FLORA.

№. 17.

Regensburg. 7. Mai. **1853.**

Inhalt: ORIGINAL-ABHANDLUNGEN. Schacht, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Wurzel. v. Martius, Bemerkungen über die wissenschaftliche Bestimmung und die Leistungen unserer Gewächshäuser. VI. Brief. — KLEINERE MITTHEILUNGEN. Regel, Lichenologisches. — ANZEIGE. Dr. J. Sturm's Deutschlands Flora.

Beitrag zur Entwicklungs-Geschichte der Wurzel.

Von Dr. Herrmann Schacht.

(Hiezu Tafel IV.)

Die Wurzel unterscheidet sich vom Stamme der Pflanze durch ihren bedeckten Vegetationspunkt. Während der Stamm unter seinem freien Vegetationspunkt Blätter bildet, kann die Wurzel niemals aus sich Blätter entwickeln, eine Wurzelhaube bekleidet ihre jüngsten, zur Fortbildung der Wurzel bestimmten Zellen, als ihren Vegetationspunkt. Stamm sowohl als Wurzel wachsen durch denselben an ihrer Spitze. Dem Blatte fehlt der Vegetationspunkt.

Die Wurzel der dicotyledonen Pflanzen ist, wie der Stamm, mit einem Mark, einem Gefässbündelring und einer Rinde versehen. Der Holzring, durch den Gefässbündelring entstanden, wächst, wie im Stamm, durch den Verdickungsring, mit welchem das Cambium der Gefässbündel zusammenfällt. *) Die Rinde wächst gleichfalls durch den Verdickungsring und das Cambium der Gefässbündel. Die Rinde der Wurzel besteht, wie im Stamm, aus einem primären Theil, der schon in der Wurzelknospe vorhanden, nicht durch den Verdickungsring entstand und aus einem secundären Theil, welcher durch letzteren und das Cambium der Gefässbündel gebildet wird. In dieser secundären Rinde liegen die Bastzellen; die Theile der Gefässbündel. Der primäre Theil der Rinde stirbt bei der Wurzel in der Regel frühzeitig ab; im Stamm einiger Bäume (z. B. der Buche und der Weisstanne) erhält er sich lange. Durch das frühzeitige Absterben

*) H. Schacht, die Pflanzenzelle. Abschnitt VII u. VIII.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0261-4

der Aussenrinde (primären Rinde) verliert der ältere Theil der Wurzel die Fähigkeit, lösliche Nahrungsstoffe dem Boden zu entziehen.

Schon im Keim ist die Anlage der Wurzel vorhanden, bei den Coniferen ist sogar die Wurzelhaube (Fig. 1. y.) sehr schön entwickelt, ich vermisse sie in keinem von mir untersuchten Keime, der Grad ihrer Ausbildung ist jedoch nach der Pflanzenart verschieden. Im Keim liegt gleichfalls die Anlage zum Mark (F. 1. m.), zum Verdickungsring (F. 1. ac.) und zur primären Rinde (F. 1. b.). Die Anlage der Wurzel im Keim entspricht einer wahren Wurzelknospe, d. h. einer Knospe, aus welcher sich jederzeit nur eine Wurzel entwickeln kann. Der Keim der Dicotyledonen besitzt, so viel mir bekannt, immer nur eine solche Wurzelknospe, welche das Radicula-Ende des Keimes bildet. Die Dicotyledonen keimen desshalb mit einer Pfahlwurzel. Der Keim der Monocotyledonen hat in der Regel auch nur eine Wurzelknospe (so bei den Palmen und einigen Gräsern), in andern Fällen besitzt er mehrere Wurzelknospen, so bei *Secale* und *Triticum*. Dieselben liegen in allen Fällen nicht frei, wie bei den Dicotyledonen, sie durchbrechen das Gewebe des Keimes. Schleiden hat demnach vollkommen Recht, wenn er den Monocotyledonen die eigentliche Pfahlwurzel abspricht, und ihnen nur die Keimung aus Nebenwurzeln zuerkennt. Pfahlwurzel und Nebenwurzel sind nur nach ihrer Entstehungsweise, im innern Bau dagegen nicht verschieden; die ächte Pfahlwurzel entsteht aus der Radicula des dicotyledonen Keimes.

