

B e i t r ä g e
zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen.

Von

T h i l o I r m i s c h.

IV. Tropaeolum brachyceras Hook. und tricolorum Sweet. nach ihrer Knollenbildung.

Hierzu Tafel V—VIII.

§. 1.

Herr Dr. JULIUS MÜNTER hat bereits vor mehreren Jahren die Knollenbildung der genannten Zierpflanzen, welche sich bei *Tr. azureum* MIERs. und *violae-florum* DIETR. wiederholt, in einer Abhandlung: „Knospenbildung auf dem knollenförmig angeschwollenen Endstück der Pflanzenwurzel (soll wohl heissen: Pfahlwurzel!) einiger *Tropaeolum*-Arten“, die in der Berliner botanischen Zeitung Jahrg. 1845. 36. Stück abgedruckt worden ist, beschrieben. Die Resultate seiner Untersuchung waren jedenfalls überraschend; er fasst sie in dem Satze zusammen: „wir haben diese vier Species als Repräsentanten einer Fortpflanzungsweise zu betrachten, welche sich dadurch auszeichnet, dass auf naturgemäßem Wege nur eine einzige Knospe auf der freiwillig sich ablösenden zum Knollen angeschwollenen Wurzelspitze erzeugt wird, und dass diese Knospe sich in der Narbenfläche des abgelösten Wurzeltheiles ausbildet, in der Weise, wie es von der Knospe in der ausgehöhlten Blattstielbasis bei *Platanus orientalis* bekannt ist“^{*)}. Seitdem

^{*)} Ueber die Vergleichung mit der Knospe von *Pl. orientalis* will ich gleich hier, um nicht noch einmal darauf zurückkommen zu müssen, Folgendes bemerken. Es ist mir nicht deutlich, worauf eigentlich der Vergleichungspunkt bei MÜNTER beruht. Offenbar ist, nach MÜNTER's ganzer Darstellung, das das Eigenthümliche jener Tropäolen, dass auf der Fläche der Narbe selbst, welche letztere durch die Loslösung des (vermeintlichen) Wurzeltheiles entstanden ist, die Knospe nachträglich entsteht. Bei *Platanus* ist das aber nicht der Fall, denn die Knospe wird zwar, nach Abfall des Mutterblattes, von der Narbe, welche durch die Abtrennung der einen schmalen Gürtel darstellenden Blattstielbasis entstanden ist, fast ringsherum umgeben, aber sie entsteht durchaus nicht auf der Narbenfläche selbst. Letzteres geht schon deshalb nicht an, weil sich die

ich jene Abhandlung gelesen, war es mein lebhafter Wunsch, diese so abweichende Weise der individuellen Erhaltung und der Knospenbildung (aus eigener Anschauung kennen zu lernen, und ich habe zu diesem Zwecke seit zwei Jahren *Tropaeolum brachyceras* und *tricolorum* cultivirt und sowohl Pflanzen aus Samen als aus Knollen*) gezogen. Das Ergebniss meiner Untersuchung an den gewonnenen Exemplaren weicht nun in mehreren Punkten wesentlich von den Angaben MÜNTER'S ab und lässt das Verhalten jener Arten in der bezeichneten Hinsicht weniger anomal erscheinen. So darf ich hoffen, dass man die Veröffentlichung des Nachfolgenden gerechtfertigt finden wird; man wird dabei entschuldigen, wenn ich Manches, was mein Vorgänger bereits erwähnte, des zum leichteren Verständniss nothwendigen Zusammenhanges wegen wiederhole. Die Differenzen zwischen MÜNTER und mir, die sich im Verlaufe meiner Mittheilungen von selbst herausstellen werden, mögen darin mitbegründet sein, dass jener die früheren Zustände der Keimpflanzen nicht genug untersucht hat, und das findet wohl in dem Umstande eine entschuldigende Erklärung, dass die Pflanzen damals, wo er sie untersuchte, für den Pfleger noch kostbarer sein mochten, als jetzt; wünschte ich doch selbst, dass ich noch mehr Exemplare zur vollständigen Ermittlung mancher Punkte für meine Untersuchungen hätte benutzen können, obschon es mir leid that, oft recht kräftige Pflanzen, noch ehe sie zur Blüthe gelangten, dem Messer zu opfern.

§. 2.

Gegen den Ausgang des Augusts säete ich die Samen, von denen ich die Fruchtschale bald ganz, bald theilweise entfernt hatte. Bereits gegen die Mitte des Septembers keimten die ersten, andere erst später, im Oktober und November; ja einige entwickelten sich erst ein Jahr nach der Aussaat, abermals im September, als die sie enthaltenden Töpfe, welche ich für mehrere Monate, ohne sie zu begiessen, bei Seite gesetzt hatte, wieder ans Fenster gestellt und feucht gehalten wurden. Die mit einander verklebten Kotyledonen bleiben im Boden, der zarte Stengel erhebt sich anfangs durch seine eigene Kraft in mehr oder weniger

Knospe bereits frühzeitig in der Blattachsel bis zu einem ziemlich weiten Grade ausgebildet hat. Beiläufig bemerke ich, dass auch hier die Knospe niemals in einem gänzlich nach Aussen organisch geschlossenen Raume sich findet, sondern dass die Höhlung auf einer schmalen Stelle zwischen den eigenthümlichen Nebenblättern (ochrea) und dem Zweige, da wo die Nebenblätter mit dem Blattstiele verbunden sind, nach Aussen unverschlossen bleibt. Allerdings hat nun die Knospenbildung der Tropäolen mit der von *Platanus*, wie man sehen wird, einige Aehnlichkeit mehr, als mit der anderer Pflanzen, eben in dem Umstande, dass beide sich in einem eigenthümlich gebildeten Hohlraume erzeugen, aber es ist dann das *Tertium comparationis* ein anderes, als das, was man bei MÜNTER'S Darlegung annehmen müsste.

*) Knollen wie Samen erhält man aus jedem grösseren Handelsgarten, und ich kann nicht umhin, den Herren MÖNRING und FRITSCH in Arnstadt, die mich bei jeder Veranlassung mit Material zu meinen wissenschaftlichen Untersuchungen unterstützten, öffentlich zu danken.

grader Richtung, bedarf aber bei einiger Länge einer Stütze. Ein Theil der epikotylichen Achse befindet sich auch in der Erde und ist mit einem bis drei, schmal lanzettlichen, einzeln stehenden Schuppenblättern besetzt, von denen das unterste dicht über den Stielen der Keimblätter, sich mit diesen kreuzend, entspringt. Dieser Achsentheil ist glatt und weisslich; diese Farbe geht da, wo der Stengel über den Boden tritt, allmählich in die bald mehr hell-, bald mehr roth-grünliche über. Auch die ersten oberirdischen Blättchen sind noch unvollkommen, gehen aber allmählich in die Form der ausgebildeten, handförmig getheilten über, Fig. 6—9 auf Tab. V. *).

Unterhalb der Kotyledonen findet man einen dünnen walzenförmigen Theil, der anscheinend die Pfahlwurzel darstellt; er ist meist unbedeutend stärker als der unterirdische Theil der epikotylichen Achse und mit Ausnahme der untersten Spitze mit zarten Papillen dicht besetzt. An keiner Stelle zeigt er anfänglich eine Anschwellung. Der Kürze wegen nenne ich ihn vorläufig den hypokotylichen Theil, Fig. 1. und 3. auf Tab. V. zeigen zwei solcher Keimpflanzen in einem früheren Stadium: 1. ist die jüngere (vom 20. September), aber dabei kräftiger, 3. eine etwas ältere, deren oberster Stengeltheil abgeschnitten wurde; A die epi-, B die hypokotyliche Achse, C die Kotyledonen und H die Bodenhöhe.

§. 3.

Betrachten wir nun die Theile der Keimpflanze im Einzelnen genauer! — Die zum grössten Theil von der zarten Samenhaut — sie reicht in der Fig. 2., welche den unteren Theil der Fig. 1. etwas vergrössert darstellt, bis zu t und ist durch das Aufquellen der Kotyledonen an dieser Stelle etwas zerrissen — umschlossenen Keimblätter sind meistens noch auf der Innenfläche ihrer dicken und fleischigen Lamina fest mit einander vereinigt, so dass

*) Zusammengesetzte Blätter kommen nicht vor, und die Eintheilung der Arten in solche: foliis simplicibus und fol. compositis ist schon deshalb unzulässig; zudem bildet *Trop. aduncum* Sm. den Uebergang von den unzertheilten Blättern des *Trop. majus* zu den tief getheilten, wie sie unsere Arten, ferner *Trop. pentaphyllum* und *speciosum* besitzen. — Bei *Trop. majus* und *minus* folgen auf die Keimblätter, die ganz dieselbe Beschaffenheit wie bei *Tr. brachyceras* haben, durch ein langes Internodium von diesen getrennt, sofort zwei opponirte Laubblätter, und auch die drei folgenden Blätter zeigen nicht undeutlich eine Hinneigung zur Bildung zweigliedriger, alternirender Wirtel. Die beiden ersten Laubblätter sind übrigens mit lanzettlichen Nebenblättchen versehen; diese finden sich bei *Tropaeolum minus* nicht selten auch an anderen Blättern, besonders denen der blüthentragenden Achsen, ja sie erhalten bisweilen eine dütenförmige oder auch schildförmige Lamina und gleichen in letzterem Falle, abgesehen von der Dimension, ganz und gar den Laubblättern. Bei *Trop. majus* hat Herr Professor Kützing die beiden ersten Laubblätter für die Keimblätter gehalten, indem er (*philos. Bot.* II, 113) sagt: „bei *Tr. majus* finden sich sogar an der Basis des Blattstiels (der Kotyledonen) zwei kleine Nebeublätter“; offenbar waltet hier ein blosses Versehen ob, da in der beigegebenen Abbildung die wirklichen Keimblätter mitgezeichnet worden sind. Die stipulae an den Kotyledonen wären insofern nicht ganz unerhört, als Herr Doctor REISSEK solche an *Mimosa prostrata* Lam. nachgewiesen hat, *Berl. bot. Zeit.* 1853, Nr. 18. — Bei den mit *Tr. brachyceras* verwandten Arten fand ich keine Spur von Nebenblättern.

