

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol.-Deutschen Akademie der Naturforscher
Band XLII. Nr. 7.

Bau und Verzweigung
einiger dorsiventral gebauter Polypodiaceen

von

Dr. Ludwig Klein.

Mit 4 Tafeln Nr. XXII—XXV.

Eingegangen bei der Akademie den 8. August 1881.

HALLE.
1881.

Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

NOVA ACTA

der kgl. Leop.-Carol.-Benedictin. Akademie der Naturforscher

Band XLII. Nr. 7.

Bau und Verzweigung

einiger dorsiventral gebauter Polypodaceen

von
Dr. Ludwig Klein

MIT 12 TAFELN NR. XXII—XXXI

Karlsruhe, bei der Buchhandlung v. Neuberger, 1891.

HALLE

1891

Verlag von H. Neuberger & Sohn in Halle.

Alle Rechte vorbehalten. In Commission bei W. Neuberger in Halle.

Göbel*) stellte den Satz auf: „Wie es radiär und dorsiventral gebaute Pflanzenorgane giebt, so ist auch zu unterscheiden zwischen radiär und dorsiventral verzweigten. Die dorsiventrale Verzweigung äussert sich darin, dass verschiedene Seiten des Mutterorgans (Bauch- und Rückenseite) sich verschieden verhalten in Bezug auf die Production seitlicher Sprossungen.“ Ferner hebt er hervor, dass in allen von ihm untersuchten Fällen die dorsiventrale Verzweigung nicht auf nachträglicher Verschiebung, Verwachsung etc. beruht, sondern eine Eigenthümlichkeit schon des Vegetationspunktes ist. „Wo Verschiebungen etc. vorkommen und eine dorsiventrale Stellung radiär angelegter Organe bewirken, lassen sich dieselben auch nachweisen.“

Durch eine solche Verschiebung sollen die Blätter von *Polypodium vulgare* und *aureum*,**) die ursprünglich auf den Flanken des kriechenden Stämmchens stehen sollen, auf der Rückenseite einander genähert werden durch überwiegendes Dickenwachsthum der Bauchseite des letzteren. Diese Angabe — Göbel selbst hat die genannten Formen nicht eingehender untersucht — stammt von Hofmeister.***) Derselbe sagt: „Die zweizeilig beblätterten, kriechenden Stämme von Polypodiaceen verdicken ihre unteren, dem Boden aufliegenden Längshälften weit stärker, als die nach oben gewendeten. Neu entstehende Blätter erheben sich am Stammende

*) Göbel, Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse. Arbeiten d. Würzbg. Inst. Bd. II, Heft 3, pag. 432.

**) l. c. pag. 427.

***) Allgemeine Morphologie der Gewächse pag. 604.

genau seitlich in der Durchschnittslinie einer durch die Stammachse gelegten Horizontalebene mit der Stammpерipherie. Diese Stellung halten sie während der Weiterentwicklung des Stammes längere Zeit ein; bei *Pteris aquilina* nur für eine sehr kurze Zeit; länger bei *Polypodium vulgare*; bei *Polypodium aureum* stehen die jungen Blätter oft noch in 4—5 mm Entfernung von dem Achsenende streng seitlich. Hier wird ein Durchmesser des Stammes von 8—9 mm durch allseitiges, gleichmässiges Dickenwachsthum desselben erreicht. Von da an aber, bisweilen auch schon früher, erfolgt das fernere Dickenwachsthum fast nur noch in der unteren Hälfte des horizontalen Stammes. Die beiden Längsreihen von Blättern werden auf dessen obere Seite gerückt, so dass sie bei *Polypodium aureum* oben nur um $\frac{1}{4}$, unten aber um $\frac{3}{4}$ des Stammumfangs von einander entfernt sind, etc.“

Wir hätten also demnach in den kriechenden, zweizeilig beblätterten Polypodiaceen ein Beispiel für zwar exquisit dorsiventral gebaute, aber nicht dorsiventral, sondern radiär verzweigte Pflanzen, die indess insofern den dorsiventral verzweigten sehr nahe ständen, als die, die dorsiventrale Stellung bewirkende Verschiebung sehr frühe auftritt. —

Polypodium Heracleum, von dem sich im Göttinger botanischen Garten zwei starke Pflanzen befanden, zeigte streng einzeilige Blattstellung; es tritt also hier, radiäre Anlage am Vegetationspunkt vorausgesetzt, insofern eine Complication ein, als hier eine Verschiebung um volle 90° erforderlich wäre, um eine solche Blattstellung zu Wege zu bringen. Dass eine solche a priori nicht abzuweisen, das zeigt der von Göbel citirte Fall mancher *Monstera*-Arten: „Sehr auffällig ist auch bei manchen *Monstera*-Arten mit zweizeiliger Blattstellung die Verschiebung, welche bewirkt, dass die Blätter in Einer Reihe auf der Rückenseite des kletternden Stammes inserirt erscheinen“. Nach Engler*) nur „sehr stark nach oben convergiren, so dass sie fast einzeilig aussehen“. Wir haben hier zwar radiäre Anlage, aber bei verhältnissmässig dünnem Stamm und stengelumfassender Blattscheide doch wesentlich einfachere Verhältnisse, als sie uns *Polypodium Heracleum* bei radiärer Anlage bieten würde. Auch tritt die annähernde Einzeiligkeit hier sehr spät auf; wenigstens

*) Engler, Araceae. Nova acta der Ksl. Leop. Carol. Akad. Bd. XXXIX. pag. 174. 175.

standen die Blätter an einer von mir hierauf untersuchten Pflanze erst in bedeutender Entfernung hinter dem Vegetationspunkte (ca. 3—4 Fuss) nahezu einzeilig und die vordersten entfalteten Blätter standen noch aufs ausgesprochenste zweizeilig mit sehr stumpfem Divergenzwinkel der Blattzeilen.

Vorliegende Abhandlung hat den Zweck, einmal die kriechenden, dorsiventral gebauten Polypodiaceen in Rücksicht auf die oben angegebenen Gesichtspunkte zu untersuchen. Als eingehender zu behandelnde Beispiele sind dafür gewählt die einzeilig beblätterten Formen *Polypodium Heracleum* und *quercifolium* und das mehrzeilig beblätterte *Polypodium taeniosum*, ausserdem *Polypodium vulgare*, *aureum* und eine Anzahl anderer normaler Formen.

Man kann billiger Weise fragen, weshalb sich gerade drei vom normalen Polypodiaceencharakter abweichende Formen einer derartigen Bevorzugung erfreuen sollen, und weshalb gerade sie eventuell besonders beweiskräftig sein dürften?

Der Grund ist der: *Polypodium Heracleum* und *quercifolium*, als einzeilig beblätterte Formen, ganz abgesehen von diesem ja an sich sehr interessanten Umstande, würden den denkbar extremsten Fall für eine derartige Verschiebung darstellen und erwecken darum in dieser Hinsicht besonderes Interesse, da sie die beregten Verhältnisse am eclatantesten zeigen müssten. *Polypodium taeniosum* auf der anderen Seite steht mit seinen in Parastichen geordneten, dicht gedrängten, aber nur auf der Rückenseite des Rhizoms stehenden Blättern, von oben gesehen (conf. Taf. 3, Fig. 5) einem Farn mit spiraliger Blattstellung völlig gleichend, soweit meine Kenntnisse reichen, so einzig in seiner Art unter den Farnen überhaupt da, dass es schon darum genauerer Untersuchung werth erscheint. Dann aber müssten hier die Verschiebungsverhältnisse einen äusserst complicirten Charakter annehmen; denn, wieder radiäre Anlage vorausgesetzt, müssten die jüngsten Blätter auf den Flanken, aber nicht wie bei den anderen dorsiventral gebauten Farnen relativ weit von einander entfernt, sondern, der dichten Anordnung im ausgebildeten Zustande auf der dorsalen Hälfte entsprechend, beiderseits vom Stamm-

vegetationspunkte zunächst in einer gedrängten Reihe stehen, was gewiss, vom mechanischen Gesichtspunkte aus betrachtet, schon an und für sich sehr unwahrscheinlich erscheinen muss. Ferner würden sie höchst verschiedene Verschiebungen zu erleiden haben, entsprechend ihrer definitiven Stellung, Verschiebungen, die innerhalb der Grenzen von 90° bis beinahe 0 , da die untersten ungefähr auf den Flanken stehen, schwanken müssten. Da endlich die Internodien sehr kurz sind, so müsste, an ganz benachbarten Stellen fortwährend wechselnd, das Rhizom auf die allerverschiedenste, mit dem definitiven Standpunkte der Blätter im engsten Zusammenhange stehende Weise sich verdicken.

Derartige, rein theoretische Betrachtungen lassen nun die radiäre Blattanlage für *Polypodium taeniosum* von vornherein in einem höchst zweifelhaften Lichte erscheinen und rechtfertigen gewiss eine eingehendere Untersuchung desselben. —

Bevor man aber an die Entscheidung der Frage nach dem Zustandekommen dieses dorsiventralen Aufbaues herantritt, ist es vor allem nöthig, das sich Verzweigende genau zu kennen.

Darum soll der erste Theil dieser Untersuchung sich mit dem anatomischen Bau genannter drei Formen eingehender beschäftigen, was ausserdem auch in anderer Hinsicht berechtigt sein dürfte. Denn einmal besitzen wir nicht allzu reichliche Kenntnisse über den Bündelverlauf der kriechenden Polypodiaceen*) und namentlich von complicirterem und vom normalen abweichendem Bau**) kennen wir nur wenige Gefässbündelverläufe bei den Farnen überhaupt; genauere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über diesen Punkt endlich***) sind nur in verschwindend kleiner Zahl vorhanden. Darum dürfte es um so berechtigter erscheinen, wenn auch die Entwicklungsgeschichte des Strangskeletts und des Rhizoms überhaupt bei diesen Formen soweit als möglich in Untersuchung gezogen wird, umsomehr, als, wie gezeigt

*) Mettenius, Abhandlung d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VI, pag. 501. Stenzel, Bau und Wachsthum d. Farne, Nova Acta d. Ksl. Leop. Carol. Akad. Bd. XXVIII. Hofmeister, Gefässcryptogamen. Conwentz, Bot. Zeitg. 1875.

**) *Pteris aquilina*, *Polybotria Meyeriana*, *Dennstaedtia* und einige Baumfarne nebst *Angiopteris*.

***) Hofmeister über *Pteris aquilina* (Gefässcryptogamen), die einzige mir bekannte, (von Embryoentwickelungen abgesehen).

werden wird, die thatsächlichen Verhältnisse der Blattanlage am Vegetationspunkt im Laufe der Entwicklung des Rhizoms keineswegs immer ungeändert bleiben.

Endlich, und dieser Punkt dürfte für die Berechtigung der letzten Frage nicht ganz ohne Bedeutung sein, hat die Kenntniss des Entwicklungsganges einer Pflanze ihr wohlbegründetes Interesse für das Aufstellen und Beschreiben von Species; und so manche Formen, die, für sich betrachtet, gar nichts oder wenig mit einander gemein zu haben scheinen, stellen sich, nachdem man die verbindenden Mittelglieder kennen gelernt, als entfernte Punkte einer und derselben Entwicklungsreihe heraus.

Nun ist zwar für Farne mit reich gegliederter Lamina bekannt, dass die ersten Blätter der Keimpflanze oder auswachsender Seitensprosse viel einfachere Formverhältnisse zu besitzen pflegen, als die der erwachsenen Pflanze; aber man ist doch gewohnt, in nicht allzu langer Zeit die für jene charakteristischen Formen auftreten zu sehen. Wenn nun aber eine Pflanze, — und wir werden dies bei *Polypodium Heracleum* sehen —, in den verschiedenen Altersstufen, und nicht nur in den jüngsten, sondern sogar noch als relativ schon recht alte Pflanze, einen ganz verschiedenen und von der erwachsenen Pflanze sehr abweichenden Habitus besitzt, so dass man, wenn man die Pflanzen rein äusserlich und ohne von ihren gegenseitigen Beziehungen etwas zu wissen, betrachtete, sehr leicht geneigt sein dürfte, sie für ganz verschiedene Species zu erklären, wenn eine Pflanze eine solch reich gegliederte Entwicklungsgeschichte besitzt, dann dürfte die Betrachtung derselben auch unter dem zuletzt angegebenen Gesichtspunkte von einigem Interesse sein.

Ich beginne darum mit dem anatomischen Bau und zwar zunächst dem von *Polypodium Heracleum*, weil hiervon das reichlichste Material zu Gebote stand und werde mich zunächst nach der äusseren Beschreibung des Untersuchungsmaterials und dem geführten Nachweis der Identität desselben zu einer rein empirischen anatomischen Beschreibung wenden, aus deren Vergleichung und Zusammenfassung dann die theoretische Deutung des Baues und die Entwicklungsgeschichte sich ergeben wird.

Polypodium Heracleum Ktze.

Eine Beschreibung dieses epiphytischen kriechenden Farnkrautes Javas, das der Gruppe *Drynaria* angehört, findet sich Bot. Zeitg. Bd. 6, pag. 117, woselbst indess nur das Blatt beschrieben ist. Auskunft über die ganze Pflanze findet man bei Hooker, Species filicum Bd. 5, pag. 93.

Zur Untersuchung lag folgendes Material vor:

- 1) Rhizomstücke zweier völlig erwachsener Pflanzen aus dem Göttinger botanischen Garten, sowie eine junge Pflanze, die durch Cultiviren eines Rhizomstückes aus einem Seitensprosse desselben erwachsen war.
- 2) Eine nahezu erwachsene Pflanze aus dem Berliner botanischen Garten.
- 3) Eine jüngere, aus einem Seitenspross erwachsene Pflanze des königlichen Gartens zu Herrenhausen bei Hannover.
- 4) Eine Anzahl junger, aus Sporen der Göttinger Exemplare daselbst während der Untersuchung erzeugter Keimpflanzen.

Endlich hatte ich noch Gelegenheit, im Heidelberger botanischen Garten eine nahezu erwachsene Pflanze in Rücksicht auf die äussere Erscheinung zu studiren.

Die Göttinger Pflanzen, die, wie die Vergleichung mit dem übrigen Materiale ergab, als völlig erwachsen anzusehen sind, auch allein nur fructificirten, entsprachen den oben citirten Beschreibungen, sowie den im Göttinger Herbar befindlichen Exemplaren genau und verdienten auch das Epitheton ornans Blume's und Kuntze's: „*Filix speciosissima*“ im vollsten Maasse. Das unverzweigte Rhizom war in der vorderen Hälfte 4—5 cm dick und von wachsgelber, leicht ins Grünliche spielender Farbe. Ein dichter Pelz von 3—4 cm langen, spitz lanzettlichen, mit tief herzförmiger Basis aufsitzenden, am Vegetationspunkte wachsgelben, späterhin rothbraunen Spreuschuppen bedeckte dasselbe. Etwa 5 cm hinter dem Vegetationspunkte sprosssten allseitig zahlreiche schwarzbraune Wurzeln hervor, deren Epidermiszellen sämmtlich zu langen Wurzelhaaren ausgewachsen waren. Das diarche Gefässbündel der Wurzeln war von einer starken, aus 6—10 Zellenlagen bestehenden, schwarz-

braunen Faserscheide umhüllt, die an den Initialgruppen des Gefässbündels eine Einschnürung zeigte. Die Wurzeln verzweigten sich stark und umhüllten bald das Rhizom mit einem ungeheuer dichten schwarzbraunen Wurzelfilz, so dass dadurch das Rhizom fast armsdick erschien. Die Rhizome beider Pflanzen schmiegt sich dem Rande der Gefässe, in die sie gepflanzt waren, eng an und entwickelten in einem Abstände von 10—12 cm ihre mächtigen, mit breit herzförmiger Basis sitzenden, tief fiederspaltigen Blätter bis zu 1,20 Meter Länge. Die Blätter entfalteten sich ungemein rasch; in ungefähr drei Wochen nach dem ersten, äusserlich sichtbaren Hervorbrechen waren sie völlig entwickelt. Anfangs, bis zu einer Höhe von 10 cm, stand ihre Lamina quer zur Längsaxe des Rhizoms; im Laufe der Weiterentwicklung erfuhr der Petiolus dicht über der Insertionsstelle eine Torsion um 90° , so dass die Lamina des entfaltetes Blattes der Längsaxe des Rhizoms parallel stand. Die organische Oberseite war dabei nach innen gewendet. Die Blätter standen unter einem Winkel von 45° nach aussen gegen den Horizont geneigt, ohne sich indess mit der Basis des Petiolus auf den Rand des Topfes zu stützen; sie griffen mit der Basis ihrer Lamina über einander, ohne dass jedoch dabei eine bestimmte Regel herrschte, bald deckte das jüngere Blatt das ältere mit seiner vorderen Hälfte, bald wurde es von der hinteren Hälfte des älteren gedeckt. Sämtliche Nerven, von denen besonders der Medianus, sowie die Secundär- und Tertiärnerven besonders mächtig hervorsprangen, waren an alten Blättern von glänzend schwarzer Farbe. Die Lamina der entwickelten Blätter war lederig, kahl und glatt; die der sich entwickelnden dagegen reichlich mit kurzen ein bis zweizelligen Drüsenhaaren besetzt, zwischen denen einzelne lange, fadenförmige, mehrzellige standen. Der Medianus und die Secundärnerven trugen an ihrer Basis einzelne lange, schmale, einschichtige Spreuschuppen. Dieses Haarkleid ist auf Ober- und Unterseite in gleicher Weise entwickelt und schwindet mit der definitiven Ausbildung der Blätter völlig. Die meisten Blätter waren fertil, die ganze obere Hälfte der Blattunterseite dicht mit Soris bedeckt in der bei Mettenius, *Filices Horti Lipsiensis* Taf. 3, Fig. 52 abgebildeten Anordnung. Bei beiden Pflanzen standen sämtliche Blätter genau in einer Zeile — in der oben citirten Literatur fand sich darüber keine Angabe —; regelmässig mit den Blättern abwechselnd, aber genau in derselben Zeile mit ihnen stehend, fand sich in der Mitte

zwischen je zweien, wie jene einer flachen Grube eingesenkt (Taf. 2, Fig. 16), ein schwarzes Köpfchen von hornartiger Consistenz mit einem dichten Büschel abgestorbener, kurzer, schmaler, einschichtiger Spreuschuppen auf dem Gipfel, das, wie später gezeigt werden wird, als rudimentäres Blatt aufzufassen ist. Nur ein einziges Mal wurde eine Abweichung von diesem normalen Wechsel beobachtet, indem ein Ende Januar 1881 sich entwickelndes Blatt von dem nächst älteren entfaltetem durch zwei solche rudimentäre Blätter getrennt war. Seitensprossanlagen, halbkugelige Höcker von 1 cm Durchmesser waren an beiden Pflanzen sehr spärlich vorhanden; wo sie auftraten, standen sie auf den Flanken, indess der Oberseite stark genähert und ungefähr in der Mitte zwischen einem ausgebildeten und einem rudimentären Blatt.

Diesen beiden Pflanzen wurde am hinteren Ende ein Rhizomstück von je fünf Internodien abgeschnitten, das eine, das keine Seitensprosse besass, zur Untersuchung des Gefässbündelverlaufes verwendet, das andere mit drei Seitensprossen, in zwei Stücke getheilt, cultivirt, um dieselben eventuell zum Austreiben zu bringen. Das eine der beiden Stücke mit zwei Sprossanlagen ging zu Grunde, bei dem anderen glückte die Cultur.

Der auswachsende Seitenspross (Taf. 2, Fig. 16) entwickelte sich zunächst zu einem 3 cm langen und nur 5 mm dicken Rhizomstück, das etwas schräg nach unten wuchs und drei in einer Zeile stehende Blätter trug, die aber sämmtlich nicht zur Entfaltung gelangt waren. Dann stellte er sein Wachsthum ein und sein Vegetationspunkt starb ab. Der einzige Seitenspross, den er erzeugte, stand hinter dem ersten Blatt und beinahe genau auf dem Rücken des Rhizoms im Gegensatz zu allen anderen Seitensprossanlagen, die stets mit einem Blatt begannen. Diese Sprossanlage wuchs kräftig aus, zunächst 2 cm lang horizontal und dann, sich knieförmig krümmend, aufwärts. Als die Pflanze zur Untersuchung in Alkohol aufbewahrt wurde, damit nicht etwa durch Abfaulen die Verbindung mit dem Mutterrhizom verloren gehe, trug sie zwei Blätter, die wiederum einzeilig zu stehen schienen. Dies kam dadurch zu Stande, dass der Blattstiel des älteren Blattes, dem Rhizom dicht angeschmiegt, eine Strecke weit nach links wuchs, sich dann erhob und mit dem des zweiten in eine Zeile stellte; die am Rhizomende stehende, noch von Spreuschuppen völlig eingehüllte Anlage des dritten Blattes zeigte aber deutlich, dass zweizeilige Blattstellung vorlag. Das erste Blatt war völlig

entfaltet und besass eine Länge von ca. 18 cm, gestielt mit langgestreckter, eilanzettlicher Lamina, die, sich unten allmählich verschmälernd, als schmaler Flügel bis zur Insertionsstelle des Blattstieles herabliel; der Rand der Lamina war leicht wellig ausgerandet, Blattstiel und Lamina leicht behaart. Die Nervatur zeigte bereits vollkommen den Charakter der *Nervatio Dryopteridis*; das zweite Blatt, im Entfalten begriffen, war 6 cm lang.

An dem beinahe erwachsenen Exemplar des Berliner Gartens war der Hauptvegetationspunkt abgestorben und drei Seitenknospen zu beblätterten Sprossen ausgewachsen, während die Blätter des Hauptrhizoms abgestorben waren, als die Pflanze zur Untersuchung gelangte. Die Pflanze fructificirte nicht. Bei oberflächlicher Betrachtung schien hier eine dem Göttinger *Polypodium Heracleum* zwar nahe verwandte, aber keineswegs damit identische Species vorzuliegen. Zunächst zeigte sie deutlich ausgesprochen zweizeilige Blattstellung, keinen regelmässigen Wechsel ausgebildeter und verkümmert Blätter, Neigung zu reichlicher Seitensprossbildung, die fast regelmässig auf beiden Flanken zwischen je zwei successiven Blättern angelegt waren und zum Theil ein bis drei verkümmert gebliebene Blattanlagen zeigten. Sodann war das Rhizom keineswegs mit einem förmlichen Wurzelfilz, wie bei den Göttinger Pflanzen, bedeckt. Die Wurzeln standen auf der Oberseite nur spärlich und stellenweise trat das von Spreuschuppen entblösste grünliche Rhizom nackt zu Tage. Endlich hatten die Blätter ein ganz anderes Aussehen, viel kleiner, $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Fuss gross, die Lamina nur in der oberen Hälfte in ein Paar spitze Lappen gespalten und die Endfieder unverhältnissmässig gross, die Basis zwar herzförmig, aber auch relativ viel schmaler als bei den Göttinger Pflanzen. Auch zeigten die älteren Blätter nicht die glänzend schwarze Färbung der Nerven, die bei den Göttinger Pflanzen so ausserordentlich schön hervortrat, und die erwachsenen Blätter waren leicht behaart.

