den Anforderungen des Deutschen Arzneibuches: gegen 190° C., letzterer mit den Angaben von O. Hesse¹⁾: 181° C.

Ueber die Spaltungsbasis des Scopolamins, das Scopolin, werde ich in einem der folgenden Hefte dieser Zeitschrift weiter berichten.

Bei der Ausführung der vorstehenden Untersuchungen bin ich im Laufe der Jahre von Herrn Dr. J. Gadamer, sowie von den Herren J. Callsen und F. Litterscheid in dankenswerter Weise unterstützt worden.

Arbeiten aus dem pharmazeutischen Institute der
Universität Bern.

Untersuchungen über die Sekrete.

Mitgeteilt von A. Tschirch.

26. Ueber Bau und Entwicklung der Oelzellen und
die Oelbildung in ihnen.

Von Rud. Biermann.

(Eingegangen den 16. I. 1898.)

Nachdem durch die Untersuchungen Tschirch's und seiner Schüler festgestellt worden war, dass bei der Oelbildung der schizogenen und schizolysigenen Oelbehälter stets eine „resinogene Schicht“ beteiligt ist, die man als zur Membran gehörig betrachten kann und die der Regel nach reich an Schleimsubstanzen ist, blieb die Frage zu prüfen, ob auch bei der Oelbildung in den Oelzellen eine Schleimmembranschicht beteiligt ist. Für eine ganze Reihe von Fällen hatte Tschirch bereits nachgewiesen²⁾, dass bei den Oelzellen zunächst eine Schleimmembran gebildet wird und ein Teil derselben (ob unter Verschmelzung mit dem Plasma oder direkt: das blieb unentschieden) „resinogen“ wird. Es war nun durch systematische,

1) Ber. d. chem. Ges. 1896, 1775.

2) Anatomischer Atlas, Taf. 24, 25, 26, 31, 32, 34, 54, 57, 59. Vergl. ferner die Verhandlungen der Frankfurter Naturforscher-Versammlung 1896.

speziell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen nachzuweisen, ob dies eine allgemeine Erscheinung ist.

Gleichzeitig haben wir die Entwicklungsgeschichte und den feineren Bau der Oelzellen untersucht.

Ohne Ausnahme werden die Sekretzellen in den zur Beobachtung gekommenen frischen Pflanzen im frühesten Stadium der Entwicklung derjenigen Organe, in denen sie sich finden, angelegt, in der Regel in unmittelbarer Nähe des Vegetationspunktes oder der Wurzelspitze. Verhältnismässig spät geschieht die Anlage in den Blättern von *Cinnamomum Cassia* und *Magnolia grandiflora*. Sie charakterisieren sich durch Form, Grösse und das frühzeitige Auftreten von sekundärer Schleimmembran und dadurch, dass bald darauf auch eine Suberineinlagerung in der äusseren Zellwand sich nachweisen lässt und zwar meistens schon, ehe sich das erste Oel bemerkbar macht. Die Verkorkung erstreckt sich aber nicht auf die ganze äussere Membran, sondern nur auf Teile derselben. Bis auf einen Fall (*Coniumfrüchte*) ist stets die äussere Lamelle verkorkt, in seltenen Fällen neben dieser auch die innere (*Canella alba*). Schon Vogl¹⁾ und ebenso de Bary²⁾ machten darauf aufmerksam, dass die Zellwand der Sekretzellen einiger Familien in gleicher Weise wie die Wandungen von Korkzellen durch Jod und Schwefelsäure nicht gebläut, sondern gelb gefärbt würden. Später machte Zacharias³⁾ diese Erscheinung zum Gegenstande erneuter Untersuchungen und fügte noch eine ganze Reihe von Beispielen unter genauer Beschreibung hinzu, bei denen eine Verkorkung der Zellmembran ebenfalls stattgefunden hatte. Diese Zahl wurde von Tschirch⁴⁾, welcher die Verkorkung als eine charakteristische Eigentümlichkeit der Sekretzellen erkannte, noch bedeutend vermehrt. Ohne neue Beispiele hinzuzufügen, ging ich etwas näher auf die Verkorkung ein und kam, wie auch schon Zacharias, zu dem Resultat, dass die Lamellen der Zellwand, welche keine Suberineinlagerung erfahren haben, sich gegen Reagentien durchaus verschieden verhalten. Wie sich diese anderen Lamellen aber verhielten, darüber möge folgende Zusammenstellung Aufschluss geben:

- I. Die ganze äussere Zellwand besteht nur aus einer dünnen, feinen Lamelle, welche ganz verkorkt ist: es folgt direkt darauf die

1) Schriften der Wiener zool. bot. Ges. 1863, S. 228. — Pringsh. Jahrb. V, S. 35, 42.

