UNITED STATES NATIONAL

1885.

TRIEBEL, R:

Bau und Entwicklung der
Oelbehälter in Wurzeln von
Compositen.

Halle. 1885.

[Nova Acta. 1,

Inaugural-Dissertation.

MUSEUM LIBRARY.

qQK
644
T82Z
Bot.

9644
T923
BOT

Ueber Bau und Entwicklung
der
Oelbehälter in Wurzeln von Compositen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

von der

philosophischen Facultät der Albertus-Universität zu Königsberg

genehmigt und

den 15. Juli 1885' 12 Uhr

nebst den beigefügten Thesen

öffentlich vertheidigt

von

Richard Triebel.

Opponenten:

Dr. J. Abromeit

Dr. J. Lange.

HALLE.

1885.

Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.

17740
64

585.55
T 82

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. **Robert Caspary**

ehrfurchtsvoll gewidmet

vom

Verfasser.

Es ist eine lang bekannte Thatsache, dass viele Pflanzen aus der Familie der Compositae ätherisches Oel oder Harz enthalten, andere Milch. Eine umfassende Untersuchung in dieser Hinsicht hat allein Van Tieghem geliefert.¹⁾ Er hat, was die Verbreitung der Oelbehälter bei den Compositen betrifft, nachgewiesen, dass einige vierzig willkürlich gewählte Vertreter verschiedener Gattungen sämmtlich Milch oder Oel enthalten, und zwar alle zur Gruppe der Cichoriaceen gehörigen Milch, alle zu den Gruppen der Radiatae und Cynareae gehörigen ätherisches Oel. Mir wurde die Aufgabe, Bau und Vorkommen der Oelbehälter in Wurzeln von Compositen zu untersuchen, und ich habe bei einigen dreissig Arten willkürlich gewählter Gattungen aus den Gruppen der Radiatae und Cynareae, zum grossen Theil anderen Pflanzen als den von Van Tieghem untersuchten, ebenfalls constant Oelbehälter angetroffen. Da zudem auch nach meinen Untersuchungen eine auffallende Uebereinstimmung in Bau und Entwicklung der Oelbehälter bei allen untersuchten Pflanzen sich herausstellt, so ist es wohl nicht zu gewagt, das Vorkommen von Oelbehältern als ein Charakteristikum für alle Compositen der genannten beiden Gruppen zu bezeichnen. Auch in Hinsicht des Baues und der Entwicklung der Oelbehälter in den Wurzeln der Compositen ist die Arbeit von Van Tieghem bei Weitem die umfassendste; doch haben sich bei ihm Fehler daraus entwickelt, dass er ein genau untersuchtes Beispiel (*Tagetes patula*) für alle anderen, weniger gut untersuchten Pflanzen verallgemeinert hat; auch sind ihm durch dies Verfahren Erscheinungen entgangen,

¹⁾ Van Tieghem: Mémoires sur les canaux sécréteurs des plantes. Annales d. sc. nat. V. Ser. T. 16. p. 96.

die zwar nicht bei seinem Beispiel, aber bei anderen Pflanzen deutlich ausgeprägt sind. Ich komme hierauf betreffenden Orts zu sprechen. —

Compositenwurzeln sind auf Oelbehälter noch untersucht von Sachs, (*Heliantus annuus*, Bot. Ztg. 1859, p. 188), N. Müller (Pringsh. Jahrb. V. p. 387). Schmidt's Atlas zur pharmaceutischen Waarenkunde von Berg giebt die Anatomie einiger Compositenwurzeln in Abbildungen, doch sind hier nur fertige Zustände berücksichtigt, wie sie die pharmaceutischen Drogen zeigen. Zwar nicht gerade die Oelbehälter der Compositen berücksichtigend, aber von Interesse für die Vergleichung dieser mit den Oelbehältern anderer Pflanzen (Coniferen, Umbelliferen), sind noch manehe andere Arbeiten, indess ziehe ich es vor, erst an betreffender Stelle auf sie einzugehen.

Ich habe an folgenden Pflanzen aus der Gruppe der Radiaten und Cynareen mich von dem Vorhandensein von Oelbehältern in den Wurzeln überzeugt: 1. *Ageratum coeruleum*. 2. *Petasites officinalis*. 3. *Erigeron acer*. 4. *Inula Helenium*. 5. *Inula salicina*. 6. *Pulicaria* sp. 7. *Telekia speciosa*. 8. *Xanthium strumarium*. 9. *Coreopsis auriculata*. 10. *Calliopsis bicolor*. 11. *Helianthus annuus*. 12. *Helianthus tuberosus*. 13. *Bideus tripartitus*. 14. *Anthemis altissima*. 15. *Anacyclus officinarum*. 16. *Achillea magna*. 17. *Matricaria discoidea*. 18. *Matrivarva Chamomilla*. 19. *Ammobium alatum*. 20. *Ligularia sibirica*. 21. *Cacalia sonchifolia*. 22. *Senecio vulgaris*. 23. *Calendula officinalis*. 24. *Centaurea strobilacea*. 25. *Cnicus benedictus*. 26. *Onopordon Acanthium*. 27. *Cirsium canum*. 28. *Cirsium oleraceum*. 29. *Tagetes patula*. 30. *Lappa tomentosa*. 31. *Serratula tinctoria*.

Von diesen ganz willkürlich gewählten Pflanzen habe ich mehrere ausgesucht, welche die grösste Regelmässigkeit im Bau ihrer Wurzel und dabei die grösste Verschiedenheit in Betreff ihrer Oelbehälter zeigten, und dieselben nach ihrer Entwicklungsgeschichte untersucht. Ich habe immer frische Wurzeln benutzt, wenn ich nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerke.

1. *Ligularia sibirica.*

Die ausgewachsene Pflanze trägt am Stammende ein zahlreiches Büschel von sehr wenig verästelten Wurzeln, deren älteste etwa 20 cm lang und an der Basis 2 mm dick werden und einen schwachen, aber bestimmten Geruch haben. An einer solchen Wurzel wird man indess selbst an Schnitten, die ganz nahe der Wurzelhaube entnommen sind, kaum die jüngsten Zustände der Oelbehälter beobachten können. Es eignen sich hierzu vielmehr die Wurzeln von ganz jungen Sämlingen. Ein Wurzelquerschnitt eines solchen Sämlings, der eben erst die Cotyledonen entfaltet hat, zeigt von aussen nach innen folgende Gewebsschichten (Taf. 1. Fig. 1): Die dicht an einander schliessenden Oberhautzellen, welche ohne Zwischenzellräume an die darunter liegende Zellreihe angrenzen, welche ebenfalls einen fest geschlossenen Ring bildet. Diese beiden äussersten Zellreihen werden schon in sehr jungen Stadien mit Jod und Schwefelsäure braun, sind also als cuticularisirt zu betrachten; darunter liegen nur wenige Reihen Rindenzellen, denen dann weiter die Schutzscheide folgt; die inneren Reihen der Rindenzellen liegen mit den Zellen der Schutzscheide in radialen und concentrischen Reihen, überall viereckige Zwischenzellräume zwischen sich lassend, die in den äusseren Kreisen grösser, nach innen zu kleiner werden; die äusseren Rindenzellen sind polygonal, unregelmässig, ohne Zwischenzellräume an einander liegend. Die Schutzscheide zeigt schon sehr früh die charakteristischen dunklen Punkte, welche indess hier, wie bei allen anderen von mir untersuchten Compositen, nicht in der Mitte der radialen Wand liegen, auch nicht auf deren ganze Ausdehnung sich erstrecken, sondern immer auf dem nach innen zugekehrten Theil derselben sich befinden, und meist nur etwa die Hälfte derselben, oft aber noch weniger einnehmen. Dem entspricht auch immer das Verhalten der Schutzscheide gegen Jod und Schwefelsäure und gegen

conc. Schwefelsäure; ersteres Reagens färbt braun nur immer die Partien, welche der dunkle Punkt bedeckt, die also gewellt und verkorkt sind; der vom dunklen Punkt nicht eingenommene Theil der radialen Wand, sowie die innere und äussere tangential Wand der Schutzscheide werden deutlich blau gefärbt. Ich bemerke hier, dass geringe Mengen von Protoplasma, welche sich bei Anwendung von Jod und Schwefelsäure als feine braungelbe Schicht an die Zellwand legen, oft (bei *Ligularia* selten) geeignet sind, die Täuschung hervorzurufen, als ob die Wand selbst braun wäre. Jene gewellte Partie der Schutzscheide zeigt sich auch allein resistent gegen conc. Schwefelsäure, was man sehr gut beobachten kann, wenn man zu einem dünnen Schnitt unter dem Mikroskop Schwefelsäure zufließen lässt. Auf die Schutzscheide folgt nach innen ein Kranz von parenchymatischen Zellen, welche mit den Schutzscheidezellen in derselben Zahl, aber abwechselnd, liegen und sich ohne Zwischenzellräume fest an dieselben anlegen. Van Tieghem nennt diese Zellreihe „membrane rhizogène“, weil von ihr die Bildung der Nebenwurzeln ausgeht. Sonst ist auch für dieses Organ der Name „Pericambium“ gebraucht.¹⁾ An diese Zellreihe legen sich bei der jungen Wurzel immer an zwei, und zwar nie mehr als zwei Stellen, die ersten Gefässe an, denen dann nach innen andere grössere folgen, und so die beiden ersten, sich gegenüber liegenden Leitbündel bilden. Ich hebe ausdrücklich hervor, dass bei jungen Sämlingen sowohl bei *Ligularia* als bei den anderen von mir untersuchten Pflanzen sich immer erst nur zwei Leitbündel anlegen, denen sich erst später andere zugesellen, so dass deren Zahl, bei *Ligularia* z. B., bisweilen auf sechs steigt, obwohl bei den ausgewachsenen Wurzeln vier bis fünf am gewöhnlichsten sind. Es ist dies Verhalten der Sämlingswurzeln, nur immer erst zwei Leitbündel anzulegen, auffallend, weil bei ausgewachsenen Wurzeln, ganz nahe der Wurzelhaube, wo die ganz jugendlichen Gefässe nur erst durch ganz schwache Verdickung und ihr etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen kenntlich sind, doch schon immer mehrere (drei bis vier) Gefässe gleichzeitig auftreten und gleichmässig vertheilt sind. Es gilt dies nicht nur bei *Ligularia*, sondern bei allen anderen von mir untersuchten Wurzeln der Compositen, die im ausgewachsenen Zustande mehr als zwei Leitbündel haben.

