Ueber die gestielten Traubenkörper im Blatte vieler Urticeen und über ihnen nah verwandte Bildungen bei einigen Acanthaceen.

Von Dr. **Hermann Schacht.**

Tafel VII.

Die an einem Stiel befestigten Traubenkörper, welche Meyen im Blatte von Ficus elastica entdeckte, hatten, trotz der von ihm gegebenen Entwickelungsgeschichte, für mich dennoch mancherlei Räthselhaftes. Mein Freund Gottsche in Altona machte mich ausserdem im vergangenen Herbst auf eine eigenthümliche Bildung im Innern bestimmter Zellen einiger Ruellia-Arten aufmerksam [1]). Im Stengel sowohl als in den Blättern dieser Pflanzen hatte Gottsche nämlich ziemlich grosse, donnerkeilartige Körper mit warzenförmiger Oberfläche gefunden, welche nicht wohl eigentliche Krystalle seyn konnten. Auf den ersten Blick fiel mir die äusserliche Aehnlichkeit dieser Körper mit den gestielten Trauben im Ficus-Blatte auf; eine vergleichende Untersuchung und eine Entwickelungsweise beider Bildungen bestätigte meine Vermuthung; es zeigte sich, dass beide einer höchst eigenthümlichen Verdickungsweise der Zellwand ihr Entstehen verdanken und dass die gestielten Trauben der Ficus- und Urticeen-Blätter keine eigentliche Krystalldrusen sind, vielmehr aus Zellstoffschichten bestehen, zwischen welchen sich kohlensaurer Kalk in Menge abgelagert hat.

Die sehr schätzenswerthe Arbeit Meyen's über die fraglichen Körper bei verschiedenen Ficus-Arten findet sich in Müller's Archiv, Jahrgang 1839. In der „Epidermalschicht"

---

[1]) Schleiden hat diese Körper schon früher gesehen, denn in seinen Grundzügen (Aufl. 2, Bd. 2. p. 149) finden sich folgende Worte: „Einzelheiten (nämlich der Ausbildungsweise der Zellen) liessen sich zwar noch mehrere angeben, aber ohne dass sich zur Zeit irgend etwas daraus machen liesse, z. B. die merkwürdigen, in besonderen Zellen liegenden und mit Krystallen besetzten Gallertmassen (?) in der Epidermis bei Justicia, in Rinde und Mark zerstreut bei Eranthemum."

der oberen Seite des Blattes von Ficus elastica fand Meyen grosse Zellen, in welchen an einem keulenförmigen Stiel eine Krystalldruse aufgehängt war. So lange das junge Blatt noch von dem Scheidenblatt umschlossen war, vermisste Meyen diese eigenthümlichen Zellen, dagegen fand er das jugendliche Blatt mit Drüsenhaaren besetzt, welche dem ausgebildeten Blatte fehlen. Bei der weiteren Ausbildung des Blattes entwickelt sich nach ihm allmählich in bestimmten Zellen ein spindelförmiger Körper, der nachherige Stiel der Druse, welcher sich durch Ablagerung von Schichten zu vergrössern scheint. Das Ende dieses spindelförmigen Körpers schwillt allmählich an; die Anschwellung vermehrt sich bei vollständiger Ausbildung der Blätter durch Ablagerung neuer minder fester Massen auf das freie Ende des spindelförmigen Körpers; derselbe wird dadurch eiförmig oder kugelförmig, seine Oberfläche erhält ausserdem zackige Hervorragungen, deren Zahl mit der Grösse der Kugel zunimmt. Diese Zacken erscheinen wie zugespitzte Kegel, selten zeigen sich wirkliche Kanten. Die Körper vergrössern sich mehr und mehr, so dass sie endlich fast den ganzen Raum der Zelle ausfüllen. Während der spindelförmige Körper, welcher nachher die Druse trägt, nach Meyen anfangs weich ist und in kochendem Wasser anschwillt, durch Jod gelbbraun gefärbt wird und in mineralischen Säuren aufquillt, wesshalb Meyen diesen Körper Gummikeule nannte, da er aus genannten Reactionen die Gegenwart eines gummiartigen Stoffes erschloss, zeigt sich die Druse selbst als eine harte Masse, deren Zacken grösstentheils aus krystallinischen Substanzen bestehen. Salpetersäure löste dieselben unter starkem Aufbrausen mit Zurücklassung einer mehr oder minder bedeutenden Schleimmasse.

Zellen mit ähnlichen Bildungen fand Meyen auch, wenngleich seltener, an der unteren Seite des Blattes von Ficus elastica. Bei Ficus pisiformis sah er dieselben nur an der Unterseite des Blattes, die Zelle, welche die gestielte Druse umschloss, gehört hier der Oberhaut selbst an. Bei Ficus clusiaefolia fand er dieselben Gebilde an beiden Blattseiten, bei Ficus bengalensis endlich erscheinen sie nur auf der oberen Seite und zwar von eigenthümlicher, höchst unregelmässiger Gestalt.

Meyen macht schon darauf aufmerksam, dass der spindelförmige Theil, welcher die Druse trägt und den er Gummikeule nennt, jederzeit da entsteht, wo die Zelle, welche ihn bildet, von den benachbarten Zellen der Epidermalschicht nicht berührt wird. Auf Taf. XI gibt Meyen die sehr gute Abbildung eines Querschnittes durch die Blattfläche von Ficus elastica, auf Taf. XII sind Entwickelungszustände der gestielten Drusen dargestellt.

Schleiden [1]) vergleicht diese Bildungen mit den sich schichtenweise von innen her

---

[1]) Schleiden, Grundzüge der Botanik. Aufl. III. Bd. 1. p. 341.

ausfüllenden Haaren der Borragineen, bei denen man jedoch die an einem Stiel herabhängenden Körperchen vermisst. Da letztere bei Ficus carica im Innern ausgebildeter Haare erscheinen, so vermuthet Schleiden in diesen Bildungen überhaupt, weil selbige bei den Urticeen vorkommen, „specifisch gesetzmässig unentwickelte Brennhaare.“

Payen [1]) fand dieselben gestielten Traubenkörper, welche er Concretionen nennt, bei vielen Ficus-Arten (F. ferruginea, laurifolia, bengalensis, nymphaeaefolia, elastica, carica, religiosa, reclinata), ferner bei Parietaria lusitanica, und P. arborea, bei Urtica nivea, bei Forskalea tenacissima, bei Celtis australis und C. missisippiensis, bei Morus alba, M. nigra und M. multicaulis, bei Broussonetia papyrifera, bei Humulus lupulus, bei Cannabis sativa und endlich bei Conocephalus naucleiflorus. Bei Dorstenia contrajerva und D. arifolia, dessgleichen bei Platanus und Ulmus fehlten dieselben. Payen zeigt, dass die Körper aus Zellstoff, begleitet von stickstoffhaltiger Substanz bestehen; er gibt ferner an, dass die Zelle, in welcher sich der an kohlensaurem Kalk so reiche Traubenkörper ausbildet, von einem Gewebe umgeben ist, welches sehr saure Säfte enthält und deutet damit auf die durchaus verschiedene chemische Beschaffenheit des Zellsafts neben einander liegender Zellen hin. — Ausgewachsene Blätter von Ficus elastica und Justicia sanguinea bewirkten, wenn ich die Oberhaut durch einen Flächenschnitt entfernte und die entstandene Wunde des Blattes mit einem durch destillirtes Wasser befeuchteten Streifen blauen Lacmuspapieres belegte, allerdings eine schwach rothe Färbung des genannten Papieres, wonach sich ein geringer Gehalt von freier Säure in diesen Blättern allerdings vermuthen lässt.

So lange das eigentliche Blatt von Ficus australis und Ficus elastica in seinem tutenförmigen Schützblatt liegt, besteht dasselbe nach meinen Untersuchungen aus einem sehr regelmässig angeordneten Gewebe, welches von noch unentwickelten Gefässbündeln, den nachherigen Nerven des Blattes, durchzogen ist. Ein sehr zarter Querschnitt zeigt jetzt schon für die obere Seite ein dichteres Gefüge der Zellen als für die untere Seite, auch besteht die noch einfache Schicht der Oberhautzellen bei Ficus elastica aus längeren Zellen als die gleichfalls einfache Schicht der Oberhautzellen der Unterseite. Beide Blattseiten sind bei beiden Ficus-Arten mit zweierlei Haaren bekleidet, die bei Ficus elastica sparsam, bei Ficus australis dagegen, namentlich an der Unterseite, sehr zahlreich auftreten. Die eine Art der Haare, aus zwei Zellenreihen, von einer Stielzelle getragen, bestehend, vertrocknet sobald das tutenförmige Schützblatt abfällt und sich nunmehr das eigentliche Blatt unbeschützt

---

[1]) Comptes rendus, 1840. Août 31 und Froriep's Neue Notizen, Bd. XVI.

entwickelt; die andere Art der Haare, welche bei Ficus australis aus einer einzigen langen Zelle besteht, verbleibt hier auch ferner dem Blatte, während bei Ficus elastica beide Arten der Haare [1]) verschwinden.