Die Nebenwurzel entsteht im Stamme oder in einer alten Wurzel, wie schon Schleiden*) nachgewiesen, innerhalb der Rinde; es bildet sich, sowohl bei den Monocotyledonen, als bei den Dicotyledonen, am Cambiumring ein kleiner Zellenkegel (F. 10. A. F. 9. A. F. 20. A. F. 22. A.), derselbe lässt sehr bald sowohl die Anlage zur Wurzelhaube (F. 19. y.), als auch die Anlage zum Verdickungsring (F. 19. ac^x.) erkennen, durch denselben wird das Gewebe der entstandenen Wurzelknospe in die Aussenrinde (F. 19. d^x.) und in das Mark (F. 19. g^x.) geschieden. Vom Holzring des Stammes oder der Wurzel aus beginnt jetzt im Verdickungsring der Wurzelknospe die Bildung der ersten Zellen des Gefässbündels (F. 19. h.). Das Rindengewebe des Stammes oder der Wurzel verliert durch die Wurzelknospe, welche in ihm entstand, seinen flüssigen Inhalt, die Zellen der Rinde des Stammes oder der Wurzel, in welcher die Wurzelknospe entstand, sinken in deren nächster Umgebung zusammen, sie sterben ab, die junge Wurzel durchbricht die Rinde (F. 19.

*) Schleiden, Grundzüge der Botanik, Augabe II. p. 119.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0262-0

F. 10. B. u. C., F. 23. B.), sie wächst durch ihren, von der Wurzelhaube dedeckten Vegetationspunkt weiter (F. 5. e.).

Die erste Anlage einer Wurzelknospe innerhalb der Rinde lässt sich von der ersten Anlage einer Stammknospe nicht wohl unterscheiden; beide entstehen am Verdickungsring; bald aber differencirt sich ihr Gewebe in bestimmter Weise. Die Wurzelknospe erhält die Anlage zur Wurzelhaube (F. 19. y.), die Stammknospe bildet dagegen unter ihrem Vegetationspunkt Blattanlagen. — Bei der Mehrzahl unserer einheimischen Bäume, dessgleichen bei verschiedenen Palmen, Aroideen und Orchideen, habe ich die Entwicklungsgeschichte der Nebenwurzel aufs genaueste verfolgt, die Entstehungsweise erfolgt hier in allen Fällen, wie ich sie soeben beschrieben.

Durch Bildung von Nebenwurzeln, in der beschriebenen Weise, verzweigt sich sowohl die Haupt- als die Nebenwurzel der monocotyledonen und dicotyledonen Pflanzen (F. 5.). Wenn, wie es mehrfach vorkommt, die Gefässbündel im Verdickungsring einer Wurzel weit aus einander liegen (F. 10. c.), so entsteht überall nur die eine Nebenwurzel, die im Gefässbündel liegt. Die keimende Wallnuss beweist diess am schönsten. Die starke Pfahlwurzel, welche der Keim nach abwärts schickt, zeigt auf dem Querschnitt 4 (bisweilen 6) Gefässbündel, welche weit von einander im Verdickungsring liegen; nur da, wo ein Gefässbündel liegt, entstehen Nebenwurzeln. Der Verdickungsring kann aus sich demnach keine Nebenwurzel bilden. Die Gefässbündel verlaufen ziemlich parallel, die Pfahlwurzel der keimenden Wallnuss zeigt desshalb 4 senkrechte Reihen von Nebenwurzeln.

Schon früher habe ich nachgewiesen, dass eine Stammknospe überall da entstehen kann, wo Gefässbündel in einem fortbildungsfähigen Zellengewebe liegen, nach den genannten Fällen erscheinen auch für die Bildung der Wurzelknospe dieselben Bedingungen nothwendig. Es kann demnach möglicherweise sehr wohl aus einem Blatte direct eine Wurzelknospe entstehen; die von mir untersuchten Wurzelknospen vom Blatte an *Bryophyllum**) und *Asplenium bulbiferum* u. s. w. entstehen nicht direct aus dem Blatte, sondern in normaler Weise an einer Stammknospe, welche sich zuvor im Gewebe des Blattes bildet.

