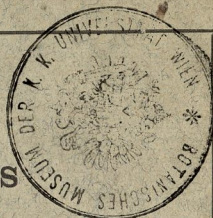


BOTANISCHES MUSEUM
der k. k. Universität.

Nº 10842

102/22



Beiträge zur Kenntniss

von

Carlina acaulis und *Atractylis gummiifera*.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Clemens Kerckhoff,

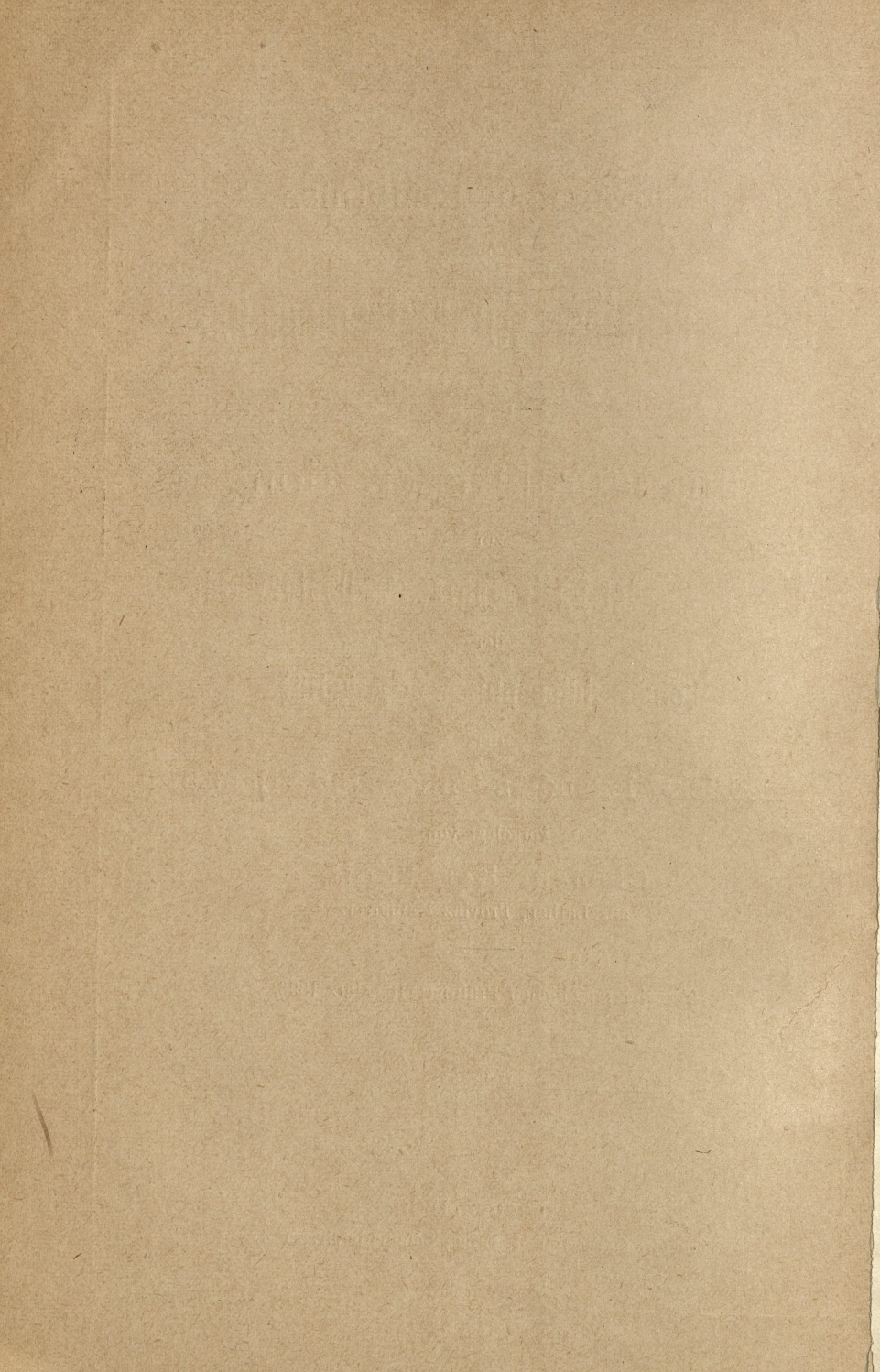
aus Lathen, Provinz Hannover.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. März 1896.



München 1896.

Buchdruckerei von M. Ernst, Senefelderstrasse 4.



Beiträge zur Kenntniss

von

Carlina acaulis und Atractylis gummifera.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Clemens Kerckhoff,

aus Lathen, Provinz Hannover.

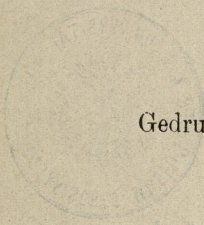
Tag der mündlichen Prüfung: 10. März 1896.



München 1896.

Buchdruckerei von M. Ernst, Senefelderstrasse 4.





Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen
Fakultät der Kgl. Universität Erlangen.

Referent:

Herr Professor Dr. M. Reess.

Dekan:

Herr Professor Dr. Eheberg.

Seine lieben Mutter
in Dankbarkeit
gewidmet

Vorlesung in diesem Vorlesungssaal gab der
junger Kämpfer in der Provinz Paderborn, die im Jahr
1893 und 1894 nach dem Gewinn der
Wurzel unter hohem Vergütung
stehen wird.

Der Verfasser in dem eigentlichen Thema
seiner Abhandlung, der Erklärung und Beschreibung
der physiologischen Wirkungen kommt, gibt er eine
kurze Geschichte der Wurzel, bespricht ihre ver-
schiedene Anwendungswiese zu verschiedenen Zeiten
und bei verschiedenen Völkern, zählt ihre haupt-
sächlichsten Bestandtheile auf und geht dann über
zur Charakteristik der Pflanze selbst, die diese Wurzel
bietet, der Carina, die — ich habe hier die wörtliche

vom Verfasser.

In einer Abhandlung betitelt „Ricerche sperimentali sul principio attivo della *Carlina acaulis*“ veröffentlicht Herr Dr. Lazzaro, Privatdocent der Pharmakologie an der Universität Palermo seine Versuche an Thieren, die die giftige Wirkung einer Substanz beweisen, einer Substanz, vielleicht bestehend aus mehreren chemisch-differenten Körpern, welche er aus Wurzeln einer Pflanze, die er als *Carlina acaulis* bezeichnet, in Sicilien Masticogna genannt wird, nach einem später zu beschreibenden Verfahren gewonnen hatte und die er kurz „Atrattilina“ nennt.

Veranlassung zu diesen Versuchen gab der Tod einiger Kinder in der Provinz Palermo, die im Jahre 1883 und 1890 nach dem Genusse der fraglichen Wurzel unter heftigen Vergiftungserscheinungen gestorben waren.

Bevor der Verfasser zu dem eigentlichen Thema seiner Abhandlung, der Erforschung und Beschreibung der physiologischen Wirkungen kommt, gibt er eine kurze Geschichte der Wurzel, bespricht ihre verschiedene Anwendungsweise zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Völkern, zählt ihre hauptsächlichsten Bestandtheile auf und geht dann über zur Charakteristik der Pflanze selbst, die diese Wurzel liefert, der *Carlina*, die — ich lasse hier die wörtliche

Uebersetzung aus der Abhandlung pag. 6¹⁾ folgen — in unsern Gegenden gewöhnlich *Masticogna* genannt wird und von der das Volk zwei Arten unterscheidet, eine männliche und eine weibliche; diese letzte hat eine Frucht wie die Artischoke, jedoch von runder und versteckter Form, ver mummt, wie man zu sagen pflegt; zwischen den Blättern (Hüllkelch-) befindet sich der *Mastix*, welcher gemischt mit Terpentin einen Leim gibt, der zum Fangen der Vögel dient; diese Art ist nicht schädlich und alle Bauern essen davon ungestraft; die männliche Art hingegen ist jene, welche nach der Meinung des gewöhnlichen Volkes giftig ist; diese bildet keine Frucht, hat kürzere, krausere und hellere Blätter als die andere Art und kann leicht mit dieser verwechselt werden.“

Vorstehende Beschreibung der Stammpflanze entspricht nun nicht dem Habitus der bei uns im mittleren und südlichen Deutschland wachsenden *Carlina acaulis*, insbesondere nicht hinsichtlich der Blütenkopfbildung, der Abscheidung eines *Mastix* ähnlichen klebrigen Stoffes und des Vorkommens geschlechtlicher und geschlechtsloser Individuen; ausserdem hatte man, wenn gleich die Wurzel von *Carlina acaulis*, die Eberwurz in früheren Jahrhunderten als schweiss- und harn-treibendes Mittel²⁾ in hohem Ansehen gestanden hatte, von toxischen Eigenschaften dieser jetzt nur noch zu Thierarzneien verwendeten Droge nichts bemerkt.

Alle diese Gesichtspunkte mögen Herrn Professor Husemann in Göttingen zu der Bemerkung, die

¹⁾ cf. No. 1 pag. 239. Die No. bezieht sich auf das Literatur-Verzeichniss am Ende der Abhandlung.

²⁾ cf. No. 3. pag. 296.

er seinem Referate ¹⁾ über die Beobachtungen und physiologischen Versuche des Herrn Dr. Lazzaro anfügt, Veranlassung gegeben haben, dass nämlich es fraglich sei, ob es sich um *Carlina acaulis* oder um eine Varietät von *Carlina* (*Atractylis*) *gummifera* handelt. Anlässlich dieser geäußerten Zweifel hinsichtlich der Abstammung der giftigen Wurzel sandte Herr Dr. Lazzaro einige Stücke der fraglichen Wurzel an Herrn Professor Husemann mit der Bitte, Gattung und Art der Pflanze zu bestimmen. Diese mir von Herrn Professor Husemann in liebenswürdigster Weise überwiesenen Wurzelstücke, aus dem Wurzelkopf, durch mehrere daraus entspringende Wurzeläste vielköpfig und mit aus fiederschnittig-gezähnten Blättern gebildeten Blattrosetten versehen, und einem etwa 20 cm. langen Stück der unteren Wurzel, das nach unten sich conisch verjüngte und stark gedreht erschien, bestehend, war das Material, das ich vorerst zu meinen Untersuchungen verwendete. Waren mir dadurch schon einige Anhaltspunkte und Fingerzeige für die Einreihung der Pflanze in eine Familie gegeben, die sichere Bestimmung der Art und Gattung ermöglichte mir erst ein vollständiges Exemplar, bestehend aus dem Wurzelsystem, den Blättern und Blüthen der sog. weiblichen Pflanze, das mir Herr Dr. Lazzaro auf mein Ersuchen bereitwilligst sammeln und übermitteln liess. Dazu kommen noch als Vergleichs-Objekte einige frische Exemplare von *Carlina acaulis*, die ich theils aus der nahen fränkischen Schweiz, theils aus Thüringen dem liebenswürdigen Entgegenkommen der Herren Collegen verdanke.

¹⁾ cf. Nr. 2. pag. 411.

So ausgerüstet mit dem erforderlichen Material, unterstützt durch die reichhaltige, theilweise illustrierte Litteratur des botanischen Instituts Erlangen begann ich meine Arbeit, der ich nach den Intentionen meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Reess folgende Eintheilung zu Grunde legte:

I. Vergleichende Morphologie der in Frage kommenden Pflanzen.

II. Morphologie ihrer Wurzeln und Anatomie derselben.

III. Untersuchungen über das Vorkommen physio-
logisch wirksamer Stoffe in den betreffenden Wurzeln
durch das Thierexperiment.

Morphologie der vermeintlichen Varietät von
Carlina gummiifera.

Wurzelausläufer entweder einer fleischig verdickten Hauptwurzel oder den vom Wurzelhalse ausgehenden Wurzelästen entspringend, tragen an aus sehr gestauchten Internodien gebildeten kurzen oder gar nicht entwickelten Stengeln eine ansehnliche Menge Blätter, die zu einer grundständigen Rosette vereinigt den Blütenstand, ein oder zwei ziemlich grosse Blütenköpfe, umgeben. Die Blätter, 10–20 cm lang, am Grunde in den rinnigen, am Rande spitz gezähnten Blattstiel verschmälert, sind in ihrem ganzen Umfang betrachtet länglich, tiefbuchtig-fiederspaltig gezähnt, jeder Zahn in einen steifen gelblichen Dorn endigend, die direkte Fortsetzung der auf der blasseren oft flaumhaarigen Blattunterseite scharf hervortretenden Nervatur bildend. Kleinere Blätter mit wenig entwickelten, jedoch gleichartig gestalteten Blattabschnitten vermitteln

den Uebergang zu dem sehr entwickelten, die Blüten engumschliessenden und weit überragenden Hüllkelch. Dieser ist gebildet aus zweierlei, verschieden geformten Hüllkelchblättern; die einen, äusseren, grösseren in mehreren mit einander abwechselnden Kreisen die inneren einschliessend, sind fast flach ausgebreitet, starr, an der Spitze erbreitert, von gekräuselten Haaren weiss-filzig, am Rande dornig und endigen alle in einen grossen dreizackartig ausgebildeten Dorn; die anderen, inneren, zahlreicher entwickelt, decken sich dachziegelartig, sind gerade in die Höhe gerichtet, oval länglich, entweder kurz dornig endigend oder was häufiger der Fall länger lanzettlich stumpf.

