

Ueber Morphologie und Anatomie der Aloëneen.

Von

Emil Hausen.

Litteratur und Einleitung.

Die älteste Litteratur behandelt, dem Character der damaligen Wissenschaft entsprechend, die Aloëneen fast ausschliesslich vom systematischen Standpunkte.

Wir finden die ersten wissenschaftlichen Abhandlungen am Beginn des 18. Jahrhunderts in den Niederlanden.

„Praeludia“ (von Commelinus) Amsterdam 1703.

„Hortus Medicus Amstelodamensis“ (Commelinus).

„Hortus Elthamensis“ (Dillenius).

Linné führt in seinen „Species Plantarum“ nur 7 Arten auf, obwohl bereits mehrere bekannt und systematisch genau unterschieden waren; dagegen beschreibt Philipp Miller 1771 im „Gardeners Dictionary“ schon 22 Arten; Lamarck, Willdenow, der die Gattung *Apicra* aufstellte, und Thunberg haben am Ende des 18. Jahrhunderts dem bis dahin Bekannten nur wenig hinzugefügt.

Nach Einführung vieler neuer Arten durch Massow 1790—1800 konnte Haworth 1801 in „Transactions of the Linnean Society“ eine Monographie mit 60 Arten veröffentlichen. Haworth hat sich auch noch später mit den Aloëneen eingehend beschäftigt. In seiner „Synopsis Plantarum succulentarum“ nahm er die von Duval unterschiedenen neuen Gattungen *Gasteria* und *Haworthia* auf. Dann wurden zwischen 1820—1830 wieder zahlreiche neue Kap-Species von Bowie in Europa eingeführt und in Kew cultiviert. Die Beschreibung derselben erfolgte, nachdem sie zur Blüte gekommen waren, in Taylors „Philosophical Magazine“ durch Haworth.

Die weitgehendste Förderung aber hat das Studium der Aloëneen durch den Fürsten Joseph von Salm Reifferscheid-Dyck (1810—1860) erfahren, welcher in seiner „Monographia generis Aloes et Mesembryanthemi“, Bonn 1836—1863 über 150 Formen in vorzüglichster Weise abbildet und eingehend beschreibt. Höchst interessant ist es, dass derselbe die Willdenow'schen und Duval'schen Gattungen *Apicra* und *Haworthia* wie *Gasteria* nur als Synonyma

aufgenommen hat, obwohl sie in seiner Einteilung der Gattung *Aloë* mit den aufgestellten Gruppen zusammenfallen. In neuerer Zeit sind durch Cooper of Redhill, Welwitsch, Schimper, Schweinfurth, Barter, Kirk, Balfour und andere zahlreiche neue Arten aus Africa eingeführt und beschrieben worden.

Nachdem so die Aloëen-Cultur zuerst in den holländischen Gärten eine grosse Entwicklung erlangt hatte, waren es später der botanische Garten von Kew und die Fürstlich Salm'schen Gärten, welche sich besonders die Pflege dieser Pflanzengruppe angelegen sein liessen.

In neuerer Zeit ist es wohl der botanische Garten von Palermo, wo in dem herrlichen Klima Siciliens durch die Bemühungen des Herrn Professor Todaro diese prächtigen Liliaceen in grösster Zahl und üppigster Entwicklung vereint sind. Zahlreiche Veröffentlichungen neuerer Arten stammen daher und sind zu finden in dem von Todaro herausgegebenen „Hortus botanicus Panormitanus“.

Eine neuere systematische Arbeit ist von Baker geliefert worden: „A Synopsis of Aloëneae and Yuccoideae“¹⁾; dieselbe ermöglicht sehr schön die Bestimmung blühender Pflanzen. In den grossen Werken von Hooker et Bentham: „Genera Plantarum“ 1883 und in A. Engler's Liliaceen-Bearbeitung der „Natürlichen Pflanzenfamilien“ 1889 sind die Gattungsdiagnosen wesentlich dieselben geblieben, wie sie schon Salm-Dyck zu seiner Gruppierung benutzt hat.

Auch die Anatomie der Aloëen hat bereits verhältnismässig früh wissenschaftliche Bearbeitungen erfahren, da die seit uralten Zeiten in der Medicin verwandte Droge Interesse für ihren Ursprung erweckte. So hatte bereits 1836 Guibourt sich in seiner „Histoire des drogues simples“ mit der Gewinnungsweise der *Aloë* beschäftigt. Robiquet nennt 1846 als Ursprung derselben im Gefässbündelsystem vorhandene Interzellularräume.

Wiggers giebt 1847 in seinem Lehrbuch der Pharmacognosie einfach an, dass der Aloësaft in den Gefässen unter der Epidermis enthalten sei.

Schroff erwähnt 1853 in Schroff-Buchners „Repertorium der Pharmacie“, dass junge Blätter kein Aloë enthalten. Unger (Anatomie und Physiologie) 1855 erklärt bereits eine Gruppe prismatischer, die Gefässbündel begleitender Zellen und ausserdem interzellulare Canäle für das *Aloë*gewebe.

Berg und Schmidt halten 1858 nur jene dünnwandigen Parenchymzellen, welche, tangential gestreckt, die Bündel umgeben, für den Ursprung der *Aloë* und fügen hinzu: Der Aloësaft befindet

¹⁾ Journal of the Linnean Society 1880.

sich daher nicht in eigenen Gefässen und kann auch nicht durch Verwundung des Blattes erhalten werden.

Gasparrini 1863 bezeichnet in einer Abhandlung der Academie der Wissenschaften zu Neapel cylindrische Interzellularräume zwischen Assimilations- und Centralgewebe als Ursprungsstellen des Aloësaftes. Zaccharias beschreibt 1879 in der Botanischen Zeitung Verkorkungen der Zellwände der *Aloë*zellen, wie der Rhabridenbündelschläuche und einiger Zellen des centralen Gewebes.

Alle diese bisherigen Angaben stützen sich aber nur auf Untersuchungen einiger weniger Pflanzen, die erste umfangreichere, zahlreiche Arten behandelnde Arbeit erschien im Jahre 1871 von Trécul¹⁾. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit sind kurz skizziert folgende:

Der Inhalt der Zellen des Centralgewebes ist eiveisshaltiger Schleim. Die Saftzellen sind theils bleibend, theils zerdrückt und resorbiert, bei starker Entwicklung benachbarter, sie liegen in den Gefässbündeln ausserhalb des Phloems. Der Saft ist bitter, farblos bis dunkel, veränderlich je nach Alter und Wohlbefinden der Pflanze, am reichlichsten in lebhaft vegetierenden Theilen, wo er ein schaumiges Aussehen besitzt, während er in weniger lebenskräftigen Zellen homogen ist und sich meist später zu Harzkugeln verdichtet.

Aehnliche Harzkugeln sind im Assimilationsgewebe und in den das Gefässbündel umgebenden Zellen vorhanden, welche letztere oft von einem gelben, aloëähnlichen Saft erfüllt sind. Die Saftzellen können ersetzt werden durch Bastfasern, völlig fehlen oder beide zugleich vorhanden sein. Letzteres veranlasst T. zu dem Schluss, dass beide Zellarten nicht gleichwertig sind. T. weist die Angaben Ungers und Gasparrinis (das Vorkommen ausserhalb der Gefässbündel befindlicher, Aloësaft enthaltender Interzellularräume betreffend) nicht durchaus zurück, sondern ist der Meinung, dass nur die Untersuchung in einem südlicheren Klima diese Frage entscheiden könne. (Diese Untersuchung ist bisher nie in der Heimat der Pflanze geschehen, trotzdem wird aber meist die Frage des Ursprungs der *Aloë* als vollkommen gelöst betrachtet.) Zum Schluss schildert T. noch in eingehender Weise die vorkommenden Crystallformen.

Im Jahre 1884 hat dann Prollius eine die ganze Pflanze betreffende Arbeit veröffentlicht²⁾, jedoch beschränken sich seine Untersuchungen mit Ausnahme des Stammes und der Wurzel von *Aloë arborescens* nur auf Blätter. Wesentlich neue Thatsachen hat P. den Trécul'schen Untersuchungen kaum hinzugefügt.

¹⁾ Du suc propre dans les feuilles des Aloës (Annales des sciences naturelles XIV).

²⁾ „Ueber Bau und Inhalt der Aloëneen-Blätter, -Stämme und -Wurzeln“. Archiv der Pharmacie 22. B. 15. Heft.

Im Gegensatz zu diesen stellt er fest, dass der Inhalt der Zellen des Centralgewebes aus Celluloseschleim bestehe. Die Gefässbündel des Stammes nennt er collateral und beschreibt solche, deren Phloem und Xylem nur nach der Aussenseite des Stammes von einer Sklerenchymscheide umfasst wird und andere, bei denen diese das ganze Bündel umgiebt, wobei die Gefässe sehr reduciert sein können oder ganz fehlen; jene Sklerenchymscheide hält er für dem Grundgewebe angehörend.

Eine dritte, ganz den Aloënen gewidmete Arbeit stammt von Macqret¹⁾; die Ergebnisse derselben lassen sich nach einem die Arbeit eingehend behandelnden Artikel in dem „Journal de Pharmacie et de Chimie“, 1888 folgendermassen zusammenfassen: 1. Die das Gefässbündel der Blätter umgebenden tangential gestreckten Zellen entsprechen der Endodermis des Stammes, dessen Pericykel im Blattbündel die Aloëzellen und eine einfache Zellschicht um das Xylem bildet. 2. Die in den Endodermiszellen liegenden Kugeln bestehen aus Gerbsäure.

Dann hat im Jahre 1890 Lanza eine Arbeit veröffentlicht, welche von einem durchaus anderen Gesichtspunkte die Aloënenblätter betrachtet, nämlich mit dem Hauptzwecke auf Grund anatomischer Charactere eine bessere systematische Gruppierung der Familie zu ermöglichen²⁾. Er kommt aber zu dem Resultat, dass es keinen anatomischen Unterschied giebt, welcher eine Trennung der Aloënen in fünf Gattungen rechtfertigt; auch die bisher allgemein benutzten blütenmorphologischen Unterscheidungsmerkmale seien weder constant für die betreffende Gattung, noch überhaupt scharf systematisch scheidende Charactere.

Den anatomischen Untersuchungen weicht er nur kürzere zusammenfassende Capitel, während er biologische Gesichtspunkte sehr interessant und eingehend behandelt.

Diesen grösseren Arbeiten stehen nun zahlreiche Veröffentlichungen gegenüber, welche die Aloënen nur mit berücksichtigen. Die wichtigsten hiervon sind folgende:

Ueber Spaltöffnungen sind Beschreibungen erschienen in den Lehr- bzw. Handbüchern von Schacht, Strassburger u. a.; Schleiden beobachtete bereits 1861 Verstopfungen mit Harzkugeln³⁾. Besonders aber in Italien sind die Aloënen-Spaltöffnungen Inhalt vieler Arbeiten gewesen. Gasparrini hat schon 1812 in einer

¹⁾ Macqret: Étude sur l'aloës. Thèse soutenue à l'école de pharmacie de Paris. 1888.