Da die Nebenwurzeln, durch welche sich eine bereits vorhandene Wurzel verzweigt, immer am Verdickungsringe entstehen, die Wurzel aber, so lange ihr Verdickungsring thätig bleibt, auch fähig

*) H. Schacht, die Pflanzenzelle p. 297. u. 303.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0263-6

ist, neue Wurzelknospen zu erzeugen, so findet man, wenn diess der Fall gewesen, auf Quer- und Längsschnitt, z. B. bei *Sempervivum tectorum*, sowohl Nebenwurzeln, welche in der Nähe des Markes entspringen und den Holzring durchsetzen, als auch andere, welche im Holzring selbst ihren Anfang nehmen, zugleich aber noch andere, welche vom Verdickungsring ausgehen. Alle 3 jetzt scheinbar verschiedenen Nebenwurzeln sind am Verdickungsring entstanden. Die erstgenannten sind zumeist fast gleichzeitig mit der Bildung des Holzrings entstanden, die letztgenannte wurde zuletzt am Verdickungsring gebildet. *) Für Zweige, welche aus Nebenknospen am Stamme entstehen, gilt ganz dasselbe; Zweige, welche in der Achsel eines Blattes entspringen, erhalten ihre ersten Gefässbündel immer aus der Markscheide, d. h. aus dem zuerst entstandenen Theil des dicotyledonen Holzrings. Die abnorme Wurzelbildung des Hrn. Dr. G. Walpers bei *Sempervivum* ist demnach, wie ich bereits p. 10. dieser Blätter nachgewiesen, durchaus normal.**)

Die Wurzelhaube besteht aus Zellenschichten, welche von aussen her absterben, dagegen durch Bildung neuer Zellenschichten, von innen her, ersetzt werden. Die Wurzelhaube fehlt keiner von mir untersuchten Wurzelspitze; der Grad ihrer Ausbildung ist nach den Pflanzen verschieden. Hofmeister hat dieselbe an der Wurzel verschiedener Kryptogamen ***) nachgewiesen. Bisher ward die Wurzelhaube nur als eine Eigenthümlichkeit bestimmter Pflanzen (*Lemna*, *Hydrocharis* u. s. w.) angenommen; ihre Allgemeinheit für alle wahren Wurzeln ward bisher nicht nachgewiesen. Mit der Wurzelhaube wurde ausserdem häufig das abgestorbene Rindengewebe, welches die Nebenwurzel beim Durchbrechen der Rinde bisweilen mit umgehabt, verwechselt; daher mancherlei falsche Ansichten über Wurzelschwämmchen u. s. w.

Jeder Pflanzentheil, der an seiner Spitze wächst und dort eine Wurzelhaube trägt, ist eine Wurzel; alle Blattanlagen fehlen hier nothwendig; jeder Pflanzentheil dagegen, der Blattnarben oder gar

*) Vergleiche Flora. 1853. No. 1. p. 10.

**) Herr Dr. G. Walpers in Berlin hat mich aufs neue in No. 5. der Flora dieses Jahres angegriffen. Ich wiederhole die Schlussworte meines Aufsatzes: Die Pflanzen-Physiologie und Herr Dr. G. Walpers in Berlin in No. 1. dieser Blätter, welche also lauten:

„Sollte Herr Dr. Walpers fernerhin Vergnügen finden, die Pflanzenphysiologie im Allgemeinen oder auch im Besondern mit seinen Angriffen zu beehren, so erkläre ich ihm hiemit zum Voraus, dass ich dieselben keiner weitern Antwort würdigen werde."

***) W. Hofmeister, Keimung u. s. w. höherer Kryptogamen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0264-1

noch Blätter trägt, welche nicht einer besonderen an ihm entstandenen Nebenknospe angehören, kann niemals eine Wurzel sein. Die Entwicklungsgeschichte gibt uns somit einen scharfen Unterschied zwischen Stamm und Wurzel.