Zwischen den Hüllkelchblättern findet man bei den meisten Blütenköpfen harzige, klebrige, tropfenförmige Klümpchen ausgeschwitzt, die — ich gehe auf die wahrscheinliche Entstehung dieser Ausschwitzungen bei Besprechung der Wurzel näher ein — manchmal die Blätter vollständig eingebettet haben.

Die röthlich bis violett gefärbten Blüten vom Bau der Compositenblüten mit röhriger Corolle, in grosser Zahl zu einem Blütenkopf mit flachem, fleischigen Blütenboden vereinigt, stehen in den Achseln zahlreicher am Grunde bienenwabenzellig verwachsener, die einzelnen Blüten an Länge übertreffender Spreublätter; letztere, von seidenglänzendem Aussehen, sind an der Spitze mehr oder weniger tief getheilt, manchmal so tief, dass die Abschnitte haarförmige an ihrer Spitze leicht aber deutlich länglich keulenförmige Gebilde darstellen, die staubfadenähnlich die Blüten überragen; oftmals sind mehrere derselben durch eine harzige Masse mit einander verklebt, die wahrschein-

lich von den schwach keulenförmig verdickten Enden abgesondert wird, übrigens mit den von den Hüllkelchblättern ausgeschwitzten mastixähnlichen Thränen identisch ist. Sämmtliche Blüthen sind von ein und derselben Gestalt d. i. röhrig mit in fünf etwa 4—5 mm langen Zähnen getheiltem Saum und zwittrig.

Androeceum und Gynaeceum zeigen werthvolle Merkzeichen für die Diagnostik der Pflanze, weshalb ich die Untersuchung dieser Theile unter Zuhülfenahme einer 50fachen Vergrösserung vornahm und die Befunde durch beigelegte Zeichnungen veranschaulichte. Die Antherenhälften der fünf zu einer Röhre innerhalb der Staubbeutel-Region verklebten Staubfäden sind mit Anhängseln, die in fadenförmige nach aussen längere Abschnitte zertheilt sind, versehen, sie sind geschwänzt und zwar sehr lang und sitzen einem Connektiv auf, das jene überragt und stumpf endigt.

Der Griffel, zu einer stumpfen Spitze ausgezogen, ist bis zu einer sehr markanten Einschnürung in zwei Lappen gespalten, unterhalb dieser flaschenförmig angeschwollen und hier mit zahlreichen zahnartigen Fegehaaren bekleidet, die übrigens auch in geringerer Zahl dem oberen Theil des Griffels entspringen.

Die kleinen Achaenen — sie waren noch nicht genügend entwickelt, um ihre definitive Grösse zu bestimmen — mit einem dichten Pelze gelblicher Seidenhaare umhüllt, die Härchen selbst zweispitzig, die am Scheitel der Achaenen stehenden zudem noch am Grunde leicht bogig gekniet, werden überragt von einer Haarkrone, die aus bis zu 16 Bündel fedriger Borsten zusammengesetzt ist, dessen Bündel aber durch leichte Verwachsung von je 7 Pappusborsten gebildet werden.

Tabula Morphologie der *Carlina acaulis*.

Eine mehrköpfige Wurzel durch Blattreste beschopft trägt grundständige Rosetten zahlreicher bis zu 25 cm langer, in ihrem ganzen Umrisse betrachtet, längliche Blätter, in ziemlich lange, rinnige, hier und da kleine, dornige Läppchen tragende Blattstiele verschmälert; sie sind steif, unbehaart, tief buchtig-fiederspaltig, die Abschnitte länglich dreispaltig, meistens zusammen gelegt und aufgerichtet, am Rande eingeschnitten gezähnt, mit dornigen Zähnen. Dieser Blattrosette sitzt der sehr grosse Blütenkopf auf, der von einem aus dreierlei verschieden gestalteten Hochblättern zusammen gesetzten Involucrum umgeben wird; während die äusseren Hüllkelchblätter laubblattartig dornig gezähnt, die mittleren schmal, schuppig, ebenfalls dornig sind, wachsen die innersten zu aussen blumenblattartig gefärbten, innen weissglänzenden lanzettlichen Gebilden aus, die an ihrer Spitze flach ausgebreitet, die Blüten als strahlende Krone umgeben. Der flache Blütenboden trägt in den Achseln der unten bienenwabenzellig zusammenschliessenden, oben gespaltenen, weissglänzenden Spreublätter — einige der Abschnitte sind fadenförmig, oben deutlich kolbig verdickt, stark vergrössert, Spargelköpfen nicht unähnlich — die röthlichen, zwittrigen, röhrigen Blüten, deren Corollensaum in fünf 2 mm lange Zähne getheilt ist. Das Connektiv der fünf mit ihren Antheren verklebten Staubfäden, an seinen Seiten die geschwänzten — diese Anhängsel sind nicht so lang wie bei der vorhergehenden Pflanzenart — Antherenhälften tragend, überragt diese, ist dann aber zu einer stumpfen Spitze ausgezogen.

Der Griffel, oben schwachkolbig verdickt, endigt rund, klappt nur mit zwei kurzen Narbenlappen etwas auseinander und trägt nur hier eine Anzahl zahnartiger Fegehaare.

Die Früchtchen sind länglich-walzenförmige 5 mm lange Achaenen, besetzt mit anliegenden, kurzen, seidenglänzenden zweispitzigen Haaren von verschiedener Form, die obersten scharf gekniet, gleichsam ein äusseres Krönchen um den Fuss der stark entwickelten Federkrone bildend; letztere besteht aus bis zu 10 in einen Kreis gestellter Bündel, jedes Bündel wiederum aus bis zu 5 unten zu einer Schuppe verwachsenen oben fedrigen Borsten.

Eine Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der Blattlamina der fraglichen Pflanze und von *Carlina acaulis*, die ich nebenbei ausführte, ergab einen vollständig verschiedenen Bau derselben; während bei ersterer das Mesophyll nur aus rundlichen chlorophyllreichen Zellen bestand, war jenes der letzteren differenzirt in ein mehrschichtiges Pallisadenparenchym und sog. Schwammparenchym.

Am Schlusse meiner Untersuchungen gestatte ich mir die im Laufe derselben gefundenen morphologischen Eigenschaften, bald den beiden Pflanzen gemeinsam zukommend, bald dem einen oder anderen Organ ein ganz bestimmtes spezifisches Aussehen gebend, in einer Uebersicht zusammenzustellen, um dann an der Hand dieser die Unterschiede der beiden Pflanzenarten zu constatiren und unter zu Hülfnahme der einschlägigen Litteratur die Art der fraglichen Pflanze zu bestimmen und ihre Stellung im Pflanzensystem festzulegen.

Carlina (Atractylis) gummifera

Carlina acaulis.

Wurzel:	Fleischig verdickte Hauptwurzel m. Wurzel-ästen, diese mit Wurzel-ausläufern.	Einfach cylindrisch, vielköpfig.
Blätter:	Einander sehr ähnlich, hier die Blattabschnitte häufig nicht gegen-ständig, sondern abwechselnd.	Fast gleich.
Hüllblätter des Involucrums:	Von zweierlei Form, die äussersten starr, sehr dornig, die innersten lanzettlich aufrecht.	Von dreierlei Form, die äussersten laubblattartig, dornig, die mittleren schmal, schuppig, die innersten sehr lang mit strahlig ausgebreiteten, weissen stumpfen Endigungen.
Blüthen:	Viele in einem Köpf-chen röhrig.	Ebenso.
Corolle:	Röthlich bis violett, Zähne des Saums bis 5 mm lang.	Zähne des Saums 2 mm lang.
Staubfäden:	Antherenhälften lang geschwänzt, Connectiv stumpf endigend.	Kürzer geschwänzt in eine Spitze aus-gezogen.
Griffel:	In der Narbengegend spitz ausgezogen, tiefer zweilappig, eingeschnürt und dann bauchig er-weitert, hier mit Fege-haaren.	Rund endigend, etwas kolbig verdickt, kurz zweilappig, nur an den Lappen mit Fegehaaren.
Frucht:	Achaene Länge?, be-haart, oberste Haare leicht bogig gekrümmt mit basilarer Anheft-ungsstelle.	Achaene 5 mm lang behaart, oberste Haare scharf gekniet, ebenso.
Haarkrone:	Aus fedrigen Borsten gebildet, je 7 leicht ver-wachsen bis zu 16 Bündel.	Ebenso, je 5 zu einer Schuppe verwachsen, Schuppen bis 10.

Familie der Compositen.

Pflanzen ohne Milchsafft,
Blumenkronen der Scheibenblüthen nicht zungenförmig.

Fegehaare an oder unterhalb der Theilungsstelle des Griffels beginnend und dort in einem besonders hervorragendem Kranze stehend oder Griffel an dieser Stelle verdickt oder wenigstens eine auffällige Aenderung in der Färbung zeigend.

Köpfchen homogam oder mit nicht zungenförmigen ungeschlechtlichen oder seltener weiblichen Randblüthen.

Köpfchen mehrblüthig, selten einblüthig und dann getrennt.

Frucht mit grundständiger Anhaftungsstelle.

Frucht zottig und ungerändert.

Pappusschuppen oberwärts fedrig.

Griffel kurz, zweizähmig.

innerste Hüllblätter Innerste Hüllblätter trocken
aufrecht, nicht strahlend. häutig strahlig ausgebreitet.

Atractylis.

Carlina.

Vorstehende Uebersicht der morphologischen Charaktere lässt unschwer trotz des ähnlichen Habitus der Pflanzen recht deutliche Unterschiede namentlich hinsichtlich der Form des Hüllkelchs, des Griffels und der Staubfäden, nicht minder der Federkrone erkennen, weshalb erstere nicht mit letzterer identificirt werden kann, vielmehr ergibt sich, wenn ich die gefundenen morphologischen Eigenschaften der vermeintlichen *Carlina acaulis* mit jenen, die in Engler und Prantl's Pflanzenfamilien¹⁾ für die Eintheilung der Compositen systemathisch verwerthet sind und die ich zweckentsprechend verkürzt in nebenstehender Tabelle anzufügen mir erlaubte, vergleichend betrachte, die unwiderlegbare Thatsache, dass fragliche Pflanze eine *Atractylis* sein muss, für welche Pflanzengattung in Baillon's²⁾ *Histoire des plantes* folgende Charakteristik gegeben ist:

Atractylis L. Flores (flavidi v. purpurascentes) I morphi v. saepius II morphi exterioribus neutris I seriatis, caeteris hermaphroditis fertilibus nunc raro dioecis. Receptaculum superne planum carnosulum, paleis longis hyalinis saepius setoso fissis floresque involventibus onustum. Involucri bracteae III morphae scilicet, intimae scariosae acuminatae (saepius coloratae) erectae nec radiantes, intermediae imbricatae appressae obtusae v. breviter acuminatae, extimae autem scariosae rigidae vel sublignosae integrae vel salpius spinosodentatae v. composito-spinosae et in cancellum approximatae; Corollae florum fertilium tubulosae sterilium limbo subradiante donatae. Antherarum auriculae

¹⁾ cf. No. 4, pag. 118.

²⁾ cf. No. 5, pag. 81, 82.

longe ciliato-barbatae caudatae. Stylus basi disco parvo stipatus, apiceque indurato vix brevissime II lobus. Fructus oblongi extus villis densis a basi ad apicem majoribus obtekti, areola basilari, pappi setis rigidis basi plus minus alte connatis superne barbellato plumosis.

Herbae spinescentes v. raro inermes; caule erecto v. subnullo foliis alternis, basi rosulatis pinnatisectis ciliatis dentatisve, divisuris integris inermibus v. multo saepius spinosis, capitulis subsessilibus solitariis v. in summis ramulis terminalibus.

(Europa aust., Africa bor. continent. et ins. occ., Asia occ., China?, Japonia.)

Weitere Umschau in der einschlägigen Litteratur namentlich der französischen über *Atractylis* und *Carlina*, die um die Art zu eruiren, unternommen wurde, führte bald und sicher zu gewünschten Resultaten, nämlich zu der Gewissheit, dass eine *Atractylis* gummifera vorliegen müsse; waren doch die mächtige eigenthümlich fleischig verdickte Wurzel, mehr noch aber die auffallende Erscheinung eines regelmässig zur Blüthezeit auftretenden Ausschwitzens eines harzig-klebrigen Stoffes in der Hochblattregion, Merkmale, die bei Aufzählung der Arten jedenfalls registriert waren, eine Vermuthung, die mich nicht täuschen sollte.

So beschreibt schon V. F. Kosteletzki in seiner „Allgemeinen medicin.-pharm. Flora¹⁾ 1833“ eine in Südeuropa, Nordafrika und im Orient an wüsten unfruchtbaren Plätzen wachsende *Carlina*-Art, nachdem er eine auf die mir vorliegende *Atractylis*-Art genau

¹⁾ cf. No. 7. Band 2, pag. 618—620.

stimmende Charakteristik vorausgeschickt hat, unter dem Namen *gummifera*, der gummitragenden Eberdistel folgendermassen: „Aus dem Wurzelhalse sowie aus der Hülle der Blütenkörbchen schwitzt ein gummiartiger Stoff aus, der auf Candia und einigen griechischen Inseln wie Mastix verbraucht wird; in der Berberei dient er nur zur Bereitung einer Art Vogel-leim, dort sind auch die Wurzel und das fleischige Blütenlager als gute Speise beliebt.“

In theilweisem Widerspruch hiermit steht die Notiz in Wiesner's¹⁾ „Die Rohstoffe des Pflanzenreichs“, der bei *Carlina gummifera* Less. sagt, dass aus dem Involucrum dieser griechischen Pflanze ein mastixartiges Harz ausflösse, das auf Tenos und Syros als Surrogat für Mastix dient, das der Saft der ganzen Pflanze dagegen sich giftig erweise.