²⁾ Lanza: „La struttura delle foglie nelle Aloëneae ed i suoi rapporti con la sistematica“: Malpighia IV. Jahrgang S. 145.

³⁾ Grundzüge der wissenschaftl. Botanik.

Abhandlung¹⁾ ferner ebenso 1844²⁾ zu zeigen versucht, dass bei ihnen eine cuticularisierte Membrantasche existiere, welche die Epidermis mit den Schliesszellen verbindet, eine derartige Spaltöffnung nannte er „Cistoma“.

1879 hat dann G. Licopoli³⁾ in einer Veröffentlichung dieses Cistoma Gaparrinis aufrecht zu erhalten versucht und genauer definiert als eine dünne, sackartige, unten völlig geschlossene Cuticula-Einsenkung, welche die Spaltöffnung wie eine Tapete auskleidet, so dass diese nur noch als ein „dialysatorischer Apparat“ functioniere.

Diese letzte Auffassung widerlegt A. Mori⁴⁾, indem er an zehn Pflanzen, darunter auch *Aloë vulgaris* nachweist, dass die cuticularisierte Membrantasche niemals unten völlig geschlossen ist, sondern nur bis zu den tief eingesenkten Schliesszellen reicht, oder etwas darüber hinaus, mithin eine nebensächliche Bildung ist und der aufgestellte Name Cistoma keine Berechtigung hat. — Die Ausbildung des chlorophyllfreien Centralgewebes der Blätter bis zur Epidermis, welche in den biologischen Schlüssen Lanzas eine grosse Rolle spielt, erwähnt bereits 1872 Pfitzer⁵⁾ in der grösseren Abhandlung: „Beiträge zur Kenntnis des Hautgewebes der Pflanzen“, wo auch bereits darauf hingewiesen wird, dass dies besonders bei Bäume und Felsen bewohnenden Pflanzen vorzukommen pflegt; es werden dort als Uebergänge zwischen dem centralen und dem an der Oberfläche liegenden Wassergewebe beispielsweise angeführt: *Aloë cuspidata*, *A. planifolia*, *A. tessellata* und *A. atrovirens*.

Von De Bary ist die Cuticula der Blätter eingehender untersucht worden⁶⁾. Die Verdickungsschicht des Stammes wird von ihm bereits als ein Urmeristem bezeichnet, welches bis dicht unter den Stammscheitel reicht. Hierüber veröffentlicht Poulsen später noch einmal einen Artikel⁷⁾, indem er nachzuweisen sucht, dass die Meristemzone im Stamme von *Aloë arborescens* weder Pericykel noch Phellodermbildung, sondern von Anfang an im Meristem vorhanden ist.

Im Jahre 1886 bildete die Entwicklung der Tracheiden des Stammes einen Anlass zu Meinungsverschiedenheiten. G. Krabbe⁸⁾ will sie durch Auswachsen einer Zelle um das 38fache erklären, Kny

1) Ricerche sulla struttura degli stomi (Neapel 1812).

2) Nuove ricerche sulla struttura dei cistomi (Neapel 1844).

3) Gli stomi e le glandole nelle piante (Neapel 1879).

4) „Sul Cistoma“, Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. XII. 1880.

5) Pringsheims Jahrbücher Bd. VIII.

6) De Bary: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne (p. 81).

7) Poulsen: Bot. Tidskrift. 1893.

8) G. Krabbe: Das gleitende Wachstum bei der Gewebbildung der Gefässpflanzen (Berlin).

weist dagegen nach¹⁾, dass sich dieselben durch Resorption von Querwänden in sehr junglichem Alter bilden, und schlägt vor, sie daher „kurze Gefässe“ zu nennen.

Die in den Blattbündeln vorkommenden Sekretzellen hat Koschewnikow²⁾ in ganz derselben Ausbildung in den Blumenblättern gesehen.

Die Keimung der Aloënen ist von G. Klebs³⁾ und auch von M. Ebeling behandelt worden⁴⁾.

Beobachtungen über den Vegetationspunkt finden wir in einer allgemeinen Arbeit von K. Schumann⁵⁾.

Die biologische Bedeutung des Aloësaftes als ein Schutzmittel gegen Thiere führt Goebel an⁶⁾, der auch die eigentümliche Verteilung des Assimilationsgewebes bei *Haworthia retusa* zuerst beschrieben hat.

Ueber die morphologische Litteratur ist mir nur wenig bemerkenswertes bekannt geworden. Eingehender scheint sich nur Th. Irmisch damit beschäftigt zu haben, welcher 1850⁷⁾ an *Aloë margaritifera* die Sprossverhältnisse der blühenden Pflanze als sympodiale beschreibt. In einer Fussnote zu einer anderen in der Festschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Halle erschienenen Abhandlung⁸⁾ berichtet er dann, dass die *Aloë*, an der er 1850 jene erwähnten Untersuchungen vorgenommen habe, nicht *A. margaritifera*, sondern *A. verrucosa* gewesen wäre. Im Jahre 1875 beschreibt er dann noch einmal bei *A. verrucosa* das Vorkommen von zwei bis drei Laubsprossen in der Achsel eines Tragblattes⁹⁾.

Wie wenig aber die ersteren Untersuchungen von Irmisch berücksichtigt worden sind, zeigt deutlich der Umstand, dass bei der Bearbeitung der Liliaceen in den „natürlichen Pflanzenfamilien“ als Unterscheidungsmerkmal der *Aloënae* von den *Kniphofinae* der axilläre

1) Berichte der botanischen Gesellschaft. 1893.

2) Koschewnikow: Anatomie von Blumenblättern.

3) G. Klebs: Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung: Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen, Bd. I.

4) Max Ebeling: Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen. (Flora 68. Jahrg.)

5) K. Schumann: Morphologische Studien über Blattstellungen in gewundenen Zeilen.

6) Goebel: Pflanzenbiologische Schilderungen.

7) Thilo Irmisch: Zur Morphologie der monocotylichen Knollen und Zwiebelgewächse. 1850.

8) Irmisch: Beiträge zur Kenntnis der Keimpflanzen und Sprossverhältnisse einiger Alstroemerien und einiger Pflanzen aus anderen nahe verwandten Familien (Festschrift der „Naturforsch. Gesellschaft zu Halle“ 1879).

9) Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen, V 1875.

Blütenstand angegeben ist, während Irmisch ihn bereits für terminal erklärt hatte.

Diese letzteren Widersprüche waren es besonders, zu deren Lösung mein hochverehrter academischer Lehrer, Herr Geh. Hofrat Pfitzer die Liebenswürdigkeit hatte, mir die folgende Arbeit zu empfehlen und ergreife ich daher mit Freuden die Gelegenheit, an dieser Stelle hierfür, sowie für die reichlich empfangene Anregung und Unterstützung bei derselben und die bereitwilligste Ueberweisung der untersuchten Pflanzen aus dem hiesigen botanischen Garten meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

An getrocknetem Material wurde nur Blatt und Blütenstiel von *Aloë Wilmsii* (spec. nov.) Diels untersucht, einer in Natal an verlassenen Kaffernkralen gewachsenen Pflanze, die Herr Dr. Wilms, Berlin, mir gütigst übersandte.

Im Verlauf der Arbeit erschienen die aus der Litteratur ersichtlichen Widersprüche und Lücken von genügender Bedeutung, um auch eine eingehende anatomische Studie zu rechtfertigen; ferner liessen die gewonnenen Resultate einen Vergleich mit den morphologischen und anatomischen Characteren von *Kniphofia* sehr erwünscht erscheinen.

A. Morphologischer Teil.

1. Ueber die Blattstellung.

Ueberblicken wir die grosse Zahl der Aloineen, so bemerken wir, dass in der Gattung *Aloë* die bei weitem grösste Menge der Arten mehrzeilige Blattstellung besitzt, nur in der Gruppe der *Acaules* [Baker] (*A. Cooperi* und *A. Kraussii*) sowie bei *Rhipidodendron* [Willd.] (*A. plicatilis*) finden wir zweizeilige Blattstellung.

Den directesten Gegensatz bildet daher die Gattung *Gasteria*, wo die Mehrzahl der Arten dauernd zweizeilige Blattstellung hat, während diese bei vielen anderen noch lange erkennbar bleibt.

Bei *Haworthia* und *Apicra* sind nur Blattstellungen mit drei- bis vielzeiligen, oft schiefen Spiralen vorhanden.

Wenn man dagegen Keimpflanzen untersucht, so dürfte man auch bei diesen letzteren Gattungen kaum solche finden, wo nicht wenigstens die ersten beiden Laubblätter zweizeilig angeordnet sind.

So wurden beobachtet Keimpflanzen von

<i>Aloë africana</i>	mit 5	zweizeiligen	Blättern,
„ <i>purpurascens</i>	„ 3	„	„
„ <i>saponaria</i>	„ 5	„	„
„ <i>serra</i>	„ 4	„	„
„ <i>supralaevis</i>	„ 8—9	„	„

<i>Haworthia denticulata</i>	mit	2—4	zweizeiligen	Blättern
»	<i>fasciata</i>	»	2—4	»
»	<i>granata</i>	»	3	»
»	<i>Reinwardtii</i>	»	4	»

Es scheint also die zweizeilige Blattstellung auch in diesen Gattungen die ursprüngliche zu sein, welche sich nur bei *Gasteria* am meisten erhalten hat.

Wie und wodurch erfolgt nun aber diese für die Pflanze so günstige Umwandlung der zweizeiligen Blattstellung in die mehrzeilige?

In den „Natürlichen Pflanzenfamilien“¹⁾ findet sich die Angabe: durch Drehung des Stammes.

Die Beobachtung des Vegetationspunktes entsprach jedoch besser den Regeln der mechanischen Blattstellungstheorie.

Bei *Aloë supralaevis* liess sich zeigen, dass beim Uebergang der zweizeiligen in die mehrzeilige Blattstellung auch die Blattanlagen des Vegetationspunktes eine Aenderung erfahren hatten, indem sie von der sich gegenüberstehenden streng symmetrischen Ausbildung zu asymmetrischen Formen übergegangen waren, wodurch eine Verschiebung der jüngeren Blattanlagen aus der Mediane der zweizeiligen Blattstellung erfolgt war. Aehnlich waren die Verhältnisse noch erkennbar an einem Exemplar von *Aloë Schweinfurthii* mit $\frac{2}{5}$ Blattstellung. Bei einer älteren *Haworthia semimargaritifera* mit $\frac{3}{8}$ Blattstellung war dagegen in der Bildung der Blattanlagen um den Vegetationspunkt eine zweizeilige Anordnung nicht mehr wahrzunehmen, die Asymmetrie der jungen Blattanlagen trat aber auch hier ebenso deutlich hervor wie bei *Aloë supralaevis*.