sich auf einem Querschnitte durch den mittleren und oberen Theil, Fig. 4., nur eine feine Linie *sp* als Grenze zwischen beiden erkennen lässt; der kurze, ziemlich dicke Stiel, Fig. 2. *s*, ist von der Lamina *l* deutlich abgesetzt, indem diese am Grunde nach aussen zu auf beiden Seiten je einen dreieckigen Vorsprung hat, Fig. 5. *x*. Die Stiele sind an ihrem Grunde durch eine ganz leichte, oft kaum bemerkbare Anschwellung, Fig. 2. *v*, mit einander verbunden; dicht oberhalb dieser Verbindungslinie findet sich das erste Schuppenblättchen, *b**), das zweite, ziemlich genau mit dem ersten alternirende, *c*, steht weit höher. In der Achsel des ersten, Durchschnitt Fig. 10., wie der folgenden finden sich Knospen, welche später oft zu oberirdischen Zweigen auswachsen**). Unmittelbar oberhalb der Stelle, wo die Kotyledonenstiele frei von der Achse abgehen, oberhalb *s* in Fig. 2., erzeugt die letztere keine Knospen, so dass die Kotyledonen hiernach bezüglich der Knospenbildung steril erscheinen könnten.

§. 4.

An dem hypokotylichen Theile findet sich auf der Aussenseite nichts Bemerkenswerthes***). Macht man aber einen Querschnitt durch denselben, so findet man unter Anwendung optischer Hilfsmittel sofort eine eigenthümliche Anordnung der Gefässbündel****). Sie besteht, abgesehen von manchen unwichtigen Abweichungen, im Folgenden. In der Mittelfläche stehen einige (4—8), nach der Peripherie meist etwas concav gekrümmte, schmale Zwischenräume (Markstrahlen) zwischen sich lassende Gefässbündel, Tab. VI. Fig. 3. *G* (man vergl. auch die Querschnitte neben Fig. 3. auf Tab. V.), welche das, eine schmale Fläche bildende, ziemlich zartzellige Mark *m* einschliessen. Jene Gefässbündel werden nach Aussen von dem aus sehr zarten Zellen gebildeten Cambium *c* umgeben, welches eine elliptische Figur darstellt. Rechts und links von der Mitte der längeren Seite des Cambialringes, welcher an dieser Stelle mei-

*) Es steht auch manchmal auf der Seite der epikotylichen Achse, die den verbundenen Keimblättern zugewendet ist.

***) Unterständige Beiknospen sind sehr häufig, selbst unter den Blütenstielen. Was die letzteren betrifft, so ist es hier wie bei *Trop. majus* und *minus*, dass, nachdem in einer Reihe von Blattachsen nur Blütenstiele aufgetreten sind, wieder eine oder einige Achseln mit Laubsprossen versehen sind; auf drei bis sechs Blütenstiele pflegen eins bis zwei Laubsprossen zu kommen. So konstante Zahlen, wie Herr Professor BRAUN, *Verjüngung in der Natur* p. 42, für *Trop. minus* angiebt, konnte ich bei den hier besprochenen Arten nicht finden. Es kommen natürlich auch bei *Tr. minus* und *majus* in diesen Zahlenverhältnissen mancherlei Schwankungen vor.

****) Ich fand auch keine Spur der sogenannten Coleorrhiza, wie sie bei *Trop. majus* und *minus* vorhanden ist, man sehe *Handb. d. bot. Terminol.* von BISEHOFF, I, 542 u. Fig. 2044.

*****) Sie werden aus zarten Spiralgefässen gebildet; sie erleiden aber mannigfache Abänderungen, und es kommen auch hin und wieder sogenannte rosenkranzförmige Gefässe vor. — Die Anordnung der Gefässbündel im Allgemeinen erkennt man übrigens auf zarten Querschnitten, besonders wenn man sie auf einem Glasplättchen gegen das Licht hält, schon mit blossen Augen.

stens ein wenig eingedrückt erscheint, findet man, durch eine Schicht ausgebildeter Zellen vom Cambium getrennt, abermals Gefässe, welche zusammen einen schwach nach Innen gekrümmten Halbmond gg darstellen und von sehr zartem Zellgewebe umschlossen sind. Von da ab kommt nach Aussen ein verhältnissmässig breiter Gürtel Parenchym, A, das von grösseren, und ein sehr schmaler B, welcher von kleineren Zellen gebildet ist; aus den äussersten dieser Zellen entwickeln sich die Saughärchen p. — Der Durchmesser, welcher durch das Centrum eines Querschnittes und durch die halbmondförmig geordneten Gefässe, die an manchen Stellen zu mehreren Gruppen auseinander treten, gelegt wird, ist meist etwas grösser, als der mit ihm rechtwinklig sich kreuzende; gegen die Mitte des hypokotylichen Theiles, besonders auf einer etwas älteren Stufe der Keimpflanzen, pflegt ein solcher Querschnitt kreisrund zu sein.

§. 5.

Ein senkrechter Schnitt durch den hypokotylichen Theil in der Weise geführt, dass er die beiden halbmondförmigen Gefässgruppen in der Mitte trifft, giebt näheren Aufschluss über den Verlauf der Gewebe- und Gefässzellen. Man verfolgt die das Mark einschliessenden Gefässbündel, GG in Fig. 2., Tab. VI., welche die untere Spitze im Durchschnitt zeigt, sowie die seitlichen gg abwärts mit Leichtigkeit weit hinunter bis kurz oberhalb des sich konisch zuspitzenden Endes, wo sie sich in einem noch jugendlichen Bildungsgewebe (punctum vegetationis) verlieren. Ebenso setzen sich auch die verschiedenen Partien des Zellgewebes nach Unten fort: die Bezeichnungen dafür in Fig. 2. entsprechen ganz denen in Fig. 3. Da, wo der hypokotyliche Theil sich zuspitzt, bemerkt man zwei fast halbkugelige dunklere (von ganz jungen und zarten dichtgedrängten Zellen gebildete) Partien kk, die durch einen Zwischenraum von einander getrennt sind, dessen Breite nach oben zu ungefähr der des Markes bis einschliesslich zu den Cambiumstreifen cc entspricht. Unterhalb der halbkugeligen Partien erkennt man gleichfalls ein fortbildungsfähiges Gewebe T, mit dem die Rindenschichten und die Partie, in welcher nach oben die seitlichen Gefässbündel g erscheinen, in näherer Beziehung stehen. Die Spitze selbst zeigt sich wie die einer gewöhnlichen Wurzel gebildet.

Auf den halbkugeligen Theilen k bemerkt man schon bei einer schwächeren Vergrösserung je eine feine senkrecht aufsteigende Linie, Fig. 2. o. Bei stärkerer Vergrösserung erweist sie sich als ein äusserst schmaler, hüben und drüben von einer Zellenreihe begrenzter Kanal, in dessen erweitertem Grunde und diesen ganz dicht erfüllend die halbkugeligen Theile sitzen; eine Partie dieses Kanals stellt Fig. 7. ungefähr 150mal vergrössert dar, der Zelleninhalt ist nicht mitgezeichnet; nach oben sieht man in der Figur bei x einige zartere Conturen von Zellen, die der tieferen Wandung des Kanals angehörten, welcher sich der Schnitt

an dieser Stelle mehr als an der unteren genähert haben mochte. Die Wände des Kanals, den man nicht mit einem Intercellularraum verwechseln wird, treten an manchen Stellen, besonders nach Unten, ganz nahe zusammen, und sein Lumen wird selten weiter als der radiale Querdurchmesser einer der ihn begrenzenden Zellen; in Fig. 2. ist er im Verhältniss zu den anderen Theilen etwas breiter gezeichnet, als er in der Wirklichkeit ist.

Nach Oben setzen sich alle Theile ohne Unterbrechung und, da sie hier älter sind, meistens noch deutlicher erscheinend, fort. Ein ebenso, wie vorhin beschrieben wurde, geführter senkrechter Schnitt, der dann die Mediane des unteren Theiles der Kotyledonenstiele trifft (der obere Theil biegt sich bei der Verwachsung der Kotyledonen zu weit seitlich, um in der Mitte getroffen zu werden), belehrt uns endlich über die Beziehung der Gefässbündel und der Gewebe zu den Kotyledonen und der epikotylichen Achse: Fig. 1., deren Bezeichnung mit der in Fig. 3. und 2. übereinkommt. Das Mark des hypokotylichen Theiles geht in das Mark der epikotylichen Achse über; ebenso setzen sich die dasselbe einschliessenden Gefässbündel G und das sie begleitende Cambium c in die entsprechenden Theile jener Achse, von der Fig. 4. einen Querschnitt zeigt, fort. Dagegen gehen die seitlichen Gefässbündel, welche in Fig. 3. die halbmondförmige Gruppe bildeten, durch den Stiel st in die fleischigen Kotyledonen über, sich hier mehr oder weniger, Tab. V. Fig. 4., trennend; ebenso treten die zarten Zellen, welche jene Gefässbündel umgeben, in den Kotyledonenstiel, hier allmählich verschwindend. Der feine Kanal mündet da, wo sich die Mittellinie des Kotyledonenstiels, Tab. VI. Fig. 1. st von der epikotylichen Achse AA ein wenig abbiegt, bei n frei nach Aussen; Fig. 8. zeigt eine Partie desselben aus dem oberen Theile stärker vergrössert.