Befremdlich muss es erscheinen, dass ich durch Vorstehendes auf *Carlina*-Arten verweise, während doch gerade die von *Carlina* streng unterschiedene *Atractylis* in Frage kömmt. Nun, hier ist eine Aufklärung leicht gegeben; zu den verschiedenen Zeiten sind ein und dieselben Pflanzen von verschiedenen Botanikern bald mit diesem, bald mit jenem Namen bezeichnet, dieser oder jener Pflanzengattung zugetheilt, je nachdem die betreffenden Autoren diese oder andere morphologische Eigenschaften zur Klassifizierung benutzten, ja ganze Pflanzenfamilien haben ihre ihnen früher zugetheilte Stellung in den Pflanzen-Systemen wechseln müssen, auf Grund exakter Forschungen, die eine grössere Uebereinstimmung oder nähere Verwandtschaft mit andern Abtheilungen jener Systeme ergaben.

¹⁾ cf. No. 8, pag. 82.

So ist es auch in unserm Falle, viele Autoren nennen die eine Art Mastix absondernde Pflanze *Carlina gummifera*, so Lessing und De Caudolle, andere bezeichnen sie und zwar mit grösserem Recht als *Atractylis gummifera*, so Le Maout und Decaisne¹⁾ mit den Worten: „L'*Atractylis gummifera* est une Carduacée exotique, voisine des *Centaurees*, qui contient principe veneneux“.

Einer eingehenderen Behandlung würdigt *Atractylis gmf.* Dujardin Beaumetz et Egasse in den *Plantes medicinales*²⁾ wie folgt:

Atractylis gummifera L., *Carlina gmf.* Less. (*Chamaeleon blanc.*) zur Familie der Compositen, Reihe *Carduinae* gehörend, liefert eine lange gedrehte Pfahlwurzel mit krautigem Stengel, stachlig aufrecht mit alternirenden Blättern, am Grunde eine Rosette bildend. Ich übergehe hier die weitere Beschreibung, da ich den Leser durch die von mir gegebene detaillirte Charakteristik genügend unterrichtet glaube, beschränke mich darauf, einiges über den Gebrauch, den die Pflanze als Nahrungsmittel findet, nach obenstehenden Autoren anzuführen.

Der fleischige Blütenboden und die Blätter — letztere sind wohl im jungen Zustand gemeint — werden gekocht gegessen wie Artischoken, die Wurzel besitzt scharf narkotische Eigenschaften, ist deshalb ein gefährliches Gift; der klebrige Saft, welchen die Basis des Blütenkopfes absondert, und der durch Austrocknen an der Luft eine mastixartige Masse bildet, ersetzt diesen in Algier; es ist dies der sog. Mastix

¹⁾ cf. No. 10, pag. 144.

²⁾ cf. No. 11, pag. 75.

akanthi, der sich vom echten Mastix dadurch unterscheidet, dass er in Alkohol unlöslich ist; diese Pflanze hat trotz der Eigenschaften ihrer Wurzel noch keine therapeutische Anwendung gefunden. Die toxischen Eigenschaften der Wurzel jedoch scheinen diese zu einem beliebten Vergiftungsmittel gemacht zu haben; Baillon¹⁾ berichtet nämlich: „Arabische Frauen benutzen sie, um sich ihrer Männer zu entledigen, die sie eine Abkochung in Milch nehmen lassen“, und weiter fügt er an: „Blätter und Blütenboden dienen als Speise in Marokko und Algier, nachdem sie jedoch jedesmal durch Kochen erweicht sind; eine andere Wirkung der Wurzel beschreibt er mit den Worten: „Die arabischen Weiber bedienen sich derselben wie des Mutterkorns als Abortivum und sie veranlassen hinterlistiger Weise ihre Männer mit Hülfe dieses Mittels ihren diesbezüglichen Zustand zu erforschen; dies ist um so wunderbarer, da die Blätter in Algier als Salat gegessen und täglich auf den Märkten verkauft werden (aber ohne die Wurzeln).“

Ferner finde ich bei demselben Autor, dass diese Pflanze im Mittelmeergebiet unter dem Namen „weisser Chamaeleon“ besser gekannt ist, weshalb Cassini sie mit dem Artnamen Chamaeleon bedachte. Diese Bezeichnung ist früher schon der *Carlina acaulis* beigelegt worden, so zwar, dass man die stengellose *Carlina* und die stengelige Varietät derselben mit dem weissen und schwarzen Chamaeleon, zwei im Alterthum hochwichtigen Arzneimitteln identifizierte, ein Irrthum (nachgewiesen von Smith, Tournefort), der die Veranlassung gewesen sein mag, *Carlina acaulis* und

¹⁾ cf. No. 6, pag. 312.

Atractylis gmf. nicht immer auseinander zu halten, wie ich solches auch in der Eingangs erwähnten Abhandlung Dr. Lazzaro's constatiren konnte. Andererseits stehen seine Angaben, die er hinsichtlich der Essbarkeit und Ungiftigkeit der fleischigen Blütenböden der *Atractylis gmf.* in seiner Abhandlung und in seinen mir stets in entgegenkommendster Weise brieflich ertheilten Auskünften machte, mit den in der Litteratur gefundenen Aufzeichnungen überein; es konnten nur bezüglich der Unschädlichkeit resp. Giftigkeit der Wurzel noch einige Zweifel obwalten, weil es in der Abhandlung heisst: „und alle Bauern essen davon ungestraft“; meine später im dritten Theil der Arbeit beschriebenen Thierversuche und deren Resultate, die ich sowohl mit der Wurzel der vermeintlichen, als auch mit jener der bei uns wachsenden wirklichen *Carlina acaulis* anstellte, haben diese zerstreut, da sie eine Uebereinstimmung der fraglichen Wurzel mit jener der Mastixdistel in Bezug auf ihre toxischen Eigenschaften ergaben.

Es erübrigt nur noch die Beantwortung einer Frage: Wie kommt die ländliche Bevölkerung Sicilien's dazu, aus ein und derselben Pflanze zwei Arten, eine weibliche mit reifenden Früchten, eine männliche nicht fruchtende, wovon erstere sich unschädlich beim Genusse der Blütenköpfe, die zweite sich giftig beim Genusse der Wurzel erweist, zu construiren? Ich will eine wenigstens mögliche und wahrscheinliche Erklärung dafür versuchen. *Atractylis gmf.* ist eine perennirende Pflanze, deren einzelne durch Wurzel-
ausläufer entstehende junge Pflanzen bis zu ihrer Fruktifikation einen Zeitraum von zwei oder mehr

Vegetations-Perioden beanspruchen; werden nun die Wurzeln dieser noch nicht blühenden Pflanze oder die damit zusammenhängende fleischige Hauptwurzel zur Zeit der Vegetationsruhe zufällig gegessen, so erscheint die Pflanze männlich oder besser geschlechtlos und giftig; im anderen Falle jedoch, wo nur die jungen zarten Blüthenköpfe, vielleicht noch abgekocht, gegessen werden, ist die Pflanze weiblich d. i. fruchtbringend und nicht giftig, also nur dem Umstande des Giftig- und Nichtgiftigseins verschiedener Theile ein und derselben Pflanze ist jene Unterscheidung der *Atractylis* in eine männliche und weibliche Varietät zuzuschreiben.

Der Zweck des ersten Theils der mir gestellten Aufgabe, eine durch genaue Vergleichung bekannter und neuaufgefundenener morphologischer Einzelheiten gewonnene Einsicht, dass die in Frage kommende Pflanzenart keine *Carlina acaulis*, auch nicht eine Varietät, sondern die *Atractylis gummifera* L. selbst ist, wäre, glaube ich, im Vorstehenden unter gleichzeitiger Aufklärung einiger nebensächlicher strittiger Punkte erreicht, es fragt sich nunmehr, ob eine vergleichende Morphologie und namentlich Anatomie der Wurzeln der jetzt nur mehr zu berücksichtigenden *Carlina acaulis* und *Atractylis gummifera* L. nicht überflüssig erscheine; ich glaube dies verneinen zu müssen, und zwar unter doppelter Begründung, einmal fordert die zur Festlegung der Art nothwendige Beschreibung der *Atractylis* gmf., um vollständig zu erscheinen, auf ein Eingehen auf die in der Wurzel uns entgegentretenden Uebereinstimmungen resp. Unterschiede mit der *Radix, carlinae*, zum andern war

es, ich will das hier schon erwähnen, der äusserst interessante Aufbau der fleischig verdickten Hauptwurzel von *Atractylis* gmf., die, mit ihren Wurzelästen und Wurzeläusläufern ein ganzes Wurzelsystem bildend, ein vorzügliches Beweisstück darstellt, wie ein Organ, je nachdem, welche Anforderungen an ihm während seiner Vegetationsdauer gestellt werden, diesen durch Abänderung der Form und inneren Gestaltung, gerecht wird.

Morphologie der Wurzel von *Atractylis* *gummifera* L.

Einer durch secundäres Dickenwachsthum spindelförmig verdickten Pfahlwurzel von 8 cm grösstem Durchmesser entspringen am Wurzelhalse eine Anzahl — bei dem mir zur Verfügung stehenden Exemplar waren es zehn — wurzelähnliche Sprosse — ich will sie kurz Wurzel 1. Ordnung nennen —, wodurch die Hauptwurzel als vielköpfige sich präsentirt, etwa wie eine Wurzel von *Taraxacum* off.; sie haben jedoch eine Länge von 15—20 cm, sind theils aufgerichtet, theils plagiotrop in sanftem Bogen sich nach oben wendend. Ihr grösster Durchmesser erreicht 2 cm und zwar an ihrer Spitze, wo sie mit einer grossen Narbe abschliessen; ihrer Oberfläche sitzen in unregelmässiger Anordnung zahlreiche warzenförmige Erhebungen auf, die ich als Anfänge von Wurzeläusläufern deute. Unter der grossen endständigen Narbe entwickeln sich ein oder mehrere Wurzeläusläufer — kurz Wurzeln 2. Ordnung genannt — von 15 cm Länge, die dann in derselben Weise sich verjüngend, kurze mit braunschuppigen Niederblättern bekleidete Sprosse nach oben senden, welche terminal

Rosetten von Laubblättern tragen; sowohl Hauptwurzel wie Wurzelsprosse und Wurzeläusläufer waren von hellbrauner Farbe, tief längsgefurcht, theilweise gedreht, auf dem Bruch zähfaserig und von eigenthümlich aromatischem Geruch, der namentlich beim Durchsägen der trocken hornartig zähen Pfahlwurzel auffiel.

Wenngleich die kurz erwähnte verschiedene morphologische Dignität der einzelnen Glieder des Wurzelsystems bei *Atractylis* eine Verschiedenheit in der Form und ihren anatomischen Verhältnissen bedingt, in Wirklichkeit hatte dieses Moment darauf weniger Einfluss als ein später hinzukommendes, nämlich die der Hauptwurzel und nach dieser auch den ältesten Wurzeln 1. Ordnung zufallende Aufgabe als Reservestoff-Speicher zu dienen; hierdurch hat allerdings jene gegenüber diesen ein ganz anderes Aussehen bekommen, mehr noch aber hinsichtlich ihrer Anatomie, die ich beginnend mit den Wurzeln 2. und 1. Ordnung in Nachstehendem ausführlich behandeln werde.

Anatomie der Wurzeln von *Atractylis gummifera*.

I. Anatomie der Wurzel 2. Ordnung.

a) Lupenbild: Die in Wasser eingeweichte Wurzel zeigte auf ihrem 6–8 mm breiten Querschnitt ein centrales, undeutlich fünfstrahliges Mark; dieses ist umgrenzt von einem gelblich strahligen Gefässbündelring von 2 mm Breite, der durchsetzt wird von engen Markstrahlen, die in der 3 mm dicken Rinde als tangential verbreiterte Rindenstrahlen verlaufen und hier dann öfter gelbe bis braune Oel- oder Balsamlücken bergen; in dem peripherischen Theil der Rinde

liegen deutlich concentrisch spärliche Gefässbündelstränge, nach aussen ist sie geschützt durch einen dünnen Korkbelag.

b) Mikroskopischer Befund: Mark und Markstrahlen sowie der grösste Theil der Rinde besteht aus parenchymatischem Gewebe, gebildet aus kuglig-polyndrischen bis kubischen Zellen, die im Markstrahlgewebe radial in der Rinde tangential gestreckt erscheinen; alle führen als Inhalt nadelförmige Kalkoxalatkristalle oftmals in grosser Anzahl die Zellen vollständig ausfüllend, als solche charakterisirt durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, ihre Auflösung durch Salzsäure, worauf sich nach Zusatz von Schwefelsäure eine Ausscheidung von schwefelsaurem Kalk in den bekannten langspießigen Krystallen bemerkbar machte. Einige der parenchymatischen Zellen des Markes, besonders aber die der Rinde enthalten neben protoplasmatischem Gerinnsel gelbes ätherisches Oel in kleineren oder grösseren Tropfen, das manchmal schon verharzt in unregelmässig gestalteten Klümpchen den Zellwandungen anliegt. Mehr als in diesen Zellen ist ätherisches Oel oder Balsam abgesondert in den schon erwähnten Sekretbehältern, die besonders in der Rinde und dort häufig in den verbreiterten Rindenstrahlen vorkommen; sie sind schizogener Natur, nur tangential gestreckt, weshalb sie auf dem Längsschnitt als rundliche Harz- oder Oellücken erscheinen. Die den Gefässbündelring bildenden Gefässbündel sind collateral gebaut, durch ein markantes Cambium in den inneren Xylemtheil und äusseren Phloemtheil geschieden; ersterer setzt sich zusammen aus weiten und engeren Tracheen mit netzadrig fast leiterförmig verdickten Zellwänden, begrenzt

theils von dickwandigem mit linksschiefen spaltenförmigen Poren versehenem Libriform, das dann zu mehr oder weniger dicken Platten verbunden vorkommt, oder von Holzparenchymzellen, bald stumpf, bald schräg zugespitzt endigend, theils von dünnwandigen länglichen Parenchymzellen, die in der Form, wie sie durch das Cambium gebildet werden, längere Zeit persistiren können, ja, wie wir das später bei der Hauptwurzel erfahren, in Folge ihres meristematischen Zustandes befähigt sind, die Cambiumthätigkeit wieder aufzunehmen und fortzusetzen.