Eine eingehende Untersuchung dieser letzteren ergab, dass neun genau zweizeilig sich gegenüberstehende Blätter vorhanden waren, das zehnte ebenfalls schon völlig entwickelte Blatt hatte dagegen eine Drehung gemacht, indem es sich aus der Mediane der zweizeiligen Blattstellung in umgekehrter Richtung des Uhrzeigers um ungefähr $\frac{1}{8}$ des Kreisumfanges herausgewendet hatte. Mit dieser Aenderung der Blattstellung war nun auch eine ganz wesentliche Aenderung in der Ausbildung des Blattgrundes erfolgt. Der dem Blatte genau gegenüberliegende Teil der stengelumfassenden Blattscheiden hatte vom Grunde des Stammes an ganz allmählich an Höhe zugenommen bis zum neunten Blatte, um dann plötzlich beim zehnten eine Reduktion seiner Höhe um $\frac{3}{4}$ zu erleiden. Durch die Zahlenwerte der angestellten Messungen belegt, erhalten wir folgende Reihe:

Den vom Grunde des Stengels an gezählten Blättern entsprechen

¹⁾ II. 5 p. 42.

die darunter stehenden, in mm ausgedrückten Höhen der den Spreiten gegenüberliegenden Stellen der Scheiden:

Blatt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(11)
mm:	7	7,5	8	—	18	—	19	20	21	5	(2)

Dabei war das elfte Blatt noch nicht völlig ausgebildet.

Die Internodien zeigten folgende Längen: zwischen den ersten vier Blättern je 2 mm, zwischen den folgenden fünf Blättern je 3 mm; dann folgte das zehnte Blatt mit einem Internodium von 1 mm. Immerhin sind vielleicht diese letzteren Werte von geringer Bedeutung, indem eine nachträgliche Streckung des jüngsten Internodiums nicht ganz ausgeschlossen schien; doch soviel geht wohl aus den Beobachtungen hervor, dass mit der Aenderung der Ausbildung der Blattscheiden am zehnten Blatte auch eine wesentliche Aenderung der Druckverhältnisse auf die jüngeren Blattanlagen erfolgen musste, welche wohl zu jener Asymmetrie führen konnte, die uns in den jugendlichen Blatthöckern entgegentritt.

Einige weitere Beobachtungen ergaben, dass die Richtung der Abweichung aus der Mediane der zweizeiligen Blattstellung zwar stets in demselben Sinne erfolgte, wie sie begonnen hatte, dass aber diese Anfangsrichtung bei derselben Art durchaus verschieden war.

So wurden von *A. supralaevis* zehn Pflanzen beobachtet, bei denen in dem Wechsel der Blattstellung eine ziemliche Constanz insofern herrschte, als dieser fast stets erst zwischen dem achten bis zehnten Blatte erfolgte; um so veränderlicher war die Richtung der Ablenkung. Bei vier Individuen geschah sie in der Drehungsrichtung des Uhrzeigers, bei sechs in umgekehrter.

Bei *A. purpurascens* ging dieser Wechsel der Blattstellung bei einem auf dem grösseren Sandbeet des Warmhauses freistehenden Exemplar beim vierten, bei einem andern, nahe an einem Stein wachsenden, erst beim neunten Blatte von statten. Auch zwei Keimpflanzen von *Haworthia denticulata*, die sich in demselben Blumentopf befanden, zeigten die entgegengesetzte Richtung der Ablenkung.

Diese Thatsachen scheinen zu beweisen, dass nicht innere Ursachen diesen Wechsel der Blattstellung bedingen, denn dann müsste die Richtung der Ablenkung bei derselben Art von grösserer Constanz sein, sondern dass es äussere Veranlassungen sind, die ihn bewirken.

II. Ueber die Stellung des Blütenstandes.

Die Entscheidung dieser in der Litteratur-Angabe berührten Frage wurde zuerst an einem älteren Exemplar von *Haworthia margaritifera* (Haw.) versucht, welches eine ganze Anzahl trockener Blütenschäfte besass. Es war daher nach den Angaben von Th. Irmisch, dass ein einmal zur Blüte gelangter Aloësspross zu jedem Blatte auch einen

Blütenstengel wenigstens anlege,¹⁾ zu erwarten, dass auch bei dieser Pflanze sich am Vegetationspunkt Anlagen junger Blütentriebe finden lassen würden, durch die ihre Stellung entschieden werden konnte. Diese Annahme erwies sich jedoch als vollkommen irrig, indem am Sprossgipfel hier zur Zeit nur Blattanlagen entstanden. Der jüngste vorhandene trockene Blütenstiel gestattete aber nicht, bei der hier herrschenden complicierten Blattstellung, wo die Ausbildung stengelumfassender Blattscheiden nicht vorhanden war, einen sicheren Schluss auf seine terminale oder axilläre Stellung zu ziehen.

Bei weitem günstiger verlief dagegen die Untersuchung an einem ebenfalls älteren Exemplar von *Gasteria retata* (Haw.), welches eine streng zweizeilige Blattstellung und zahlreiche trockene alte Blütenschäfte besass.

Es ergab sich hier durch vorsichtiges Freipräparieren der Reste jener ältesten Blütenstände, dass dieselben in der Scheide desjenigen Blattes standen, welches ihnen gegenüber am Stamme entwickelt war (Fig. 1).

Das, von der Spitze her gerechnet, sechste Blatt umfasste mit seiner Scheide einen Blütenschaft (F 6), während zwischen diesem und seinem Blatte der neue Spross hervorgegangen war. Das an diesem entstehende Blatt (B 5) war mit seiner Rückseite jenem Blütenstiel zugewendet und umfasste mit seiner Scheide wieder einen Blütenschaft (F 5), welcher jetzt bei oberflächlicher Betrachtung in der Achsel des sechsten Blattes zu stehen schien.

Die richtige Beobachtung der Blattscheide konnte jedoch schon über seine wahre Stellung Aufschluss geben. Zwischen ihm und seinem (dem fünften) Blatte hatte sich wieder ein neuer Spross gebildet, welcher in gleicher Weise ein dem vorigen Blütenstande adosiertes Blatt (B 4) erzeugte, und in dessen Blattscheide wieder ein Blütenstand (F 4) erschienen war. So liessen sich bis zur Spitze hin in jeder Blattscheide die Reste von Blütenstengeln nachweisen; immer entstand zwischen ihnen und dem sie scheidig umfassenden Blatte der neue Trieb.

Die terminale Lage des Blüten sprosses wurde ausserdem noch am Vegetationspunkte bewiesen, wo ein ganz junger, kaum 1 cm grosser Blütenstand vorhanden war (Fig. 2).

Auf Längsschnitten, welche die zweizeilige Blattstellung median trafen, war sehr gut zu beobachten, dass dieser junge Blütenstand (F 1) von dem obersten, noch nicht ganz entwickelten Laubblatte (B 1, S 1) scheidig umfasst wurde, und dass zwischen diesen beiden Organen die junge Vegetationsknospe angelegt war, aus der sich der neue Spross entwickelt haben würde.

¹⁾ a. a. O. S. 88.

Es ergab sich also aus diesen Beobachtungen eine sympodiale Sprossverkeftung mit so viel terminalen Blütenständen, wie Laubblätter vorhanden waren. da jedes Sympodium nur aus einer sehr kurzen Achse bestand, die ein Laubblatt trug, und mit dem Blütenstand endete; dieses Laubblatt war zugleich das Tragblatt des neuen Sprosses.

Bemerkenswert erschien noch die Entwicklung eines Nebentriebes am fünften Blütenstiel (Fig. 1 F. 5). Derselbe war 2 cm oberhalb der Basis jenes Blütenstiels an der median vorderen Seite desselben entwickelt und besass zwei kleine fleischige Blättchen (T, V), die in der Mediane der Blattstellung des Hauptsprosses angelegt, nur durch die ziemlich eng stehenden unteren Teile der Blätter jenes, aus dieser etwas seitlich verdrängt waren. Das erste Blatt dieses kleinen Triebes (T) war seiner Ursprungsachse abgewandt, das ihm gegenüberstehende zweite Blatt (V) ihr adossiert.

Die Achse jenes Blütenstandes war bis zu diesem kleinen Spross fleischig geworden, um oberhalb desselben zu vertrocknen. Da diese Achse nach der dargelegten Sprossfolge die unmittelbare Fortsetzung des Achsenstückes der Mutterpflanze ist, so können wir erwarten, dass jener Laubspross in der Achsel eines Tragblattes steht. Dies an der sympodialen Achse des Muttersprosses zu suchen, wäre aussichtslos, da wir für jedes Blatt bereits einen Achselspross festgestellt haben.

Dagegen kommen wir zu sehr befriedigenden Resultaten, wenn wir die bisher angenommene Regel, dass jeder Spross nur ein Laubblatt entwickelt, durchbrechen und in dem ersten Laubblatt des Nebentriebes (T) die Entwicklung eines zweiten Blattes jener mit dem Blütenstand abschliessenden Achse erblicken; sowohl das Gesetz der Alternanz ist dadurch gewahrt, als auch die bei den Monocotyledonen so vielfach vorkommende Stellung des dem Mutterspross adossierten Vorblattes (V) bestätigt.

Auch die von Irmisch beobachtete *Gasteria verrucosa* war in dem Warmhause des hiesigen botanischen Gartens zur Blüte gelangt, und war es nicht schwer, an derselben die terminale Stellung des Blütenstandes zu bestätigen.

Gleichfalls blühte dort ein älteres Exemplar von *Lomatophyllum macrum*, welches ebenfalls seinen Blütenstand in der Scheide des stengelumfassenden Blattes entwickelt hatte, und zwar auch in derselben dem Blatte gegenüberstehenden Stellung, so dass zwischen beiden sich der neue Spross entwickelte.

Daher war auch hier bei *Lomatophyllum* eine sympodiale Sprossverkeftung vorhanden und der Blütenstand terminal.

Nach diesen gewonnenen Resultaten tritt uns die Frage entgegen, ist der Spross der Aloëneen überhaupt von Anfang an sympodial

aufgebaut oder findet diese Erscheinung nur an blühenden Exemplaren statt?

Hiernach angestellte Untersuchungen an nicht blühenden jungen Exemplaren ergaben, dass die Blattscheiden bei diesen an den dem Blatte gegenüber sich befindenden Stellen durchaus keine Spur etwa eines rudimentären Sprossfortsatzes enthielten, sondern die Pflanze hier rein monopodial aufgebaut erschien.

Demnach können wir als das Resultat dieser Untersuchungen zusammenfassen, dass die Aloënen ebenso, wie in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ für die Kniphofineen angegeben, einen terminalen Blütenstand besitzen, dass der Spross der nicht blühenden Pflanze monopodial aufgebaut ist, der blühenden dagegen ein innig verwachsenes Sympodium mit sehr kurzen Gliedern darstellt.