In der *Orchis*-Knolle haben wir sowohl den Stamm als die Wurzel vereinigt. Die Knolle von *Herminium* entsteht aus einer Nebenwurzel, welche dicht über ihrer Spitze eine Stammknospe bildet; die Nebenwurzel verlängert sich, die junge Knolle wird von der Mutterpflanze entfernt. Bei *Orchis fusca*, *maculata* u. s. w. verlängert sich die Nebenwurzel nicht, die junge Knolle bleibt der Mutterknolle genähert. Jede *Orchis*-Knolle hat unten und oben einen Vegetationspunkt; der nach oben liegende Vegetationspunkt bildet, der Stammknospe entsprechend, Blattanlagen, der Vegetationspunkt der untern Seite entwickelt niemals Blattanlagen, er besitzt eine, meistens schwach entwickelte, Wurzelhaube (*Herminium*). Das Rhizom von *Epipogium* und *Corallorhiza* hat wie die Knolle der genannten Orchideen ein Wurzelende, das nicht fortwächst, selbiges ist namentlich bei *Corallorhiza* als stumpfe Spitze ausgezeichnet; das andere Ende des Rhizoms, der Stammknospe entsprechend, wächst weiter, es bildet schuppenartige Blätter und in deren Achseln Zweige, es verzweigt sich ferner durch Theilung des Vegetationspunktes seiner Stammknospe. Auch das Rhizom von *Epipogium* verzweigt sich auf ähnliche Weise.

Eine Theilung des Vegetationspunktes der Stammspitze war schon von Hofmeister*) für *Selaginella* nachgewiesen, die Theilung des Vegetationspunktes der Wurselspitze ist dagegen, soweit mir bekannt, noch nicht beobachtet worden, ich habe bereits auf p. 10. der Flora vorläufig derselben gedacht.

Die Keimpflanze der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) zeigt kleine runde Wurzelauswüchse (F. 3. x.), welche bei der einjährigen Pflanze bisweilen als kleine handförmige, hellgefärbte Knollen auftreten (F. 4. x.). Untersucht man dieselben genauer, so sieht man, dass es Nebenwurzeln sind, die sich im letztgenannten Falle an ihrer Spitze getheilt haben (F. 7. x). Die Theilung erfolgt natürlich durch den Vegetationspunkt der Wurzelspitze unterhalb der Wurzelhaube (F. 7. y¹). Der Vegetationspunkt einer jeden der durch Theilung entstandenen Wurzelspitzen bildet alsbald seine eigene Wurzelhaube (F. 7. y.). Fast jede Wurzel der Schwarzerle zeigt diese eigenthümlichen Wurzelbildungen neben normal ausgebildeten Seitenwurzeln (F. 5. x u. e);

*) W. Hofmeister, Keimung u. s. w. höherer Kryptogamen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0265-7

Bisweilen findet man nussgrosse braun oder schwarz gefärbte, meistens schon vertrocknete, warzenartige Wucherungen dieser Art, rund um einen Wurzelast verbreitet (F. 6. x.) Aehnliche Bildungen mögen vielleicht noch bei andern einheimischen Pflanzen gefunden werden.

Die Cycadeen (ob alle ?) entsenden längere oder kürzere Nebenwurzeln, welche über die Erde treten und sich flach auf dem Boden ausbreiten; diese Nebenwurzeln bilden wiederum Wurzelknospen, welche zum grössten Theil, ähnlich wie bei der Erle, nicht zu langen Seitenwurzeln werden, vielmehr, sobald sie die Rinde ihrer Mutterwurzel durchbrochen haben, sich durch Theilung ihres Vegetationspunktes verzweigen, aber nicht bedeutend verlängern. Nach der Pflanzenart erfolgt hier die Theilungsweise der entstandenen Nebenwurzeln verschieden. Die Luftwurzel der *Ceratozamia muricata* bildet reihenweise fast sternartig verzweigte Nebenwurzeln (F. 11. x.), welche unwillkührlich an ein ganz junges Rhizom von *Epipogium* erinnern. Die Luftwurzel von *Ceratozamia mexicana* entwickelt, der Erle ähnlich, unregelmässiger gestellte, warzenartige Häufchen solcher Nebenwurzeln (F. 12 u. 13. x.) Bei *Zamia pumila* sind dieselben noch anders gestaltet. Die Luftwurzel von *Cycas circinalis* endigt durch diese Bildungen bisweilen traubenartig; der Vegetationspunkt einer jeden Wurzelknospe scheint hier in 3 Wurzelknospen getheilt zu werden (F. 16 u. 17.).

