Zur Kenntnis der Farngattung Nephrolepis.

Von **E. Heinricher.**

(Mit Tafel I und II und 1 Textfigur.)

Meine Untersuchungen gingen von der so verbreiteten Nephrolepis tuberosa Presl. aus, von der ich mir eine Anzahl der bekannten, knollenförmigen „Wasserspeicher" aus Java mitgenommen hatte. Sie galten zunächst der Frage, ob diese Knollen auch der vegetativen Vermehrung dienen können, und führten im Laufe der Zeit zum Nachweis, daß auch eine bisher nicht als knollenbildend bekannte Art Knollen besitzt, wie andererseits zur Wahrscheinlichkeit, daß unter dem Namen der N. tuberosa vermutlich mehrere schwer unterscheidbare Arten oder doch zum mindesten Rassen zusammengeworfen werden.

Die Knollen, welche ich aus Java mitnahm, stammten von epiphytischen[1]) Pflanzen, die bei einem Ausfluge von Tjibodas nach Tjiburrum an sehr feuchter Lokalität gesammelt wurden. Sie saßen an kurzen Seitentrieben der Ausläufer, in dem die Tragstämme überkleidenden Mooswerk versteckt, und zeichneten sich alle durch große Regelmäßigkeit der Gestalt aus. Sie sind ellipsoidisch, in ihrer Form am ehesten großen Stachelbeeren vergleichbar. Die Ähnlichkeit mit einer solchen tritt besonders dann hervor, wenn die Knollen nach dem Auslegen (wie es bei den Regenerationsversuchen geschah) ihren Pelz von Spreuschuppen abgeworfen haben und ihre Transparenz im Zusammenhang mit dem bleichgrünlichen Farbenton den Eindruck verstärkt. Eine solche Knolle, allerdings nach mehr als zweijährigem Liegen und infolgedessen von etwas geminderter Frische, zeigt Fig. 2 *a*, während Fig. 1 eine Knolle in ihrem Spreupelz nach in Alkohol konserviertem Material wiedergibt.

---

1) Die Pflanze lebt unter sehr wechselnden Bedingungen. Goebel (Pflanzenbiologische Schilderungen I, pag. 203) schreibt: „Es ist dies keine ausschließlich epiphytische Art, sondern eine derjenigen, welche man sehr häufig auch terrestrisch antrifft; sie wächst auf lehmigem Boden an Wegrändern häufig, z. B. an dem Wege zu dem vielbesuchten erloschenen Vulkan Tangkoban Prahoe im Preanger in Java". Er hebt ferner das Vermögen des Farnes, auch auf trockenen Standorten zu wachsen, hervor.

Eine so weitreichende Regelmäßigkeit der Knollengestalt fand ich bei anderen, später kultivierten Pflanzen, die unter dem Namen N. tuberosa in den Besitz unseres Gartens gekommen waren, nicht wieder, und ich bin geneigt, sie bei meinem Java-Material der epiphytischen Lebensweise der Mutterpflanze zuzuschreiben, d. h. dem Mangel irgendwelcher beschränkenden Hemmnisse bei der Entwicklung der Knollen, während bei Bodenpflanzen da und dort entgegentretende Hindernisse deformierend auf die Knollen einzuwirken vermögen. Ich habe leider Knollen von bodenständigen Pflanzen dieser Nephrolepisart in Java nicht untersucht.

Außer einigem Alkoholmaterial nahm ich auch vier frische Knollen aus Java mit — und zunächst will ich über die große Lebenszähigkeit dieser Gebilde berichten. Die Knollen wurden am 27. Dezember 1903 gesammelt; ohne für einen besonderen Schutz zu sorgen, wurden sie dann trocken aufbewahrt und nach Europa mitgenommen. In Innsbruck angelangt, fand ich dieselben nicht übermäßig geschrumpft; sie wurden am 23. April 1904 in Sphagnum ausgelegt und erlangten rasch wieder ein pralles, turgeszentes Aussehen. Die deckenden Spreuschuppen sind dann bald alle abgefallen und zugrundegegangen. Keine dieser Knollen trieb aus, aber zwei derselben sind noch heute, $2^1/_4$ Jahre nach der Aufsammlung, vollkommen frisch. Die anderen beiden sind abgestorben, und zwar begann die eine im Oktober, die andere im November 1905 zu schrumpfen und einzutrocknen[1]).

Daß die Knollen der Nephrolepispflanzen, die in botanischen Gärten unter dem Namen N. tuberosa Presl. oder N. cordifolia (L) Presl. var. tuberosa kultiviert werden, gerne austreiben und daher zur Erzielung neuer Pflanzen verwendet werden, geht aus der Tatsache hervor, daß in den Samenkatalogen häufig ihre „bulbi" angeboten werden. Einem Teil der Praktiker ist also die Tatsache jedenfalls bekannt, allgemein aber nicht, was ich aus einer brieflichen Mitteilung des ausgezeichneten Pteridophytenkenners Dr. Christ entnehme, der mir unterm 23. April 1905 mitteilte, daß seiner Wahrnehmung nach „die Knollen von N. tuberosa (cordifolia) nicht die Fähigkeit besitzen, Triebe zu bilden". Hingegen findet sich in der 1905 erschienenen „Vergleichenden Morphologie der Pflanzen, I" Velenovský's, pag. 233, die Angabe: „Insbesondere die Knollen von N. tuberosa enthalten reichlich Reservestoffe und dienen wie die Knollen der Phanerogamen

1) Inzwischen ist auch die dritte Knolle abgestorben, die letzte Knolle ist noch jetzt, $2^3/_4$ Jahre seit ihrer Aufsammlung, lebend (2. Okt. 1906).

zur vegetativen Vermehrung. Wenn sie in geeignetes Substrat geraten, so sprossen sie aus der Scheitelknospe in einen neuen beblätterten Stamm".

In den Besitz von Knollen, an denen ich selbst das Austreiben zuerst erprobte, kam ich zunächst durch einen Zufall. Der um die floristische Erforschung Südtirols verdiente Rechtsanwalt Dr. W. Pfaff in Bozen sandte mir 1904 einige Knollen ein, die ein dortiger Gartenbesitzer in seiner Orangerie „an den Wurzeln" eines Farnes gefunden hatte, der von C. Platz & Sohn in Erfurt unter dem Namen Scolopendrium officinarum var. undulatum bezogen worden sein soll. Da mir über mein Ansuchen nachträglich auch ein Wedel des Farnes überschickt wurde, erkannte ich leicht, daß es sich um eine Nephrolepisart handle. Die wesentliche Abweichung, welche die Gestalt dieser Knollen gegenüber jenen der javanischen Pflanzen darbot, ließ mich aber vermuten, daß es sich um eine andere Nephrolepisart handle. Ich wandte mich diesbezüglich an den so dienstbereiten Pteridophytenspezialisten, Oberlandesgerichtsrat Dr. Christ in Basel, der nach dem vorgelegten Wedel die Pflanze als N. hirsutula Prsl. apud Raciborski bestimmte[1]). Für diese Art war nun Knollenbildung an ihren Ausläufern noch nicht bekannt.

Die Gestalt dieser Knollen, und alle drei erhaltenen stimmten vollkommen überein, war eine ausgeprägt birnförmige. Vgl. Fig. 1, Tafel II. Von den drei Knollen benutzte ich die eine zur Untersuchung der Inhaltsverhältnisse, eine konservierte ich sofort in Alkohol, die dritte wurde in Sphagnum am 2. März 1904 ausgelegt. Schon am 6. April hatte sie einen Wedel ausgetrieben (Fig. 1, Taf. II; der Wedel erscheint hier undeutlich, weil auf die Knolle eingestellt wurde), war also sehr schnell zur Bildung einer neuen Pflanze übergegangen. Weitere Knollen von dieser Pflanze, die ich späterhin gewünscht hatte, erhielt ich nicht; der Besitzer der erwähnten Orangerie hatte, in denselben eine krankhafte Bildung vermutend, alle vernichtet[2]).

---

1) Herrn Dr. Christ drücke ich für seine liebenswürdige Bereitwilligkeit, mir beratend zur Seite zu stehen, auch hier meinen herzlichen Dank aus.

2) Doch wurde mir im Frühjahr 1906 eine kräftigere Pflanze von N. hirsutula freundlichst aus Bozen zugesandt. Zur Zeit des Empfanges war sie knollenlos. Sie entwickelte sich gut und ich unternahm eine neuerliche Revision der Pflanze am 30. September 1906. Diese ergab erstens, daß reichlich fruktifizierende Wedel gebildet wurden (ein Punkt, dem ich absichtlich mein Augenmerk schenkte), zweitens, daß an den Stolonen zwei Knollen vorhanden waren. Beide Knollen erschienen in der frischen Hülle der seidenglänzenden Spreuschuppen noch rein weiß. Die eine

Am 21. März 1905 wurden dem Garten zwei Knollen mit der Bezeichnung N. cordifolia Bak. var. tuberosa Bak. aus dem botanischen Garten zu Messina zugeschickt; in Sphagnum gelegt, trieben sie rasch aus, und ergrünten, dem Lichte ausgesetzt, sehr merklich, was umso leichter festzustellen war, als sie bereits aller Deckung durch Spreuschuppen ermangelten. Ich will bemerken, daß auch die aus Java mitgebrachten Knollen mit ihrem apikalen Ende dem Lichte ausgesetzt wurden, aber kein bemerkbares Ergrünen an ihnen stattfand.

Die eine der Messinaknollen hatte schon in den ersten Maitagen einen erkennbaren Austrieb, bei der zweiten war solches am 8. Mai der Fall. Die Knollen wurden dann einzeln in mit Erde gefüllte Schüsseln übertragen, beide hatten am 4. Juni bereits einen ersten Wedel gebildet.

Eine der aus diesen Knollen erwachsenen Pflanzen wurde am 9. November 1905 ausgetopft und genauer untersucht. Der Befund ergab: Die zunächst und unmittelbar aus der Knolle erwachsene Pflanze hat sieben Wedel, deren größte 40 cm Länge erreichen, ferner sieben Ausläufer getrieben. Diese bleiben ziemlich kurz, keiner ist über den Rand der ca. 30 cm Durchmesser besitzenden Kulturschüssel hinausgewachsen. An einem der Ausläufer sind schon zwei Tochterpflanzen in Entwicklung begriffen, von denen eine zwei Wedel (der größere 20 cm lang), die andere einen Wedel (16 cm lang) entwickelt hat. Die ältere dieser Pflanzen hat ebenfalls schon vier Ausläufer gebildet. Die Ausläufer durchsetzen innerhalb des Kulturgefäßes den ganzen Raum. Die Mutterknolle fand sich noch ziemlich wohlerhalten vor, obschon sie durch Schrumpfung ihr ursprüngliches Volumen wesentlich verkleinert hatte. Der eine der Ausläufer der Hauptpflanze trug ferner zwei nahezu sitzende Knollen nebst mehreren Seitenausläufern von einigen Millimetern bis Zentimetern Länge. Auch einer der Ausläufer der stärkeren Seitenpflanzen hat eine sicher erkennbare und eine zweite noch etwas zweifelhafte Knollenanlage.

Dies zeigt, daß aus den Knollen rasch kräftige Pflanzen heranwachsen und daß sechs Monate nach dem Auslegen der Knolle die aus ihr erwachsene Pflanze ihrerseits schon wieder Knollen besitzen kann.

Knolle war noch recht jung, kaum haselnußgroß; die andere war jedenfalls nahezu ausgewachsen, hatte die Größe einer Walnuß und ließ schon die charakteristische Birngestalt erkennen, durch die sich die erst erhaltenen Knollen dieser Art ausgezeichnet hatten.

Die aus der zweiten Knolle entstandene Pflanze wurde am 4. April 1906 untersucht. Sie bestand aus der primär aus der Knolle entwickelten Hauptpflanze und zehn an den von dieser gebildeten Ausläufern sitzenden Pflanzen, die sämtlich schon Wedel getrieben hatten. Pflanzen auf weniger entwickelter Stufe waren noch zahlreich vorhanden. Die Mutterknolle war wesentlich ausgesogen und verrottet, und ließ sich leicht ablösen. Knollen hatte diese Pflanze sechs. Zwei waren nahe der Hauptpflanze oberirdisch bemerkbar, diese waren nur erbsengroß. Unterirdisch hatte ein Ausläufer, der keine Pflanzen trug, drei schöne, regelmäßig kugelige, großen Haselnüssen gleichkommende Knollen gebildet, eine vierte solche saß an einem anderen Stolo [1]).