B. Anatomischer Teil.

I. Wurzel.

Untersucht wurden Wurzeln von: *Aloë aurantiaca* Baker, *A. echinata* Wild., *A. obscura* Mill., *A. purpurascens* Haw., *A. saponaria* Haw., *A. Schweinfurthii* Baker, *A. soccotrina* Lam., *A. supralaevis* Haw., *Gasteria angulata* Haw. (= *Aloë Lingua* β *crassifolia*, Bot. Mag. 838), *G. disticha* Haw. (= *Aloë Lingua* α , Bot. Mag. 979), *G. retata* Haw. (= *Aloë dictyoides*), *G. sulcata* Haw., *Haworthia denticulata* Haw., *H. fasciata* Haw., *H. margaritifera* Haw., *H. tessellata* Haw., *Apicra spiralis* Haw., *Lomatophyllum macrum* Haw.

Da die Hauptwurzel sehr frühzeitig abstirbt, sind an älteren Pflanzen nur Adventivwurzeln vorhanden, welche mitunter oberhalb der Erde zwischen Blattresten aus dem Stamme hervorbrechen. Am weitesten war diese Erscheinung bei *Aloë obscura* entwickelt, wo viele Centimeter über dem Boden zwischen den Blattnarben Wurzeln aus dem Stamme hervorsprossen, die hier so wenig positiv geotropisch waren, dass sie den Erdkreis des Blumentopfes gar nicht erreichten, sondern über den Rand weiter wachsend, mehr als 20 cm lang wurden, ohne Boden zu berühren. Sie waren dicht mit sehr kurzen Haaren bekleidet, hatten einen Durchmesser von 0,4 cm und erschienen sonst völlig frisch und normal entwickelt. Indem die papillenartige Verlängerung der Oberhautzellen einen dichten Haarfilz erzeugt (Fig. 3), welcher wie ein Velamen zu functionieren vermag, darf man diese nur bei *A. obscura* beobachteten Gebilde wohl in Analogie mit den Luftwurzeln von Araceen und Orchideen bringen.

Alle untersuchten Wurzeln zeigten den allgemeinen Bau der Monocotyledonenwurzeln und die Entstehung der Gewebe erfolgte wie bei den Liliaceen. Die Wurzelhaube besitzt ihr Kalyptrogen; Dermatogen und Periblem gehen aus gemeinschaftlichen Initialien hervor

und das Plerom entwickelt sich gesondert. Bei *A. echinata* konnte einmal beobachtet werden (Fig. 4), wie die dem Dermatogen (D) und Periblem (Pe) gemeinsame oberste Zelle durch eine pericline Teilung eine Zelle zum Plerom (Pl) abgab; doch war dies ein vereinzelt dastehender Fall, welcher nicht öfter bemerkt wurde. Die Epidermis bleibt sehr lange erhalten und besitzt dann oft noch in verhältnismässig hohem Alter eine reichliche Haarbekleidung. Sie besteht auf Querschnitten aus sehr kleinen Zellen, die sich zu einem einzelligen Haar vorgewölbt haben. In der Längsachse der Wurzeln sind die Epidermiszellen gestreckt und die Oberhaut wölbt sich nahe dem oberen oder unteren Ende der Zelle nach aussen zur Haar-papille vor.

Die unter der Epidermis gelegene Schicht zeichnet sich vielfach durch besondere Grösse ihrer Zellen aus, deren Wände verkorkt und ziemlich regelmässig radial gestellt sind, so dass diese Zellschicht ganz das Aussehen der Epidermis selbst bekommt.

Die unmittelbar unter ihr gelegenen Zellen bilden sich dann meist später zum Phellogen aus (*A. obscura* [Fig. 3], *A. purpurascens*, *A. Schweinfurthii*, *A. supralaevis*; *Haworthia fasciata*, *H. tessellata*; *Gasteria disticha* und *G. sulcata*).

Dagegen sind unter der Epidermis zwei Zelllagen der Rinde verkorkt bei *Apicra spiralis* (Fig. 5), *Gasteria angulata*, *G. retata* und *Haworthia margaritifera*; drei bei *Aloë echinata* und *A. soccotrina* und sogar vier bis sechs bei *A. aurantiaca* (Fig. 6). Erst die innerhalb dieser gelegene Zellschicht bildete durch tangentielle Teilungen ein Phellogen, wenn letzteres überhaupt beobachtet werden konnte, was z. B. nicht der Fall war bei *Gasteria retata*, im Gegensatz zu *G. angulata*, wo die Phellogenbildung sehr frühzeitig eintrat. Dieses letztere war nur selten stärker thätig gewesen, in verhältnismässig alten Wurzeln von *Aloë soccotrina*, *A. obscura* und *Haworthia margaritifera* waren nur drei bis vier Zelllagen von ihm an den unverletzten Stellen gebildet, während bei jüngeren Wurzeln gewöhnlich nur die Anlage erkennbar war; ausnahmsweise hatte es in solchen von *Apicra spiralis* bereits fünf Schichten erzeugt, die ein stark verkorktes Periderm darstellten (Fig. 5). Durch seine tiefe Lage schied es bei *Aloë aurantiaca* die Rinde in zwei fast gleiche Hälften (Fig. 6). In den Zellen der äusseren bemerkt man auf Längsschnitten vielfach ringförmige zarte Verdickungen (Fig. 6a), welche selten um die ganze Zelle herumlaufen, meist nur viertelkreisförmig auf der äusseren Seite ausgebildet sind und hier zur Verstärkung der Membran dienen. Da sie oft sehr kurz und spitz sind, gewähren sie bei oberflächlicher Betrachtung ganz das Aussehen in die Zellen vorspringender Nadeln. Sie erweisen sich bei Einwirkung von Reagentien als ebenso verkorkt, wie die Wände dieser äusseren Rindenzellen. Die Rinde hat je nach

dem Durchmesser der Wurzeln eine sehr verschiedene Dicke. ihre Zellen sind länglich abgerundet parenchymatisch mit mässig grossen Interzellularräumen. Die innersten Schichten, welche an das centrale Gefässbündel anstossen, sind, abgesehen von der Endodermis, gewöhnlich nur durch eine geringere Weite ihrer Zellen ausgezeichnet. Besonders schön und regelmässig ist die Grössenzunahme nach der Peripherie bei *Gasteria sulcata* (Fig. 7). In alten Wurzeln findet bei vielen Arten eine Sklerose der innersten Schichten der Rinde, also auch der Endodermis statt, gewöhnlich sind dann ausserdem noch einzelne Zellen unregelmässig in der Rinde verstreut, die sich in gleicher Weise verdickt haben (Fig. 3).

Diese Ausbildung eines das Gefässbündel umgebenden Sklerenchymringes wurde beobachtet an alten Wurzeln von *Aloë aurantiaca*, *A. echinata*, *A. obscura* (Fig. 3), *A. soccotrina*, *Gasteria angulata*, *G. sulcata* (Fig. 7), *Apicra spiralis* und *Lomatophyllum macrum*.

Während aber bei *Gasteria angulata* und *Apicra spiralis* (Fig. 5) die Verdickung in den Endodermiszellen begann, erfolgte sie sonst früher in den ausserhalb derselben gelegenen Rindenzellen. In den meisten Fällen geschah die Ausbildung eines Sklerenchymringes erst in einem Stadium, wo die inneren Zellen des Gefässbündels sich bereits zum grössten Teil verdickt hatten (*Aloë echinata*, *A. supralaevis*), bei *Gasteria sulcata* (Fig. 7) waren jedoch schon in ganz jungen Wurzeln und sogar in Nebenwurzeln die innersten Rindenzellen sklerotisch, bevor im Centraleylinder des Gefässbündels Verdickungen eintraten. Wurden hier später Holzreactionen angestellt, so erwiesen sich die Zellen des Sklerenchymringes bei weitem stärker verholzt, als die Elemente des Gefässbündels. Durchlasszellen für Nebenwurzeln waren nicht vorhanden, vielmehr wurde der Sklerenchymring durch letztere gesprengt.

Die Neigung, einen Sklerenchymring auszubilden, ist gar nicht vorhanden in den Wurzeln von *Haworthia margaritifera*, bei welcher, trotzdem eine ziemlich alte Pflanze zur Untersuchung vorlag, keine Wurzel gefunden wurde, in deren Rindenzellen Verdickungen beobachtet werden konnten; auch in Wurzeln von *H. tessellata*, *Aloë Schweinfurthii*, *A. supralaevis* und *Gasteria retata* waren bereits die Zellen des Centraleylinders zum grössten Teil verdickt, ohne dass ausserhalb des Gefässbündels eine einzige Sklerose von Zellen erfolgte; jedoch waren diese untersuchten Pflanzen doch noch nicht genügend ausgewachsen, um einen bestimmten Schluss betreffs der Nichtausbildung sklerotischer Elemente in der Rinde ziehen zu können.

Die verdickten Zellen der Rinde waren durchweg gehöft getüpfelt, die Tüpfel bald ausserordentlich klein (*G. sulcata*), meist jedoch etwas grösser, schmal und schief (*Aloë aurantiaca*). Lagten die verdickten Zellen unmittelbar an einander, so trafen die lanzettlichen Hoftüpfel sich rechtwinklich kreuzend aufeinander.

Stets waren in der Rinde zahlreiche Rhaphidenbündelzellen vorhanden, welche sehr verschieden an Grösse, nie mit den umgebenden Zellen in innigem Contact standen, sondern anscheinend in Interzellularen gelegen waren.

Die Raphiden sind stets in den Wurzeln parallel der Längsachse gerichtet und ihre Zellen häufig reihenweis über einander angeordnet. In jungen Wurzeln von *Haworthia denticulata* wurden die Rhaphiden bereits dicht unterhalb der Wurzelspitze beobachtet, wo sie dann in Zellen lagen, die sich in nichts sonst von den benachbarten unterschieden.

In etwas älteren Teilen zeichneten sich diese Raphidenzellen durch Abrundung ihrer Zellwand aus, wodurch der enge Zusammenhang mit ihren Nachbarzellen gelöst wurde, und sie in wirkliche Interzellularräume zu liegen kamen.

Das spätere Wachstum erfolgte dann stets nur durch Dehnung der Membran; niemals wurde eine Perforation derselben durch die Crystallnadeln oder eine Verschmelzung der Wände mit denen benachbarter Zellen bemerkt.

In den unter der Epidermis gelegenen Zellen, sowie in den innersten Rindenzellen fanden sich sehr häufig gelb bis braun gefärbte, öltropfenartige Harzkugeln (auch bei *Lomatophyllum*), welche den im Blatt vorkommenden völlig gleichen; ebenso ist in den betreffenden Zellen nahe der Wurzelbasis oft ein gelber, flüssiger Inhalt vorhanden (*Aloë saponaria*, *Gasteria disticha* u. a.), welcher besonders reichlich in Zellen sehr junger Stämme erschien. Beide Vorkommnisse sind in den erwähnten Organen später genauer zu beschreiben.