Die jüngere Pflanze aus Herrenhausen war, wie schon erwähnt, aus einem Seitensprosse erzogen; dieselbe wurde von Mitte November bis Ende Februar zu Göttingen cultivirt und entwickelte in dieser Zeit noch zwei Blätter. — Der Seitenspross der Herrenhausener Mutterpflanze wuchs zu einer Länge von 6 cm aus und trug 14 Blätter, von denen aber die meisten rudimentär geblieben waren. Am hintern Ende war das Rhizom 5, am vordern

13 mm dick. Die Blätter standen deutlich zweizeilig. Der Hauptvegetationspunkt war abgestorben. Seitensprossanlagen waren reichlich vorhanden auf den Flanken, der Oberseite indess etwas genähert. Dieselben standen in der Mitte der Internodien, abwechselnd rechts und links, doch in etwas geringerer Anzahl als die Blätter. Ihre Vegetationspunkte erwiesen sich bei mikroskopischer Untersuchung, bis auf einen, sämtlich als abgestorben. Drei von ihnen hatten Seitensprossanlagen zweiter Ordnung gebildet, deren Vegetationspunkte auch abgestorben waren. Zwischen dem zehnten und elften Blatt war eine Sprossanlage kräftig ausgewachsen und hatte sich, von 4 mm Dicke an der Insertionsstelle rasch zunehmend, zu einem 2 cm dicken und 22 cm langen Rhizom entwickelt, das durch eine scharfe Krümmung an der Insertionsstelle fast mit dem Mutterrhizom parallel, aber in entgegengesetzter Richtung, d. h. nach hinten wuchs, eine Eigenthümlichkeit, die sich auch bei den kräftig auswachsenden Seitensprossen des Berliner Rhizoms zeigte. Das Rhizom trug zehn Blätter, von denen die sieben ersten zweizeilig standen, die letzten drei dagegen genau einzeilig; sechs und acht waren verkümmert. Die Lamina der mit herzförmiger Basis sitzenden Blätter stand transversal zur Rhizomlängsaxe, vier und fünf schief unter einem Winkel von ca. 45° , sieben wieder genau transversal, neun und zehn dagegen stellten ihre Lamina durch eine gleich nach Beginn der Entwicklung derselben einsetzende scharfe Drehung des Petiolus um 90° genau parallel zur Rhizomlängsaxe. Das neunte Blatt maass ungefähr 45, die vorhergehenden 30 cm an Länge, am Rande, wie jene, leicht wellig gebuchtet und nur an einer Stelle in einen stumpfovalen Lappen ausgezogen. Die Blätter glichen sehr den ersten Blättern der ausgewachsenen Seitensprosse der Berliner Pflanze und waren, wie jene, leicht behaart. Sämmtliche Nerven waren, mit Ausnahme des an seiner Basis bräunlichen Medianus, blass grün. Seitensprosse waren ebenfalls reichlich entwickelt, auf den Flanken, indess schon deutlich auf die obere Rhizomhälfte gerückt, in der Mitte der Internodien, aber ohne gesetzmässige Reihenfolge, indem bald ein Internodium zwei (einen rechts, den andern links), bald nur einen, bald überhaupt keinen besass.

Die jungen Keimpflanzen stammten von drei Sporenaussaaten der Göttinger Pflanzen in den Osterferien 1880 und zu Anfang und Mitte des Sommersemesters 1880. Die Sporen von *Polypodium Heracleum* sind durch-

weg bilateral nierenförmig, besitzen ein sehr dünnes Exospor ohne jegliche Verdickungen und ohne deutlich erkennbare Dehiscenzleiste. Sie enthalten, noch im Sporangium eingeschlossen, schon reichlich Chlorophyll und keimen einige Tage nach der Aussaat, wobei das Exospor meist unregelmässig gesprengt wird. Die Entwicklung des Prothalliums ist der für *Polypodium vulgare* bekannten völlig analog; nur steht die erste Scheidewand des jungen Prothalliums nicht, wie Sadebeck*) für *Polypodium vulgare* angiebt, senkrecht auf der das erste Rhizoid abschneidenden Wand, sondern dieselbe tritt erst bedeutend weiter vorne auf (Taf. 1, Fig. 16 und 17). Die stärkeren Prothallien zeigten sehr reichliche, normal gebaute und gestellte Archegonien und eine mässige Anzahl Antheridien. Dagegen entwickelten sich letztere auf den mehr fadenförmig und einschichtig bleibenden Prothallien, die keine Archegonien trugen, massenhaft. Die Antheridien sind einfach gebaut, ohne Stielzelle, die Centralzelle umgeben von der Deckelzelle und zwei Ringzellen, welche letztere durch zwei mit der weiten Oeffnung an einander stossende trichterförmige Wände abgeschnitten werden (Taf. 1, Fig. 20). Die rasch heranwachsenden Spermatozoidenmutterzellen dehnen die Centralzelle derart aus, dass Ring- und Deckelzellen fast ganz zusammengedrückt werden. Charakteristisch für die grossen normalen Prothallien sind eigenthümliche, reichlich Chlorophyll führende Haarbildungen, einmal sehr kurze, meist von den Randzellen ausgestülpte knopfförmige Papillen, deren Durchmesser indess viel geringer ist, als der der Randzelle selbst (Taf. I, Fig. 19), und, namentlich auf Ober- und Unterseite der mehrschichtigen mittleren Parthie beschränkte, eigenthümlich verzweigte mehrzellige Haare, drei bis vier Zellen lang; jede Zelle trug ein bis zwei, selten drei papillöse, durch eine Scheidewand abgetrennte Ausstülpungen, wie die Randzellen des Prothalliums, so dass das ganze Haar einen bäumchenartigen Habitus erhielt (Taf. 1, Fig. 18). Mitte Juni traten an den befruchteten Prothallien die ersten Blätter hervor von spatelförmig gestreckter Gestalt, reichlich mit beiden (an den jungen Blättern der Göttinger Pflanze beschriebenen) Arten von Drüsenhaaren besetzt. Die jungen Pflanzen zeigten sehr verschiedenes Wachsthum; einzelne entwickelten sich sehr rasch, so dass ihre jüngsten Blätter nach vier Monaten

*) Encyclopaedie d. Naturw. Handb. d. Bot. Bd. I, pag. 163.

bereits 10 cm, nach sieben Monaten an 20 cm gross waren. Die Mehrzahl aber blieb bedeutend an Grösse hinter diesen Exemplaren zurück. Darin aber stimmten alle überein: Von Anfang an deutlich ausgesprochen zweizeilige Blattstellung mit einer Divergenz der Blattzeilen von ungefähr 45° auf der Rückenseite, die Blattlamina der Rhizomlängsaxe parallel. Bei ganz jungen Pflänzchen, die erst drei bis fünf Blätter entwickelt hatten, schien, bei oberflächlicher Betrachtung, die Blattstellung mit einer Spirale zu beginnen; dies erklärte sich aber einfach durch die starke Krümmung des von der Unterseite des Prothalliums hervorwachsenden Rhizoms, wodurch die ersten Blätter dem Boden angepresst wurden und spiral gestellt erschienen. Die Lamina war ungetheilt, nur bei den jüngsten und grössten am Rande etwas wellig. Endlich waren die Blätter gestielt und die Lamina verlief mit einem schmalen Flügel nach unten allmählich in den Petiolus (Taf. 2, Fig. 21, 22. Taf. 4, Fig. 10). Die Nervatur war deutlich Dryopteris und die Blätter glichen sehr denen des auswachsenden Göttinger Seitensprosses. Bei den Mitte Februar 1881 sich entwickelnden Blättern lief die Lamina dagegen schon bis zum Rhizom herab und die Blätter sasssen mit schmal herzförmiger Basis. Die Wurzeln zeigten genau den Bau der Mutterpflanze.

Im Alter von ca. vier Monaten traten an den jungen Pflanzen reichliche Seitensprossanlagen hervor und es hatte den Anschein, als ob sie sich verzweigen wollten. Da aber die Rhizomspitze überall unverletzt blieb und kräftig weiter wuchs, hatte es dabei sein Bewenden. Als hingegen behufs der Vegetationspunktuntersuchung einigen Pflanzen die Rhizomspitze abgeschnitten wurde, begannen die Seitensprossanlagen alsbald und continuirlich auszuwachsen. Als die Pflanzen etwa sechs Monate alt (Mitte December 1880), wurden neben die kräftigeren derselben morsche Holzstückchen, an die Rhizomspitze leicht angelehnt, hingestellt, um der epiphytisch wachsenden Pflanze möglichst natürliche Vegetationsbedingungen zu geben, auch um zu sehen, ob dies vielleicht von Einfluss auf die Blattstellung, resp. Aenderung der zweizeiligen in die einzeilige sein würde. Sehr bald begannen die Pflänzchen auf das Substrat zu kriechen und die Wurzeln drangen in die Spalten und Risse desselben ein. Ende Januar waren sämtliche Pflanzen mit dem Neuzuwachs des Rhizoms auf das Substrat gekrochen, die Blattstellung blieb aber einstweilen unverändert die zweizeilige und es scheint ein gewisses Alter

resp. Erstarren des Rhizoms für das Zustandekommen der Einzeiligkeit unbedingt nothwendig zu sein und ich hoffe, da die Pflanzen sich sehr schön weiter entwickeln, dies später noch direct beobachten zu können.*)

Bei der Beschreibung der Berliner Pflanze wurde erwähnt, dass sie einen von der Diagnose für *Heracleum* wesentlich abweichenden Habitus zeigte. Sie war zwar als *Polypodium Heracleum* bestimmt, da aber ihre Abstammung von einem solchen nicht nachgewiesen werden konnte, musste dies zunächst noch zweifelhaft erscheinen. Genaue und eingehende Vergleichung der Berliner Pflanze mit dem übrigen Untersuchungsmaterial, sowohl in makroskopischer wie in mikroskopischer Hinsicht, liessen es nun doch höchst wahrscheinlich erscheinen, dass auch sie ein echtes *Polypodium Heracleum* sei, dagegen — sie war ja auch noch durchaus steril — jedenfalls eine jüngere Pflanze als die Göttinger. Als Beweise für die Identität führe ich an: Bei den Keimpflanzen, dem auswachsenden Göttinger Seitenspross und der Pflanze aus Herrenhausen war die Blattlamina sehr einfach und es scheint, dass die für die erwachsene Pflanze charakteristische Gestalt erst sehr spät eintritt. Dafür spricht ferner das Verhalten eines Exemplares von *Polypodium Heracleum*, das ich im Heidelberger Garten sah. Hier war das Rhizom schlangenartig zusammengerollt, der Hauptvegetationspunkt abgestorben und auswachsende Seitensprosse in allen Altersstufen mit den verschiedenartigsten Blättern vorhanden, von der Form derjenigen der Keimpflanzen, der Herrenhausener, Berliner und die grössten ähnelten endlich sehr denen der alten Göttinger Pflanzen, doch waren sie noch viel kleiner, die Lamina noch lange nicht so tief getheilt und durchweg steril. Zweizeilige Blattstellung, bleibende Behaarung der Blätter fanden sich ebenfalls bei den unzweifelhaft ächten, jüngeren *Heracleum*-Pflanzen. Dass bei der Berliner Pflanze so viele Seitensprosse ausgewachsen waren, erklärt sich leicht dadurch, dass der Hauptvegetationspunkt zu Grunde gegangen war und damit, wie die Keimpflanzen zeigten, die Anregung zur Verzweigung gegeben war.*) Die Wurzeln waren genau so gebaut, wie bei den Göttinger Pflanzen; dass der starke Wurzelfilz fehlte, ist wiederum daraus zu erklären, dass die Pflanze noch nicht völlig erwachsen war, das Hauptrhizom auch im Absterben war und es an Wurzelresten keineswegs fehlte, wenn sie auch nicht so dicht, wie bei den Göttinger Pflanzen, hervorsprossen und ja erst durch

*) Vergl. Zusatz am Schluss der Abhandlung, pag. 392 (60).

die Verästelung der Wurzeln der dichte Pelz gebildet wird. Die Spreuschuppen der jungen Keimpflanzen waren durchaus einschichtig, mit tief herzförmiger Basis lateral angeheftet — durch starke Entwicklung der herzförmigen Lappen und völliges Uebereinandergreifen derselben schien die Schuppe bei schwacher Vergrößerung schildförmig angeheftet — nach oben war sie in eine lange, schmale Spitze ausgezogen, am Rande trug sie meist aus zwei Zellen gebildete Zähne, auf denen häufig ein- bis zweizellige kurze Drüsenhaare sassen (Taf. 1, Fig. 21). Diesen Spreuschuppen sehr ähnlich waren die unter einander gleichen der Berliner und Herrenhausener Pflanze, nur etwas grösser und von der herzförmigen Basis zog sich nach der Spitze ein schmaler mehrschichtiger Streifen. Ziemlich verschieden davon waren die Spreuschuppen der Göttinger Pflanzen, viel grösser, 3—4 cm. lang, lineal lanzettlich, die Flügel der herzförmigen Basis sehr zurücktretend. Den grössten Theil der Schuppe nahm ein breites mehrschichtiges Band langgestreckter Zellen ein, sich oben allmählich in die lang ausgezogene Spitze der Schuppe verschmälernd. Zu beiden Seiten dieses sich ziemlich scharf absetzenden Bandes lief ein schmaler einschichtiger Saum und hier, sowie an der Spitze war die Schuppe wesentlich ebenso gebildet, wie bei den Keimpflanzen und den übrigen jüngeren Pflanzen. Die Zellmembranen sämtlicher Spreuschuppen waren durchaus unverdickt. Es zeigen also die Spreuschuppen, ebenso wie die Blätter, eine mit zunehmendem Alter und Erstarren der Pflanzen fortschreitende, höhere Entwicklung. Endlich zeigt, wie wir sehen werden, die Berliner Pflanze, wenigstens in dem vorderen Theile ihres Rhizoms, wo die Blattstellung einzeilig wird, in ihrem Gefässbündelverlauf eine solch völlige Uebereinstimmung mit dem der Göttinger Pflanze, wie sie mir bei einem derartig complicirten Strangskelett, wie es *Heracleum* aufweist, bei zwei verschiedenen Species höchst unwahrscheinlich erscheint (Taf. 2, Fig. 14 u. 15. Taf. 1, Fig. 1—10). Da sich endlich in der Literatur keine andere passende Diagnose für das Berliner *Heracleum* fand, so glaube ich aus den oben angeführten Gründen seine Aechtheit nicht länger anzweifeln zu müssen.

Zur Untersuchung des Gefässbündelverlaufs wendete ich folgende Methode an: Die Rhizome wurden in Wasser, dem etwas Salzsäure

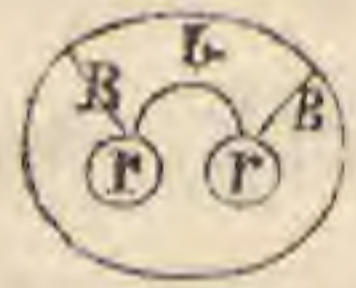
zugesetzt war, ca. eine Stunde gekocht und blieben so mehrere Tage stehen. War dann das Parenchym noch nicht weich genug zum Wegpräpariren geworden, so wurde diese Procedur wiederholt. Sehr praktisch erwies sich dabei der Zusatz von etwas schwefelsaurem Anilin, wodurch die Gefässbündel, soweit sie verholzt waren, eine intensiv gelbe Farbe annahmen. Ebenso erleichterte mehrwöchentliches Liegen in Alkohol vor dem Kochen, wenigstens bei *Polypodium Heracleum* und *quercifolium*, die Präparation bedeutend, da sich dadurch das Parenchym rothbraun färbte, während die Gefässbündel bedeutend heller blieben und durch die Anilinfärbung besonders deutlich hervortraten. Die Präparation geschah ausschliesslich mit der Lanzettnadel unter Wasser. Nur bei den Keimpflanzen verfuhr ich anders, wie dort gezeigt werden wird. Ausserdem wurden, theils zur Controle, theils zur genaueren Erkennung einzelner Details zahlreiche Querschnitte angefertigt.

Gefässbündelverlauf der verschiedenen Pflanzen.

In dem, durchweg aus in der Längsrichtung gestreckten Parenchymzellen bestehenden, Grundgewebe des cylindrischen Rhizomes der Göttinger Pflanzen verliefen zwei, aus den gleichen Elementen aufgebaute, aber sehr verschieden ausgebildete Gefässbündelsysteme, ein äusseres rinden- und ein inneres markständiges. Beide bestehen aus sehr zahlreichen längs verlaufenden, verhältnissmässig feinen, unbescheideten Gefässsträngen, die durch eine grosse Menge Anastomosen zu einem reichmaschigen Netzwerk verknüpft sind. Das rindenständige System besitzt im Wesentlichen die Gestalt eines Cylindermantels, wenigstens in seinen unteren zwei Drittheilen (Taf. 1, Fig. 12 und Taf. 4, Fig. 1). Hier besteht es aus mehr oder minder lang gestreckten, rhombischen oder polygonalen, annähernd parallel verlaufenden Maschen. Gegen das obere Drittheil setzt es sich auf beiden Seiten durch eine schwache Einschnürung ziemlich scharf ab, welche Einschnürung hervorgerufen wird durch einen etwas dickeren (Taf. 2, Fig. 12) oder stellenweise bandartig verbreiterten (Taf. 4, Fig. 1) Gefässstrang. Das obere Drittel ist aus allmählig feiner werdenden Strängen aufgebaut, die hier zu grösseren und kleineren Maschen isodiametrisch polygonaler oder mehr unregelmässiger Gestalt zusammentreten. In regelmässigen Intervallen erhebt sich der obere Theil

des äusseren Gefässbündelsystems zu mässig vorgewölbten Kuppen, die in der Mitte eine kreisförmige Unterbrechung besitzen. Gegen den Rand dieser Oeffnung zu nehmen die Maschen allmählich an Grösse ab, die Bündel werden immer dünner und enden entweder meist blind, oder laufen in Wurzeln aus. Von dem äusseren System allein nehmen sämtliche Wurzelbündel ihren Ursprung. Dieselben entspringen alle unter dem gleichen Winkel, 40° etwa, und laufen innerhalb des Rhizoms alle in der Richtung von vorn nach hinten. Sie setzen nie an quer gestellte Anastomosen an, sondern stets an längs verlaufende Stränge und namentlich da, wo Queranastomosen abgehen. Bisweilen verzweigen sie sich noch vor dem Austreten aus dem Rhizom. Etwa $1-1\frac{1}{2}$ mm, ehe sie die Epidermis durchbrechen, umgeben sie sich mit der dunkelbraunen Scheide aus Faserzellen, deren Membranen fast bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind und die sich fast ohne Uebergang scharf gegen das Parenchym absetzt. Es besitzen nämlich die Membranen der untersten resp. äussersten, noch im Rhizom eingeschlossenen Zellen dieser Scheide in ihrer oberen resp. inneren Hälfte bereits vollkommen den normalen Bau der Scheidenfaserzellen, um nach unten resp. aussen allmählich sich verdünnend in die feine Cellulosemembran gewöhnlicher Parenchymzellen überzugehen.

Das markständige System ist bedeutend complicirter gebaut. Ein Querschnitt durch das Rhizom, 3 cm hinter einer Blattinsertion (Taf. 1, Fig. 1 u. 10) giebt uns ungefähr folgendes Bild, das als Ausgangspunkt für die folgende Betrachtung dienen soll: nach unten zwei einander ziemlich genäherte Ringe (r), die durch eine nach oben gewölbte halbkreisförmige Brücke (b) verbunden sind. Von dem oberen Rande derselben läuft auf jeder Seite schräg nach aussen ein Band (B), das sie an den Ring des Rindensystems anheftet. Die beiden Ringe entsprechen zwei parallel verlaufenden, aus sehr langen Gefässbündelmaschen gebildeten Röhren, deren Stränge bedeutend stärker sind als die des äusseren Systems (Taf. 1, Fig. 13, 14, 15, r r), die beiden seitlichen Bänder einer, ebenfalls aus lang gestreckten Maschen stärkerer Bündel aufgebauten, continuirlich nach dem rindenständigen System verlaufenden Duplicatur des markständigen, deren oberste Maschen sich sämtlich an den, das rindenständige System beiderseits einschnürenden Gefässstrang ansetzen (Taf. 1, Fig. 13b). Verfolgen wir nun das innere System in der Richtung gegen den Blattstiel nach vorn, so bleibt die nach



aussen laufende Duplicatur und der untere Theil der beiden Gefässröhren im Wesentlichen ungeändert (Taf. 1, Fig. 10—5). Dagegen rücken die Innenseiten der beiden Röhren näher zusammen und verschmelzen bald mit einander (Taf. 1, Fig. 9) derart, dass ihr Querschnitt ungefähr Bisquitform zeigt. Aus der verbindenden Brücke und dem oberen Theil der beiden verbundenen Röhren entsteht nun, durch halbkreisförmiges Verwölben dieses letzteren Theiles nach unten, verbunden mit einer Ablösung von dem unteren Theil der beiden vereinigten Röhren, eine starke dritte Röhre (Taf. 1, Fig. 8, 7), die sich gegen das Blatt hin mehr und mehr erhebt (Taf. 1, Fig. 13) und in einem stumpf kegelförmigen, durch die kreisförmige Oeffnung des äusseren Ringes etwas herausragenden Ende ausläuft (Taf. 1, Fig. 12). Durch die Bildung dieser dritten Röhre (des Blattpolsters) verlieren natürlich die beiden unteren Röhren ihren Charakter als solche, da ja ihre obere Hälfte zum Aufbau der dritten Röhre verwendet wurde und sie entsprechen nur noch der unteren Hälfte der bisquitförmigen Figur (Taf. 1, Fig. 8, 7, 6). Gegen das stumpfe Ende der dritten Röhre convergiren sämmtliche Stränge mit allmählich kleiner und kürzer werdenden Maschen (Taf. 1, Fig. 13) und laufen entweder blind und am äussersten Ende unbescheidet aus, bedeckt von dem oben erwähnten schwarzen Köpfchen und in diesem Falle haben wir es mit einem rudimentären Blatte zu thun. Das Köpfchen selbst ist der abgestorbene Blattvegetationspunkt; seine Zellen sind sämmtlich todt, ohne Plasma, die Membranen gebräunt, Segmentgrenzen sind manchmal noch zu erkennen. Im anderen Falle, beim entwickelten Blatt, laufen sämmtliche Stränge, sich kurz vor ihrem Austritt aus dem Rhizom mit einer starken Faserscheide umgebend, in den Blattstiel aus, der sich mit seinem dunkelbraunen, hornartig verholzten Parenchym ziemlich scharf vom Rhizom abhebt (Taf. 1, Fig. 3, 4). Während sich nun diese dritte Röhre mehr und mehr erhebt, erhebt sich zugleich mit ihr (Taf. 1, Fig. 7, 6, 5), sich nach oben schleifenartig verwölbend, die untere, resp. nach Ablösung der oberen Röhre, einzige Verbindungsstelle der beiden unteren Röhren und trifft unter der Mitte des Blattstiels auf die Unterseite der oberen Röhre (Taf. 1, Fig. 5). Direct nach dem Blattstiel, resp. dem als Blattstiel aufzufassenden schwarzen Köpfchen, setzt sich an die Vorderseite der oberen Röhre, beiderseits mit scharfem Falz eingesetzt, eine steile schmale Brücke an (Taf. 1, Fig. 3, b b), die mit einer grossen, geschlossenen, huf-

eisenförmig polygonalen Masche beginnt (Taf. 1, Fig. 12, 13, hh und Taf. 4, Fig. 1h). Diese Masche bildet die Grenze je zweier successiver Blattpolster und ihren unteren Rand kann man als Grenzstrang auffassen. Von der Mitte dieser Masche verlaufen keine Stränge in den Blattstiel, so dass ein Querschnitt durch denselben die Gefässbündel in Form eines offenen Hufeisens angeordnet zeigt. Der Querschnitt (Taf. 1, Fig. 3) zeigt uns, dass die unter dem Blattstiel vollzogene Vereinigung der oberen Röhre mit der Verbindungsbrücke der beiden unteren sich wieder aufgelöst hat, da ja das obere Rohr in den Blattstiel ausgetreten ist, und dass sich nun die verbundenen Innenwandungen der beiden Röhren (der mittlere Theil der unteren Bisquithälfte), (Taf. 1, Fig. 3, bb) sehr stark in die Höhe gezogen haben und so die oben erwähnte schmale, stark gewölbte Brücke (bb) (den Anfang des nächsten Blattpolsters) bilden, die durch die grosse, hufeisenförmige Masche mit der oberen Röhre (dem vorhergehenden Blattpolster), in Verbindung steht. Diese Brücke verbreitert und verflacht sich nun mehr und mehr (Taf. 1, Fig. 2, 1, 10) (entsprechend Taf. 1, Fig. 13 B) und stösst schliesslich (Taf. 1, Fig. 2, 1, rr) an das obere Ende der äusseren Wandung der unteren Röhrenhälften an, so dass diese dadurch wieder zu geschlossenen Röhren werden, zunächst (Fig. 2) durch eine ziemlich schmale, an die Innenseite der beiden Röhren ansetzende Brücke verbunden. Diese letztere rückt, sich verbreiternd (Fig. 1), immer mehr nach der Aussenseite der beiden Röhren und so gelangen wir schliesslich wieder zu dem Bild (Fig. 10), von dem wir ausgegangen, wo dasselbe Spiel von Neuem beginnt. Wurzelbündel entspringen niemals von dem inneren System, ebensowenig finden sich hier blind endigende Stränge (ausgenommen an der Spitze des rudimentären Blattpolsters). Wir sehen also, dass beide Systeme völlig getrennten Zwecken dienen; nur von dem äusseren gehen sämtliche für die Wurzeln und nur von dem inneren sämtliche für die Blätter bestimmten Stränge ab, und Theile des äusseren Systems betheiligen sich nicht an dem Aufbau der Blätter, wie bei den übrigen Polypodiaceen mit mehreren Gefässbündelsystemen, bei denen diese Verhältnisse untersucht sind (*Pteris aquilina* und die *Dennstaedtia*-Arten mit complicirterem Strangskelett.*) Beide Systeme stehen nur durch das von den beiden stärkeren

*) Mettenius, Angiopteris. Abh. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VI.