2) De Bary. Vergleichende Anatomie, S. 152.

3) Zacharias. Botanische Zeitung 1879, S. 617—645.

4) Tschirch. Angewandte Anatomie, S. 475.

sekundäre Schleimmembran bzw. das Sekret (*Hedychium Gardnerianum*).

- II. Die äussere Lamelle der Zellwand ist verkorkt, darauf folgt eine Lamelle, welche sich nach Behandlung mit Kalilauge durch Chlorzinkjod blau färbt (*Laurus nobilis*, *Curcuma Zedoaria*, *Cinnamomum Cassia*, *Zingiber officinale*, *Acorus Calamus*, dann folgt die Schleimmembran.
- III. Die äussere Lamelle ist verkorkt, die innere Lamelle färbt sich mit Chlorzinkjod direkt blau (*Valeriana officinalis*, *Magnolia grandiflora*); dann folgt auch hier die Schleimmembran.
- IV. Die äussere Lamelle ist verkorkt, nach Behandlung mit Schultze'schem Gemisch färbt sich die innere mit Chlorzinkjod blau (*Piper nigrum*, *Piper Cubeba*, *Sassafras officinalis*); sonst wie III.
- V. Die äussere und innere Lamelle der äusseren Membran sind verkorkt, zwischen diesen liegt eine feine Celluloselamelle (*Croton Eluteria*).
- VI. Die äussere Lamelle ist verkorkt, darauf folgt eine verholzte Lamelle (*Calycanthus floridus*); sonst wie III.
- VII. Die innere Lamelle ist verkorkt, die äussere färbt sich mit Chlorzinkjod gelb, ist aber nicht in Schwefelsäure beständig (*Fructus Conii*).

Ich erwähnte bereits, dass sich das Korkhäutchen schon sehr frühzeitig bemerkbar macht. Gleichzeitig mit den ersten Schleimmembrananlagen tritt dasselbe auf bei *Cinnam. Cassia*, *Laurus nobilis*, *Valeriana offic.* und *Myristica fragrans*, später als die ersten Schleimmembrananlagen bei *Zingiber offic.*, *Magnolia grandiflora* und *Piper nigrum*, noch später, aber vor dem Auftreten des ersten Oels, bei *Curcuma Zedoaria*.

Aus unseren Untersuchungen geht weiter hervor, dass in den Oelzellen vorherige Schleimmembranbildung bei allen Oelzellen führenden Familien mit wenigen Ausnahmen (z. B. *Acorus Calamus*) die Regel ist. Sie wurde von uns konstatiert bei den Sekretzellen von *Cinnam. Cassia*, *Cinnam. Ceylanicum*, *Laurus nobilis*, *Zingiber officinale*, *Curcuma Zedoaria*, *Valeriana officinalis*, *Myristica fragrans*, *Magnolia grandiflora*, *Piper nigrum* und *Hedychium Gardnerianum*.

Es ist ferner als feststehend zu betrachten, dass bei Pflanzen, in denen Schleim- und Oelzellen neben einander vorkommen, wie z. B. bei *Cinnam. Cassia*, Schleim- und Oelzellen in einem gewissen Konnex mit

einander stehen. Tschirch¹⁾ sagt in seinem anatomischen Atlas bei Besprechung der Oelzellen der Zimmetrinde: „Junge Anlagen von Oel- und Schleimzellen sind in diesem Falle nicht zu unterscheiden.“ Und bemerkt weiter, dass der Fall vorkomme, dass in der jungen Oelzelle zuerst einige Schichten einer Schleimmembran angelegt würden und dann erst die Bildung der resinogenen Schicht erfolge. Ich bin nicht nur bei Untersuchung der Oelzellen der Zimmetblätter, welche ich an frischem Material vom Vegetationspunkte an verfolgen konnte, sondern auch bei vielen Vertretern anderer Familien, die Oelzellen führen, zu demselben Resultat gelangt. Speziell in *Cinnam. Cassia* bietet sich ein gutes Beispiel für die Richtigkeit der Tschirch'schen Beobachtungen, weil hier, wie erwähnt, Oel- und Schleimzellen neben einander sich finden. Diese machen bis zu einem gewissen Stadium denselben Entwicklungsgang durch; man kann nicht unterscheiden, mit welcher Kategorie der beiden Zellarten man es zu thun hat, zumal auch beide das charakteristische Korkhäutchen aufweisen.²⁾ Bald ändert sich aber das Aussehen dieser den Charakter typischer Schleimzellen³⁾ tragenden Zellen. Die weitere Bildung von Schleimschichten, die man als sekundäres, der primären Zellmembran aufgelagertes Produkt ansehen muss, hört auf, das Plasma nimmt ganz feinkörnige Konsistenz an und es verschmilzt dann mit den innersten, homogen werdenden Schleimschichten unter eigentümlichen Erscheinungen. Bei *Cinnam. Cassia*, *Laurus nobilis* und wahrscheinlich auch bei *Myristica fragrans* ziehen sich mehr oder weniger dicke Schleimfäden oder Schleimblasen in das Innere des Plasmas, bei *Valeriana*, *Zingiber*, *Curcuma Zedoar*, *Magnolia* und *Piper* gehen von diesem eigenartige Strahlungen aus. Es sind diese Vorgänge Andeutungen des Auflösungs- oder Verschmelzungsprozesses beider Schichten, als dessen Produkt eine schaumige, blasig-vakuolige Masse resultiert, in welcher dann als ganz kleine, kaum bemerkbare und oft nur mit Hilfe von 1% Osmiumsäure sichtbar zu machende Secret-Tröpfchen entstehen, die sich indess bald zu einem grösseren Tropfen vereinigen. Dies sekreterzeugende Gebilde ist die „resinogene Schicht“ Tschirch's.