Die Wurzeln von *Gasteria sulcata* besaßen sehr eigentümliche, etwas lang knollenartige Anschwellungen die dadurch entstanden waren, dass die Rinde um das Doppelte an Dicke zugenommen hatte, so dass die ursprünglich zwei Millimeter dicke Wurzel einen Durchmesser von über fünf Millimeter erreichte; jedoch war eine radiale Anordnung der Zellen, resp. eine durch nachträgliche Teilung aus einer Schicht entstandene Verdickung nicht erfolgt.

Das Gefässbündel hatte genau dieselbe Stärke.

Als ein bei den untersuchten Wurzeln ganz vereinzelt dastehender Fall ist das reichliche Vorkommen von Chlorophyll in der inneren Rinde von *Aloë aurantiaca* anzuführen (Fig. 6).

Auf Querschnitten erschien die Wurzel, welche nur mit einem kleinen Teil über den Boden hervorgetreten war, tiefgrün; mikroskopisch betrachtet, erwiesen sich die Zellen der Rinde, welche, wie oben beschrieben, durch Phellogenbildung von den äusseren verkorkten Schichten getrennt waren, als mit zahlreichen Chlorophyllkörnern angefüllt; mit Annäherung an die Endodermis nahm die Menge des Chlorophylls allmählich ab, um in der letzteren ganz zu verschwinden.

Das im ausgebildeten Stadium radiat-polyarche Gefässbündel zeigte in ganz dünnen jungen Wurzeln durchweg ein anderes Aussehen wie in dicken, welches bei den ersteren im allgemeinen bei den einzelnen Arten übereinstimmte.

Die Endodermis ist stets einschichtig und, so lange sie unverdickt ist, sind an ihr die Caspary'schen Punkte immer deutlich wahrzunehmen, bald als eng begrenzte, mittlere Schatten der Zellwände (*Haworthia margaritifera*), bald als unregelmässigere, die ganze Wand einnehmende dunkle Stellen (*Gasteria disticha*). Auf Längsschnitten erschien die Wellung der betreffenden Wände entweder sehr dicht und regelmässig oder gröber und unregelmässig. Im ersteren Falle resultierten zarte leiterförmige Bilder (*Aloë echinata*), im anderen waren diese nicht zu beobachten.

Mitunter trat eine Zerreissung der radialen Wände der Endodermis ein, wodurch sich das Gefässbündel von der Rinde löste (*Gasteria sulcata*).

Das unter der Endodermis gelegene Pericambium ist gleichfalls stets nur einschichtig und wurde auch in älteren Bündeln niemals durch Gefässe oder bis an die Endodermis reichende verdickte Zellen unterbrochen.

Die Anzahl der Gefässplatten und Siebgruppen war eine sehr wechselnde, immer in jungen Pflanzen und mitunter auch in nahe der Spitze befindlichen Teilen einer längeren Adventivwurzel geringer, als an älteren Pflanzen, resp. an den Wurzelbasen. So wurden gezählt an denselben Wurzeln von *G. disticha* an der Spitze 10, an der Basis 15 Xylemstrahlen.

Diese Zahlen waren bei *G. retata* 11 und 16, *Haworthia margaritifera* 11 und 17, *Aloë Schweinfurthii* 14 und 16, *A. supralaevis* 17 und 21.

Wurzeln einer ganz jungen *A. saponaria* enthielten nur fünf, einer Keimpflanze von *Haworthia denticulata* vier und einer ebensolchen von *H. fasciata* sechs Xylemstrahlen.

Auch Nebenwurzeln enthielten stets eine geringere Zahl von Xylemstrahlen als die Adventivwurzel selbst in völlig ausgebildeten Stadien. So waren bei *Lomatophyllum* in einer kräftigen Adventivwurzel 25, in einer gut entwickelten Nebenwurzel nur 10 Strahlen vorhanden. Bei *Aloë aurantiaca* entsprachen dem 11 und 5, bei *Gasteria angulata* 15 und 6, bei *G. retata* 16 und 7. Wenn nun aber auch die Zahl der Strahlen in den verschiedenen Teilen und Entwicklungsstadien der Wurzeln bei derselben Pflanze einer weitgehenden Schwankung unterworfen war, so herrschte doch eine gewisse Konstanz bei den ausgebildeten Adventivwurzeln der einzelnen untersuchten Arten.

So zeichnete sich durch die grösste Menge der beobachteten Xylemstrahlen *Aloë obscura* mit 35 aus, *Lomatophyllum* und *Gasteria*

sulcata besaßen 25 bis 28, *Aloë supraluevis* 21, *A. purpurascens*, *A. Schweinfurthii*, *A. soccotrina*, *Haworthia margaritifera*, *Gasteria angulata* und *G. retata* besaßen 15 bis 17, *Aloë aurantiaca* (Fig. 6) und *A. echinata* 10 bis 11 und *Apicra spiralis* nur 7 Xylemstrahlen (Fig. 5).

Die Anzahl der in den einzelnen Strahlen vorhandenen Gefäße war in gleicher Weise schwankend; sehr früh ausgebildet waren zwei bis fünf Ring- bis Spiralgefäße, sie sind gewöhnlich noch nicht radial centripetal gestellt, sondern unregelmässig dicht aneinander gefügt. Der Uebergang zu den inneren Tüpfelgefäßen war in der Grössenzunahme meist ein allmählicher; gewöhnlich bildeten letztere die unmittelbare Fortsetzung der Xylemstrahlen nach dem Centrum des Gefässbündels und nur ausnahmsweise traten einzelne Zellen dazwischen. Diese letzteren gehörten dem Centralgewebe des Gefässbündels an, das häufig als „falsches Mark“ bezeichnet, von van Tieghem genauer beschrieben und mit dem Namen „tissu conjunctif“¹⁾ belegt wurde. Dieses Verbindungsgewebe der Gefäss- und Bastbündel ist auch bei den Aloënenwurzeln durchweg in doppelter Zellschicht zwischen diesen Bündeln entwickelt und nimmt den ganzen centralen Teil des Leitbündels ein. In jugendlichen Wurzeln zeigt es gar keine Differenzierung seiner Zellen, in älteren tritt diese in ziemlich verschiedener Weise ein. Bei allen untersuchten älteren *Aloë*wurzeln bilden sich in unmittelbarer Nähe und zwischen den innersten Gefäßen, welche in diesem Stadium häufig noch keine ausgebildeten Wandverdickungen besitzen, einzelne Zellen dieses Verbindungsgewebes zu stark verdickten Sklerenchymelementen aus.

Diese Verdickung erfolgt meist in benachbarten Zellen nach einander, sodass sich allmählich ein mehr oder minder geschlossener Sklerenchymring bildet, welcher dann einen centralen unverdickten Teil des Verbindungsgewebes von den Gefässplatten und Siebgruppen trennt: so ist es bei *Aloë purpurascens*, *A. Schweinfurthii*, *Gasteria retata*; ferner bei *Aloë aurantiaca* (Fig. 6), *A. soccotrina* und *A. supraluevis*.

Bei den ersten dreien, wie bei *A. obscura* (Fig. 3), springt der Sklerenchymring nach aussen zackenförmig gegen die Phloemgruppen vor, bei den letzten dreien legt er sich gleich von Anfang an mehr an die Xylemstrahlen an.

Später erfolgt dann auch die Sklerose des centralen unverdickten Teiles. Bei *A. echinata* geschah diese letztere sehr früh und fast gleichzeitig in allen Zellen, so dass bald das ganze Innere des Gefässbündels sklerotisch erschien, während bei *A. soccotrina* (z. B.) schon

¹⁾ Ph. van Tieghem: Symétrie de Structure des Plantes vasculaires: Annales des sciences 5. Série, Botanique T. XIII.

recht alte Wurzeln noch wenigstens einige centrale unverdickte Zellen besaßen, ebensolche alte Wurzeln von *A. obscura* hatten ein sehr reichliches dünnwandiges Gewebe (Fig. 3) innerhalb des Sklerenchymringes. Während aber bei diesen *Aloë*-arten die in den älteren Teilen den Sklerenchymring bildenden Zellen auch in den jüngeren als einzelne verdickte Zellen oder Zellgruppen nahe den Gefäßen kreisförmig angeordnet erschienen, verhielten sich die untersuchten *Gasteria*-Arten anders. In den ältesten Wurzeln war ebenfalls ein ununterbrochener Sklerenchymring ausgebildet, welcher sich meist unmittelbar an die Gefäßplatten anlegte, das Centrum aber dünnwandig geblieben, in den schwächeren Wurzelenden nahmen dagegen die Sklerenchymelemente das Centrum ein und waren von den Gefäßplatten durch mehrere dünnwandige Zellen getrennt (Fig. 7). Noch auffallender trat ein Unterschied bei dünnen Nebenwurzeln hervor; während bei *A. aurantiaca*, *A. Schweinfurthii* und *A. supralaevis* die Mitte von einem verhältnismässig grossen Tüpfelgefäß eingenommen wurde, an das sich einzelne Gefäßplatten unmittelbar anschlossen und Sklerenchymzellen nicht entwickelt waren, wurde bei den *Gasterien* die Mitte des Gefäßbündels der Nebenwurzeln von einem Sklerenchymzellenstrang erfüllt.

Stets begann die Verdickung des Sklerenchymringes an der Wurzelbasis und hörte meist ganz allmählich auf, sehr plötzlich geschah dies aber bei *A. echinata*, wo an der Basis der Wurzel eine fast das ganze Centrum erfüllende Sklerenchymmasse vorhanden, 3 mm unterhalb jedoch keine sklerotische Zelle mehr auf dem Querschnitt wahrnehmbar war.

Bei *Haworthia margaritifera* kam es selbst in den ältesten Wurzeln der ziemlich alten Pflanze nicht zur Bildung eines geschlossenen Sklerenchymringes, nur einzelne ringförmig angeordnete sklerenchymatische Zellgruppen deuteten ihn an. Die Ausbildung desselben war auch nicht so abhängig von dem Alter der betreffenden Wurzel wie von dem der sie erzeugenden Pflanze. So wurde an einem jüngeren Exemplar von *Gasteria disticha* eine 13 cm lange an der Basis 3 mm dicke Wurzel untersucht, die noch keine Spur einer Zellverdickung zeigte, während bei älteren Pflanzen bereits Wurzeln von sehr geringer Länge Sklerenchymzellen besaßen (*Aloë supralaevis*). Immerhin schien auch der Zeitpunkt der Ausbildung letzterer bei den einzelnen Arten verschieden zu sein.

Die Symmetrie der Wurzeln war im Allgemeinen eine ziemlich weitgehende, selten nur wurde sie gestört durch einzelne ungleichmässige, bogenförmige Vereinigungen zweier Gefäßstrahlen nach innen zu (*Haworthia fasciata*, *Apicra spiralis* [Fig. 5], *Gasteria disticha*, *Aloë soccotrina*, *A. obscura* [Fig. 3]) oder durch stärkere Ausbildung letzterer an einer Seite, wo dann eine Nebenwurzel zu entstehen

pflegte (*A. purpurascens*). Nun kamen aber vielfach Fälle vor, wo sich in unregelmässiger Weise zwischen die jüngsten und älteren Gefässe der einzelnen Strahlen Zellen des Verbindungsgewebes eingeschoben hatten; diese verdickten sich später und beteiligten sich so an der Bildung des Sklerenchymringes. Die innersten Gefässe kamen dann mehr oder minder isoliert zwischen den Zellen des letzteren zu liegen (*A. echinata*, *Lomatophyllum*).