Die Entwicklungsweise dieser eigenthümlichen Nebenwurzeln am Verdickungsring der Luftwurzel entspricht genau dem normalen Entwicklungsgange aller Nebenwurzeln (F. 19.). Die junge Nebenwurzel durchbricht ungetheilt die Rinde der Luftwurzel, ihr Vegetationspunkt theilt sich alsbald, wie bei den entsprechenden Wurzelbildungen der Erle; je nachdem sich diese Theilung wiederholt oder nicht, je nachdem die Theilung in 2 oder 3 (vielleicht hie und da in noch mehr) Theile erfolgt, ändert sich die Gestalt dieser wunderbaren Wurzelbildungen. Bei *Cycas circinalis* erscheint eine einmalige Theilung in 3 Theile, bei *Ceratozamia muricata* erfolgt in der Regel zuerst eine 3-Theilung (F. 11. x[II]), jede so entstandene Wurzelspitze theilt sich dann noch einmal in 2 Theile (F. 11. x.) Das Rindengewebe dieser sonderbaren Nebenwurzeln ist locker, es saugt begierig Feuchtigkeit auf, schrumpft aber eben so leicht in trockner Luft zusammen.

Während sich bei den genannten Cycadeen und bei der Schwarzerle die durch Theilung ihres Vegetationspunktes ausgezeichneten Nebenwurzeln nicht, oder nur sehr unbedeutend, verlängern, sehen wir bei den Orchideen mit handförmig getheilten Knollen eine Thei-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0266-3

lung des Vegetationspunktes der Wurzelspitze dieser Knollen verbunden mit einer Verlängerung der durch Theilung entstandenen Wurzelspitzen. Bei *Gymnadenia* und *Habenaria* wächst jede Wurzelspitze der getheilten Knolle zur langen Wurzel aus.

Jede Wurzel einer dicotyledonen Pflanze hat, soweit meine zahlreichen Untersuchungen reichen, ein centrales Mark *), je nachdem die Wurzel einer kleineren oder grösseren Wurzelknospe entsprang; das Mark der Wurzel wie des Stammes kann sich niemals ausdehnen, sobald eine Markscheide oder ein geschlossener Holzring dasselbe umgibt **). Nur in dem Falle, wo die Gefässbündel im Verdickungsring fern von einander liegen, demnach weder eine wahre Markscheide (der Anfang eines Holzringes) noch ein geschlossener Holzring vorhanden ist, und ausserdem das Gewebe, welches die einzelnen Gefässbündel trennt, fortbildungsfähig bleibt, kann möglicherweise das Mark vergrössert werden, indem die Gefässbündel möglicherweise weiter nach aussen rücken, was beim geschlossenen Holzring durchaus unmöglich ist. Niemand hat bis jetzt ein derartiges Wachsthum des Markes beobachtet, geschweige denn nachgewiesen.

Die Wurzel der Dicotyledonen bildet so gut alljährlich ihren Jahresring als der Stamm, doch sind die Holzzellen ihrer Jahresringe häufig ungleich weiter als im Stamm. Die Holzzelle der Tanne, Fichte und Kiefer zeigt in der Wurzel häufig 2, bei der Lerche sogar 3 Tüpfelreihen, während die Holzzelle im Stamm bei diesen Bäumen nur eine Tüpfelreihe besitzt.

