“ am basalen Ende des Stecklings und der austreibenden Achselknospe, nur wenige und kleine an einem blattbürtigen Spross. Loeb zieht daraus den Schluss, dass die funktionierenden Wurzeln des

10) Goebel, a. a. O. p. 421.

Stecklings die Regeneration am Blatt verhinderten. Dieser Schluss ist aus verschiedenen Gründen nicht gesichert:

1. entwickelte sich ja am Steckling ein Achselspross, der an sich schon die „Regeneration“ am Blatte hindert (vgl. oben p. 195).
2. befanden sich Blatt und Sprossachse unter verschiedenen äußeren Bedingungen, ihr Verhalten ist also nicht direkt vergleichbar,
3. angenommen, die Korrelation sei vorhanden, so kann sie ebenso gut durch das Wachstum der stammbürtigen Wurzeln veranlasst sein als durch ihre „Funktion“. Loeb hat das Vorhandensein eines „Wurzeldrucks“ übrigens nicht nachgewiesen.

Der Satz (p. 203) „roots formed on the stem have as a rule, therefore, an inhibiting effect on the growth of a leaf if they can produce a root pressure, that is, if they are in water“ ist also für *Br. calycinum* nach wie vor nicht erwiesen, für *Br. crenatum* sicher nicht zutreffend.

Im übrigen ist die „Hemmung“ der blattbürtigen Sprossanlagen nicht nur bei verschiedenen *Bryophyllum*-Arten, sondern auch bei einer und derselben Art eine verschiedene. Bei *Br. prolificum* z. B. fand ich an jüngeren Pflanzen nie ein Austreiben der blattbürtigen Knospen. Bei älteren blühenden waren nicht nur zahlreiche vegetative Knospen in den Inflorescenzen entwickelt, auch die blattbürtigen hatten in großer Zahl ausgetrieben, selbst an der Basis der Fiederblättchen fanden sich Sprosse.

Mit *Br. crenatum* wurden folgende Versuche ausgeführt.

1. Wiederholung des Versuches von 1904, Durchschneidung des Blattnerven nahe dem Blattstiel. Ergebnis: Austreiben der Knospen nach 10 Tagen.
2. Ringelung der Sprossachse, 3 Pflanzen. Ergebnis: Austreiben der blattbürtigen Knospen an den Blättern oberhalb der Ringelungsstelle nach 11 Tagen. An einer Pflanze trieben auch die Knospen an den ersten Blättern unter der Ringelungsstelle aus. Es steht das alles in Übereinstimmung mit den a. a. O. p. 421 mitgeteilten Erfahrungen.
3. Doppelte Ringelung oberhalb und unterhalb eines Blattpaares bedingte gleichfalls Austreiben der Knospen. Wie die Figur zeigt, bildeten sich auch lange Wurzeln oberhalb der beiden Ringelungsstellen. Diese traten auf, obwohl die Funktion der Erdwurzeln in keiner Weise unterbrochen war!

Es handelte sich dabei um kräftige blühende Pflanzen. Vergleichspflanzen, die unter denselben Bedingungen gezogen waren, zeigten kein Austreiben. In diesen Fällen handelt es sich um eine Unterbrechung der Leitungsbahnen zu den Wurzeln (in der Rinde), während die Wasserleitungsbahnen nicht unterbrochen waren. Die

Sache verhält sich ebenso wie bei einem *Salix*-Sprosstück, das in feuchtem Raum aufgehängt durch Ringelung einen neuen „Wurzelpol“ erhält — obwohl der Holzkörper unversehrt bleibt. Das stimmt ganz mit der von mir vertretenen Auffassung, nicht aber mit der von Wakker-de Vries-Jacques Loeb.



Bryophyllum crenatum. Geringelt; blattbürtige Knospen entwickelt. Wurzeln oberhalb und unterhalb der Ringelstelle. Dez. 1915.

rück, dass „jedes Blatt die Entwicklung seiner eigenen Achselknospe hemme“. Dass dies nur unter bestimmten Umständen der Fall ist, ist auch bekannt, man vergleiche z. B. die a. a. O. über „Stockausschläge“ mitgeteilten Tatsachen. Ferner: Wenn ich z. B. einen Spross oberhalb eines Blattpaares köpfe, treiben dessen Achselknospen aus, trotzdem die Blätter noch vorhanden sind, die von diesen ausgehende Hemmung wird überwunden. Dass sie es bei einem abgeschnittenen Internodium ebenfalls, nur viel langsamer tun, ist nicht zu verwundern. Loeb fügt aber als neu hinzu, dass bei einem abgeschnittenen, der Länge nach gespaltenen Internodium die Achselknospen austreiben und schließt daraus, dass die vom Blatt auf seine Achselknospe ausgeübte Hemmung nur