¹⁾ Luerssen: Grundzüge der Botanik.

Zwischen den beiden Leitbündeln legen sich an die der Schutzscheide nach innen angrenzende Schicht je ein Bastbündel an (ich entlehne die Bezeichnung Bastbündel von Van Tieghem), und auch bei späterer Vermehrung der Zahl der Leitbündel liegt immer zwischen je zwei Leitbündeln ein Bastbündel. Vermehrt sich, z. B. bei *Ligularia*, was schon in sehr jungen Stadien eintreten pflegt, die Zahl der Leitbündel von zwei auf vier, so bildet sich zunächst je ein Gefäss dicht an der, der Schutzscheide nach innen angrenzenden Zellschicht gerade vor der Mitte des Bastbündels, welches nun, während andere Gefässe an das erste sich nach innen zu anlegen, in radialer Richtung sich trennt, und so zwischen den nunmehr vier Leitbündeln wieder vier Bastbündel entstehen lässt. Es ist indess keineswegs nöthig, dass neue Leitbündel in so regelmässiger Weise auftreten; oft zeigt es sich in alten, völlig entwickelten Wurzeln, dass zu den vorhandenen Leitbündeln noch ein neues tritt, das sich zwischen zwei alte schiebt, während das betreffende Bastbündel sich in der beschriebenen Weise verhält. So habe ich einmal bei einer ausgewachsenen Wurzel an auf einander folgenden Querschnitten gesehen, wie sich die Zahl der Leitbündel von drei auf sechs vermehrte.

Kommen wir auf den Zustand einer jungen Wurzel zurück, in dem sich die ersten einander gegenüber liegenden Gefässe gebildet haben, so sehen wir die Schutzscheide an den zwei Stellen, welche den Bastbündeln gegenüber liegen, tangential getheilt; je jünger der Zustand, um so weniger Zellen der Schutzscheide sind von dieser tangentialen Theilung betroffen; ich habe bei *Ligularia* als jüngstes Stadium zwei neben einander liegende getheilte Schutzscheidezellen gefunden (Taf. 1. Fig. 1), zweifle indess nicht, dass noch jüngere Zustände die Schutzscheide ganz ungetheilt zeigen mögen, nur ist es mir wegen der grossen Zartheit des Materials nicht gelungen, hierfür von *Ligularia* Präparate zu fertigen. Die Theilung der Schutzscheidezellen schreitet dann von jenen beiden Ausgangspunkten sehr schnell nach beiden Seiten vor (Taf. 1. Fig. 2), und bei noch sehr jungen Wurzeln ist bereits die ganze Schutzscheide rings herum durch tangentiale Wand getheilt. Van Tieghem behauptet, dass sich nur die Partien der Schutzscheide tangential theilen, welche den Bastbündeln gegenüber liegen; dies hat für sein Beispiel *Tagetes patula* Gültigkeit, bei allen anderen von mir untersuchten Pflanzen beschränkt sich indess die Theilung nicht blos auf jene Zellen. Ich erwähnte vorher,

dass die dunkelen Punkte immer auf der inneren Hälfte der radialen Schutzscheidewände liegen; die tangentiale Theilung erfolgt nun so, dass sich die neue Wand nach aussen vor die Punkte legt (Taf. 1. Fig. 1, 2, 3); es wird dies noch dadurch erleichtert, dass an den beiden Stellen, wo die Theilung zuerst auftritt, die betroffenen Schutzscheidezellen sich in radialer Richtung ausdehnen, und dadurch der nicht gewellte Theil der Wand grösser wird (Taf. 1. Fig. 1 u. 2). Die tangentiale Wand wird mit Jod und Schwefelsäure blau, und dasselbe ist, wie bereits erwähnt, mit dem von ihr nach aussen abgetrennten Theile der Schutzscheide der Fall, so dass also, wenn die Schutzscheide sich rings getheilt hat, ein neuer Kranz von Rindenzellen scheinbar das einzige Resultat ist. Schon sehr früh, wenn sich erst wenige Schutzscheidezellen an den, den Bastbündeln gegenüber liegenden Stellen tangential getheilt haben, bemerkt man oft, wie an einem Kreuzungspunkt von radialer und tangentialer Wand, immer ziemlich genau gegenüber der Mitte des Bastbündels, die vier Zellen, einen kleinen Zwischenzellraum bildend, aus einander weichen, und dies ist die erste Anlage des Oelganges. Derselbe erscheint indess gegenwärtig als ein einfacher Zwischenzellraum, und auch auf den anderen Kreuzungspunkten der tangential theilenden Wand mit den Schutzscheidewänden bilden sich ganz gleich aussehende Zwischenzellräume, bisweilen sogar schon früher; auch ist es nicht immer der Fall, dass der spätere Oelgang sich in der ersten Zeit durch seine Weite von den anderen Zwischenzellräumen irgend wie unterscheidet. Ist die Schutzscheide ringsum tangential getheilt, oft auch früher schon, theilt sich ganz in der beschriebenen Weise die Schutzscheide aufs Neue durch eine tangentiale Wand wiederum an den den Bastbündeln gegenüber liegenden Stellen, so dass der Oelgang nunmehr durch eine Zelllage von der Schutzscheide getrennt ist (Taf. 1. Fig. 3). Diese neue Zelllage wird ebenfalls mit Jod und Schwefelsäure blau; die neue tangentiale Wand kann ebenfalls wieder die Schutzscheide rings herum theilen, oder sich auch nur auf die Partien gegenüber den Bastbündeln beschränken. In diesem Zustande der Wurzel haben sich die Rindenzellen bereits erheblich durch radiale und tangentiale Theilung vermehrt, die Zwischenzellräume sind grösser geworden, und dadurch erhalten besonders die äusseren Partien der Rindenzellen eine mehr runde Form; auch die Zahl der Schutzscheidezellen ist durch radiale Theilung entsprechend vermehrt. Es sind indess auch noch

in diesem Stadium die Oelgänge so wenig von den anderen Zwischenzellräumen unterschieden, dass man sie meistens ganz übersehen würde, wenn nicht ihre Lage vor den Bastbündeln bekannt wäre. Die Oelgänge übernehmen ihre Function schon in den allerfrühesten Stadien; sobald an der Kreuzungsstelle von tangentialer und Schutzscheidewand sich nur ein ganz kleiner Zwischenzellraum bemerklich macht, ja, oft noch bevor ein solcher mit Sicherheit zu beobachten ist, findet man schon Tröpfchen eines wasserhellen, farblosen Oels; zwar liegen diese Tröpfchen nicht immer im Oelgang oder daneben, fehlen auch sehr oft ganz, weil sie theils ausgeflossen, theils durch das Messer fortgeführt sind, immer ist dann aber ihr Erscheinen an anderer Stelle auf diese Weise gewaltsam herbeigeführt, wie sich schon daraus ergibt, dass die Tröpfchen dann immer nur lose auf der Oberfläche des Schnitts liegen. Bald jedoch unterscheidet sich der Oelgang sowohl durch die grösseren Massen von Oel, welche in ihm auftreten, als auch durch seine nun beginnende Ausdehnung von den anderen Zwischenzellräumen. Ist der Oelgang noch ein einfacher, viereckiger Zwischenzellraum, etwas grösser als die umliegenden, so macht er sich frühzeitig schon dadurch kenntlich, dass die ihn umgebenden Zellen, ich will sie ein- für allemal „Gangzellen“ nennen, sich ohne, oder doch nur mit sehr kleinen Zwischenzellräumen, an ihre Nachbarzellen anlegen, wodurch die vier Gangzellen zusammen vollkommener viereckig erscheinen (Taf. 1. Fig. 5); es erklärt sich dies ungezwungen aus der Weitung des Oelganges, wodurch die Gangzellen auf ihre Umgebung einen Druck ausüben. Dass ein solcher Druck nach allen Seiten ausgeübt wird, geht auch daraus hervor, dass die in radialen und concentrischen Reihen geordneten Rindenzellen durch den wachsenden Oelgang aus ihren geraden Reihen herausgedrängt werden. Die Ausweitung des Oelganges geschieht, wenn auch in etwas mannigfacher Weise, doch immer so, dass ein ihm unmittelbar benachbart liegender Zwischenzellraum, oder auch später zwei derselben durch Spaltung der trennenden Wand mit einander zu einem grösseren Zwischenzellraum, d. h. Oelgang, zusammenfliessen. Welcher von den neben dem Oelgang liegenden Zwischenzellräumen dazu ausersehen wird, ist durch ein Gesetz nicht zu bestimmen; auch kommt es vor, dass schon in sehr jugendlichen Zuständen sich zwei Zwischenzellräume neben einander als etwas grössere vor den übrigen auszeichnen (Taf. 1. Fig. 6—9), und diese später

zusammenfliessen. Es ist noch zu bemerken, dass die Entwicklung der einzelnen Oelgänge keineswegs immer mit einander Schritt hält, es können auf demselben Querschnitt von mehreren Oelgängen die einen schon sehr weit, andere fast noch gar nicht entwickelt sein; so kann man die verschiedenen Stadien von Taf. 1. Fig. 5—11 auf demselben Querschnitt vorfinden. Ist dieser Unterschied in der Entwicklung der einzelnen Oelbehälter sehr bedeutend, so ist das indess meistens darauf zurückzuführen, dass sich ein neues Leitbündel eingeschoben hat, womit gleichzeitig, wie wir gesehen haben, auch ein neues Bastbündel und vor diesem ein neuer Oelgang entsteht. Nur ein einziges Mal habe ich gesehen, dass bei einer ausgewachsenen Wurzel mit wohlentwickelten fünf Leitbündeln vor dem einen Bastbündel kein Oelgang entwickelt war, was indess die Gesetzmässigkeit nicht beeinträchtigt, da auch hier vielleicht einer von den Zwischenzellräumen zum Oelgang bestimmt war, und später noch entwickelt werden mochte.