Bei der weiteren Ausbildung des Blattes hört in der Oberhautschicht beider Seiten die Zellenbildung früher auf als in der mittleren Partie des Blattgewebes, in dessen zahlreicheren aber kleineren Zellen sich darauf Chlorophyll entwickelt, welches der Oberhautschicht beider Seiten fehlt. Die Gefässbündel, welche bis dahin nur einzelne Spiralgefässe führten, entwickeln sich gleichfalls weiter. Das etwas mehr ausgebildete Blatt zeigt alsbald unten und oben eine aus drei (bei Ficus elastica), aus vier (bei Ficus australis) Zellenreihen bestehende Schicht, welche kein Blattgrün enthält und deren Zellen mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllt sind. Diese Schicht ward von Meyen als Epidermalschicht bezeichnet, ich werde sie Oberhautschicht nennen; sie ist, wie es scheint, durch wiederholte Zellentheilung aus der ursprünglich einfachen Zellenreihe der Oberhaut hervorgegangen. Nur die untere Seite der Blätter besitzt Spaltöffnungen, welche von Meyen durchaus richtig abgebildet sind. Das mittlere mit Chlorophyll erfüllte Blattgewebe der oberen Blatthälfte besteht aus pallisadenförmig dicht neben einander liegenden schmalen Zellen. Das gleichfalls Chlorophyll führende mittlere Blattgewebe der unteren Hälfte zeigt dagegen zwischen seinen Zellen grosse Lufttücken, es ist als schwammförmiges Gewebe zu bezeichnen.

Während sich bei der Ausbildung des Blattes, namentlich an der oberen Seite die chlorophyllfreie Oberhautschicht, Meyen's Epidermalschicht, wie es scheint aus der ursprünglich einfachen Oberhaut entwickelt, bilden sich einzelne Zellen der letzteren in ihrer Grösse überwiegend aus, sie erfüllen allein den Raum, welchen in ihrer Umgebung vier oder fünf Zellenreihen einnehmen (Fig. 2 u. 3). Bei Ficus elastica schliessen sich die beiden äussersten Zellenreihen der Oberhautschicht so dicht über diese grossen Zellen zusammen, dass selbige, wenn der Schnitt nicht ganz genau die Ursprungsstelle des stielförmigen, die Druse tragenden Körpers (x) trifft, unterhalb der beiden äusseren Zellreihen zu liegen scheint, wie diess auch Meyen angenommen hat. Die Ursprungsstelle des Stielchens x zeigt dagegen entschieden die Bedeutung dieser Zelle, als einer Zelle der eigentlichen Oberhaut, d. h. der äussersten Zellenschicht des Blattes (Fig. 6, 7 u. 8). Bei Ficus australis wird diess Verhältniss ungleich klarer, dort liegt nämlich die grosse Zelle, in welcher die gestielte Traube entsteht, unter einer Vertiefung der Oberhaut (Fig. 1—5). Die Zelle selbst ist wie

---

[1]) Die letztere Art besteht bei Ficus elastica aus mehreren Zellen.

bei Ficus elastica von den übrigen Oberhautzellen dicht umschlossen, und nur an dem Theil frei, wo später das Stielchen entsteht, dort zeigt sich immer eine kleine Erhebung, gewissermassen eine Haarspitze, als ob die Zelle den Versuch zur Bildung eines Haars gemacht hätte (Fig. 2—5, c).

Wenn man die Oberhautschicht des Blattes von Ficus australis auf einem Flächenschnitt von oben betrachtet, so sieht man die kleine Erhebung c ringsum von Oberhautzellen strahlenartig umschlossen, in derselben Weise wie die Stielzelle eines Haares fast bei allen Pflanzen von den benachbarten Oberhautzellen kranzartig umringt wird, was durch die Ausbildungsweise der Zellen mit einander seine Erklärung findet. Dieselbe Anordnung erscheint auch bei Ficus elastica, obschon die kleine Erhebung als Haarspitze der grossen Zelle (b) fehlt. Bei allen Ficus- und bei allen Urtica-Arten, welche ich untersucht habe, gehört die grosse Zelle (b), welche die gestielte Druse umschliesst, der Oberhaut selbst, was namentlich da, wo dieser Körper in einer wirklichen Haarzelle erscheint, z. B. bei Ficus truncata und ulmifolia (Fig. 10), dessgleichen bei Urtica nivea (Fig. 13), so recht deutlich hervortritt.

Da ich die Untersuchungen im letzten Winter anstellte, so hatte ich, weil die meisten Ficus-Arten den Winter über in ihrem Wachsthum stillstehen, einige Mühe die verschiedenen Entwickelungszustände der Blätter zu erhalten. Für Ficus elastica fehlt mir auch jetzt noch das erste Auftreten des Stielchens, an dem sich später die Druse entwickelt. Bei Ficus australis wurden meine Bemühungen durch besseren Erfolg gekrönt.

Das junge Blatt dieser Feigenart ist von einer doppelten Tute, einem doppelten Schutzblatt umschlossen [1]), während bei Ficus elastica nur eine einfache Tute das Blatt im Knospenzustand beschützt. So lange sich dasselbe unter ihrem Schutz befindet, sind beide Seiten, jedoch die Unterseite vorzugsweise, behaart. Die Oberhautschicht beider Seiten ist um diese Zeit noch nicht vom mittleren Blattgewebe scharf geschieden. Nachdem die beiden Tuten abgefallen, entwickelt sich an beiden Blattseiten die Oberhautschicht; mit ihr entstehen die grossen Zellen, welche sich anfangs nur durch ihre überwiegende Grösse von ihren Nachbarzellen unterscheiden. Die kurz gestielten, aus einer doppelten Zellenreihe bestehenden Drüsenhaare vertrocknen, während die einfachen Haare dem Blatte verbleiben. Man könnte darnach vermuthen, dass die Stielzellen der absterbenden Drüsenhaare eine Umwandlung in die bewussten grossen Zellen, welche die gestielten Trauben entwickeln, erführen, doch scheint die geringe Anzahl der Drüsenhaare, sowohl bei Ficus australis als bei Ficus elastica, mit dem so häufigen Vorkommen genannter Zellen unvereinbar. Welche Ursache gerade diese

[1]) Man vergleiche meinen Baum, p. 88, Taf. V, Fig. 9.

Zellen zu der so eigenthümlichen Ausbildung veranlasst, bleibt mir demnach ein Räthsel. Die Oberhautschicht der oberen Blattseite bildet sich, wie es scheint, immer etwas zeitiger und üppiger aus als die Oberhautschicht der unteren Blattseite. Hier findet man desshalb die grossen Zellen noch weiter zurück, als an der oberen Seite desselben Blattes. Ich sah die Zelle rund und ohne irgend eine Spur des Stielchens (Fig. 1); darauf fand ich Zustände, wo an der inneren Wand, über der kleinen Haarspitze c (Fig. 2), eine kleine warzenförmige Erhebung hervortrat. Der Inhalt dieser grösseren Zellen entsprach durchaus seinen Nachbarzellen, er war wasserhelle, nur am Rande zeigte sich ein körniger Schleim, der sich auf Zusatz von Alkohol als Primordialschlauch zusammenzog. Einen Zellkern, welcher anfänglich in allen Zellen dieser Schicht vorhanden war, konnte ich später nicht mehr sichtbar machen. Mit der Grösse der Zellen vermehrt sich von nun ab auch die Länge des Stielchens, dessen Anfang wir in der warzenförmigen Erhebung x der Fig. 2 erblickten, dagegen nimmt seine Dicke nur selten zu. Wenn diess geschieht, so sieht man deutlich, dass sein Wachsthum durch eine Ablagerung neuer Schichten über die bereits vorhandenen erfolgt (Fig. 3, x). In dem besprochenen, selten vorkommenden Fall lassen sich nämlich diese Schichten über die ganze Länge des Stielchens verfolgen, während in den meisten anderen Fällen nur das Ende des Stielchens durch eine Ablagerung neuer Schichten zunimmt, wesshalb sich das Stielchen nur verlängert, ohne seine Breite zu vermehren. Da jedoch die einzelnen Schichten am Stielchen nicht am Rande desselben auslaufen, vielmehr nur immer schwächerwerden und sich allmählich verlieren (Fig. 4 u. 5 x), so muss ich annehmen, dass sie sich dennoch, jedoch in unmessbarer und desshalb auch für das Mikroskop unsichtbarer Ausdehnung über die Seiten des Stielchens verbreiten, und dass demnach das Wachsthum des Stielchens durch Ablagerung neuer Schichten in der Weise wie beim Stärkmehlkorn der Kartoffel erfolgt, wo ebenfalls durch eine sehr ungleiche Breite der sich nach einander bildenden Schichten das anfangs runde Korn allmählich immer länger wird. Auch bei der Kartoffelstärke kann man die einzelnen Schichten, wenn selbige allmählich immer schmäler werden, nicht mehr verfolgen, und doch ist, wie ein langsames Aufquellen der Stärkmehlkörner unter Chlorzinkjodlösung beweist, jede Schicht eine zusammenhängende Hülle oder Blase, deren Dicke jedoch an verschiedenen Stellen sehr ungleich erscheint.