Ueber den Kanal habe ich nur noch Folgendes zu erwähnen. Auf Querschnitten lässt er sich etwas schwieriger als auf den Längsschnitten wahrnehmen, weshalb ich ihn auch bei der oben angegebenen Beschreibung der ersteren nicht gleich berücksichtigt habe. Natürlich fehlt er auch auf diesen Querschnitten nicht; am deutlichsten erscheint er selbst bei ganz jungen Keimpflanzen an solchen Querschnitten, die man eine kurze Strecke unterhalb der Kotyledonenstiele abgenommen hat. Hier erscheint der Kanal, wenn man den Schnitt gegen das Licht hält, schon (unter der Lupe als eine etwas dunklere, ziemlich gerade Linie, die mit der halbmondförmigen Gefässbündelgruppe parallel läuft, aber etwas kürzer ist als diese, und ziemlich genau in der Mitte zwischen letzterer und der äusseren Grenze des Cambiumringes (c in Fig. 3., wo mit o die Stelle des Kanals bezeichnet ist); man kann selbst zuweilen mit der Lupe den Kanal als eine feine Querspalte erkennen. Bei stärkerer Vergrösserung — Fig. 5. o — erscheinen seine Wandungen von einer Anzahl (gegen 10) Zellen gebildet, deren Lumen meist ein wenig von den der angrenzenden Zellen abweicht. Auf Querschnitten aus dem unteren Verlaufe des hypokotylichen Theiles junger Keimpflanzen bemerkt man ihn, da sich die ihn umschliessenden Zellen, wegen der Zartheit und Nachgiebigkeit ihrer Wände

und des wässrigen Inhaltes, gar leicht dicht an einander legen, meistens nicht als einen offenen Spalt. Am besten gelang es mir ihn hier als Spalt hervortreten zu lassen, wenn ich auf die zarten Querschnitte mittelst eines Glimmerplättchens einen schwachen, die Elementartheile nicht zerstörenden Druck ausübte. An schon älteren, aber noch ganz kräftig vegetirenden Keimpflanzen, deren hypokotylische Achse in ihrem ganzen Verlaufe nicht mehr so jugendliches Parenchym enthält, konnte ich ihn meistens ohne Weiteres erkennen, Fig. 6.

§. 6.

Die Achse dicht oberhalb der Keimblätter hat sehr einfache histologische Verhältnisse, die schon bei einer schwachen Vergrößerung, Fig. 4., Tab. VI., deutlich hervortreten. Die Gefässbündel G, anfangs auf einen kleinen Raum beschränkt, später, Fig. 15., Tab. V., etwas breiter und keilförmig werdend, sind in einen Kreis oder in ein Oval geordnet, werden durch breite Markstrahlen getrennt und schliessen eine ziemlich grosse Markfläche m ein. Das Cambium c bildet einen geschlossenen Ring, die breite Rindenzone ist zum grössern Theil von grosszelligen, nach Aussen zu von einem schmalen Bande kleinzelligen Parenchyms gebildet. Aus der epikotylischen Achse, so weit sie im Boden steht, brechen früher oder später Nebenwurzeln hervor, Fig. 11., Tab. V., noch mehr aus dem hypokotylischen Theile, und hier, nach meinen bisherigen Beobachtungen, gehen sie von den inneren Gefässbündeln und dem sie umschliessenden Cambium aus, Fig. 12., Tab. V. Die Wurzeln breiten sich sehr aus und verästeln sich. In den schwächeren fand ich in der Regel ein einziges, meist excentrisch verlaufendes Gefässbündel, Fig. 13., Tab. V., in etwas stärkeren, die dabei aber fadenförmig bleiben, deren 2 und 3, die dann ein deutliches Mark einschliessen. Das ist auch der Fall, Fig. 14., in dem oberen Verlauf des fadenförmigen Theiles, in welchen die äusserste Spitze des Ganzen, Fig. 11. p auswächst*). Aus dem Allen erkennt man, dass die Structur des hypokotylischen Theiles nirgends sonst wiederkehrt.

§. 7.

Das Mitgetheilte berechtigt zu der Annahme, dass die ersten Anfänge der unterirdischen Knospen, aus denen die Stengel der zweiten Vegetation hervorgehen werden, sich nicht etwa

*) Bei *Tropaeolum majus* finden sich unter den Kotyledonen anfangs überhaupt nur vier Nebenwurzeln, oder wenn deren mehr sind, sind sie gewöhnlich in vier Reihen geordnet, weil die Achse an dieser Stelle vier deutlich getrennte Gefässbündel zu haben pflegt, die nach unten hin näher an einander treten. Unmittelbar unter den Kotyledonen sind deren meist mehr als vier, oberhalb derselben acht, von denen vier stärker sind und in ihrer Stellung der Mediane der nächsten vier Laubblätter entsprechen. Auch aus dem im Boden befindlichen Theile der epikotylischen Achse entstehen oft Nebenwurzeln. Im Wesentlichen ist ebenso bei *Tr. minus*.

erst auf der Knolle bilden, wenn sich dieselbe von dem fädlich gebliebenen hypokotylichen Theile losgelöst hat, dass dieselben vielmehr schon ganz früh an der Keimpflanze vorhanden sind. Denn es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die oben §. 5. erwähnten, im Grunde des Kanals sitzenden halbkugeligen Theile eben nichts Anderes als die Anfänge von Knospen sind. Es sind das auch keineswegs Adventivknospen, sondern sie gehören den Achseln der Kotyledonen an. Offenbar ist die organische Basis (Insertion) der letzteren dicht unterhalb der Knospen zu suchen, wo sich das lange Zeit thätig bleibende Bildungsgewebe der Kotyledonen findet. Der Kanal ist die äusserst enge, dabei aber sehr verlängerte Achselvertiefung der Kotyledonen.

Ans dieser Auffassung, welche durch die Erwägung aller Umstände geboten wird, folgt auch, dass für die Partie der Keimpflanze, welche ich bisher schlechtweg als hypokotylichen Theil bezeichnet habe, diese Benennung nicht naturgemäss ist. Vielmehr reicht die epikotyliche Achse tief hinab, bis dahin wo die Knospenanfänge sich finden. Aus der ursprünglichen Verschmelzung der Basis jener Achse mit der Basis der Keimblätter (wenigstens dem beiweiten grösseren Theile dieser Basis, da nur ein sehr geringer Theil unter den Knospen vorhanden ist, wo sich, wie angegeben, die eigentliche Insertion der Keimblätter findet) ist der Theil von den erwähnten Knospen an bis hinauf zum freien Abgang der Kotyledonenstiele hervorgegangen. — Ich habe oben eines kleinen lanzettlichen Schuppenblättchens, b in Fig. 2. Tab. V., gedacht; das unterhalb demselben befindliche erste epikotyliche Internodium ist es eigentlich, welches in jene innige Verbindung mit den Grundtheilen der Blätter eingelit und in dieser Verbindung eine wenigstens für unsere Tropäolen ungewöhnliche Länge erreicht*).

Unsere Tropäolum-Arten verbinden in der Keimung die Fälle von *Chaerophyllum bulbosum* einerseits und *Bryonia* oder *Mirabilis* andererseits: wenn dort bei *Chaeroph.* mit dem ursprünglich verschmolzenen und zu einer langen Röhre umgebildeten Basilartheile der Kotyledonen sich gleich ursprünglich eine gestreckte Terminalachse, wie sie bei den beiden andern Pflanzen vorhanden ist, organisch vereinigte und dann, statt dass bei *Chaerophyllum bulb.*

*) Eine weitere Untersuchung möchte wohl herausstellen, dass dieses Internodium an seiner Basis, zwischen den beiden perennirenden Knospen, längere Zeit als an irgend einer anderen Stelle durch Zellenvermehrung wächst. Mindestens ist nicht gut einzusehen, wie das Wachstum dieses Internodiums, das so innig auch hinsichtlich des Wachstums mit der Basis der Kotyledonen verbunden erscheint, sich anders verhalten soll. Eine bedeutende Streckung der unteren Zellen dieses Internodiums, wodurch seine Längenausdehnung mit der der Kotyledonarbasis im nöthigen Gleichgewicht erhalten würde, habe ich nicht bemerkt, und sie würde doch auch wohl nur als innere Zunahme, als wirkliches Wachstum der einzelnen Zellen jener Region, nicht als eine mechanische Dehnung, hervorgebracht durch die kräftiger und länger weiterwachsende Basis der Kotyledonen, aufzufassen seyn. Die Annahme, dass das Längenwachstum eines Achsentheiles ausschliesslich an der Spitze desselben erfolge, erleidet gewiss manche Beschränkung; man vergleiche die Bemerkungen des Herrn Dr. HOFNEISTER in dessen vortrefflichem Werke: Vergl. Untersuchung der Keimung, Entfaltung u. Fruchtbildung der höheren Kryptogamen, p. 90—92.

ein einziger, centraler, tiefer Kanal bleibt, zwei und natürlich dann seitliche mit je einer axillären Knospe (wie bei *Bryonia* oder *Mirabilis* solche, freilich vollkommeneren Knospen auftreten) versehene Kanäle gebildet würden, so würden auch die anatomischen Verhältnisse ganz analoge werden, wie sie bei den *Tropaeolum*-Arten oben geschildert worden sind*). Letztere können nun hier auch nicht im geringsten befremden, sondern erscheinen als nothwendig gefordert. Die geringe Zusammendrückung des der aufsteigenden Achse angehörigen Gefässbündelkreises erscheint als eine Folge der innigen Verbindung mit den Keimblättern.