Dies bildete einen Uebergang zu den Fällen, wo innerhalb des Sklerenchymringes nicht mehr in radialer centripetaler Fortsetzung der Xylemstrahlen unregelmässig Gefässe oder Gefässgruppen entstanden, wie dies besonders schön bei *Gasteria sulcata* (Fig. 7) zu beobachten ist. Diese inneren Gefässe, die durchweg getüpfelte Membranen besitzen, erhalten diese Verdickung aber erst in einem sehr späten Stadium, wo die Sklerenchymzellen sich meist schon fertig ausgebildet haben, ihre Anlage ist aber schon frühzeitig, abgesehen von der Weite des Lumens, durch die radiale Anordnung der sie umgebenden Zellen erkennbar. Letzteres hat wohl Prollius veranlasst, diese jugendlichen Tüpfelgefässe in den Wurzeln von *Aloë arborescens* für Lücken im Gewebe, also für Interzellularräume anzusehen¹⁾. Da die Zellen des Verbindungsgewebes sich vor dem Verdicken abgerundet haben, so ist sowohl dann als auch später ein reichliches Interzellularräumssystem vorhanden. Diese Interzellularen erreichen aber niemals jene Form und Grösse wie sie Prollius skizziert.

Eine Begleitung der centralen Gefässgruppen durch Bastgruppen, wie sie in sehr alten Wurzeln von Dracaenen (u. a.) beobachtet ist²⁾, wurde zwar in den untersuchten Wurzeln nie wahrgenommen; da dieselben aber noch verhältnismässig dünn und jung waren, so ist ihr Vorkommen, aus einer analogen Entwicklung jener zu schliessen, vielleicht auch bei sehr alten *Aloë*-Wurzeln möglich.

Die Ausbildung des Sklerenchymringes sowohl wie der späteren centralen Gefässe schien in einem umgekehrten Verhältnis zu der Entwicklung der radialen Xylemstrahlen zu stehen. Wo, wie bei *Apicra spiralis* (Fig. 5) und in älteren Nebenwurzeln von *Lomatophyllum*, letztere eine grosse Entwicklung erreichen, so dass die centrale Gruppe des Verbindungsgewebes sehr klein ist, tritt eine Bildung von Sklerenchymzellen nur in geringem Masse ein. Andererseits findet man bei *Gasteria sulcata*, wo das Centrum des Verbindungsgewebes die zahlreichen, grossen Gefässanlagen besitzt, die radialen Xylemstrahlen sehr wenig entwickelt (Fig. 7).

Auf Längsschnitten wurde sehr deutlich das regelmässige Vor-

¹⁾ Archiv d. Pharmac. 22. B. p. 577. (1884.)

²⁾ De Bary: Vergleichende Anatomie etc. p. 376.

kommen ringförmiger Perforationen von Gefässquerwänden beobachtet¹⁾).

Meist waren diese wenig geneigt und vollständig perforiert, so dass nur ein ringförmiger Wulst bemerkbar war, bei einigen, z. B. *G. angulata*, waren mitunter auch sehr schräg gestellte Querwände vorhanden, welche durch eine grössere mittlere, unregelmässige Pore und mehrere kleine, seitliche offene Tüpfel durchbrochen waren.

Die verdickten Zellen des Verbindungsgewebes hatten stets eine langgestreckte Form mit zur Längsachse senkrechten oder etwas abgescrägten Querwänden, oder aber sie griffen mit spitz auslaufenden Enden prosenchymatisch in einander ein. Alle drei Fälle kamen bei derselben Art vor. Die Tüpfelung der Wände war meist mässig dicht und sehr fein, die Poren lanzettliche, schiefe, gehöfte Tüpfel, die bei aufeinanderstossenden verdickten Wänden sich rechtwinklig kreuzten.

Aus alten Wurzeln von *G. retata* durch Maceration isoliert Sklerenchymzellen zeigten eine sehr eigentümliche, unregelmässig die Zellen spiralig umlaufende, hellere Zeichnung, welche der schiefen Achse der Tüpfel parallel gerichtet war und durch geringere Verdickung des Membran an diesen Stellen erzeugt wurde (Fig. 8). An jüngeren Wurzeln derselben Art und sonst konnte diese Erscheinung nicht wieder beobachtet werden. Sehr interessant war das bei fast allen untersuchten Arten (*Aloë aurantiaca*, *A. obscura*, *A. soccotrina*, *A. supralaevis*, *Gasteria retata*, *G. sulcata* (Fig. 7a) und *Howorthia margaritifera*) constatierte Vorkommen dünner Querwände (q) in vielen der stark verdickten Zellen, wodurch diese gekammert erschienen. Es war jedoch nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese dünnen Wände nachträgliche Bildungen oder unverdickt gebliebene ursprüngliche Zellmembranen waren. Im letzteren Falle müsste eine Verschmelzung zweier oder mehrerer Zellen des Verbindungsgewebes stattgefunden haben. Hierfür sprach auch die anscheinend stets grössere Länge der gekammerten Sklerenchymzellen im Gegensatz zu den benachbarten unverdickten (bei *Gasteria retata* z. B. waren erstere 0,75, letztere 0,3–0,4 mm lang), während nirgends durch etwaiges Spitzenwachstum jener Sklerenchymzellen zerdrückte dünnwandige Zellen beobachtet werden konnten. Dagegen ist jedoch anzuführen, dass, obwohl es stets leicht möglich war, mittelst Immersion bei aneinanderstossenden, verdickten Zellen die Mittellamelle deutlich zu erkennen, es niemals gelang, die dünne Quermembran weiter zu verfolgen, als bis zur Berührungsstelle mit der sklerotischen Längswand.

¹⁾ In Uebereinstimmung mit den Caspary'schen Beobachtungen bei Asphodeleen- und Dracaena-Wurzeln: Monatsberichte der K. Academie d. Wissenschaften z. Berlin. 10. Juli 1862.

Ferner erfolgte durch Maceration mittelst chlorsaurem Kali und Salpetersäure auf kaltem Wege selbst nach tagelangem Stehen (*G. retata*), kein Zerfall dieser Sklerenchymzellen, obwohl sich in dem Präparat die Gefässe in ihre ursprünglichen Elemente getrennt hatten.

II. Stamm.

Untersucht wurden Stämme von *Aloë ciliaris* Haw., *A. echinata* Willd., *A. saponaria* Haw., *A. Schweinfurthii* Baker, *A. supralaevis* Haw., *Haworthia denticulata* Haw., *H. fasciata* Haw., *H. margaritifera* Haw., *Gasteria disticha* Haw., *G. retata* Haw.

Die Stämme der Aloëneen treten uns in zwei sich wesentlich von einander unterscheidenden Formen entgegen. Entweder sind die Internodien sehr kurz, die Blätter stossen an der Basis unmittelbar an einander und bedecken so die ganze Stammoberfläche, oder die Internodien sind gestreckt und zwischen den einzelnen Blättern ist bereits an den jugendlichen Teilen der Stamm von aussen erkennbar. Dieser letzte Fall wurde am meisten ausgeprägt bei *Aloë ciliaris* gefunden, einer Pflanze, die auch sonst durch ihren äusseren Habitus zu den meisten anderen Aloëarten in einen gewissen Gegensatz tritt. Von einem wenige Centimeter den Boden überragenden knollenartigen Rhizom entsprangen an dem untersuchten Exemplar anscheinend adventiv, elf steil aufrechte, dünne Zweige, von denen die grössten über einen Meter lang und fast alle mehr oder minder verästelt waren. Sie erschienen völlig cylindrisch und waren mit ihren ziemlich glatten Internodien den Rohrstämmen gewisser Palmen nicht unähnlich; einer dieser Zweige liegt den Untersuchungen zu Grunde.

Bei den zuerst erwähnten Arten mit aneinander gedrängten Blättern war eine Epidermis gar nicht bemerkbar (*Haworthia margaritifera*, *Gasteria retata*, *Aloë echinata*). Bei *A. Schweinfurthii* und *A. supralaevis* waren die Internodien deutlich erkennbar, und die Epidermis konnte stellenweis beobachtet werden. Sie unterschied sich von der des Blattes bei *A. supralaevis* durch eine fast glatte Cuticula, bei *A. Schweinfurthii* dadurch, dass diese nicht mit der Celluloseschicht, wie im Blatte genauer beschrieben werden soll, durch vorspringende Zäpfchen verbunden war. Sehr eigentümlich verhielt sich die Oberhautschicht von *A. ciliaris*. Es kamen bei dieser Pflanze zweierlei ganz verschiedene Epidermiszellen vor, die einen völlig unverdickt, mit sehr dünner Cuticula, die anderen bis fast zum Schwinden des Lumens verdickt, mit stärkerer Cuticula, die besonders zwischen die Zellen etwas zackenförmig vorsprang. So merkwürdig diese Verschiedenheit auf den ersten Blick erscheinen möchte, so einfach erklärt sich dies Verhalten; erstere Oberhautzellen waren nämlich von den engschliessenden, stengelumfassenden Blattbasen dicht überdeckt, letztere

lagen frei an den Internodien. Auf Längsschnitten waren diese Verhältnisse leicht zu übersehen, namentlich an jüngeren Stammteilen.

Beide Formen der Epidermiszellen erschienen hier als langgestreckte Parenchymzellen. Die stark verdickten zeigten auf Querschnitten sehr schön concentrische Schichten, die von einfachen, auch nach aussen gerichteten Tüpfeln durchbrochen wurden, auf Längsschnitten waren diese als ovale in der Längsachse gestreckte Poren erkennbar.

Die Rinde ist gewöhnlich wenig entwickelt, bei *A. supralaevis* nimmt sie $\frac{1}{10}$, bei *Gasteria retata* und *Aloë ciliaris* $\frac{1}{8}$ des Durchmessers jederseits ein. Sie ist bei allen untersuchten Arten chlorophyllfrei, nur bei *A. ciliaris* enthalten ihre Zellen bis zu den innersten Schichten zahlreiche Chlorophyllkörner.

Stets sind auch in ihr, wie im Grundgewebe überhaupt, Rhaphidenzellen vorhanden, die bei vielen Arten in so grosser Menge vorkommen, dass ziemlich dünne Schnitte vor ihrer Entfernung fast undurchsichtig waren (*Gasteria retata*, *Haworthia margaritifera*).

Bei *Aloë ciliaris* traten in unmittelbarer Nachbarschaft der Gefässbündel zahlreiche, oft frei liegende Raphidenbüschel auf, wie sie Trécul¹⁾ und Prollius²⁾ eingehend beschrieben haben.