Wenn das Blatt von Ficus australis und Ficus elastica fast seine volle Grösse erreicht hat, so ist der Stiel x im Innern der grossen Zelle gleichfalls ausgewachsen; selten ist derselbe ganz cylindrisch, in der Regel zeigt er hie und da unregelmässige Hervorragungen und ein etwas keulenförmig angeschwollenes Ende. Bei genauer Einstellung vermisst man die erwähnte Schichtung niemals. Das Stielchen ist glänzend und farblos; durch Jodlösung wird es, wie die übrige Zellwand schwach gelblich gefärbt, durch Jod und Schwefelsäure färbt es

sich wie diese hellblau. Es besteht demnach nicht, wie Meyen angegeben, aus einer gummiartigen Substanz, sondern gleich der Zellwand selbst aus Zellstoff. Ich prüfte dieselben Gebilde bei mindestens 30 Ficus- und Urtica-Arten, überall bestand das Stielchen aus Zellstoff und nicht aus Gummi; die Benennung Gummikeule, welche Meyen diesem Gebilde gegeben, muss demnach in Zellstoffkeule oder besser Zellstoffstielchen umgewandelt werden.

Sobald das aus Zellstoffschichten bestehende Stielchen (x) ausgebildet ist, schlagen sich an seinem freien, in der Regel bis zur Mitte der Zelle herabsteigenden, häufig etwas angeschwollenen Ende neue Schichten nieder, diese überkleiden nicht das ganze Stielchen, sondern lassen sich bis zu ihrem Ende am Stielchen sicher verfolgen (Fig. 4, y), aus diesen Schichten bildet sich der traubenförmige Körper y, den ich vorhin als Druse bezeichnet habe (Fig. 7, 12 u. 13). Während die früheren Schichten, welche das Zellstoffstielchen bildeten, ein glänzendes Ansehen bewahrten, erscheinen die nunmehr sich bildenden Schichten körnig und ohne Glanz, sie mehren sich mit dem Alter des Blattes, bis sie zuletzt den Raum der grossen Zelle fast vollständig ausfüllen (Fig. 12 u. 13); ihre Oberfläche, die zu anfang nur unregelmässige Erhebungen zeigte (Fig. 4, y), wird wie mit kleinen Warzen übersäet, die Druse gleicht jetzt einer Traube, die an dem Zellstoffstielchen hängt. Je älter das Blatt, um so entwickelter ist diese Traube. Die warzenförmigen Erhebungen derselben zeigen niemals Kanten, man erkennt schon auf den ersten Blick, dass es keine Krystalle sind, welche sich äusserlich auf dem gestielten Körper (y) abgelagert haben, wie es nach Schleiden's Abbildung und Beschreibung für Humulus lupulus erscheint [1]). Schon Meyen hat den Mangel der scharfen Kanten für die Hervorragungen des traubenförmigen Körpers richtig angegeben.

Gibt man auf einen zarten Quer- oder Längsschnitt durch das ältere Blatt von Ficus australis oder elastica vorsichtig einen Tropfen Salpetersäure und zwar so, dass man die Einwirkung der Säure auf die grosse Zelle und deren Traubenkörper unterm Mikroskop genau wahrnehmen kann, so sieht man, was schon Meyen bemerkt, eine lebhafte Gasentwickelung rings um den Traubenkörper. Nachdem dieselbe beendigt ist, erscheint das Zellstoffstielchen unverändert, der Traubenkörper ist dagegen in zahlreiche einzelne Häute aufgelöst, welche jetzt den Raum der grossen Zelle fast ausfüllen (Fig. 5, y). Diese zarten Häute sind wahrscheinlich dasjenige, was Meyen als zurückbleibende Schleimmasse bezeichnet. Die Säure darf nicht zu kräftig eingreifen, weil sie sonst diese Zellstoff-Häute zerstört und so wahrscheinlich Meyen über die Natur derselben täuschte.

---

[1]) Schleiden, Grundzüge der Botanik, Ausg. III, Bd. I, p. 341.

Wendet man statt der Salpetersäure, mit der Hälfte Wasser verdünnte Schwefelsäure an, so erfolgt dasselbe Aufbrausen, und es scheiden sich sofort zahllose Gypskrystalle in langen Nadeln auf die Häute des sich auflockernden Traubenkörpers nieder. Bei einer sorgfältigen Behandlung mit Jod und Schwefelsäure erfolgt dasselbe Aufbrausen und dieselbe Bildung der Gypskrystalle, ausserdem aber eine blaue Färbung der Zellwand der grossen Zellen, des Stielchens und gleichfalls der mehrfach erwähnten Häute, in welche der Traubenkörper durch Anwendung von Salpetersäure oder Schwefelsäure zerfällt. Die Schichten oder Häute des Traubenkörpers bestehen demnach gleich dem Zellstoffstielchen aus Cellulose; sie enthalten ausserdem, wie die Gasentwickelung und das Anschiessen der Gypskrystalle bei Anwendung von Schwefelsäure nachweist, kohlensauren Kalk in grosser Menge, während das Stielchen selbst dieses Salz nicht besitzt. Die körnige Beschaffenheit der ersten Schichten der sich bildenden Traube, im Gegensatz zu dem glänzenden Aussehen ihres Stielchens, findet vielleicht in dieser chemischen Verschiedenheit ihre Erklärung; die Körnchen in den Zellstoffschichten der Traube sind wahrscheinlich unmessbar kleine Kreidekrystalle, die sich gleichzeitig mit diesen Schichten abscheiden. Auch bei der ausgebildeten Traube konnte ich niemals Krystalle von messbarer Grösse, deren Form bestimmbar wäre, nachweisen. Obschon die Schichten des Traubenkörpers durch längeres Liegen in Oelsüss mehr oder weniger durchsichtig werden, erscheinen die äussersten, zuletzt entstandenen Schichten eben so körnig, als die ersten innersten Schichten; das warzenförmige Ansehen der Traube ist desshalb nicht dem mechanischen Einfluss grösserer, in oder zwischen den Schichten liegender Krystalle zuzuschreiben. In den meisten Fällen erkennt man in dem Traubenkörper, wenn er durch Oelsüss klar geworden, noch eine strahlenförmige Zeichnung, welche, da sie bisweilen selbst nach Entfernung der Kalksalze durch Salpetersäure oder Salzsäure, sichtbar bleibt, den Zellstoffschichten dieses Körpers selbst angehören muss und deren Ursache mir unbekannt geblieben (Fig. 5 u. 10, y).

Während die grosse Zelle bei Ficus elastica nicht die geringste Andeutung für eine Haarzelle zeigt, dagegen bei Ficus australis die kleine Erhebung c als der Anfang eines Haares betrachtet werden kann, erweist sich die grosse Zelle, welche am Zellstoffstielchen den Traubenkörper trägt, bei Ficus truncata, F. barbata und F. ulmifolia entschieden als wirkliche Haarzelle. Bei Ficus ulmifolia (Fig. 10) erscheint dieselbe nur an der Oberseite des Blattes, während dieselbe bei Ficus truncata an beiden Seiten auftritt; in beiden Fällen bleibt die Haarspitze nur sehr klein, dagegen wird sie nach Schleiden bei Ficus carica ungleich mehr entwickelt. Bei Ficus ulmifolia verdickt sich die Wand der Zelle durch Ablagerung zahlreicher Zellstoffschichten, welche jedoch in der Haarspitze der Zelle eine

grössere Breite erreichen (Fig. 10), und so dieselbe bald gänzlich ausfüllen, ähnlich wie Schleiden dieselbe Erscheinung für die älteren Haare einiger Borragineen beobachtet hat [1]). Dann entsteht unter der Spitze durch eine örtliche Fortdauer der Bildung neuer Zellstoffschichten an dieser Stelle das hier sehr kurze, aber dicke, Zellstoffstielchen (Fig. 10, x), um welches sich später andere Zellstoffschichten mit kohlensaurem Kalk zur Bildung des traubenförmigen Körpers niederschlagen. Wenn man von oben auf eine solche Zelle blickt, so sieht man die freie Spitze derselben kranzförmig von kleinen Oberhautzellen (a) umgeben (Fig. 11). Die äusserste Spitze der grossen Zelle erscheint als kleines rundes Wärzchen (c), das Zellstoffstielchen zeigt sich als Kreis um dasselbe (x), ein dritter äusserster Kreis (k) bezeichnet endlich die Gränze des inneren Raumes der Zelle. Alle drei Partieen wird man, da sie nicht in gleicher Höhe liegen, nicht gleichzeitig sehen, eine Veränderung des Focus bringt sie erst nach einander zum Vorschein.