Der Siebtheil baut sich muthmasslich auf aus Siebröhren mit ihren Geleitzellen und Bastparenchym und ist nach aussen hin abgegrenzt und geschützt durch eine halbmondförmige Gruppe stark verholzter Bastfasern, deren Wände mit Spalttöpfel versehen sind; den direkten Beweis für das Vorkommen von Siebröhren muss ich zwar schuldig bleiben, da es mir nicht gelungen ist, Siebröhren mit typischen Siebplatten aufzufinden. Schuld daran ist die sehr frühzeitig, schon in der nächsten Nähe des Cambiums auftretende Obliteration der Phloemgewebe, seien diese nun Siebröhren oder Bastparenchym, wodurch dann breite Bänder, sogen. Kerateuchyms entstehen; jedenfalls bleiben Gruppen von Bastparenchymzellen erhalten, die sich erweitern und von Milchsaft strotzen; deutlicher sind diese Verhältnisse ausgebildet in den Siebtheilen der Wurzeln 1. Ordnung und der Pfahlwurzel, bei deren Anatomie ich Gelegenheit haben werde, dieselben ausführlicher zu besprechen.

Zum Schutze der jungen, im Boden schräg fortwachsenden Wurzel ist ein mehrschichtig entwickelter

Kork ausgebildet, dessen konservirende Wirkung noch erhöht wird durch die eigenthümliche Thätigkeit des Phellogens, das zugleich nach innen ein oder mehr Zellenlagen starkes Phelloderm abscheidet; diese dem Phellogen unmittelbar anliegenden Zellen, stellenweise auch die zweite Zellenlage sind nun stark verdickt, sklerotisirt und zwar gleichmässig an allen vier Zellwandungen; behandelt man sie mit Salzsäure und Phloroglucinlösung, so beweist die auftretende intensive Rothfärbung des sklerenchymatischen Phelloderms dessen starke Verholzung.

Da die sklerotisirten isodiametrischen Zellen, ohne von sog. Durchlasszellen wie bei vielen Schutzscheiden durchsetzt zu sein, einen vollständig geschlossenen, einen Stoffverkehr ausschliessenden Schutzmantel um die Wurzel bilden, musste für eine andere Kommunikation der innen und aussen von dieser undurchlässigen Schicht liegenden Gewebe, namentlich des lebensthätig bleibenden Phellogens, gesorgt werden; für diesen Zweck sind die Zellwandungen von zahlreichen oft verzweigten Tüpfelkanälen durchzogen.

Ähnliche Erscheinungen bei Phellodermbildung an Wurzeln beobachtete Drobni^g,¹⁾ nur unterscheiden sich in dem von ihm angeführten Fall die bei der fleischig verdickten Wurzel von *Oenanthe globulosa* gebildeten Phellodermzellen in der Art der Verdickung, die sich dort nur über die inneren tangentialen und radialen Wände der Sklerenchymzellen erstreckt und durch Einschluss je eines gut ausgebildeten Kalkoxalatkrystalles von den bei *Atractylis* auftretenden sklerotischen Zellen des Periderms; jedenfalls kommt eine so

¹⁾ cf. No. 12.

charakteristische Peridermbildung an Wurzeln weniger häufig vor, ich fand wenigstens keinerlei weitere Angaben darüber in der Litteratur, wogegen zahlreiche Beispiele für Sklerotisirung der Peridermzellen bei Douliot „Recherches sur le periderme“¹⁾ oder bei J. Möller „Anatomie der Baumrinden“ zu finden sind, die aber in allen Fällen an oberirdischen Achsen beobachtet wurde.

Anatomie der Wurzel 1. Ordnung.

a) Lupenbild: Der Querschnitt der circa 2 cm dicken Wurzel zeigt wie nicht anders zu erwarten — sie stellt ja nur ein älteres Stadium der vorhin beschriebenen Wurzel dar — grosse Aehnlichkeit mit dieser. Das centrale Mark umgrenzt ein bis 1 cm breiter Holzring von gelblicher Farbe, in dem die weiten Gefässe deutlich erkennbar sind, und der durch den radialen Verlauf schmalere und zahlreicher Markstrahlen strahlig erscheint; diese setzen sich in der Rinde unter Verbreiterung fort, je zwei einen dem Holzstrang entsprechenden Baststrang (Phloem) umfassend; letztere sind deshalb von spitz keilförmiger Gestalt, erstrecken sich weit in die Rinde hinein und erscheinen durch abwechselnde hellere und dunklere Gewebepartien tangential gebändert; die durch dunklere Baststränge strahlige gelbliche Rinde ist bis zu 3 mm dick, enthält weite tangential gestreckte Oel- oder Balsambehälter und wird bedeckt von einem mehrschichtigen Kork.

b) Mikroskopischer Befund: Ein Korkmeristem scheidet nach aussen Korkzellen von der gewöhnlichen dünnwandigen auf dem Querschnitt rechteckigen Ge-

¹⁾ cf. Annales sciences natur. 7. ser. tome X. pag. 325—395.

stalt ab und vermehrt durch Bildung radialer Reihen von Phellodermzellen, die nur vereinzelt sklerotisch werden, meistens aber tangential dilatirt sind, die etwa 2 mm dicke Rinde; in dieser liegen gewöhnlich in den Rindenstrahlen rundliche Sekretbehälter gefüllt mit gelbem bis braunem Harz oder ätherischem Oel, die schizogen entstanden stellenweise die mit Oeltröpfchen gefüllten Secernirungszellen deutlich zeigen, öfter aber durch secundäre Processe verändert, ihre Entstehungsweise zweifelhaft lassen; die diesen benachbarten Zellen weisen häufig eine reichliche Abscheidung gelber Oeltröpfchen auf. Mark, Markstrahlgewebe sowohl primäres als secundäres, sowie auch das aus weiten meist tangential gestreckten Zellen gebildete Rindenparenchym führen als Inhalt grosse Mengen nadelförmiger Krystalle von Kalkoxalat zugleich, wie die Schnitte von längere Zeit in Alkohol aufbewahrtem Material ergaben, Inulin, das sich in undeutlich krystallinisch-strahligen Massen abgeschieden hatte; zu seiner weiteren Charakterisirung wurden die betreffenden Schnitte, nachdem sie einige Zeit in kaltem Wasser zur Auslaugung vorhandenen Zuckers gelegen, der Einwirkung von Naphthollösung und Schwefelsäure, auch der von Thymollösung mit conc. H_2SO_4 ausgesetzt, worauf bei geringer Erwärmung unter Lösung der Inulin-Sphaerite eine violette resp. karminrothe Färbung eintrat, ein Beweis, dass Inulin¹⁾ vorlag.

Der Xylemtheil baut sich hauptsächlich auf aus Libriform zu breiten Platten verbunden, die abwechseln oder durchsetzt sind von Gruppen kleiner und grösserer Gefässe und Tracheiden mit netzadrig-spaltenförmig-

¹⁾ cf. No. 13, pag. 77.

getüpfelten Wandungen; an vereinzeltten Stellen, immer Gefässen benachbart, sind einzelne Reihen holzparenchymatischer Zellen meristematisch geblieben, ein Umstand, der die Wurzel befähigt, innerhalb des ausgebildeten Holzcyinders, weit entfernt vom primären Cambium jüngere und heterogene Elemente einzuschalten und zwar vermittelst der aus diesen parenchymatischen Zellen entstehenden secundären Cambien. [Letztere wären von entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten aus wohl richtiger tertiäre zu nennen, da als secundäre Cambien schon die des Verdickungsringes zum Unterschiede von den in jüngsten Wurzeln auftretenden primären oder Procambien bezeichnet zu werden pflegen; da aber diese in meinem Falle gar nicht in Frage kommen, behalte ich die einmal gebrauchte Nomenklatur mit dem Vorbehalt bei, dass das, was ich primär und secundär nenne, eigentlich secundär und tertiär genannt sein müsste.]

Auf diese Weise erklären sich leicht jene Anomalien, die sich, wie ich schon hier anticipirend erwähnen will, den Querschnitt der dickeren Hauptwurzel ein so eigenthümlich charakteristisches Gepräge geben, und deren Anfänge sich bereits bei den am stärksten entwickelten Aesten des Wurzelkopfes, unsern Wurzeln 1. Ordnung erkennen lassen; auf dem Querschnitt dieser erblickt man nämlich in der graden Verlängerung einiger Holzstränge an der Grenze des Markes oder im Holzstrang selbst die Neubildung von Gefässbündeln mit typischem Sieb- und Holztheil, die jedoch nicht normal, d. h. der Holztheil dem Marke zu, der Siebtheil der Rinde zu orientirt sind, sondern umgekehrt, woraus sich folgende Reihenfolge der Gewebe innerhalb

der Wurzel ergibt: Markgewebe, Phloem Cambium Xylem des secundären, Xylem Cambium Phloem des primären Gefässbündels, Rinde.

Kommen wir nach dieser kurzen entwicklungsgeschichtlichen Abschweifung zu unserm Thema zurück, der noch rückständigen Anatomie des Siebtheils, an dessen Lupenbilde uns schon das streifige Aussehen aufgefallen war. Auf dem Querschnitt hat er die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen schmale Grundfläche vom Cambium begrenzt wird, dessen lange Seiten allmählig und öfter unter geschlängeltem Verlauf zusammenneigen; auch hier ist die Spitze des Siebtheils durch eine vorgelagerte halbkreisförmige Gruppe stark verholzter Bastfasern geschützt; in ihm selbst wechseln nun parallel dem Cambium Partien obliterirter Gewebe — ob Siebröhren oder nur Bastparenchym dieser Obliteration verfallen sind, muss ich aus oben erörterten Gründen unentschieden lassen —, die ziemlich breite Bänder weisslich-schimmernden stark lichtbrechenden sog. Hornbastes (Wiegand) oder Keratenchyms (Tschirch) bilden, mit Gewebepartien ab, dessen weitleumige Zellen, in 2—3 Lagen hinter einander gestellt, mit körnigem, bräunlichen Inhalt, einem eingetrockneten Milchsaft gefüllt sind. Betrachtet man an radial durch den Siebtheil geführten Längsschnitten diese Zellen, so sind sie langgestreckt, hier ausgebuchtet dort verengt, deshalb von höchst wechselnder Schlauch-Gestalt, mit stumpfer Spitze endigend; ihre Wandungen sind dünn und schienen mir hier und da grosse Löcher aufzuweisen, wodurch eine Kommunikation der nebeneinander liegenden Zellen erreicht ist; ob auch die hintereinander liegenden Milchsaftzellen durch theilweise

Resorption ihrer Wände eine solche Verbindung unter einander herstellen, ist mir an keinem Schnitte klar geworden; erklärlicher und wahrscheinlicher ist schon Anastomose nebeneinander liegender Schlauchzellen, wenn man die auf den Siebtheil wirkenden Druckkräfte in Betracht zieht. Sowohl durch Abscheidung neuer Phloemelemente von Seiten des Cambiums, als durch Vermehrung und Grössenzunahme der äussersten Rindenstrahlzellen erleidet der Siebtheil einen von zwei Seiten wirkende, daher verstärkte Pression, die zarten Siebröhren oder das Bastparenchym werden zusammengedrückt, die Milchsafftrotzenden Schlauchzellen müssen tangential gedehnt, oder deren Wände mit stärkerem Druck perforirt werden; eine erfreuliche Bestätigung meiner Erklärung erhielt ich durch glücklich geführte Tangentialschnitte, die unzweifelhaft eine offene Verbindung benachbarter Schlauchzellen zeigten.