Grenzsträngen des oberen Drittels (Taf. 1, Fig. 12, g g, Taf. 4, Fig. 1, g g) herablaufende, aus lang gestreckten Maschen gebildete Band in Verbindung (Taf. 1, Fig. 13, b b) und verlaufen sonst überall völlig von einander getrennt.

Die Seitensprossanlagen der Göttinger Pflanzen glichen äusserlich zwar einigermaassen den rudimentären Blättern, unterschieden sich aber sofort durch ihre Stellung und ihren anatomischen Bau. Es beteiligten sich nämlich an ihrem Aufbau äusseres und inneres System derart, dass die äussere (von der Symmetrieebene abgewendete) Hälfte des Seitensprosses von Strängen gebildet wird, die sich an das äussere System ansetzen; der innerste, zur Verwendung kommende Strang ist der stärkere seitliche Strang, der das äussere Bündelrohr beiderseits einschnürt. Derselbe beschreibt (Taf. 4, Fig. 2, 3, s), sich nach der Blattzeile zu verwölbend, eine lange, im Grossen und Ganzen halbmondförmige Masche, durch deren Oeffnung (Fig. 2) Stränge des inneren Systems aufsteigen und, sich mit den letzten des äusseren verbindend, so den inneren Theil des Maschennetzes der Seitensprossanlage aufbauen. Gegen den Scheitel (resp. Vegetationspunkt) der Anlage verliefen die Stränge allmählich blind.

Die junge, aus einem Seitenspross des Göttinger Rhizoms erzogene Pflanze bestand, wie erwähnt, aus (relativem) Mutter- und Tochterspross. Der relative Mutterspross (Tochterspross ersten Grades des Göttinger Rhizoms) zeigte ein einfaches, 3 mm dickes und diese Stärke durchaus beibehaltendes Bündelrohr, das mit einigen grösseren, von den Strängen der Sprossanlage gebildeten Maschen begann (Taf. 2, Fig. 17, 18). Daran schlossen sich, dem Neuzuwachs beim Auswachsen entsprechend, viel zahlreichere, sehr feine Stränge an, die zu sehr kleinen, gestreckt polygonalen Maschen zusammentraten. Die Blattpolster, denen des Muttersprosses ähnlich, nur einfacher gebaut, erhoben sich auf dem Rücken und traten auch äusserlich am Rhizom deutlich hervor. Da keines der drei Blätter zur Entfaltung gelangt war, endeten die Stränge des Blattpolsters an der Spitze desselben blind unter einem schwarzen Köpfchen der oben beschriebenen Art. In den Tochterspross zweiten Grades traten drei, sämmtlich von den Rändern einer einzigen Masche des Tochtersprosses ersten Grades entspringende Stränge ein, die sich aber sehr bald wiederholt verzweigten und untereinander anastomosirend das ebenfalls einfache Bündelrohr des Tochtersprosses zweiten Grades bildeten. Beide Tochtersprosse hatten reichliche, stark sich verzweigende

Wurzeln entwickelt, die indess nur von der unteren Hälfte des Gefässbündelrohres ihren Ursprung nahmen. In den Blattstiel des ersten Blattes des Tochttersprosses zweiten Grades liefen, im Gegensatz zu den Keimpflanzen, drei, in den des zweiten und dritten bereits vier Stränge, von denen die beiden vorderen etwas stärker waren.

Von der Berliner Pflanze kam zur Untersuchung der hinterste Theil des Rhizoms mit vierzehn Internodien und der vorderste mit vier. Der Querschnitt am hinteren Ende war 20 mm breit und 12 mm hoch, von elliptischer Gestalt; die Gefässbündel in einen einfachen Ring geordnet, der auf der Oberseite eine flach muldenförmige Vertiefung trug, aus deren Grunde sich das Blattpolster erhob (Taf. 2, Fig. 11). Das sechste und siebente Internodium zeigten wesentlich das gleiche Bild, nur war die Grube mehr vertieft (Taf. 2, Fig. 12, 13) und das Bild entsprach vollkommen dem von Mettenius (*Angiopteris l. c.*) gegebenen Rhizomquerschnitt. Mettenius giebt daselbst für *Polypodium Heracleum* und *quercifolium* an: „Die Blattkissen nehmen wie bei *Polypodium decurrens* ein vielmaschiges Netz auf, sind aber in das Rindenparenchym des Stammes eingesenkt, demgemäss die Gefässbündel zu einer Röhre angeordnet sind, die auf der Oberseite eine tiefe und breite Furche besitzt, aus deren Grunde sich die für die Blätter bestimmten Stränge erheben.“ Mettenius hatte also offenbar keine völlig erwachsene Pflanze zur Untersuchung gehabt. Diese Angabe ist zugleich das einzige, was ich über den Bündelverlauf dieser Polypodien in der Literatur fand. — Der Querschnitt am vorderen Ende (Taf. 2, Fig. 15) des Rhizoms war 34 mm breit und 16 mm hoch, sein Gefässbündelsystem zeigte, abgesehen von der geringeren Grösse, genau den Bau der Göttinger Pflanzen; dasselbe war auch schon am vorderen Ende des hinteren Stückes (Taf. 2, Fig. 13) der Fall. Der Bau der einzelnen Gefässbündel, die Form der Maschen, zu denen sie zusammentraten, stimmt völlig mit dem bei den Göttinger Pflanzen beschriebenen überein. Die Blätter sind am hinteren Ende deutlich zweizeilig gestellt, einzelne sind verkümmert, jedoch nicht in der regelmässigen Weise, wie bei den Göttinger Pflanzen (von den vierzehn ersten nur zwei und vier, von den vier jüngsten die beiden letzten). Die Blattpolster sind, je nachdem sie der rechten oder linken Zeile angehören, nach rechts oder links geneigt und anfangs 12—14 mm von einander entfernt, am Ende des Rhizoms dagegen un-

gefähr 30 (Taf. 2, Fig. 19, 20). — Das Gefässbündelsystem beginnt (wie der Querschnitt zeigt) als einfaches Rohr mit einer muldenförmigen Einsenkung auf der Rückenseite, aus deren Grunde sich, von hinten nach vorn sanft ansteigend und nach vorn steil abfallend, die Blattpolster erheben (Taf. 2, Fig. 19, 20), die, abgesehen von ihrer geringeren Grösse, ganz denen der Göttinger Pflanzen gleichen; auch wie diese nach vorn durch die grosse geschlossene, ungefähr hufeisenförmige Masche abgegrenzt wurden, von deren seitlichen Rändern ebenfalls die äussersten Stränge in den Blattstiel abgingen, während die Mitte keine Stränge nach oben entsandte. Der einfacheren Darstellung halber werde ich in Folgendem die untere Hälfte der Gefässbündelröhre bis an den äusseren Rand der muldenförmigen Einsenkung als den wurzeltragenden Theil, die Einsenkung selbst mit den Blattpolstern als den blatttragenden Theil des Bündelrohres bezeichnen. Die äussere Kante der Einsenkung war beiderseits durch einen stellenweise stärkeren Strang gebildet, der dem, das „äussere System“ der Göttinger Pflanze einschnürenden stärkeren Strange entsprach. — Seitensprossanlagen waren sehr reichlich vorhanden; am hinteren Rhizomende entsprachen sie an Zahl den Blättern; ihre Stellung war auf den Flanken, jedoch der Oberseite etwas genähert, gerade über der Kante der Einsenkung am hintern Ende der Blattpolster (conf. Fig.), abwechselnd auf der rechten und linken Seite des Rhizoms inserirt, derart, dass einem rechten Blattpolster ein rechter Seitenspross zugehörte und umgekehrt. Aeusserlich standen sie am Rhizom ungefähr in der Mitte zweier Blätter, bisweilen auch auf die Höhe des nächst hinteren zurückgerückt. Dies gilt für das erste bis vierzehnte Blatt. Am vordern Rhizomende hörte diese Regelmässigkeit auf, so fanden sich vor dem vordersten Blatt ein Seitenspross links, zwischen eins und zwei, zwei und drei, von vorn gerechnet je zwei, einer rechts, der andere links, zwischen drei und vier dagegen keiner. Wenn in Folgendem die Rede ist von einem Blatt und seinem zugehörigen Seitenspross, so soll damit keineswegs ein genetischer, sondern nur ein thatsächlicher, räumlicher Zusammenhang bezeichnet werden, dessen eigentliche Natur ganz dahin gestellt sein mag. Diese Ausdrucksweise soll nur grösserer Verständlichkeit der Darstellung dienen. — Eine theilweise Duplicatur erfährt die einfache Gefässröhre zunächst nur am hinteren Ende der Blattpolster, indem sich hier eine aus wenigen Maschen gebildete Brücke vom

Rücken und hinteren Ende des Blattpolsters zum Rande der Mulde gegen den zugehörigen Seitenspross hinzieht; es geht also abwechselnd von einem linken Blattpolster eine solche Brücke nach hinten links, von einem rechten nach hinten rechts (Taf. 2, Fig. 19 b). Diese Brücke senkt sich mit ihrem vorderen Rande meist allmählich in die Mulde hinab, während sie auf dem hinteren Rande scharf abgegrenzt ist durch den schräg nach hinten verlaufenden Grenzstrang der hintersten Maschen, von dem nach hinten und unten keine Stränge abgehen (Fig. 19, g g). Unter dieser Brücke nehmen die Maschen der Mulde und des Blattpolsters ihren normalen Verlauf. In die Seitensprosse selbst treten auf der äusseren Seite Stränge aus dem wurzeltragenden, auf der innern aus dem blatttragenden System und namentlich der Brücke desselben ein. Auswachsende Seitensprosse nehmen vom kleinen Durchmesser an der Insertionsstelle an sehr rasch an Dicke zu, so dass sie 1—2 cm von derselben ihren Durchmesser schon um das mehrfache vergrössert haben. Das erste oder die ersten Blätter der Seitensprosse sind in der Regel verkümmert. Ihr Gefässbündelsystem und die Blattpolster besitzen, nur in viel kleinerem Maasse, völlig den Bau des Muttersprosses, an die verhältnissmässig weiten Maschen der Sprossanlage ihre engen und kleinen Maschen ohne Uebergang ansetzend (Taf. 2, Fig. 19, 20, s s). Von dem siebenten Blatte an begann das wurzeltragende System, bisher auf die ventrale Hälfte und die Flanken beschränkt, auf die dorsale Seite überzugreifen, derart, dass sich zunächst vereinzelte oder ein Paar anastomosirende Stränge auf die Rückenseite vorschoben (Fig. 19, das Rothe); vom neunten bis zwölften Blatt näherten sich jedesmal zwischen zwei Blättern je zwei, vielfach gebrochene, theilweise verzweigte Stränge einander auf der Rückenseite bis auf geringe Entfernung; zwischen dem zwölften und dreizehnten lief ein continuirlicher, gebrochener Strang von einem Rande der Mulde zum anderen. Das wurzeltragende System griff zunächst da, wo sich ihm ein Blattpolster näherte, am meisten auf die dorsale Seite über (conf. Fig.). Hinter dem vierzehnten Blatt überzog es bereits die ganze Rückenseite mit unregelmässig polygonalen, grossen Maschen und gleich von nun an völlig der oberen Hälfte des „äusseren Systems“ der Göttinger Rhizome, nur wies es ab und zu mehr oder minder grosse Lücken auf. Eine Communication zwischen dieser, durch Vergrösserung des wurzeltragenden Systems bewirkten Duplicatur und dem blatttragenden System

fand nirgends statt. Von den Strängen der Duplicatur selbst entsprangen ebenso Wurzeln, wie von dem Bündelnetz der Bauchseite in der bei dem Göttinger Rhizom näher angegebenen Weise. Eine unbedeutende Anomalie fand ich nur einmal, indem nämlich von der Spitze des dreizehnten Blattpolsters zu der des vierzehnten (Fig. 19) zwei parallele, gerade Stränge verliefen. — Die vier Blattpolster des oberen Rhizomendes standen genau einzeilig und waren beiderseits durch eine Brücke von der oben beschriebenen Art mit den Rändern der Mulde resp. den Seitensprossen verbunden. — Für das Eintreten der Stränge in den Blattstiel, das Blindenden derselben unter dem schwarzen Köpfchen bei den rudimentären Blättern, gilt wieder genau das für die Göttinger Pflanzen angeführte. Ebenso entsprangen von der Mulde und den Blattpolstern — dem „inneren System“ der Göttinger Pflanzen nie Wurzeln und das wurzeltragende System beteiligte sich ebenfalls nicht an dem Bündelskelett des Blattstiels. Die Stränge desselben endigten am vorderen Rhizomende (wo überhaupt das wurzeltragende System sich erst über die Rückenseite des Rhizoms ausbreitete) meist blind oder setzten sich als Wurzelstränge fort.

Das Gefässbündelsystem des relativen Muttersprosses (Tochtersprosses ersten Grades) der Pflanze aus Herrenhausen begann mit einem aus wenigen Bündeln gebildeten Rohre (Taf. 2, Fig. 3), auf dem sich zunächst die Blattpolster unter allmählicher Erhebung der dorsalen Seite bildeten, abwechselnd nach rechts und links etwas steiler abfallend, dem Parenchym des Rhizoms aber ganz eingesenkt (Taf. 2, Fig. 4 u. 5). In der Mitte dieses Rhizoms setzten sich die Blattpolster bereits an ihrer Basis beiderseits scharf gegen das dorsale Bündelsystem ab, ohne jedoch schon einer muldenartigen Vertiefung der dorsalen Hälfte eingesenkt zu sein (Taf. 2, Fig. 6), was dagegen am Ende des Sprosses der Fall war; hier griff auch das ventrale, wurzeltragende System mit einzelnen, in Wurzeln endigenden Strängen etwas auf die dorsale Hälfte über, während vorher Wurzeln nur der ventralen Hälfte entsprangen. — Der 20 cm lange Tochterspross begann mit einem aus fünf Strängen gebildeten, 2 mm weiten, cylindrischen Gefässrohr (Taf. 2, Fig. 1), das sehr rasch erstarkte und anfangs, wie der Mutterspross, die Blattpolster als allmähliche Erhebungen der dorsalen Hälfte trug. Sehr bald indess trat die muldenförmige Einsenkung auf, die sich rasch vertiefte (Taf. 2, Fig. 7); aus derselben erhoben sich die Blattpolster, zunächst auf ihrem ganzen Ver-

lauf sich nach oben verschmälernd und abwechselnd rechts und links geneigt. Dann nahmen sie, sich nach den Flanken bauchig vorwölbend, bedeutend an Dicke zu, um sich kurz vor der Insertionsstelle des Blattstiels wieder allmählich zu verschmälern (Taf. 2, Fig. 8, 9). Durch diese Verbreiterung der Blattpolster einerseits und die Vertiefung der Mulde andererseits kamen gegen Ende des Rhizoms auch die beiden parallelen Röhren zu Stande (Taf. 2, Fig. 10), auf denen sich die Blattpolster erheben. Die Röhren, anfangs sehr eng, nahmen allmählich etwas an Dicke zu und näherten sich einander mehr und mehr und am Ende des Rhizoms zeigte der Querschnitt ein ähnliches Bild, wie bei der erwachsenen Pflanze, wenigstens was das sogenannte innere System anlangt. Vom Rande der Mulde liefen vereinzelte Stränge gegen die Oberseite convergirend, theils blind, theils in Wurzeln aus, ohne jedoch völlig bis zur Mitte der Oberseite vorzudringen, so dass ein, dem der erwachsenen Göttinger Pflanzen analoges sogenanntes äusseres geschlossenes System nicht zu Stande kam. — In allen übrigen Punkten zeigte sich völlige Uebereinstimmung mit den vorher beschriebenen Exemplaren.

Die Untersuchungsmethode, die zur Klarlegung des Bündelverlaufs der erwachsenen Pflanze zur Anwendung kam, erwies sich bei den Keimpflanzen, der Kleinheit der Objecte halber — die Pflanzen wurden Mitte December 1880 untersucht — als unbrauchbar. Ich kochte darum einige grössere Rhizome in verdünnter Kalilauge, zerlegte dann das eine der beiden stärksten, nachdem vorher die das Rhizom dicht bedeckenden Spreuschuppen entfernt waren, durch zwei parallele Schnitte in der Richtung der Dorsiventralitätsebene, das andere ebenso in der darauf senkrechten Richtung in je drei, ungefähr gleich dicke Scheiben. Dieselben wurden, nachdem sie durch zweitägiges Liegen in Glycerin genügende Durchsichtigkeit erlangt hatten, einzeln mit dem Prisma bei zwanzigfacher Vergrösserung auf Pauspapier gezeichnet, die einzelnen so erhaltenen Theilbilder orientirt auf einander gelegt und daraus der Bündelverlauf zusammengestellt. Für die jüngeren, resp. langsamer entwickelten Pflänzchen genügte, nach Entfernung der Spreuschuppen, zweitägiges Liegen in Carbolsäure, um das ganze Rhizom genügend durchsichtig zu machen. —

Das Gefässbündelsystem beginnt mit einem einzigen axilen Gefässstrang (Taf. 2, Fig. 24, 25, 26), der das Rhizom ungetheilt bis zum vierten

oder fünften Blatt durchzieht, nach unten reichlichen Wurzeln den Ursprung gibt und nach oben in die von Anfang an (Taf. 2, Fig. 22, 23) streng zweizeilig gestellten Blätter je einen Strang entsendet. Ungefähr nach dem fünften Blatt gabelt sich der axile Strang, die einzelnen Aeste gabeln sich entweder sofort oder jedenfalls nach dem nächsten Blatt nochmals (Fig. 25, 26), so dass sich an den primären einzigen Strang sofort ein zunächst kegelförmiges (mit der Spitze nach unten), dann nahezu cylindrisch werdendes Gefässbündelnetz anschliesst, das langsam aber stetig an Umfang zunimmt. Zugleich mit dem Erstarken des Gefässbündelsystems nimmt auch das ganze Rhizom bedeutend an Dicke zu und zeigt bald etwa birnförmige Gestalt (Fig. 26). Die beiden Blattzeilen stehen auf dem Rücken, anfangs einander sehr genähert, dann, entsprechend der Dickenzunahme des Rhizoms, etwas entfernter, jedoch unter demselben Winkel divergirend. Nach der Theilung des centralen Stranges geht in das nächste Blatt zunächst noch ein durchaus einfacher Strang, bald aber (bei den folgenden) setzt sich der Blattstrang, wenigstens an seiner Basis (im Blattpolster), aus zwei bis drei zusammen und an einem Rhizom (Fig. 25) gingen bereits in das zehnte oder elfte Blatt, genau liess sich dies nicht constatiren, da der Anfang des Rhizoms abgestorben war, zwei getrennte Stränge, von denen sich der eine an seiner Basis wieder aus zweien zusammensetzte. Bisweilen zweigte sich zwischen je zwei Blättern, jedoch ohne eine bestimmte Gesetzmässigkeit erkennen zu lassen, ein Bündel nach den Flanken ab, um dort in die, an den ungefähr fünf Monate alten Pflanzen auch äusserlich sichtbar werdenden Seitensprossanlagen einzutreten. Späterhin traten die Seitensprossanlagen mit ziemlicher Regelmässigkeit, abwechselnd rechts und links, auf.

Conventz*) nimmt für die Farne ein wesentlich aus Blattspuren zusammengesetztes Stammskelett an, nach Untersuchungen am Vegetationspunkte erwachsener einheimischer Formen und Sadebeck**) giebt an: „Die einfachste Anordnung der Gefässbündel (im Farnrhizom) beobachtet man an jüngeren Keimpflänzchen, wo das axile Bündelsystem des Stämmchens von einem Sympodium einsträngiger, distincter Blattspuren gebildet wird. Dies

*) Botanische Zeitung. 1875. pag. 654.

**) Encyclop. d. Naturw. Handb. d. Bot. Bd. I, pag. 282.

muss ich nach dem, was mir die Keimpflanzen von *Polypodium Heracleum* zeigten, wenigstens für diese Form entschieden in Abrede stellen. Wir haben hier anfangs den denkbar einfachsten Fall, einen einzigen, schwach knieförmig hin und hergebogenen centralen Strang, von dem nach oben einzelne, ungefähr ebenso starke Blattspurstränge abgehen. An und für sich könnte dies eben-
sogut ein Sympodium, wie ein Monopodium sein, ja die abwechselnden knieförmigen Biegungen scheinen mehr für ersteres zu sprechen. Nun zeigt aber (Taf. 2, Fig. 24) die vordere Rhizomhälfte ein, von der sehr weit hinter dem Vegetationspunkt liegenden Ansatzstelle des jüngsten Blattspurstranges bis ganz nahe an den Vegetationspunkt selbst heranlaufendes einziges Bündel, zugleich ist die Entfernung zwischen Vegetationspunkt und der Ansatzstelle des jüngsten Blattes so gross, dass dazwischen, wie die Vergleichung mit älteren Pflänzchen zeigt, mindestens noch zwei Blätter angelegt werden müssen. Die Blattspurstränge derselben, von deren Anlage aber bis dato noch gar nichts zu sehen, müssen sich nothwendig an das schon vorhandene centrale Bündel nachträglich ansetzen (resp. von demselben ausgehen), sind also auf alle Fälle jünger als der centrale Gefässstrang, woraus dann die Unmöglichkeit, für *Polypodium Heracleum* ein aus Blattspuren zusammengesetztes Stammskelett anzunehmen, unmittelbar erhellt.