Bei Ficus China, pendula und ligustrina fand ich dieselben am Stielchen herabhängenden Traubenkörper, nur der Grösse und Ausbildungsweise nach verschieden. Die Grösse und Gestalt des Traubenkörpers richtet sich im Allgemeinen nach der Grösse und Gestalt der Zelle, in welcher er sich bildet; ist diese gross und weit, so wird auch der ausgebildete Traubenkörper eine ihrem Raum entsprechende Grösse und Gestalt besitzen. Die relative Länge des Stielchens ist dagegen von der Bildungsweise der Schichten, durch welche der Traubenkörper entsteht, abhängig; legen sich diese bis hoch herauf um den Stiel, wie bei Urtica biloba (Fig. 12), so wird der Stiel des ausgebildeten Traubenkörpers kurz erscheinen; bekleiden sie dagegen zunächst dessen freies Ende, so wird der Traubenkörper an einem längeren Stiele sitzen, wie bei Urtica nivea (Fig. 13, B) und bei Ficus elastica (Fig. 7). Auch in Betreff der warzenförmigen Oberfläche ist der Traubenkörper nach den Arten verschieden; bei einigen ist diese warzenförmige Oberfläche sehr ausgeprägt, (Ficus elastica, australis, Urtica biloba), bei anderen tritt sie nur undeutlich hervor (Ficus truncata und Urtica nivea), bei noch anderen Arten hat der Körper eine höchst unregelmässige Gestalt; in einem und demselben Blatte finden sich alsdann die verschiedensten Formen (Ficus ulmifolia und Ficus bengalensis, nach Meyen).

Auch in dem Auftreten der grossen Zellen, in denen sich der gestielte Traubenkörper bildet, herrscht zwischen den Arten eine grosse Verschiedenheit. Bei Ficus elastica, australis und truncata entwickeln sich genannte Zellen in der Oberhaut beider Blattseiten; bei Ficus

---

[1]) Schleiden, Grundzüge der Botanik, Ausg. III, Bd. I, p. 341.

ulmifolia und bei Urtica nivea und U. biloba erscheinen dieselben nur in der Oberhaut der oberen Blattfläche; bei Ficus oppositifolia entstehen dieselben nur selten an der Oberseite, während sie an der Unterseite des Blattes zahlreich auftreten; bei Ficus barbata und bei Ficus lutescens endlich sind sie nur an der Unterseite des Blattes vorhanden. Die Ausbildung des Blattgewebes selbst, in dem diese grossen Zellen liegen, ist nach den Pflanzenarten eben so verschieden; während z. B. bei Ficus elastica und F. australis beide Blattseiten eine aus 4—5 Zellenreihen bestehende, chlorophyllfreie Oberhautschicht besitzen, hat Ficus lutescens und F. ulmifolia (Fig. 10) nur an der Oberseite eine derartige aus zwei Zellenreihen bestehende Oberhautschicht, die untere Blattseite beider Feigenarten besitzt eine einfache mit Spaltöffnungen versehene Oberhaut. Bei Ficus truncata, F. barbata, bei Urtica biloba und U. nivea besteht dagegen die Oberhaut beider Seiten nur aus einer Zellenschicht. Nach der verschiedenen Ausbildungsweise des Blattgewebes und nach dem Auftreten an der obern oder an der unteren Blattseite liegt demnach die Zelle, welche den Traubenkörper entwickelt, von Parenchymzellen sehr verschiedener Art umschlossen; aber dennoch tritt das Zellstoffstielchen immer an derselben Stelle, nämlich an der freien Spitze der Zelle hervor; seine Bildung wird, wie sich bei Ficus australis, bei F. ulmifolia, F. lutescens und noch besser bei Urtica nivea (Fig. 2, 10 u. 13, A u. B), nachweisen lässt, durch fortdauernde Ablagerung neuer Zellstoffschichten an dieser freien Spitze hervorgerufen, während die übrigen Partieen der Zellwand entweder gar nicht oder wenigstens nicht bemerkbar verdickt werden. Nun zeigt sich bei einer grossen Reihe von Oberhautzellen anderer Pflanzen, wie bekannt, eine einseitige Verdickung; auch dort wird nur die freie Aussenseite der Epidermiszellen durch neue Schichten fortdauernd verdickt, so bei Viscum, Gasteria, Phormium, Helleborus u. s. w., während die mit den benachbarten Zellen verbundenen Seiten der Zellwand sich nicht bemerkbar verdicken. Man könnte danach glauben, dass der ungehinderte Zutritt atmosphärischer Einflüsse auf diese freie Partie der Oberhautzellen zunächst einwirken und die locale Verdickung dieser Partie herbeiführen möchte, dann aber bleibt es unbegreiflich, warum bei Urtica nivea, wo eine grössere Fläche der Zelle B nach aussen hin frei liegt (Fig. 13), sich nicht die ganze freie Seite gleichmässig verdickte, sondern in derselben Weise, als bei denjenigen Ficus- und Urtica-Arten, wo nur ein kleiner, etwa dem Durchmesser des Zellstoffstielchens entsprechender Theil frei liegt, durch eine, nur auf einen sehr geringen Raum beschränkte Zellstoffabscheidung auch hier ein fadenförmiger Stiel entsteht.

Schleiden erblickt in den besprochenen Zellen gesetzmässig nicht zur Ausbildung gekommene Brennhaare. Gegen die Annahme einer Haarbildung liesse sich hier wenig sagen, da allerdings bei den Ficus- und Urtica-Arten die Zelle, welche den gestielten

Traubenkörper bildet, in allen Fällen der Oberhaut angehört und gar häufig, wie bei Ficus australis, lutescens, truncata, barbata und ulmifolia, dessgleichen bei Urtica nivea, eine mehr oder weniger entwickelte Haarzelle darstellt; wirkliche, mit einem Knopf versehene Brennhaare sind bei den genannten Pflanzen nicht vorhanden. Aber ganz ähnliche, eben so entstandene und ebenso gebaute Körper kommen, wie ich später zeigen werde, auch im Innern der Gewebe, ja sogar bei einigen Pflanzen, z. B. bei Pilea urticaefolia im Parenchym des Markes vor; es kann demnach die Bildung der gestielten Traubenkörper nicht für eine Eigenthümlichkeit bestimmter Haarzellen gehalten werden.

Bei Justicia carnea zeigt sich derselbe traubenförmige, an einem Stiele hängende Körper, den wir bei Ficus und Urtica näher betrachtet haben, ebenfalls in bestimmten Zellen der Oberhaut des Stengels und der Blätter (Fig. 14 u. 15). Das Stielchen ist hier sehr zart und desshalb nur bei ganz gelungenen Schnitten sichtbar; der Körper selbst füllt fast den Raum der ganzen Zelle aus; er zeigt dieselbe geschichtete Beschaffenheit und dieselben warzenförmigen Erhebungen als der Traubenkörper im Blatt von Ficus elastica; seine Gestalt ist dagegen sehr veränderlich, sie richtet sich nach der Gestalt der Zelle, welche den Körper gebildet hat, so findet man in der Oberhaut des Mittelnervs und der Hauptseitennerven des Blattes, wo die Zellen länger gestreckt sind, als im Stengel mehr spiessförmige Körper, ähnlich der Fig. 16 von Beloperome, ja sogar donnerkeilartige Gestalten, wie im Stengel von Justicia sanguinea (Fig. 17 u. 18). In der Oberhaut der ausgebildeten Stengelglieder zeigen sich neben einander alle Uebergänge von der Traubenform zur Spiess- und Donnerkeilgestalt. Wenn der Schnitt sehr zart ist und die Zelle günstig liegt, so sieht man in allen Fällen das zarte, meistens nur sehr kurze Stielchen; bei der Donnerkeilform liegt dasselbe an der stumpfen Seite des Körpers. In der Regel liegen die Zellen, welche derartige Körper bilden, bei Justicia carnea gewissermassen so zwischen den übrigen Zellen der Oberhaut eingeschoben, dass nur ein kleiner Theil derselben frei nach aussen liegt (Fig. 15 u. 16). Dann tritt das Stielchen, wie bei Ficus und Urtica immer an dieser freien Stelle hervor, wo dagegen eine grössere Fläche der Oberhautzelle frei liegt, ist es namentlich bei der Donnerkeilgestalt des Körpers oftmals an der Seitenwand der Zellen befestigt; diess scheint namentlich bei Barleria alba, wo diese Körper klein und von rundlicher Gestalt fast immer paarweise, jedoch in je zwei Zellen, neben einander liegen, der Fall zu seyn. Das Zellenpaar, welches sie umschliesst, ist augenscheinlich durch Theilung einer Mutterzelle entstanden; die Theilungsrichtung bestimmt hier das Auftreten der Stielchen, die für beide Körper von der durch die Theilung entstandenen Scheidewand ausgehen. Dasselbe Verhältniss zeigt sich, wenngleich nicht so häufig bei Justicia sanguinea (Fig. 18); die stumpfen

Enden der beiden donnerkeilförmigen Körper sind gegeneinander gewendet; an diesem Ende war jeder Körper durch sein Stielchen an die Querwand, welche beide Zellen trennt, befestigt.