Dass durch Auflösung der Querwände übereinanderstehender Milchsaftzellen eine, wenn auch für den Säfteverkehr nicht durchaus nothwendige zweite Verbindung hergestellt werden kann, brauche ich wohl kaum zu erwähnen. Auf diese Weise ist somit ein Röhrennetz aus Milchsaftzellen entstanden, das die Funktionen der nicht ausgebildeten oder bald obliterirten Siebröhren übernimmt, mögen diese Funktionen nun bestehen in der Leitung, der Aufspeicherung stickstoffhaltigen und stickstofffreien plastischen Materials oder in der Ablagerung für das Leben der Pflanze nicht mehr in Betracht kommender Stoffwechselprodukte; jedenfalls ist es eine interessante Erscheinung, die in das Gebiet der Gewebecorrelation gehört, dass sich die funktionelle Entlastung der Siebröhren seitens der

communicirenden Milchsaftschläuche schon in der Ausbildung des Leptoms geltend macht, indem, wie schon gesagt, Siebröhren entweder nicht angelegt oder funktionslos werden d. h. Obliteration erleiden; Analoga dazu bieten verschiedene Milchsaft führende Pflanzen unter andern die Asclepiadeen, bei denen, wie De Bary angibt, nur äusserst enge und unscheinbare Siebröhren angelegt werden.

Was den Inhalt selber anbetrifft — ich halte die in der Wurzel abgelagerten und am Involucrum abgeschiedenen harzartigen Massen auf Grund ihres gleichen Verhaltens gegen Lösungsmittel und Reagentien für identisch — so ist dieser ausgezeichnet durch die Unlöslichkeit in Alkohol, wogegen Aether und Chloroform und Schwefelkohlenstoff ihn leicht unter Zurücklassung eines geringen Rückstandes vielleicht Pflanzenschleimes, der das Menstruum milchig trübt, in Lösung bringen; heisses Wasser macht ihn erweichen, er fliesst zusammen und bildet eine fadenziehende Masse, die von kochender Salzsäure gar nicht, von heisser Kalilauge wenig verändert wurde. Wurden die am Involucrum abgeschiedenen Harzthänen entzündet, so verbrannten sie mit lebhafter, russender Flamme unter Ausstossung von Gasen, deren Geruch deutlich an den verbrannten Kautschuks erinnerte; setzt man Schnitte längere Zeit der Einwirkung einer concentrirten wässrigen Lösung von Kupferacetat aus, so wird der Inhalt der Milchsaftezellen grün gefärbt, was nach Unverdorben-Franchimont¹⁾ den harzähnlichen Charakter verräth; Jodlösung färbt jenen nur gelb, durch Eisenvitriollösung, essigsäure Eisentinktur konnte eine Bei-

¹⁾ cf. No. 13.

mischung von Gerbstoffen nicht konstatirt werden. Auf Grund obiger Resultate wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man fragliche Einschlüsse für eingetrockneten Milchsaff hält, der in der frischen Wurzel als emulsionsartige Mischung von Kautschuk, Harz, ätherischem Oel mit löslichen Eiweissstoffen, Glykosen, Pflanzenschleim etc. enthalten ist. Dass auch letztere in grösserer Menge in dem Milchsafte der *Atractylis*-Wurzel vorhanden sind, möchte ich aus dem Umstande folgern, dass im Frühjahr die Milchsaffzellen grösstentheils entleert sind, wie ich solches an im April gesammeltem Material wahrnahm; im andern Falle müsste man, allerdings im Widerspruch mit der allgemeinen Ansicht¹⁾, die Kautschuk, Harze, ätherische Oele für in ernährungsphysiologischer Hinsicht werthlose Endprodukte erklärt, annehmen, dass diese Stoffe eine Rückverwandlung in ein geeigneteres plastisches Material erlitten.

Woraus sich Harze, jene harzartigen Körper Kautschuk etc. Wachs bilden, zur Klärung dieser Frage kann ich vielleicht einen geringen Beitrag, der zu erneuten erfolgreichen Beobachtungen Anregung geben könnte, steuern, indem ich das Gesehene hier anführe. An Querschnitten durch die Hüllkelchblätter findet man an den Stellen, wo die Ausscheidungen stattfinden, die Epidermiszellen verschwunden, ersetzt durch starke Auflagerungen strukturloser Massen, die Wandungen der benachbarten parenchymatischen Zellen aufgequollen, theilweise resorbirt und durch Infiltration von Harz resp. ätherischem Oel hochgelb gefärbt; diese Infiltration und

¹⁾ cf. No. 17, pag. 308, Band I.

Gelbfärbung greift selbst auf das verholzte Gewebe der Gefässbündelscheiden über; noch intakte Zellen findet man andererseits angefüllt mit gelbem bis braunrothem Sekret.

Hiernach gewinnt es den Anschein als wenn die Cellulose der epidermalen und tieferliegenden Zellen eine Umwandlung in harzartige Stoffe erführe, eine Ansicht, die schon von Karsten¹⁾ und Wiegand²⁾ ausgesprochen und vertreten wurde, nicht weniger häufig von anderen Autoren in Frage gestellt ist mit der Begründung, „dass eine solche Metamorphose nicht schrittweise verfolgt, sondern nur aus den Lagerungsverhältnissen der Umwandlungs-Produkte erschlossen sei³⁾.“

Anatomie der Pfahlwurzel von *Atractylis gummifera*.

Bevor ich in einem Lupenbilde den Querschnitt der fleischverdickten Hauptwurzel und zwar wegen der verschiedenen Ausbildung derselben einen vom unteren Ende, den zweiten aus der Mitte, den dritten vom Wurzelhalse der Wurzel an der Hand der beigefügten Skizze beschreibe, will ich noch kurz auf ihre äussere Gestaltung zurückkommen.

Der massige, im frischen Zustande fleischige bis zu 8 cm dicke, nach oben und unten konisch verjüngte, aussen hellbraune Wurzelkörper erreicht eine Länge von 40—50 cm, ist längsgefurcht gedreht mit vorspringenden Nebenwurzelnarben unregelmässig be-

¹⁾ cf. No. 20, pag. 313.

²⁾ cf. No. 21, pag. 426.

³⁾ cf. No. 15, Band 4, pag. 371.

setzt und theilt sich am Wurzelhalse in mehrere Wurzeläste, jene schon beschriebenen Wurzel 1. Ordn., die in späteren Vegetationsstadien ein der Hauptwurzel gleiches Dickenwachsthum annehmen können.

a) I. Lupenbild des Querschnitts vom Wurzelhalse: Eine mit hellbraunem Kork bedekte, 3—4 mm dicke, strahlige Rinde ist durch eine concentrisch verlaufende, dunkelbraune Cambiumzone von dem helleren circa 6 cm im Durchmesser haltenden Holzkörper getrennt; dieser erscheint durch radial verlaufende, schmale Holzstränge und breitere Markstrahlen in seinen dem Cambium zugekehrten Partien deutlich strahlig, während jenes Aussehen dem Centrum zu mehr und mehr durch Zurücktreten der Holzelemente gegen ein massig entwickeltes, fleischiges Grundgewebe verwischt ist. In diesem verlaufen nun, getrennt durch Grundgewebe, in dem vereinzelte Gefässe mit wenig umfangreichen Holzgruppen zerstreut sind, zahlreiche vom centralen Mark aus gerechnet in drei concentrische Reihen gestellte Gefässbündelgruppen, die der ersten dem Centrum nächstliegenden Reihe grösstentheils strahlige, vollständig geschlossene Holzcyylinder darstellend, die der folgenden bandartig gestreckt, stellenweise nur in eine kreisförmige Anordnung übergehend, die der letzten dem primären oder Hauptcambium genäherten Reihe erst durch wenig entwickelte Fibrovasalstränge angedeutet.

II. Der zweite, der Mitte der Wurzel entnommene Querschnitt, zeigt nur dadurch ein abweichendes Aussehen, dass zwischen Hauptcambium und der nächstliegenden Reihe jüngster Gefässbündel des Querschnittes I. eine weitere concentrisch verlaufende Anordnung von Gefässbündel-Anlagen aufgetreten ist,

und dass neben der allgemeinen Grössenzunahme durch einseitige Wachsthums-Förderung gewisser Wurzeltheile die einzelnen inneren und älteren Gefässbündelgruppen verschoben und selbst ungleichseitig in ihrer Ausbildung beeinflusst wurden.

III. Der Querschnitt durch den untern Theil der Wurzel zeigt im Vergleich mit dem Querschnittsbilde II die geringste Entwicklung secundärer Gefässbündelgruppen; ein dritter Zuwachs junger Gefässbündel ist nur durch eine concentrische, dunkelgefärbte Zone angedeutet.

Hinzufügen will ich noch, dass die Uebersicht über die verwickelten anatomischen Verhältnisse bedeutend erleichtert wurde durch Anwendung eines kleinen Kunstgriffs, nämlich die Schnitte in alkoholischer Phloroglucinlösung und dann in verdünnter Salzsäure zu bähnen, wodurch alle verholzten Elemente in hochrother Farbe sich von dem ungefärbten Grundgewebe abhoben.

b) Mikroskopischer Befund: Der genaueren mikroskopischen Untersuchung unter Anwendung einer 350 fachen Vergrößerung wurden die Gewebe einer ca. 1 cm dicken Querscheibe aus dem oberen Theile der Wurzel unterworfen; ich beschränkte mich auf die Untersuchung dieses Theils, da ich im Verlaufe meiner Beobachtungen die Gewissheit erlangt hatte, dass die mit be- und unbewaffneten Augen als gleichwerthig erkannten Gewebekomplexe, mochten diese nun im oberen, untern oder mittleren Region der Pfahlwurzel vorkommen, aus gleichartigen Elementen aufgebaut seien.

Um eine gewisse Ordnung dabei einhalten zu können, theilte ich den Querschnitt I in vier Zonen ein, die periphere mit 1, die centrale mit 4 bezeichnend.

Zone I. Ein Phellogen scheidet nach aussen radiale Reihen Korkzellen ab, von denen die meisten jene bekannte, rechteckige, dünnwandige Form besitzen, andere jedoch, zu tangentialen Reihen oder Bändern innerhalb ersterer vereinigt, eine starke durch Tüpfel unterbrochene Wandverdickung zeigen, eine Anordnung, die als Mittel zur Festigung gegen radialen Druck, wie er von dem umgebenden Erdreich beim Dickerwerden der Wurzel zweifelsohne ausgeübt wird, anzusehen wäre; nicht widersinnig erscheint es auch, sie als verholzte Phellodermzellen, wie ich solche bei den Wurzeln 2. Ordn. beschrieb, aufzufassen, deren Lagerung zwischen Korkzellen dann auf die wiederholte Bildung neuer Phellogene an ihrer inneren, der Mitte der Wurzel zugekehrten Seite zurückzuführen ist.

Das sich anschliessende Rindengewebe baut sich auf aus weitleumigen oft tangential gestreckten, weite Interzellularräume einschliessenden Parenchymzellen, angefüllt mit den bekannten nadelförmigen Kalkoxalatkrystallen, die manchmal so gehäuft liegen, dass die Lumina der Zellen dunkel erscheinen; andere führen als Inhalt gelbliche protoplasmatische Gerinnssel untermischt mit Tropfen gelben ätherischen Oels, das sich namentlich in den den Oel- und Harzräumen benachbarten Zellen abgeschieden findet; diese Sekretbehälter von rundlicher oft tangential gestreckter Form sind hauptsächlich dem Rindenstrahlgewebe und dann in radialer Reihe eingelagert.

108. Sieb- und Holztheile der durch breite Markstrahlen getrennten Fibrovasalstränge sind durchaus normal entwickelt, ihre Elemente gleichen vollkommen denen der Wurzeln 1. Ordnung; im Siebtheil treten wiederum die mit Milchsaft gefüllten langgestreckten in offene Verbindung mit einander stehenden Zellen in der bekannten mit Keratenchym abwechselnden Anordnung auf; der Holztheil baut sich vorwiegend aus netzadrig-spaltenförmig fast leiterförmig getüpfelten Tracheen und mit links schiefen Tüpfeln versehenem Libriform neben meristematisch bleibendem Holzparenchym auf.

Verfolgt man aber den Verlauf des Holzstranges, so bemerkt man bald ein Zurücktreten der trachealen und verholzten Elemente gegenüber einem dünnwandigen Parenchymgewebe, es erscheint der sonst eng zusammenschliessende Holztheil hier auseinandergezogen, so zwar, dass die einzelnen Gefässe mit einigen Libriformfasern, von concentrischen Gruppen grosser parenchymatischer Zellen umgeben, getrennt werden; der Kürze halber will ich diese Anordnung, da sie häufiger wiederkehrt, Speichergewebe nennen. In diesem und dem angrenzenden Markstrahlparenchym sieht man häufig Züge etwas gestreckter Zellen unregelmässig verlaufen, die bald mit Gerinnsel vollgepfropft turgescent, bald obliterirt erscheinen.

Eine andere Absonderlichkeit der Zone I besteht in dem Auftreten secundärer Cambien resp. Fibrovasalstränge, die innerhalb des Speichergewebes in einen geschlängelt verlaufenden Kreis angeordnet sind; sie sind denen des primären oder Haupt-Cambiums conform gebaut nur umgekehrt orientirt, so dass sie ihre Siebtheile der Mitte, ihre Holztheile der Peripherie der

Wurzel zuwenden; über das Wo und Wie ihrer Entstehung lasse ich mich später specieller aus. Ein darauf folgender breiter Streifen sog. Speichergewebes bildet den Abschluss unserer Zone I und erstreckt sich in die folgende, Zone II. Auch hier begegnen wir wieder der Neubildung secundärer Cambien und Gefässbündel und zwar in zwei concentrischen Reihen; während aber die Glieder des innersten Cambiumringes, wenn auch seitlich durch breite Schichten parenchymatischer Gewebe von einander geschieden, eine leicht zu verfolgende lückenlos kreisförmige Anordnung darstellen, älter sind, sind die der äusseren Reihe nur erst streckenweise entwickelt, es sind jüngere Entwicklungsstadien, deren Partialcambien sich noch nicht zu einem geschlossenen Cambiumringe vereinigt haben; letztere sind nun so orientirt, dass ihr Phloem der Pheripherie, ihr Xylem dem Centrum der Wurzel zugewendet ist — die gewöhnliche normale Anordnung; eine umgekehrte Orientirung ihrer Sieb- und Holztheile zeigen uns aber die ersteren, woraus sich folgende Stellung der Gefässbündel verschiedener Reihen zu einander ergibt: Der Holztheil des einen steht dem des andern genähert gegenüber, an das äusserste Ende eines jeden ist der zugehörige Siebtheil gestellt.