Zwischen Knollenbildung an den Ausläufern und der Entwicklung von Tochterpflanzen dürften Korrelationen bestehen. Reichlicher Tochterpflanzen bildende Ausläufer scheinen keine Knollen oder nur in geringer Zahl zu erzeugen, während umgekehrt reichlicher Knollen bildende weniger oder keine Tochterpflanzen treiben.

Die Regeneration von Pflanzen aus den Knollen von Nephrolepis war so für zwei Arten, N. hirsutula Prsl. und N. cordifolia Bak. var. tuberosa Bak. (Messinaer Provenienz) nachgewiesen. Weitere Versuche sollten nun die Bedingungen, unter denen die Regeneration erfolgt, etwas näher erschließen. Zu bemerken ist, daß diesen Versuchen Schwierigkeiten aus zwei Ursachen erwuchsen. Die eine bestand darin, daß die Zahl der Knollen, die durch Umfrage von verschiedenen botanischen Gärten bezogen wurden, eine relativ beschränkte war, und daß hierbei Knollen sehr verschiedenen Entwicklungsalters erhalten wurden, während zu Parallelversuchen doch wesentlich gleich beschaffenes Material nötig war. Der zweite Umstand, der hervorgehoben werden muß, ist der, daß, worauf schon eingangs hingewiesen wurde, zweifelsohne in den botanischen Gärten als N. tuberosa verschiedene Arten oder Rassen kultiviert werden, die sich bei der Regeneration nicht gleich zu verhalten brauchen. Es können also die mit den Knollen der einen Pflanze gewonnenen Resultate nicht sicher auch als für die einer Pflanze anderer Provenienz und Qualität gültig angesehen werden.

---

1) Diese Knollen wurden zu später zu besprechenden Kulturen verwendet. Die beiden Pflanzen, oder besser gesagt Nephrolepis-Stöcke, die aus den am 31. März 1905 ausgelegten Knollen erwachsen waren, wurden am 3. September 1906 einer erneuten Revision unterzogen. Als Ergebnis dieser Revision will ich hervorheben, daß unter den Wedeln beider Pflanzen keiner fertil war, daß die eine Pflanze, die am 4. April 1906 ihrer Knollen beraubt war, nun keine Knollen besaß, während die andere zwei große und eine kleinere Knolle trug.

Die Provenienz und die erhaltene Benennung der Pflanze wird daher bei jedem Versuche besonders angegeben werden und wird am Schlusse, soweit als möglich, auch eine Klarlegung über die knollenbildenden Arten versucht werden. Die hauptsächlichste Fragestellung bei den einzelnen Versuchen soll durch ein Schlagwort, gewissermaßen eine Kapitalbezeichnung, angedeutet werden.

Einfluß des Alters der Knollen auf die Regeneration.

Am 10. November 1905 erhielten wir eine Pflanze, bezeichnet als Nephrolepis tuberosa Prsl., aus dem botanischen Garten zu Straßburg, die reichlich Knollen besaß. Mit diesen wurden weitere Versuche eingeleitet, einerseits um ausgedehnter die Frage zu prüfen, ob die Bildung der Pflanzen aus den Knollen (abgesehen von dem negativen Resultat mit den aus Java mitgebrachten) allgemein so prompt erfolgt, wie bei den bisherigen drei geprüften Knollen, andererseits um eventuell den Einfluß kennen zu lernen, den das Alter der Knollen hierbei hätte.

So wurden auf Sphagnum in Töpfe ausgelegt (10. November 1905):

A. Eine Partie von fünf alten Knollen, durch wenige Reste von Spreuschuppen nur gedeckt. Vier davon sicher voll ausgewachsen (eine davon ganz abgeplattet, offenbar infolge starker mechanischer Pressung während der Entwicklung), die fünfte nur kirschkerngroß, machte den Eindruck einer alten, aber früh in der Entwicklung zurückgebliebenen.

B. Jüngere, hellgrün gefärbte Knollen, noch reichlich mit Spreuschuppen gedeckt. Diese wurden in vier gesonderte Töpfe auf Sphagnum wie folgt verteilt:

1. Eine ausgewachsene und eine wohl nahezu ausgewachsene Knolle.
2. Zwei Knollen von etwa $^2/_3$ der Größe ausgewachsener.
3. Eine Knolle von etwa halber Größe.
4. Zwei Knollen, eine etwa $^1/_4$, die andere $^1/_8$ der Größe ausgewachsener zeigend.

Die Ergebnisse sind folgende:

Für A. Schon am 21. November ist an zweien der alten Knollen Treiben bemerkbar. Am 5. Januar 1906 hat die eine bereits einen unausgewachsenen Wedel von 3 cm Länge, und treibt aus der Basis des neuen Pflänzchens zwei Stolonen (1 und $2^1/_3$ cm lang). Der Trieb der zweiten Knolle zeigt hingegen vorläufig den Charakter eines Stolo. Er ist nicht ganz 1 cm lang und weist bereits einen angelegten Seiten-Stolo und mehrere Wurzeln auf. Eine Revision am 24. März 1906 ergab, daß nun auch der Austrieb der zweiten Knolle, der anfänglich stolonenartig erschien, jetzt zur beblätterten Pflanze geworden ist.

Zwei der großen alten Knollen haben nicht ausgetrieben, die ausgelegte kleine, anscheinend verkümmerte, ist nicht auffindbar.

Der Versuch zeigt also, daß alte Knollen befähigt sind, sehr rasch zur Bildung einer Pflanze zu schreiten, daß aber nicht alle dies tun.

Für B. 1. Eine der Knollen und zwar die kleinere zeigt am 23. März den Austrieb einer Pflanze.

Für B. 2. Die eine Knolle läßt am 5. Januar 1906 einen Trieb erkennen. Am 23. März besitzt diese schon einen Wedel von 10 cm Länge; auch die zweite Knolle hat ausgetrieben und hat den ersten Wedel.

Für B. 3. Am 5. Januar 1906 war Austreiben bemerkbar, doch scheint das junge Pflänzchen früh eingegangen zu sein, da die am 23. März vorgenommene Revision keine Spur davon nachzuweisen vermochte.

Für B. 4. Eine der Knollen war am 23. März 1906 verschwunden, die andere ohne Trieb.

Es sind also auch nicht ausgewachsene, jüngere Knollen bis zu halber Größe geeignet Pflanzen zu bilden, nur tritt bei diesen eine beträchtliche Verzögerung gegenüber alten im Regenerationsprozeß ein. Bei letzteren (Versuch A) war der Austrieb der Pflanzen schon am 11. Tage erkennbar, bei den jüngeren kam es frühestens erst nach gut $1^1/_2$ Monaten dazu. Auch in der Serie B bildeten aber nicht alle Knollen eine Pflanze. Abgesehen von denjenigen der Serie B 4, bei denen die Kleinheit und Jugend der Knollen, die erst $^1/_8$—$^1/_4$ der Größe ausgewachsener erreicht hatten, daran Schuld tragen möchte, bildete auch eine der Knollen der Reihe B 1 keine Pflanze.

Regenerieren auch Knollen, denen der apikale Vegetationspunkt genommen wurde?

Das mit alten und jungen Knollen der eben besprochenen Kulturreihe erhaltene Ergebnis ließ mich nun, mit Berücksichtigung des negativen Erfolges, welchen die aus Java mitgebrachten Knollen ergeben hatten, nach den Ursachen suchen, warum etwa einzelne Knollen nicht zur Bildung einer Pflanze schreiten. Am Scheitel der Knollen befindet sich ein stets leicht nachweisbarer Vegetationspunkt. Dr. Sperlich, der über meine Aufforderung eine morphologisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der so eigenartigen Stolonen von Nephrolepis unter-

nahm und inzwischen veröffentlichte[1]), hat auch den Vegetationspunkt an den Knollen untersucht. Die Scheitelzelle ist stets leicht nachzuweisen. Blattanlagen, auch in rudimentärster Anlage, sind nicht vorhanden. Über diesen Punkt finden wir übrigens schon in den schönen Untersuchungen Lachmanns[2]) folgende Angabe: „L'extrémité du tubercule, c'est-à-dire le point diamétralement opposé à son insertion sur le stolon, est couverte de poils scarieux imbriqués sur un sommet végétatif saillant comme celui des stolons normaux".

Auch Velenovský gedenkt l. c., wie das Zitat pag. 44 zeigt, dieser Scheitelknospe.

Es lag nahe zu vermuten, daß die Entwicklung einer Pflanze aus der Knolle davon abhängt, ob zur Zeit der Auslegung der Knollen der Vegetationspunkt derselben noch intakt vorhanden sei. Zur Entscheidung dieser Frage wurde nachstehender Versuch eingeleitet. Vorher habe ich noch zu bemerken, daß die Knollen, die zu diesen Versuchen verwendet wurden, und resp. die sie tragende Pflanze, aus Prag, aus dem Garten der deutschen Universität kamen. Die Pflanze war als N. tuberosa var. philippinensis bezeichnet. Knollen waren reichlich vorhanden: sie zeichneten sich durch sehr unregelmäßige Gestalt, Vorhandensein grubiger Vertiefungen etc. aus, und war vielfach makroskopisch die Lage des Vegetationspunktes schwer zu bestimmen. In Fig. 3 *a—d* sind solche abgebildet. Eine größere Zahl Knollen wurde aus diesem Grunde für den erwähnten Versuch nicht verwendet. Auch hatten diese Knollen aus ihrer Oberfläche mehrfach Wurzeln getrieben, was mir an anderen Nephrolepisknollen bisher nicht aufgefallen war.

Wieweit ferner eine Angabe des Herrn Garteninspektors Urban in Prag zutreffend sein mochte, konnte ich vorläufig nicht ermessen. Wir hatten nämlich um Knollen in Prag schon im Herbst angesucht. Darauf schrieb unterm 4. November 1905 Herr Urban dem hiesigen Universitätsgärtner: „Die gewünschten Nephrolepis tuberosa-Knollen werde ich Ihnen erst im März senden, da die Pflanze die Knollen nur im Frühjahr hat, die sie dann gegen den Herbst wieder verliert." Das konnte ja zutreffen, falls die Prager Pflanze eine eigene, auch dadurch gekennzeichnete Art oder Rasse repräsentierte. Allgemein gilt dies indessen jedenfalls nicht, was die am 10. November aus Straßburg bezogene N. tuberosa (vergl. pag. 48) und meine junge, aus einer

1) Ergänzungen zur Morphologie und Anatomie der Ausläufer von Nephrolepis. Diese Zeitung, Bd. XCVI, 2. H.

2) Contributions à l'histoire naturelle de la racine des fougères. (Lyon 1889, pag. 156).

aus Messina bezogenen Knolle gezogene Pflanze (vergl. pag. 46) erweist. (Vergl. im Gegenstande noch die später folgende Bemerkung).

An sechs Knollen wurde mit dem Rasiermesser ein kleines Stückchen abgetragen, mit dem sicher oder mehr minder sicher auch der Vegetationspunkt entfernt war. An sechs Knollen hingegen wurde eine solche Amputation nicht vorgenommen. Beiderlei Knollen wurden am 21. März 1906 auf Sphagnum im Warmhause ausgelegt. Die intakten Knollen trieben schon in kürzester Frist alle aus (bei dreien war dies schon am 4. April bemerkbar, am 9. April auch bei dem Rest), während bei den dekapitierten zu der Zeit noch nichts von einem Triebe zu sehen war. Das schien zunächst in der Tat dafür zu sprechen, daß die Nephrolepisknollen nur dann eine Pflanze zu bilden vermögen, wenn ihr scheitelständiger Vegetationspunkt intakt erhalten ist. Allein am 21. April waren auch an den Knollen mit abgetragenem Scheitelpol, an vieren, Regenerationstriebe erkenntlich, und eine Knolle zeigte deren sogar zwei. Einen rechts und einen links, etwa 6 mm vom abgetragenen Pol entfernt. Diese Knolle wurde am 30. Mai photographiert und ist sie in Fig. 4 wiedergegeben. Die eine gebildete Knospe hat schon einen Wedel entwickelt, die zweite rechts (mit Pfeil bezeichnet) steht in der Entfaltung noch zurück. Später hat noch eine fünfte der sechs dekapitierten Knollen einen Regenerationstrieb gebildet, die sechste blieb dauernd ohne solchen. Diese Schlußrevision der Kultur erfolgte am 3. September 1906. Von den regenerierenden Knollen war bishin eine samt ihrem Regenerat abgestorben, drei hatten sehr kräftige Pflanzen entwickelt, und eine von diesen war besonders hervortretend; sie besaß schon viele Ausläufer, an denen 10 angelegte Tochterpflanzen gezählt werden konnten. Die Wedel der Pflanze waren noch steril, Knollen zeigten sich an den Ausläufern noch keine.