Während die besprochenen Körper bei Justicia carnea und Barleria alba nur in der Oberhaut des Stengels und der Blattnerven auftreten, zeigen sich dieselben Bildungen bei Justicia paniculata, bei Ruellia formosa und R. livida sowohl in der Oberhaut als auch im äusseren Theil der Rinde, welcher kein Chlorophyll enthält; dasselbe gilt für Beloperome oblongata (Fig. 16); bei Justicia subincana und J. sanguinea erscheinen dieselben endlich sowohl in dem Parenchym der Rinde überhaupt, als auch im Parenchym des Markes, sie begleiten die Gefässbündel ins Blatt und finden sich sogar im Blattparenchym, zeigen sich jedoch, wie es scheint (Justicia sanguinea) niemals in einer Oberhautzelle. Bei Justicia purpurascens suchte ich vergeblich nach diesen Körpern, bei Acanthus mollis fand ich sie eben so wenig; sie sind demnach nicht allen Acanthaceen, ja nicht einmal allen Justicia-Arten eigen; dagegen erscheinen bei Pilea urticaefolia dieselben Körper und zwar in spiessförmiger Gestalt, der Fig. 18 nahebei entsprechend, sowohl im Parenchym der Rinde, als auch des Markes, was um so interessanter und wichtiger ist, als es zu Gunsten der Identität dieser Bildungen bei den Acanthaceen mit den gestielten traubenförmigen Körpern im Blatt der Urticeen spricht. Das chemische und physikalische Verhalten der spiessförmigen Körper in den Zellen des Stengels der Pilea entspricht in allen Puncten den besprochenen Bildungen im Stengel und Blatt verschiedener Acanthaceen; die Gegenwart der Stielchen, welche ich auch hier vermuthe, konnte ich jedoch nicht sicher nachweisen; die Oberfläche der Körper zeigte bei Pilea dieselben warzenförmigen Erhebungen als bei Justicia und Ruellia.

Eine Entwickelungsgeschichte der trauben-, spiess- und donnerkeilförmigen Körper in bestimmten Zellen vieler Acanthaceen, nach der ich mit allem Eifer strebte, konnte ich, vielleicht nur der ungünstigen Jahreszeit halber, nicht gewinnen. Wenn ich die jüngsten Triebe verschiedener Justicia- und Ruellia-Arten untersuchte, fand ich entweder Zellen ohne alle Andeutungen eines Stielchens und eines an ihm hängenden Körperchens, oder ich fand das letztere schon in seiner Zelle, und zwar dieselbe beinahe vollständig ausfüllend. Nur einmal sah ich bei Justicia sanguinea in einer Zelle der Rinde des Stengels neben Zellen mit ausgebildeten donnerkeilförmigen Körpern (Fig. 17), ein aus häutigen Schichten bestehendes Körperchen, welches durch einen kurzen Stiel mit der Querwand seiner Zelle verbunden war (Fig. 20).

Sicherlich wächst der Körper mit der Zelle, in welcher er entstand; in allen jungen Theilen genannter Pflanzen finde ich nämlich kurze Zellen und in denselben, ihrem Raum

entsprechend, den bewussten Körper; mit der Verlängerung des Pflanzentheils verlängern sich darauf auch seine Zellen. Wenn nun der Körper nicht mit seiner Zelle wüchse, so müsste man später einen kurzen Körper in einer langen Zelle finden, was ich niemals beobachtet habe; die spiess- oder donnerkeilförmige Gestalt der Körper ist wahrscheinlich nur eine Folge der Verlängerung der Zelle, welche diese Körper bildet; daher findet man in derselben Pflanze (Justicia carnea) nach der Wachsthumsweise der Zellen in den verschiedenen Theilen der Pflanze sehr verschiedene Formen dieser Körper, so in den kurzen Zellen des Stengels mehr traubenförmige Körper, in den längeren Zellen der Blattnerven dagegen Donnerkeilgestalten.

Dass diese Körper, ihre Form sey, welche sie wolle, aus Schichten bestehen, erkennt man auf den ersten Blick und zwar viel deutlicher als bei dem Traubenkörper der Ficusblätter. Auch der Querschnitt derselben (Fig. 19) entspricht genau dem Querschnitt eines traubenförmigen Körpers aus dem Feigenblatte (Fig. 9). In beiden Fällen zeigt sich in der Mitte ein festerer glänzender Kern, der wahrscheinlich auch bei den Acanthaceen dem Zellstoffstielchen angehört, und um denselben Schichten von körnigem Ansehen, in welchen eine strahlenartige Zeichnung erkennbar ist (Fig. 19). Beide Bildungen sind durchaus solid, sie haben keine mit Flüssigkeit oder mit Luft erfüllte Innenhöhle. Die warzenförmigen Erhebungen sind bei den donnerkeil- und spiessförmigen Körpern meistens spiralförmig angeordnet. Bei Justicia carnea erscheint der innere Theil der Körperchen oftmals und zwar namentlich nach längerem Liegen in Oelsüss oder in Chlorcalciumlösung farblos und glänzend, während die ihn umhüllenden Schichten ein mehr gelblich gefärbtes, körniges Ansehen gewinnen. Die donnerkeilförmigen Körper der Justicia sanguinea lassen dagegen bisweilen gerade im Innern körnige oder kugelige Massen durchscheinen, welche hie und da zu der Annahme eines mit diesen Massen erfüllten Hohlraums führen könnten (Fig. 18). Die Anwendung von Säuren, dessgleichen der Querschnitt durch diese Körper beweisen dagegen entschieden auch hier die Abwesenheit eines solchen Raumes, die körnige Masse scheint nur einen grösseren Gehalt mineralischer Salze als in den folgenden Schichten zu verrathen. Das Stielchen, an welchem auch diese Körper festsitzen, und welches, wenn man nach der Entwickelungsgeschichte des gestielten Traubenkörpers im Feigenblatte schliessen darf, auch hier das zuerst Entstandene seyn muss, ist in allen Fällen sehr zart, glänzend und durchsichtig; es wird durch Jod und Schwefelsäure hellblau gefärbt. Wie weit diess Stielchen in die donnerkeil- und spiessförmigen Gestalten hinabgeht, kann ich nicht entscheiden. Für die traubenförmigen Gestalten desselben Körpers bei Justicia, Ruellia, Barleria und Beloperome gelangt es etwa bis zur Mitte der Zelle (Fig. 14). Die unregelmässige Gestalt der Körper

wird auch hier wie beim Traubenkörper im Ficusblatte durch eine ungleichseitige Ausbildung der auf einander folgenden Schichten bewirkt. Das Längswachsthum der Donnerkeil- und Spiess-Gestalten scheint vorzugsweise durch eine überwiegende Ausbildung der Schichten an der Spitze des Körpers vermittelt zu werden. Während die Schichten längs der Seiten des Körpers oft sehr schmal erscheinen, erreichen dieselben an seiner Spitze eine bedeutende Breite; am stumpfen Ende der Donnerkeilgestalt sieht man dagegen die Schichten zueinander laufen (Fig. 18), genau so wie am traubenförmigen Körper des Feigenblattes nach Anwendung von Säuren die Schichten an dem Zellstoffstielchen enden (Fig. 5 u. 8).

Das Zellstoffstielchen, welches die so verschieden geformten Körper im Innern bestimmter Zellen der von mir untersuchten Acanthaceen mit der Wand ihrer Zelle verbindet, ist ungleich zarter als das Zellstoffstielchen in den entsprechenden Zellen der Ficus- und Urtica-Blätter, aber selbst hier ist seine relative Dicke sehr verschieden; bei Ficus lutescens finde ich das stärkste, bei Urtica biloba dagegen das schwächste Stielchen. Es gelingt desshalb, namentlich in älteren Pflanzentheilen, nicht leicht, dasselbe sichtbar zu machen; nur die allerzartesten Schnitte, entweder aus freier Hand, oder zwischen Kork erhalten, können hier Auskunft geben. Sehr häufig reisst der Körper ab, dann sieht man bisweilen das Stielchen sehr deutlich und zwar als eine kleine cylindrische Spitze mit der Zellwand verbunden. Mit Ausnahme von Justicia carnea, wo ich Präparate bewahre, die das Stielchen ausgezeichnet deutlich zeigen, gelang es mir für die Donnerkeil- und Spiessgestalt der Körper selten ein solches Stielchen sicher nachzuweisen; es wird mir desshalb beinahe wahrscheinlich, dass selbiges späterhin durch Resorption verschwindet. Das beste Mikroskop mit den stärksten Objectiven und die sorgfältigste Beobachtung ist für diese Untersuchung ganz nothwendig.