Zone III zeigt in Betreff der Gefässbündel genau dieselbe Anordnung wie die vorhergehende, den äusseren Cambiumring mit normal, die innere Reihe mit umgekehrt orientirten Gliedern; sie sind nur ihrem höheren Alter entsprechend weiter entwickelt, so dass ein Unterschied der Gefässbündel der beiden Cambialringe nicht mehr bemerkbar ist. Dann tritt häufig der Fall ein, — ob durch Neubildung lateraler Cambien resp. Ge-

fässbündel oder in Folge durch Wachsthumdifferenzen bedingter Verschiebungen will ich unentschieden lassen, wenngleich erstere Erklärung mir natürlicher erscheint — dass sich die Cambien gegenüberstehender Gefässbündel kreisförmig zusammenschliessen, wodurch secundäre Fibrovasalstränge entstehen, die gleichmässig vermittelt ihrer concentrischen Cambien nach allen Seiten hin in die Dicke wachsen.

Zone IV bietet wenig Bemerkenswerthes; ihren äussersten Rand nimmt noch Speichergewebe ein, während der centrale Theil sehr unregelmässige Struktur zeigt, bedingt durch kreuz- und querliegende Gewebepartien parenchymatischer Natur, in den weissliche Stränge obliterirter Zellen radial geschlängelt verlaufen.

Fasse ich die innerhalb der vier Zonen auftretenden Hauptmerkmale zu einem übersichtlichen Bilde zusammen, so ergibt sich — ich lasse die hier und da entwickelten Streifen sog. Speichergewebes unberücksichtigt — für die Wurzel von *Atractylis gummifera*, wenn ich vom Mark ausgehe und mit dem Hauptcambium schliesse, folgende Ordnung der secundären Zuwachszonen: 1. Markgewebe. 2. Zuwachszone I anormal, orientirt. 3. Zuwachszone II normal. 4. Zuwachszone III anormal. 5. Zuwachszone IV normal, unvollständig ausgebildet. 6. Zuwachszone V anormal, jüngstes Stadium. 7. Hauptcambium nach innen mit Holzkörper nach aussen mit Rinde.

Nicht weniger als 5 secundäre Zuwachszonen neben dem primären während der ganzen Lebensdauer thätig bleibenden Hauptcambium vermitteln demnach das zwar anormale, aber doch einer gewissen Regelmässigkeit nicht entbehrende Dickenwachsthum der

Pfahlwurzel, machen sie zu einer fleischig-verdickten, deren physiologische Aufgabe darin besteht, sowohl als Wasserreservoir als auch vornehmlich als Reservestoffspeicher zu fungiren, zugleich aber die für Ab- und Zuleitung der Baustoffe des Pflanzenleibes zweckmäßigen Bahnen anzulegen.

Nach einer von De Bary¹⁾ auf Grund entwicklungsgeschichtlich-morphologischer Gesichtspunkte gemachten Eintheilung kann die fleischige Beschaffenheit von Wurzeln, deren durchgreifendes anatomisches Merkmal in dem Zurücktreten der specifischen Holzelemente gegen das Parenchym besteht, zurückgeführt werden

1. auf die stärkere Entwicklung der Rindengewebe gegenüber dem klein bleibenden Holzcyylinder und zwar bald auf eine Wachsthumförderung der bleibenden primären parenchymatischen Aussenrinde (Nebenwurzeln der Asclepiadeen), bald auf die des secundären Bastparenchyms (*Taraxacum* off.),
2. auf die massige Entwicklung der Holzparenchymatischen Elemente, die dann sowohl im Holzparenchym (Rübenwurzel von *Raphanus*, *Brassica*) als im Markstrahlgewebe (*Cucurbita*, *Symphytum*) Platz greifen kann; dabei sind die Eigenschaften der beiden Gewebe sehr ähnliche geworden, so dass manchmal nur das Vorkommen einzelner Gefässe mit Libriformfasern in ersterem und eine leicht radiale Streckung der Markstrahlzellen sie als verschieden charakterisirt.

¹⁾ cf. No. 16, pag. 531, 617, 623.

3. auf die Ausbildung secundärer (tertiärer) Leitbündel innerhalb des Speichergewebes und da solches nicht nur im Holzcylinder, sondern auch in der Rinde entwickelt werden kann, consequenterweise inner- und ausserhalb des primären Verdickungsringes. (Myrrhis, Beta, Bryonia ¹⁾ Convolvulaceenwurzeln.) ²⁾

Welcher Art ist nun das Dickenwachsthum unserer Wurzel, auf welchen der drei obigen Wachsthumsmöglichkeiten basirt die so ausgeprägte Volumzunahme?

Nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte, der Betrachtung des jeweiligen Zustandes der Wurzel während der verschiedenen Altersstadien ist es möglich ihre vorliegende anormale Struktur zu erklären, eine Aufgabe, die erst unter Hinzuziehung mehrerer glücklich geführter Querschnitte durch die Wurzeln 1. Ordnung befriedigend und sicher gelöst werden konnte.

Ich übergehe die Beschreibung der Entwicklung der Wurzel bis zur Ausbildung des Verdickungsringes — sie kommt in unserm Falle, wo das anormale Wachsthum viel später beginnt, nicht in Betracht, ausserdem standen mir zur Untersuchung keine so jungen Stadien zur Verfügung — jenes sog. primären Cambiums, dessen lebenslänglich dauernde normale Thätigkeit in der Abscheidung von Bast nach aussen und Holz nach innen sich äussert; während nun der Bast resp. Rinde auf diese Weise und durch radiale Theilung der Parenchymzellen Zuwachs erhält, wird die Wachsthumsförderung im Holzcylinder 1. durch

¹⁾ cf. No. 19, pag. 678, 686.

²⁾ cf. No. 18, pag. 81.

massige Entwicklung sowohl des Holzparenchym, wie auch des Markstrahlengewebes, eines sog. Speichergewebes, 2 durch die gleichzeitige Neubildung secundärer Fibrovasalstränge innerhalb des Speichergewebes selbst zu Wege gebracht. Diese Processe, die demnach unter die mit 2 und 3 bezeichneten Kategorien der De Bary'schen Eintheilung fallen, beginnen etwa, wenn die Hauptwurzel bis zu einem Durchmesser von 1 bis 1,5 cm erstarkt ist; dann besteht ihr Holzcyylinder aus Holzsträngen, aufgebaut aus kleinen und grösseren Tracheen, Libriform und dünnwandigem Holzparenchym, die durch breite und schmalere Haupt- und secundäre Markstrahlen begrenzt werden, und einem centralen Mark. Bei einem solchen Grade der Ausbildung nehmen die in der Nähe des Markes innerhalb der ältesten Theile der Holzstränge parenchymatisch gebliebenen Zellen, jenes schon früher erwähnte, das Libriform durchsetzende dünnwandige Holzparenchym oder auch das parenchymatische Gewebe des Markes vor den Holzsträngen durch tangential Theilungen eine cambiale Thätigkeit an, die an einzelnen Punkten beginnend bald zu einer concentrisch verlaufenden Zone sich ausbreitend im Gegensatz zu dem primären Cambium nach innen d. h. der Mitte der Wurzel zu Baststränge oder Phloem von einem den Rindenstrahlen entsprechenden Gewebe seitlich begrenzt, nach aussen, der Peripherie der Wurzel zu, Holzstränge, den primären Holzsträngen sich anlagernd, abscheidet (innerste Zuwachszone der Zone III). Schon bald entsteht concentrisch mit voriger aber ausserhalb derselben in grösserer Nähe des primären Cambiums verlaufend, eine zweite Zuwachszone, die wie aus Zone III des

Wurzel-Querschnitts ersichtlich, jedoch analog dem primären oder Hauptcambium nach innen Xylem, nach aussen Phloem bildet; noch dreimal wiederholt sich diese Neubildung secundärer Fibrovasalstränge, wobei jedesmal Phloem und Xylem mit dem eines früher oder später entstandenen Gefässbündels verglichen, umgekehrt gelagert ist.

Was den Längsverlauf der secundären Fibrovasalstränge, ihre Verbindung untereinander betrifft, so ist wohl aus dem Umstand, dass sie von dem mittleren Theil der Wurzel aus bis in den unteren oder oberen Theil derselben in einer geringeren Anzahl vorkommen, der Schluss berechtigt, dass die peripherischen mit den centralen in Verbindung stehen und alle im Längsverlauf ein spitzmaschiges Bündelnetz bilden. Der zweite das anormale Dickenwachsthum speciell aber das Fleischigwerden der *Atractylis*-Wurzel bedingende Faktor ist die Ausbildung des sog. Speichergewebes, die mit der Entwicklung der secundären Verdickungsringe gleichen Schritt hält und wohl zu derselben Zeit anhebt; es ist seiner Bestimmung entsprechend fast nur aus parenchymatischen Zellen aufgebaut im Gegensatz zu den vorhin besprochenen mehr Leitungszwecken dienenden Gewebekomplexen. Seinen Ursprung verdankt es auch hier wieder den parenchymatisch bleibenden Zellen, die die Gefässe und das Libriform des primären Holzcyinders begleitend die Fähigkeit haben, durch tangential und radiale Theilungen sich zu vermehren; in diesem Falle tritt jedoch kein Phloem und Xylem producirendes Cambium auf, es entstehen nur grosse Parenchymzellen, die in mehreren Lagen die einzelnen Gefässe und Libriformfasern umgeben,

und dann eine beträchtliche Grössenzunahme erfahren, wodurch die Gefässe voneinander gerückt einem grosszelligen Grundgewebe eingebettet erscheinen; jene Theilungen beginnen natürlich stets in den ältesten Theilen der Holzstränge und in demselben Maasse, wie nach und nach die folgenden dem Hauptcambium näher gelegenen Partien des Holzcyinders durch Einschlebung von Speichergewebe derselben Auflösung verfallen, reproducirt die cambiale Thätigkeit neue Holzelemente von der bekannten Differenzirung im engsten Verbande.

Erwähnen will ich noch, dass auch die Zellen der Markstrahlen eine bedeutende Vergrösserung erfahren so zwar, dass die dem Holzparenchym angrenzenden Zelllagen sich kaum mehr von jenem unterscheiden lassen; nicht selten jedoch unterliegen Theile von ihnen ebenso wie Partien des Speichergewebes später einer Obliteration, indem sie von den wachsenden secundären Leitbündeln zusammengedrückt werden und dann weisslich schimmernde unregelmässig verlaufende Keratenchymbänder bilden.

Suchen wir nach Gründen, die alle die Wachstumsanomalien¹⁾ nothwendig erscheinen lassen, den Zweck ihres Auftretens erklären, so sind solche leicht gefunden. *Atractylis gummifera* entwickelt während der Lebensdauer ihrer Hauptwurzel durch Ausbildung von Wurzelausläufern eine grosse Anzahl von Einzelpflanzen, oder was dasselbe sagt, ebensovieler mit jener verbundenen Bildungsstätten plastischen Materials, das durch ebensoviele Kanäle als Wurzeln 1. und 2. Ordnung vorhanden sind, einer Centrale zugeführt

¹⁾ cf. No. 14, pag. 226.

wird, d. h. der Hauptwurzel, die deshalb für ein Unterbringen derselben Platz schaffen muss, sich verdickt; aber es handelt sich nicht allein um eine Speicherung, sondern auch um eine möglichst weitgehende, wechselseitige Durchdringung des stoffspeichernden Gewebes mit den leitenden Gewebearten, damit die Füllung wie die Leerung des Reservestoffbehälters möglichst rasch und vollständig erfolgen könne, zwei Ansprüche, die die fleischige Wurzel von *Atractylis*, einmal durch Ausbildung des Speichergewebes, das andere Mal durch innerhalb dieses entwickelte Leitbündel, die durch eine von Zuwachszone zu Zuwachszone umgekehrte Orientirung ihrer Wasser und plastisches Material leitenden Elemente eine möglichst häufige und gleichmässige Vertheilung beider gewährleisten, in geradezu kunstvoller Weise erfüllt.

Morphologie der Wurzel von *Carlina acaulis*.

Carlina acaulis entwickelt eine meist einfache, oben oft in mehrere Wurzeläste getheilte, daher vielköpfige, bis zu 2,5 cm dicke und 25 cm lange Pfahlwurzel, die aussen hellbraun mit vielen Wurzelnarben bedeckt und tief längsfurchig, in getrocknetem Zustand einen spröde-hornartigen, nicht faserigen Bruch zeigt; ältere Wurzeln sind meist der Länge nach aufgerissen, einige hohl, mehrfach gedreht und lassen ein durch Absterben zwischenliegender Gewebe isolirtes Bündelnetz hellerer Gefässbündelstränge zu Tage treten; ihr Geruch und Geschmack eigenthümlich aromatisch, ist dem der Wurzel von *Atractylis* sehr ähnlich.