Auch die Rinde der Wurzel unserer Bäume hat weitere Zellen als die Rinde des Stammes, sie verliert ihren primären Theil sehr frühe, an seiner Grenze entsteht nämlich eine Periderma-Bildung, welche den Saftaustausch der inneren Rinde mit diesem äusseren Theil aufhebt; ein Absterben der primären Rinde ist die nächste Folge; mit derselben erkranken die Wurzelhaare, die Aussenrinde färbt sich braun. Der Theil der Wurzel, dessen Aussenrinde braun gefärbt, bereits abgestorben ist, nimmt keinen Nahrungstoff aus dem Boden; der jüngste farblose oder gelblich gefärbte Theil der Wurzel sorgt zunächst für die Bodennahrung der Pflanzen, er ist in der Regel, soweit ihn die Wurzelhaube nicht bedeckt, mit Wurzelhaaren (verlängerten Zellen des Wurzel-Epitheliums) bekleidet. Bei der Weisstanne scheinen die Wurzelhaare zu fehlen, diess papillöse Epithelium versieht hier das Geschäft der Aufsaugung.

*) Vergleiche Schleiden, Grundzüge der Botanik Ausg. II. B. II. p. 118.
**) Vergleiche Flora p. 10 und Flora p. 66 von 1853.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0267-9

Bei der monocotyledonen Wurzel, deren Verdickungsring, soweit mir bekannt, überall nur eine kurze Zeit thätig bleibt, dann aber, oft in sehr zierlicher Weise, verholzt (bei den *Smilax*-Arten, ferner bei *Dracaena* *) und den Palmen), kann eine derartige Wurzel nur so lange neue Wurzelknospen und aus ihnen Nebenwurzeln bilden, als ihr Verdickungsring thätig bleibt; sobald derselbe verholzt, erlischt auch die Bildung neuer Nebenwurzeln am älteren Theil einer solchen Wurzel, nur die jugendliche Spitze ist noch zu deren Bildung fähig. Selbst bei unseren dicotyledonen Bäumen scheint die Bildung neuer Wurzelknospen mehr auf die jüngeren als auf die älteren Wurzeltheile angewiesen; sobald die Rinde einer Wurzel Borke gebildet hat, scheint die Bildung neuer Wurzelknospen aufzuhören.

Da die Wurzel an ihrer Spitze fortwächst, dagegen ihre Aussenrinde von hintenher allmählig abstirbt (nach den Pflanzenarten dem Grade nach verschieden), so kommen nach einander verschiedene Partien des Bodens mit dem zur Aufnahme der Stoffe fähigen Theil der Wurzel in Berührung. Daraus erklärt sich, warum eine Pflanze auf geschichtetem Boden, wenn ihre Wurzelspitzen in der einen Schicht streichen, besser oder schlechter, als wenn sie in der andern Schicht verlaufen, gedeihen. Die Wurzelhaube schützt den Vegetationspunkt der Wurzelspitze bei ihrem Fortwachsen im Boden, die jugendlichen Zellen des Vegetationspunktes würden, wenn dieser wie beim Stamme frei läge, höchst wahrscheinlich den Widerstand des Bodens nicht ertragen können. Die absterbende Aussenrinde der ältern Wurzeltheile hemmt ausserdem, wie es scheint, die Abscheidung, dessgleichen die Verdunstung der von den jüngeren Wurzeltheilen aufgenommenen Flüssigkeiten. In keiner unter der Erde befindlichen Wurzel habe ich Blattgrün wahrgenommen.

Die Wurzel mancher Pflanzen ist zur Bildung von Stammknospen fähig, die Espe (*Populus tremula*), die Hainbuche (*Carpinus*) u. s. w. bilden sehr leicht Wurzelausschlag, die Nadelhölzer bringen dagegen niemals einen Wurzelausschlag. Wenn aus einer Wurzel ein Zweig entstehen soll, muss immer die Bildung einer Stammknospe vorangehen, eine Wurzelknospe kann niemals selbst zum Stamm werden, sie kann niemals Blätter bilden.

Fassen wir jetzt die Hauptresultate meiner Untersuchung kurz zusammen.

1) Die Wurzel kann auf dreierlei Weise entstehen oder sich ver-

*) H. Schacht die Pflanzenzelle Taf. XVIII. F. 3, 6 u. 7.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0268-5

mehren. a) Aus der Wurzelknospe des Keimes, aus der Radicula der Dicotyledonen entsteht die eigentliche Pfahlwurzel. b) Aus einer Nebenwurzelknospe entsteht jede Neben- oder Zweigwurzel. c) Durch Theilung des Vegetationspunktes einer Wurzelspitze verzweigt sich die Wurzelspitze einiger Pflanzen. Pfahlwurzel und Nebenwurzel sind anatomisch nicht verschieden.