Die verschiedenen Gestalten der besprochenen Körper im Stengel und Blatte der Justicia sanguinea wurden von mir auf zarten Längsschnitten, dessgleichen frei präparirt mit chemischen Reagentien geprüft. Jodlösung färbt die Körper nicht, oder nur hellgelb, auf Zusatz von Schwefelsäure tritt sogleich eine hellblaue Färbung hervor, die blaugefärbten Schichten treten unter lebhafter Gasentwickelung wie beim Traubenkörper im Ficus-Blatte von einander, während überall spiessförmige Krystallnadeln (Gyps) büschelartig anschiessen. Concentrirte Schwefelsäure bewirkt dieselbe Erscheinung, doch unterbleibt die blaue Färbung, welche vorhin den Zellstoff anzeigte. Durch die stärkere Säure werden jedoch die Schichten des Körpers heftiger angegriffen und desshalb schneller aufgelöst. Salpetersäure wirkt ähnlich, die Gasentwickelung aus dem Inneren des Körpers erfolgt wie vorhin, doch unterbleibt natürlich das Anschiessen der Krystalle. Aetzkali verändert selbst beim Erwärmen genannte Körper nicht. Starker Druck zersprengt dieselben, sowohl nach der Breite als nach der

Länge hin, die Bruchflächen selbst sind nicht so glatt und glänzend als bei den Kieselnadeln der Spongien, mit welchen man der Form, aber nicht dem Bau und Wesen nach, die Spiessgestalten fast vergleichen könnte. Kleine Stücke des Stengels der Justicia sanguinea im Platintiegel verbrannt, hinterlassen eine schwarze Kohle, welche auf der Spitze einer Nadel der Spiritusflamme lange ausgesetzt, zu einer schweren weissen Asche verbrennt, in welcher man unter dem Mikroskop, ausser anderen formlosen Theilen die besprochenen Körper in ihrer vormaligen Gestalt, sogar mit der warzenförmigen Oberfläche, wiederfindet; auch die geschichtete Beschaffenheit der Körper ist noch jetzt sichtbar. Salpetersäure löst die weisse Asche dieser Körper, unter starkem Aufbrausen, vollständig. Die untersuchten Körper bestehen demnach, gleich den Traubenkörpern im Feigenblatte, aus Zellstoffschichten, in oder zwischen welchen grosse Mengen kohlensauren Kalkes abgelagert vorkommen. Die Kreide tritt auch hier nicht in sichtbarer Krystallform auf; die körnige Beschaffenheit der Zellstoffschichten wird dagegen wahrscheinlich durch die Gegenwart des kohlensauren Kalks bedingt. Diese unmessbaren Körnchen sind vielleicht ganz kleine Krystalle, da, wie wir wissen jeder Krystall bei seinem ersten Erscheinen unter dem Mikroskop als dunkler Punct auftritt und erst mit dem Wachsen des Krystalles seine Kanten sichtbar werden; der dunkle Punct wird sichtbar zum Krystall. Alle scheinbar amorphen Bildungen des Mineralreichs, für welche wir ausserdem eine Krystallform kennen, bestehen, wie ich glaube, aus einer Anhäufung solcher Krystallanfänge, die noch zu klein sind, um ihre Formen dem Auge zu verrathen.

Die gestielten Körper aller Formen, sowohl für die Ficus- und Urtica-Arten, als für die Acanthaceen sind doppelt brechend. Bei Anwendung des Polarisations-Apparates erscheinen dieselben auf schwarzem Felde weiss, auf rothem Felde grün, auf grünem Felde roth u. s. w. [1]). Je nach der Gestalt und Lage des Körpers treten auch Farbenerscheinungen hervor, bei günstigem Licht zeigen sogar die Erhebungen der Oberfläche hie und da Farben. Der Polarisations-Apparat zeigt ausserdem in der Dichtigkeit der inneren und äusseren Theile erhebliche Unterschiede, er nimmt den letzten Zweifel über die solide Beschaffenheit dieser Körper, man überzeugt sich hier, dessgleichen durch den Querschnitt und durch die Einwirkung der Säuren, dass wirklich keine Innenhöhle vorhanden ist. Man sieht ferner, dass die strahlenförmige Zeichnung, deren ich für den Traubenkörper im Ficus- und Urtica-Blatte erwähnte, wirklich vorhanden ist, da sie bei polarisirtem Licht noch mehr hervortritt.

---

[1]) Um das farbige Gesichtsfeld zu erzielen, legt man bekanntlich eine Gypsplatte von bestimmter Dicke über das untere Nickol'sche Prisma.

Die gestielten Körper sowohl im Oberhaut- als auch im Parenchymgewebe der von mir untersuchten Pflanzen sind demnach höchst eigenthümliche Bildungen der Verdickungsschichten der Zellwand. Das Zellstoffstielchen entsteht durch eine örtlich sehr vermehrte oder auf einen kleinen Raum allein beschränkte Abscheidung von Zellstoff; dieser Stiel enthält keine Kalksalze. Mit dem Auftreten des kohlensauren Kalks ändert sich abermals die Abscheidungsweise der Zellstoffschichten, die Basis des Zellstoffstielchens wird fortan nicht mehr verdickt, dagegen schlagen sich neue Schichten, mit einer grossen Menge kohlensauren Kalks vermischt, auf das freie Ende des Stielchens nieder und bilden so den Körper, dessen Gestalt zunächst von der Zelle, die ihn umschliesst, abhängig ist. Jede derartige Zelle enthält nur einen solchen Körper, dessen Stielchen bei den Oberhautzellen meistens an der freien, d. h. an der nach aussen gewendeten Seite der Zelle deren Wand entspringt, bei den im Inneren der Pflanze gelegenen Zellen dagegen, wie es scheint, immer in der Längenachse der Zelle liegt und desshalb einer Querwand entspringt.

Die genannten Körper sind keine Bildungen, welche allein einer Haarzelle oder einer Oberhautzelle eigen sind, sie haben mit den Brennhaaren nichts gemein; es sind Bildungen, die wahrscheinlich noch mehrfach im Pflanzenreich, aber überall nur da vorkommen werden, wo ein grosser Ueberfluss von Kalksalzen auftritt, möglicherweise sind dieselben sogar an eine bestimmte Kalkverbindung, an den kohlensauren Kalk geknüpft, da für Kalkverbindungen mit anderen Säuren derartiger Bildungen nicht bekannt sind. In allen Pflanzen, wo sich genannte Körper bilden, finden sich noch ausserdem frei in anderen Zellen Krystalldrusen oder spiessförmige Krystalle, so namentlich bei Justicia sanguinea; diese Krystalle bestehen nicht aus kohlensaurem Kalk. Die viel besprochenen Körper treten überdiess, wie wir gesehen, immer nur an bestimmten Partieen in der Pflanze auf, sie begleiten z. B. bei Justicia sanguinea die Gefässbündel; bei Justicia paniculata, Ruellia formosa und R. livida liegen sie dagegen in dem äusseren Theil der primären Rinde; bei Justicia carnea erscheinen sie endlich nur in den Oberhautzellen des Stengels. Das Auftreten der gestielten Körper in einer bestimmten Schicht, die nach der Pflanze eine andere Lage im Stengel einnimmt, deutet für die bestimmte chemische Thätigkeit der Zellen dieser Schicht. Dieselben müssen sich namentlich die durch die Wurzel aufgenommenen Kalksalze zueignen; wiederum bestimmte Zellen dieser Schicht müssen das Vermögen besitzen, diese Kalksalze als kohlensauren Kalk zurück zu halten und so dessen vielleicht nachtheilige Einwirkung auf die übrigen Zellen auf zu heben. Die Gegenwart des kohlensauren Kalks in diesen Zellen wirkt entschieden verändernd auf die Lebensweise der Zellen selbst, die sich nunmehr ganz anders als ihre Nachbarzellen ausbilden. Während in letzteren die Zellenbildung fortdauert, hört sie in diesen Zellen auf,

dieselben verlängern sich, sie bilden das Zellstoffstielchen und an demselben bald darauf den Körper, dessen Gestalt von der Ausbildungsweise seiner Zelle abhängig ist; die Grösse einer solchen Zelle übertrifft desshalb in der Regel bei weitem ihre Nachbarzellen (Fig. 17). In der Rinde unserer Bäume finden wir überall in der nächsten Umgebung der Bastbündel Zellenreihen mit grossen Krystallen erfüllt, welche ihrem chemischen Verhalten nach sehr häufig aus Gyps bestehen; das Vorkommen dieser Krystalle in der unmittelbaren Nähe der Bastzellen deutet entschieden auf die bestimmte chemische Thätigkeit dieser Zellen, welche sich diese Salze aneignen und sie zurückhalten. In der verschiedenen chemisch-physikalischen Thätigkeit der ungleichwerthigen Zellen besteht aber zunächst das Leben der Pflanze; wenn wir diese ganz bestimmten Thätigkeiten der verschiedenen Zellenarten und deren Einfluss auf einander genauer kennten, so würde uns Manches nicht mehr räthselhaft erscheinen.

Während alle Acanthaceen und alle Urticeen, in denen ich genannte Körper fand, wohl Chlorophyllkörner, aber keine farblose Stärkmehlkörner enthielten, fand ich bei Justicia purpurascens um dieselbe Jahreszeit (im Januar und Februar) sowohl im Parenchym des Markes als der Rinde reichlich farbloses Stärkmehl, hier fehlten die gestielten Körper gänzlich [1]).