Dieser Entwicklungsgang ist bei allen beobachteten Vertretern der ölzellführenden Familien gleich. Bis auf geringe Abweichungen wiederholt er sich überall in derselben Weise, überall vollzieht er sich in einer relativ kurzen Wachstumsperiode. In welchem Stadium er

1) Tschirch und Oesterle: Anatomischer Atlas, S. 131.

2) Tschirch und Oesterle: Anatomischer Atlas, S. 131.

3) Vergl. Walliczek: Studien über die Membranschleime vegetativer Organe. Dissertation, Bern 1893.

als beendet angesehen werden muss, darüber sind die einzelnen Fälle zu vergleichen. Als einzige Ausnahme steht *Acorus Calamus* da, hier übernehmen die Tschirch'schen „Membrankappen“ den Dienst der resinogenen Schicht. Ebenso verhalten sich anders die Milch- und Kinozellen (*Jalappe*, *Pterocarpus*).

Weil beim Zimmt Oel- und Schleimzellen nebeneinander sich finden, möchte ich, anknüpfend an obige Erörterungen, dass junge Oel- und Schleimzellen nicht von einander zu unterscheiden sind, etwas näher hierauf eingehen. Bei den Blättern von *Cinnam. Cassia* gehen alle in der Jugend mit Schleimschichten ausgestatteten Sekretzellen in Oelzellen über. Ich fand wenigstens bei den mannigfachen Schnitten durch alle Teile älterer Blätter keine einzige typische Schleimzelle vor. Anders verhält es sich mit den Sekretzellen der Rinde. Hier geht nur ein Teil der vorher gleich aussehenden Zellen mit Schleimmembranen in Oelzellen über und zwar wie Tschirch¹⁾ meint, bei guten Sorten der weitaus grössere, während der andere Teil sich zu typischen Schleimzellen weiter entwickelt. Tschirch ist ferner der Ansicht, dass Klima und Bodenbeschaffenheit nicht ohne Einfluss darauf sei, welche Sorte von Sekretzellen in der Mehrzahl erzeugt würden und ich bin auch zu der Ueberzeugung gekommen, dass speziell beim Zimmt auch in physiologischer Beziehung ein Zusammenhang zwischen Oel- und Schleimzellen besteht.

Was die Schleimschicht (Schleimmembran) anbetrifft, so ist schon hervorgehoben worden, dass sich am Prozess der Verschmelzung mit dem Plasma nur die inneren Teile derselben direkt beteiligen. Die auch hier im Anfange geschichtete Schleimmembran wird homogen-hyalin, sobald die sich hineinziehenden Plasmazapfen sichtbar werden. Die der primären Zellwand zunächst liegenden Teile hingegen behalten die Schichtung noch längere Zeit bei, so ist es z. B. der Fall, auch wenn schon Oelbildung erfolgt ist, bei *Cinnam. Cassia*, *Cinnam. Ceylanicum*, *Curcuma Zedoaria* und *Piper nigrum*. Sehr bald nehmen sie hyalinen Charakter an bei *Valeriana*, *Zingiber*, *Hedychium* und *Magnolia*. Vollständig beständig sind die äusseren Schichten der Schleimmembran aber in keinem Falle. Sie werden durch zunehmende Oelbildung immer mehr verdrängt und aufgelöst und teilen dann das Schicksal der resinogenen Schicht, d. h. sie werden resorbiert. In fertigen Stadien findet man sie bisweilen nur noch als Ueberreste, wie z. B. bei den verschiedenen Zimmettsorten, meistens aber garnicht mehr vor.