2) Die Wurzelspitze ist jederzeit mit einer Wurzelhaube versehen, die Wurzel besitzt desshalb einen bedeckten Vegetationspunkt, sie kann desshalb aus sich keine Blätter bilden.

3) Die Wurzel der Dicotyledonen besitzt wie der Stamm ein centrales Mark, einen Gefässbündelring und eine Rinde. Die Aussenrinde stirbt in der Regel früher ab als am Stamm. Von der Beschaffenheit der Rinde scheint bei den Dicotyledonen die Bildung neuer Nebenwurzeln mehr oder weniger abhängig. Wenn der Verdickungsring der monocotyledonen Wurzel verholzt, so hört die Bildung neuer Wurzelknospen auf.

4) Die Cycadeen und die Schwarzerle zeigen eigenthümliche Wurzelauswüchse, welche aus Wurzelknospen entstehen, deren Vegetationspunkt sich ein- oder mehreremals theilt. Die Theilung der gelappten oder wurzelartig verzweigten Knollen einiger Orchideen erfolgt gleichfalls durch Theilung des Vegetationspunktes der Wurzelspitze. Die Knolle der Orchideen besitzt eine wahre Stammknospe und ein Wurzelende.

5) Nur derjenige Theil einer Wurzel, welcher eine thätige Aussenrinde besitzt, nimmt Nahrungsstoffe auf. Daher wird der jüngste Theil einer Wurzel für die Ernährung der Pflanze so wichtig. Die älteren Theile derselben Wurzel sind bei den meisten Pflanzen von einer abgestorbenen Aussenrinde bekleidet.

Erklärung der Tafel.

(Die mikroskopischen Bilder sind sämmlich mit der Camera clara entworfen; die Vergrösserung ist durch eine Bruchzahl über jeder Figur bezeichnet; die Buchstaben bedeuten überall dieselben Theile.)

Fig. 1. Längsschnitt aus der Mitte des Keimes der Kiefer, a. das Cambiumbündel oder Verlängerung des Verdickungsringes a c. b. die primäre Rinde, c t. der Samenlappen, m. das Mark, x. der bedeckte Vegetationspunkt, y. die Wurzelhaube. Die Anordnung der Zellen ist hier besonders deutlich ausgeprägt.

F. 2. Längsschnitt durch die Mitte der Wurzelspitze der Pfahlwurzel einer jährigen Buche. d. Die Grenze wo die Aussenrinde (b) abstirbt.

F. 3. Keimpflanze der Schwarzerle. x. die Auswüchse (eigenthümlich entwickelte Nebenwurzeln) der Wurzel.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0269-3