Bedürfte es ja noch der Hinweisung auf analoge Fälle bei anderen Pflanzen, um meine Auffassungsweise der Keimpflanze von *Trop. brachyceras* zu unterstützen, so will ich nur an *Colchicum autumnale* und an *Gagea pratensis* erinnern, wo sich in den röhrenförmigen Achselvertiefungen einzelner Laubblätter, ganz so wie bei unseren *Trop.* in den Achseln der Keimblätter, perennirende Knospen bilden, (man sehe meine Schrift: *Zur Morpholog. der Knollen- u. Zwiebelpfl.*, p. 41, 114 u. 117). Auch bei diesen Pflanzen verschmilzt das Mutterblatt der Knospe auf eine bedeutende Strecke mit dem nächsten Achsengliede.

In der reifen Frucht von *Tr. brachyc.*, in welcher alle wesentlichen Theile des Embryo bereits verhältnissmässig weit ausgebildet sind, findet man jenen Kanal noch nicht, eben weil die Kotyledonen an ihrem Grunde noch nicht so eigenthümlich ausgewachsen sind. Der Embryo, von dem Fig. 17., Tab. V. einen vergrösserten, senkrechten Durchschnitt zeigt, gleicht vielmehr in der Hauptsache noch ganz dem von *Trop. majus*, Fig. 19., Tab. V. Bei *Tr. brachyc.* sind die Knospchen in den Achseln der Kotyledonen, wenn überhaupt vorhanden**), so doch gewiss schwer im reifen Samen zu erkennen, und ich habe bis jetzt zu wenig reife Früchte hierauf untersucht, um ganz darüber im Reinen zu sein. Nur ein Mal schien es mir, als ob eine solche axilläre Knospe im ersten Rudiment schon im reifen Samen vorhanden sei, wie ich es Fig. 18. gezeichnet habe. Die äusserst geringe Ausbildung der Knospe dürfte hier, wo

*) Wenn bei *Chaeroph. bulbos.* in der Wandung des Kanals vier Gefässbündel auftreten, während die beiden Kotyledonen bei unseren *Tropaeolen* in ihrem untersten Theile zusammen nur zwei zeigen, so hebt natürlich dieser Umstand die Giltigkeit der Vergleichung nicht auf. Die beiden stärkeren bei *Chaeroph.* entsprechen denen von *Tropaeolum*. Uebrigens habe ich bei den Keimlingen anderer Pflanzen, die einen ähnlichen Kanal besitzen, in der Wandung des letzteren auch nur zwei, der Mediane der Kotyledonen entsprechende Gefässbündel gefunden. — Es würde mich keineswegs befremden, wenn bei unseren *Tropaeolum*-Arten ausser den Nebenwurzeln, die, Fig. 22. Tab. V., aus den Gefässbündeln, welche der Achse angehören, entstehen, auch noch solche gefunden würden, die sich aus den zu den Kotyledonen gehörenden Gefässbündeln entwickelt hätten, da dieser Fall bei *Chaerophyllum bulbos.*, bei *Carum Bulbocastanum* und auch bei *Corydalis fabacea*, seltner bei *C. cava* eintritt.

**) Nach der neuerlichst vom Herrn Dr. PRINGSHEIM in der *Berl. bot. Zeitung* 1853, Spalte 609 ausgesprochenen und wie es scheint begründeten Ansicht über die ursprüngliche Entstehung der normalen Axillärknospen müsste man annehmen, dass die Knospen in den Achseln der Keimblätter auch bei unserer Pflanze schon äusserst früh angelegt seien.

der Zustand derselben bis zur zweiten Vegetationsperiode durchweg unvollkommen bleibt, durchaus nicht befremden, wenn man sieht, dass dieselben Knospen bei *Trop. majus* und *minus*, wo sie in der Regel nicht lange nach der Keimung auswachsen, im Samen gleichfalls noch sehr unscheinbar sind, Fig. 19. k k.

§. 8.

Die Knolle bildet sich allmählich aus dem eigentlich hypokotylyschen Theile, der anfangs (wie bei *Carum Bulbocastanum* und *Corydalis fabacea* und *cava*) sehr kurz ist und ganz der im reifen Samen sich zeigenden *radicula* (die Niemand für ein reines Wurzelgebilde halten wird, da aus ihr die *Kotyledonen* hervorgehen) entspricht, in einer ganz ähnlichen Weise wie bei *Carum Bulbocastanum*. Wie bereits bemerkt, wächst auch die äusserste Spitze zu einer fadenförmigen, sich etwas verästelnden Hauptwurzel aus. Fig. 8., Tab. VII., stellt eine fast ganz reife Knolle dar, von den *Kotyledonen* waren nur noch die Stiele vorhanden, und der fadenförmige Theil begann schon abzusterben. Dicht unter dem Gipfel der Knolle (*MÜNTER'S* Knospenpol) vereinigen sich die Gefässbündel der Keimblätter, die in der spätern Zeit auch in dem untersten Theile der *Kotyledonarbasis* deutlich entwickelt sind, mit denjenigen Gefässbündeln in der Knolle, die als direkte Fortsetzung der später gleichfalls ganz deutlichen Gefässbündel der Basis des ersten epikotylyschen Internodiums erscheinen, und in der Knolle das centrale Mark einschliessen. Die Knospen auf dem Gipfel der Knolle erleiden keine auffallende Veränderung, und bis jetzt konnte ich während der ersten Vegetationsperiode kein Blatt an ihnen finden. Sie erscheinen meistens etwas eingesenkt in die Gipffläche der Knolle, so dass man auf einem feinen Querschnitt durch diese Stelle noch die Gefässbündel der *Kotyledonen* und den Kanal als zarte Querspalte (welche natürlich verschwindet, wenn ein unmerklich tiefer abgenommener Schnitt die flachen, aus einem zarten Gewebe bestehenden Knospen selbst getroffen hat) erkennen kann, Fig. 9. u. 16., Tab. VII. Hier herrscht noch das Rindenparenchym vor, und es treten in dasselbe strahlenartig einige Cambialstreifen hinein, welche die in einer etwas tiefern Region, als dass sie in dem Fig. 9. gezeichneten Schmitte schon zu sehen gewesen wären, fast wagrecht oder nur wenig gekrümmt verlaufenden Gefässbündel begleiten. Weiter nach unten erhält die Knolle allmählich eine andere Vertheilung der Elementartheile, Fig. 10. Es zeigt sich endlich das Mark deutlich von mehreren (ungefähr 12) getrennten, kreisförmig geordneten Gefässbündeln umgeben, Fig. 11.; von diesen gehen Reihen getrennt hinter einander stehender Gefässbündel (entsprechend den vorhin erwähnten Cambialstreifen) bis zur Rinde hin, vor derselben von einem zarten Zellgewebe begrenzt. Ausser diesen vollständigen Reihen kommen auch noch einzelne Gefässbündel an der innern Seite des Cambialringes vor. Die Gefässbündel stehen nach verschiedenen Richtungen hin durch

Anastomosen mit einander in Verbindung. — Die Rinde, deren äussere Oberhaut zu Grunde geht, stellt einen schmalen Gürtel *r* dar. Im Grunde der Knolle (MÜNTER's Wurzelpol) treten die Gefässbündel wieder näher zusammen.

§. 9.

Mit der vollendeten Reife der Knolle, am Schlusse der ersten Vegetationsperiode, stirbt Alles — auch die fädliche Pfahlwurzel — ausser den Knollen und der Knospe ab. Auf der Knolle zeigen sich dann, nach Lostrennung des mit den Keimblättern verschmolzenen Internodiums von derselben, die von MÜNTER bereits beschriebenen, mehr oder weniger deutlichen Narben, Tab. VII., Fig. 15. Wie nun von selbst klar ist, gehört das von jenem Forscher erwähnte grössere, centrale Holzbündel der eigentlichen Achse an, während die „zwei kleineren seitlichen Fascikel“, die hüben und drüben neben dem mittleren auftreten und von ihm durch einen schmalen Zwischenraum getrennt sind, in welchem sich je eine niedrige, ganz unscheinbare, oft auch von abgestorbenem Gewebe verdeckte Knospe findet, den Keimblättern angehört. Nur irrte MÜNTER, wenn er sagt: „das centrale Holzbündel des fadenförmigen Wurzelstückes theilt sich, so bald es in den Knollen übergeht, in drei Fascikel, ein grösseres mittleres und zwei kleinere seitliche“, da die Trennung innerhalb jenes Theils eine ursprüngliche ist.

Die Knollen ruhen nun bis zum Beginn der zweiten Vegetationsperiode. Dann treiben sie aus, selbst wenn sie in ganz trockenem Boden liegen. Wie MÜNTER, fand auch ich, dass nur eine Knospe auswächst*); es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass unter Umständen beide auswachsen. Jenes gewöhnliche Verhalten erinnert an das vieler anderer Pflanzen, bei denen die eine Achsel eines zweigliedrigen Blattwirtels, wie ja einen solchen auch die Keimblätter unserer Tropäolen darstellen, eine auffallend schwächere, später, oder auch gar nicht auswachsende Knospe hat, oder überhaupt knospenlos bleibt, während die Knospe der anderen Blattachsel kräftig auswächst**). Der zum neuen Stengel auswachsende Trieb, Tab. VII.,

*) Wie ich bereits erwähnte, wachsen die unterirdischen, in den Achseln der Kotyledonen befindlichen Knospen bei *Trop. majus* und *minus* in der Regel sehr frühzeitig aus. An Exemplaren der letzteren Art sah ich sie in lockerem Sandboden zu unterirdischen Ausläufern werden, die einige Zolle massen und mit unvollkommenen Blättern versehen waren. Oft wachsen sie aber auch gleich senkrecht über den Boden und haben dann eine vollkommenere Blattbildung. Die Pflanze scheint eine Neigung zu haben, in ähnlicher Weise wie *Oxalis stricta* zu perenniren. Bei *Tr. majus* sah ich solche Ausläufer nicht, und die Knospen verkümmern öfter als bei *Tr. minus*; dagegen bemerkte ich an manchen Exemplaren jener Art im Herbste öfters zahlreiche neue Sprossen, die aus der Region, wo die Keimblätter gestanden, hervorgebrochen waren. Beide Arten werden in ältern Schriften gewiss nicht mit Unrecht als ein- und mehrjährig bezeichnet.