Mit fortschreitendem Wachsthum der Wurzel theilen und vermehren sich die Rindenzellen immer weiter, während die Oelgänge sich weiten und schliesslich im ausgewachsenen Zustande von bis zu zehn Zellen umgeben werden (Taf. 2. Fig. 1, 2). Während seiner Ausweitung hat sich der Oelgang noch weiter von der Schutzscheide entfernt, so dass er, obwohl in der Schutzscheide entstanden, schliesslich durch bis zu vier Zelllagen von der Schutzscheide getrennt ist (Taf. 2. Fig. 2). Wir haben gesehen, dass zweimal die Schutzscheide sich tangential theilt, und hierdurch der Oelgang schon um eine Zelllage von der Schutzscheide entfernt wird; es ist nicht mit Sicherheit festzustellen, ob die sich neu einschiebenden Zelllagen ebenfalls durch spätere nochmalige tangentiale Theilung der Schutzscheide entstehen oder durch Theilung der Rindenzellen; ich glaube, dass eher das letztere der Fall ist, daneben vielleicht auch das erstere. Van Tieghem behauptet ganz allgemein von den Compositen, dass der Oelgang immer in unmittelbarer Berührung mit der Schutzscheide bleibe; ein Blick auf einen ausgewachsenen Zustand von *Ligularia* lehrt das Gegentheil. Bemerkenswerth ist, dass die Wände der Gangzellen dünner sind, als die der umliegenden Rindenzellen, welcher Unterschied schon bemerkbar wird, sobald sich der junge Oelgang zu weiten anfängt, und der sich später immer mehr ausprägt (Taf. 1. Fig. 5—11; Taf. 2. Fig. 2). Wegen der fortgesetzten radialen und

tangentialen Theilung aller Rindenzellen ist es nicht zu ermitteln, ob die Zwischenzellräume, welche behufs Erweiterung des Oelganges mit demselben zusammenfliessen, zwischen gewöhnlichen Rindenzellen liegen oder zwischen Zellen, die aus den ursprünglichen Schutzscheidemutterzellen entstanden sind; mir ist das letztere wahrscheinlicher, deshalb, weil die Wände auch dieser Zwischenzellräume, die zur Erweiterung des Oelganges dienen, dünner sind als die anderen.

Der fertige Oelgang also ist von einem Kranz von acht bis zehn Zellen umgeben, er ist meist rund oder etwas radial oder tangential gestreckt. Die Gangzellen sind, so wie ihre Nachbarzellen, nicht von kreisrundem Querschnitt, sondern tangential zum Oelgang gestreckt, oder vielmehr zusammengedrückt. Sie schliessen ohne Zwischenzellräume an die sie umgebenden Rindenzellen, und auch dieser zweite Zellenkranz schliesst meist in Folge des Drucks, den der sich ausdehnende Oelgang nach allen Seiten übt, ohne Zwischenzellräume an die Nachbarzellen (Taf. 2, Fig. 2). Natürlich ist auch die Störung der radialen und concentrischen Zellreihen hier sehr beträchtlich. Die Zahl der Oelgänge einer ausgewachsenen Wurzel schwankt zwischen drei bis sechs, gewöhnlich sind es vier oder fünf. Ihre Wände werden mit Jod und Schwefelsäure rein blau; sie scheinen der conc. Schwefelsäure noch weniger zu widerstehen, als die Rindenzellen, was aber wohl nur in ihrer geringeren Dicke begründet ist.

Alle Rindenzellen zeigen auf dem Querschnitt einen Inhalt von Protoplasma, und nur die beiden Reihen Oberhautzellen sind frei davon; man sieht diesen protoplasmatischen Inhalt der Zellen sehr deutlich, wenn man ihn mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wo dann in den schön blauen Zellen die braunen, zusammengeballten Protoplasamassen liegen. Aber schon sehr früh, sobald der Oelgang sich nur etwas geweitet hat, bemerkt man, dass die Gangzellen reicher an Protoplasma sind, als alle anderen Rindenzellen; dieser Unterschied wird immer entschiedener, und bei einer ausgewachsenen Wurzel sieht man die dick mit Protoplasma erfüllten Gangzellen als einen dunklen Ring den Oelgang umgrenzen (Taf. 2, Fig. 1, 2). Wenn auch die Quantität des Protoplasmas in den Zellen wechselt, dieser Unterschied ist in allen Fällen sehr deutlich. Ich komme auf diesen Reichthum der Gang-

zellen an Protoplasma noch zurück, will aber zunächst die durch den Längsschnitt erhaltenen Beobachtungen besprechen:

In jugendlichen Stadien lässt der Längsschnitt durch den Oelgang nichts Bemerkenswerthes wahrnehmen; meistens übersieht man ihn ganz, da er sich in keiner Weise von den anderen schmalen Zwischenzellräumen der Rindenzellen unterscheidet, und nur wenn man einen Faden oder Tropfen des farblosen Oels darin findet, kann man ihn als Oelgang ansprechen; es empfiehlt sich hierbei die Färbung mit Alkanna. Zu einer Zeit jedoch, wo der Oelgang durch seine Weite auf dem Querschnitt schon auffällt, erkennt man auch auf dem Längsschnitt eine allemal vorhandene Erscheinung, nämlich, dass die Gangzellen immer kürzer sind als die Rindenzellen, und mit dem weiteren Wachsthum des Oelganges verkürzen sich auch die Gangzellen immer mehr, so dass sie, in der Jugend von den anderen Rindenzellen durch Länge (noch sonst wie) nicht verschieden, bei einem ausgewachsenen Oelgang nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ so lang als die Rindenzellen sind (Taf. 2. Fig. 4). Ich habe dies durch zahlreiche Messungen an verschiedenen Wurzeln als gesetzmässig nachgewiesen, und will hier ein Zahlenbeispiel anführen. Die Zahlen, welche die Zellengrösse angeben, sind als Durchschnitt von etwa zehn Zellen genommen und geben die natürliche Grösse derselben in Mikromillimetern:

L ä n g e d e r		
Gangzellen:		Rindenzellen:
50,	an der Basis:	166,
60,	5 cm tiefer:	122,
72,	3 cm tiefer:	120,
	2 cm tiefer, es war dies	
87,	1½ cm von der Wurzelspitze:	88.

Es ergibt sich aus diesen Zahlen, dass, während alle Rindenzellen in die Länge gewachsen sind, die Gangzellen sich unter wagerechter Theilung immer mehr verkürzt haben (Taf. 2. Fig. 3 u. 4). Diese horizontale Theilung hat Van Tieghem ganz übersehen, ebenso den sehr auffallenden Gehalt an Protoplasma; allerdings findet sich bei seinem Beispiel „*Tagetes*“ beides sehr wenig ausgeprägt. Dieses und der auch auf dem Längsschnitt sehr deutliche, reichliche protoplasmatische Inhalt der Gangzellen macht die ausgewachsenen Oelgänge sehr deutlich (Taf. 2. Fig. 3 u. 4), auch wenn das reichlich darin

enthaltene Oel ausgeflossen ist. Ich bemerke noch, dass sich niemals eine Unterbrechung eines Oelganges gezeigt hat, und sowohl durch Längsschnitte, als durch auf einander folgende Querschnitte habe ich mich überzeugt, dass die Oelgänge sich von der Spitze bis zur Basis ohne Unterbrechung fortsetzen.