An den Knollen der aus Prag bezogenen Nephrolepis tuberosa var. philippinensis findet also das Austreiben von Pflanzen auch aus Knollen mit dekapitiertem Scheitelpol statt. Nur war die Regeneration an den nicht dekapitierten Knollen schon nach 14—20 Tagen erkennbar, während sie an den dekapitierten verzögert, erst nach 30 Tagen eintrat.

Verallgemeinern, als gültig für die Knollen aller Nephrolepisarten, möchte ich das erhaltene Resultat nicht. Die Prager Pflanze scheint eine besondere Art oder Rasse zu sein, wofür ja auch die Bezeichnung als var. philippinensis spricht, obschon ich nicht bestimmen kann, auf wen diese Namengebung zurückzuführen ist. Davon indes noch später.

Aber für die Verschiedenheit dieser Pflanze von der javanischen N. tuberosa, ferner von der aus Messina erhaltenen N. cordifolia Baker var. tuberosa Baker spricht einiges.

Ich erwähnte schon die unregelmäßige Gestalt der Knollen, die überdies durch grubige Vertiefungen ausgezeichnet sind. Fig. 3 *a—d* führt einige dieser Knollen nach photographischer Aufnahme (etwas verkleinert, im Verhältnis 8 : 10) vor. Jene in 3 *a* ist eine dekapitierte, vor erfolgter Regeneration. Man bemerkt gegenüber ihrer Insertion am Stolo-Stücke (*st*) die durch die Dekapitation hervorgerufene Abflachung. Aus der Oberfläche der Knolle sind mehrere Würzelchen hervorgewachsen. Die durch die Figuren 3 *b*, *c*, *d* dargestellten sind alles schon regenerierende Knollen (ausgelegt am 21. März 1906, photographiert am 21. April 1906), und eine Betrachtung der Bilder mit der Lupe wird das Regenerat besser hervortreten lassen. Diese Knollen gehörten einer Seitenversuchsreihe an, und wurden bei dem erwähnten Parallelversuch (einerseits dekapitierter Scheitelpol, andererseits belassener) nicht verwendet, weil die Lage des Scheitelpols unsicher war.

Dann habe ich am 3. Sept. 1906 die aus Prag am 21. März 1906 erhaltene Stammpflanze, von der die Knollen[1]) zu dieser Versuchsreihe abgeerntet worden waren, und die seither gesondert in einem großen Topfe kultiviert wurde und prächtig gedieh, einer Revision unterzogen und gefunden, erstens, daß die Wedel reichlich fruktifizieren, zweitens — und dies möchte ich hier mehr hervorheben —, daß nun im Herbst keine Knollen oder erkennbare Anlagen solcher an den unterirdischen Teilen vorhanden waren. Es scheint dies die pag. 50 erwähnte Bemerkung des Herrn Garteninspektors Urban in Prag zu bestätigen und dafür zu sprechen, daß bei dieser Nephrolepis die Knollenbildung auf einen gewissen Zeitpunkt fixiert sei. Daß bei anderen Arten oder Formen auch im Herbst Knollen vorhanden sind, ist schon aus den früher gemachten Angaben (pag. 50) ersichtlich. Auf die Frage nach den Nephrolepisarten, die Knollen bilden, wird übrigens später noch gesondert zurückzukommen sein. Erwähnen will ich aber noch, daß in der angeführten Seitenserie, die mit den Knollen dieser N. tuberosa var. philippinensis angestellt wurde, eine „nicht dekapitierte“ Knolle an

1) Das Vorkommen von Knollen an der Pflanze, auch im Herbste, ist damit allerdings nicht widerlegt; denn unserer Pflanze wurden im Frühjahre zu Versuchszwecken eben alle Knollen genommen. Daß, wenn solches nicht geschehen wäre, an der Pflanze Knollen auch im Herbste zu finden gewesen wären, erscheint mir doch wahrscheinlich.

zwei voneinander etwa 4 mm entfernten Punkten, die offenbar zwei vorhanden gewesenen Vegetationspunkten entsprachen, auszutreiben begann.

Die Frage, ob bei der Dekapitation des Scheitelpols infolge der Dekapitation neue Vegetationspunkte entstehen, oder ob nur schon vorhandene ihre Tätigkeit aufnehmen, ist nicht entschieden. Wahrscheinlich scheint mir aber das letztere zu sein, und gewiß ist, daß die Regeneration nie aus der Schnittfläche erfolgte, sondern aus intakten Stellen der übrigen Knollenoberfläche.

Daß keine Neubildung von Vegetationspunkten an den Knollen vorliegt, wird nahezu zur Gewißheit, wenn wir das beachten, was Lachmann und neuerlich Sperlich[1]) über die Verzweigung der Stolonen mitgeteilt haben. Alle Verzweigungen sind demnach Anlagen, die im Hauptvegetationspunkt ihren Ausgang nehmen; ausnahmsweise nur entwickeln sie sich rasch weiter, zum großen Teil verharren sie als schlafende Augen, die zu geeigneter Zeit und durch besondere Verhältnisse angeregt, zu neuer Tätigkeit erwachen. Bei der nahen Beziehung, welche zwischen Stolonen und Knollen herrscht, ist nun für die letzteren ein abweichendes Verhalten kaum zu erwarten. Die Knollen sind ja ein metamorphosiertes Stück eines Stolo und können, wie wir sehen werden, auch wieder als Stolo weiterwachsen, zur Stolonennatur gewissermaßen zurückkehren.

Ob nun schlafende Augen auch an den Knollen anderer Arten auftreten oder nicht, könnte nur der Versuch sicher entscheiden. Das Ziel dieser Versuchsserie, eine Aufklärung dafür zu gewinnen, warum die vier ausgelegten Knollen der aus Java mitgebrachten N. tuberosa und einzelne der aus anderen Versuchsreihen erwähnten zu keiner Regeneration geschritten waren, wurde durch diese Versuche nicht erreicht. Es könnten bei dieser Nephrolepisrasse oder -Art schlafende Augen an den Knollen fehlen, und es könnte das Nichteintreten einer Regeneration in einer Läsion des Scheitelvegetationspunktes begründet sein. Besondere Sorgfalt wurde den Knollen bei der Verpackung und beim Transport — von Tjibodas nach Buitenzorg und von dort nach Europa — ja nicht zuteil — eine Schädigung der Scheitelvegetationspunkte könnte leicht vorgekommen sein. Entscheidend wären also erst Versuche mit sicher intakten Knollen der javanischen Nephrolepis.

Andererseits erscheint es aber auch denkbar, daß bei den Knollen der javanischen N. tuberosa die Funktion, als Wasserspeicher zu dienen[2]),

1) pag. 462.

2) Über Versuche, die dieses Leistungsvermögen der Knollen dartun, vergl. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen I, pag. 203.

so sehr vorherrscht, daß die Fähigkeit, sich auch als Reproduktionsorgan zu betätigen, wenigstens weitgehend in den Hintergrund getreten ist und seltener zur Auslösung gelangt [1]).

Vielleicht steht damit im Zusammenhange die nach dem Abfallen der Spreuschuppen hervortretende bleiche, transparente Färbung dieser Knollen und ihre geringe Neigung, unter dem Einflusse des Lichtes zu ergrünen (vergl. pag. 46).

Die gleichen Eigenschaften zeichneten Knollen aus, die ich als N. tuberosa aus dem Grazer botanischen Garten erhielt. Im Herbst 1905 kam mir nur eine zu, im Frühjahr 1906 erhielt ich über neuerliches Ansuchen deren zwei. Auch diese Knollen haben bisher keine Pflanzen ergeben und scheint also auch hierin ein mit den Knollen der javanischen gleiches Verhalten vorzuliegen [2]). Wünschenswert wäre es allerdings gewesen, diese Beobachtungen an einem größeren Knollenmaterial ausgeführt zu sehen.

Auch aus dem Straßburger botanischen Garten erhielten wir am 19. April 1906 unter der Bezeichnung N. tuberosa Presl, drei Knollen, welche ihrer Beschaffenheit nach mit den im Herbste 1905 erhaltenen, zu den pag. 48 besprochenen Versuchen verwendeten, nicht übereinstimmten, hingegen durch das bleiche, transparente Aussehen an die aus Graz erhaltenen Knollen erinnerten. Es ist immerhin einigermaßen bezeichnend, daß von diesen drei unter bestimmter Fragestellung zu einem Versuche herangezogenen Knollen ebenfalls keine zur Bildung einer Pflanze schritt. Es ist also einigermaßen wahrscheinlich, daß eine Nephrolepisart oder -Rasse existiert, bei der die Knollen weniger als Vermehrungsorgane zu funktionieren scheinen und hauptsächlich der Wasserspeicherung dienen. Dazu scheint die javanische Nephrolepis tuberosa zu gehören. Für die Knollen dieser hat Goebel den Wassergehalt zu 96,3 % des Gewichtes bestimmt und er sieht in ihnen der Hauptsache nach Reservestoffbehälter für Wasser und hebt ihren geringen Gehalt an plastischem Material hervor. Bei anderen Arten und Rassen sind aber die Knollen entschieden viel reicher an als Baustoff verwendbarer Reservesubstanz. Ich selbst untersuchte eine der im Frühjahre 1905 aus Bozen erhal-

---

1) Ebendort erwähnt Goebel: „Nur in zwei Fällen von zahlreichen untersuchten sah ich die Knolle in einen Ausläufer sich fortsetzen“.

2) Eine der am 17. April 1906 erhaltenen Knollen war allerdings am 21. Juli schon abgestorben. Hingegen hat die zweite Knolle, sowie die im Herbste 1905 erhaltene bisher (2. Okt. 1906) nicht ausgetrieben. Eine Knolle dieser Grazer Nephrolepis ist in Fig. 2 *b* abgebildet.

tenen Knollen der Nephrolepis hirsutula. In dem großzelligen Parenchym war Stärke in nicht zu geringer Menge vorhanden, wenn schon die Stärkekörner nicht besonders groß waren und keineswegs die Zellen füllten. Fehlingsche Lösung gab starke Niederschläge, welche auf einen reichen Zuckergehalt wiesen. Ähnliches berichtet a. a. O. Sperlich. Er schreibt: „Was die Reservestoffe anbelangt, so kann hervorgehoben werden, daß die Zellen der jungen Knolle (Längsdurchmesser derselben bis zu 7 mm) mit Stärkekörnern dicht gefüllt sind. Die ausgewachsenen Knollen enthalten zwar, wie schon Lachmann (pag. 156) bemerkt hat, nur kleine Stärkekörner in spärlicher Anzahl, doch ist der Zuckergehalt dieser Knollen jedenfalls ein bedeutender. Ich konnte sowohl im Schnitte auf dem Objektträger als auch im wässerigen Auszuge gepreßter Knollen reichlich kupferreduzierende Substanzen feststellen. Es ist wohl anzunehmen, daß die Knollen je nach den Verhältnissen des Standorts und den übrigen Lebensbedingungen der Pflanze bald mehr als Wasserspeicher, bald mehr der vegetativen Vermehrung dienen werden. Daß der Gehalt an Zucker für die Anziehung und das Festhalten von Wasser in vorliegendem Falle von großer Bedeutung ist, darf als in hohem Maße wahrscheinlich angenommen werden. Vergl. in dieser Beziehung: A. Wagner, Über einen Fall besonderer Lebensenergie bei Fourcroya gigantea Vent. Ber. des naturw.-mediz. Vereines in Innsbruck 1902/03, pag. 6 und 17 des S. A.“

Gegenüber der Sperlichschen Auffassung, der die Inhaltsverhältnisse der Knollen je von den Standortsverhältnissen abhängig und nach ihnen wechselnd vermutet, möchte ich eher dazu neigen, diese Verschiedenheiten als von den Arten oder Rassen abhängig anzunehmen. Eine vergleichende Prüfung des Wassergehaltes und der Zellinhaltsstoffe einerseits der javanischen Nephrolepis tuberosa, andererseits jener einer sehr willig und regelmäßig zur Regeneration schreitenden Art oder Rasse wäre recht lehrreich und interessant; sie mußte aber mangels des geeigneten Materials vorläufig unterbleiben.