*) Man kann dies ausser vielen andern Fällen an den Stengeln der *Stellaria media* sehen. Die Haarleiste findet sich immer an der Seite des Internodiums, wo am Grunde desselben das Mutterblatt der sich zu einem Zweige ausbildenden Knospe steht. (Die antidromen Zweige der Kotyledonen wachsen beide frühzeitig aus, was

Fig. 12.B und Fig. 13., dessen anatomische Verhältnisse, Fig. 14., denen entsprechen, welche die unterirdische Achse der Keimpflanze oberhalb der Kotyledonarstiele zeigte, Tab. VI., Fig. 4., ist, soweit als er im Boden steht, mit einigen Schuppenblättern versehen und treibt hier schon sehr bald zahlreiche, horizontal verlaufende und sich stark verästelnde Nebenwurzeln*). Auch aus dem Grunde der Knolle, da wo die Pfahlwurzel abgestorben ist, brechen mehr oder weniger Nebenwurzeln hervor, senkrecht oder schief abwärts dringend.

§. 10.

Die Form und die Grösse der reifen Knolle sind, wie ich mich aus der Ansicht zahlreicher Knollen in dem MÖHRING'schen Garten während deren Ruhezeit überzeugt habe, schwankend; sie sind bald kugelig, bald mehr in die Länge gezogen, zuweilen an manchen Stellen etwas eingeschnürt und gekrümmt, bald kaum grösser als eine Zuckerbirne, bald so gross wie eine wälsche Nuss. Die gestreckten sah ich bis zur Länge eines Fingers bei einem Querdurchmesser von kaum drei bis vier Linien. Die Kugelform möchte indessen, wie das auch MÜNTER bemerkt, vorwalten, und die von mir gezogenen zeigten sie fast ausschliesslich. Eine eigenthümliche Form zeigt Fig. 3., Tab. VII.; sie war wahrscheinlich durch die Bildung von zwei Wurzel-Enden hervorgerufen, man vergl. die Erkl. der Abbildungen.

MÜNTER beschreibt auch noch knospenlose Knollen von verschiedener Gestalt und Länge, welche in dem Verlaufe des fadenförmigen Theiles zwischen den Kotyledonenstielen und der Endknolle, deren anatomischen Bau sie haben, auftreten. Die von mir gezogenen Keimpflanzen zeigten nichts von dieser „perlschnurartigen Knollenreihe“, wie denn auch der vorhin bezeichnete Theil, trotzdem ich mich ziemlich tiefer Töpfe bei der Aussaat bediente, nicht so lang wurde, wie er nach MÜNTER zu werden pflegt. Ich schreibe das nur der weniger

auch zuweilen bei andern Blattwirteln der Fall ist). Die mindestens stärkere, wenn nicht allein vorhandene Haarleiste findet sich auch bei *Cynanchum Vincetoxicum* oberhalb der kräftigeren, wenn schon nur selten auswachsenden Knospe eines jeden Blattpaares, und jene Haarleiste giebt auch brauchbare Fingerzeige zur Ermittlung der regelmässigen Verzweigungen, welche oberhalb der ersten, terminalen Inflorescenz eintreten.

*) Sie erfüllen oft einen mässig starken Topf nach allen Seiten und bewirken wohl hauptsächlich die Ernährung des reichverzweigten Stengels. Dieser scheint aber auch mit seiner reichlichen Belaubung mehr Nahrung als viele andere Pflanzen aus der Atmosphäre zu entnehmen. Ich schliesse dies daraus, dass abgeschnittene Stengeltheile, in eine kleine Blechkapsel eingeschlossen, in der ich die Luft durch etwas nasses Papier feucht erhielt, mehrere Wochen hindurch weiterwuchsen und auch schön grün blieben. Zweige von *Tropaeol. majus* treiben unter solchen Umständen sehr bald Nebenwurzeln, was ich bei *Trop. brachyc.* und *tricolorum* nicht bemerkte. Wie Herr BOUCHÉ, Inspector des Berl. bot. Gartens, gezeigt hat, kann man von der letztgenannten Art und sicherlich auch von der ersten, an abgeschnittenen Zweigen, wenn sie Früchte angesetzt haben, diese vollständig zeitigen, sobald man nur die Zweige in Fläschchen setzt, die mit Wasser gefüllt sind. Man vergl. Verhandlungen des Ver. zur Beförd. des Gartenbaues in den Preuss. Staaten, 1844, Lief. 35, und eine Notiz daraus in der Berl. bot. Zeit. 1845, Spalte 59S.

guten Art, wie ich meine Pflanzen kultiviren musste, zu. Eine Keimpflanze, Fig. 11. Tab. V., zeigte mindestens Anfänge von Anschwellungen oberhalb der Kotyledonarknospen; aber diese Anschwellungen gingen ziemlich stetig in die Anschwellung unterhalb der Knospen (Endknolle) über, waren nicht von dieser abgesetzt. Sowohl unterhalb als oberhalb der Knospen kamen leichte Einschnürungen *e* in der angeschwollenen Partie vor, in denen der grade Verlauf der centralen Gefässbündel einige Störungen erlitt. Wohl möglich, dass bei einer besseren Kultur eine solche Pflanze die durch fädliche Strecken getrennten knospenlosen Knollen oberhalb der Endknolle hervorgebracht hätte; wesentlich sind sie aber gewiss nicht.

§. 11.

Die Knollen dauern*), in den einzelnen Vegetationsperioden, wie es scheint, nur wenig sich vergrößernd, und von ihrem Bestehen hängt eben das des Exemplars ab, und alljährlich wiederholt sich das Erscheinen neuer Triebe und Wurzeln und ihr Absterben. Ich habe mich auch überzeugt, dass selbst die Stengel späterer Jahrgänge nicht etwa nur aus Adventivknospen hervorgehen, die sich vielleicht auf der Knolle selbst (die hierzu wie zur Bildung der Nebenwurzeln, die ich normal nur aus der Endspitze oder nahe über derselben hervorgehen sah, wegen der ziemlich dicken abgestorbenen Rindenschicht wenig geschickt erscheint), oder auf den stehengebliebenen Resten der Stengel gebildet hätten. Ein Exemplar, das ich genauer hierauf untersuchte, liess mich Folgendes erkennen. An der untersten Basis des neuen Stengels, Fig. 1. Tab. VIII., bemerkte ich zwei äusserst kleine, nur wenig hervorspringende, fast nur eine Falte bildende Schuppenblättchen *a* und *b*. Auf einem senkrechten Durchschnitt durch diesen Achsentheil ergab es sich, dass die Blättchen eine kanalartig eindringende Achsel bildeten, in deren Grunde äusserst zarte Knöspchen standen, Fig. 2. Der sie tragende Achsentheil bleibt nach Absterben der anderen Achsentheile und die Knospen wachsen im nächsten Jahre aus, entweder nur eine oder zwei; man sehe für letzteren Fall Fig. 3—5. Tab. VII. und die Erklärung derselben. Es ist also im Wesentlichen ebeuso wie bei den Keimpflanzen. Die Zahl jener grundständigen Blättchen und deshalb auch ihre Stellung wage ich aus dem Wenigen, was ich davon beobachtete, nicht zu bestimmen, sowenig wie ich behaupten will, dass ausser den normalen Knospen, die manchmal über ein Jahr im Ruhestande verharren mögen, gar keine anderen Knospen aufträten.

*) Insofern unterscheiden sie sich wesentlich von den eigentlichen Knollen, die zu Grunde gehen und durch neue ersetzt werden, wie es z. B. bei *Arum maculatum* der Fall ist, wo sich die erste Knolle auch aus dem hypokotylichen Theil bildet. Bei unseren Tropaeolen sind sie eigentlich knollige Stämme, mit periodisch sich erneuernden Wurzeln, wie bei *Carum Bulbocast.* und *Corydalis cava* (*C. fabacea* hat dagegen eine wirkliche Knolle).

Die älteren Knollen haben im Allgemeinen dieselbe innere Structur, wie die einjährigen, nur ist darin Alles complicirter, Tab. VIII., Fig. 3. und 4. Die borkenartige Aussenschicht*) der Rinde wird von tafelförmigen, regelmässige Reihen bildenden Zellen, Fig. 6. und 7., dargestellt, und überzieht nicht bloss die Knolle, sondern auch die stehengebliebenen Stengelbasen. Der übrige Theil der Rinde zeigt, wie auch das Mark und die Markstrahlen, grosszelliges Parenchym, oft dicht gefüllt mit Amylum**). Gleich hinter dem Cambium, durch welches die Rinde von der innern (das Holz darstellenden) Fläche der Knolle getrennt wird, findet man die Gefässbündel, die auch noch in den ältern Knollen durch ihr reihenweises Auftreten, Fig. 4., Strahlen bilden, die nach dem Centrum verlaufen. Das Parenchym zwischen diesen Strahlen, welches die Markstrahlen bildet, ist oft schon ganz leer von Amylum und erscheint wie zusammengefallen oder auch zerrissen, während die Zellen, welche unmittelbar jene Gefässbündelreihen begleiten, noch ganz mit Amylum gefüllt sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. V—VIII.