Die auffallende Verschiedenheit der Gangzellen von allen anderen Rindenzellen, nämlich ihr mit zunehmender Grösse des Oelganges wachsender Reichthum an Protoplasma und ihre damit parallel gehende Theilung durch horizontale Wände, sowie ihre Dünnwandigkeit, zwingen zu der Annahme, dass die Gangzellen, wenn nicht allein, so doch in hervorragendem Maasse bei der Entstehung des Oels betheiligt sind; obwohl die Vermuthung nahe liegt, dass in ihnen selbst das Oel erzeugt wird, so habe ich mich doch unzweifelhaft davon überzeugt, dass weder in ihnen, noch in anderen Zellen im frischen Zustande jemals fertiges Oel vorkommt, und will hierzu noch Einiges bemerken:

Lässt man zu einem nicht zu dünnen Querschnitt (ausgewachsener Zustand), dessen Oelgänge grosse Massen des wasserhellen Oels einschliessen, unter Deckglas starken Alkohol zufließen, so sieht man unter dem Mikroskop, wie sehr schnell die Oelmassen verschwinden, indem sie, rund herum sich auflösend, immer kleiner werden, und in etwa einer Minute ist keine Spur von Oel mehr vorhanden, die Gänge sind dann ganz leer. Dass dieser in Alkohol leicht lösliche Inhalt wirkliches ätherisches Oel ist, davon überzeugt man sich sehr leicht, indem man unter Deckglas etwas Alkannatinctur zufließen lässt. Ich ziehe die Alkannatinctur (einen mit Wasser verdünnten alkoholischen Auszug der Alkannarinde) der Färbemethode, die Müller¹⁾ angiebt, vor, weil man bei Müller'scher Methode nicht den Vorgang der Färbung beobachten kann, und kleine Mengen Oel auch durch den verdünnten Alkohol gelöst werden können, ohne dass man dessen gewahr wird. Man sieht dann sehr schnell, in weniger als einer Minute, das Oel sich dunkel weinroth färben, während Protoplasma nur sehr wenig, die Zellwand so gut wie nichts von dem Farbstoff aufnehmen. Fette Oele haben nur in geringem Maasse die Fähigkeit, den Alkannafarbstoff aufzunehmen, zudem aber sind fette Oele selbst bei lang dauernder Einwirkung in absolutem Alkohol fast völlig un-

¹⁾ Pringsh. Jahrb. V, p. 398.

löslich; das sehr schnelle, vollständige Verschwinden des Oels aus den Oelgängen bei Zusatz von Alkohol beweist somit, dass man es hier lediglich mit einem ätherischen Oel zu thun hat. Es bliebe demnach noch zu entscheiden, ob die Gangzellen bereits fertiges Oel enthalten.

Durch Zusatz von Alkohol unter Deckglas zeigt der Inhalt der Gangzellen (auch der anderen Zellen) absolut keine Veränderung; auch beim Kochen mit Alkohol, beim Behandeln mit Aether und mit Schwefelkohlenstoff bemerkt man niemals eine Verminderung des Zellinhalts, was bei Anwesenheit von Oel der Fall sein müsste, wie es z. B. auch von Zacharias¹⁾ als sehr charakteristisch für die Oelzellen von *Acorus Calamus* und anderer von ihm untersuchter Pflanzen beschrieben wird. Es stimmt dieser mein Befund mit dem von Frank²⁾ bei *Pinus silvestris* überein, wo er von den Harzgängen im Holz sagt: „Der Inhalt der Wandzellen ist auch im ausgebildeten Zustand lediglich Protoplasma — niemals ist Harz in ihnen enthalten.“ Das Angeführte und die Thatsache, dass sich bei Einwirkung von Alkanna niemals Oeltröpfchen in den Gangzellen (oder in anderen) zeigen, beweisen die Abwesenheit von fertigem Oel ausserhalb des Oelganges. Der dicke, trübe Inhalt der Gangzellen und auch der Inhalt der anderen Zellen ist zudem sicher als Protoplasma zu erweisen: er zeigt die Contraction bei dauernder Einwirkung von Alkohol, er färbt sich mit Carmin roth und lässt auch den Zellkern stark roth gefärbt erscheinen, er färbt sich mit Jod braun und mit Zucker und Schwefelsäure schön rosenroth, und gerade die reich mit Inhalt versehenen Gangzellen zeigen diese Färbung immer sehr intensiv. Dass die Gangzellen dünnwandig sind, befürwortet die Annahme einer Diffusion von Stoffen in den Oelgang hinein, doch ist die Entstehung des jedenfalls stickstofffreien Oels aus dem stickstoffreichen Protoplasma, das doch augenscheinlich mit seiner Bildung beauftragt ist, eine offene Frage.

Wie schon die Entwicklung des Oelganges lehrt, ist derselbe niemals mit einer besonderen Haut ausgekleidet. Es ist für die Entstehung des Harzes und ätherischer Oele bei anderen Pflanzen (Coniferen) die Bildung aus Stärke mehrfach behauptet, und Van Tieghem giebt auch für die

¹⁾ Bot. Ztg. 1879, p. 617.

²⁾ Frank: Entstehung der Intercellularräume, p. 15.

Compositen an, dass die Partien der Schuttscheide, welche später die Oelgänge bilden, bei keimenden Samen Stärke enthalten, obwohl aus seiner Angabe nichts Näheres hervorgeht: ich habe weder in jüngsten noch in ältesten Zuständen jemals irgendwo Stärke gefunden, zudem wäre eine alleinige Bildung des Oels aus Stärke bei den von mir untersuchten Pflanzen schon deshalb von vornherein ausgeschlossen, weil sich so bedeutende Massen von Oel, wie sie z. B. in alten Zuständen bei *Ligularia* vorkommen, unmöglich aus den ganz geringen Mengen von Stärke bilden können, die in dem Wurzelchen des Keims enthalten sein könnten, und in dem noch sehr jungen Zustande, wo sich eben die Cotyledonen entfaltet haben, kann ich die Abwesenheit von Stärke bestimmt versichern.

Es ist bekannt, dass viele Compositenwurzeln Inulin führen, ich habe bei *Ligularia* Inulin nicht finden können, weder in getrocknetem Material noch in solchem, was einige Monate in Alkohol gelegen hatte.

2. *Telekia speciosa*.

Das ausdauernde Rhizom treibt, ähnlich wie bei *Ligularia*, ein Büschel von Wurzeln, die ältesten im Querschnitt etwa 3 mm und gegen 20 cm lang. Auch sie zeigen einen bestimmten Geruch. Die jugendlichen Zustände einer Sämlingswurzel unterscheiden sich kaum von denen bei *Ligularia*; die Oelbehälter entstehen in derselben Weise durch tangential Theilung der Schutzscheide (Taf. 2. Fig. 5). Taf. 2. Fig. 6 zeigt ein etwas älteres Stadium und hier sehen wir, dass sich, abweichend von *Ligularia*, vor jedem Bastbündel mehrere Oelgänge bilden; die Zahl der Oelgänge einer Gruppe ist durchschnittlich drei, sie wechselt aber sehr häufig zwischen eins bis fünf. Die Erweiterung des Oelganges erfolgt einfach durch Ausdehnung des Zwischenzellraums, und ist es nur von untergeordneter Bedeutung, wenn bisweilen durch Zusammenfliessen von zwei neben einander liegenden jungen Oelgängen eine Erweiterung bewirkt wird. Wie bei allen von mir untersuchten Wurzeln tritt schon früh in der Schutzscheide und in den Rindenzellen eine radiale Theilung auf, welche nicht nur die einzelnen Gruppen von Oelgängen auf der grösseren Peripherie mehr von einander entfernt, sondern auch die Anfangs neben einander liegenden Gänge einer Gruppe mehr oder weniger trennt.

Bald tritt dann auch in der Schutzscheide, besonders in den Partien, an denen die Oelbehälter liegen, theilweise tangential Theilung auf, welche, obschon wenig regelmässig, immer dahin führt, dass wenigstens einer oder einige Oelgänge jeder Gruppe von der Schutzscheide entfernt werden: sind, wie gewöhnlich, mehrere Gänge in einer Gruppe vorhanden (Taf. 2. Fig. 6, 7), so werden in der Regel die mittelsten zuerst und am weitesten von der Schutzscheide entfernt. So wie die Rindenzellen, unterliegen auch die Gangzellen einer ziemlich unregelmässigen Theilung, so dass der Anfangs viereckige Oelgang einen immer unregelmässiger werdenden Querschnitt zeigt und im Alter wohl von etwa zehn Zellen umgeben ist (Taf. 2. Fig. 8); die mittleren Oelgänge einer Gruppe sind dann wohl um fünf Zellen von der Schutzscheide entfernt, die äusseren liegen nur durch eine Zellschicht von der Schutzscheide getrennt oder auch unmittelbar an derselben. Die Weite der einzelnen Oelgänge ist im Alter auf demselben Querschnitt oft sehr verschieden (Taf. 3. Fig. 1), die Zahl der Gruppen schwankt zwischen vier und sieben, die Zahl der Gänge einer Gruppe zwischen eins und fünf. Die Gruppen sind immer ziemlich regelmässig im Kreise um die Schutzscheide vertheilt. Ebenso wie bei *Ligularia* zeigen sich auch hier die Gangzellen reichlich mit Protoplasma erfüllt, um so mehr, je älter die Wurzel ist (Taf. 2. Fig. 8 u. Taf. 3. Fig. 1), und in ausgewachsenen Stadien ist dies eine sehr augenfällige Erscheinung. Auch die den Gangzellen benachbart liegenden enthalten reichlicher Protoplasma als die übrigen Rindenzellen, doch kommt auch hier nirgends ausserhalb des Oelganges wirkliches Oel vor; ebenso zeigt der Längsschnitt, wie bei *Ligularia*, eine mit der Entwicklung des Oelganges Schritt haltende horizontale Theilung der Gangzellen (Taf. 3. Fig. 2, 3, 4), während die Rindenzellen ungefähr die gleiche Länge behalten. Ein Zahlenbeispiel, das die Länge der Rinden- und Gangzellen in verschiedenen Alterszuständen angiebt, diene als Beleg (Länge in Mikromillimetern):

L ä n g e d e r			
Gangzellen			Rindenzellen
35,0	altes	} Stadium	97,5
40,5			101,0
52,0			113,5
87,5	junges		102,5

Ebenso wie bei *Ligularia* laufen die Oelgänge ohne Unterbrechung fort. Die sehr reichliche Oelabsonderung scheint im Alter herabgesetzt zu werden, wenigstens fliessen beim Durchschneiden ganz alter Zustände nicht mehr so reichliche Mengen Oel: das Oel älterer Zustände ist auch dunkeler gelb als das der jüngeren, erscheint weniger dünnflüssig, und ganz alte Oelgänge sieht man häufig innen stellenweise mit einem braunen Belag versehen, der, in Alkohol schwer löslich, jedenfalls als ein harzartig verändertes Product des Oels anzusehen ist. Die Wand der Oelgänge, wie aller anderen Rindenzellen, wird mit Jod und Schwefelsäure blau, wobei zu berücksichtigen ist, dass jener braune harzige Belag im alten Oelgang leicht eine Täuschung hervorrufen kann.