Auslösung der Regeneration durch die Abtrennung der Knollen aus dem Zusammenhang mit der Mutterpflanze. Beziehungen zwischen Regeneration und Licht.

Die bisher besprochenen Regenerationsversuche waren alle mit von der Mutterpflanze abgetrennten Knollen vorgenommen worden und stets waren die Knollen dem Lichte ausgesetzt gewesen. Es ist kein Zweifel, daß die Ablösung der Knollen von der Mutterpflanze ein zur Regeneration führender, auslösender Faktor ist. Die mit einer größeren

Knollenzahl, an 30 Stück etwa, vorgenommenen Versuche der letzten Versuchsreihe, zu der die Prager Pflanze N. tuberosa var. philippinensis verwendet worden war, ergaben sozusagen ausnahmslos Regeneration, und zwar in einem Zeitraum von 2—3 (an dekapitierten Knollen bis 4) Wochen, während diese Knollen im Laufe eines gleichen Zeitraumes sicherlich nicht alle Pflanzen gebildet hätten, wenn sie im Zusammenhange mit der Mutterpflanze geblieben wären. Daß die Ablösung von Teilen erst die Regeneration vielfach auslöst, ist ja eine so verbreitete Erscheinung, daß weiter nicht darauf eingegangen zu werden braucht. Daß aber die Knollen auch im Zusammenhange mit der Mutterpflanze unter bestimmten Umständen, deren nähere Bestimmung allerdings schwer zu ergründen sein dürfte, zum Austrieb schreiten, konnte vom Anfang an nicht zweifelhaft sein[1]). Liegt ja doch schon die in der Fußnote pag. 54 mitgeteilte Beobachtung Goebels vor, der selbst an den zur Regeneration so wenig disponierten Knollen der javanischen N. tuberosa „in zwei Fällen von zahlreichen untersuchten" die Knolle in einen Ausläufer sich fortsetzen sah.

An den dem Lichte exponierten Knollen erfolgt aber in der Regel unmittelbar die Regeneration einer beblätterten Pflanze. Der Schluß, daß darin eine Lichtwirkung zu suchen sei, ist naheliegend; immerhin empfahl sich die Vornahme ad hoc ausgeführter Versuche.

Zunächst wünschte ich auch selbst zu sehen, wie sich an einer Pflanze belassene Knollen verhalten, was sie regenerieren. Zu dem Zwecke benützte ich eine aus Palermo mit der Bezeichnung „Nephrolepis tuberculata Hort. Gall"[2]) am 9. Mai 1906 erhaltene Pflanze, die außer einer ausgesogenen, verschrumpften Knolle zwei große, frische Knollen nebeneinander trug, von denen eine einen kurzen, höchstens 1 mm langen Austrieb am Scheitel zeigte. Die Knollenzahl war zu anderen Versuchen zu gering, so wurde die Pflanze eingetopft — mit der Absicht, zu erfahren, was die an der Mutterpflanze belassenen Knollen produzieren. Am 12. Juli wurde die Pflanze untersucht, eine der Knollen hatte ausgetrieben. Ihren Austrieb gibt Fig. 2, Tafel II nach photographischer Aufnahme wieder. Da die makroskopische Analyse

---

1) Möglicherweise wäre ein rasches Austreiben der Knollen zu erzielen, wenn der Mutterpflanze die ausgebildeten Blätter genommen würden, und noch wahrscheinlicher, wenn die Vegetationspunkte der vorhandenen, Blätter erzeugenden Sprosse zerstört würden. Solche Versuche wurden aber nicht durchgeführt.

2) Im „Index Filicum" von Christensen findet sich eine Nephrolepis tuberculata nicht erwähnt; offenbar ist es nur eine in den Gärten eingedrungene Bezeichnung für N. tuberosa.

für sich unsicher war, wurde auch eine mikroskopische Untersuchung vorgenommen, auf Grund deren Ergebnisses nun das Bild folgendermaßen erläutert werden kann. Die Knolle bildet zunächst den etwa 1,3 cm langen Stolo *St*, der sich darauf in die Äste *St* und St_1 gabelt; der mit *St* bezeichnete ist etwas kräftiger und repräsentiert offenbar die Fortsetzung der primären Achse, während St_1 der nur etwas an Stärke zurücktretende Seitenast derselben ist[1]). Sowohl die unverzweigte primäre Achse, sowie ihre Fortsetzung und der Seitenzweig St_1 sind durch die aus ihnen hervortretenden Würzelchen als Stolonen gekennzeichnet. Sowohl *St* als St_1 gabeln sich über kurzes aber wieder; *St* in die beiden Zweige *a* und *b*, St_1 in die Zweige *c* und *d*. (Der Gabelzweig *d* liegt über *c* und tritt in der Figur etwas weniger deutlich hervor). In beiden Fällen ist der Gabelungsort durch den Austritt einer Wurzel (*w* und w_1) gekennzeichnet. Der eine der beiden Gabelzweige trägt nun in beiden Fällen wieder Würzelchen und wird dadurch als Stolo erkennbar. Dies ist der Fall beim Zweige *a*, wo das über der Gabelungsstelle aus ihm hervorgetretene Würzelchen auch im Bilde gut erkennbar ist, und beim Zweige *c*. wo die nach oben abgegangene Wurzel w_2 im Bilde nur projiziert erscheint. Die anderen beiden Zweige (*b* und *d*) lassen keine Wurzeln erkennen und es ist makroskopisch nicht entscheidbar, ob sie Seitenstolonen oder noch junge Wedel sind. Die histologischen und morphologischen Verhältnisse weisen aber nach, daß es sich in dem Zweige *b* um einen jungen Wedel handelt, und daß auch *d* gleicher Natur ist. Wir sehen also, daß die an der Mutterpflanze belassene, unterirdische Knolle in einen Stolo austreibt, der sich eventuell verzweigt und welche Zweige dann beide, obschon die Oberfläche noch nicht erreicht ist, zur Bildung eines Blattes schreiten, während die Stolonen zunächst ihren Charakter bewahren. Wahrscheinlich hätten *St* und St_1, wenn unsere Knolle ungestört weiter gearbeitet hätte, nach einiger Zeit je ein zweites Blatt entwickelt.

Also auch auf gewöhnlicher Stolonenachse, mit dem einfachen axilen Leitstrang, können Blätter entstehen, und nicht nur an den Rhizomen, die einen ganzen Bündelring am Querschnitt führen. Diese Tatsache hätte, wenn bekannt, die seinerzeit geführte Streitfrage, ob die Stolonen Wurzeln oder Sprosse sind, im letzteren Sinne wohl rasch entschieden. Solche Stolonen scheinen also

---

1) Über die scheinbar gabelige Teilung, die dann entsteht, wenn der am Vegetationspunkt angelegte Seitenzweig rasch sich entwickelt, vergl. die Angaben in der Abhandlung Sperlichs, pag. 462.

zunächst Blätter in sehr weiten Abständen, gewissermaßen in gestreckten Internodien zu bilden (vergl. einen weiter unten gebrachten, diesbezüglichen Beleg) und werden den Übergang in das Rhizom mit gestauchter Blattstellung und ausgezeichnet durch den Besitz eines Bündelrohres erst vollziehen, wenn die Vegetationspunkte die Oberfläche und das Licht erreichen.

Jedenfalls ist an der an der Mutterpflanze belassenen Knolle, solange dieselbe unterirdisch liegt, ihr Trieb regelmäßig ein Stolo. Dies lehrt der oben beschriebene Fall, aber auch schon die Beobachtung Goebels, die in der Fußnote pag. 54 angeführt ist. Nur ist aus dieser Angabe Goebels nicht zu ersehen, welche Länge die Fortsetzung der Knolle als Ausläufer erreicht hat. Ferner habe ich den Austrieb eines Ausläufers noch an drei anderen an der Mutterpflanze befindlichen Knollen beobachtet. Der eine Stock von Nephrolepis cordifolia Bak. var. tuberosa, den ich aus den von Messina bezogenen Knollen gezogen hatte (vergl. pag. 46) und die zu den ersten Regenerationsversuchen gedient hatten, wurde am 5. Sept. 1906 neuerlich untersucht. Er besaß zurzeit zwei große und eine verzwergte kleine Knolle und alle drei hatten einen stolonenartigen Fortsatz getrieben, von 0,7 bis 1,3 cm Länge. Fig. 3, Tafel II zeigt eine der großen Knollen mit dem ausläuferartigen Fortsatz, Fig. 4 die verzwergte Knolle mit dem Stolofortsatz *St*[1]).

Was den Austrieb der in Zusammenhang mit der Mutterpflanze befindlichen Knollen auslöst, ist schwer zu bestimmen. Es könnte dies durch die Überfülle gespeicherter Reservestoffe geschehen, es können aber auch andere günstige Verhältnisse, Eintritt etwa größerer Bodenfeuchtigkeit usw. die Anregung hierzu geben. Wahrscheinlich können verschiedene Anlässe dazu führen. Auch Störungen in den Leitungsbahnen, die, wenn auch der Zusammenhang mit der Mutterpflanze noch äußerlich gewahrt ist, doch gewissermaßen physiologisch schon wie eine Abtrennung wirken können, dürften oft Anlaß zum Treiben sein. Offenbar sehr häufig erfolgt der Austrieb der Knollen erst dann, wenn eine Ablösung von der Mutterpflanze erfolgt ist.

1) Diese Figuren zeigen zugleich, wie groß in Gestalt und Form bei einer und derselben Pflanze die Abweichungen der Knollen zu sein vermögen, wenn schon im allgemeinen die Arten oder Rassen ein bestimmter Formtypus der Knollen mehr minder zu charakterisieren scheint. Bei der wiederholten Untersuchung, der die betreffende Pflanze unterzogen war, ist es auch denkbar, daß eine Störung in der Entwicklung die Ursache zur Verzwergung der kleinen, scheibenförmig am Vorderende abgeplatteten Knolle abgab.

An der Pflanze, welche die an der Mutterpflanze belassene Knolle, die in Fig. 2, Tafel II vorliegt, austreiben ließ, waren, wie früher erwähnt, ursprünglich zwei Knollen vorhanden, von denen die zweite auch bei einer späteren Revision (3. September 1906) noch keinen Trieb gebildet hatte. Diese Knolle löste sich aber bei leichtem Abspülen der Erde von den Rhizomen, Ausläufern und Wurzeln im Wasser ab, welcher Prozeß sich wahrscheinlich in Kürze auch im Boden vollzogen haben würde. Diese am 3. September 1906 auf einem Topfe ausgelegte Knolle ließ in der Tat schon Ende desselben Monates einen auswachsenden Trieb erkennen.

Vergleichende Kultur isolierter Knollen, einerseits versenkt im Boden und dem Lichte entzogen, andererseits diesem ausgesetzt, oberirdisch.

Von einer der 1905 aus einer Bulbe (bezogen aus Messina, als N. cordifolia Bak. var. tuberosa, vergl. pag. 46) erzogenen Pflanzen erntete ich am 4. April 1906 sechs Knollen, vier schöne große und zwei kleinere. Drei Knollen zeigten am Scheitel bereits vor der Abtrennung von der Mutterpflanze einen millimeterlangen Austrieb. Da die kleineren Knollen kein Resultat ergaben, so werden im folgenden nur die vier großen berücksichtigt. Dieselben wurden zu einer Parallelkultur verwendet, in deren einer

A: zwei Knollen in der Erde versenkt horizontal ausgelegt wurden, während in der anderen

B: zwei Knollen oberirdisch ausgelegt wurden.