Tab. V.

- Fig. 1. Keimpfl. von *Trop. tricol.* nat. Gr., gegen das Ende des Septembers gezeichnet; Fig. 2. der untere Theil derselben vergr., t Testa, l Lamina, s Stiel der Keimblätter, v Verbindung derselben, entsprechend dem Rande der Scheide, die die Keimlinge anderer Pflanzen besitzen. cf. §. 3.
- Fig. 3. Unterer Theil einer Keimpfl. von *Tr. brachyceras*, nat. Gr., Anfangs November; daneben zwei Durchschnitte durch den Theil B, wie sie bei schwacher Vergr. erscheinen: der obere elliptisch, der untere kreisförmig.
- Fig. 4. Vergr. Querschnitt durch die verklebten Keimblätter von *Tr. tric.* Man sieht die Trennungslinien sp und mehrere einzelne Gefässbündel; Fig. 5. unterer Theil der Rückseite eines Keimblattes, x Vorsprünge der Lamina. Fig. 6—9. eine Reihe von Blättern, vom unvollkommen bis zum vollkommenen, vergr. Fig. 10. vergr. Durchschnitt durch das unterste Schuppenbl. b und dessen Knospe k; von dem

*) Bei *Tr. brachyceras*, Fig. 1. und 3., Tab. VII., fand ich sie dunkler und geneigter sich in rundlichen Blättern abzulösen, als bei *Tr. tricolorum*, Fig. 2., wo sie mehr glatt war. Doch ist das wohl nicht constant.

**) Dasselbe zeigt Körner von verschiedener Grösse; die grösseren gleichen bis auf die geringere, zwei- bis dreimal kleinere Dimension den grössern Körnern der Kartoffelstärke; doch ist die Schichtung im Ganzen undeutlicher, und es zeigen sich in den grössern Körnern regelmässig einfache oder sternförmige Risse in dem organischen Centrum, Fig. 8. Tab. VIII. — Dicht unterhalb der Borke kommt mindestens bei *Tr. brachyceras* eine Reihe von Zellen vor, in denen sich ein, wie es scheint, ziemlich schwer löslicher, harziger Stoff abgelagert hat.

grade aufsteigenden Gefässbündel zweigen sich andere ab, die in das Blatt und die Knospe treten.

Fig. 11. Keimpfl. von *Tr. tric. nat. Gr.*, zu Ende des Decembers, der vielfach verzweigte Stengel war über zwei Fuss lang. Bei C hatten die Keimblätter gestanden. Die epikotyl. Achse hat zwei Nebenwurzeln. In den Achseln der mitgezeichneten vollkommeneren Laubblätter standen kleine, etwas fleischige Zweige. Die hypokotylische Achse war an manchen Stellen gespalten. K Stelle, wo im Innern die Knospen standen, e leichte Einschnürungen in dem schwach cylindrisch angeschwollenen Theile.

Fig. 12—16. Etwas vergr. Durchschnitte durch verschiedene Theile derselben Pfl., Fig. 12. durch den hypokotyl. Theil, w eine Nebenwurzel, x zerspaltene Stelle, G centrale Gefässbündel, die ziemlich holzig geworden und jetzt dicht zusammengetreten waren, g Gefässbündel der Keimblätter, o der feine Spalt. — Fig. 13. durch eine Nebenwurzel, Fig. 14. durch die Pfahlwurzel, Fig. 15. durch den unterirdischen epikotyl. Theil; die Gefässbündel waren keilförmig geworden, Fig. 16. durch den Theil dicht unterhalb der perennirenden Knospen, cf. Fig. 10. auf Tab. VII., c Cambium.

Fig. 17. Vergr. senkr. Schnitt durch den grössern Theil eines reifen Samens von *Tr. brachyceras*. Die Mitte der Keimblätter war getroffen; sp wie in Fig. 4., g Gefässbündel, pl plumula, r radicula mit dem Bildungsgewebe T, x Vorsprünge der Lamina der Keimblätter nach Unten; es ist ähnlich wie bei den Keimblättern der Eiche, Fig. 18. cf. §. 7. zu Ende, k Knöspchen (?). — Fig. 19. *Tr. majus*, wie Fig. 17. u. 18. — Fig. 20. Keimpfl. von *Tr. majus*, Fig. 21. von *Tr. minus*, Ende Juni; C Stelle, wo die Keimblätter sassen, k deren ausgewachsene Knospen: eine etwas höher als die andere. An der epikotyl. Achse bei *Tr. minus* fanden sich viele Wurzelanfänge; bei *Tr. majus* waren diese Wurzeln schon ausgewachsen (sie fehlen hier oft). Fig. 22. eine Knospe aus der Achsel eines Keimbl. von *Tr. minus* etwas vergr.

Tab. VI.

Fig. 1. *Trop. tricol.*, senkrechter Durchschnitt durch den Stiel st der Kotyledonen, deren Lamina nicht genug in der Mitte getroffen werden konnte, x Vorsprung der Lamina (cf. Tab. V. Fig. 17.), an einer Stelle getroffen, wo er ganz unbedeutend hervortrat. Die Achse A ist auch nur unten getroffen. Die Keimpflanze war, wie die auf Tab. V. Fig. 1., in einem frühen Stadium. Vergrößerung gegen 36mal. m Mark, GG centrale Gefässbündel, c Cambium, das sie begleitet, o Kanal, der nach oben zwischen den Stiel st und der Achse A mündet; g Gefässbündel der Kotyledonarbasis, A gross-, B kleinzellige Rindenschicht.

Fig. 2. Senkrechter Durchschn. durch die Endspitze des hypokotylischen Theils, k Knospen im Grunde des Kanals, T Bildungsgewebe, aus dem sich später die Knolle bildet,

- entsprechend T in Fig. 17., Tab. V., wie auch r in beiden Fig. sich, wenn auch nicht durchaus, entsprechen. Uebrige Bezeichnung und die Vergr. wie Fig. 1.
- Fig. 3. Querschnitt durch die obere Partie des hypokotylichen Theils. Bez. wie Fig. 1., ebenso die Vergr.
- Fig. 4. Querschnitt durch die Achse oberhalb der Kotyledonarstiele und unterhalb des 2ten Schuppenblattes. Man erkennt sieben getrennte Gefässbündel G innerhalb des Cambialringes c, m Mark. Schwach vergrössert.
- Fig. 5. Die Partie eines Querschnittes durch den obern Verlauf des hypokotyl. Theils um die Oeffnung o herum, die ganz deutlich hervortrat, stärker vergr. als in Fig. 3., de-Bezeichnung beibehalten ist.
- Fig. 6. Querschnitt durch den Kanal, bei einer ungefähr 150mal. Vergrößerung gezeichnet, bez. wie Fig. 5. (Ende December).
- Fig. 7. Senkrechter Schnitt durch den untern Verlauf des Kanals o, bei x traten einige tiefer liegende Zellen ins Gesichtsfeld. Bei einer ungefähr 150mal. Vergr. gezeichnet.
- Fig. 8. desgl. durch den obern Verlauf. In den Figuren ist auf den Inhalt der Zellen keine Rücksicht genommen.

Tab. VII.

- Fig. 1. Eine ältere Knolle von *Tr. brachyceras* in nat. Gr. Der Blütenstengel, an dem sich bereits (Ende December) die Blütenknospen zeigten, ist bis auf ein ganz kurzes Stück abgeschnitten und von den Wurzelasern am Grunde der Knolle sind nur wenige gezeichnet, cf. Tab. VIII., Fig. 1. und 2.
- Fig. 2. Knolle von *Tr. tricolor.*, nat. Gr. (Anfangs November). Da die Knospen auf dem Gipfel der Knolle durch irgend einen Zufall zu Grunde gegangen waren, trieb sie keinen Stengel aus, sondern nur Nebenwurzeln an ihrer Basis.
- Fig. 3. Sonderbar gestaltete Knolle von *Trop. brachyceras*. Es hat den Anschein, als wären zwei Knollen mit einander verschmolzen. Wahrscheinlich war aber die eigenthümliche Form durch die Bildung eines zweiten Wurzelendes (bei w) hervorgerufen worden; Lei W war wohl das primäre Wurzelende der Knolle. B zwei Blütenstengel (Ende December), deren Wurzeln nur zum Theil mitgezeichnet wurden und die bei H über den Boden traten. — An dem mit w bezeichneten Theile sah ich keine Spur von Knospenbildung, sonst würde ich ihn für die stehengebliebene Basis eines Stengels gehalten haben.
- Fig. 4. Vorjähr. Achsentheil A der Knolle in Fig. 3., von der entgegengesetzten Seite, etwas vergr., bis auf die Spitze n war er noch frisch. Aus demselben waren die beiden diesjähr. Stengel B hervorgegangen, an denen die Stellen, wo die Wurzeln standen, durch kleine Kreise angedeutet sind.