Die bei der jungen Wurzel angelegten zwei Leitbündel, denen bald mehr hinzutreten, vereinigen sich bisweilen im Mittelpunkt und bilden einen soliden Holzkörper (Taf. 2. Fig. 7), meistens verbleibt indess das Mark bis zum Schluss des Wachstums, und den Holzkörper durchsetzen Markstrahlen (Taf. 3. Fig. 1), so zwar, dass je zwei Markstrahlen einen Holztheil mit davor gelagertem Bastbündel einschliessen, dem dann ausserhalb der Schutzscheide eine Oelganggruppe vorgelagert ist. Die Breite einer solchen Gruppe, und damit auch die Zahl ihrer Oelgänge, zeigt sich dann immer ziemlich entsprechend der Breite des betreffenden Holztheils (Taf. 3. Fig. 1).

Die Oberfläche alter Wurzeln zeigt sich einige Zelllagen tief frisch braun und erweist sich durch ihr Verhalten gegen Jod und Schwefelsäure als verkorkt.

Die getrocknete Wurzel zeigt in allen Theilen reichliche Mengen von Inulin, das, an Menge wechselnd, niemals ganz fehlt; es erscheint in eckigen Stücken von unregelmässiger Form; nur die Oberhautzellen zeigen sich ganz frei davon. Wurzeln, die lange Zeit in Alkohol gelegen haben, zeigen das Inulin in sogenannten Sphärokrystallen, mehr oder weniger rundliche Massen von deutlich strahligem Gefüge. Irgend eine Beziehung zu den Oelgängen liess sich aus der Vertheilung des Inulins nirgends ersehen.

Ich bemerke noch, dass ich auch bei *Telekia* niemals Stärke gefunden habe.

3. *Inula Helenium*.

Die alten Wurzeln werden einige Centimeter dick, sind weiss oder mit einer mehr oder minder lose anhaftenden, leicht abstreifbaren, braunen Rinde bedeckt und haben einen bestimmten Geruch. Was den Bau der jungen Wurzel eines Sämlings betrifft, sowie für das erste Auftreten der Oelgänge, gelten hier vollkommen die bei *Telekia* beschriebenen Verhältnisse. Es legen sich vor jedem Bastbündel in der tangential getheilten Schutzscheide vier bis sechs Oelgänge an (Taf. 3. Fig. 5). Schon früh tritt in der Schutzscheide und allen Rindenzellen radiale Theilung auf, wodurch die Oelgänge, die Anfangs neben einander lagen, von einander entfernt werden (Taf. 3. Fig. 6; Taf. 4. Fig. 1). Der radialen Theilung der Rindenzellen geht eine tangential parallel. In der äusseren Hälfte ($\frac{2}{3}$) der Rinde treten schon früh grosse Lücken auf, welche den Kranz von Oberhautzellen mit wenigen darunter liegenden Zellreihen fast völlig von dem inneren Theil der Rinde abtrennen, indem beide nur durch spärliche wenige Zellstränge verbunden sind (Taf. 3. Fig. 6). Diese ganze äussere Rindenpartie mit den grossen Lücken ist schlapp, runzelig und wird bald abgestossen. Die Rindenschicht ist durch diesen Verlust erheblich verschmälert, der centrale Körper der Wurzel dann aber erheblich im Durchmesser gewachsen (Taf. 3. Fig. 7), und die Oelgänge somit der Peripherie stark genähert. Die Oelgänge erweitern sich sehr wenig, sie überschreiten auch im Alter auf dem Querschnitt kaum die Grösse einer ihrer Gangzellen, bleiben lange Zeit nur von vier Gangzellen (Taf. 3. Fig. 8 u. 9) begrenzt, und selbst in den ältesten Zuständen des Oelganges hat sich die Zahl der Gangzellen auf kaum mehr als sechs vermehrt (Taf. 3. Fig. 9). Die Oelgänge bleiben immer an der Schutzscheide liegen (Taf. 3. Fig. 8), die zu einer Gruppe gehörigen sind durch etwa fünf Zellen von einander getrennt und in alten Zuständen zu vier bis fünf Gruppen vorhanden. Nicht selten findet sich der in radialer Richtung vor einem Oelgang liegende Zwischenzellraum (Taf. 3. Fig. 8) auch mit Oel gefüllt, indess habe ich ein Zusammenfliessen beider nicht finden können; es geht dieser zweite Oelgang meist nur durch kurze Strecken und ist überhaupt unwesentlich und mehr zufällig.

Ebenso gering wie die räumliche Entwicklung ist auch ihre ölbildende Thätigkeit: junge Gänge führen ein hellgelbes, ältere ein etwas dunkleres Oel, aber schon in dem Taf. 3. Fig. 7 u. 8 angegebenen Stadium ist die Menge des Oels unbedeutend, und später findet man überhaupt kaum noch flüssiges Oel; es zeigt sich dafür häufig, wie bei *Telekia*, jener braune, wahrscheinlich harzige Wandbelag. Die Wände des Oelganges werden mit Jod und Schwefelsäure blau: der protoplasmatische Inhalt der Gangzellen ist kaum erheblicher als in den anderen Rindenzellen; auch ist die wagerechte Theilung der Gangzellen (Taf. 4. Fig. 2) in älteren Zuständen zwar nicht zu verkennen, aber lange nicht so erheblich, wie bei *Ligularia* und *Telekia*. Es liegt sehr nahe, dies beides mit der geringen Production von Oel in Verbindung zu bringen. Berücksichtigt man, dass bei *Inula* der Oelgang von der Summe seiner Gangzellen meist um das Vierfache an Rauminhalt übertroffen wird, dass hingegen bei *Ligularia* und *Telekia* der Oelgang die Summe seiner Gangzellen an Rauminhalt meistens übertrifft, dass ferner die Oelgänge bei *Ligularia* und *Telekia* meistens mit grossen Massen von Oel reichlich gefüllt sind, hingegen bei *Inula* eine, auch im Hinblick auf die geringe Weite des Oelganges, nur kleine Menge Oel erzeugt wird, so dürfte dies in Verbindung mit dem verschieden stark ausgeprägten Entwicklungsgrad der Gangzellen ebenfalls als ein Hinweis darauf angesehen werden, dass die Gangzellen vorzugsweise mit der Bereitung des Oels betraut sind.

Hat die Abstossung von Rindentheilen, wie vorhin beschrieben, einmal begonnen, so dauert dies ununterbrochen bis ins höchste Alter der Wurzel fort: die äusseren Zellschichten sind immer braun und welk, verkorkt (Taf. 3. Fig. 7) und lösen sich nach und nach in grösseren Partien ab, während die darunter liegenden Rindenschichten in derselben Weise absterben und später auch abgestossen werden. Dem entsprechend findet man bei einer vorsichtig ausgegrabenen Wurzel oft mehrere solche braune Häute theils die Wurzel umschliessend, theils in Fetzen lose über einander liegend. So geschieht es, dass auch die Partien der Rinde, welche die Oelgänge einschliessen, absterben und als braune Häute abgestossen werden, und verfolgt man die Entwicklung an einer möglichst vollständigen Wurzel, so ist es nicht schwer, diese Stelle äusserlich zu finden, wo die Oelgänge mit den braunen Rindenfetzen ab-

gestossen werden. Löst man hier die unmittelbar auf der weissen Wurzel lose aufliegenden braunen Fetzen ab, so findet man die Oelgänge darin liegen (Taf. 4. Fig. 3). Auch die Schutzscheide fällt der Abstossung anheim, sowie allmählich auch die darunter gelegenen Partien: die Punkte der Schutzscheide sind übrigens in älteren Stadien (Taf. 3. Fig. 9) kaum mehr zu bemerken, und sobald die Schutzscheide in die äussersten braunen Zellreihen tritt, lässt natürlich auch Jod und Schwefelsäure im Stich.