Die Bildungsweise des Zellstoffstielchens und des Traubenkörpers auf seiner Spitze, die ich für die Zelle des Feigenblattes vollständig beschrieben habe, beweist aufs Entschiedenste die Verdickung der Zellwand durch Bildung neuer Zellstoffschichten, welche sich auf die bereits vorhandenen niederschlagen, sie entscheidet demnach die Frage, ob die äusserste oder die innerste Zellstoffschicht die älteste ist, dahin, dass die innerste Schicht immer als die zuletzt entstandene betrachtet werden muss. Sie lehrt ferner, dass die Verdickungsschichten der Zellwand nicht aus Fasern bestehen, denn diese Schichten lösen sich bei Anwendung von Säuren als wirkliche Häute ab; sie zeigt uns endlich drittens, dass eine Zellstoffabscheidung örtlich erfolgen kann, während sie an anderen Partieen derselben Zelle gänzlich unterbleibt. Durch eine Ablagerung neuer Schichten um das freie Ende des Zellstoffstiels entstand der Traubenkörper im Feigenblatte. Diese Thatsachen auf die Verdickungsweise der Zellwand im Allgemeinen vergleichend angewendet, sind für die Kenntniss der Pflanzenzelle von grosser Wichtigkeit, doch ist hier nicht der Ort, weiter auf dieselben einzugehen [2]).

Betrachten wir noch schliesslich eine eigenthümliche Krystallbildung im Blatt der Citrus-Arten. Bei Citrus vulgaris sehen wir, sowohl unmittelbar unter der Oberhaut, namentlich der oberen, keine Spaltöffnungen führenden, Seite, als auch im Inneren des Blattgewebes,

---

[1]) Bei Justicia carnea bestehen die Chlorophyllkörner aus Stärkmehl mit einem Ueberzug von Blattgrün.

[2]) Das Nähere in meinen Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin bei G. W. F. Müller 1854

und dann wiederum häufiger in der Nähe der Gefässbündel, also in der Umgebung der grösseren und der kleineren Blattnerven, Zellen, welche einen einzigen, sehr schön ausgebildeten Krystall umschliessen, der in vielen Fällen gewissermassen auf einer Zellstoffsäule ruht (Fig. 21), häufiger jedoch in einer, nur längs der einen Hälfte der Zellwand erfolgten Zellstoffablagerung wie eingebettet liegt. Häufig kommt die Zellstoffsäule, welche sich vielleicht mit dem Zellstoffstielchen im Feigenblatte vergleichen lässt, mit der Zellstoffablagerung längs der Zellwand gemeinschaftlich vor; in einem und demselben Blatte finden sich jedoch in dieser Beziehung wesentliche Verschiedenheiten. Salpetersäure löst die Krystalle langsam und zwar ohne Gasentwickelung; nachdem dieselben vollständig verschwunden sind, tritt ihr Zellstoffbette um so deutlicher hervor. Schwefelsäure greift die Krystalle ebenfalls an, sie werden vom Rande her angefressen, verschwinden aber nicht, sind vielmehr noch nach 16 Stunden als Massen von zerfressenem Aussehen überall vorhanden. Eine schwächere Säure, wahrscheinlich organischer Art, wird hier ausgetrieben und durch die Schwefelsäure ersetzt; die ziemlich formlosen Massen bestehen jetzt wahrscheinlich aus schwefelsaurem Kalk. Die Krystalle im Citrus-Blatte sind doppelt brechend, sie geben mit dem Polarisations-Apparat herrliche Farbenerscheinungen und würden, da ihre Kanten so ausserordentlich scharf ausgebildet sind, in krystallographischer Beziehung leicht zu bestimmen seyn. Obschon diese Krystalle im Blatte der Citrus-Arten mit den trauben-, donnerkeil- und spiessförmigen Körpern der Urticeen und Acanthaceen nichts gemein haben, da hier ein ausgebildeter Krystall, ein pflanzensaurer (citronsaurer?) Kalk, dort aber zahlreiche Zellstoffschichten mit scheinbar formlosen Kalksalzen (kohlensaurer Kalk) vermischt, vorkommen, so hat doch die örtliche Abscheidung des Zellstoffes, welche das Säulchen oder den formlosen Erguss längs der Zellwand bildet, allerdings etwas Verwandtes; sie könnten demnach leicht mit den anderen Bildungen verwechselt werden. Sehr zarte Schnitte und ein sehr gutes Mikroskop mit starken Objectiven ist auch hier nothwendig.

Der Einfluss des mineralischen Salzes, welches sich als Krystall in diesen Zellen abscheidet, auf die Verdickung der Zellwand wird auch hier, obschon die Erscheinung eine ganz andere ist, sichtbar; diejenigen Zellen nämlich, welche keinen Krystall umschliessen, haben ihre Wand überall gleichmässig verdickt, von der säulenförmigen Zellstofferhebung ist bei ihnen nichts zu finden.

Fassen wir jetzt nochmals in wenig Worten das Hauptresultat der ganzen Untersuchung zusammen, so zeigt sich

1) Dass die für einige Urticeen (Urtica, Cannabis, Humulus, Ficus) bekannten gestielten Traubenkörper einer eigenthümlichen Verdickungsweise der Zellwand ihr

Entstehen verdanken; dass sie, gleich dem Stiel, welcher sie trägt, aus Zellstoffschichten bestehen, welche über einander abgelagert wurden. Der Stiel ist frei von kohlensaurem Kalk, welcher in den Schichten des Traubenkörpers in grosser Menge vorkommt.

2) Dass diese Körper nicht den Urticeen allein eigen sind, dass vielmehr die von Gottsche bei Ruellia entdeckten donnerkeil- und spiessförmigen Gebilde im Inneren bestimmter Zellen, dieselben Structurverhältnisse und dieselbe chemische Beschaffenheit besitzen. Genannte Körper finden sich bei vielen Acanthaceen (Justicia, Ruellia, Barleria, Beloperome), dessgleichen bei einer Urticacee (Pilea urticaefolia).

3) Dass diese Bildungen nicht als der Oberhaut allein angehörig zu betrachten sind; sie kommen vielfach auch im Inneren, ja sogar im Mark der Pflanze vor (Justicia sanguinea, Pilea urticaefolia).

4) Dass die Gestalt und Grösse der Körper sich nach der Zelle, in welcher sie entstehen, richtet; und dass sie, wie es scheint, mit der Zelle wachsen.

5) Dass die Gegenwart bestimmter Salze in einer Zelle eben so bestimmte Veränderungen der Lebensweise dieser Zelle hervorruft.

6) Dass, wie es scheint, die Bildung dieser Körper mit der Gegenwart des kohlensauren Kalks in der Zelle zusammenhängt.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen sind sämmtlich mit der Camera lucida entworfen; die Vergrösserung ist, als Bruchzahl, neben jeder Figur bezeichnet.

Fig. 1—5. *Ficus australis.*

Fig. 1. Partie aus einem sehr zarten Querschnitt des jungen Blattes und zwar der unteren Seite. a eine Zelle der eigentlichen Oberhaut. b die grosse Zelle, in welcher später der Traubenkörper entsteht. c die kleine Erhebung, welche als Haarspitze gedeutet werden kann. x die Partie, wo bald darauf der Zellstoffstiel entsteht.

Fig. 2. Partie aus demselben Blatte. Die Bezeichnung wie auf der vorigen Figur, x der Anfang des Zellstoffstielchens.

Fig. 3. Partie aus demselben Blatte; die Bezeichnung wie oben. Das Zellstoffstielchen ist hier aussergewöhnlich stark entwickelt; während im Allgemeinen nur seine Spitze durch Zellstoffablagerung wächst, hat sich hier das Stielchen selbst bedeutend verdickt.

Fig. 4. Partie aus einem etwas älteren Blatte; der obere Theil der Zelle b ist nicht mitgezeichnet. Um das freie Ende des Zellstoffstielchens sind neue mit kohlensaurem Kalk geschwängerte Zellstoffschichten zur Bildung der Kreidetraube entstanden.

Fig. 5. Partie aus einem ausgewachsenen Blatte und zwar nach Anwendung von Salpetersäure; die Zellstoffschichten, welche den Traubenkörper y bildeten, sind aufgelockert; man erblickt in ihnen eine strahlige Streifung; der kohlensaure Kalk ist durch die Säure entfernt.

Fig. 6—9. *Ficus elastica.*

Fig. 6. Partie aus einem zarten Querschnitt des jungen, jedoch fast ausgewachsenen Blattes und zwar der oberen Seite. a die Zellen der eigentlichen Oberhaut. c die Gegend, wo das Zellstoffstielchen (x) entspringt. y die ersten Schichten zur Bildung des Traubenkörpers.

Fig. 7. Partie aus dem Querschnitt eines mehrjährigen Blattes. a und x wie auf der vorigen Figur, y die Kreidetraube in ihrer völligen Ausbildung.