Ebenso behandelte *Br. calycinum* (nichtblühende Pflanzen) zeigten in der angegebenen Zeit noch keine Reaktion, die Wurzeln sind hier viel empfindlicher für Trockenheit als bei *Br. crenatum*, und die Ringelung ist schwieriger auszuführen als bei letzterer Art. Es ist aber wahrscheinlich, dass die Korrelationsverhältnisse bei beiden übereinstimmen. Sollten aber in beiden Pflanzen Verschiedenheiten obwalten, so wäre Loeb's Schluss von *Br. calycinum* auf *Br. crenatum* jedenfalls nicht berechtigt.

VII. Die Bedingungen, welche das Wachstum der Achselknospen hindern und fördern.

In diesem Abschnitt kommt Loeb auf die bekannte¹¹⁾ Erfahrung zu-

11) Vgl. z. B. Goebel, Organographie der Pflanzen, 2. Aufl. (1913), p. 97.

vorhanden sei „if the other leaf or the opposite bud are in connection with the first leaf“. Dass die Achsel sprosse einander beeinflussen können, ist sicher und bekannt. Dass aber das Austreiben der Achselknospen an halbierten Internodien beruhe auf dem Wegfall der Hemmung durch das gegenüberliegende Blatt scheint mir nicht bewiesen. Es kann hier nicht nur der Wundreiz (welcher z. B. die Atmung steigert und andere chemische Veränderungen bedingen kann), sondern auch Wasseraufnahme an der Wunde in Betracht kommen.

Außerdem: Dass durch Längsspaltungen Regenerationsprozesse ausgelöst werden, die ohne diese unterbleiben, ist seit lange bekannt. Wenn man ein *Scorzonera*-Wurzelstück feucht hält, so entstehen neue Sprosse gewöhnlich nur am apikalen Ende. An Längsgespalteten treten sie auch auf der Schnittfläche auf¹²⁾. In diesem Fall kann es sich doch wohl ebensowenig um den Wegfall einer durch eine Knospe bedingten Hemmung handeln als bei *Colens*, wo Lundegårdh¹³⁾ fand, dass die Längsspaltung eines Internodiums als Reiz auf die Wurzelbildung wirkt.

Loeb's Erklärung p. 265 „We may anticipate that all these experiments indicate that the growth of the bud depends upon the flow of certain substances from the leaf to the bud. That bud which receives these substances first will grow out first, and thereby prevent the flow to the other bud whose growth is thereby inhibited“ steht im Widerspruch mit der Tatsache, dass die Wegnahme der Blätter gerade das Austreiben der Knospen veranlasst! Diese brauchen (wenn es sich nicht um ganz kleine Sprosstücke handelt) dazu kein Material von den Blättern, wenngleich sie unter Umständen das in diesen gespeicherte Wasser zu ihrem Wachstum verwenden können. Im Gegenteil, die Knospen erhalten eher von den Blättern das Austreiben hemmende, nicht begünstigende „substances“.

Im VIII. Abschnitt werden die „rules and mechanism of inhibition in regeneration“ untersucht.

Folgende Regel wird aufgestellt: „Wenn ein Element a das Wachstum in einem Element b hindert, so beschleunigt oder ermöglicht b sehr häufig das Wachstum von a.“

Beispiel: Wenn man einen einzelnen Knoten nahe dem apikalen Ende des Hauptstammes von *Bryophyllum* abschneidet, die zwei Blätter entfernt und ihn in einem luftfeuchten Raum aufhängt, so wachsen die zwei Knospen „in der Regel“ nicht aus. Lässt man sie aber am Stamm, so treiben sie aus und verhindern dabei das

12) Goebel, a. a. O. p. 492, Fig. 16.

13) H. Lundegårdh, Experimentelle Untersuchungen über die Wurzelbildung u. s. w. Arch. f. Entwicklun gsmech. Bd. 37 (1913), p. 535 ff.

Auswachsen der unteren Knospen. — Sehr erklärlich! Die isolierten weichen jungen Sprosssteile, die auch wenig Reservematerial (namentlich Wasser) haben, gehen leicht zu Grunde, ehe sie ihre Knospen entwickeln können, während das natürlich nicht eintritt, wenn man sie mit dem Stamm in Verbindung lässt, der ihnen auch das zum Austreiben nötige Material liefert. Das rechtfertigt aber den Schluss Loeb's nicht. Sein Satz ist nur eine mühsame und höchst überflüssige Umschreibung der Tatsache, dass der Knoten („Element a“) sich isoliert in anderen Verhältnissen befindet als in Verbindung mit dem Stammstück („b“).