¹⁾ Anatomischer Atlas, S. 132.

Kehren wir wieder zur resinogenen Schicht zurück. Auch sie tritt bei vermehrter Oelbildung mehr und mehr zurück, sie wird durch ihre eigene Thätigkeit gleichsam aufgezehrt, bis im fertigen Zustande (zumal bei Drogenmaterial) vielfach ebenfalls nur noch schwache Reste von ihr übrig geblieben sind. Als solche findet man sie dann in den Blattstielen und Rinden der verschiedenen Zimmetsorten, bei *Folia Lauri*, *Sassafras officinalis*, *Zingiber officinale*. *Curcuma Zedoaria*, *Illicium verum*, *Fruct. piperis nigr.*, *Fruct. Cubebae*, *Croton Eluteria*, *Fruct. Conii*, oder man findet garnichts mehr von ihr vor, wie bei *Curcuma longa*, *Alpinia officinarum* etc. und das Sekret erfüllt den ganzen Zellraum. Mit dem Auftreten der resinogenen Schicht schwindet auch der bis dahin noch oft beobachtete Zellkern, wenigstens habe ich einen solchen niemals mehr bemerkt, sobald Oel zu sehen war.

Was die resinogene Schicht weiter betrifft, so ist dieselbe schon vielfach beobachtet worden, besonders in vorgeschrittenem Stadium, wo sie meist als Beleg der Zellwand anliegt, immer aber ist sie für einen Rest von nicht ganz resorbiertem Plasma gehalten worden, bis Tschirch zuerst auf sie als solche aufmerksam machte. Und sie ist in der That ein Körper sui generis. Dafür sprechen Eigenschaften, die dem gewöhnlichen Plasma nicht zukommen. Gemeinsam mit diesem hat sie, dass beide durch Jod gelb bis braun gefärbt werden, abweichend vom Plasma, dass sie

- 1) stark quellbare Stoffe enthält und dass die Quellung durch Wasser auch stattfindet, wenn die resinogene Schicht zuvor durch Alkohol kontrahiert war. Es wurde diese Erscheinung gut beobachtet beim Zinnet und Baldrian.
- 2) Dass sie erst feinkörnige und dann blasig-schaumige Beschaffenheit annimmt, wobei der vorhandene Zellkern seine Lebensfähigkeit einbüsst. Es wurde dieses überall beobachtet.
- 3) Dass sie in hohem Mafse die Fähigkeit besitzt, gewisse Anilinfarbstoffe, vor allem Jodgrün (das Methylanilingrün des Handels) aufzuspeichern und an Lösungsmittel nicht wieder abzugeben, eine Eigenschaft, die dem Plasma abgeht.

Ich benutzte vom Jodgrün 2—3% wässerige oder alkoholische Lösungen, denen ich etwas Eisessig zusetzte. Ein Färben unter Deckglas hatte in allen Fällen wenig günstigen Erfolg. Am besten bewährte sich die Methode, die Schnitte in ein das Tinktionsmittel enthaltendes Schälchen einzutragen, nachdem man zuvor das Oel durch Alkohol entfernt hatte, später mit Wasser oder Alkohol auszuwaschen und die Präparate dann in verdünntem Glyzerin zu betrachten. Die

vorherige Behandlung mit Alkohol hat hauptsächlich den Zweck, auch das eventuell in der resinogenen Schicht fein suspendierte Oel zu lösen, weil dieses der Aufnahme des Farbstoffes hinderlich zu sein scheint. Nur in zwei Fällen, bei *Piper nigrum* und *Calycanthus floridus*, gelang es, auch den Oeltropfen durch wässrige Jodgrün-Lösung schön blau mit zu färben. Gut im allgemeinen gelingt die Färbung bei frischem jungen Material, weniger gut bei Drogen, wo meist nur noch schwache Ueberbleibsel von resinogener Schicht vorhanden sind. Durchschnittlich liess ich die Präparate 5—15 Minuten in der Farbstofflösung liegen. Nimmt das Material überhaupt sehr leicht den Farbstoff auf, wie es bei *Zingiber* und *Myristica* der Fall ist, sodass ausser der resinogenen Schicht der ganze Schnitt grünblau erscheint, so unterwirft man solche überfärbte Präparate einem kurzen Bleichprozess mit Salzsäure und chlorsaurem Kali. Bei *Myristica* bleiben dabei auch die Milchröhren gefärbt. Für *Piper* und *Calycanthus* eignete sich wässrige Jodgrünlösung am besten zur Färbung, bei dem übrigen Material habe ich nur alkoholische Lösungen benutzt.

Eine mit drei Tafeln versehene ausführliche Mitteilung über obigen Gegenstand erscheint gesondert im Druck.