Dieses sind die Oelgänge, welche durchweg bis in die jüngsten Triebe der Wurzel ununterbrochen fortlaufen und in ihrer Entwicklung mit den bei allen ölführenden Compositen vorkommenden identisch sind: da sie aber in älteren Zuständen fehlen, sind sie oft ganz übersehen. Die Abbildungen in Schmidt's Atlas zeigen sie nicht und auch Berg erwähnt ihrer nicht im Text; viel augenfälliger ist eine andere Art von Oelbehältern bei *Inula*:

Nachdem zum ersten Mal Rinde im ganzen Umfang abgestossen ist (Taf. 3. Fig. 6), zeigt der innerhalb der Schutzscheide gelegene centrale Theil ein beträchtliches Dickenwachsthum (Taf. 3. Fig. 7), wobei der Holzkörper in der Mitte bleibt, und sich ein breites parenchymatisches Gewebe um ihn legt. Bald zeigt sich, den Holzkörper umschliessend, ein dunkler Ring (Taf. 3. Fig. 7), der augenscheinlich durch seine cambiale Thätigkeit das Dickenwachsthum bewirkt. Es ist zu bemerken, dass die Bastbündel immer unmittelbar an der, der Schutzscheide nach innen anliegenden Zellschicht liegen bleiben (Taf. 3. Fig. 7), dass also von dieser ein Dickenwachsthum nicht ausgeht. Sobald der Raum zwischen Holzkörper und Schutzscheide nur einigermaassen beträchtlich geworden ist, zeigen sich, auf diesen ganzen Raum vertheilt, Anfangs einige, bald aber zahlreiche, auf dem Querschnitt runde Oelbehälter (ich nenne sie Oel-„Behälter“ zum Unterschied von den Oel-„Gängen“), welche an Weite die grössten Gefässe mehrmals übertreffen und von einem Kranz von eng zusammenschliessenden, augenscheinlich in radialer Richtung (vom Oelbehälter) platt gedrückten Zellen mit trübem Inhalt umgeben werden. Diese Oelbehälter führen ein weisses Oel in reichlichen Mengen, während das Oel der Oelgänge gelb ist. Sie sind alle von ziemlich gleicher Grösse im Querschnitt, erscheinen im fertigen Zustand auf dünnen Schnitten als ein Loch. Ihre Entwicklung ist folgende: An irgend einer Stelle des

zwischen Holzkörper und Schutzscheide (niemals ausserhalb dieser) gelegenen parenchymatischen Gewebes zeigt sich auf dem Querschnitt eine Partie von Zellen auffallend verschieden von ihrer Umgebung durch ihren reichlichen protoplasmatischen Inhalt (Taf. 4. Fig. 4). Ein diesem Zustand entsprechender Längsschnitt (Taf. 4. Fig. 5) zeigt eine im Umriss längliche Partie von Zellen, ebenfalls mit viel Protoplasma erfüllt, dieselben aber erheblich kürzer als die umgebenden Zellen, oft sogar weniger hoch als breit und jedenfalls durch wagerechte Theilung einiger Zellen entstanden. Durch Auseinanderweichen dieser protoplasmareichen, horizontal getheilten Zellen bildet sich ein Hohlraum, der schon bei seiner Entstehung Oel enthält, und der dann sich dehnend auf dem Querschnitt (Schmidt's Atlas Taf. X. E.) wie auf dem Längsschnitt (Taf. 4. Fig. 6) die ihn umgebenden Zellen platt gedrückt erscheinen lässt und auch die benachbarten Zellen zur Seite drängt (Taf. 4. Fig. 6). Der fertige Oelbehälter ist allseitig geschlossen und hat eine elliptische, oft mehr oder weniger in die Länge gestreckte Gestalt. Die Wandzellen werden mit Jod und Schwefelsäure wie das umliegende Gewebe blan: sie enthalten niemals Oel, aber immer viel Protoplasma und zeigen sich also dieserhalb und durch ihre Quertheilung, sowie durch die geringere Wandstärke den Gangzellen bei *Ligularia* und *Telekia* sehr ähnlich. Mit dem Wachsthum der Wurzel vermehren sich auch die Oelbehälter zu einer beträchtlichen Anzahl und liegen auf dem Querschnitt ohne alle Regel sowohl innerhalb als ausserhalb des Cambiums, nur der in der Mitte gelegene Holzkörper ist frei davon, ebenso die ausserhalb der Schutzscheide liegenden Partien (so lange sie eben noch nicht abgestossen sind). Berg spricht von einer Vertheilung der Oelbehälter in mehreren Kreisen, doch ist dies eine willkürliche oder gewaltsame Auffassung, vielleicht zufällig veranlasst durch ein Präparat, ich habe nie eine annähernd regelmässige Anordnung gefunden. Auf dem Längsschnitte (Taf. 4. Fig. 13) zeigen sich die Oelbehälter zwar regellos an verschiedenen Stellen und in verschiedener Höhe, aber fast immer zeigen sie sich in senkrechten Reihen über einander gelagert, wobei die einzelnen Oelbehälter allerdings einander sehr verschieden weit genähert sind. Taf. 4. Fig. 13 zeigt zwei solche über einander gelegene Oelbehälter, bei grösserer Längenausdehnung des Schnittes würde man das auch an anderen

Stellen sehen. Nicht selten kommt es vor, dass zwei über einander liegende Oelbehälter mit einander zusammenfliessen, indem auch das zwischen beiden liegende Gewebe sich mit viel Protoplasma füllt und, in der Mitte aus einander weichend, während es sich gleichzeitig wagerecht theilt, einen Hohlraum einschliesst, so dass dann ein langgestreckter Oelbehälter entsteht; immer aber sind diese Oelbehälter an beiden Enden begrenzt und dadurch von den Oelgängen verschieden.

Sobald die ganze ursprüngliche Rinde, Oelgänge und Schutzscheide abgestossen sind, können die Oelbehälter auch bis an die Oberfläche der Wurzel herantreten (Taf. 4. Fig. 7); bald sieht man sie in immer grösserer Nähe der Oberfläche, die sie umgebenden Zellschichten wölben sich als kleine Erhöhungen über die Wurzeloberfläche und nehmen schliesslich die Gestalt einer über die Oberfläche ragenden Warze an (Taf. 4. Fig. 8), vielfach mit eingeschnürter Basis. Diese Warzen sind mit blossen Auge auf der Wurzeloberfläche sichtbar (Taf. 4. Fig. 9 nat. Gr.), und man findet stets beim Durchschneiden einen Oelbehälter darin liegen (Taf. 4. Fig. 8 u. 10 Querschnitt und Längsschnitt). Eine Oelerzeugung findet in diesem Stadium des Oelbehälters wohl nicht mehr statt, er führt ein meist gelbes wenig flüssiges Oel, oder auch einen anscheinend verharzten Inhalt. Die Wandzellen sind, wie alle an der Oberfläche liegenden Zellschichten, braun, verkorkt, vertrocknet, jedenfalls nicht mehr lebensfähig, und bei der fortgesetzten Abstossung der Rinde wird auch die Kuppe der Warze entfernt (Taf. 4. Fig. 11), und auch die kraterförmige Höhlung, in welcher der Oelgang lag, wird abgestossen und die Oberfläche der Wurzel wieder eben. Dies Heraustreten von Oelbehältern über die Oberfläche dauert einige Zeit, hört dann allmählich auf, und es finden sich in alten Theilen zwar noch Behälter am Rande, sie treten aber nicht mehr heraus. Der Holzkörper liegt im Alter nicht mehr fest geschlossen im Mittelpunkte, sondern hat sich stark ausgebreitet und ist von zahlreichen Markstrahlen durchsetzt (Schmidt's Atlas Taf. X. Fig. C.). Später tritt im Mittelpunkte ein schwammiges Mark auf, in das nur einzelne Gefässe eingestreut sind (Taf. 4. Fig. 12), und die Hauptmasse des verholzten Gewebes erscheint dann als zerstreut vertheilte Holzpartien in einem breiten Ring, etwa auf der Mitte des Radius liegend. Die Oelbehälter finden sich auch in

den ältesten Zuständen in allen Theilen der Wurzel und sind immer reichlich mit Oel gefüllt. Auch in den ältesten Zuständen zeigen diese Oelbehälter keinen harzigen Belag auf den Wänden, sondern nur reichliches flüssiges Oel. Eine Ausnahme machen nur die in die Rinde übertretenden, welche dabei ihre Function allmählich aufgeben. Auch bei *Ligularia* wird bis in die spätesten Zeiten des Wachsthum's immer reichlich Oel erzeugt, und es zeigt sich keine Spur von harzigem Wandbelag. Bei *Telekia* sinkt gegen Ende des Wachsthum's die Production von Oel, und mit Verminderung des Oels zeigt sich in alten Zuständen auch harziger Wandbelag und das Oel weniger dünnflüssig, dasselbe güllt von den Oelgängen von *Inula*, sowie durchgehend von denen der noch zu besprechenden Pflanzen; immer tritt eine Verharzung erst auf, nachdem die Oelbildung herabgesetzt ist oder aufgehört hat. — Ich will noch bemerken, dass man bei einem längsdurchgeschnittenen Oelbehälter bisweilen Zellwandfetzen in dem Raume sieht; es wäre voreilig und falsch, hieraus auf eine lysigene Entstehung des Oelbehälters zu schliessen, es sind jene Fetzen lediglich dadurch erzeugt, dass der Oelbehälter nahe an seinem Umfang vom Messer tangential getroffen ist, und so die tangential gestreckten Wandzellen durchschnitten ihre Reste als Fetzen in den Raum strecken. Bei Einstellung auf den grössten optischen Durchschnitt des Oelbehälters sieht man stets glatte Wände ohne alle Fetzen. In getrockneten Wurzeln ist das Oel der Oelbehälter mehr oder minder fest geworden (verharzt). Die Wurzel enthält reichliche Mengen von Inulin, welches in derselben Weise wie bei *Telekia* erscheint. In der Zeichnung von Schmidt erscheinen die den Behälter umgebenden Zellen frei von Inulin, es ist dies indess sicher nur zufällig, auch sie enthalten Inulin.

4. *Lappa tomentosa*.