Bei der Kultur A wurde zuerst am 16. Mai nachgegraben, um zu sehen, was die Knollen erzeugt haben. Beide hatten einen stolonenartigen Trieb gebildet, der bei einer $1\,^1/_2$ cm Länge hatte und den Gipfel nach aufwärts gebogen zeigte, während er bei der zweiten gut 2 cm lang und ganz schlank war. Die Knollen wurden in möglichst gleicher Lage dann wieder in die Erde versenkt. Am 20. Juni hat eine der Knollen ihr Regenerat zur Oberfläche vorgetrieben und setzte mit der Aufrollung eines Wedels ein, der am 12. Juli entfaltet vorlag. An diesem Tage wird die Knolle samt entstandener Pflanze vorsichtig ausgehoben und konserviert. Sie liegt in Fig. 5, Tafel II in photographischer Reproduktion vor. Wir sehen einen stolonenartigen Austrieb (*St*) mit reicher Bewurzelung, der bei St_1 einen kurz gebliebenen Seitenausläufer trägt; nachdem er etwa 3 cm Länge erreichte und noch unterirdisch verlief, bildete er einen Wedel und wuchs dann wieder, etwa 2,4 cm, als Stolo weiter. Sein Scheitel erreichte nun nahezu die Oberfläche und zeigt eine Gabelung in die beiden Zweige

a und *b*; *a* trägt noch ein Würzelchen und ist offenbar die Fortsetzung des Stolo, während *b* ein zweiter, junger Wedel ist. An die Oberfläche gelangt, wäre der Vegetationspunkt wohl zur Bildung gestauchter Internodien, d. h. eines Rhizoms übergegangen.

Auch der Austrieb der zweiten Knolle, der oberirdisch noch nicht zum Vorschein gekommen war, wurde am 12. Juli konserviert. Fig. 6, Taf. II zeigt, daß es sich vermutlich um gleiche Vorgänge hierbei gehandelt hätte. Der reich bewurzelte Stolo *St* bildete gleich an der Basis einen kurz gebliebenen Seitenstolo St_1, und weiter gegen die Spitze einen gleichen St_2. Am Scheitel ist deutlich eine Gabelung erkennbar, die jedenfalls der ersten Wedelanlage entspricht.

Wir sehen also, daß die unterirdisch ausgelegten, isolierten Knollen stets einen Stolo regenerieren, der mehr oder weniger Seitenausläufer treibt, und, wie Fig. 5 deutlich zeigt, noch unterirdisch wachsend zur Wedelbildung schreiten kann, obwohl vorläufig die Achse den Stolonencharakter beibehält. Die unterirdisch ausgelegten, isolierten Knollen zeigen demnach wesentlich dasselbe Verhalten wie die an der Pflanze belassenen.

Gehen wir nun an die Betrachtung der Ergebnisse der Parallelkultur B, bei der die Knollen oberflächlich, dem Lichte ausgesetzt, ausgelegt waren. Ich notierte am 16. Mai: „Die beiden Knollen haben schon lange einen Antrieb, aber noch keinen Wedel. Der Trieb ist gestaucht, nicht 1 cm lang. Es ist offenbar eine Ausläuferanlage, die sich unter Einfluß des Lichtes zum Laubtrieb langsam umgestaltet.“ Dabei ist daran zu erinnern, daß, wie pag. 59 erwähnt wurde, drei der in dieser Kultur verwendeten Knollen, schon als sie der Mutterpflanze entnommen wurden, einen 1 mm langen stoloartigen Austrieb besaßen. Am 30. Mai waren bei den Regeneraten beider Knollen die ersten Wedel in Entfaltung begriffen, in einem Falle die untersten Fiedern erkennbar. Eine der Knollen ist in Fig. 5 *a*, Taf. I nach photographischer Aufnahme am gleichen Tage dargestellt. Man sieht den Wedel aufwärts gerichtet. Die beiden Pflanzen wurden weiter kultiviert. Am 12. Juni hatten beide einen Wedel von ca. 12 cm Länge schon völlig entfaltet. Am 12. Juli wurde die eine Pflanze konserviert und gibt ihre Abbildung Fig. 7, Taf. II. Wir sehen den kurzen (etwa 0,5 cm) stoloartigen Antrieb *St*, von dem ein weiterausgreifender, dünner Seitenstolo (St_1) und viele Wurzeln entspringen. Auch St_1 trägt Wurzeln, aber auch schon Seitenausläufer dritter Ordnung (St_2). Dann geht der Stolo in die Ausbildung des Rhizoms mit

gestauchten Internodien über, neben dem entfalteten Wedel steht unmittelbar der zweite in Entfaltung begriffene. Die zweite Pflanze verhielt sich zurzeit wesentlich gleich.

Wir können sagen: Die losgelösten, mit dem Scheitelpol dem Lichte ausgesetzten Knollen schreiten alsbald zur Bildung eines Rhizoms mit gestauchten Internodien. Ist bei ihrer Auslegung ein stoloartiger Antrieb bereits vorhanden, so entwickelt sich derselbe wenig, wird selbst gestaucht und nur einige Millimeter lang; fehlt zur Zeit der Auslegung ein solcher Austrieb, so geht der Vegetationspunkt sozusagen sofort in die Bildung eines beblätterten Rhizoms über. (An den Knollen der N. tuberosa var. philippinensis mehrfach beobachtet).

Künstliche Überführung eines Rhizoms in einen Ausläufer.

Die zweite der in der eben besprochenen Kultur am Lichte aus der regenerierenden Knolle erwachsenen Pflanzen wurde am 12. Juli 1906 (von gleicher Entwicklungsweite wie jene in Fig. 7, Taf. II) etwa 5 bis 6 cm hoch mit Erde überdeckt, so daß nur der entfaltete Wedel über dieselbe hervorsah, der zweite in Entfaltung begriffene aber wie der Vegetationspunkt unter die Erde zu liegen kamen. Die beabsichtigte Fragestellung wird aus der Kapitelüberschrift ohne weiteres erhellen. Ich wende mich gleich an die Besprechung des Resultates, das die am 3. September 1906 aus der Erde vorsichtig hervorgeholte Pflanze darbot und die in der Textfigur vorliegt. Auf das kurze, etwa 4 mm lange stolonenartige Stück *St* des ersten Austriebes, dem schon die dünnen, weit ausgreifenden Seitenausläufer St_1, St_2 und St_3 entsprossen, folgte sofort die Anlage des Rhizoms, indem unter Stauchung der Internodien die Wedel W_1 (der entfaltete), W_2 (war zur Zeit der Bedeckung mit Erde in Entfaltung begriffen, hat sich unter der Erde weiter ausgebildet, aber die Oberfläche nicht zu erreichen vermocht)[1]) und W_3 zur Anlage kamen. W_3 war zur Zeit der Bedeckung offenbar nur als ganz junge Anlage vorhanden. Die Verschüttung des Vegetationspunktes hatte nun zur Folge, daß derselbe wieder zur ausläuferartigen Weiterbildung der Achse zurückkehrte. Über dem Wedel W_3 haben wir ein etwa 2 cm langes Internodium der Hauptachse mit zwei kräftigen, aber noch kurzen Seitenstolonen (St_4 und St_5), worauf der Wedel W_4 entspringt. Der Abgangsort desselben fällt genau zusammen mit jenem

1) Dieser Wedel ist abgebrochen, in der Abbildung nur das unterste Fiedernpaar sichtbar.

W3
G
W4
W1 a
St
W3
W2
St5
St4
St3
St
St1
St2

einer mit Pfeil bezeichneten Wurzel. Die Hauptachse bildet dann wieder ein gestrecktes Internodium von etwa 1,5 cm Länge, worauf eine neuerliche Gabelung in die Zweige *a* und *b* erfolgt, von denen *a* der Fortsetzung der Hauptachse, des Stolo, entspricht und *b* den fünften Wedel repräsentiert. Die unter der Erde angelegten Wedel zeichnen sich durch die außerordentliche Verlängerung des Stielteiles aus, was besonders hervortritt, wenn man die Stiellänge des am Lichte entstandenen Wedels W_1 mit jener von W_4 vergleicht. Bei W_1 ist allerdings zu beachten, daß ein beträchtlicher Teil der Fiedern, der auch der Bedeckung mit Erde anheimgefallen war, abgefallen und verwest ist, doch sind die Reste gerade der untersten Fiedern noch erhalten und im Bilde sichtbar. (Oberhalb der Kreuzung des Wedelstieles mit der mit Pfeil bezeichneten Wurzel). Vergl. übrigens auch den ausgebildeten Wedel der am Lichte gezogenen Pflanze in Fig. 7, Taf. II. Dieses Etiolement hat ja den klaren Zweck, womöglich doch die Spreite an das Licht zu schieben. Wäre das Experiment weiter fortgesetzt worden, so ist wohl sicher, daß der Vegetationspunkt der Hauptachse, der in Kürze wieder die Oberfläche und das Licht erreicht hätte, damit auch zur Bildung gestauchter Internodien und eines typischen Farnrhizoms zurückgekehrt wäre.

Im ganzen ergibt sich also eine weitgehende Plastizität der Pflanze[1]). Es läßt sich in der Tat ein Rhizom von Nephrolepis durch einfache Verschüttung mit Erde wieder in einen Stolo, der in großen Abständen Blätter bildet und nur ein axiles Gefäßbündel hat, wie es den typischen Stolonen eigentümlich ist, umwandeln. Im übrigen entspricht ein solcher Stolo vollends demjenigen, der bei primärer unterirdischer Auslage der Knollen entsteht, und mit der Blattbildung schon beginnt, ehe er die Oberfläche erreicht hat. (Vergl. Fig. 5, Tafel II und das hierzu pag. 59 im Texte Gesagte)[2]). Noch größer erscheint die erwähnte Plastizität,

---

1) Dafür sprechen auch die Ergebnisse Sperlichs, der gezeigt hat, daß durch einen einfachen Eingriff Bodenstolonen, die funktionell hauptsächlich Wurzelträger sind, in Luftstolonen umgewandelt werden können. Vergl. a. a. O. S. 456.

2) Denkbar scheint es mir auch, daß die Blattbildung am auswachsenden Stolo ganz oder doch sehr lange unterdrückt werden könnte. Dies wäre vielleicht dann erzielbar, wenn das Auslegen der Knollen tief in die Erde erfolgen würde; das Eintreten der Blattbildung wird möglicherweise durch den stärkeren Sauerstoffgehalt der höheren Bodenschichten ausgelöst und führt dazu, daß nun zunächst die ersten Blätter in gestreckten Internodien einander folgen, während die Achse ihrem Baue nach den stolonenartigen Charakter bewahrt, solange sie nicht an das Licht vorgedrungen ist.

wenn man bedenkt, daß dieselbe Achse als Stolo beginnt, dann sich zum Speicherorgan der Knolle umwandelt — und nun als Stolo oder Rhizom sich weiterzubilden vermag und beliebig ersterer in ein Rhizom, letzteres wieder in einen Stolo verwandelt werden kann, daß dieselbe Achse also dreierlei Gestalten annehmen kann, von denen zwei wenigstens experimentell beliebig vertauschbar sind.

Das was hier durch experimentellen Eingriff gezeigt wurde, Überführung des Rhizoms in einen Stolo, und noch weitergehend, die Rückkehr des Stolo wieder zum Rhizom, hat aber an Nephrolepis schon Lachmann beobachtet. Er schreibt pag. 149 seiner angezogenen Schrift: „Dans certaines conditions difficiles à préciser, la végétation ne poursuit pas son cours normal. Le sommet d'une tige feuillée, tout en continuant de croitre, peut cesser, pendant un certain temps, de produire des feuilles. J'ai observé des tiges dont la partie inférieure stoloniforme (Pl. V, Fig. 9 *s*) était surmontée par une région plus large portant trois ou quatre tronçons des pétioles. Ceux-ci avaient appartenu à des feuilles normalement développées, comme le prouvaient la disposition et le degré de differenciation des faisceaux qui les parcouraient (Pl. V, Fig. 9 *p*). Dans cette région feuillée les faisceau caulinaires formaient un réseau à longues mailles; au-dessus, les éléments de ce réseau se réunissaient de nouveau en un seul cordon axile et la tige reprenait tous les caractères d'un stolon (S^1). Un peu plus haut celui-ci se renflait de nouveau pour former un axe épais, à entre-noeuds courts supportant une rosette de feuilles en pleine végétation".

Regeneration an oberflächlich, bei Lichtabschluß ausgelegten Knollen.