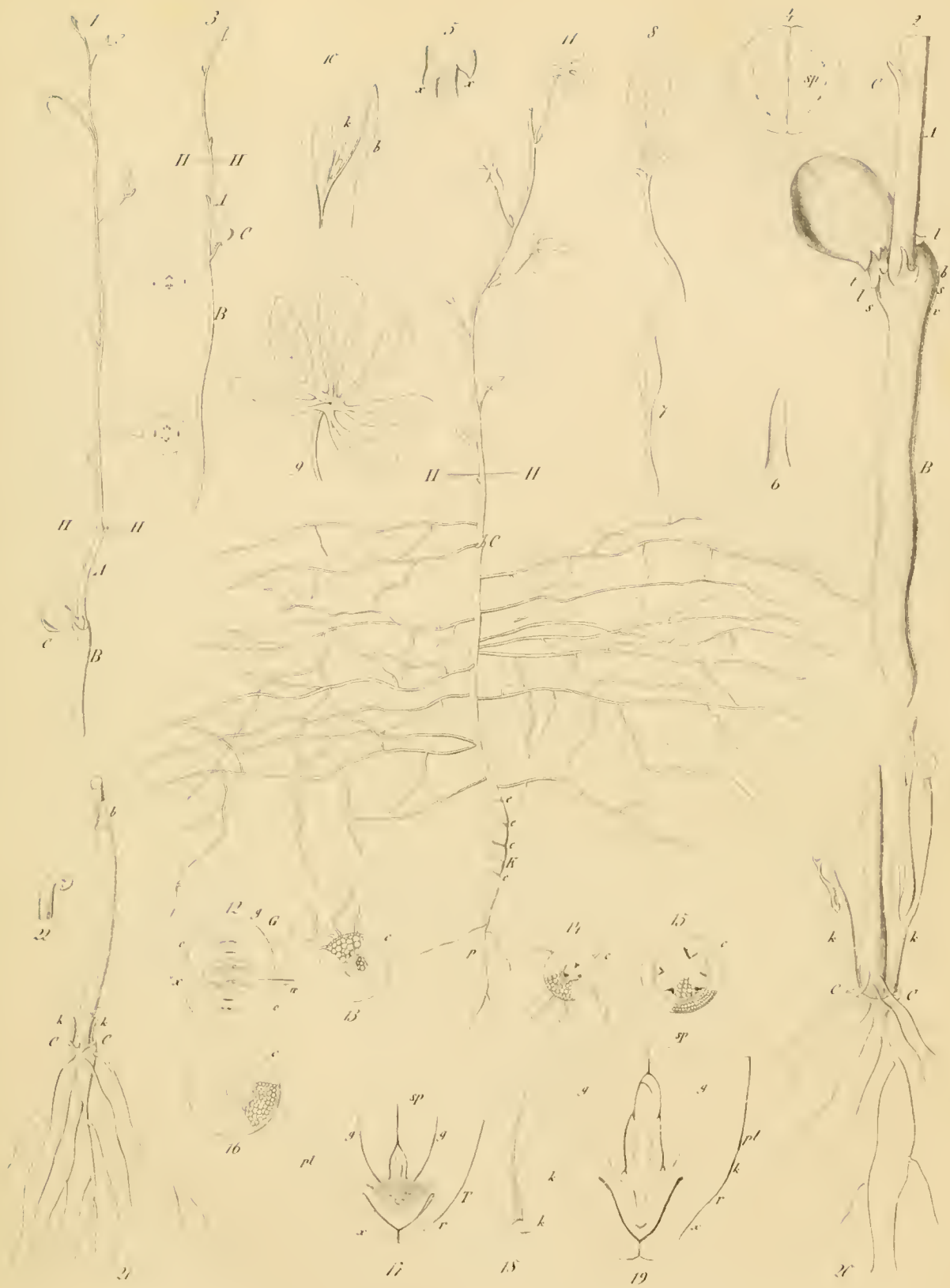
- Fig. 5. Durchschnitt durch dieselben Theile; es war an jedem diesjähr. Stengel ein Knöspchen k wenigstens theilweise getroffen.
- Fig. 6. wagerechter, Fig. 7. senkrechter Durchschnitt durch die Knolle in Fig. 3., deren Bezeichnung beibehalten ist, c Cambium. Bei x fand sich ein eigenthümlicher Körper, der sich leicht heraushehlen liess; es schien eine Art von Maserbildung.
- Fig. 8. Die (ziemlich kleine) reife Knolle einer Keimpflanze (*Trop. brachyceras*) in nat. Gr., Mitte April. Die Achse B war im Absterben begriffen, bei C hatten die Kotyledonen gestanden. Die Oberfläche der Knolle war noch ziemlich weiss.
- Fig. 9. Vergr. Querschnitt durch den oberen Theil derselben Knolle, wo noch die Gefässbündel der Keimblätter von den centralen getrennt sind. Die sternförmig geordneten Strahlen bezeichnen das zartzellige Parenchym, das in die breite Rindenschicht hineinsetzt; sie können nicht das Mark darstellen, das sich ja innerhalb der centralen Gefässbündel, die hier noch dicht zusammengedrängt sind, finden müsste, wie in Fig. 10. Fig. 16. die Gefässbündel vergr. Man erkennt auch die feine Querspalte des Kanals; die kreisförmigen Knospen schimmerten an dieser Stelle schon durch das Parenchym hindurch.
- Fig. 10. Etwas tiefer (unterhalb der Knospen) genommener Querschnitt; in dem zartzelligen Parenchym verliefen fast wagerecht die Gefässbündel, die von den im Centrum befindlichen, welche noch nahe bei einander, aber nicht so gedrängt, wie in Fig. 9. u. 16., standen, strahlig abgingen, in Mark.
- Fig. 11. Vergr. Querschnitt aus der Mitte derselben Knolle. (Einen ähnlichen Schnitt durch eine jüngere und mehr walzenförmige Knolle zeigt Fig. 16. auf Tab. V.; hier bildete das Cambium schon einen Kreis). m das Mark, um welches die (12) Gefässbündel, und zwar hier deutlich getrennt, stehen. Durch die Knolle ziehen sich sechs Reihen, auf denen die durch Punkte angedeuteten Gefässbündel sichtbar sind; sie entsprechen dem Holze anderer Pflanzen, s breite Markstrahlen. c Cambium, vor dem hin und wieder nach Innen zu kürzere Reihen von Gefässbündeln stehen. r Rinde.
- Fig. 12. Kleine Knollen von *Tr. tricolor.*, zu Anfang der zweiten Vegetationsperiode. Der senkrechte Strich daneben bezeichnet die nat. Gr. Die Nebenwurzeln fehlten noch; doch war die eine Knospe neben dem Stumpfe des abgestorbenen Stengels A der ersten Vegetationsperiode bereits zu einem kurzen Triebe B ausgewachsen. Fig. 13. Dieser Trieb von vorn, d. h. von der Seite, wo das sein Mutterblatt vorstellende Keimblatt gestanden hatte. Man erkennt rechts an dem Triebe ein Blättchen, das aber wohl nicht das erste gewesen sein mochte. Fig. 14. vergr. Querschnitt durch den Trieb. Fig. 15. die Narben auf dem Gipfel derselben Knolle, vergr. A Stelle,

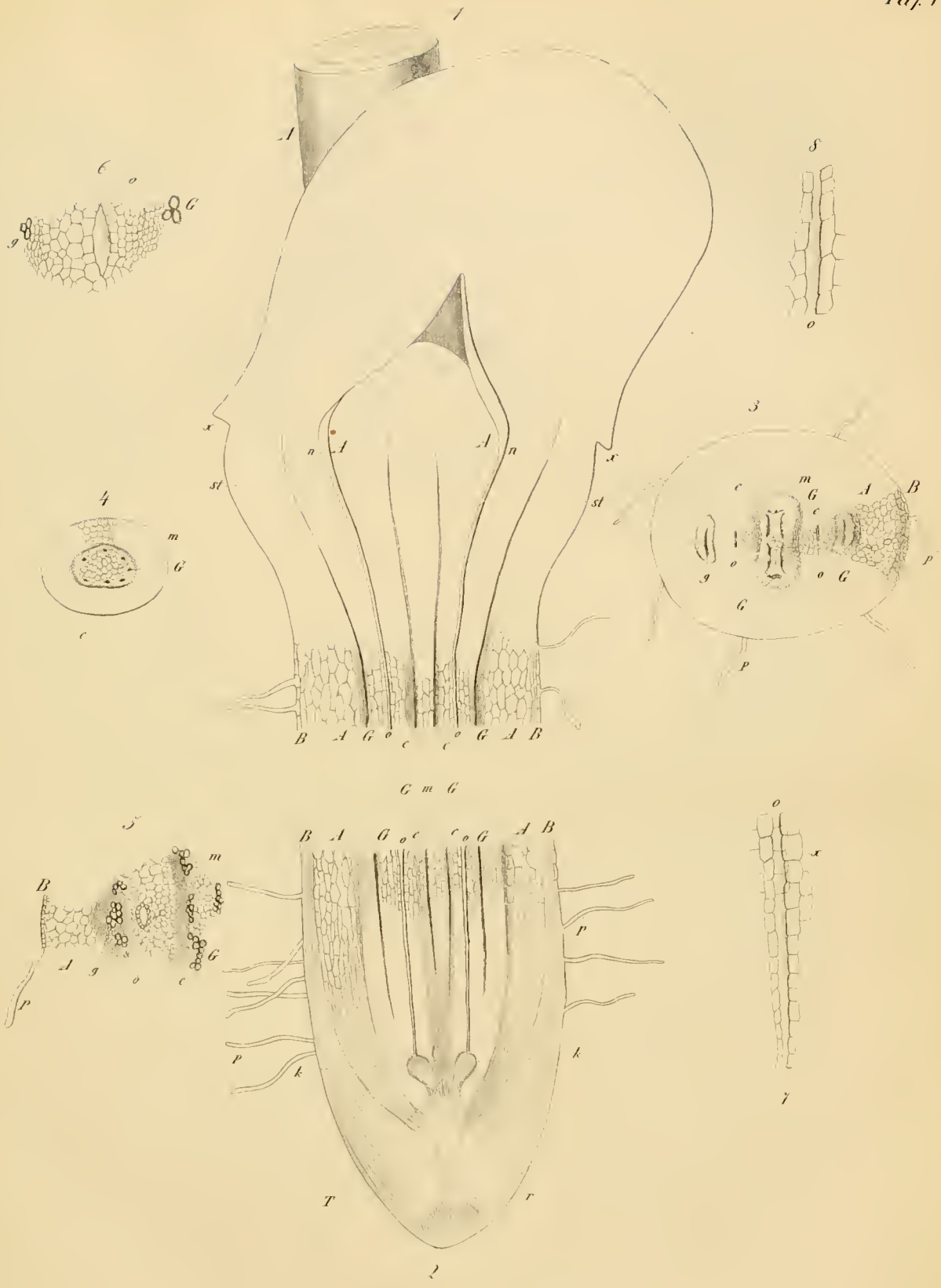
wo der vorjähr. Stengel gestanden; bei B war der diesjähr. Trieb abgeschnitten. Links von A war die verkümmerte Knospe.