Fig. 8. Partie aus demselben Blatte nach der Behandlung mit Salpetersäure; die Zellstoffschichten des Traubenkörpers y haben sich wie bei Ficus australis (Fig. 5) aufgelockert, der kohlensaure Kalk ist verschwunden.

Fig. 9. Partie eines zarten Flächenschnittes der oberen Blattseite. b die grosse Zelle. x das Zellstoffstielchen, y die Schichten der Kreidetraube, gleich dem Zellstoffstiel als Querschnitt gesehen.

Fig. 10 u. 11. *Ficus ulmifolia.*

Fig. 10. Partie aus einem zarten Querschnitt des ausgebildeten Blattes. a die Zellen der eigentlichen Oberhaut. b die grosse Zelle, c die Haarspitze derselben, x das Zellstoffstielchen, y die Schichten des Traubenkörpers. f das pallisadenförmig gestellte, mit Chlorophyll erfüllte Parenchym der oberen Blatthälfte, g das mehr kubische, ebenfalls mit Chlorophyll erfüllte, Parenchym der unteren Blatthälfte.

Fig. 11. Partie eines Flächenschnittes von der Oberseite des Blattes. c die Haarspitze der grossen Zelle b der vorigen Figur, von oben gesehen, x das Zellstoffstielchen. k die Gränze der Innenhöhle der grossen Zelle. Diese drei Partieen liegen in verschiedener Höhe, sie sind desshalb erst bei verschiedener Einstellung des Mikroskopes sichtbar. a die Zellen der Oberhaut, welche die Haarspitze umgeben.

Fig. 12. *Urtica biloba.*

Fig. 12. Partie eines zarten Querschnittes durch das Blatt. a die Oberhaut der oberen Blattseite. f das pallisadenförmige, mit Chlorophyll erfüllte Parenchym der oberen Blatthälfte. g das locker verbundene kugelige Parenchym der unteren Blatthälfte. y der Traubenkörper.

Fig. 13. *Urtica nivea.*

Fig. 13. Partie aus einem zarten Querschnitt durch die Blattfläche und zwar der oberen Seite. A eine Haarzelle, welche ihre Wand von der Spitze aus örtlich verdickt hat; die zuerst entstandenen Verdickungsschichten (x) sind

glänzend und durchsichtig, die ihnen folgenden Schichten (y) sind nicht glänzend, dagegen körnig. B eine grosse Zelle der Oberhaut, in welcher sich ein Traubenkörper (y) gebildet hat. Das Zellstoffstielchen (x) entspricht hier dem x von A, die mit Kreide geschwängerten Schichten, welche die Kreidetraube (y) bilden, entsprechen dem y von A. a eine Zelle der eigentlichen Oberhaut.

Fig. 14 u. 15. *Justicia carnea.*

Fig. 14. Partie aus einem zarten Längsschnitt durch ein junges Stengelglied. a die Oberhaut. d ein Haar derselben. y der Traubenkörper.

Fig. 15. Partie aus einem zarten Längsschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. a die Oberhaut. b der innere Raum der grossen Zelle. x das Zellstoffstielchen. y der Traubenkörper.

Fig. 16. *Beloperome oblongata.*

Fig. 16. Partie aus dem zarten Längsschnitt durch ein ausgebildetes Stengelglied. a die Oberhaut. c der freiliegende Theil der grossen Zelle, in deren Innern der Traubenkörper (y) entstanden ist. x das Zellstoffstielchen desselben. Die Gestalt der Traube nähert sich hier der Spiessform.

Fig. 17—20. *Justicia sanguinea.*

Fig. 17. Partie aus einem zarten Längsschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. b, b zwei grosse Zellen, in deren Innern der donnerkeilförmige Körper (y, y) entstanden ist. e, e kleine, fast kubische Zellen, welche diese grossen Zellen umgehen.

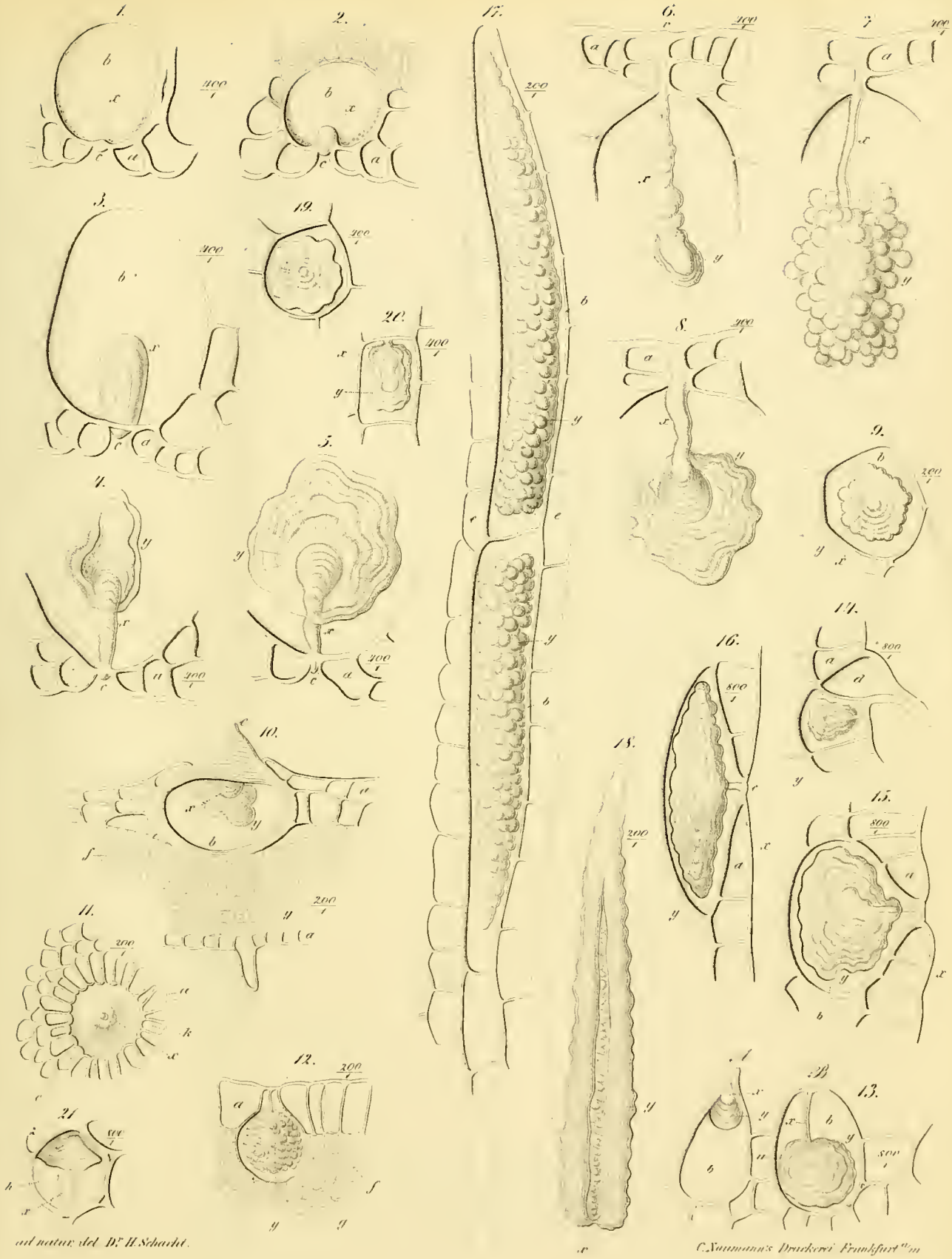
Fig. 18. Ein donnerkeilförmiger Körper freigelegt. y die mit Kreide geschwängerten Zellstoffschichten desselben. x die Stelle, von wo ab das Zellstoffstielchen, welches wahrscheinlich abgerissen oder bereits resorbirt ist, frei von diesen Schichten bleibt.

Fig. 19. Eine Zelle mit dem donnerkeilförmigen Körper als Querschnitt.

Fig. 20. Eine Zelle aus dem Längsschnitt durch ein junges Stengelglied. x das Stielchen, y die Zellstoffschichten mit Kreide geschwängert, welche allmählich den donnerkeilförmigen Körper bilden.

Fig. 21. *Citrus vulgaris.*

Fig. 21. Einige Zellen aus dem sehr zarten Querschnitt durch ein ausgewachsenes Blatt. h die formlose, wie es scheint, nicht geschichtete Zellstoffablagerung längs der einen Hälfte der Zellwand. x die Zellstoffsäule, auf welcher gewissermassen der Krystall z zu ruhen scheint.



ad natur. del. Dr. H. Scharlt.

C. Naumann's Druckerei Frankfurt a/m

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Jahr/Year: 1854-1855

Band/Volume: 1_1854-1855

Autor(en)/Author(s): Schacht Hermann

Artikel/Article: Ueber die gestielten Traubenkörper im Blatte vieler Urticeen und über ihnen nah verwandte Bildungen bei einigen Acanthaceen. 133-153