Bald nach Anstellung der im letzten Abschnitte besprochenen Versuche schritt ich zu den nachfolgend zu beschreibenden, in der Absicht zu erfahren, ob für das Regenerationsprodukt bei Lichtabschluß die Deckung mit Erde irgendwie beeinflussend sei oder nicht. Verwendet wurden dazu Knollen, die einer Pflanze entstammten, welche unter dem Namen N. Zollingeri[1]) aus dem Hamburger Garten bezogen worden war. Sie hatte drei Knollen, die zum Experiment tauglich erschienen und die am 26. April, zwei unter einem Dunkelrezipienten, eine dem Lichte frei zugänglich, oberflächlich auf Sphagnum ausgelegt wurden.

---

1) Im Index Filicum von Christensen findet sich eine N. Zollingeriana de Vries = N. biserrata Schott.

Von der Dunkelkultur notierte ich am 16. Mai das Vorhandensein eines etiolierten Austriebes an der einen Knolle; dieser hat sich dann zum etiolierten Stolo entwickelt, von dem an der Basis drei lange, sehr dünne Wurzeln, bekleidet mit gelbbraunen Trichomen, abgingen. Auf dieser Stufe wurde die Knolle mit ihrem Regenerat am 30. Mai photographiert. (Fig. 5 *b*, Tafel I). Die Weiterentwicklung zeigt nach einer am 23. Juni aufgenommenen Photographie Fig. 6, Tafel I. Die Fig. 5 *b* entsprechende Pflanze ist links, während rechts das Regenerat, ein Stolo von 3 cm Länge, der zweiten Knolle mitphotographiert ist, welches also nun etwa auf gleicher Stufe steht, wie sie Fig. 5 *b* für die erste Knolle zeigte. Das Regenerat dieser zeigt in Fig. 6 im unteren Verlauf am Stolo zwei angelegte, kurz gebliebene Seitenausläufer; gut 1 cm oberhalb schritt derselbe zur Anlage eines Wedels, der im Dunkeln eine außerordentliche Überverlängerung des Stieles erfuhr, während die Vegetationsspitze des Stolo von seiner Basis seitlich links liegt. Die Knickung oben im Wedelstiel entspricht einer heliotropischen Krümmung[1]).

Im ganzen sehen wir, daß das Regenerat wesentlich übereinstimmt mit jenem, das die unter der Erde ausgelegten Knollen geliefert haben. Zum Auswachsen des Vegetationspunktes der Knolle als Stolo ist Deckung mit Erde nicht nötig, es genügt dazu Verdunkelung der Knolle. Und die Anlage von Wedeln erfolgt an solchen Stolonen vom Lichte unabhängig, sowohl bei unter der Erde ausgelegten Knollen als bei oberflächlich im verdunkelten Raume kultivierten. Bei weiterer Kultur der in Fig. 6 dargestellten Pflanzen hätten wir also an stolonenartigen Trieben in entfernten Internodien abgehende Blätter erhalten, und es ist kein Zweifel, daß das Überführen des Vegetationspunktes an das Licht mit der Bildung gestauchter Internodien, d. h. eines typischen Rhizoms beantwortet worden wäre.

Die am Lichte ausgesetzte Knolle der Parallelkultur ist ohne Regenerat eingegangen, was indessen ohne Bedeutung ist, da das Verhalten der Knollen unter dieser Bedingung genugsam bekannt ist.

---

1) Ursprünglich hatte ich den Wedel für die Hauptachse angesehen, und hatte am 21. Juni im die Kultur deckenden, geschwärzten Topfe das oben angebrachte zentrale Loch geöffnet, in der Absicht, den vermuteten Stolo herauszulocken und dessen Vegetationspunkt dann in die Bildung gestauchter Internodien, also eines Rhizoms, eintreten zu lassen. So entstand die Krümmung in dem später richtig diagnostizierten Wedelstiel.

Einfluß der Standorts- und allgemein der Außenbedingungen auf die Knollenbildung.

Es ist kein Zweifel, daß auch die Umwandlung der Stolonen in Knollen[1]) bei denjenigen Nephrolepisarten oder -Rassen, die solche überhaupt bilden, von bestimmten Bedingungen abhängt und, wenn solche erforscht wären, experimentell erzielt werden könnte. Diese Bedingungen herauszuschälen, dürfte aber ein ziemlich schwieriges Stück Arbeit sein. Ich meinesteils wäre vor allem geneigt, günstige Ernährungsbedingungen dafür in Anspruch zu nehmen. Bei guter Beleuchtung und sonst zusagenden Außenverhältnissen würden erklärlicherweise Knollen, die zum wesentlichen jedenfalls als Speicher für einen gegebenen Überschuß an plastischem Material und weiter als vegetative Propagationsorgane dienen, naturgemäß in reicherer Zahl zur Anlage kommen, als bei gegensätzlichen Verhältnissen. Prof. Goebel äußerte in einer gelegentlichen brieflichen Mitteilung die Ansicht, daß seiner Vermutung nach auf die Knollenbildung die Feuchtigkeitsverhältnisse des Standortes besonderen Einfluß üben. Das ist vielleicht eine Folge dessen, daß Goebel zunächst die Speicherfunktion der Knollen für Wasser im Auge hat, was, wie ausgeführt wurde, für die javanische N. tuberosa, die sich bei den Regenerationsversuchen negativ verhielt, möglicherweise zutrifft.

Ich habe Versuche eingeleitet, die den Einfluß des trockeneren oder feuchteren Standortes zu zeigen bestimmt sind. Natürlich ist zu solchen Versuchen unbedingt notwendig, daß die verglichenen Pflanzen derselben Art oder Rasse angehören. Ich wählte dazu Pflanzen, die aus den Knollen derselben Mutterpflanze erzogen wurden und stellte sie in vier verschiedenen Abteilungen der Gewächshäuser auf, die einen sukzessiven Übergang von feuchter Atmosphäre zu immer trocknerer bilden. Von den noch jungen Pflanzen ist aber kaum vor Jahresfrist eine Antwort auf die gestellte Frage zu erwarten. Auch weist die Auswahl gleich starker und kräftiger Pflanzen große Schwierigkeiten auf und werden die Resultate deshalb eine recht kritische Betrachtung erfahren müssen oder ganz besonders klare oder sprechende sein müssen.

---

1) Diese Umwandlung erfahren in der Regel Seitenstolonen, die meist sehr bald in die Knollenbildung eingehen, daher die Knollen kurz gestielt erscheinen Vergl. die Figuren 1, 3 *a*, *c* und *d*, Taf. I und Fig. 1 und 3 Taf. II, sowie das von Velenovský, a. a. O. p. 232 gegebene Habitusbild. — Nur in einem Falle beobachtete ich, daß ein längerer, mehrere Zentimeter langer Ausläufer an der Spitze in eine Knolle überging.

Welche Nephrolepisarten oder -Rassen bilden Knollen? Knollenbildung und Fertilität der Wedel. Charakteristische Knollengestaltung.

Christ führt in seinem Werke „Die Farnkräuter der Erde“ [1]) nur Nephrolepis cordifolia (L.) Presl. = N. tuberosa (Bory, Willd.) Presl. als knollentragend an, und desgleichen wird von Raciborski in den „Pteridophyten von Buitenzorg“ [2]) nur für N. tuberosa Presl. = N. cordifolia Presl. (Hook. und Bak.) Knollenbildung erwähnt. In der „Synopsis Filicum“ [3]) von W. J. Hooker und J. G. Baker wird aber sogar für diese Art N. cordifolia Presl. = N. tuberosa HK. Sp. = N. pectinata Schott eigens der Vermerk beigesetzt „no tubers“, wonach keiner Nephrolepis Knollen zukämen. Anders lautet eine Angabe Lachmanns. Er schreibt Knollenbildung mehreren Arten zu (a. a. O., pag. 155) und führt pag. 150 als solche mit Namen an: „Nephrolepis tuberosa, exaltata, Pluma“ [4]).

Aus meinen Untersuchungen geht zunächst hervor, daß außer N. cordifolia Presl. = N. tuberosa Presl. sicher auch noch die N. hirsutula Presl. (apud Raciborski) Knollen trägt. Im übrigen bin ich zur Überzeugung gelangt, daß unter den Namen N. cordifolia Presl. und N. tuberosa zum mindesten mehrere Rassen, wenn nicht Arten zusammengeworfen werden, die ja allerdings morphologisch sehr nahe stehen dürften und gewiß schwer zu unterscheiden sind, die aber vielleicht durch genaueres Studium ihrer physiologischen Qualitäten sich abgrenzen werden lassen.

So zweifle ich nicht, daß unter dem Namen Nephrolepis cordifolia Presl. = N. tuberosa Presl. zwei verschiedene Rassen sich in Kultur befinden, von denen eine durch reichliche Knollenbildung ausgezeichnet ist, während diese der anderen vollständig fehlt. Es wird sich wohl auch die Bemerkung „no tubers“, welche Hooker und Baker der Diagnose der N. cordifolia beigeben, so erklären.

Schon Sperlich erwähnt in seinen Untersuchungen, daß unser Garten aus Hamburg eine „Nephrolepis tuberosa Presl.“ erhielt, die sich durch den Mangel der Knollenbildung auszeichnet und die von Dr. H. Christ, dem sie zur gütigen Prüfung übersandt worden war,

---

1) Jena 1897.

2) Leiden 1898.

3) London 1874.

4) Zu N. exaltata (Forster, Schott) zieht Christ N. hirsutula Presl. Nach Raciborski sind N. exaltata Schott und N. hirsutula verschiedene Arten. N. Pluma Moore wird von Christensen als gleich N. cordifolia var. angegeben.

auch als N. cordifolia (L.) Presl. = N. tuberosa (Bory Willd.) Presl anerkannt und als mit keiner anderen Art diagnostizierbar erklärt wurde[1]).

Und doch läßt mich die mehr als zweijährige Beobachtung und Kultur der Pflanze mit Sicherheit sagen, daß es sich bei dieser N. cordifolia mindestens um eine biologisch scharf gesonderte Rasse handle. Die Pflanze ist durch extreme Neigung zur Stolonenbildung, die über meterweit ausgreifen, ferner durch reichliche Bildung fertiler Wedel, wie ebenso durch die vollständig fehlende Knollenbildung ausgezeichnet. Sie wuchs in unserem Gewächshause sozusagen wuchernd und einen Wald von Büschen bildend; nie aber war eine Spur von Knollenbildung an ihr zu entdecken. Ihren Bestand reduzierend habe ich erst kürzlich eine große Zahl dieser Pflanzen geprüft — aber keine Knollen gefunden. Dabei ist zu bemerken, daß die Pflanze im gleichen Gewächshause und unter gleichen Bedingungen kultiviert wurde, unter denen die übrigen Nephrolepis-Arten oder -Rassen willig ihre Knollen gebildet haben. Das wird wohl dazu berechtigen vorzuschlagen: von Nephrolepis cordifolia Presl. zwei Subspezies zu unterscheiden und mit den Namen N. cordifolia Presl. a, tuberosa, und N. cordifolia, b, etuberosa zu unterscheiden. Die Klärung des Ursprungsortes dieser wird wohl Schwierigkeiten bereiten und muß der Zukunft anheimgestellt bleiben.

Ob die eine Subspezies, N. cordifolia Presl. tuberosa sich vielleicht durch Sterilität ihrer Wedel von der anderen „etuberosa" unterscheidet, wage ich nicht zu entscheiden. Allerdings haben die nun im zweiten Jahre stehenden Deszendenten der aus Messina bezogenen Knollen einer „N. cordifolia Bak. var. tuberosa Bak.", obwohl sie schon für ihre Stärke reichlich Knollen getragen haben, noch keine fertilen Wedel gebildet.

Keinesfalls schließen sich aber allgemein Knollenbildung und Produktion fertiler Wedel aus. Das zeigt N. hirsutula Presl und ebenso die unter dem Namen „N. tuberosa, var. philippinensis" aus Prag erhaltene Pflanze; beide bilden Knollen und reichlich fertile

---

1) Bei einer zweiten Revision, bei der ihm die Pflanze neuerdings vorlag, bemerkt Christ, daß sie mit einer in seinem Herbare befindlichen N. rufescens Prsl von den Philippinen (l. Loher & Copeland) übereinstimme. Der „Index Filicum" Christensens nennt aber nur eine N. rufescens Wawra = N. hirsutula. Letzterer die, wie nachgewiesen wurde, Knollen bildet, entspricht diese Pflanze aber absolut nicht. Christ stellt N. rufescens Presl. als N. acuta (Schkur) Presl. = N. biserrata Schott nahestehend hin.