Anatomie der Wurzel.

a) Lupenbild: Ein Querschnitt durch eine Wurzel, in der Desorganisations-Erscheinungen in weniger hohem Maasse aufgetreten waren, gibt folgendes Bild: Die circa 3 mm dicke, von dunkleren keilförmigen Baststrahlen strahlige Rinde, von dünnem Kork bedeckt, enthält zahlreiche radial und concentrisch gestellte, braunrothe Sekretbehälter; der hellgelbe Holzcylinder ohne Mark und von strahligem Bau ist zusammengesetzt aus abwechselnden schmalen Hauptsträngen mit zerstreuten und grossen Gefässen und breiten Markstrahlen, in denen Sekretbehälter mit braunrothem Inhalt verlaufen; in älteren Stadien der Wurzeln sind oft die Centralpartien, das Markstrahlengewebe, die in der Rinde tangential verbreiterten Rindenstrahlen, die äussere Rinde theilweise selbst abgestorben, so dass die Querschnitte durch äusserst unregelmässige Gewebe defekt, zerrissen und zerklüftet erscheinen.

b) Mikroskopischer Befund: Der äussere Theil der Rinde, bedeckt von einigen Lagen tafelförmiger Korkzellen, die ein Phellogen zugleich mit einer durch radiale Reihung seiner Zellen charakterisirte schmale Phellodermsschicht bildete, besteht aus isodiametrischen oft tangential gestreckten, parenchymatischen Zellen, die mehr nach innen eine vertikal gestreckte Form annehmen und so den Uebergang bilden zu den Zellen der Rindenstrahlen, die mit ihren zugespitzten Enden keilförmig in einander greifen. Als Einschlüsse führen sie eine Unmenge kleinster Crystallnadeln von Kalkoxalat, Inulin, das sich bei Alkoholmaterial in der bekannten Form der Sphaerite, strahlig-crystallinischer

Massen ausgeschieden hatte, und mehr oder weniger Tröpfchen gelben ätherischen Oels; letzteres oftmals verharzt oder als Balsam ist namentlich in den Sekretbehältern schizogenen Ursprungs, die in Form vertikal gestreckter kürzerer oder längerer Intercellularien wie schon erwähnt regelmässige Begleiter der Mark- und Rindenstrahlen sind, aufgespeichert; nicht selten findet man auch in Gefässen und dem angrenzenden Holzparenchym grosse Mengen Balsams secernirt.

Es scheint, als wenn die Baststränge, die sich nicht scharf vom anliegenden Rindenstrahlgewebe abgrenzen, nur aus dünnwandigen, langgestreckten Zellen, die man in Rücksicht auf ihre Länge und stumpf-keilförmigen Endigungen prosenchymatisch nennen kann und kürzeren Bastparenchymzellen aufgebaut werden, ich fand wenigstens keine Siebröhren, das vielleicht aber auch dem Umstande zuzuschreiben ist, dass innerhalb des Bastes sehr bald eine Obliteration der Gewebe eintritt, die zu einer noch nicht ganz aufgeklärten Entartung der Zellen, jener schon beschriebenen Hornbastbildung führt, dann sind die einzelnen Zellen wie aufgequollen, ihre Lumina bis auf Spalten reducirt und ihre Gestalt eine höchst unregelmässige. Der Holzcylinder, durch breite Markstrahlen in viele schmale Holzstränge getheilt, besteht neben grösseren und kleineren Gefässen grösstentheils aus Holzparenchym, das dem Markstrahlparenchym in Bezug auf Gestaltung der Zellen sehr ähnelt; es sind längliche, bald stumpf endigende, bald keilförmig in einander greifende Zellen, vollgepfropft mit Inulinmassen, Kalkoxalatcrystallen und protoplasmatischem Gerinnsel. Die Gefässe besitzen netzadrig bis leiter-

förmig verdickte Wände, sind selten begleitet von Librifasern, die dann jedoch niemals in grösseren Verbänden auftreten; hierdurch und durch das Fehlen irgendwelcher festigender Elemente, als Bastfasern sklerotisirter Zellen innerhalb der Rinde ist der hornartig spröde, nicht holzigfaserige Bruch der trockenen Wurzel bedingt.

Untersuchungen über das Vorkommen physiologisch wirksamer Stoffe in den Wurzeln von *Atractylis gummifera* und *Carlina acaulis*.

Schon im Jahre 1869 war die giftige Wurzel von *Atractylis gummifera* Gegenstand umfassender Untersuchungen seitens des französischen Militär-apothekers Lefranc¹⁾ gewesen; derselbe hatte daraus neben Inulin in grosser Menge, Zuckerarten, Asparagin und balsamischen Stoffen zwei eigenartige, chemisch sehr verschiedene Körper isolirt, von denen er den einen — ein Glycosid — Atractylin, den andern — ein Kaliumsalz — atractylinsaures Kalium nannte. Sowohl Atractylin wie das Kaliumsalz der Atractylinsäure sind leicht löslich in Wasser und Alkohol, Eigenschaften, die Lefranc veranlassten, zu ihrer Gewinnung folgendes Verfahren einzuschlagen: Die getrocknete und dann grobgepulverte Wurzel wird 20 bis 30 Minuten lang mit kochendem Wasser behandelt, der Auszug 24 Stunden zur Abscheidung gelösten Inulin's an einen kühlen Ort gestellt, vom Inulin-Niederschlag getrennt und dann im Dampfbade bis zu einem syrupartigen Extrakt eingeengt. Durch Be-

¹⁾ cf. No. 22, pag. 81—91.

handlung des Extrakts mit Alkohol von 90 Vol. % wird der grösste Theil des Zuckers, Pflanzen-Albumin und Schleim etc. abgeschieden, und das alkoholische Filtrat repräsentirt alsdann eine mehr oder weniger reine Lösung des atractylinsäuren Kaliums und des Atractylins. Darauf wird das Alkohol abdestillirt und der dunkelbraune, syrupöse Rückstand von eigenartigem Geruch und süsslich-scharfem Geschmack bei Seite gestellt, aus dem sich innerhalb 5 Tagen die ganze Menge des Kalium-Atractylates in dünnen und kurzen, prismatischen Nadeln abscheidet, während das Atractylin in Lösung bleibt.

Ich übergehe die weitere Reinigung der beiden Körper nach dem von Lefranc beschriebenen Verfahren, die Aufzählung ihrer chemischen Eigenschaften, ihrer Umsetzungsprodukte bei Einwirkung verschiedener Reagentien, nur will ich noch eine Eigenschaft der atractylinsäuren Salze erwähnen, mit verdünnten Säuren erwärmt, Valeriansäure abzuspalten, eine Reaktion, die die Anwesenheit jener Salze leicht zu constatiren erlaubt; hierdurch war es mir möglich, nicht gar zu sehr verdünnte Auszüge der Atractylis-Wurzel sofort zu erkennen und von jenen aus der Carlina-Wurzel hergestellten zu unterscheiden, in welchen Atractylate nicht vorhanden sind.

Ich komme nun zu den Thierversuchen, die über das Vorkommen physiologisch wirksamer resp. giftiger Stoffe in den Wurzeln von Atractylis gummifera und Carlina acaulis Aufschluss geben sollen. Zu dem Zwecke wurden die nach obiger Methode erhaltenen dunkelbraunen, syrupösen Rückstände, aus den wässerigen Auszügen der betreffenden Wurzeln nach

der Alkoholbehandlung und Abdestillation des letzteren gewonnen, in der Weise mit destillirtem Wasser aufgefüllt, dass 1 ccm der wässerigen Lösung die wirksamen Bestandtheile aus 5 g der Wurzel von *Atractylis gummifera*, resp. aus 20 g der Wurzel von *Carlina acaulis* enthielt. Mit diesen Lösungen stellte ich unter gütiger Anleitung des Herrn Assistenten Dr. Schulz im physiologischen Institut der Universität Erlangen die untenstehenden Versuche an.

I. Versuche mit dem Extrakt der Wurzel von *Atractylis gummifera*.

1 ccm = 5 g lufttrockener Wurzel.

1. Frösche erhielten bis zu 3 ccm unter die Haut des Rückens eingespritzt; es zeigte sich keine sichtbare Einwirkung, die Frösche blieben, abgesehen von einer gewissen Trägheit innerhalb der ersten Stunden nach der Einspritzung, normal und gesund.

2. Einem grossen Frosch wurden nach Blosslegung des Herzens 1,5 ccm unter die Haut des Oberschenkels injicirt; die Herzthätigkeit verminderte sich von 56 Herzschlägen in der Minute langsam auf 44; eine weitere Herabsetzung der Herzaction fand nicht statt, selbst nicht nach Verlauf von 5 Stunden. Andere Wirkungen wurden nicht beobachtet, der Frosch blieb am Leben.

3. Einem Kaninchen von 2,1 Kilo Gewicht gab ich um 10²⁰ Vormittags eine Injektion von 4 ccm unter die Haut der linken Hüftengegend, im Laufe des Vormittags sank die Temperatur des Kaninchens von 39,3⁰ auf 38,9⁰; eine um 2¹⁵ vorgenommene

Messung ergab einen weiteren Temperaturabfall bis auf $36,7^{\circ}$. Die Athmung schien zeitweise etwas beschleunigt, die Herzthätigkeit normal oder nur wenig erhöht. Gegen 3⁰⁰ Nachmittags bemerkte ich eine gewisse Ungelenkigkeit des Kaninchen, es legte sich platt auf den Bauch, streckte die Hinterbeine von sich, es erschien namentlich in den Hinterextremitäten gelähmt; bald nachher um 3¹⁵ wurde das Thier von Convulsionen befallen, es machte heftige Abwehrbewegungen mit den Vorder- und Hinterbeinen und fiel dann auf die Seite. Der Kopf wurde in den Nacken gezogen, der ganze Körper war zeitweilig gestreckt, jedoch hatten diese Streckungen nicht den Charakter krampfartiger Kontraktionen, vielmehr blieben solche nur auf die Nackenmuskulatur beschränkt. Diese Erregungsstadien wiederholten sich mehrmals, in der Zwischenzeit lag das Kaninchen mit schlaffen Extremitäten wie gelähmt da, nur dann und wann mit den Extremitäten schlagende oder stossende Abwehrbewegungen ausführend. Um 3⁵⁵ trat der Tod ein.

4. Ein grosses Kaninchen 3,3 Kilo schwer, erhielt 8⁴⁵ früh eine Injektion von 1,5 ccm unter die Haut der rechten Seite; die Körpertemperatur sank im Laufe des Vormittags von 40° auf $39,8^{\circ}$; im Uebrigen blieb diese Injektion ohne Wirkung. Die Dosis wurde am folgenden Tage verdoppelt, dem Kaninchen wurde um 8¹⁵ Früh subkutan 3 ccm an der linken Seite eingespritzt; da bis gegen 2⁴⁵ Nachmittags keine Vergiftungserscheinungen eingetreten waren, — nur die Temperatur war von $39,5^{\circ}$ auf 39° heruntergegangen — gab ich eine zweite Injektion von 6 ccm. Gegen

3³⁰ zeigten sich alle vorhin beschriebenen Symptome der Vergiftung: sehr ausgeprägt war die krampfartige Kontraktion der Nackenmuskulatur — der Kopf ist daher stark zurückgezogen — und die starke Herabsetzung der Reizbarkeit, so zwar, dass das Thier beim Durchstechen der Muskulatur der Extremitäten mit einer Nadel oder beim Kneifen derselben mittelst Pincette nicht mehr zuckt oder zusammenfährt. Die Athmung ist etwas beschleunigt, der Rythmus der Herzthätigkeit gestört, so dass bei der Beobachtung der Pulsfrequenz während eines Zeitraumes von 30 Sec. einige Schläge ausfallen. Die Lähmungserscheinungen werden immer prägnanter, und unter öfterer Wiederholung der heftig ausfahrenden Abwehrbewegungen stirbt das Thier um 5¹⁰. Die Sektion der beiden Thiere zeigte an den inneren Organen keine auffallende Veränderungen; der linke Ventrikel contrahirt, der rechte mässig gefüllt; die Lungen bei Eröffnung des Thorax sogleich stark collabirend. Es ist nach dem ganzen Bilde der Intoxikationserscheinungen der Schluss berechtigt, dass der Tod durch Einwirkung des Giftes auf das Central-Nervensystem, speciell auf Rückenmark und medulla oblongata herbeigeführt wurde.

II. Versuche mit dem Extrakte der Wurzel von *Carlina acaulis*.

1 ccm = 20 g lufttrockener Wurzel.

1. Injicirte ich Fröschen 1 ccm des Extrakts unter die Rückenhaut, so stellten sich nach 1—1½ Stunden Vergiftungserscheinungen ein; der Frosch ist gelähmt, er vermag die von seinem Körper abgezogenen Ex-

tremitäten nicht wieder an den Körper heranzuziehen, sie bleiben in der Stellung liegen, die man ihnen gegeben hat, reagirt nicht mehr auf Reize, als Nadelstiche, Zwicken der Muskulatur der Schenkel, sperrt das Maul auf, als wenn sich Lufthunger bei ihm einstellte und stirbt unter allgemeinen Lähmungserscheinungen. Bei Fröschen mit freigelegtem Herzen bemerkte ich eine bedeutende Herabsetzung der Herzthätigkeit: vor der Injektion 50—52 Herzschläge, 15 Minuten nach derselben 26—22.