Entwicklung des Gefässbündelsystems.

Im bisherigen lernten wir das Gefässbündelskelett der verschiedenen Altersstufen von *Polypodium Heracleum* kennen. Nunmehr ist es möglich, daraus sowohl eine vollständige Entwicklungsgeschichte desselben herzuleiten, als auch die Verhältnisse der erwachsenen Pflanze richtig zu deuten.

Wie wir bei den Keimpflanzen gesehen, beginnt das Gefässbündelsystem mit einem einfachen monopodialen Strang, aus dem sich zunächst durch Theilung und Anastomosiren der einzelnen Stränge unter einander ein einfaches cylindrisches Bündelrohr entwickelt, von dem nach oben einzelne oder einige wenige Stränge in die einzeilig gestellten Blätter abgehen, auf den Flanken solche in die Seitensprossanlagen, auf der Bauchseite in die Wurzeln. Abgesehen von dem Charakter der Sprossungen, die aus ihnen herhorgehen, ist ein Unterschied der dorsalen und ventralen Hälfte zunächst nicht vorhanden.

Beide sind aus gleich starken Strängen, die zu gleich geformten, unregelmässig polygonalen, etwas gestreckten Maschen zusammentreten, aufgebaut und gehen gleichmässig in einander über (Taf. 2, Fig. 24, 25, 26, Fig. 1, 2). Dann erweitert sich das Gefässrohr an den Blattinsertionen zunächst etwas nach oben, so dass die Blattpolster als nach allen Seiten sanft abfallende Ausstülpungen desselben erscheinen (Taf. 2, Fig. 4). Im nächsten Stadium beginnt die Anlegung der muldenförmigen Einsenkung damit, dass die Blattpolster, die sich rechts und links seitlich bisher convex nach aussen wölbten und unten gerade in das Bündelrohr verliefen (Taf. 2, Fig. 4), sich seitlich convex nach innen (Fig. 5) erheben, so dass das Bündelrohr gleichsam von oben nach unten zusammengedrückt erscheint. Eine eigentliche Mulde ist aber noch nicht vorhanden, denn zu beiden Seiten des Blattpolsters verläuft das Bündelrohr zunächst noch horizontal. Je nachdem das Blattpolster der rechten oder linken Zeile angehört, fällt es nach der rechten oder linken Seite steiler ab. Mit fortschreitendem Wachsthum und damit verbundenem Erstarken des Rhizoms tritt dann eine wirkliche Einsenkung auf der Rückenseite ein (Taf. 2, Fig. 6, 7), wodurch zugleich die dorsale, blatttragende Hälfte sich gegen die ventrale, wurzeltragende schärfer absetzt. Je tiefer diese Einsenkung wird (Taf. 2, Fig. 10, 11, 12, 13, 14), desto mehr werden die Blattpolster eingesenkt und treten äusserlich mehr und mehr zurück. Von nun an vergrössert sich die dorsale Hälfte sehr stark, aber nicht durch Ansatz eines neuen Stückes, sondern derart, dass sich die Mulde immer mehr vertieft und die Blattpolster an Stärke zunehmen. Wo die Blattpolster am breitesten sind, stossen sie (Taf. 1, Fig. 10) nahe am Rande der Mulde wieder an die Bündel derselben an und dann zeigt der Querschnitt zwei geschlossene Ringe, verbunden durch eine nach oben gewölbte Brücke (das oben als „inneres System“ Bezeichnete). Die äusseren Hälften der Ringe gehören der Mulde, die inneren und die verbindende Brücke dem Blattpolster an. Die diese Ringe mit dem „äusseren System“ verknüpfenden Bänder sind die äussersten Theile der dorsalen Hälfte (Mulde). Je nach der Stelle, an der ein Querschnitt geführt wird, erhalten wir dann, der oberen und unteren Breite des Blattpolsters, sowie seiner Höhe entsprechend, die verschiedenen Bilder, indem am hinteren Ende des Blattpolsters, wo dasselbe oben am schmalsten ist, die tiefe Mulde deutlich hervortritt (Taf. 1, Fig. 3), (und beide

Ringe oben geöffnet und von einander getrennt erscheinen), dann nach vorn vorschreitend mit der Verbreiterung und dem Herabsenken des Blattpolsters die Mulde an Deutlichkeit abnimmt, da das Blattpolster oben an die Mulde anstösst und so den Schluss der beiden Ringe wieder ermöglicht (Taf. 1, Fig. 2, 1, 10). Indem sich ferner das Blattpolster, sich unten schliessend, frei über der Mulde als allseitig geschlossene Röhre erhebt, um endlich in den Blattstiel auszutreten (Taf. 1, Fig. 13), erhalten wir die Bilder (Taf. 1, Fig. 9, 8, 7, 6, 5). Durch das Ablösen des Blattpolsters wird die Mulde wieder deutlich, zugleich in ihrer Mitte der Anfang des nächsten Blattpolsters, auf dem Querschnitt als zapfenartiger Höcker (Taf. 1, Fig. 8, 7, 6) der der Erhebung des freien Blattpolsterendes folgt, sich unter dem Blattstiel an dasselbe ansetzt und an seiner Vorderseite bis zur hufeisenförmigen Masche hinaufzieht, so dass direct nach der Blattinsertion das neue Blattpolster als einfache Ausstülpung der Mulde bis dicht unter die Oberfläche des Rhizoms emporgestiegen ist (Taf. 1, Fig. 3) (Fig. 13).

Das wurzeltragende System vergrössert sich durch Ansatz eines neuen Stückes über die Ränder der Mulde hinweg nach oben mehr und mehr und schliesst sich zuletzt über den Blattpolstern, nur an der Austrittsstelle derselben ein kreisförmiges Loch frei lassend, völlig. In diesem Stadium entspricht es dann dem früher als äusseres Bündelrohr bezeichneten System. Die Vergrösserung des wurzeltragenden Systems geht aber viel langsamer vor sich, als die Ausbildung des blatttragenden, so dass letzteres schon lange seine für die erwachsene Pflanze charakteristische Gestalt erlangt hat (Taf. 2, Fig. 8), bevor es zu einem völligen Schluss des wurzeltragenden auf der Rückenseite kommt. Der selbstständige Charakter beider Systeme als blatt- und wurzeltragendes bleibt durchaus streng gewahrt, indem kein Theil der wurzeltragenden Hälfte Stränge an die Blätter abgiebt und ebenso an die blatttragenden nirgends Wurzelstränge ansetzen. Mit Ausnahme des Muldenrandes, der Grenze beider Hälften, stehen sie nirgends in Verbindung. Daraus folgt aber auch, dass wir entwicklungsgeschichtlich den Bündelverlauf von *Polypodium Heracleum* nicht in zwei selbstständige Systeme, ein mark- und ein rindenständiges, zerlegen dürfen, sondern dass wir trotz des complicirten Baues ein wesentlich einheitliches System anzunehmen haben, das nur durch die Ausbreitung der wurzeltragenden Hälfte auf die Rücken-

seite eine partielle Duplicatur erfährt und dessen dorsale, blatttragende Hälfte einfach durch allmählich fortschreitende Einfaltung nach unten (Mulde) und Aussackung dieser Einsenkung nach oben von stets wechselnder Intensität in Richtung der Höhe und Breite (Blattpolster) im ausgebildeten Zustande als selbstständiges System erscheint. — Die bei der Darstellung der Berliner Pflanze als Duplicatur angeführte Brücke vom Rande der Mulde zum Blattpolster kommt ebenfalls nur dadurch zu Stande, dass das sich oben verbreiternde Blattpolster auf einer Seite oben an die Mulde anstösst.

Der Uebergang der zweizeiligen Blattstellung in die einzeilige scheint nicht allmählich, sondern ziemlich plötzlich stattzufinden, soweit sich nach den Verhältnissen des Berliner Rhizoms urtheilen lässt. Hier stellte sich das auf ein seitlich in der Grube stehendes (linkes) Blattpolster folgende, zwar rechts von dem vorhergehenden, aber doch annähernd in die Mitte der Grube und die folgenden stellten sich gerade vor einander (Taf. 2, Fig. 21). Eine vorhergehende bedeutende Annäherung der Blattpolster an die einzeilige Stellung fand dabei nicht statt, vielmehr stand das letzte, noch der zweizeiligen Anordnung angehörige Blattpolster deutlich auf der linken Seite der Grube. Angedeutet wird der Uebergang am Ende der Zweizeiligkeit dadurch, dass die bauchige Emporwölbung der Grube zum Blattpolster zwar seitlich in derselben, aber nicht mehr schief nach aussen, sondern senkrecht in die Höhe geschieht (Taf. 2, Fig. 20), so dass die Blattstiele successiver Blätter nicht mehr divergiren, sondern parallel verlaufen, und, obwohl die Blattpolster noch vollkommene Zweizeiligkeit beobachten, die Blätter doch schon einzeilig gestellt zu sein scheinen.

Was endlich das Verhältniss der Blattstellung von Mutter- und Tochtterspross anlangt, so ist darüber Folgendes zu bemerken: besitzt der Mutterspross zweizeilige Blattstellung, so besitzt der Tochtterspross dieselbe zunächst ebenfalls, kann aber bei genügendem Erstarken, wie bei Besprechung der Vegetationspunktsverhältnisse gezeigt werden wird, späterhin einzeilige Blattstellung annehmen. Der aus dem einzeilig beblätterten Mutterrhizom hervorgehende Tochtterspross hingegen scheint fast stets mit zweizeiliger Blattstellung zu beginnen, wenn ich von dem auswachsenden Tochtterspross ersten Grades des Göttinger Rhizoms, der indess ein Kümmer spross war, absehe. So der auswachsende Seitenspross der Herrenhausener Pflanze, bei dem die

sämmtlichen vierzehn Blätter des Tochttersprosses ersten Grades und die sieben ersten des Tochttersprosses zweiten Grades Zweizeiligkeit beobachteten und dann erst Einzeiligkeit auftrat, so der auswachsende Spross zweiten Grades der Göttinger Pflanze und die Seitensprosse des Berliner Rhizoms. Aus alledem wird darum sehr wahrscheinlich, dass ein gewisses Erstarken des Rhizoms für das Zustandekommen der einzeiligen Blattstellung unumgänglich nöthig ist.

Polypodium quercifolium.

Zur Untersuchung kamen zwei diesen Namen tragende Pflanzen, ein grosses kräftiges und ein kleines Exemplar, beide aus dem botanischen Garten zu Strassburg. Die Diagnose von *Polypodium quercifolium* stimmte auf die von mir untersuchten Pflanzen insofern nicht, als hier die Blätter nicht gestielt, sondern mit herzförmiger Basis sitzend waren, ähnlich wie bei dem Berliner *Heracleum*. Die Pflanzen waren überdies steril und so konnte leider eine vollkommen sichere Bestimmung nicht gemacht werden; auch passte sonst keine andere Diagnose; ein fructificirendes Blatt, das eine derselben früher zu Strassburg getrieben hatte, war übrigens ganz normal gebaut. Dieses *Polypodium quercifolium* steht habituell dem *Polypodium Heracleum* sehr nahe, doch liegt hier zweifelsohne eine andere Pflanze vor. Die ca. 50 cm langen Blätter sind tiefer eingeschnitten, die Lappen verhältnissmässig länger und schmaler, oben endeten die Blätter bisweilen in eine Anzahl kürzerer, krausgewundener Lappen, ferner sind sie völlig glatt, sattgrün, mit reichlichen Kalkschüppchen. Die Rippen 2. und 3. Ordnung springen lange nicht so stark vor, als bei *Polypodium Heracleum*, und bleiben auch bei alten Blättern grün, die Nervatur ist bedeutend feiner wie dort und gleicht ganz der für *Polypodium quercifolium* abgebildeten (Mett. fil. horti Lips.). An dem Rhizom der kleineren Pflanze, die ganz zur Untersuchung verwendet wurde, fehlte der hintere Theil. Das vorliegende Stück war überall gleichdick, etwa 18 mm. Seine Länge betrug bis zum vordersten entfaltenen Blatt 17 cm und es trug auf dieser Strecke 16 Blätter; von da an wurde die Spitze zur Vegetationspunktsuntersuchung verwendet. Bis zum 11. Blatte standen die Blätter genau einzeilig, das 4., in dessen Höhe das Rhizom eine

rechtwinkelige Biegung nach rechts machte, etwas nach links herausgerückt. Vom 12. bis 16. standen die Blätter zweizeilig, indess unter sehr kleinem oberem Divergenzwinkel, etwa 15° , das 12. minimal nach links herausgerückt. Verkümmerte Blätter traten auf, indess ohne feste Regel (2, 7, 8, 15). Auf diesen 16 Internodien kamen 11 Seitensprossanlagen, in der Mitte zwischen zwei Blättern auf den Flanken stehend, aber in regelloser Vertheilung, vor. Die stärksten von ihnen trugen je ein rudimentäres Blatt, das bei einem aus einer eingerollten Anlage, sonst nur aus dem abgestorbenen Blattvegetationspunkte bestand. An der kleineren Pflanze standen die Blätter wie bei *Polypodium Heracleum* Herrenhausen, d. h. die Fläche ihrer Lamina senkrecht zur Rhizomlängsaxe, bei der grösseren Pflanze dagegen wie bei den älteren *Polypodium Heracleum*-Pflanzen, d. h. parallel der Längsaxe, und ebenso wie dort wurde diese Stellung durch eine kurze nachträgliche Drehung des Blattstiels um 90° dicht über dem Rhizom hervorgerufen; eben sich aufrollende Blätter zeigten auch hier die Lamina quer zur Rhizomlängsaxe angelegt. — Das kriechende, fleischige Rhizom ist von einem ungeheuer dichten Pelz von Spreuschuppen umgeben, so dicht, dass das Spreuschuppenkleid von *Polypodium Heracleum* und *aureum* dünn dagegen erscheint. Von den Spreuschuppen befreit, zeigte das Rhizom gelblichgrüne Farbe, ungemein dicht von den Ansatzstellen der Paleae punktirt. Letztere, lebend wachsgelb, abgestorben braunroth, sind lanzettlich mit herzförmiger Basis, ca. 2 cm lang, von denen von *Polypodium Heracleum* unterschieden durch einen minder zackigen Rand und reichlichere, aber kürzere, meist einzeln auf der Mitte oder am Ende, selten auf der Grenze zweier Randzellen und fast nie, wie dort, auf einem aus zwei vorgezogenen Randzellen gebildeten dornförmigen Fortsatz stehende einzellige Drüsenhaare. — Wurzeln traten bei der kleinen Pflanze nur auf der ventralen Hälfte und den Flanken spärlich auf, von ganz ähnlichem Bau wie bei *Polypodium Heracleum*, aber in weit geringerer Anzahl und sehr untergeordneter Verzweigung. Der elliptische Querschnitt der kleineren Pflanze mit der grossen Axe in der Horizontalen zeigte ein einziges Gefässbündelrohr, das oben eine sehr flache Rinne eingesenkt trug (Taf. 3, Fig. 2), aus deren Mitte sich das mässig gewölbte Blattpolster erhob, das äusserlich am Rhizom wie bei *Polypodium Heracleum* nicht hervortritt. — Das Gefässbündelsystem zeigte grosse Aehnlichkeit mit dem der jüngeren Stadien von *Polypodium Heracleum*. Die hintersten 6 Internodien

der kleineren Pflanze wurden präparirt. Die drei ersten Blattpolster standen genau einzeilig, das 4., an der knieförmigen Biegung des Rhizoms etwas nach links herausgerückt, das 5. und 6. standen mit ihrem vorderen Ende wieder in der Verlängerung der ersten Zeile, während das hintere noch ein wenig nach links herausgerückt war (Taf. 3, Fig. 1). Das einzelne Blattpolster ist aus polygonalen, nur wenig in die Länge gezogenen Maschen aufgebaut und steigt von hinten sanft empor, um vorne steil abzufallen, mit einer ungefähr hufeisenförmigen Masche (h), die der von *Polypodium Heraclium* ähnlich, indess auch relativ kleiner und von viel variablerer Gestalt als dort ist. Vorderselben liegt meist noch eine zweite etwas grössere (h') hufeisenförmige Masche, an die sich die Stränge des nächsten Blattpolsters ansetzen. Zu beiden Seiten der Blattpolster, hart am Fusse derselben, läuft je ein etwas stärkerer Strang; (ein Oberstrang im Sinne Mettenius müsste sich schlangenartig zwischen den Blattpolstern durchwinden). Sonst sind sämtliche Stränge ungefähr von gleicher Dicke. Die Maschen der eigentlichen Einsenkung sowie der Bauchseite sind polygonal gestreckt, erstere weniger, letztere mehr. Von dem Rande der dorsalen Mulde liefen bald vereinzelt, bald mehrere Bündel ungefähr 1 cm weit schief gegen den Rücken vor, theils blind, theils in Wurzeln endend. Das Strangskelett der Seitensprossanlagen ist ähnlich wie bei *Polypodium Heraclium*, vorgezogene Höcker oder besser Ausstülpungen des Muldenrandes (Fig. 1). Wo dieselben auszuwachsen beginnen, zeigen sie alsbald das vollständige Bündelsystem des Mutterrhizoms en miniature, ohne Uebergang sich an die verhältnissmässig grossen Maschen des Mutterrhizoms ansetzend.

Die grössere Pflanze, deren Hauptvegetationspunkt zu Grunde gegangen war, zeigte mehrere ausgewachsene Seitensprosse, die zum Theil unregelmässig übereinander weg gewachsen waren. Ich untersuchte den stärksten, 15 cm lang und 3 cm dick. In der Mitte, wo er über ein anderes Rhizomstück, diesem fest angeschmiegt, gekrochen war, zeigte er bedeutend geringere Dicke und grössere Breite. Dieses Rhizomstück trug fünf Blätter, die Fläche der Lamina parallel der Rhizomlängsaxe in der oben angegebenen Weise. Dieselben standen einzeilig mit minimaler Abweichung nach rechts und links von der mathematisch genauen Einzeiligkeit. — Seitensprossanlagen waren hier, im Gegensatz zu der kleinen Pflanze, nur zwei vorhanden, beide im

Auswachsen begriffen. Dieselben verdickten sich aber nicht von schmaler Insertionsstelle aus, wie bei *Polypodium Heracleum* und der kleineren Pflanze von *P. quercifolium*, sondern waren dem Mutterrhizom mit breiter Basis, etwas breiter als der Durchmesser des jungen Sprosses selbst, angeheftet. Dies ist zugleich der einzige Fall, wo ich bei unverletztem Vegetationspunkte des Mutterrhizoms kräftig auswachsende Seitensprosse fand. — Das Querschnittsbild am hinteren Ende dieses Rhizomstücks glich im Wesentlichen dem der kleinen Pflanze, nur besass das Blattpolster eine bedeutendere Höhe; eine dem entsprechende grössere Vertiefung des muldenförmigen dorsalen Theiles, sowie eine sackartige Erweiterung zu beiden Seiten des Blattpolsters, wie bei *Polypodium Heracleum*, fand dagegen nicht statt; dagegen verlief über dem Blattpolster, an den äusseren Muldenrand beiderseits ansetzend, eine continuirliche Brücke (Taf. 3, Fig. 5).

Das Gefässbündelsystem dieses Rhizomstücks zeigte ungemein grosse Aehnlichkeit mit dem von *Polypodium Heracleum* im erwachsenen Zustande (Taf. 3, Fig. 3 u. 4). Es war wie dort eine blatt- und wurzeltragende Hälfte vorhanden. Ebenso wie dort war da, wo beide Hälften zusammenstossen, beiderseits eine parallel der Längsachse verlaufende, durch einen etwas stärkeren Strang gebildete, schwache Einschnürung vorhanden, die auch zugleich den dorsalen, secundären Theil des wurzeltragenden Systems gegen den ventralen, primären scharf abgrenzte. Die ventrale Hälfte des wurzeltragenden Systems bestand wie bei *Polypodium Heracleum* und der kleineren Pflanze aus gestreckten, vorzugsweise rhombischen oder sechs- oder fünfseitigen, durch stärkere Stränge gebildeten Maschen, während die dorsale Hälfte desselben, ebenfalls wie bei *Polypodium Heracleum*, grössere, unregelmässiger gestaltete und von dünneren Strängen zusammengesetzte Maschen aufwies (Taf. 3, Fig. 3). In der Nähe der Blattaustrittsstelle endigten sämtliche Bündel, feiner und feiner werdend und kreisförmig um den Blattstiel herum abbrechend, blind (Fig. 3). Irgendwelcher Antheil an dem Bündelsystem des Blattstiels kam ihnen also, wie bei *Polypodium Heracleum*, nicht zu. Das blatttragende System blieb sich auf der ganzen untersuchten Strecke völlig gleich und zeigte wesentlich dasselbe Bild wie die kleine Pflanze (Taf. 3, Fig. 1 u. 5); zu beiden Seiten sich an den stärkeren einschnürenden Grenzstrang ansetzend, verlief es annähernd horizontal oder nur sehr schwach nach unten gewölbt gegen die Mitte, um sich dort in den

Blattpolstern wieder zu erheben. Diese, übrigens dem Rhizom völlig eingesenkt, standen genau einzeilig, an ihrer Basis durch einen etwas stärkeren Strang beiderseits gegen den horizontalen Theil des Systems abgesetzt. Nur die Ansatzstellen der Blattstiele divergirten in minimaler Weise abwechselnd rechts und links, die Entstehung dieser Blattstellung aus der zweizeiligen so noch andeutend. Von hinten nach vorn stiegen die Blattpolster allmählich an und fielen nach vorne senkrecht ab, begrenzt, ähnlich wie bei *Polypodium Heracleum*, durch eine, nur schmälere, hufeisenförmige Masche, die bis zur Basis des nächstvorderen Polsters herabließ. Auch auf den Flanken fielen sie scharf ab gegen den horizontalen Theil der dorsalen Hälfte. — Die Stränge der Blattpolster, von relativer Stärke, setzten sich genau wie bei *Polypodium Heracleum* zu langgestreckten, nach vorn an Grösse abnehmenden Maschen zusammen, und liessen 7—8 Stränge in den Blattstiel eintreten. Die beiden starken Seitensprosse zeigten einen ihrer äusseren Gestalt entsprechenden, aber von den Seitensprossen der kleinen Pflanze und von *Polypodium Heracleum* ziemlich abweichenden Bau des Gefässbündelsystems. An Stärke dem des Mutterrhizoms wenig nachstehend, war ihr Bündelsystem an der Insertionsstelle am breitesten und in seinem Bau mit jenem ganz conform von Anfang an. Und zwar verlief das wurzeltragende System des Mutterrhizoms allseitig in das des Tochttersprosses (Fig. 3), dort ebenfalls das wurzeltragende System bildend, so dass dasselbe gleichsam als eine Ausstülpung desjenigen des Mutterrhizoms erscheint; natürlich wurde dadurch der Zusammenhang zwischen blatt- und wurzeltragendem System des Mutterrhizoms an der Insertionsstelle des Seitensprosses aufgehoben. Das blatttragende System des Mutterrhizoms seinerseits verlief, der Ausstülpung des wurzeltragenden folgend und sich continuirlich seitlich an dasselbe ansetzend, in das, dem des Mutterrhizoms ebenfalls völlig gleichgestaltete, blatttragende System des Tochttersprosses. Beide Seitensprosse trugen je ein Blatt, das aber völlig rudimentär geblieben war. Blatt- und wurzeltragendes System standen mit Ausnahme der Grenze beider durchaus in keinem Zusammenhang und von dem blatttragenden entsprangen keine Wurzeln oder blind endende Stränge und das wurzeltragende betheiligte sich nicht am Aufbau des Bündelsystems der Blattpolster, so dass auch hierin völlige Uebereinstimmung mit *Polypodium Heracleum* herrscht.