Wedel[1]). In dieser letzteren Pflanze liegt, wie ich meine, wieder eine andere knollenbildende Art oder Rasse vor. Der „Index Filicum" Christensens nennt keine Pflanze dieses Namens. Hingegen finde ich in der Abhandlung Lachmanns eine N. Pluma Moore, philippinensis erwähnt. Mit dieser Pflanze dürfte die Prager identisch sein. N. Pluma Moore ist bei Christensen gleichgestellt N. cordifolia var. Abweichende Merkmale derselben von der typischen N. cordifolia scheinen damit mehr oder minder anerkannt. Ich finde in der Tat, daß diese Pflanze durch kürzere, duftigere Wedel mit schmäleren Fiedern von der anderen N. cordifolia abweicht; überdies erwähnte ich schon pag. 50 und 52 die unregelmäßige Gestalt der Knollen, deren Oberfläche vielfach grubigfaltig ist, ferner die, wie es scheint, auf bestimmte Zeitperioden eingeschränkte Knollenbildung (pag. 52)[2]).

Allerdings hat Christ, der die Wedel der Pflanze zur Ansicht erhielt, dieselben als „sehr typische N. cordifolia" bezeichnet, doch muß ich auf Grund der angeführten Merkmale die Pflanze als verschieden von dem Großteil der Pflanzen, die als N. cordifolia in den Gärten existieren, erklären. Brieflich äußert ja auch Christ die Ansicht, daß in der Systematik und Synonymik der Gattung Nephrolepis ein „Chaos" herrsche und zu dieser Ansicht führten auch mich meine Untersuchungen. Und war es Zweck dieser Zeilen, darauf aufmerksam zu machen und darauf hinzuweisen, daß die morphologisch zum Teil so gering gekennzeichneten Arten vielleicht erst durch genaue Beobachtung in der Kultur und unter Berücksichtigung ihres biologischen Verhaltens von einander geschieden werden können.

In morphologischer Beziehung scheint mir bei den knollenbildenden auch die Gestaltung der Knollen und ihr Verhalten eventuell ein Charakteristikum abzugeben. Abgesehen von verkümmerten Knollen, die sich unter Umständen bei jeder Art finden werden, scheinen doch die normal und kräftig entwickelten je nach den Arten eine mehr oder minder spezifische Ausbildung zu zeigen. Ich erwähnte die Eigentümlichkeiten, welche die Knollen von N. hirsutula Presl. und der N. Pluma Moore, philippinensis auszeichnen. Unter der N. cordifolia-N. tuberosa sind ferner sehr wahrscheinlich noch zwei Arten oder Rassen verborgen, bei deren einer die Regeneration aus den Knollen

---

1) Eine Prüfung der Qualität der Sporen und ihrer Keimfähigkeit steht allerdings aus.

2) Ob auch das Vorhandensein mehrerer Vegetationspunkte an den Knollen etwas für sie Kennzeichnendes ist, kann ich vorläufig nicht entscheiden, da Versuche mit dekapitierten Knollen bei keiner anderen Art vorgenommen wurden.

sehr willig erfolgt, und bei der die Knollen, dem Lichte ausgesetzt, merklich ergrünen, während bei der anderen (die javanische N. cordifolia) die Regeneration selten zu erfolgen scheint, Ergrünen am Lichte nicht bemerkbar wird und wahrscheinlich die Funktion der Knollen, als Wasserspeicher zu dienen, die Oberhand gewonnen hat.

Bei dem großen Verbreitungsgebiet, das N. cordifolia (L.) Presl.-N. tuberosa (Bory Willd) Presl. zugeschrieben wird, — Christ sagt: „Verbreitet als Baumepiphyt, aber auch als Erdfarn von Nord-Indien und Japan bis Australien und Neu-Seeland, im tropischen Ost- und West-Afrika und wieder im ganzen tropischen Amerika“ — wird es verständlich erscheinen, daß sich durch Anpassung an die in diesen Gebieten herrschenden, sehr wechselnden und weit verschiedenen Bedingungen abweichende Rassen oder Arten aus der Stammart gebildet haben können, die vielleicht unter weitgehender Wahrung ihrer ähnlichen und schwer zu kennzeichnenden morphologischen Ausgestaltung sich doch durch physiologisch verschiedenes Verhalten unterscheiden und unterscheiden lassen. Es wäre daher zur Klärung des Sachverhaltes recht erwünscht, das Verhalten der N. cordifolia an ihren natürlichen, soweit von einander entlegenen heimatlichen Standorten zu beobachten oder Pflanzen sicherer Provenienz und verschiedener Heimat wenigstens bei Gewächshauskultur zu beobachten und zu vergleichen.

Knollen trugen außer den bisher besprochenen Arten noch Pflanzen, die unter den Namen N. Zollingeriana de Vriese von Hamburg, und als N. pectinata Schott aus Graz erhalten worden waren. Wedel dieser Pflanzen wurden Herrn Dr. Christ vorgelegt, der sie freundlichst einer Revision unterzog. N. Zollingeriana wäre nach Christensen synonym mit N. biserrata Schott. Dr. Christ verneint die Zugehörigkeit der vorgelegten Probe zu letzterer Art, entscheidet sich aber für N. hirsutula Presl., deren Knollenbildung durch diese Mitteilung ja schon festgestellt ist. Ebenso vermochte Dr. Christ die Grazer Pflanze nicht als N. pectinata anzuerkennen, sondern nur als N. cordifolia Presl.

Zusammenfassend läßt sich das in diesem Abschnitte Gesagte folgendermaßen geben.

1. Knollenbildung kommt bei N. cordifolia Presl. = N. tuberosa Presl. und bei N. hirsutula Presl. vor.

2. Unter der Bezeichnung N. cordifolia Presl. = N. tuberosa Presl. scheinen mehrere verschiedene Rassen oder Arten zusammengeworfen zu werden, die morphologisch, insbesondere solange nur die Gestaltung der Wedel berücksichtigt wird, schwer zu unterscheiden sind, die aber durch biologisches Verhalten sich kennzeichnen.

3. Es kann eine N. cordifolia Subspezies a, tuberosa und eine nicht knollenbildende N. cordifolia Subspezies b, etuberosa unterschieden werden.

4. Durch Eigentümlichkeiten zeichnet sich ferner die als N. Pluma Moore philippinensis[1]) bezeichnete, knollenbildende Art oder Rasse aus; auch Christensen führt N. Pluma Moore als Varietät der N. cordifolia an[1]).

5. In Frage steht, ob nicht die javanische N. cordifolia ebenfalls eine eigene Rasse darstellt, deren Knollen vielleicht nur ausnahmsweise der Vermehrung, dafür aber in erster Linie der Wasserspeicherung dienen.

6. Bei der riesigen Verbreitung, die der N. cordifolia zugeschrieben wird — über alle Weltteile — und bei den zum Teil stark abweichenden Lebensbedingungen auf diesen weit voneinander getrennten Wohngebieten wäre es nicht zu verwundern, daß die Stammart sich in verschiedene Rassen oder Arten gespalten hätte.

7. Die Knollenbildung schließt die Fertilität der Wedel nicht aus. N. hirsutula und N. Pluma Moore, philippinensis bilden reichlich Sporen. Ob dies allgemein gilt (so für N. cordifolia Presl. subsp. tuberosa) ist noch nicht entschieden, so wie auch die Sporen bei den knollenbildenden auf ihre Keimfähigkeit erst zu prüfen sind.

8. Die Ausgestaltung der Knollen scheint bei den einzelnen Arten eine charakteristische zu sein und wird deshalb bei der systematischen Unterscheidung ebenfalls Verwendung finden können.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Eine solche liegt für den letzten Abschnitt bereits in den vorstehenden Sätzen vor. Die übrigen Hauptergebnisse seien nachstehend angeführt.

1. Die Knollen von N. cordifolia Presl. Subsp. a tuberosa, von N. hirsutula Presl. und N. Pluma Moore, philippinensis sind zur Regene-

---

1) Wie schon erwähnt, findet sich die Bezeichnung „philippinensis“ bei Christensen für keine Nephrolepisart angegeben. In den Samenverzeichnissen der botanischen Gärten kehrt aber die Bezeichnung öfters wieder. In einem Lyoner Katalog findet sich N. philippinensis Moore als selbständige Art angeführt, in einem Kataloge von Palermo als „N. Philippinensis Hort.“ zu N. exaltata gezogen, in einem Kataloge von Pavia als N. Philippinensis Hort. zu cordifolia Presl. gerechnet.

Die Pflanze — unter allen diesen Bezeichnungen vermute ich die gleiche — scheint von den Philippinen zu stammen und dürfte doch durch besondere Eigentümlichkeiten schon aufgefallen sein, und so zu ihrer sie sondernden Bezeichnung Anlaß gegeben haben.

ration von Pflanzen sehr geneigt und dienen jedenfalls in hohem Maße der vegetativen Vermehrung.

2. Regeneration gelang nicht mit den Knollen der aus Java mitgebrachten N. cordifolia und mit einzelnen aus botanischen Gärten erhaltenen Knollen, die mit den javanischen darin übereinstimmten, daß sie durch eine besonders bleiche Färbung, die auch bei Lichtexposition nicht durch Ergrünung verändert wurde, übereinstimmten.

3. Die Regeneration erfolgt sowohl am Lichte als im Dunkeln, sowohl an unter der Erde als ober derselben befindlichen Knollen.

4. Die Abtrennung der Knollen von der Mutterpflanze ist im allgemeinen als ein die Regeneration auslösendes Moment aufzufassen, doch geht sie auch an mit der Mutterpflanze in Verbindung belassenen Knollen vor sich, nur liegen die Bedingungen, die in dem Falle zur Regeneration führen, nicht so klar vor.

5. Zur Regeneration sind sowohl alte ausgewachsene Knollen befähigt als auch jüngere nicht ausgewachsene, die erst die halbe Größe der normal ihnen zukommenden erreicht haben. Die Regeneration tritt aber bei letzteren verzögert ein.

6. Auch bei ausgewachsenen Knollen findet Regeneration nicht seitens aller statt. Worin dies seine Ursache hat, ob eine Läsion des apikalen Vegetationspunktes etwa darüber entscheidet, ist nicht aufgeklärt, denn

7. allgemein trifft letzteres jedenfalls nicht zu. Bei N. Pluma Moore, philippinensis regenerierten auch die Knollen mit abgeschnittenem Scheitelpol.

8. Bei dieser Art wurde auch Regeneration zweier Pflanzen aus einer Knolle beobachtet und zwar sowohl an einer Knolle mit abgetragenem Scheitel, als an einer, wo der Scheitel intakt belassen worden war.

9. Bei Dekapitierung des Scheitelpols trat die Regeneration nie auf der Schnittfläche auf, sondern aus Punkten der intakten Knollenoberfläche. Wahrscheinlich handelt es sich um schlafende Augen, wie solche an den Stolonen der Nephrolepisarten in großer Zahl vorhanden sind, und nicht um neu angelegte Vegetationspunkte. Ob schlafende Augen an den Knollen anderer Arten auch vorkommen, ist nicht sicher, da Material zu Dekapitationsversuchen mit diesen fehlte.

10. Das normale Regenerationsprodukt der Knollen ist die Ausbildung eines Ausläufers. An im Zusammenhange mit der Mutterpflanze belassenen Knollen wird ein solcher stets gebildet, solange die Knollen unterirdisch und nicht dem Lichte ausgesetzt sind.

11. Diese Ausläufer, mit einfachem axilen Leitstrang, beginnen schon vor Erreichung der Bodenoberfläche mit der Blattbildung. Die Blätter sitzen an den Stolonen einzeln, die Internodien erscheinen sehr gestreckt. Ist die Oberfläche erreicht, so wird offenbar die Blattbildung mit gestauchten Internodien weitergeführt, es wird ein Rhizom mit dem typischen Bündelrohr gebildet.

12. Von der Mutterpflanze getrennt ausgelegte Knollen bilden bei Lichtentzug, sowohl in die Erde versenkt, als auch an der Oberfläche derselben ausgelegt, stets einen Stolo; auch hier beginnt an diesem die Blattbildung in der Weise, daß der Stolonencharakter beibehalten wird und die Blätter in weiten Abständen einander folgen.