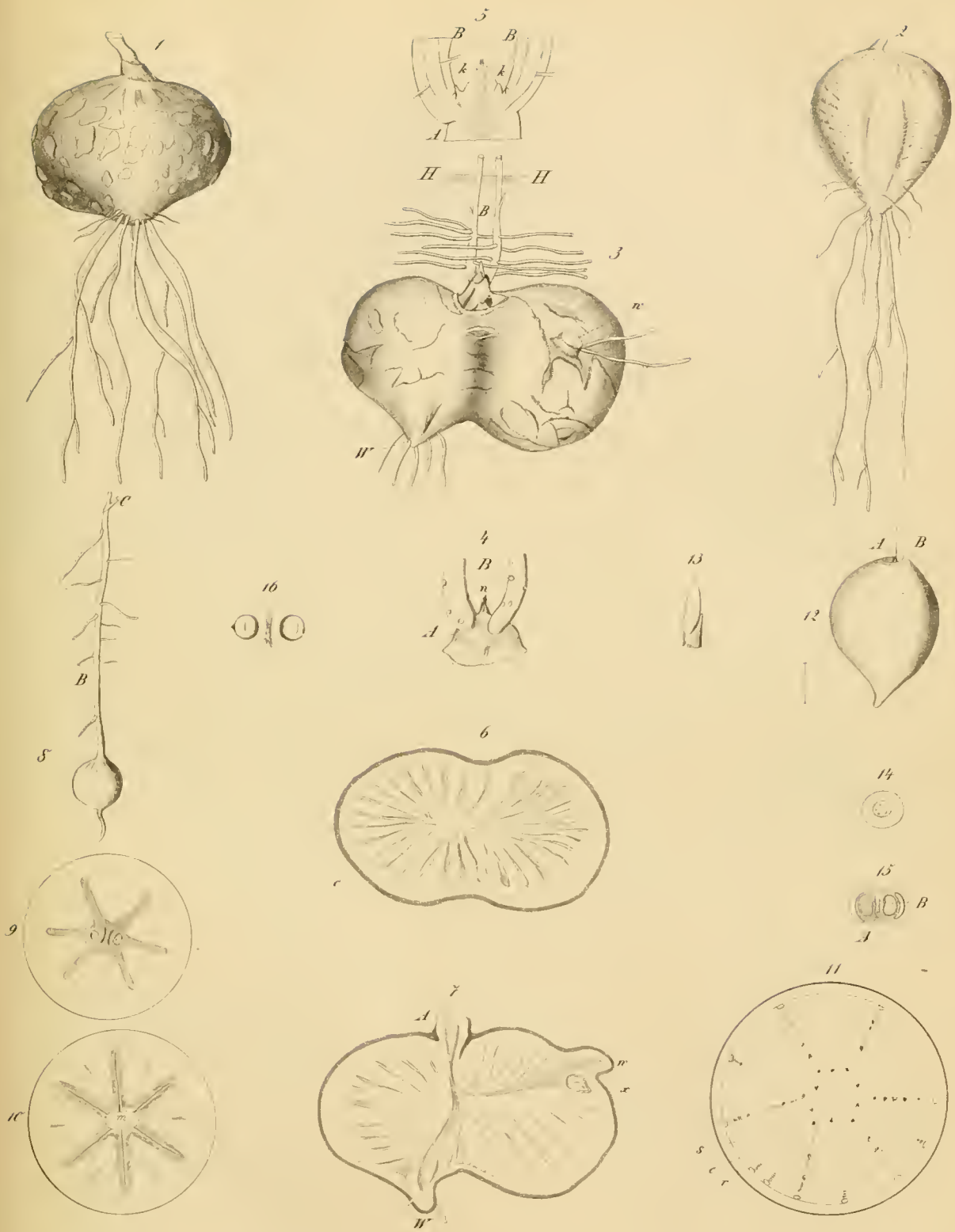
Fig. 16. cf. Fig. 9.

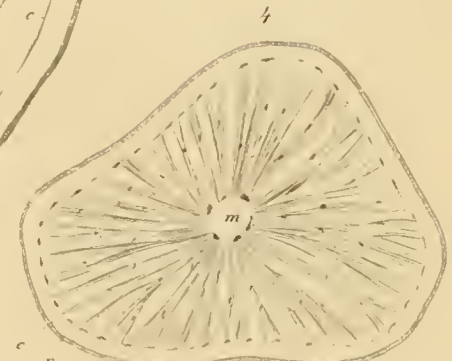
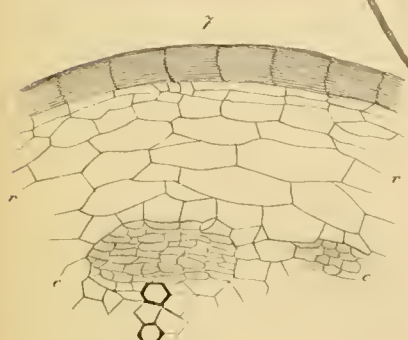
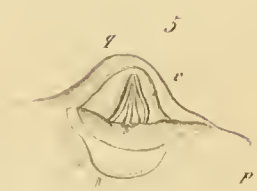
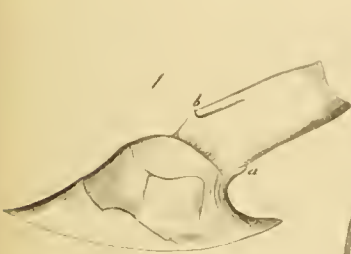
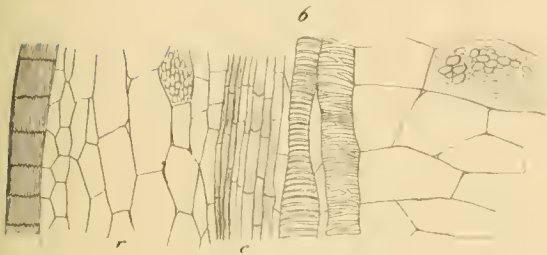
Tab. VIII.

- Fig. 1. Vergrösserter Gipfel der Knolle, die in Fig. I., Tab. VII. abgebildet ist; a und b zwei Schuppenblättchen am Grunde des neuen Stengels.
- Fig. 2. Stärker vergr. senkrechter Durchschnitt durch den Gipfel derselben Knolle und durch die Stengelbasis; man sieht in dem Kanal, den die Blättchen a und b mit der Achse des Stengels bilden, die kleinen Knospen; c das Cambium, d die Basis der Gefässbündel, die zu den Kotyledonen gehörten. e scheint die verkümmerte Knospe in der Achsel des einen Keimblattes zu sein; darüber war ein leerer Raum; f die an ihrer Spitze abgestorbene Achse, aus welcher der diesjähr. Stengel entsprang. Wenn im nächsten Jahre die Knospen in den Achseln von a und b ausgewachsen sein würden, so hätten sie mit der stehen gebliebenen Mutterachse eine ähnliche Ansicht, wie die in Fig. 4. und 5. Tab. VII. gewähren müssen.
- Fig. 3. Vergr. senkrechter Durchschnitt durch die Knolle, die Tab. VII. Fig. 2. abgebildet ist; v die Gefässbündel des (terminalen) Stengels des ersten Jahrgangs, q Basis des zweitjähr. Blütenstengels, der aus der einen Kotyledonarknospe hervorgegangen sein musste, dessen basiläre (perennirende) Knospen aber zu Grunde gegangen waren, weshalb die Knolle, wie bemerkt worden ist, keinen Stengel trieb. Bei p musste die andre, gleichfalls zerstörte Kotyledonarknospe gestanden haben. m das Mark, von den primären Gefässbündeln umschlossen. Zwischen diesen und dem Cambium sieht man mehrere Gefässbündel, von denen der Schnitt eine grössere oder kleinere Strecke getroffen hatte; r die Rinde. — Fig. 4. vergr. Querschnitt durch die Mitte derselben Knolle. Die Holzstrahlen, in denen die Gefässbündel durch Punkte bezeichnet sind, wurden hier schattirt, die Markstrahlen nicht. — Fig. 5. der vergr. Gipfel derselben Knolle, Bezeichnung wie Fig. 3.
- Fig. 6. Aeusserer Theil eines senkr. Schnitts durch dieselbe Knolle, bei ungefähr 140maliger Vergr. gezeichnet; zu äusserst ein Band tafelförmiger Zellen (Borke), dann das Rindenparenchym, c das Cambium, darauf zwei Gefässe, dann wieder Parenchym. Nur in zwei Zellen ist das Stärkemehl mitgezeichnet, sonst ist der Inhalt der Zellen nicht berücksichtigt. Fig. 7. Aeusserer Theil eines wagerechten Schnittes, ebenso vergr. Zwei Gefässe sind getroffen, vor ihnen sind die kleinern Zellen des Bildungsgewebes. Diese Partien sind in dem Cambiumringe c der Fig. 4. durch etwas stärkere Striche angedeutet.
- Fig. 8. Stärkekörner von verschiedener Grösse, bei ungefähr 360mal. Vergr. gezeichnet.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1854

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Irmisch Thilo

Artikel/Article: [Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen 63-80](#)