Wie bei derartig analogem Bau zu erwarten, ist auch die Entwicklungsgeschichte desselben der von *Polypodium Heracleum* sehr ähnlich, indess doch nicht völlig gleich. Hier wie dort haben wir, wenn ich von den ersten Stadien, die mir bei *Polypodium quercifolium* leider fehlten, absehe, zunächst ein einfaches cylindrisches Bündelrohr, von dessen ventraler Hälfte Wurzeln, von dessen dorsaler Blätter entsprangen. Die Complication tritt hier wie dort durch Uebergreifen des wurzeltragenden Systems auf die dorsale Seite einerseits und reichere Entwicklung des blatttragenden andererseits ein, das durch den völligen Schluss des ersteren zum inneren System wird. Es ist hier wieder bei der erwachsenen Pflanze wie bei *Polypodium Heracleum* der ventrale Theil des wurzeltragenden Systems und das blatttragende das primäre Element, entsprechend dem einfachen Bündelrohr der jungen Pflanze, das erst durch den Schluss des wurzeltragenden auf der Rückenseite eine partielle Duplicatur erhält. Bei der geringen Entwicklung des blatttragenden Systems lassen sich hier in entwickeltem Zustande die ursprünglichen Verhältnisse viel leichter wiedererkennen und die theoretische Deutung des Ganzen ist viel anschaulicher. Wir haben also entwicklungsgeschichtlich auch für *Polypodium quercifolium* ein wesentliches einheitliches System, das aber ebenfalls, wie bei *Polypodium Heracleum*, in zwei, durch ihre Functionen scharf getrennte Hälften zerfällt. Während aber bei *Polypodium Heracleum* zunächst das blatttragende System eine reiche Entwicklung erfährt und schon lange in der für die erwachsene Pflanze charakteristischen Gestalt ausgebildet ist, bevor das sehr langsam nach oben vorrückende wurzeltragende System sich auf der dorsalen Seite schliesst, zeigt umgekehrt *Polypodium quercifolium* ein rascheres Uebergreifen des wurzeltragenden bei sich annähernd gleichbleibendem blatttragendem System. Denn bei letzterem nimmt mit fortschreitendem Erstarken des Rhizoms eigentlich das Blattpolster nur an Höhe zu, und die muldenförmige Vertiefung zu beiden Seiten desselben, die schliesslich zu den beiden Röhren führen sollte, unterbleibt völlig; ferner bleibt auch das Blattpolster auf seinem ganzen Längsverlauf (Fig. 4) von annähernd derselben, im Verhältniss zur Dicke des Rhizoms geringen Breite, so dass successive Querschnitte durch ein Internodium, abgesehen von der etwas verschiedenen Höhe des Blattpolsters, völlig gleiche Bilder zeigen. Ob vielleicht doch noch später das blatttragende System sich hier reicher entwickelt, muss

ich dahingestellt sein lassen, doch glaube ich, dass der sich im Wesentlichen gleichbleibende Bau an dem mir zur Untersuchung vorliegenden Materiale kaum zu einer derartigen Vermuthung berechtigt, zumal, da die Pflanze bereits fructificirt hat.

Polypodium taeniosum.

Mettenius^{*)} rechnet diesen Farn zu denen mit zweizeiliger Blattstellung; doch führt er an, dass er „zuweilen“ die Blätter in drei oder vier Zeilen auf dem Rücken des Stammes angeordnet fand und dann nur die Blätter der äussersten Zeile mit Seitensprossen versehen waren. Weiteres über diese interessante Blattstellung giebt er nicht an. — Die von mir untersuchten Pflanzen hatten folgenden Bau: Die Bauchseite war dicht von kahlen, starren, mit sehr mächtiger Faserscheide versehenen Wurzeln bedeckt, die nur auf eine kurze Strecke von ihrem Vegetationspunkt rückwärts mit einem Pelz von Wurzelhaaren bedeckt waren; auf der ganzen dorsalen Hälfte standen Blätter, aber nicht zweizeilig, sondern dicht gedrängt in Parastichen, während sich die Orthostichen kaum und immer nur auf kürzeren Strecken verfolgen lassen (Taf. 3, Fig. 6), ausserdem noch durch Krümmungen und Torsionen des Rhizoms noch mehr verwischt werden. Nur die den Flanken am meisten genäherten Blätter besaßen Seitensprosse, die indess nicht regelmässig vorhanden waren; auch standen die jeweils den Flanken am meisten genäherten Blätter keineswegs in einer einzigen Orthostiche, da die Gliederzahl in den Schrägzeilen wechselte. Die Seitensprosse selbst stehen, wo sie überhaupt auftreten, deutlich auf den Flanken des Rhizoms. Ihre Stellung zur Blattinsertion ist die von Mettenius angegebene: „hinten und unten von der Blattinsertion und zwar unmittelbar hinter derselben.“ —

Die Präparation des Gefässbündelverlaufs wurde sehr erschwert durch eine grosse Menge dem parenchymatischen Grundgewebe eingebetteter Sclerenchymparthien von 1—3 mm Länge und der Dicke eines Pferdehaares.

¹⁾ Mettenius, Ueber Seitenknospen bei den Farnen. Abh. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VII, pag. 611.

De Bary*) giebt eine Bemerkung über derartige Gebilde: „Isolirte braunhäutige Sclerenchymbündelchen oder selbst vereinzelt Fasern sind im Parenchym der Farne hier und da beobachtet. Kleine, nur wenige Fasern starke, oben und unten im Parenchym blind endigende Stränge oder vereinzelt Fasern durchziehen der Länge nach das Parenchym im Rhizom von *Pteris-aquilina*, *Polypodium Lingua*, *Osmunda regalis* und andere.“ Ich fand derartige Gebilde bei den kriechenden Polypodien ziemlich verbreitet und zwar bei: *Polypodium musaeifolium*, *repens*, *Phyllitidis*, *leiorhizon* und *longissimum* sowie *taeniosum*. Dieselben erwiesen sich übrigens bei mikroskopischer Untersuchung nicht als Faserzellen, sondern als normale Parenchymzellen, deren Wandung partielle Sclerose erlitten, meist derart, dass zwei bis drei oder mehr Zellen an den aneinander stossenden Wänden ungeheuer stark verdickt waren. Die Verdickung verlief aber nur selten in den nicht verdickten Theil der Wandung allmählich über, meist brach sie scharf ab. Bisweilen unterlag auch eine ganze Zellgruppe (Taf. 3, Fig. 9) derartiger Sclerose; dann waren die mittleren Zellen, den übrigen an Grösse bedeutend nachstehend, bis zu völligem oder beinahe völligem Schwinden des Lumens verdickt und die Membran der daran grenzenden in der oben charakterisirten Weise. In der sclerotischen Wandung verliefen zahlreiche meist einfache, selten verzweigte Tüpfel. Derartige Zellen standen gewöhnlich auch zu mehreren vor einander und es erschien der verdickte Theil des ganzen Complexes als die schwarze, rosshaarähnliche Faser. Dieselben bilden sich sehr frühe und rasch aus, 5—8 mm hinter dem Vegetationspunkte waren sie stets vorhanden. —

Gleicher Weise wie durch seine äussere Erscheinung steht *Polypodium taeniosum* auch durch sein Gefässbündelsystem als vermittelnde Form da zwischen den Farnen mit zweizeiliger und denen mit spiraliger Blattstellung. Dieser eigenthümliche Farn besitzt ein einfaches Bündelrohr, das deutlich in einen dorsalen und ventralen Theil zerfällt. Die Stränge der dorsalen Hälfte (Taf. 3, Fig. 7, 8), die etwas stärker als die der ventralen Hälfte sind, treten wie bei *Aspidium filix mas* oder *Aspidium filix femina* zu rhombischen Maschen zusammen. Ueber jeder dieser Maschen steht ein Blatt. Die für dasselbe bestimmten Stränge entspringen aber nicht, wie bei *Aspidium filix*

*) Vergleichende Anatomie pag. 445.

mas, vom Rande der ganzen Blattlücke, noch auch geht, wie bei *Aspidium filix femina*, ein einziger später sich theilender Strang vom hinteren Winkel der Masche in das Blatt ab, sondern vom hinteren Viertel der Masche (der hinteren Hälfte der beiden unteren Ränder) (Fig. 7) entspringen drei bis fünf Stränge. Dieselben verlaufen sehr flach über der Masche (Fig. 8) hin und ziemlich weit nach vorn, anastomosiren dann und gabeln sich theilweise. Gleichzeitig erheben sie sich im sanften Bogen und treten meist als sieben getrennte Stränge in den Blattstiel ein. Das Blattpolster selbst steht, wie Fig. 8 zeigt, auf der Mitte zweier genau vor einander liegender Maschen (in dem aufgerollten Cylindermantel, Fig. 7, ist der untere Theil der Blattspurstränge verkürzt gezeichnet, um das Bild übersichtlicher erscheinen zu lassen). Die ventrale Hälfte des Gefässcylinders besteht aus etwas dünneren Strängen, die zu einem unregelmässigen Netzwerk gestreckter, polygonaler Maschen in der normalen Weise der kriechenden Polypodiaceen sich vereinigen. Die Maschen der Unterseite sind beträchtlich kleiner als die rhombischen der dorsalen. Beide Hälften gehen ziemlich unvermittelt ineinander über (Taf. 3, Fig. 8). Auf der Grenze beider Hälften entspringen die Seitensprossanlagen als kleine, etwa halbkugelige Höcker; es treten in dieselben ungefähr drei bis vier getrennte Stränge ein, die ohne feste Regel theils von den obersten Maschen der ventralen Hälfte, theils von der äusseren Hälfte der äussersten dorsalen rhombischen Maschen, theils von dem äussersten Blattspurstrang selbst, von dem mitunter noch ein Anastomosenstrang (a) sich nach dem Grenzstrang beider Hälften abzweigt, ihren Ursprung nehmen. — Wir haben also bei *Polypodium taeniosum* in der dorsalen Hälfte des Gefässcylinders den ausgesprochenen Charakter des Bündelverlaufs eines spiralig allseitig beblätterten Farnrhizoms, während die ventrale Hälfte ebenso genau dem normalen Typus der kriechendem Polypodiaceen mit zweizeiliger Blattstellung entspricht.

Auf eine Entwicklungsgeschichte dieser Pflanze muss ich hier leider verzichten, da mir kein jüngeres Material zur Verfügung stand und eine Sporenkultur, da die Sporen erst einige Monate nach der Aussaat zu keimen begannen, zu langsam vorrückte. Ebenso muss ich dahingestellt sein lassen, ob vielleicht der Farn in seiner Jugend mit einer zweizeiligen Blattstellung beginnt. Auswachsene Seitensprosse scheinen nur bei oberflächlicher Be-

trachtung darauf hinzudeuten, indem an solchen schwächeren Sprossen anscheinend auf eine kurze Strecke zweizeilige Blattstellung auftritt. Genauere Untersuchung zeigt aber auch hier schon deutlich die Anordnung in mehrgliederigen Parastichen, doch zählen dieselben immerhin weniger Glieder, als die des Mutterrhizoms, überdies bleibt eine Anzahl der Blätter rudimentär, so dass solche Sprosse auf den ersten Blick wohl für zweizeilig beblättert gelten können.

Die übrigen, späterhin noch zur Besprechung kommenden Formen besitzen sämtlich den normalen *Polypodiaceen*-Bau und bieten, was ihren anatomischen Aufbau anlangt, insofern wenig Interesse, als die Abweichungen der einzelnen Formen von einander verhältnissmässig gering sind und das Gesamtbild, cylindrisches Bündelrohr mit aufsitzenden, äusserlich am Rhizom hervortretenden, von hinten nach vorn ansteigenden, auf den Flanken und besonders vorn steil abfallenden Blattpolstern, ungeändert lassen. Präparirt habe ich nur den Bündelverlauf von *Polypodium vulgare*, *aureum* und *musaeifolium* und kann, was denselben anlangt, auf die von Mettenius*) gegebenen Beschreibungen verweisen, die ich im Wesentlichen bestätigt fand; nur konnte ich den zwischen den Blattzeilen verlaufenden, „durch Stärke ausgezeichneten“ sogenannten „Oberstrang“ bei keiner der drei Formen als solchen erkennen; vielmehr besaßen alle Stränge ungefähr gleiche Stärke und nur die zu beiden Seiten der Blattpolster verlaufenden waren durch etwas beträchtlichere Dicke ausgezeichnet, so dass dadurch auch hier eine Theilung des Systems in blatt- und wurzeltragendes angedeutet wurde.

*) Mettenius, *Angiopteris*. Abh. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VI.

Nachdem so in Vorstehendem der anatomische Aufbau und theilweise die Entwicklung desselben bei einigen kriechenden, dorsiventral gebauten *Polypodien* betrachtet wurde, wende ich mich nunmehr zur Untersuchung der zweiten Frage: Wie, d. h. in welcher Stellung werden die Blätter (und Seitensprosse) bei diesen Formen am Vegetationspunkt der Hauptaxe angelegt?

Wie oben erwähnt, nach Hofmeister auf den Flanken, also radiär, wenigstens bei den kriechenden, zweizeilig beblätterten; erst durch nachträgliche Verschiebung, bewirkt durch fast ausschliessliches Wachsthum der Bauchseite, soll die definitive dorsiventrale Stellung zu Stande kommen. Für *Polypodium taeniosum* erschien ein derartiges Verhalten schon aus mechanischen Gründen sehr unwahrscheinlich, da ja die von mir untersuchten Exemplare nichts weniger wie zweizeilig beblättert waren.

Bei der Besprechung dieser Verhältnisse werde ich von *Polypodium taeniosum* ausgehen, das vermöge seines eigenthümlichen Baues ein ausgezeichnetes Mittelglied darstellt, das die bisher unvermittelte Kluft zwischen den radiären, spiralig allseitig beblätterten Farnen und den dorsiventral gebauten mit zweizeiliger Blattstellung aufs Schönste überbrückt, denn wir brauchen uns nur die Blattparastichen auch auf die ventrale Hälfte ausgedehnt zu denken, um einen radiären, spiralig allseitig beblätterten Farn zu erhalten, andererseits die Gliederzahl der Parastichen auf zwei zu reduciren und dann haben wir den dorsiventralen, zweizeilig beblätterten Typus. Nach diesem einen Extrem sollen dann Vertreter des normalen Typus betrachtet werden. Als solche wurden gewählt: *Polypodium vulgare*, *aureum*, *musaeifolium*, *repens*, *Phyllitidis*, *Cymatodes*, *neriifolium*, *leiorhizon*, *longissimum*, *ireoides*, *loriceum* und *decurrens*. Zuletzt kommen wir dann in *Polypodium quercifolium* und *Heracleum*, die in der Jugend zweizeilig, erwachsen einzeilig beblättert sind, zu dem anderen Extrem in der Reihe der dorsiventral gebauten Farne.

Zur Klarlegung dieser Verhältnisse wurden zwei Methoden angewendet: einmal und hauptsächlich Querschnitte, senkrecht zur Rhizomlängsaxe geführt. Um die Präparate genau orientiren zu können, wurde auf der Unterseite des Rhizomendes mit dem Rasirmesser ein Einschnitt bis nahe an den Vegetations-

punkt heran gemacht, möglichst genau in der Richtung der den Winkel der Blattzeilen halbirenden Ebene (Symmetrieebene des Rhizoms). Dadurch wurde es ermöglicht, aus mehreren Schnitten eine genaue und orientirte Projection sämmtlicher Anlagen in der Nähe des Vegetationspunktes auf eine zur Rhizomlängsaxe senkrechte Ebene herzustellen, indem die successiven Querschnitte bei einer Vergrößerung 20:1 mit Hilfe des Prismas derart übereinander gezeichnet wurden, dass sich die Einschnitte auf der ventralen Seite genau deckten. Die so erhaltenen Bilder zeigten, lauter gelungene Präparate natürlich vorausgesetzt, die Stellungsverhältnisse sämmtlicher Anlagen aufs Klarste und Unzweideutigste. Die zweite Methode, hauptsächlich da angewendet, wo die Ausführung der ersten aus technischen Gründen auf Schwierigkeiten stiess, namentlich bei zu geringer Stärke des Rhizoms und bei den Formen, deren Spreuschuppen auf der Mitte ihrer zur Oberfläche senkrechten Scheidewände eine starke schwarzbraune, sklerotische Lamelle besitzen, wodurch gute Querschnitte sehr erschwert werden, beruhte auf successiven Längsschnitten, genau der (horizontalen) Dorsiventralitätsebene parallel geführt. Dieselben wurden dann mit Hilfe des Prismas bei der gleichen Vergrößerung auf Pauspapier gezeichnet und dann orientirt, die untersten zuerst, derart übereinander gezeichnet, dass der nächst obere Schnitt ein wenig gegen den nächst unteren zurückgerückt wurde. Zur genaueren Orientirung dienten dabei die in den einzelnen Schnitten befindlichen Gefässbündelstücke. Die so erhaltenen Bilder (ungefähre Horizontalprojection) standen zwar den ersterwähnten an Uebersichtlichkeit etwas nach, genügten aber zur Erkennung der fraglichen Verhältnisse vollkommen. Bei beiden Methoden war übrigens noch auf einen Umstand Rücksicht zu nehmen, nämlich auf die in den meisten Fällen vorhandene Aufwärtskrümmung der Rhizomlängsaxe an ihrem vordersten Ende, bewirkt durch stärkeres Längenwachsthum der ventralen Rhizomhälfte. Dieselbe entsprach in den extremsten Fällen einem Winkel von ca. 60°. Darum mussten Querschnitte unter dem Complementärwinkel, Längsschnitte unter demselben Winkel gegen die Hauptrichtung der Rhizomlängsaxe geführt werden und bei den Längsschnitten das hintere Ende etwas dicker gemacht werden, um eine möglichst der natürlichen Stellung entsprechende Projection zu erhalten. Bei den Querschnitten dagegen war es nicht nöthig, dieselben auf der Bauchseite etwas dicker zu machen, da hier meist 1—3 successive Schnitte schon genügten.

Polypodium taeniosum.

Hier wurde vorzugsweise die zweite Methode angewendet, da die Spreuschuppen den für gute Längsschnitte erwähnten ungünstigen Bau besaßen und die jüngsten Anlagen nicht im Grunde einer trichterförmigen Vertiefung der Rhizomspitze saßen, so dass sich, ohne jene zu verletzen, die Spreuschuppen vorher nicht entfernen liessen. Der Hauptvegetationspunkt ist einzig und allein durch die ihn bedeckenden Spreuschuppen geschützt, die übrigens durch die sklerotische Verdickung der Mitte ihrer zur Oberfläche senkrechten Wände, die die ganze Schuppe mit einem geschlossenen Netze durchzieht, bedeutende mechanische Festigkeit erhalten. Da das Rhizom oberirdisch kriecht genügt dieser Schutz auch vollkommen.

Denkt man sich durch die Stammscheitelzelle von *P. taeniosum* eine der Dorsiventralitätsebene parallele Ebene gelegt (Tangentialebene an die schwach aufwärts gekrümmte Rhizomlängsaxe in der Scheitelzelle), so findet man, dass die Stammscheitelzelle selbst am tiefsten liegt, d. h. unterhalb und in dieser Ebene liegen keine weiteren Vegetationspunkte. Dieses Resultat wurde dadurch gewonnen, dass der erste in der oben angegebenen Weise geführte Längsschnitt, von unten an gerechnet, der einen Vegetationspunkt enthielt, durch den Stammvegetationspunkt und nur durch diesen ging. Das Rhizomende wurde von diesem Schnitt an aufwärts in 40 Längsschnitte zerlegt, von denen die letzten 10 bedeutend dicker waren, da hier keine ganz jungen Anlagen mehr erwartet wurden. Diese Schnitte wurden von unten anfangend numerirt. Dabei ergaben sich für sämtliche vorhandenen Blatt- und Sprossanlagen (mit römischen Ziffern bezeichnet) folgende Abstände von der zur Dorsiventralitätsebene normalen und durch die Rhizomlängsaxe gehenden (Symmetrie-) Ebene (bei zwanzigfacher Vergrößerung): Stammscheitel in Schnitt 1, 2 und 3, mit der Mitte auf der Grenze zwischen 1 und 2; I in Schnitt 4 und 5, mit der Mitte auf der Grenze beider, 10 mm rechts; II auf 5, 6, 7, 8, mit der Mitte in 6, 5 mm rechts; III auf 7 und 8, mit der Mitte auf der Grenze beider, 8 mm links; IV auf 7, 8, 9, 10 und 11, mit der Mitte in 9, 43 mm rechts; V auf 10 und 11, Mitte 10, 7 mm links; VI auf 10 und 11, Mitte die Grenze beider, 18 mm rechts; VII auf 21—27, Mitte

ca. 24, 6 mm rechts; VIII auf 24—33, Mitte ca. 30, 21 mm links; IX Mitte ca. 37, 38 mm rechts; X Mitte ca. 37, 46 mm links; XI Mitte ca. 40, 21 mm links. In der Stellung dieser Anlagen lässt sich bereits die spätere Anordnung in Parastichen erkennen (Taf. 3, Fig. 12), doch soll keineswegs gesagt sein, dass sich die jungen Blattanlagen bei ihrer Weiterentwicklung in die dort angedeuteten Parastichen gestellt hätten, vielmehr lassen sich bei der relativen Entfernung, in der die Anlagen hier noch stehen, ebenso gut auch andere construiren und die definitive und deutliche Anordnung in Schrägzeilen erfolgt ja auch erst, wenn die entfernten Anlagen durch Verbreiterung beim Auswachsen sich einander nähern und sich durch gegenseitigen Druck in Contactlinien ordnen. Ebenso giebt auch die Bezifferung nur im Allgemeinen die Reihenfolge ihrer Entstehung an, da die Schnitte nicht überall mathematisch gleich dick sind und die äusseren Blätter weniger über die Dorsiventralitätsebene emporgehoben werden als die inneren; doch das geht mit Sicherheit daraus hervor, dass erstens sämtliche Anlagen dorsal entstehen, sowie dass sie von Anfang an nicht in zwei Zeilen, sondern allseitig auf der oberen Hälfte der Rhizomspitze angelegt werden. Dass an der erwachsenen Pflanze die Seitensprosse völlig auf den Flanken, bisweilen sogar ziemlich tief (schon auf der ventralen Hälfte) inserirt sind, darf uns nicht Wunder nehmen, da sie bei vorschreitendem Wachsthum als Endglieder der Schrägzeilen natürlich am meisten nach unten rücken. Controluntersuchungen an anderen Rhizomspitzen bestätigten die dorsale Anlage sämtlicher Blätter und Seitensprosse.

Polypodium taeniosum besitzt also nicht nur dorsiventralen Bau, sondern auch dorsiventrale Verzweigung, da die Bedingung, dass die Stellung der seitlichen Glieder schon am Vegetationspunkte dorsiventral sei, erfüllt ist. Die Anlagen stehen ferner schon am Vegetationspunkt in einer der definitiven Stellung entsprechenden Weise und nur aus mechanischen Gründen treten nachträgliche, relativ geringe Verschiebungen ein.