Der Bau der jugendlichen Wurzel eines Sämlings entspricht ganz den bisher besprochenen. Die Bildung der Oelgänge durch tangentielle Theilung der Schutzscheide erfolgt schon in frühester Zeit auf fast allen radialen Wänden der Schutzscheide. Nur an den beiden gerade den Leitbündeln

gegenüber liegenden Stellen bleiben wenige, je eine bis zwei Zellen, in den allerjüngsten Zuständen ungetheilt (Taf. 5. Fig. 1). Sehr bald aber theilen sich auch diese, obwohl hier keine Oelgänge sich bilden (Taf. 5. Fig. 2). Die schon früh auftretende radiale Theilung der Schutzscheiden und Rindenzellen entfernt mit wachsendem Wurzeldurchmesser die Oelgänge von einander (Taf. 5. Fig. 3), und sie zeigen sich dann sehr gleichmässig rings an der Schutzscheide liegend vertheilt (Taf. 5. Fig. 3). Bald nachdem die radiale und tangential Theilung der Rindenzellen eingetreten ist, werden die äusseren verkorkenden Rindenschichten allmählich abgestossen (Taf. 5. Fig. 3 und Taf. 5. Fig. 4 u. 5), und in ganz derselben Weise wie bei *Inula* werden dann auch die Oelgänge abgestossen. Es geschieht dies bei einzelnen Wurzeln früher, bei anderen später, sie fehlen aber immer bei ausgewachsenen Wurzeln. Schmidt's Atlas enthält eine Zeichnung einer ausgewachsenen Wurzel, welche die Oelgänge nicht zeigt, und Berg sagt im Text ausdrücklich, sie sei ohne „Balsambehälter“, was indess nur für alte Zustände richtig ist. Die Oelgänge scheinen immer erst im zweiten Jahre abgestossen zu werden, bei einjährigen Wurzeln habe ich sie stets noch gefunden, wem schon der Oberfläche oft sehr genähert. Die Oelgänge führen ein gelbliches Oel, sie bleiben bis zuletzt in unmittelbarer Berührung mit der Schutzscheide und behalten die viereckige Gestalt eines von vier Zellen begrenzten Zwischenzellraumes; ihre Weite ist demgemäss nie sehr beträchtlich, und in älteren Stadien, etwa Taf. 5. Fig. 4, hört bereits die Oelbildung fast gänzlich auf, es zeigen die Wände des Oelganges dann wieder den braunen Belag, wie bei den früheren Wurzeln. Im Uebrigen sind die Oelgänge gleich denen bei *Inula Helenium*. Die Entwicklung der Wurzel ist sehr ähnlich der bei *Inula*. In der Mitte liegt der Holzkörper, umgeben von einer breiten Schicht parenchymatischen Gewebes, auf deren starkem Wachsthum die Verdickung der Wurzel beruht. Während der Holzkern sich lockert und in viele Holzstrahlen, getrennt durch breite Markstrahlen (Taf. 5. Fig. 4) sich auflöst, bildet sich ein den Holzkörper umgebendes Cambium aus, dem sich dann nach innen die Holzpartien, nach aussen die entsprechenden Bastbündel anlegen (Taf. 5. Fig. 5). Dann bilden sich, in einem Stadium, wo gewöhnlich die Oelgänge schon in die absterbenden Rindentheile übertreten, weite Lücken in dem ausserhalb des Cambiums gelegenen Gewebe

(Taf. 5. Fig. 5). In ältesten Zuständen entstehen dann auch im Centrum, wo nur noch wenige Gefässe spärlich eingestreut sind, weite Lücken (Schmidt's Atlas Taf. XIII). Die Wurzel enthält reichlich Inulin.

Es ist mir eine Bemerkung Berg's unverständlich geblieben; derselbe sagt, die Droge müsse im Herbst des ersten Jahres eingesammelt werden, weil sie „später verholzt und unwirksam wird“; sonach schliesse ich, dass die Wirksamkeit in dem Vorhandensein von Oel beruht. Die im Text commentirte Abbildung von Schmidt zeigt indess ein ganz altes Stadium vom zweiten Jahre, das, verholzt und ohne Oel, jedenfalls nicht der Bedingung entspricht.

5. *Cirsium canum*.

Der Bau der Wurzel eines Sämlings ist genau so wie bei *Lappa*; es gelten die von *Lappa* entnommenen Zeichnungen Taf. 5. Fig. 1 u. 2. Auch die weitere Entwicklung der Oelgänge, wie sie in Taf. 5. Fig. 6 und Taf. 6. Fig. 1, 2, 3 angegeben ist, ist ganz wie bei *Lappa*. Die Oelgänge sind gleichmässig rings um die Schutzscheide gelagert, und auch die unmittelbar vor den Leitbündeln gelegenen Partien sind nicht frei davon. Sie enthalten ein gelbliches Oel. Auch hier findet eine Abstossung der äusseren absterbenden Rindentheile statt (Taf. 5. Fig. 6 und Taf. 6. Fig. 1), wenngleich dieselbe nicht so weit geht, dass die Oelgänge mit ergriffen würden. Die Oelbildung wird im Alter herabgesetzt oder hört ganz auf; die Wände der Oelgänge werden mit Jod und Schwefelsäure blau. In jüngeren Zuständen ist ein weites Mark vorhanden (Taf. 5. Fig. 6 und Taf. 6. Fig. 1), später (Taf. 6. Fig. 2) treten Gefässe auch in der Mitte auf, und um diesen mittleren, immer nur sehr wenig Gefässe enthaltenden Theil, der aber dennoch als Holzkörper bezeichnet werden muss, legt sich ein Cambium (Taf. 6. Fig. 1 u. 2).

6. *Cirsium oleraceum*.

Was Bau und Entwicklung der Oelgänge betrifft, unterscheidet *Cirsium oleraceum* sich in keiner Weise von *Cirsium canum*, was auch aus Taf. 6. Fig. 4, 5, 6, 7 und Taf. 7. Fig. 1 erhellt. Auch hier findet Abstossung der äusseren Rindentheile statt (Taf. 6. Fig. 4). Die Leitbündel schliessen sich in älteren Zuständen zu einem soliden Holzring zusammen, der ein weites Mark umschliesst und später von Markstrahlen vielfach durchsetzt wird (Taf. 7. Fig. 1). Die Wurzel enthält ziemlich viel Inulin und zeigt einen bestimmten Geruch.

7. *Tagetes patula*.

Die erwachsene Pflanze trägt ein zahlreiches Büschel Wurzeln von bis zu 2 mm Dicke. Die jugendliche Wurzel eines Sämlings zeigt denselben Bau und die gleiche Anlage der Oelgänge wie die bisher besprochenen Wurzeln (Taf. 7. Fig. 2, 3 u. 4). Von *Tagetes* erhielt ich ein Präparat (Taf. 7. Fig. 3) eines jugendlichen Zustandes, welches drei Leitbündel und drei Bastbündel enthielt, bei dem indess erst zwei, den Bastbündeln entsprechende Partien der Schutzscheide behufs Bildung von Oelgängen tangential getheilt sind, während die dem dritten Bastbündel gegenüber liegende Partie noch ganz ungetheilt ist. Die ausgewachsene Wurzel zeigt drei bis fünf Gruppen von Oelgängen, jede zu drei bis sechs Gängen; die zwischen den Oelganggruppen liegenden Partien der Schutzscheide unterliegen auch in älteren Stadien keiner tangentialen Theilung (Taf. 7. Fig. 4), und daher ist *Tagetes* besonders als Beispiel geeignet, um die Entstehung der Oelgänge durch tangentiale Theilung der Schutzscheide nachzuweisen. Die äussersten seitlichen Gänge einer Gruppe sind, wenn gut ausgebildet, dreieckig (Taf. 7. Fig. 5). Es kommt häufig vor, dass nicht alle der angelegten Oelgänge sich entwickeln, und besonders gilt dies von den äussersten seitlichen. Die Wände der Oelgänge, sowie die tangential theilende Wand werden mit Jod und Schwefelsäure blau. Man kann bei dieser Beobachtung leicht dadurch getäuscht werden, dass das

Protoplasma, welches in den Gangzellen zwar spärlich, aber immer noch reichlicher vorhanden ist als in den Rindenzellen, sich beim Behandeln mit Jod und Schwefelsäure als dünner gelbbrauner Belag an die Zellwände legt, und man so geneigt wird, letztere selbst für braun zu halten; genauere Betrachtung zeigt indess, dass dies ein Irrthum ist. Die Gänge enthalten ein gelbliches Oel; sie erreichen niemals einen erheblichen Durchmesser, bleiben vielmehr enger, als man es im Vergleich mit den anderen Zwischenzellräumen von ihnen erwarten sollte. In älteren Zuständen vermindert sich ihre ölbereitende Thätigkeit und hört später ganz auf, und zeigen sie überhaupt dieselben Verhältnisse, wie *Inula*, *Lappa*, *Cirsium canum* und *C. oleraceum*. Die radiale und tangential Theilung der Rindenzellen, das Auftreten von Lücken in der Rinde (Taf. 7. Fig. 4 u. 5) und das Abgestossenwerden der äusseren Rindentheile sind Erscheinungen, die sich auch hier wiederholen. Die Mitte der Wurzel nimmt ein solider Holzkörper ein (Taf. 7. Fig. 4 u. 7).

Eine ganz gleiche Entwicklung der Oelgänge, wie bei *Inula*, *Lappa*, *Cirsium canum*, *Cirsium oleraceum*, habe ich bei **Helianthus annuus** gefunden (Taf. 7. Fig. 8), ferner bei

Cnicus benedictus,

Onopordon Acanthium.

Folgende andere Wurzeln habe ich zwar nicht entwickelungsgeschichtlich untersucht, aber mich überzeugt, dass in ausgewachsenen Stadien die Oelgänge an der Schutzscheide liegen:

Petasites officinalis, *Coreopsis auriculata*, *Anemobium alatum*, *Centaurea strobilacea*, *Serratula tinctoria*.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass sich auch bei diesen, sowie wohl bei den meisten (allen) anderen ölführenden Compositen die Oelgänge in derselben Weise entwickeln.

Ich will noch kurz die allgemeinen Resultate zusammenfassen:

1. Bei obigen zehn von mir untersuchten Compositen findet sich die gleiche Art der Entwicklung der Oelgänge durch tangential Theilung der Schutzscheide.