13. Dem Lichte ausgesetzte Knollen erzeugen hingegen entweder gleich ein Rhizom mit typischem Gefäßbündelring, indem die Blätter gestaucht einander folgen, oder, falls die Knollen zur Zeit der Auslegung einen kurzen, stolonenartigen Antrieb schon besaßen, wird derselbe gestaucht, nur einige Millimeter lang und erfolgt dann unmittelbar die Anlage des Rhizoms.

14. Die unter Einwirkung des Lichtes seitens der Knolle begonnene Rhizombildung kann durch Versenkung der Knolle in die Erde wieder aufgehoben werden; die Achse setzt ihr Wachstum dann als Stolo, der seine Blätter in gestreckten Internodien bildet, fort.

15. Die Nephrolepis-Stolonen zeigen so eine große Plastizität. Gewisse Stolonen entwickeln sich zum Reservestoffbehälter, zur Knolle, und diese kann dann austreibend wieder zum Stolo werden, oder unmittelbar ein Rhizom bilden. Dieselbe Achse kann also in dreierlei Gestalt auftreten und durch Änderung der Verhältnisse liegt es immer in unserer Macht, das Rhizom in einen Ausläufer mit einzelnen, in weiten Abständen folgenden Blättern und diesen wieder in ein Rhizom überzuführen.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität, im Oktober 1906.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Stück des Rhizoms einer epiphytischen Nephrolepis tuberosa aus Java. (Nach einem Alkoholpräparat.) An einem der Ausläufer ein Seitenast zur Knolle umgebildet. Die Knolle eingehüllt in einen Pelz von Spreuhaaren. Nat. Gr.

Fig. 2 *a*. Eine Knolle der gleichen Provenienz, aber lebend. Sie hat nach dem Auslegen auf Sphagnum ihren Spreuschuppenbelag bald abgeworfen und ist erst nach mehr als zwei Jahren seit dem Auslegen photographiert worden. Die ursprüngliche Frische besaß die Knolle nicht mehr. Nat. Größe.

Fig. 2 *b*. Eine unter der Bezeichnung N. tuberosa aus dem Grazer botan. Garten erhaltene Knolle. Nat. Größe.

Fig. 3 (*a*, *b*, *c*, *d*). Knollen einer Nephrolepis, welche unter der Bezeichnung N. tuberosa, var. philippinensis aus dem Garten der D. Universität Prag bezogen wurden (vergl. darüber im Texte pag. 69). Die Knollen zeichnen sich durch unregelmäßige Gestalt, runzelige Oberfläche und häufig schwer zu bestimmende Lage des apikalen Vegetationspunktes aus. 3 *a* eine Knolle mit dekapitiertem Scheitelpol, daher die Abflachung an der der Insertion gegenüberliegenden Seite. *st* = Stück des Ausläufers, dessen Seitensproß die Knolle bildete. 3 (*b*—*d* Nicht dekapitierte Knollen, die bereits zur Regeneration einer Pflanze geschritten sind (bei Betrachtung mit einer Lupe deutlicher zu sehen). Von der Oberfläche der Knollen gehen meist mehrere Wurzeln ab. (Verkleinert im Verhältnis 8 : 10.)

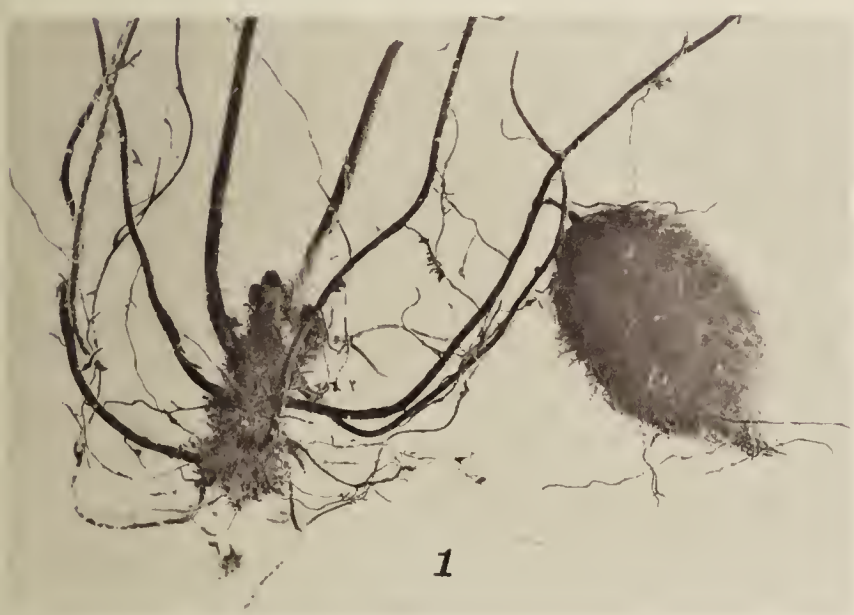
Fig. 4. Knolle gleicher Provenienz, wie die in den Figuren 3 (*a*—*d*) dargestellten. Ihr Scheitelpol war entfernt worden; sie regeneriert aber seitlich zwei Pflanzen, deren eine schon einen entfalteten Wedel besitzt, während die zweite, mit Pfeil bezeichnete, noch stark zurücksteht. Nat. Größe.

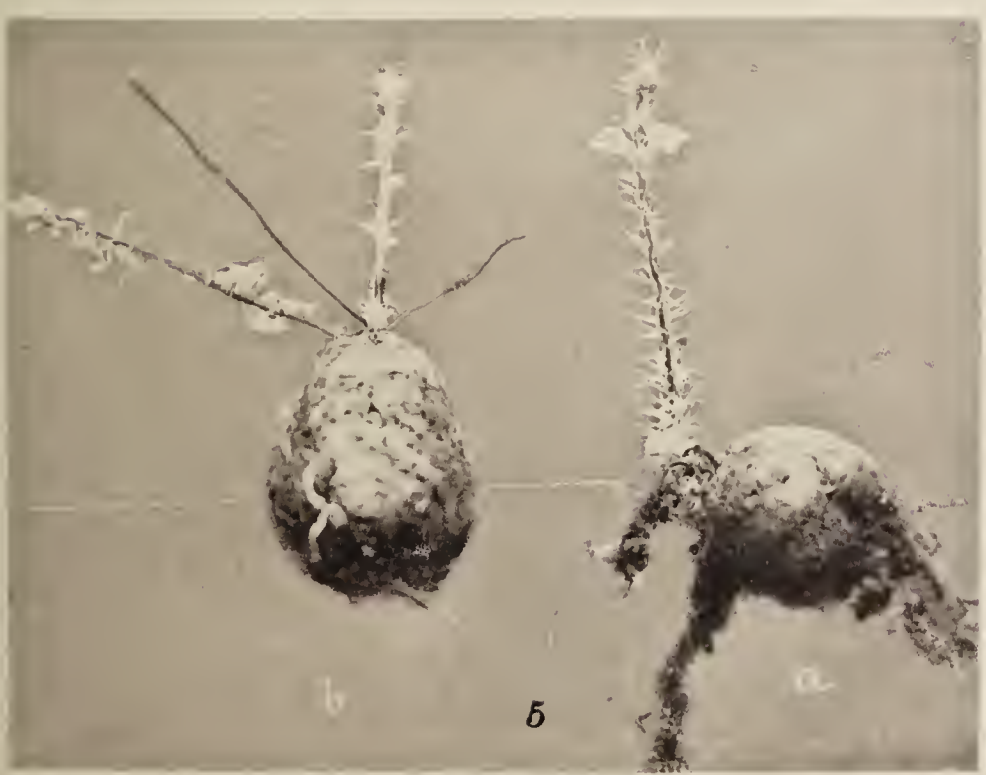
Fig. 5. Knollen von N. cordifolia Bak. var. tuberosa (Bezeichnung durch den botan. Garten zu Messina) mit austreibenden Pflanzen. 5 *a* am Lichte auf Sphagnum gezogen. Der austreibende Vegetationspunkt geht gleich zur Blattbildung über. Der erste, in Entfaltung begriffene Wedel nach aufwärts gerichtet. 5 *b* Austrieb einer oberirdisch, aber verdunkelt ausgelegten Knolle. Es ist ein Stolo, von dessen Basis drei Wurzeln abgehen; an der einen haften zahlreiche Torfmoospartikelchen. Nat. Größe.

Fig. 6. Knollen derselben Provenienz wie in Fig. 5. Links dieselbe Knolle wie in Fig. 5 *b*; der Stolo hat einen im Spreitenteil noch unentfalteten Wedel mit sehr überverlängertem Stiel gebildet und wächst als Stolo weiter (der scheinbare Seitenzweig, da sich der Wedelstiel in der Verlängerung des ersten Stolonenstückes eingestellt hat). Unterhalb der Wedelinsertion sind angelegte Seitenstolonen sichtbar. Die Knolle rechts, gleichzeitig und unter denselben Bedingungen kultiviert, hat einen Stolo getrieben, der ungefähr auf der Stufe der Fig. 5 *b* steht. Nat. Größe.

Tafel II.

Fig. 1. Stück eines Stolo mit ansitzender, bereits austreibender Knolle von N. hirsutula Presl. Es ist bei der Aufnahme auf die Knolle eingestellt worden, um die anscheinend charakteristische, birnförmige Gestalt zur Anschauung zu bringen. Der in Entfaltung begriffene Wedel erscheint deshalb verschwommen. Nat. Größe.





Verlag von ***Gustav Fischer*** *in* ***Jena.***

Reproduktion von J. B. Obernetter, München.

Verlag von ***Gustav Fischer*** *in* ***Jena.***

Reproduktion von J. B. Obernetter, München.

Fig. 2. Eine im Verbande mit der Mutterpflanze belassene Knolle und ihr Austrieb (Die von Palermo erhaltene Pflanze war als N. tuberculata Hort. Gall. bezeichnet und ist wohl N. cordifolia (L.) Presl. (N. tuberosa Presl.). Die nähere Erläuterung vergl. im Texte pag. 56. Nat. Größe.

Fig. 3. Knolle von N. cordifolia Bak. var. tuberosa (die Benennung stammt aus dem botanischen Garten zu Messina), mit Austrieb (*St*), der im Zusammenhang mit der Mutterpflanze entstanden war. Nat. Größe.

Fig. 4. Derselbe Fall, von der gleichen Pflanze. Die kleine, scheibenförmig abgeplattete Knolle stellt wohl ein Verkümmerungsprodukt dar. Trotzdem hat sie den Austrieb eines Stolo (*St*) gebildet. Nat. Größe.

Fig. 5. Knolle (gleicher Provenienz wie jene in Fig. 3), aber isoliert und in der Erde versenkt ausgelegt. Sie trieb den Stolo (*St*), der nach der Anlage eines seitlichen Ausläufers (St_1) und zahlreicher Wurzeln noch unter der Bodenoberfläche den Wedel (*W*) bildete, dann als Stolo weiterwuchs und nahe der Oberfläche wieder eine seitliche Anlage entwickelte. Der Scheitel erscheint daher wie gegabelt in die beiden Zweige *a* und *b*, von denen einer der Hauptachse, der andere dem zweiten angelegten Wedel entspricht. Nat. Größe.

Fig. 6. Eine gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen ausgelegte Knolle wie die in Fig. 5. Es sind auch wesentlich dieselben Produkte vorhanden, nur ist die Entwicklung weniger weit gediehen. *St*, die Hauptachse, St_1 und St_2 angelegte Seitenstolonen, der Scheitel des Stolo trägt die Anzeichen einer Gabelung, wahrscheinlich ist der erste Wedel am Vegetationspunkte angelegt. Nat. Größe.

Fig. 7. Knolle gleicher Provenienz wie die in Fig. 5 und 6 dargestellten, ebenfalls abgetrennt von der Mutterpflanze, aber dem Lichte ausgesetzt in Kultur genommen. Man findet einen verkürzten stoloartigen Austrieb (*St*), von dem viele Wurzeln und der seitliche Ausläufer (St_1) (der seinerseits auch solche 3. Ordnung (St_2) trägt) ausgehen. Darauf wurde die Bildung eines Rhizoms eingeleitet, d. h. die Blätter folgen in gestauchten Internodien. Dem schon entfalteten Wedel reiht sich sofort ein zweiter (in Entfaltung begriffener) an. Nat. Größe.

Für die gefällige Besorgung der photographischen Aufnahmen sagt der Verf. Herrn Privatdozent Dr. A. Wagner besten Dank.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 97

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

Artikel/Article: Zur Kenntnis der Farngattung Nephrolepis. 43-75