Polypodium vulgare.

Das Material hiervon wurde Anfang December 1880 auf moosbewachsenen Sandsteinfelsen im Walde gesammelt. Ich führe dies an, da ja der immer-

hin mögliche, allerdings nicht wahrscheinliche Fall zu berücksichtigen ist, dass unter anderen Vegetationsbedingungen wachsendes oder zu anderen Zeiten gesammeltes Material sich in der bei Hofmeister geschilderten Weise verhalten könne. Für die Warmhausfarne gilt diese letztere Möglichkeit nicht, da dieselben unter beinahe unveränderten Vegetationsbedingungen das ganze Jahr hindurch wachsen, nur im Winter mit etwas geringerer Intensität. Bei diesem Farn, an dem ich die Stellungsverhältnisse am Vegetationspunkt zuerst untersuchte, weil mir hier Material in beliebiger Menge zu Gebote stand, begann ich mit Längsschnitten parallel der Dorsiventralitätsebene durch das Rhizomende. Dabei erhielt ich mindestens zwei, meistens drei, bisweilen auch vier Vegetationspunkte in successiven Schnitten und zwar niemals, vorausgesetzt, dass der Schnitt genau in der angegebenen Richtung geführt wurde, zwei Vegetationspunkte, median getroffen, in derselben Horizontalebene; meist folgten sie in successiven Schnitten; zuweilen lagen auch zwischen zwei Vegetationspunkten (resp. deren Scheitelzellen) ein oder zwei Schnitte ohne Anlagen, entsprechend dem geringeren oder grösseren Alter der letzteren. Dabei lagen die Blattanlagen stets höher als die Stammscheitelzelle rechts oder links oben von derselben. In einigen dickeren Schnitten, die zwei Vegetationspunkte zugleich getroffen hatten, entbehrte doch stets einer derselben der deutlichen Scheitelzelle, die dann, falls der Schnitt die Scheitelzelle des Stammes enthielt, stets in dem nächst höheren gefunden wurde; falls er dagegen die Blattscheitelzelle traf, lag die des Stammes in dem nächst tieferen. Dass ich ziemlich genau in der geforderten Weise geschnitten, bewies mir einmal der Umstand, dass ich nie die Scheitelzelle der Blattanlage tiefer stehend traf, als die des Stammes und dann die Thatsache, dass auf absichtlich etwas schief geführten Schnitten mehrmals zwei Scheitelzellen, median getroffen, in einem und demselben Schnitte lagen. Eine Verwechslung von Stamm- und Blattscheitelzelle ist dabei ausgeschlossen, da beide leicht von einander an der Stellung des ihnen zugehörigen Vegetationspunktes zu unterscheiden sind. Der Stammvegetationspunkt liegt stets in der Mitte einer mehr oder minder tiefen, uhrglas- bis trichterförmigen Grube als stärker oder schwächer vorspringender, von jungen Spreuhaaren dicht bedeckter, stumpf conischer Höcker, während die Blattanlage excentrisch, dem Rande der Grube mehr genähert liegt und, abgesehen von den allerjüngsten Stadien, sich auch durch ihre Gestalt leicht von dem Stammvegetations-

punkt unterscheidet. Sie gleicht dann, durch grössere Schlankheit vor jenen ausgezeichnet, einem spitzeren Kegel, entsprechend dem in Richtung ihrer Längsaxe am energischsten vorschreitendem Wachsthum, während bei dem flacheren Stammvegetationspunkt das Dickenwachsthum bedeutend über das Längenwachsthum prävalirt, da ja das Rhizom dicht hinter dem Hauptvegetationspunkt schon seinen normalen Durchmesser erlangt. Aeltere Blattanlagen sind sofort durch ihre bedeutende Grösse kenntlich. Einen weiteren Beleg für diese Angaben boten Querschnitte durch das Rhizomende, von denen ein besonders gelungener diese Stellungsverhältnisse sehr deutlich zeigt (Taf. 4, Fig. 6). In der Mitte und am tiefsten steht die Scheitelzelle des Stammes, rechts von derselben, beträchtlich höher angelegt, die Scheitelzelle des jüngsten Blattes, links, noch höher, im irrationalen Längsschnitt getroffen, der Vegetationspunkt des zweitjüngsten Blattes, im Herausrücken aus der Grube begriffen; rechts, ganz oben endlich, der Vegetationspunkt des drittjüngsten Blattes, aus der Grube herausgerückt und an seiner Basis durchschnitten. Dieser letztere war auch schon äusserlich mit blossem Auge nach Entfernung der einhüllenden Spreuschuppen an der Rhizomspitze sichtbar (Taf. 4, Fig. 4, 5). Dass wir es hier wirklich mit drei Blattanlagen zu thun haben und dass nicht etwa Seitensprossanlagen mit unterlaufen sind, dies zeigen einmal die Stellungsverhältnisse der beiden nächsthöheren Blätter (Taf. 4, Fig. 5); dann waren ausser diesen vier Vegetationspunkten keine weiteren am Rhizomende vorhanden, denn weder die vorausgehenden noch die folgenden Schnitte enthielten Vegetationspunkte (ausgenommen die zu Blatt 2 und 3 gehörigen Theile); Seitensprossen endlich fanden sich niemals in der Ebene der Blattzeile selbst. Dass solche demnach an diesem Rhizomende gänzlich fehlten, darf uns weiter nicht beirren, denn sie sind bei *Polypodium vulgare* keineswegs regelmässig zwischen zwei Blättern vorhanden, sondern sie fehlen bald einzelnen, bald auch einer grösseren Anzahl successiver Internodien gänzlich. Was ferner den möglichen Einwand gegen die Blattnatur dieser 3 Anlagen betrifft, — denn das bisher dafür angeführte gilt natürlich in Strenge nur unter der Voraussetzung durchaus zweizeiliger Blattstellung —, der sich auf die Hofmeister'sche Angabe*), bei *Polypodium vulgare* schwanke häufig die Blattstellung unstät zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$,

*) Gefässcryptogamen Bd. II, pag. 652.

stützt, so muss ich dagegen anführen, dass ich bei etwa fünfzig Rhizomen, die mir zur Untersuchung vorlagen, stets nur streng zweizeilige Blattstellung vorfand, so dass mir bei Hofmeister eine Verwechslung der auch hier nicht selten vorkommenden rudimentär gebliebenen Blätter mit jungen Seitensprossanlagen vorzuliegen scheint, denn auch aus den l. c. Taf. 9, Fig. 11, 12, 13 angegebenen Figuren kann ich mich noch keineswegs von einer stellenweise dreizeiligen Blattstellung überzeugen, da Blattpolster und Seitenspross sich dort nicht mit genügender Schärfe unterscheiden lassen. Der auffallende Umstand, drei Blattanlagen so nahe bei einander zu finden, erklärt sich möglicher Weise daraus, dass die Rhizome am Ende der Vegetationsperiode gesammelt wurden. Bei Sachs*) finde ich die Angabe, dass bei *Polypodium vulgare*, *sporodocarpum* und anderen kriechenden Farnen das fortwachsende Stammende zuweilen dem Anheftungspunkte der jüngsten Blätter weit vorauseile und dann nackt erscheine. Eine nähere Angabe, ob sich dies nur auf die mit blossen Auge schon äusserlich bemerkbaren Blätter und Blattanlagen oder auf alle Blattanlagen überhaupt bezieht, fehlt aber. Bei sämtlichen untersuchten Rhizomenden von *Polypodium vulgare* fand ich, wie erwähnt, stets junge Blattanlagen in der Nähe der Stammscheitelzelle vor, niemals fehlten sie gänzlich. Für makroskopische Betrachtung dagegen erschien das Rhizomende häufig nackt, da die jüngsten Blattanlagen stets völlig unter Spreuschuppen versteckt liegen. Bevor ich indess die Pflanze wiederholt und zu den verschiedensten Zeiten auf diesen Punkt untersucht, möchte ich darüber noch kein definitives Urtheil fällen. *Polypodium sporodocarpum* aber gehört zu den Warmhausfarnen mit continuirlicher Weiterentwicklung und bei diesen, soweit ich sie untersuchte, fand ich zwar für äusserliche Betrachtung das Rhizomende häufig nackt, dagegen stets mit mehreren mikroskopischen Anlagen am Scheitel.

Diese Angaben über die Blattanlage wurden durch eine grössere Anzahl von Querschnitten durchweg bestätigt und stets standen auch etwa vorhandene Seitensprossanlagen, unter einem beträchtlich grösseren Winkel als die Blattanlagen divergirend, höher als die Stammscheitelzelle. Querschnitte durch den Scheitel der Seitensprossanlagen zeigten häufig ausser dem Hauptvegetationspunkt noch die Anlage eines Blattes, dass ebenfalls, soweit es sich

*) Lehrbuch. 4. Aufl. pag. 422.

erkennen liess, stets höher als ersterer stand. Mit derselben Genauigkeit wie bei den Rhizomenden liess sich hier nicht operiren, da die Symmetrieebenen von Hauptrhizom und Seitensprossanlage, wie auswachsende Seitensprosse zeigen, gewöhnlich nicht ganz parallel zu sein pflegen und sich die Seitensprosspräparate darum durch einen Einschnitt auf der ventralen Seite nur annähernd orientiren liessen. Die sämtlichen Blattanlagen einer Zeile liessen sich weitaus in den meisten Fällen mit dem Hauptvegetationspunkt und dem ersten ausgebildeten Blatte derselben Zeile in der Verticalprojection durch eine gerade Linie verbinden, selten durch eine mit der Convexität nach oben gerichtete, leicht gekrümmte, niemals aber durch eine mit der Convexität abwärts gekrümmte Linie mit der stärksten Krümmung in der Nähe des Vegetationspunktes, wie dies doch der Fall sein müsste, wenn die Blattanlagen genau auf derselben Höhe mit der Stammscheitelzelle entstünden, da dann dieselben unmöglich mit dem Hauptvegetationspunkte und ersten ausgebildeten Blatt in einer Geraden liegen könnten, sondern je jünger desto weiter nach unten divergiren müssten. Aus alledem geht nun hervor, dass die sämtlichen Anlagen der Rhizomspitze oberhalb der durch den Vegetationspunkt gelegten Dorsiventralitätsebene angelegt werden und dass sie ferner von Anfang an ungefähr dieselbe Divergenz besitzen, die ihnen im entwickelten Zustande zukommt, dass sie also von ihrem Entstehungsort geradlinig an ihre definitive Stelle rücken und nicht in einer Curve mit der Convexität nach unten, wie dies für radiäre Anlage nöthig wäre. Es versteht sich von selbst, dass das geradlinige Vorrücken etc. sich wieder nur auf die Verticalprojection bezieht. In Wirklichkeit rücken die Anlagen in einer nach oben convexen Curve an ihre definitive Stelle. Da aber diese Curve in der zum Rhizomquerschnitt senkrechten Ebene der Blattzeile verläuft, erscheint sie in der auf diesem Querschnitt ausgeführten Verticalprojection natürlich als Gerade, während die für radiäre Anlage nöthige Verschiebungcurve überhaupt in keiner Ebene verläuft und darum auch in der Verticalprojection als Curve erscheinen müsste. Es ist also auch bei *Polypodium vulgare* ab initio dorsiventraler Bau vorhanden.

Polypodium aureum.

Bei der bedeutenden Dicke des Rhizoms dieser Pflanze lassen sich die betreffenden Verhältnisse mit ausserordentlicher Klarheit und besonders ins

Auge springend erkennen. Ein Rhizomende wurde von den Spreuschuppen befreit. Dabei zeigte sich zunächst, etwa 2 cm von der Spitze entfernt, ein junges, circa 8 mm hohes Blatt (das viertjüngste, Taf. 3, Fig. 17), das genau die Stelle einnahm, die ihm in normal entwickeltem Zustande zukommt. Dieses Blatt stand, das Rhizom von vorn gesehen, links; bei weiterem vorsichtigem Wegpräparieren der Spreuschuppen erschienen zwei, von jungen Spreuschuppen bedeckte Vegetationspunkte (Fig. 17), der kleinere rechts oben (das drittjüngste Blatt). Der grössere löste sich, nachdem die Spreuhaare mit dem Rasirmesser weggeschnitten waren, in drei auf, links oben das zweitjüngste Blatt und rechts oben, beinahe senkrecht über dem wiederum am tiefsten stehenden Stammvegetationspunkte das jüngste Blatt, sehr nahe am Stammvegetationspunkte. Sämtliche Anlagen liessen sich schon mit blossem Auge deutlich als kleine dunklere Flecke erkennen; durch die mikroskopische Untersuchung wurde ihre Vegetationspunktsnatur ausser allen Zweifel gestellt. Dass es sämtlich Blattanlagen waren, folgte wieder aus den Stellungsverhältnissen, auch besaßen die untersuchten Exemplare von *Polypodium aureum* nur wenige Seitensprosse. Einige andere Rhizomenden zeigten ähnliche Verhältnisse, wiederum der Stammvegetationspunkt am tiefsten und rechts und links davon, nach ihrem Alter in verschiedener Höhe aufs deutlichste dorsal inserierte und mit Hauptvegetationspunkt und den entwickelten Blättern in einer Zeile stehende Blattanlagen, wobei wiederum in einem Falle das jüngste etwas höher inseriert war und eine Seitensprossanlage um ca. 30° nach unten mit der zugehörigen Blattzeile divergierte. Einige Seitensprossvegetationspunkte zeigten genau dieselben Verhältnisse, wie die von *Polypodium vulgare*.

Hier bei *Polypodium aureum* wie bei *Polypodium vulgare* steht der Stammvegetationspunkt scheinbar irrationell durch die nicht unbeträchtliche, ausserlich aber kaum bemerkbare Aufwärtskrümmung des vordersten Endes der Rhizomlängsaxe. Darum ist es bei starker derartiger Krümmung wohl möglich, dass die erste Anlage der Blätter unter Umständen einmal den Anschein erweckt, als seien sie wirklich ungefähr auf den Flanken inseriert, zumal wenn man die Querschnitte senkrecht zum allgemeinen Verlauf der Längsaxe, also in Wirklichkeit ganz irrationell, führt. Möglicherweise hat sich Hofmeister, diese in der That stets vorhandene Krümmung übersehend, in derartiger Weise täuschen lassen.

Polypodium Cymatodes, ireoides, leiorhizon etc.

Bei den nun noch restirenden normalen, dorsiventral gebauten Polypodien werde ich nicht mehr jede Art für sich eingehender behandeln, da sich ausnahmslos bei allen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse fanden. Bei *Polypodium Cymatodes, ireoides, leiorhizon, musaefolium, Phyllitidis* und *repens* divergirten die Blätter an den erwachsenen Pflanzen um ungefähr 80—100°. Annähernd dieselbe Divergenz besaßen auch die Blattanlagen am Vegetationspunkt und das jüngste Blatt war stets dorsal und in der Verbindungslinie der älteren Blätter mit dem Stammvegetationspunkte stehend angelegt; eine geringe Abweichung konnte ich bei *Polypodium ireoides* constatiren (Taf. 4, Fig. 9), wo die Blattanlagen einen um ca. 20° grösseren Divergenzwinkel besaßen, als die entwickelten Blätter; es fand also hier bis zur völligen Ausbildung eine, allerdings nur geringe, Verschiebung nach oben durch etwas stärkeres Wachstum der ventralen Seite statt. Doch war auch hier stets das jüngste Blatt deutlich dorsal angelegt und stand genau in der Verbindungslinie des nächstälteren derselben Zeile mit dem Hauptvegetationspunkte (Taf. 3, Fig. 15; Taf. 4, Fig. 17).

Bei *Polypodium decurrens* und *loriceum* war der Divergenzwinkel der Blattzeilen viel kleiner, nur etwa 45—30°, und bei *Polypodium longissimum* und *nerifolium* schwankte er innerhalb der Grenzen von ca. 20—30°. Bei diesen Formen besaßen die älteren Blattanlagen denselben Divergenzwinkel, wie die ausgebildeten Blätter, dagegen war in der Mehrzahl der Fälle das jüngste Blatt etwas aus der Verbindungslinie des nächstälteren derselben Zeile mit dem Hauptvegetationspunkte nach oben herausgerückt, bei *Polypodium longissimum* und *nerifolium* stand es des öfters sogar beinahe senkrecht über dem Stammvegetationspunkte, so dass hier die dorsale Anlage in besonders instructiver Weise uns entgegentritt. Seitensprossanlagen am Vegetationspunkte divergirten, wo sie vorhanden waren, stets unter einem bedeutend grösseren Winkel, als die Blattzeilen, doch schienen auch sie stets noch dorsal angelegt zu sein (Taf. 3, Fig. 13, 14, 18, 19). Der Vegetationspunkt älterer Seitensprossanlagen zeigte auch bei diesen Formen häufig die Anlage eines ersten Blattes. Da aber auch hier die Symmetrieebenen von Mutter- und Tochterspross nicht parallel, liessen sich diese Präparate ebenfalls nicht genau orientiren.

Polypodium quercifolium.

Nachdem sich bisher sämtliche untersuchten dorsiventral gebauten Polypodien als ab initio dorsiventral herausgestellt haben, nachdem wir ferner gesehen, dass im Allgemeinen die Blattanlagen am Vegetationspunkt auch schon den nämlichen Divergenzwinkel besitzen, wie die entfalteten Blätter, so muss, wenn dies allgemeinere Giltigkeit hat, *Polypodium quercifolium* sich als ein ganz exquisites Beispiel für dorsiventrale Verzweigung herausstellen. Nehmen wir hier eine radiäre Anlage an, so bleibt, ganz abgesehen von der für die definitive Blattstellung nöthigen Verschiebung um 90° , erst noch die Frage offen: Wo kommt denn bei einer derartigen Verschiebung, allein durch energisches Wachsthum der ventralen Rhizomhälfte bewirkt, das Grundgewebe der dorsalen Hälfte hin, das anfangs die um 120° divergirenden Blattzeilen von einander trennte? Wir könnten uns eine derartige Verschiebung nur so vorstellen, dass dasselbe sich schlangenartig zwischen den Blättern windend, bald auf die rechte Seite bei einem auf der linken, bald auf die linke Seite bei einem auf der rechten Flanke angelegten Blatte gedrückt würde, oder dass das ganze Rhizom starke, mit den Internodien wechselnde, abwechselnd rechts und links gerichtete Torsionen erleiden müsste, um so die Blätter in eine Zeile zu stellen. Auf alle Fälle wären also bei radiärer Anlage ziemlich complicirte Verschiebungen nöthig. Das Mittel der Natur ist einfacher, sie legt auch hier die Blätter in der Stellung an, die ihnen im entwickelten Zustande zukommt.

Das vordere Rhizomende der kleinen Pflanze (Taf. 3, Fig. 10) besass vor dem 16ten entwickelten Blatte noch drei rudimentäre, ebenfalls zweizeilig stehende, sämtlich abgestorbene, kleine eingerollte Anlagen. Zwischen denselben standen, etwa um $100-120^\circ$ divergirend, abwechselnd rechts und links je ein Seitenspross auf einem Internodium. Die Rhizomlängsaxe war hier wie bei den anderen Rhizomenden zuletzt etwas aufwärts gekrümmt, Stamm- und die jüngsten Blattanlagen einer langgezogenen Grube eingesenkt, die durch die Symmetrieebene halbirt wurde. Hauptvegetationspunkt und jüngste Anlagen waren ausserdem noch durch sehr zahlreiche feine und kurze convergirende Spreuschuppen bedeckt, das Ganze von den normalen, grossen Spreuschuppen umhüllt. Der Vegetationspunkt trug zwei Blattanlagen, genau

senkrecht über dem wiederum am tiefsten inserirten Stammvegetationspunkt und in einer Zeile mit dem drittjüngsten Blatte stehend (Taf. 3, Fig. 11). Die jüngste der beiden Blattanlagen war nur durch wenige Zellschichten von der Stammscheitelzelle getrennt. Von Seitensprossanlagen besass die Rhizomspitze nur eine, zwischen dem zweiten und dritten Blatte links (von vorne gesehen) und nur wenig höher als das zweite Blatt inserirt, von der Blattzeile etwa um 60° divergirend. Die stärkeren Seitensprosse des Rhizoms mit je einem rudimentären Blatte besaßen beinahe senkrecht über ihrem Hauptvegetationspunkte je eine Blattanlage, die aber mit dem rudimentären Blatte um ca. $20-30^{\circ}$ divergirte. Diese Seitensprosse begannen also mit zweizeiliger Blattstellung.

Das untersuchte Rhizomstück der starken Pflanze besass, wie erwähnt, ausser den beiden grossen Seitensprossen keine weiteren Sprossanlagen. Der einzeiligen Anordnung der Blätter entsprachen auch die Stellungsverhältnisse am Vegetationspunkte. Senkrecht über dem am tiefsten stehenden Stammvegetationspunkte zwei mit der eben sich aufrollenden, mit der Lamina noch quer zur Rhizomlängsaxe stehenden Anlage des drittjüngsten Blattes und den übrigen entfalteten Blättern genau in derselben Zeile stehenden Blattanlagen. Von den beiden starken Seitensprossen trug der eine drei Blattanlagen in einer Zeile mit Stammvegetationspunkt und rudimentärem Blatt, der andere zwei, von denen die jüngste unbedeutend schief nach links über dem Hauptvegetationspunkte stand, aber mit der älteren Blattanlage und dem rudimentären Blatte genau in einer Zeile. Möglicherweise wäre also hier auf streng einzeilige Blattstellung wie bei dem Rhizom der kleinen Pflanze wieder zweizeilige mit sehr kleiner Divergenz gefolgt. Zwischen dem älteren Blatt und dem rudimentären stand auf der rechten Seite, um ca. 45° mit der Blattzeile divergirend, eine Seitensprossanlage.

Aus alledem erhellt aufs Schönste, dass *Polypodium quercifolium*, als Beispiel für das dem radiären Bau am entferntesten stehende Extrem des dorsiventralen Baues, auch die grösste Abweichung von radiärer Blattanlage besitzt.

Polypodium Heracleum.

Diese Form, die wir oben in den verschiedensten Entwicklungsstadien kennen gelernt, lässt uns von vorneherein erwarten, dass die verschiedenen Altersstufen derselben so ziemlich das Wesentliche alles Dessen, was wir bisher bei den verschiedenen untersuchten Beispielen gefunden haben, zeigen werden, denn wir haben hier Zweizeiligkeit, die mit einer Divergenz von ca. 60° beginnt und von da bis zur vollkommenen Einzeiligkeit stets abnimmt.

Das Ende der Rhizomlängsaxe war wieder etwas aufwärts gekrümmt, so dass der stumpfkegelförmige Stammvegetationspunkt etwas schief stand und rationale Schnitte, unter einen Winkel von $45-30^\circ$ gegen die Dorsiventralitätsebene geneigt, geführt werden mussten. Der Hauptvegetationspunkt, sowie die jüngsten Blattanlagen stehen in einer ziemlich tiefen Grube, deren Längsaxe in die Symmetrieebene des Rhizoms fällt; ausserdem ist er noch geschützt durch ungeheuer dicht stehende und über seinem Scheitel convergirende Spreuschuppen.