2. Bei den meisten von diesen und zahlreichen anderen bleiben die Oelgänge bis in die ältesten Zustände in unmittelbarer Berührung mit der Schutzscheide; nur bei *Ligularia* und *Telekia* tritt eine Entfernung von der Schutzscheide ein.

3. Die den Oelgang umgebenden Zellen enthalten reichlicher Protoplasma als die anderen Zellen, um so mehr, je grösser der Oelgang im Verhältniss zu den ihn umgebenden Zellen ist.

4. Die den Oelgang umgebenden Zellen verkürzen sich durch wagerechte Theilung mit fortschreitendem Wachsthum des Oelganges; es geschieht dies um so intensiver, je grösser der Oelgang im Verhältniss zu den ihn umgebenden Zellen ist.

5. Niemals kommt fertiges Oel ausserhalb des Oelganges vor, vielmehr scheint bei seiner Bildung das Protoplasma der Gangzellen eine Hauptrolle zu spielen.

6. Obwohl in der Schutzscheide entstanden, sind die Wände des Oelganges niemals verkorkt; bei verhältnissmässig grossen Oelgängen sind die Wände dünner als die der umgebenden Zellen.

7. In alten Zuständen wird die Production von Oel häufig herabgesetzt oder hört ganz auf.

8. Die Oelgänge sind Zwischenzellräume, die von keiner besonderen Haut ausgekleidet werden.

9. Stärke war niemals zu finden.

10. Eine Beziehung des häufig vorkommenden Inulins zur Oelbildung war nicht zu ermitteln.

11. Ausser den Oelgängen kommen bei *Inula Helenium* im Mittelkörper der Wurzel noch besondere, allseitig begrenzte Oelbehälter vor, ebenfalls schizogener Entwicklung.

12. Bei einigen Wurzeln (*Inula Helenium*, *Cirsium oleraceum*, *Cirsium canum*, *Tagetes patula*, *Lappa tomentosa*) tritt früher oder später eine allmähliche Abstossung von Rindentheilen auf, welche oft durch eine vorhergehende Bildung von Lücken in der Rinde begünstigt wird.

13. Bei *Inula* und *Lappa* geht die Abstossung der Rinde so weit, dass auch die Oelgänge, dann die Schutzscheide und noch darunter liegende Partien davon ergriffen werden.

Erklärung der Tafeln.

Tabula I.

Tafel 1.***Ligularia sibirica.***

- Fig. 1. Jüngster Zustand von *Ligularia*; beginnende Theilung der Schutzscheide an zwei den Bastbündeln gegenüber liegenden Stellen.
- Fig. 2. Etwas älterer Zustand; weiter geschnittene tangentiale Theilung der Schutzscheide; Oel schon vorhanden.
- Fig. 3. Junges Stadium mit vier Leitbündeln. Schutzscheide fast ringsherum tangential getheilt; an einer Stelle eine zweite tangentiale Theilung der Schutzscheide, die später zur Entfernung des Oelganges von der Schutzscheide führt.
- Fig. 4. Älteres Stadium. Vor jedem Bastbündel 1—2 grössere Zwischenzellräume (Oelgänge).
- Fig. 5—11. Entwicklungsstadien des Oelbehälters. Dünnwandigkeit der Gangzellen. Entfernung von der Schutzscheide.
-

Tabula II.

Tafel 2.

- Fig. 1. Ausgewachsener Zustand. Protoplasmareichthum der Gangzellen.
Fig. 2. Einzelner ausgewachsener Oelgang.
Fig. 3. Mässig alter Oelgang auf tangentialem Schnitt.
Fig. 4. Alter Oelgang. Längsschnitt. Noch kürzere Gangzellen als bei Fig. 3, noch reichlicherer Protoplasmagehalt derselben.

Telekia speciosa.

- Fig. 5, 6, 7. Entwicklung der Wurzel und Oelgänge nach Querschnitten in auf einander folgenden Stadien.
Fig. 8. Eine Oelganggruppe eines ausgewachsenen Stadiums.
-

Tabula III.

Tafel 3.

Fig. 1. Ausgewachsenes Stadium.

Fig. 2, 3, 4. Längsschnitte durch Oelgänge verschiedenen Alters. Erweiterung des Ganges, gleichzeitige Verkürzung der Gangzellen mit zunehmendem Protoplasmagehalt.

Inula Helenium.

Fig. 5. Jugendlicher Zustand.

Fig. 6. Aelterer Zustand; radial und tangential getheilte Rindenzellen mit grossen Lücken in der Rinde.

Fig. 7. Die äusserste Rindenpartie (Fig. 6) abgestossen; weiteres Absterben der äusseren Rindentheile. Centralcylinder bedeutend gewachsen; ein Cambium um den centralen Holzkörper; Oelgänge an der Schutzscheide, zum Theil zwei einander vorgelagert; einzelne Oelbehälter im Centralcylinder.

Fig. 8. Einzelpartie von Fig. 7.

Fig. 9. Aeltere Oelgänge, nur noch wenig oder kein Oel mehr producirend.

Tabula IV.

Tafel 4.

- Fig. 1. Einzelpartie von Taf. 3. Fig. 6.
Fig. 2. Längs durchschnittener Oelgang. Entspricht Taf. 3. Fig. 8.
Fig. 3. Abgestossenes, lose auf der Wurzel aufliegendes Rindenstück mit einigen Oelgängen.
Fig. 4. Querschnitt durch einen sich bildenden Oelbehälter.
Fig. 5. Längsschnitt durch einen sich bildenden Oelbehälter.
Fig. 6. Längsschnitt eines fertigen Oelbehälters.
Fig. 7, 8. Heraustreten eines Oelbehälters über die Oberfläche und Bildung einer Warze.
Fig. 9. Wurzelstück natürlicher Grösse mit Oelbehälter einschliessenden Warzen.
Fig. 10. Längsschnitt einer solchen.
Fig. 11. Querschnitt einer Warze, die an der Oberfläche gelegen, abgestorben und geöffnet ist.
Fig. 12. Aeltester Zustand, Querschnitt.
Fig. 13. Längsschnitt an einem etwas jüngeren Stadium.
-

Tabula V.

Tafel 5.***Lappa tomentosa.***

- Fig. 1. Jüngster Zustand; bis auf die den Leitbündeln gegenüber liegenden Stellen ist die Schutzscheide ringsherum getheilt mit Oelgängen.
- Fig. 2. Aelterer Zustand.
- Fig. 3. Wachsen des Centralkörpers; fortgesetztes Absterben und Abgestossenwerden der äusseren Rindentheile.
- Fig. 4. Ablösen der Rinde. Cambium umschliesst den in lockere Gefässsstrahlen aufgelösten Holzkörper.
- Fig. 5. Abgelöste Rinde; dichtere Holzmassen innerhalb des Cambiums. Lücken in der Rinde.

Cirsium canum.

- Fig. 6. Auftreten von Lücken in der Rinde. Mark.
-

Tabula VI.

~~~~~

Tafel 6.

- Fig. 1. Abgestossene Rindentheile. Mark.
Fig. 2. Cambium hat sich gebildet. Gefässe im Centrum. Aeltester Zustand.
Fig. 3. Einzelpartie von Fig. 2.

Cirsium oleraceum.

- Fig. 4. Lücken in der Rinde.
Fig. 5 u. 6. Oelgänge in verschiedenen Stadien.
Fig. 7. Längsschnitt durch einen alten Oelgang; ebenfalls verkürzte Gangzellen.
-

Tabula VII.

Tafel 7.

Fig. 1. Aeltester Zustand. Mark. Markstrahlen.

Tagetes patula.

Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7. Auf einander folgende Entwicklungsstadien. Fig. 3 zeigt von den, den drei Bastbündeln vorgelagerten Partien der Schutzscheide erst zwei getheilt, die dritte noch ungetheilt.

Helianthus annuus.

Fig. 8. Jugendlicher Zustand.

Lebenslauf.

Ich bin am 23. Juli 1859 zu Königsberg geboren. Michaeli 1877 bin ich von dem hiesigen städtischen Realgymnasium mit dem Zeugniß der Reife entlassen und habe mich alsdann dem Studium der Naturwissenschaften zugewandt. Nach einem zweijährigen Aufenthalt an der hiesigen Albertina bezog ich die Hochschule zu Berlin, um von dort Michaeli 1880 hierher zurückzukehren, wo ich bis Michaeli 1883 immatriculirt blieb. Während der ersten 7 Semester habe ich mich fast ausschliesslich des Studiums der Chemie, später auch der anderen Naturwissenschaften beflissen. Am 10. Juni 1884 bestand ich das Examen rigorosum.

Ich habe als Student Vorlesungen folgender Herren Professoren und Docenten besucht:

Arnoldt, Bauer, Blochmann, R. Caspary, Hertwig, Hofmann, Jentzsch, Liebermann, Lossen, Walter, Pape, Rammelsberg, Ritthausen, Rosenhain, H. Salkowski, Seidlitz, Thiele, Walter, Wichelhaus, Wittmack.

Allen diesen hochverehrten Lehrern sage ich hiermit meinen tiefgefühlten Dank. Ins Besondere veranlasst mich die wohlwollende Unterstützung, welche mir Herr Professor Caspary durch Hergabe des Materials für die vorstehenden Untersuchungen, sowie technischer und literarischer Hilfsmittel zu Theil werden liess, demselben meine Dankbarkeit zu bezeugen.

Thesen.

---

1. Zwischen Monocotylen und Dicotylen ist in den extremen Fällen kein Unterschied in der Anatomie vorhanden.
  2. Die Schutzscheide ist nicht unter allen Umständen ein starres, nicht vermehrungsfähiges Gewebe.
-

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

3 9088 00610 4129