F. 4. Jährige Pflanze der Schwarzerle. x. Wurzelauswüchse.
F. 5. Theil einer schwachen Wurzel eines grössern Baumes derselben Art mit Wurzelauswüchsen (x) und neugebildeten wieder verzweigten Nebenwurzeln versehen (e).
F. 6. Theil einer ältern Erlenwurzel, die Auswüchse als grössere warzenförmige Häufchen vereinigt.
F. 7. Längsschnitt durch die Mitte der Wurzelanschwellung x^{II} der Fig. 4. f. der Holzring, g. das Mark. y^{I} die gemeinsame Wurzelhaube der drei Wurzelspitzen, y. die Wurzelhaube der einzelnen Wurzelspitze.
F. 8. Querschnitt durch eine junge Erlenwurzel, b. die Aussenrinde, d. die Grenze, wo dieselbe später durch Peridermabildung abstirbt. a c. der Verdickungsring, e. die getrennt liegenden Gefässbündel in letzterem.
F. 9. Längsschnitt durch die Mitte einer solchen Wurzel. A. eine am Verdickungsring (a c) entstehende Wurzelknospe.
F. 10. Querschnitt einer jungen Erlenwurzel, welcher die Bildung dreier Wurzelknospen zeigt. A. eine ganz junge Wurzelknospe; B. ältere, C. im Begriff, die Rinde zu durchbrechen.
F. 11. Luftwurzel von *Ceratozamia muricata*.
F. 12 u. 13. Luftwurzeln von *Ceratozamia mexicana*.
F. 14. Luftwurzel von *Zamia pumila*.
F. 15—17. Luftwurzeln von *Cycas circinalis*.
F. 18. Querschnitt durch die Mitte einer der sternförmig getheilten Nebenwurzeln x.
F. 19. Junge Wurzelknospe, am Verdickungsring der Luftwurzel von *Cycas circinalis*, nach einem sehr gelungenen Längsschnitt, Zelle für Zelle gezeichnet, a c. der Verdickungsring der Luftwurzel, $a\,c^{x}$ der Verdickungsring der Wurzelknospe. b. die Aussenrinde der Luftwurzel, d^{x} die Grenze der Aussenrinde in der Wurzelknospe, g. das Mark der Luftwurzel, g^{x} das Mark der Wurzelknospe, f. der Holzring der Luftwurzel, h. die ersten Zellen der Gefässbündel in der Wurzelknospe, y. die Anlage zur Wurzelhaube, x. der bedeckte Vegetationspunkt der Wurzelknospe.
F. 20. Längsschnitt durch die Mitte des Endes einer Luftwurzel von *Cycas circinalis*. A. eine junge Wurzelknospe am Verdickungsring.
F. 21. Längsschnitt durch die Mitte einer andern Luftwurzel derselben Pflanze, mit einer sternförmig getheilten Nebenwurzel.
F. 22. Längsschnitt durch die Mitte des Endes einer Luftwurzel derselben Pflanze. Bei A entsteht eine Wurzelknospe.
F. 23. Querschnitt einer Luftwurzel derselben Pflanze; B. eine Nebenwurzel, welche bald die Rinde durchbrechen müsste, b. die Aussenrinde, d. die Grenze derselben, y. die Wurzelhaube.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0270-4

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0400-5

VII. Verbesserungen.

Seite 257. Zeile 4. v. unten lies als statt die.
„ 259. „ 17. v. oben „ da „ die.
„ „ „ 18. „ „ „ wo ein statt die im.
„ 260. „ 15. v. unten „ emporhebt statt umgehabt.
„ 263. „ 7. v. oben „ entsprang, iat deren Mark schmäler. Das Mark u. s. w. statt: entsprang; das Mark u. s. w.
„ „ „ 11. v. unten „ vertrocknen statt erkranken.
„ 414. „ 7. v. oben statt: durch ihn mit heller Färbung — l. durch ihre weit hellere Färbung.
„ 417. „ 6. v. oben statt: Lecidea calcaria et nuda — l. Lecidea calcaria var. nuda.
„ „ „ 8. v. oben „ festsitzend — l. fast sitzend.
„ 429. „ 6. v. unten „ so dass immer — l. so dass der grün.
„ 433. „ 11. v. oben „ sondern aus gestreckten — l. sondern auch aus gestreckten.
„ 436. „ 5. v. oben „ dur — l. dar.
„ 441. „ 4. v. unten „ kielförmigen — l. keilförmigen.
„ 446. „ 15. v. unten „ auf dem angegebenen Standorte — l. auf d. angegebenen Standorten.
„ 522. „ 5. v. unten muss es 23 statt 25 heissen.
„ 618. lin. 6. loco Parichii lege Pavichii.
„ „ „ 34. „ Parich „ Pavich.
„ 621. post descript. I. lepidae insere: In dumetis collium arenosorum pradii Schuschara legionis Illyrico-banaticae. Jun.
„ 623. post descript. Astrag. Rocheliani insere: In rupestribus lapidosisque montium ad Danubium in Banatu. Maj. Jun. Differt ab A. chlorocarpo Griseb. cui a Cel. Auct. in itinere Hung. subjungitur: statura multo humiliori, crescendi modo caespitoso, vestitu adpresso sericeo, spicis ovatis paucifloris etc.
„ 627. lin. 17. loco Criorisensis lege: Crisiensis.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05968-0802-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1853

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Schacht Hermann

Artikel/Article: Beitrag zur Entwicklungs-Geschichte der Wurzel 257-266