2. Ein Kaninchen erhielt um 11⁰⁰ Vormittags eine Injektion von 1 ccm Extrakt; ich beobachtete kaum eine Veränderung der Körpertemperatur, und auch sonst stellten sich keine Zeichen irgendwelcher Einwirkung der Injektion ein. Am folgenden Tage wendete ich die doppelte Dosis an, auch in diesem Falle war von einer Wirkung resp. Vergiftungserscheinungen nichts zu bemerken, woraus zu schliessen wäre, dass in der Wurzel von *Carlina acaulis* eine auf Warmblüter wirkende Substanz entweder überhaupt nicht, oder nur in minimaler Menge vorhanden ist. Wohl aber enthält das *Carlinaextract* einen Körper, der bei Fröschen recht auffällige Vergiftungserscheinungen, insbesondere eine starke Verlangsamung der Herzthätigkeit hervorruft.

Lasse ich die im Laufe der Untersuchung gemachten Beobachtungen nochmals Revue passiren, so sind es namentlich sechs Merkmale, durch welche die Wurzel von *Atractylis gummifera* sich scharf von der *Carlina acaulis* unterscheidet, nämlich:

1. Die Ausbildung der Hauptwurzel zu einem fleischig verdickten Reservestoffbehälter und im Anschluss daran die durch Wurzelasläufer bewirkte vegetative Vermehrung der Pflanze.
2. Der durch Entwicklung secundärer Cambien anormale Zuwachs innerhalb des Holzcyinders.
3. Das Vorkommen Milchsaft führender Schläuche innerhalb des Phloems.
4. Die massige Entwicklung von typischen Holzelementen, dem Libriform, daher ihre faserige Struktur.
5. Die eigenthümliche Differenzirung des Korkgewebes in dünnwandige Korkzellen und solche mit getüpfelten sklerotisirten Wandungen.
6. Ihre Giftigkeit Warmblütern gegenüber.

Andererseits wird die Aehnlichkeit beider Wurzeln bedingt

1. durch den fast gleichen Geschmack und Geruch,
2. durch die übereinstimmenden Sekretbehälter schizogenen Ursprungs und
3. das gleichzeitige Antreffen von Inulin, ätherischem Oel und grossen Mengen kleinster Kalkoxalatkrystalle innerhalb ihrer parenchymatischen Gewebe.

Vorstehende Untersuchungen wurden von mir im botanischen Institut der Kgl. bayerischen Friedrich-Alexander's-Universität zu Erlangen ausgeführt.

Am Schlusse derselben sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Max Reess für seine mir stets bereitwilligst ertheilten Unterweis-

ungen und dem Herrn Assistenten Dr. Becker für die durch praktische Rathschläge in liebenswürdigster Weise vermittelte Förderung meiner Arbeiten meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Gleichzeitig möchte ich der Herren, die durch Anweisung von Material meine Arbeit zu unterstützen bestrebt waren, insbesondere des Herrn Professors Dr. Th. Husemann zu Göttingen und des Herrn Privatdocenten Dr. Lazzaro zu Palermo, dessen Liebenswürdigkeit ich manche mir brieflich ertheilte Aufklärung verdanke, in einem herzlichen Dankeswort gedenken.

Der Verfasser.



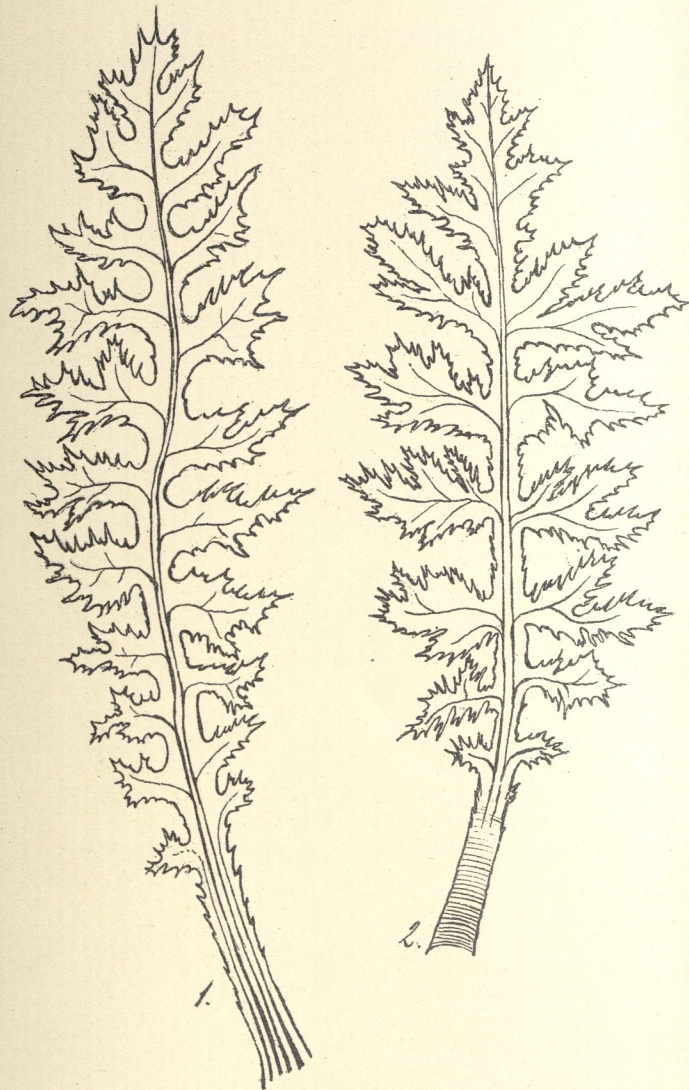
Lebenslauf.

Franz Bernhard Clemens Kerckhoff, katholischer Confession, wurde als Sohn des Apothekers Clemens Kerckhoff am 11. December 1863 zu Lathen, Prov. Hannover geboren. Nach Absolvirung der Unter-Secunda des Gymnasiums in Meppen widmete er sich dem Apothekerberufe, besuchte während dreier Semester die Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin, bestand dort am 11. Juni 1887 die pharmaceutische Staatsprüfung und diente darauf ein Jahr als Militärapotheker beim Garnisons-Lazareth Münster i. W.; im Herbst 1894 bezog er zum Studium der Naturwissenschaften die Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen, wo er bis Frühjahr 1896 verblieb.

Litteratur-Verzeichniss.

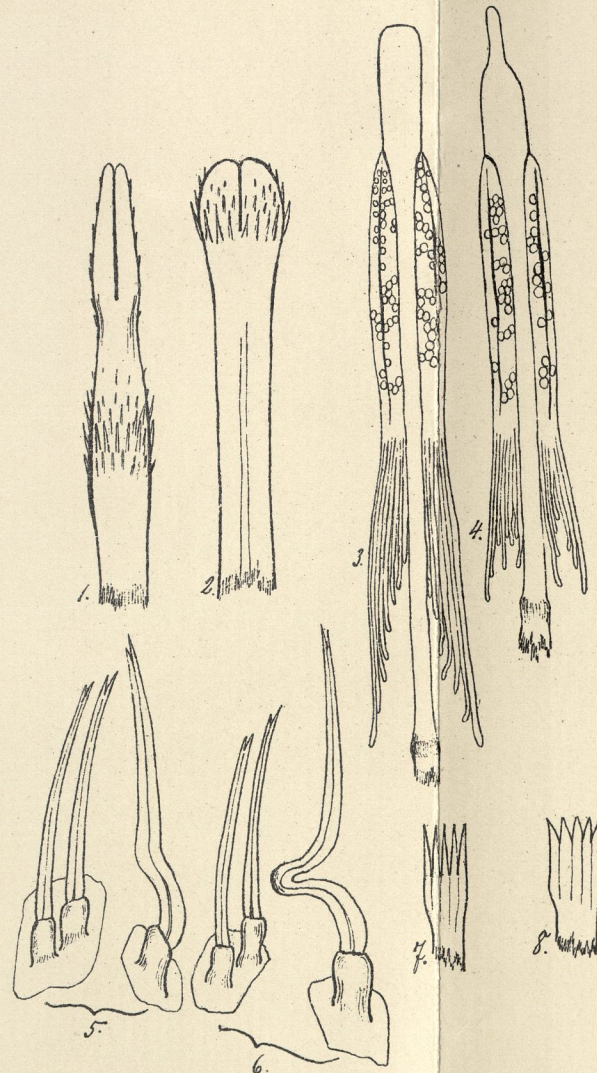
1. Archivio di Farmacologia e Terapeutica. Palermo 1894.
Ricerche sperimentali sul principio attivo della *Carlina acaulis*
del Dott. Carmelo Lazzaro.
 2. Virchow's Jahresberichte 1895. III. Abtheilung Arzneimittel-
lehre und öffentliche Medicin.
 3. Rosenthal Dr. Synopsis plantar. diaphoric. Erlangen 1862.
 4. Engler-Prantl, Pflanzenfamilien, Lfr. 39. Leipzig.
 5. Baillon, Histoire des plantes. Band 8. Paris.
 6. Baillon, Dictionaire de Botanique.
 7. Kosteletzki, Allgem. medic.-pharmaceut. Flora. Prag 1833.
 8. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig 1873.
 9. Le Maout et Decaisne, Traite generale de Botanique descriptive
et analytique. Paris 1868.
 10. Dujardin-Beaumetz et Egasse, plantes medicinales. Paris 1889
 11. Drobnig, Beiträge zur Kenntniss der Wurzelknollen. Inaug.
Diss. Rostock 1892—93.
 12. Zimmermann Microtechnik. Tübingen 1892.
 13. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884.
 14. Hofmeister, Handbuch der physiolog. Botanik. Band 4.
Leipzig 1877.
 15. De Bary, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877.
 16. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Band 1. Leipzig 1881.
 17. Flora, Jahrgang 1880. Weiss, Anatomie und Physiologie
fleischig verdickter Wurzeln.
 18. Botanische Ztg., Jahrgang 1875. Schmitz, Anatomische Struk-
tur der perennirenden Convolvulaceen-Wurzeln.
 19. Botanische Ztg. 1857.
 20. „ „ Jahrg. 1859.
 21. Journal de pharmacie et de chemie. tome 9. IV. Serie.
Jahrg. 1869.
-

Tafel I.



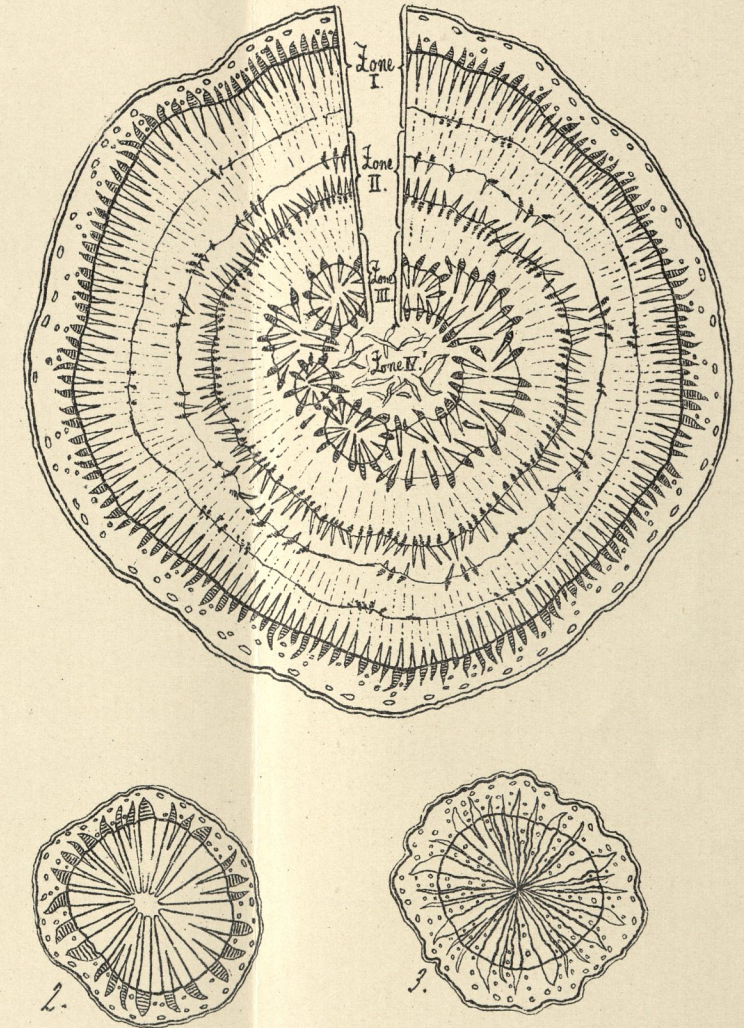
1. Blatt: v. *Atractylis gummifera*, nat. Grösse.
2. „ v. *Carlina acaulis*, „ „

Tafel II.



Atractylis gummifera: 1. Pistill. 3. Authere, Vergröss. 50fach 5.
7. Corolle, aufgeschnitten, Vergröss. $1\frac{1}{2}$ fach.
Carlina acaulis: 2. Pistill. 4. Authere, Vergröss. 50fach 6.
8. Corolle, aufgeschnitten, Vergröss. $1\frac{1}{2}$ fach.

Tafel III.



Atractylis gummifera: 1. Querschnitt von der Pfahlwurzel, 2. von der *Carlina acaulis*: 3. Querschnitt der Wurzel, Vergröss. 2fach.

1 1012

UB Wien



+AM505835204