Bei den Keimpflanzen, die im Alter von 6 Monaten untersucht wurden, betrug der Divergenzwinkel der entfaltenen Blätter ca. 60° . Die jüngste Blattanlage divergirte in den untersuchten Fällen meist um einen etwas kleineren Winkel, so dass sie, um ihre definitive Stellung einzunehmen, eine kleine Verschiebung erleiden musste. Demgemäss lag ihr erster Entstehungsort fast senkrecht über dem Vegetationspunkte. Dagegen standen die übrigen Anlagen genau unter demselben Divergenzwinkel, wie die entwickelten Blätter. Von zwei Rhizomspitzen erhielt ich vollkommen gelungene Präparate. Das eine zeigte nur zwei Blattanlagen, die ältere nach Entfernung der grösseren Spreuhaare des Scheitels auch äusserlich sichtbar als winziger, mit feinen Spreuhaaren bedeckter Höcker, die jüngere, zwar um das $1\frac{1}{2}$ ihres Durchmessers von dem Stammvegetationspunkte entfernt, war doch erst wenig nach rechts aus der Symmetrieebene herausgerückt. Der zweite Rhizomscheitel trug in der Grube eingesenkt zwei Blattanlagen, von denen die jüngste beinahe senkrecht über der Stammscheitelzelle stand (Taf. 4, Fig. 10, 11), minimal nach rechts abweichend. Das drittjüngste Blatt, als schneckenförmige Anlage, war aus der Grube herausgerückt und divergirte mit dem zweitjüngsten um ca. 60° ; zwischen dem zweiten und dritten Blatte stand, bedeutend höher als

das zweite, mit der linken Zeile um ca. 30° divergierend, eine Seitensprossanlage. In die Blätter traten nur zwei Gefässbündel ein.

Der junge Seitenspross zweiten Grades, der durch Cultiviren eines Göttinger Rhizomstückes erzielt wurde, hatte, wie erwähnt, obwohl sein Mutterrhizom und dessen Mutterrhizom einzeilig beblättert waren, wieder zweizeilige Blattstellung. Der Vegetationspunkt zeigte ebenfalls zweizeilige Anlage (Taf. 4, Fig. 12). Entsprechend dem ca. 45° betragenden Divergenzwinkel der beiden Zeilen stand die erste, noch sehr junge und sehr nahe am Hauptvegetationspunkt inserirte Blattanlage beinahe senkrecht über demselben, etwas nach links herausgerückt und genau in einer Geraden mit dem Hauptvegetationspunkt und dem drittjüngsten Blatt. Das zweitjüngste Blatt als schneckenförmige Anlage von 2 mm Grösse, unter den Spreuschuppen noch völlig versteckt, mit dem Hauptvegetationspunkt und dem ältesten ebenfalls genau in einer Zeile. Zwischen dem jüngsten und dem drittjüngsten Blatt stand die Anlage eines Seitensprosses, von der linken Zeile um einen Winkel von ca. 25° divergierend. In den Blattstiel des ältesten Blattes traten schon drei, in den der beiden folgenden bereits vier Gefässbündel ein (im Gegensatz zu den Keimpflanzen). Eine Seitensprossanlage zwischen dem dritten und ersten Blatt zeigte nur einen einzigen Vegetationspunkt.

Von der Berliner Pflanze wurden gelungene Präparate erhalten bei zwei kräftig auswachsenden Seitensprossen ersten Grades und einem stärkeren Seitenspross vierten Grades. Die übrigen Seitensprosse zweiten Grades besaßen ausser ihrem Hauptvegetationspunkt meist noch den einer Blattanlage, von der sich im Allgemeinen nur sagen lässt, dass sie ungefähr senkrecht über dem Hauptvegetationspunkte stand. Der eine Seitenspross ersten Grades hatte bereits vier Blätter entwickelt, von denen die hintersten noch zweizeilig aber der Einzeiligkeit schon sehr genähert, die vordersten vollkommen einzeilig standen. Dieser Spross selbst entsprang zwischen dem 15. und 16. Blatt des Mutterrhizoms, in der Region, wo die zweizeilige Blattstellung in die einzeilige überging. Die Rhizomspitze enthielt drei Vegetationspunkte, zu unterst den Stammvegetationspunkt, senkrecht darüber die noch unentwickelte Anlage des jüngsten Blattes, über diesem das zweitjüngste, ein schon mit blossen Auge sichtbarer kleiner Höcker; das drittjüngste begann eben seine Lamina quer zur Rhizomlängsaxe zu entfalten. Sämmtliche Anlagen standen genau

in einer Geraden; auch bei zwanzigfacher Vergrößerung konnte keine Abweichung constatirt werden (Taf. 4, Fig. 15). Seitensprossanlagen waren keine vorhanden. Der Seitenspross zweiten Grades, etwa erbsengross, der noch kein Blatt entfaltet hatte, zeigte oberhalb seines Vegetationspunktes zwei Blattanlagen, von denen die ältere schon ziemlich vorgeschritten war (Taf. 4, Fig. 14). Hier wich die ungefähr um die Grösse ihres Durchmessers von dem Stammvegetationspunkte nach oben gerückte jüngste Blattanlage etwa um $\frac{1}{3}$ ihres Durchmessers von der durch die Mitte der zweitjüngsten Blattanlage und des Stammvegetationspunktes gezogenen Linie nach links ab; wir haben also der Einzeiligkeit ziemlich genäherte, aber doch noch zweizeilige Blattanlage. Hier eine der beiden Anlagen als jungen Seitenspross deuten zu wollen, geht nicht wohl an, da die seitliche Abweichung von der durch den Hauptvegetationspunkt und die andere Anlage gezogenen Geraden zu gering ist, Seitensprosse aber, wie wir bei *Polypodium quercifolium* gesehen, das in dieser Beziehung ganz dieselben Verhältnisse zeigt, wie es uns die Keimpflanzen und der junge Seitenspross gezeigt, schon von Anfang an ungefähr in der Richtung vom Hauptvegetationspunkte angelegt werden, in der sie bei vorschreitender Entwicklung nach aussen rücken und stärkere nachträgliche Verschiebungen dabei ausgeschlossen sind. Der andere Seitenspross ersten Grades, der zwischen dem vordersten und zweitvordersten Blatt des Mutterrhizoms entsprang, also in einer Region, wo bereits schon mehrere Blätter einzeilig standen, zeigte in seinen drei Blättern, von denen das jüngste eben in Entfaltung begriffen war, einen deutlichen Rückschlag in die zweizeilige Blattstellung, die auch noch an der Rhizomspitze, die drei Blattanlagen trug, deutlich vorhanden war (Taf. 4, Fig. 13). Das zweitjüngste Blatt stand mit dem vordersten der entfalteteten (dem viertjüngsten) und dem Hauptvegetationspunkte in einer Geraden, und damit alternirten, ebenfalls mit dem Hauptvegetationspunkte in einer Zeile stehend, das jüngste und das drittjüngste. Die Divergenz beider Zeilen betrug ungefähr 30° .

Bei der Pflanze aus Herrenhausen war der Vegetationspunkt des zweizeilig beblätterten relativen Muttersprosses zwar abgestorben, doch liess sich noch deutlich die schief seitliche, mit dem vorhergehenden alternirende Anlage eines Blattes an dem Scheitel erkennen. Der Hauptvegetationspunkt des Tochttersprosses stand mit den drei letzten entfalteteten Blättern und mit

drei über ihm stehenden Blattanlagen, von denen die älteste, noch unter Spreuschuppen versteckt, in der Entfaltung begriffen war und eine Höhe von 6 mm besass, genau in einer Zeile. Die jüngste Anlage stand dem Stammvegetationspunkte noch sehr nahe, während die zweite etwas weiter entwickelt war und auf dem Querschnitt schon rechts und links die flache Scheitelzellkante der Laminaanlage besass (Taf. 4, Fig. 16).

Es entsprach also bei *Polypodium Heracleum* die Anlage der Blätter am Vegetationspunkte durchaus ihrer definitiven Stellung und *Polypodium Heracleum* bestätigte somit die auf es gesetzten Erwartungen aufs Schönste.

Fassen wir nun die gemeinsamen Resultate der oben geschilderten Vegetationspunktuntersuchungen zusammen, so können wir sagen:

Sämmtliche oben angeführte dorsiventral gebaute Polypodien besitzen auch dorsiventrals Verzweigung. Neu am Vegetationspunkt angelegte seitliche Glieder (Blätter und Seitensprosse) stehen im Allgemeinen, von unbedeutenden Schwankungen abgesehen, unter demselben Divergenzwinkel wie die ausgebildeten, niemals aber radiär. Die Anlagen rücken (in der Verticalprojection) geradlinig an ihre definitive Stelle. Die mit zunehmendem Alter und Erstarken des Rhizoms von *Polypodium Heracleum* und *quercifolium* kleiner und kleiner werdende Divergenz der Blattzeilen und schliesslich die genaue Einzeiligkeit selbst ist keine Folge nachträglicher Verschiebung unter grösserem Divergenzwinkel oder gar radiär gestellter Anlagen, sondern eine Eigenthümlichkeit des Vegetationspunktes selbst, der die jüngsten Anlagen schon in der Stellung, die den ausgebildeten zukommt, hervorbringt.

Zugleich haben wir in *Polypodium quercifolium* und *Heracleum* Beispiele dafür, dass der dorsiventrals Bau und die dorsiventrals Verzweigung im Laufe der Entwicklung einer Pflanze constant fortschreitende Aenderungen erleiden kann, Aenderungen, die sich an zu neuen Pflanzen auswachsenden Seitensprossen meist wiederholen, nur hier in rascherer Folge, und die den Bau immer mehr von dem radiären entfernen, indem der Divergenzwinkel

der Blattzeilen kleiner und kleiner wird, dann Einzeiligkeit mit transversal zur Rhizomlängsaxe gestellter Lamina auftritt und endlich auch noch der bilateral symmetrische Bau durch die Drehung des Blattstiels, die die Lamina der Rhizomlängsaxe parallel stellt, verloren geht.

Gilt aber die dorsiventrale Verzweigung für eine beliebig herausgegriffene Anzahl dorsiventral gebauter Polypodien, wurde bei keiner der untersuchten Formen etwas dem Entgegenstehendes gefunden, so ist doch wohl der Schluss naheliegend, dass wohl die meisten, wo nicht alle dorsiventral verzweigt sein dürften.

Von nicht der Gattung *Polypodium* angehörigen Formen habe ich nur *Pteris aquilina* untersucht. Hofmeister*) giebt hierfür an: „Neue Wedel entstehen gegen das Ende der von Anfang April bis Ende October dauernden Vegetationsperiode. Es ist eine Regel, die nur durch plötzliche Aenderungen der äusseren Vegetationsbedingungen (durch Umpflügen des Waldbodens z. B.) scheinbare Ausnahmen erleidet, dass jeder Spross der erwachsenen Pflanze jedes Jahr nur einen Wedel ans Licht empor sendet. Im ersten Jahre entwickelt sich der Wedel nicht weiter, als dass er als niedriges, seitlich abgeplattetes Wäzchen von Zellgewebe, im Grunde einer von der Stammspitze höchstens eine Linie entfernten Einsenkung der Stammrinde erscheint.“ Zahlreiche kräftige Rhizome, die ich Mitte März im Hochwalde bei Heidelberg gesammelt, zeigten indess beinahe eben so oft zwei in demselben Jahre angelegte Blätter. Die entwickelten Blätter waren mit breiter Basis dem Rhizom meist noch deutlich dorsal inserirt, doch traten nicht selten, aber ohne jede Regelmässigkeit, dazwischen einzelne, deutlich radiär eingefügte auf, die sich aber alsbald mit knieförmiger Biegung senkrecht in die Höhe krümmten, ähnlich wie dies Sachs, Lehrb., 4. Aufl., pag. 423, Fig. 299, abbildet. Dies liess schon von vorneherein erwarten, dass derartige Blätter nicht bald nach ihrer Anlage „durch überwiegendes Wachstum der Bauchseite“ des Rhizoms auf die dorsale Hälfte gerückt würden. Dafür spricht ferner die Abbildung bei Sachs (l. c. Fig. 300) und vollends bei Hofmeister (l. c. Taf. 4, Fig. 3), wo die Blattscheitelzelle sogar etwas tiefer steht, als

*) Gefässcryptogamen Bd. II, pag. 628.

die des Stammes, obwohl sie nach ihrer Entfernung von letzterer, verglichen mit Fig. 2b, schon deutlich dorsal stehen müsste.

Die von mir untersuchten Vegetationspunkte zeigten, der Stellung der entwickelten Blätter ganz entsprechend, meist, aber nicht immer, die Anlage des jüngsten Blattes deutlich dorsal gestellt. Besonders instructiv erwiesen sich dabei die Vegetationspunkte, die zwei Blätter angelegt hatten, von denen das jüngste stets noch in derselben Grube wie die Stammscheitelzelle in der Entfernung von derselben, wie es die Figuren bei Hofmeister zeigen, das zweitjüngste aber stets aus der Grube herausgerückt, in einer eigenen Grube daneben stand. Dabei erhielt ich mehrere Präparate, die entweder das jüngste oder zweitjüngste Blatt genau seitlich aufwiesen, während das andere dorsal stand (Taf. 4, Fig. 17), woraus hervorgeht, dass die im entwickelten Zustande radiär stehenden Blätter auch in der theoretisch zu fordernden Weise an ihre definitive Stelle gerückt werden. Ob dagegen die dorsal gestellten Blätter ebenfalls radiär angelegt werden, konnte ich an meinem Untersuchungsmaterial nicht definitiv entscheiden resp. verneinen, da die jüngsten Blattanlagen stets schon etwas zu weit entwickelt waren; doch scheint es mir nicht wahrscheinlich, da sich sonst einmal die junge Blattanlage in der normalen Weise der übrigen untersuchten Polypodiaceen verhalten würde, das andere Mal, dem entgegen, durch ein sehr kurz andauerndes, da die Verschiebung sehr frühe eintreten soll, stärkeres Wachsthum der Bauchseite des Rhizoms auf den Rücken derselben gerückt werden müsste. Dies praktisch zu entscheiden, dürfte unter derartigen Verhältnissen seine grossen Schwierigkeiten haben, denn einmal ist es gewiss ein höchst seltener Fall, bei einer Pflanze, die in einer Vegetationsperiode nur 1—2 Blätter anlegt, ein Blatt gleich, nachdem es angelegt, zu treffen, dann ferner kann man, vorausgesetzt, man habe eine solche junge Anlage in relativ nächster Nähe der Stammscheitelzelle und genau seitlich von derselben gefunden, ja immer noch nicht wissen, ob dieselbe nicht auch im entwickelten Zustande sich radiär gestellt hätte, und endlich besitzen wir keineswegs die wünschenswerthe Klarheit darüber, in welcher Entfernung von der Stammscheitelzelle überhaupt, resp. im wievielten Segmente ein Blatt angelegt wird. Einstweilen aber glaube ich, zumal die jüngsten dorsal gestellten Anlagen, die ich fand, stets deutlich dorsal standen und ungefähr unter demselben Divergenzwinkel, wie die entwickelten Blätter, dieselben auch als dorsal

angelegt ansehen zu können. Freilich würde dann *Pteris aquilina* die auf den ersten Blick eigenthümliche Erscheinung zeigen, zugleich dorsale und radiäre Blattanlagen zu besitzen. Allein man braucht nur radiäre und dorsiventrale Blattanlage nicht als etwas grundverschiedenes aufzufassen, sondern zu bedenken, dass wir es hier mit einem Unterschiede zu thun haben, der in den extremen Fällen allerdings klar als solcher zu Tage tritt, der aber, wo sich die dorsiventrale Anlage sehr der radiären nähert, entsprechend an Schärfe abnimmt und dort willkürlich und gekünstelt erscheint.

Nachträglicher Zusatz [zu pag. 347 (15)].

Zur Zeit des Druckes, Ostern 1882, hatten sich die stärksten der aus Sporen erzeugten Pflanzen von *Polypodium Heracleum* soweit entwickelt, dass sich bei einigen die Blattstellung der Einzeiligkeit schon sehr stark näherte: Die Blattstiele ungefähr einzeilig mit zur Rhizomlängsaxe transversal gestellter Lamina und nur die Blattpolster noch etwas divergirend; bei einer Pflanze war auch schon die Drehung des Blattstieles eingetreten, so dass die Blattflächen parallel der Rhizomlängsaxe standen. —

Was das Auswachsen der Seitensprossanlagen betrifft, so findet dies bei unverletztem Hauptvegetationspunkt in der Regel allerdings nicht statt, kommt aber doch gelegentlich, wenn auch verhältnissmässig selten, vor.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 1. (XXII.)

Polypodium Heracleum.

- Fig. 1—15. Göttinger erwachsene Pflanze. Natürliche Grösse.
Fig. 1—10. Successive Querschnitte durch ein Rhizomstück (Fig. 11).
Fig. 12. Rhizomstück mit zwei rudimentären und einem ausgebildeten Blatt, das äussere Gefässbündelsystem zeigend, g Grenzstrang des äusseren Systems.
Fig. 13. Sog. inneres System mit dem Blattpolster eines rudimentären und eines ausgebildeten Blattes, von rechts oben gesehen. b,b,b. nach dem äusseren Systeme verlaufende Stränge.
Fig. 14. dto., von links unten gesehen.
Fig. 15. Theil von Fig. 13 senkrecht von unten gesehen (die beiden Röhren zeigend).
Fig. 16. 17. Keimende Sporen. Vergrößerung.
Fig. 18. Prothalliumquerschnitt mit zwei der bäumchenartigen Haare. Vergr.
Fig. 19. Prothalliumrand, drei Zellen mit einfachen chlorophyllführenden Haaren. Vergr.
Fig. 20. Beinahe reife Antheridien auf fadenförmigem Prothallium. Vergr.
Fig. 21. Kleines Stück einer Spreuschuppe von einer ca. 4 Monate alten Keimpflanze. Vergr.

Tafel 2. (XXIII.)**Polypodium Heracleum.**

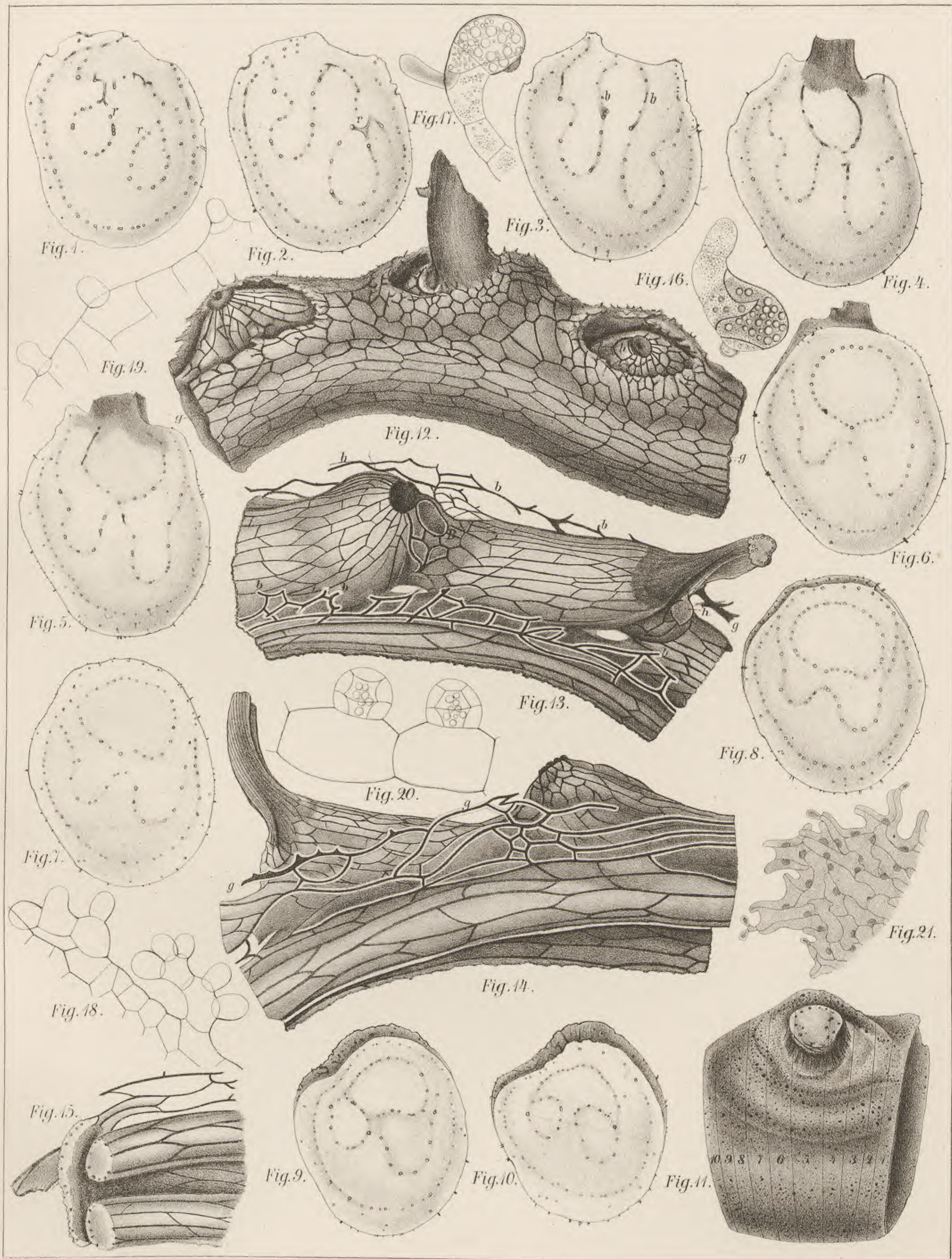
- Fig. 1—11. Querschnitte durch das Rhizom der Pflanze von Herrenhausen. Nat. Gr.
Fig. 12—16. dto. der Berliner Pflanze. Nat. Gr.
Fig. 17. Im Auswachsen begriffener Seitenspross des Göttinger Rhizomstücks von Wurzeln und Spreuschuppen befreit. Nat. Gr. (s_1 der Seitenspross I. Grades mit drei rudimentären Blättern B_1, B_2, B_3 , s_2 Seitenspross II. Grades.)
Fig. 18. Gefässbündelsystem desselben. (a äusseres, i inneres System.)
Fig. 19. dto. Vergr. 5. i, i Stränge des inneren Systems des Mutterrhizoms, die sich am Aufbau des Strangskeletts des Seitensprosses betheiligen. w Wurzelstrang.
Fig. 20. Gefässbündelverlauf der Berliner Pflanze (Blatt 7—14 von hinten), zweizeilige Blattstellung. Nat. Gr. Die auf die dorsale Hälfte übergreifenden Stränge des wurzeltragenden Systems sind roth gehalten.
Fig. 21. Vorderstes Rhizomstück der Berliner Pflanze, einzeilige Blattstellung, die dorsalen wurzeltragenden Stränge wegpräparirt. Nat. Gr.
Fig. 22. Keimpflanze mit 3 Blättern, noch am Prothallium (P). Vergr. 5. (V Vegetationspunkt der Keimpflanze.)
Fig. 23. Etwas stärkere Keimpflanze, Vergr. 5.
Fig. 24. Gefässbündelsystem derselben. Vergr. 10.
Fig. 25. Gefässbündelsystem einer 5 Monate alten, kräftigen Keimpflanze von oben gesehen. Vergr. 7.
Fig. 26. Desgl. einer ebenso alten Pflanze von der Seite gesehen (s Seitensprossanlagen). Vergr. 7.

Tafel 3. (XXIV.)