Zweites Beispiel: Wenn man einem solchen isolierten oberen Knoten ein Blatt lässt oder auch nur ein Stück davon, so kann die dem Blatt gegenüberliegende Knospe in feuchter Luft auswachsen. Gewiss, zum Auswachsen gehört unter anderem Wasser, wie Loeb selbst (a. a. O. p. 266) hervorhebt, Wasser ist sowohl im Blatt als im Blattstiel. Aber er meint, das Wasser sei nur indirekt notwendig, „to render the flow of material in the conducting vessels possible“ — eine Vermutung, die, lediglich durch tierische Analogie gestützt, wenig wahrscheinlich erscheint.

Denn wenn ich denselben isolierten Knoten in Wasser lege, so treiben — falls er nicht fault — seine Knospen aus!

Loeb's Satz scheint mir durchaus kein klarer Ausdruck der Beobachtungstatsachen zu sein. Das Element „a“ sind in einem Sprosstück die apikalen Knospen (von denen Loeb meint, man könne sie in der Terminologie Reinke's „Dominanten“ nennen; Reinke versteht darunter aber etwas anderes!). Element b ist die Sprossachse mit Knospen oder ein Blatt oder ein Blattstiel. Das „Wachstum“ wird in diesem aber keineswegs durch a verhindert (bei einem entknospten Blatte, das ebenso das Austreiben der Stammknospe durch seinen Wassergehalt begünstigen würde, auch nicht). Der Satz würde also einfacher lauten: Das zum Austreiben notwendige Wasser kann, wenn sonst die Bedingungen zum Austreiben gegeben sind, entweder von außen oder von einem andern Teil der Pflanze entnommen werden. Dass die apikalen Knospen das Austreiben der weiter basalwärts gelegenen verhindern, ist ja allgemein bekannt.

Was die Frage nach der Belassung des Blattstiels (nach Abtrennung der Blattspreite) betrifft, so wurde zunächst festgestellt, dass eine bemerkenswerte Verschiedenheit zwischen abgeschnittenen und bewurzelten Knospen stattfindet. Wenn ich einen bewurzelten Spross köpfte und an dem obersten Blattpaar die Spreite des einen Blattes entfernte, so vergilbte der Blattstiel bald und wurde abgeworfen. Bei den abgeschnittenen Sprossen war das nicht der Fall. Offenbar ist das eine Korrelationserscheinung, beim abgeschnittenen Spross fehlten zunächst die aktiven Vegetationspunkte, denen die

Nährstoffe zuströmen, deren Wegschaffung das Abstoßen der Blattstiele am bewurzelten Spross bedingt.

IX. Isolierung, Inhibition und der Nahrungsstrom in der Pflanze.

Loeb nimmt an, dass „a flow of certain (possibly specific) substances (or formed cells¹⁴⁾) from the places where the dormant buds are ready to grow, or the prevention of such a flow toward these dormant buds“ stattfindet.

Diese Idee leite uns leicht durch die Menge von Tatsachen, für welche die Ausdrücke „Isolierung“ oder „Inhibition“ nur einen bildlichen Wert habe. Gewiss, aber auch die „substances“ und ihr „Fluss“ sind derzeit nur Bilder.

p. 268 erwähnt Loeb, dass an abgeschnittenen Blättern nicht alle Knospenanlagen austreiben. Er stellt die Frage: „Why do not all grow out?“ Auch diese Frage war früher schon beantwortet¹⁵⁾. „Offenbar entwickeln sich die Knospen zuerst, die schon an der Mutterpflanze kräftiger waren, speziell die in den tieferen Knoten sitzenden. Man kann aber auch ganz schwache Anlagen zu kräftigerer Entwicklung bringen, wenn man die anderen weg-schneidet.“ Wenn also Loeb sagt, dass man nach seinen früher mitgeteilten Versuchen erwarten konnte, dass das Wachstum einzelner der blattbürtigen Sprosse das anderer hemme, so ist das gewiss richtig, aber schon längst bekannt, übrigens verhalten sich die einzelnen Blätter ziemlich verschieden. Loeb hat einzelne blattbürtige Knospen abgetrennt, die auswuchsen, während dies bei den am Blatt gelassenen nur teilweise der Fall war. Er meint, es sei bemerkenswert, dass die Wachstumsgeschwindigkeit bei Sprossen, die aus einem ganzen Blatt sich entwickeln, größer sei als die der aus isolierten Blattstückchen hervorgegangenen. Jeder Botaniker würde es wohl merkwürdiger finden, wenn das Gegenteil der Fall wäre! Wenn ich einer Keimpflanze einer Bohne die Kotyledonen abschneide, wächst sie auch langsamer als eine unverletzte!