Nach innen zu grenzte die Rinde an eine kreisförmige Zone in tangentialer Teilung begriffener Zellen, die weiter unten genauer beschrieben werden soll; innerhalb dieser lag das Centralgewebe.

Bei den untersuchten Arten waren mit einer einzigen Ausnahme die Zellen des Centralgewebes nicht weiter differenziert und unterschieden sich von denen der Rinde nur durch eine grössere Länge.

Diese Ausnahme bildete *A. ciliaris*, bei welcher die äusseren Lagen des Centralgewebes sich zu einem stark verholzten Sklerenchymring umgebildet hatten, der in jüngeren Teilen ein bis drei Zellen stark, scharf nach aussen zu abgegrenzt war, nach innen dagegen allmählich in das dünnwandige Gewebe übergang. An älteren Stammteilen hatte er denn auch bedeutend an Stärke auf Kosten des centralen unverdickten Gewebes zugenommen.

Seine auf Querschnitten vier- bis sechseckigen Zellen sind acht bis zehnmal so lang als weit, meist parenchymatisch über einander gestellt, selten finden sich einzelne Prosenchymzellen. Durchweg sind die Zellen mit reichlichen, schiefen lanzettlichen, sich kreuzenden Hoftüpfeln versehen.

An Gefässbündeln können wir nach den Bestandteilen bei allen untersuchten Stämmen drei Arten unterscheiden; einmal solche, welche ausser der überall gleichmässig aus einigen Siebröhren und Cambi-

¹⁾ Trécul: a. a. O. S. 88.

²⁾ Prollius: a. a. O. S. 559, Fig. 3.

formzellen zusammengesetzten Phloemgruppe nur Ring- und Spiralgefässe enthalten, dann andere, welche nur Tracheiden (Fig. 10) und schliesslich solche, welche sowohl Tracheiden als auch Gefässe besitzen (Fig. 9). Was die Lage dieser einzelnen Elemente zu einander betrifft, so erscheinen die ersten fast stets collateral, die nur Tracheiden enthaltenden sind dagegen in den meisten Fällen verkehrt concentrisch, und die beide Elemente besitzenden von sehr unregelmässiger Gestalt. Enthielten diese letzteren nur wenig Tracheiden (Fig. 9), so lagen diese gewöhnlich an der den Gefässen gegenüberliegenden Seite des Phloems; waren dagegen die Tracheiden in grösserer Menge vorhanden, so umgaben sie oftmals rings das Phloem und die dann in geringerer Zahl vorhandenen Gefässe lagen als kleine Gruppe den Tracheiden unregelmässig an.

Die das Gefässbündel umfassenden Zellen des Grundgewebes haben wohl mitunter endodermisartige Formen; diese sind aber nur durch den Druck des sich vergrössernden Procambiumstranges erzeugt und besitzen niemals gefaltete Wände oder spätere Verdickungen (Fig. 10). In den jüngsten Teilen des Stammes fanden sich nur tracheidenfreie Bündel ausser den reichlich vorhandenen Procambiumsträngen, während in den ältesten Teilen nur Tracheiden enthaltende Bündel vorkamen und Gefässe äusserst minimal im Verhältnis zu jenen entwickelt waren. Wo ein stärkeres Dickenwachstum thätig gewesen, verliefen in den Zuwachsschichten nur Tracheiden enthaltende Bündel: im Centralgewebe war dagegen eine Regelmässigkeit in der Verteilung der verschiedenartigen Gefässbündel nicht erkennbar.

Ueber die Natur der einzelnen Leitbündel wird uns nur ein Verfolgen ihres Verlaufes Aufklärung geben können.

Querschnitte dicht unterhalb des Vegetationspunktes ergaben folgendes: Es waren einmal solche Procambiumstränge, welche in die Blätter eintraten, quer getroffen, dann aber auch andere in der Längsrichtung. Diese letzteren verliefen, indem sie jenen seitlich ausbogen, zwischen den Blattspursträngen und endeten im Vegetationspunkt. Sie waren radial angeordnet und hatten im Gegensatz zu den antiklinen Blattspursträngen einen periklinen Verlauf (*A. Schweinfurthii* und *A. echinata*); demnach treten sie niemals in die Blätter ein und sind die oberen procambialen Endigungen stammeigener primärer Bündel, an welche sich die Blattspurstränge mit oft recht scharf ausgeprägtem Winkel anlegen. Der weitere Verlauf dieser primären Bündel nach abwärts erfolgte in einem nach innen offenen, mehr oder minder regelmässigen, der Peripherie des Stammes zustrebenden Bogen, in älteren Teilen waren sie an der inneren Seite und parallel der Zuwachsschicht gelegen. Sie liessen sich in jungen Stämmen bis an die Basis verfolgen, wo sie zahlreiche Tracheiden enthielten und schliesslich in Verbindung mit den Wurzeln traten.

Beim Uebergang letzterer in den Stamm erfolgte eine Auflösung des radialen Wurzelbündels in der Weise, dass die einzelnen Stränge ziemlich regelmässig nach der Peripherie ausbogen, um dann wieder weiter oberhalb der Mitte zuzustreben (*Gasteria disticha*).

Zwischen den einzelnen Bündeln waren zahlreiche Queranastomosen vorhanden, welche meist in tangentialer Richtung erfolgten. Diese letzteren fehlten jedoch vollständig bei *Aloë ciliaris*, wo sie durch überaus reichliche Verschmelzung der einzelnen Bündel ersetzt wurden. Hier war der Gefässbündelverlauf überhaupt ein wesentlich anderer, und das Vorkommen primärer stammeigener Bündel nicht mit Sicherheit zu constatieren.

Die Blattspurstränge enthalten bei ihrem Eintritt in den Stamm nur Ring- und Spiralfässer, welche in der Mehrzahl der Fälle nach der Stammitte zu im Bündel gelegen waren, während sich ziemlich central (Fig. 9) die kleinzellige Phloemgruppe befand, die an der den Gefässen gegenüberliegenden Seite von mehr oder minder entwickelten etwas weiltumigeren, dünnwandigen Zellen umfasst wurde; diese letzteren liessen sich meist recht gut vom Phloem unterscheiden, enthielten aber niemals, wie im Blatte Sekret. An tiefer im Stamm gelegenen Stellen verdickten sie sich zu Tracheiden (Fig. 9, T.).

Die Blattspurstränge beschreiben einen mehr oder minder stark gekrümmten Bogen bis gegen die Stammitte, wo sie sich an eins der stammeigenen Bündel (Fig. 10) knieförmig anlegen. Die bis dahin zurückgelegte Strecke war mitunter (*A. Schweinfurthii*) ziemlich gross und Verdickung einzelner Zellen zu Tracheiden bereits vielfach erfolgt.

Oftmals wurden jedoch auch Verschmelzungen der Blattspurstränge unter sich bemerkt (*Haworthia margaritifera*); besonders reichlich war dies der Fall bei *Aloë ciliaris*, wo diese einen sehr flachen Bogen beschrieben, der mit der Stammoberfläche einen recht spitzen Winkel bildete; viele von ihnen erreichten hier gar nicht die Stammitte, sondern vereinigten sich bereits im Sklerenchymring mit anderen, um mit diesen gemeinsam abwärts zu verlaufen. Auf diesem Wege trafen sie sich wieder vielfach mit anderen Blattspursträngen, mit denen sie auch völlig verschmolzen, sodass schliesslich wieder ein hier meist regelmässig gebautes, verkehrt concentrisches Bündel entstand. Auf Serienschnitten konnte so die Vereinigung von vier Blattspursträngen verfolgt werden, ohne dass dadurch das entstandene Gefässbündel eine andere Gestalt angenommen hätte, wie die einzelnen Bündel sie vorher besessen hatten. Wie regelmässig diese Verschmelzungen hier stattfanden, ergaben folgende Zählungen. Dicht unter den Knotenpunkten waren auf Querschnitten ca. 85 Gefässbündel getroffen, in den Internodien meist 65; diese Zahlen blieben mit kleinen Abweichungen dieselben an über zehn Centimeter auseinander-

liegenden Teilen des Stammes, obwohl mehr als 20 Blätter inzwischen entstanden waren, die am Grunde je. 20 bis 25 Gefässbündel enthielten.

Sehr interessant erschien es auch zu constatieren, ob hier vielleicht ebenfalls ein Blindendigen von Leitbündeln nach unten zu, wie es Falkenberg¹⁾ bei *Asparagus*, *Chamaedorea* und *Scirpus* angiebt, vorkäme. Auf zahlreichen sich folgenden Querschnitten liess sich durch Vergleichung erkennen, dass die abwärts gehenden Bündel auch im Sklerenchymring noch die äussere Peripherie erstrebten; war diese erreicht, so verloren manche ihre concentrische Gestalt, die Phloemgruppe erschien an der Aussenseite und trat in Verbindung mit dem Rindengewebe. Ferner war zu constatieren, dass das Phloem immer geringer wurde, die Gefässe völlig aufhörten, und mitunter auch das erstere an der äusseren Peripherie des Sklerenchymringes verschwand. Dies konnte aber niemals bei den Tracheiden sicher beobachtet werden, immer legten sich die paar noch vorhandenen an andere der hier oft dicht zusammenliegenden Bündel an.

Die secundären Veränderungen der Aloëstämme entstehen theils durch die Anwesenheit eines Phellogens, theils einer Verdickungsschicht. Ersteres war nur bei wenigen der untersuchten Arten stärker thätig gewesen. Bei *Aloë ciliaris* trat in der direct unter der Epidermis gelegenen Zellschicht, deren Zellen sich im Verhältnis zu denen der Epidermis durch eine bedeutendere Grösse auszeichneten, die erste Phellogenteilung ein. Hierdurch wurde eine viel kleinere Zelle centripetal abgeschieden, die sich weiter tangential theilte und dadurch ein stellenweis sechsschichtiges Periderm erzeugte. Die äussersten Zellen desselben zeigten auf Längsschnitten ganz ähnliche, viertel- bis halbkreisförmige ringartige Verdickungen, wie sie in den äusseren Rindenzellen der Wurzeln von *A. aurantiaca* beobachtet wurden. Sonst war ein ziemlich entwickeltes Periderm noch bei *Haworthia margaritifera* vorhanden, wo durch Phellogenthätigkeit ein ca. 20schichtiger Korkcylinder entstanden war, viel weniger war dieser bei der ziemlich gleichaltrigen *Gasteria retata* entwickelt; an den jüngeren Pflanzen konnte eine Phellogenbildung überhaupt nicht beobachtet werden.

Das Dickenwachstum der Aloëneen wurde bereits von Treviranus an *Aloë* und von Naegeli an *Lomatophyllum* entdeckt; es ist begründet in einem an der Grenze von Plerom und Periblem sich befindenden im Teilungsstadium bleibenden Urmeristen. Dasselbe konnte bei allen untersuchten Arten nachgewiesen werden, selbst wenn die Stämme noch sehr jung waren. Stets aber hatte es nur ausser den Zellen des Grundgewebes secundäre Gefässbündel nach dem Centralkörper zu erzeugt, niemals nach der Rinde. Der Zusammenhang

¹⁾ Falkenberg: Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Veget. Org. d. Monocotyled. S. 159.

dieses Gewebes mit dem Urmeristem des Vegetationspunktes war deutlich zu beobachten (z. B. *Aloë Schweinfurthii*).