- Fig. 1. *Polypodium quercifolium*, Gefässbündelverlauf eines Rhizomstückes der kleinen Pflanze, die dorsalen Stränge des wurzeltragenden Systems roth. Nat. Gr.
- Fig. 2. dto., Rhizomquerschnitt der kleineren Pflanze. Nat. Gr.
- Fig. 3. dto., wurzeltragendes System der grösseren Pflanze. Nat. Gr.
- Fig. 4. dto., blatttragendes System (Blattpolster). Nat. Gr.
- Fig. 5. dto., Rhizomquerschnitt der grösseren Pflanze. Nat. Gr.
- Fig. 6. *Polypodium taeniosum*, Rhizomstück, die Anordnung der Blätter in Parastichen auf der Rückenseite zeigend (ss Seitensprosse). Nat. Gr.
- Fig. 7. dto., Gefässbündelsystem aufgerollt, die (rothen) Blattspurstränge verkürzt gezeichnet. Vergr.
- Fig. 8. dto., Gefässbündelverlauf von der Seite gesehen, die Seitensprossstränge roth. Vergr.
- Fig. 9. *Polypodium Phyllitides*, Stück eines Rhizomquerschnittes mit sklerotischen Zellen. Vergr. 220.
- Fig. 10. *Polypodium quercifolium*, Rhizomspitze der kleinen Pflanze, Seitenansicht. Nat. Gr.
- Fig. 11. dto., Vorderansicht. Vergr. 7. Die drei jüngsten Blätter senkrecht in einer Zeile über dem Hauptvegetationspunkt, links eine Seitensprossanlage.
- Fig. 12. *Polypodium taeniosum*. Horizontale Längsschnitte durch die Rhizomspitze mit 10 Vegetationspunkten. Vergr. 10.
- Fig. 13. *Polypodium neriifolium*. Rhizomspitze. Nat. Gr.
- Fig. 14. dto. Vergr. 7.
- Fig. 15. *Polypodium repens*. Horizontale Längsschnitte durch die Rhizomspitze. Vergrößerung 10.
- Fig. 16. *Polypodium aureum*. Rhizomspitze von vorn. Nat. Gr.
- Fig. 17. dto., von der Seite. Nat. Gr.
- Fig. 18. *Polypodium loriceum*. Rhizomspitze von vorn. Nat. Gr.
- Fig. 19. *Polypodium longissimum*, dto. Vergr. 7.

Tafel 4. (XXV.)

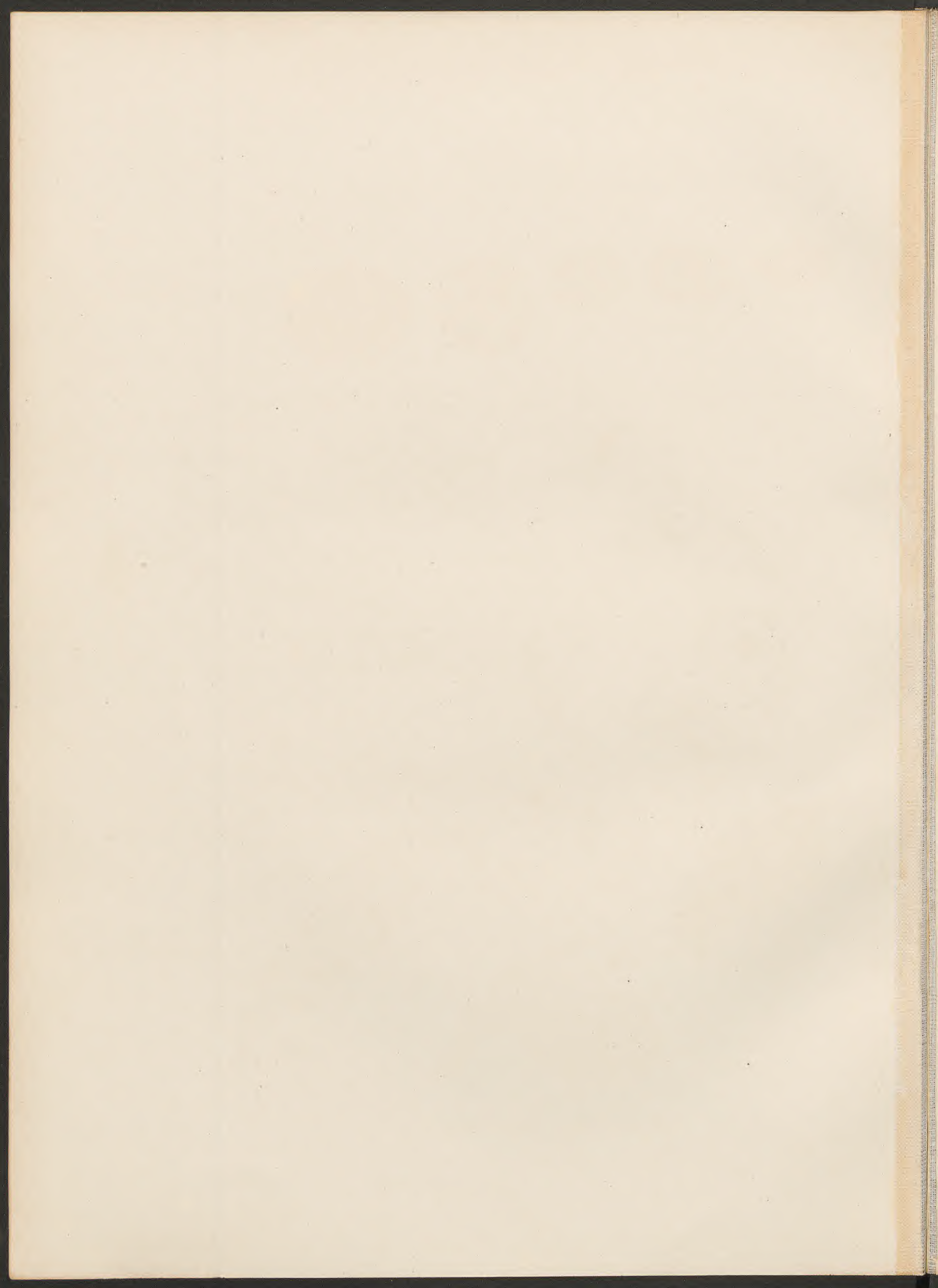
- Fig. 1. *Polypodium Heraclium* (Göttingen). Aeusseres Gefässbündelsystem des Rhizoms aufgerollt, die sichtbaren Theile des innern roth. Nat. Gr.
- Fig. 2. dto., Seitenspross von aussen.
- Fig. 3. dto., von innen gesehen, a Stränge des äusseren, i des inneren Systems. Nat. Gr.
- Fig. 4. *Polypodium vulgare*, Rhizomspitze von der Seite. Nat. Gr.
- Fig. 5. dto., von vorne gesehen. Nat. Gr.
- Fig. 6. Querschnitt durch die Rhizomspitze. Vergr. 70.
- Fig. 7. *Polypodium Phyllitidis*, Rhizomspitze von vorn. Vergr. 7.
- Fig. 8. *Polypodium ircoides*, dto. Nat. Gr.
- Fig. 9. dto. Vergr. 7.
- Fig. 10. *Polypodium Heraclium* (Keimpflanze), Rhizomspitze von vorn. Nat. Gr.
- Fig. 11. Desgl. Vergr. 7.
- Fig. 12. Rhizomspitze des auswachsenden Göttinger Seitensprosses. Vergr. 7.
- Fig. 13. *Polypodium Heraclium* (Berliner Pflanze), Rhizomspitze des hintersten grossen Seitensprosses I. Grades. Vergr. 7.
- Fig. 14. dto., eines Seitensprosses II. Grades. Vergr. 7.
- Fig. 15. dto., des vorderen Seitenprosses I. Grades. Vergr. 7.
- Fig. 16. *Polypodium Heraclium* (Herrenhausen), Rhizomspitze, Vergr. 7.
- Fig. 17. *Pteris aquilina*. Schema eines Vegetationspunktes mit einem radiär und einem dorsal angelegten Blatt.
-

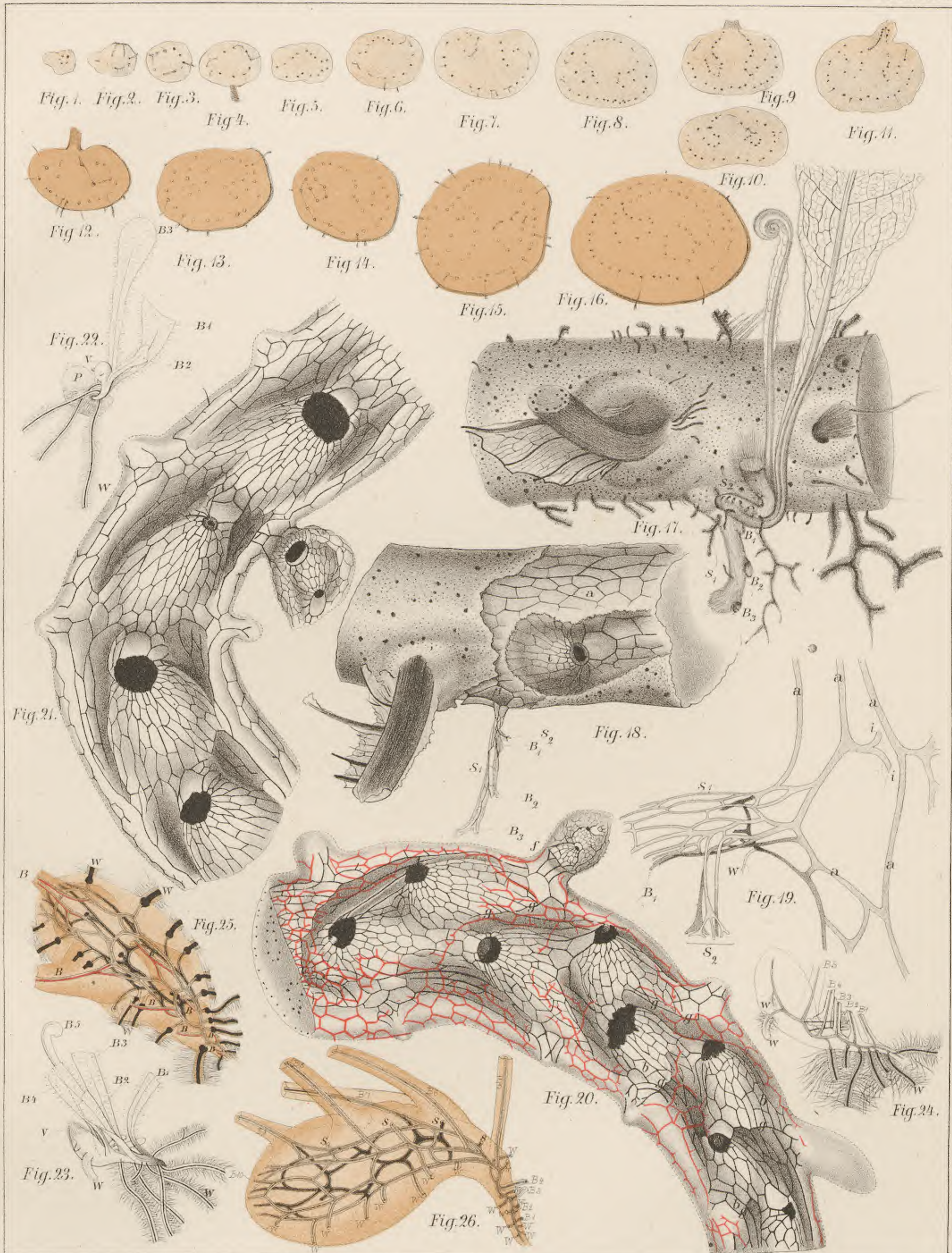


L. Klein nat. del.

lith. v. H. Schenck in Halle.

L. Klein: Bau einiger Polypodiaceen. Taf. 1.

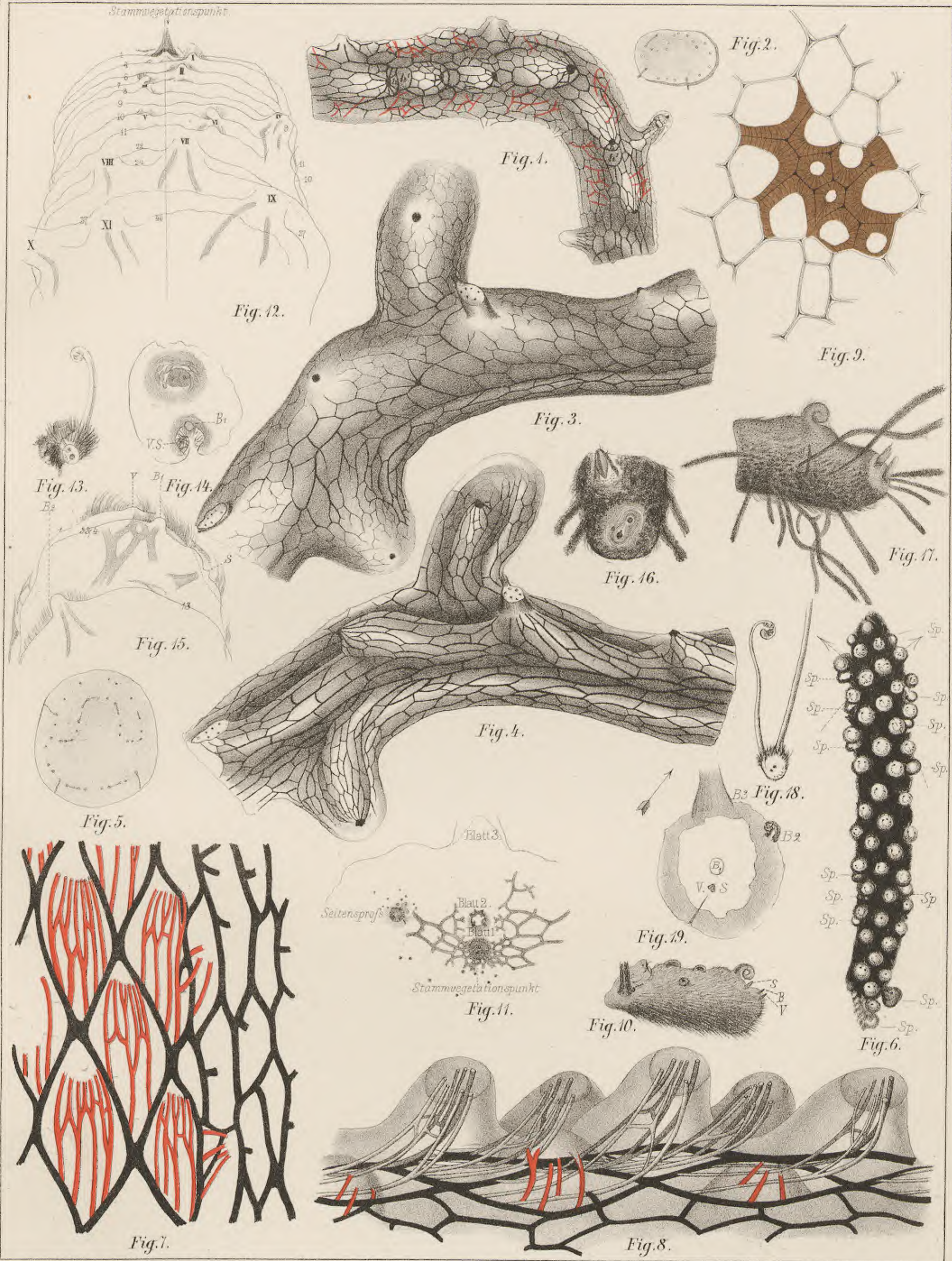




L. Klein adnat. del.

lit. v. H. Schenck in lit. alle.

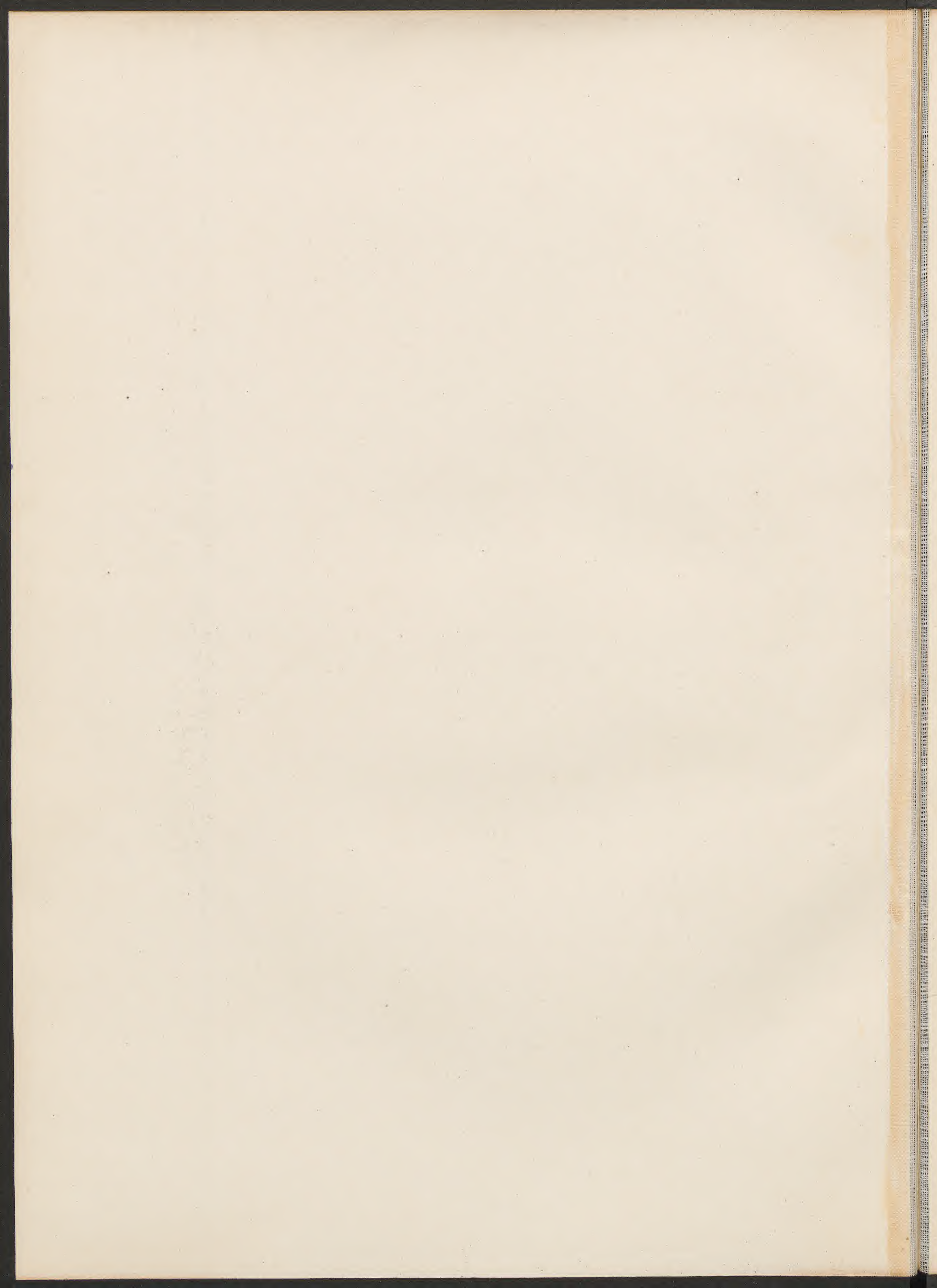
L. Klein: Bau einiger Polypodiaceen. Taf. 2.

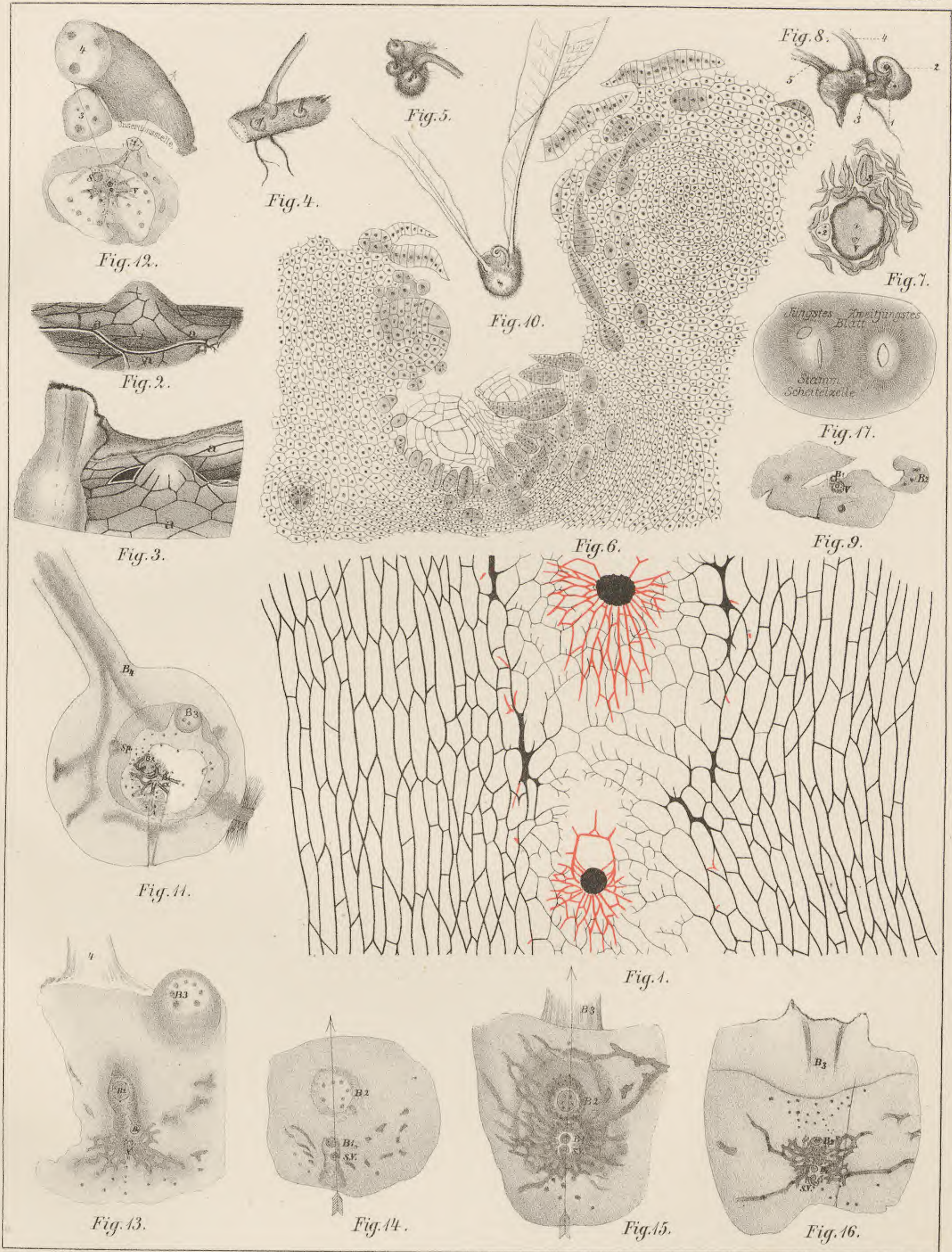


L. Klein ad nat. del.

lith. v.H. Schenck in Halle.

L. Klein: Bau einiger Polypodiaceen. Taf. 3.





L. Klein ad nat. del.

lith. v. H. Schenck in Halle.

L. Klein: Bau einiger Polypodiaceen. Taf. 4.