Er erwähnt dann noch einige Versuche, die zeigen, dass an einem Stammsteckling das Stück oberhalb der austreibenden Knospen vertrocknet und abgestoßen wird — was bei vielen anderen Pflanzen auch geschieht, und dass (was wohl neu, aber wenigstens für *Br. calycinum* sicher nicht zutreffend ist) die blattbürtigen Knospen von *Bryophyllum* ohne Licht nicht auswachsen.

Ein X. Abschnitt gibt die theoretischen Bemerkungen. Da sie im wesentlichen die oben erwähnten Auffassungen des Verf. wiederholen, so kann auf das Original verwiesen werden.

Es geht aus dem oben Mitgeteilten hervor, dass Loeb's Versuche dem *Bryophyllum*-Problem keine wesentlich neue Seite ab-

14) Wie diese „fließen“ sollen, wird leider nicht erläutert.

15) A. a. O. Biol. Centralblatt Bd. XXII, p. 395.

gewonnen haben. Wir begrüßen es aber mit Freuden, wenn Tierphysiologen sich an den Untersuchungen an Pflanzen beteiligen, wobei dann freilich eine eingehende Berücksichtigung der schon vorhandenen Literatur erwünscht wäre. Und wenn Ref. auch nicht allen Ausführungen Loeb's beistimmen konnte, so war es ihm doch erfreulich, darin nicht das schreckliche Wortgeklingel anzutreffen, das in den Ausführungen einiger „Entwicklungsmechaniker“ dem Fernerstehenden den Eindruck ungemeinen Tiefsinns erweckt, während die Gedanken, um die es sich handelt, meist alte Bekannte sind.

Zur Biologie der Doppelbeere von *Lonicera alpigena* L.

Von Dr. E. M. Kronfeld (Wien).

(Mit einer Abbildung.)

An den Beerenfrüchten der mitteleuropäischen Flora herrscht bezüglich der Farbe weitaus die rote vor¹⁾. Weiß, die Farbe der meisten Blumen, tritt an den Beeren am seltensten auf. Rot, die grellste Farbe, ist ganz besonders zur Anziehung der Vögel geeignet. Rot in seinen verschiedenen Nuancen sticht auch vom welken Laube im Herbst und vom Hintergrunde der schneebedeckten Zweige und der ganzen Schneelandschaft wirkungsvoll ab. Bei der einzigen einheimischen Pflanze mit weißen Beeren, der schmarotzenden Mistel, ist gerade während der winterlichen Fruktifikationszeit für einen lebendig grünen Blätterhintergrund Sorge getragen.

Durch verschiedene Mittel erreicht die Natur analoge Zwecke bei nahe verwandten Pflanzen. Wenn *Viscum album* die Augenfälligkeit der Beeren erst durch Beihilfe des Blattwerkes erzielt, so ist mir schon im Jahre 1887 gerade eine *Lonicera* mit weißen Beeren bekannt geworden, bei welcher durch einen von der Frucht als solcher ausgehenden Farbeneffekt jene Wirkung zustande kommt. Die Beeren einer im Wiener botanischen Garten kultivierten *Lonicera* sind kugelförmig, von der Größe der Wegdornfrüchte und matt-weiß, fast opalartig gefärbt. Sie sind mit einem fadenziehenden, zähen Saft angefüllt und erinnern hierdurch unwillkürlich an die Mistelbeeren. Indes finden sich anstatt eines Kernes mehrere, zum min-

1) Von den in Neilreich's „Flora von Wien“ aufgezählten 1374 Phanerogamen sind 93 mit Beeren oder beerenartigen Früchten in des Wortes weitester biologischer Bedeutung begabt. Da einige dieser Pflanzen (so die Weinbeere) kultiviert verschiedene Farben zeigen, kommen im ganzen 103 Beerenfrüchte in Rechnung, davon sind

rot	42,	blau	9,
schwarz	26,	braun	2,
grün	11,	weiß	2.
gelb	11,		

Da die Summe 103 gibt, so drückt jede der Zahlen zugleich den ungefähren Prozentsatz aus.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Goebel Karl [Eberhard] Immanuel

Artikel/Article: [Zu Jacques Loeb's Untersuchungen ber Regeneration bei Bryophyllum. 193-204](#)