Wenn auch die Zellen des Verdickungsringes wenig unterhalb der Stammspitze meist sehr spärlich in Teilung begriffen waren, so liessen sich doch immer einige Teilungsstadien beobachten, welche gestatteten, den Verdickungsring bis zum Vegetationspunkte zu verfolgen. Gerade durch diese fortwährende Teilung ist es indessen schwierig, die Frage zu entscheiden, zu welchem der Grundgewebe, dem Plerom oder Periblem diese Meristemzone gehöre; doch erschien *A. ciliaris* durch ihre Strukturverhältnisse, welche von den anderen untersuchten Stämmen beträchtlich abwichen, ganz besonders geeignet uns hierüber weitere Aufschlüsse zu geben.

In den jüngsten Teilen des Sprosses liess sich bei dieser Pflanze absolut keine Verdickungszone wahrnehmen, und da an recht alten Stammstücken dieselbe Beobachtung gemacht wurde, so erschien dies als ein Beweis, dass hier überhaupt keine Verdickungsschicht vorhanden wäre.

Später gemachte Schnitte an anderen Teilen des Stammes zeigten dann überraschender Weise, dass hier doch, dicht ausserhalb des Sklerenchymringes tangentielle Zellteilungen stattgefunden, die mitunter vier bis sechs sekundäre Zelllagen aus ein bis drei radial übereinander liegenden Urzellen gebildet hatten.

Es lag nun der Gedanke nahe, dass diese Verdickungsschicht nur an gewissen Orten, also vielleicht nur an den Knoten oder in der Mitte der Internodien vorhanden wäre; aber zahlreiche Querschnitte an den verschiedensten Stellen des Stammes bewiesen dies als nicht zutreffend. Die Verdickungsschicht ist hier in der That ohne erkennbare Regelmässigkeit an gewissen Stellen des Stammes in Teilung begriffen, an anderen, oft weit älteren wieder nicht; demnach haben wir hier bei *A. ciliaris* wohl eine Rückbildungserscheinung des den Aloëneen sonst allgemein zukommenden Dickenwachstums vor uns, die in der Ausbildung des Sklerenchymringes begründet ist.

Am Scheitel dieser Pflanze liess sich eine deutliche Sonderung des Periblemcyllinders und des Pleromkörpers constatieren. Durch die grössere Länge und durch ihre Gestalt überhaupt unterschieden sich die Zellen des Pleroms recht gut von denen des Periblems. Nun trat aber bereits weniger als einen Centimeter unterhalb des Vegetationspunktes die Ausbildung des Sklerenchymringes hervor, welcher scharf nach aussen zu abgegrenzt erschien und dessen Zellen auf Längsschnitten sich als sicher dem Plerom angehörend erwiesen. Hier, wenig unterhalb der Stammspitze ausgeführte Querschnitte liessen erkennen, dass die nach aussen zu an den Sklerenchymring grenzenden zwei bis drei Zellschichten sich durch ihre dünneren Wände, ihre Form und durch den Mangel an Chlorophyll recht gut von den

Rindenzellen unterschieden, wie sie aadererseits ebenso scharf gegen den Sklerenchymring abgegrenzt sind. Dann kann man auf Längsschnitten beobachten, dass diese Zellen in ihrer Länge und Gestalt den Sklerenchymzellen sehr ähnlich sind, aber nicht den viel kürzeren des Rindengewebes.

Diese Beobachtungen ergeben, dass die Zellen des Verdickungsringes die äussersten Schichten des Pleroms sind; sie entsprechen demnach dem Pericambium der Wurzeln, und da dieses in neuerer Zeit mit den äussersten Pleromschichten vieler Stämme gemeinsam als Pericykel bezeichnet zu werden pflegt, so können wir diese ringförmige Zone, die sich durch die noch hier und da stattgefundenen tangentialen Teilungen als die Verdickungsschicht der Aloënen charakterisiert, einen Pericykel nennen, der, auf die andern *Aloë*-Stämme übertragen, sonst von Anfang an ununterbrochen durch Teilungen Elemente des Grundgewebes, wie des Leitungssystems erzeugt. Eine Ausbildung der innersten Periblemschichten etwa als Stärkescheide findet nicht statt. Auch tritt eine weitere Thätigkeit der Verdickungsschicht bei *A. ciliaris* an den Stellen, wo sie vorhanden ist, nicht ein: nachdem ca. 6 Zelllagen gebildet waren, erschienen die radialen Wände aller dieser Zellen schon ziemlich dickwandig und letztere kaum noch teilungsfähig, andernfalls hätten ja auch nicht die streng cylindrischen Stämme entstehen können.

Immerhin hatte auch hier die Thätigkeit des Verdickungsringes gemeinsam mit der ungefähr gleich grossen des Phellogens stellenweis genügt, um den überaus starken Epidermiszellenring zu sprengen. Wo die Verdickung weniger thätig gewesen, war nur die unter der Epidermis gelegene weiltumige Zellschicht völlig zerdrückt, und wo dünnwandig gebliebene Epidermiszellen vorhanden waren, erschienen sie infolge der peripheren Ausdehnung ganz zusammengepresst.

Secundäre Gefässbündel hatte hier bei *A. ciliaris* die Verdickungsschicht niemals erzeugt; bei den anderen untersuchten Stämmen waren diese am zahlreichsten entstanden bei *Gasteria retata* und *Aloë Schweinfurthii*; letztere Art besass nur einen 12 mm hohen Stamm, der bereits 16 mm Durchmesser hatte. Bei *Haworthia margaritifera* waren dagegen, trotz des ziemlich alten Stammes, nur wenige secundäre Bündel gebildet worden. Diese letzteren bestehen im vollkommen ausgebildeten Zustande ebenfalls aus einer mehr oder minder centralen, aus Siebröhren und Cambiformzellen gebildeten Phloemgruppe, die meist rings von den stark verholzten schief gehöft getüpfelten, oft sehr lang zugespitzten Tracheiden umgeben ist. (Wie Fig. 10.)

Bei *H. margaritifera* sind sämtliche Leitbündel äusserst unregelmässig verbogen; dadurch kommt die Phloemgruppe meist mehr oder minder seitlich von den Tracheiden zu liegen. Letztere zeigen hier ebenfalls sehr unregelmässige oft schenkelknochenartige Formen; bei

Gasteria retata sind sie mitunter am Ende in 2 bis 3 kurze Aeste gespalten. Bei dieser letzteren Art, wo die Gefässbündel nicht so sehr verbogen sind, sieht man die secundären Bündel meist mit centralem Phloem. Jene verholzten Zellen sind von Prollius als eine dem Grundgewebe angehörende Sklerenchymscheide betrachtet worden¹⁾, sonst hat man sie allgemein als Tracheiden beschrieben, bis Kny sie „kurze Gefässe“ nannte²⁾. Ihrem Aussehen nach gleichen sie am meisten den Bastfasern. Die von *Aloë supralaevis* untersuchte junge Pflanze war in lebhaftem Wachstum begriffen, und da die Zuwachsschicht bereits zahlreiche secundäre Bündel erzeugt hatte, welche vielfach schon die verdickten Zellen besaßen, so liess sich erwarten, dass die Entstehung der letzteren hier auf Tangentialschnitten durch die Verdickungszone verfolgt werden könnte. Derartige Schnitte ergaben in den äussersten jüngsten Verdickungsschichten, dass die aus der vielfachen Teilung der Mutterzelle entstandenen äusseren Zellen des Procambiumstranges eine sehr geringe Länge und den Cambiumzellen sehr ähnliche Gestalt besaßen. In weiter nach der Stammmitte zu gelegenen Procambiumsträngen wurde eine beginnende Verdickung der Längswände und ein Undeutlichwerden mehrerer Querwände, das hier und da bis zum Schwinden derselben ging, beobachtet. Dabei hatten sich die ursprünglich schief über einander stehenden Zellen gerader gerichtet.

In noch mehr central gelegenen Leitbündeln wiesen diese Zellen bereits stärker verdickte Wände und eine viel grössere Länge auf. Da hier niemals zerdrückte Zellen beobachtet wurden, so ist hieraus zu schliessen, dass diese bei *Gasteria retata* z. B. über 1 mm langen Tracheiden nicht durch Spitzenwachstum, sondern durch sehr frühzeitiges Verschmelzen zahlreicher procambialer Zellen entstanden sind. Gleiche Beobachtungen liessen sich auch unterhalb des Vegetationspunktes von *G. retata* in den primären Procambiumsträngen machen; hieraus geht eine vollkommene Bestätigung der Kny'schen Untersuchungen hervor. Da die Resorption von Querwänden in so jungem Stadium erfolgt, so ist sie weit vollständiger, als sie sonst in den Gefässen zu sein pflegt und gelang es daher auch niemals in fertigen Tracheiden, ebensowenig wie in Gefässen der *Aloë*stämme, Reste resorbierter Querwände zu beobachten; dagegen wurden mitunter faltenartig in das Gefäss hineinragende getüpfelte Membranstücke bemerkt (*G. retata*).

Wenn wir diese Tracheiden, wie Prollius es gethan hat, nicht dem Xylem sondern der Bündelscheide zurechnen und als Bastfasern bezeichnen wollten, so würden die secundären Leitbündel der Aloënen nur aus Phloemsträngen bestehen, und die Blattspurstränge auch im Stamm als collaterale anzuführen sein (Fig. 9), da unzweifelhaft die

¹⁾ Prollius: a. a. O. S. 576.

²⁾ L. Kny: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tracheiden. Berichte der Bot. Gesellsch. 86.

Tracheiden der secundären Leitbündel vollkommen denen der primären entsprechen. Diese letzteren sind nun den Tracheiden der Blattspurstränge (Fig. 9), und diese den Sekretzellen der Blattbündel analog, wie später zu beweisen ist, und jene stehen wieder zu der typischen Bündelscheide der Kniphofia-Blätter in unverkennbaren Beziehungen, so dass die Prolliussche Annahme durch diese Verhältnisse sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat.

Mit Sicherheit ist jedoch festzustellen, dass die Zellen aus denen die Tracheiden wie die Sekretzellen entstehen, entwicklungsgeschichtlich dem Leitbündelgewebe angehören.

III. Inflorescenzachse.

Untersucht wurden Inflorescenzachsen von *Aloë Wilmsii* (spec. nov.) Diels, *Gasteria retata* Haw., *G. trigona* Haw., *G. verrucosa* Haw., *Haworthia margaritifera* Haw. Diese angeführten Blütenschäfte zeigten im wesentlichen eine sehr grosse Uebereinstimmung ihres anatomischen Baues. Die äussere Form war, abgesehen von dem untersten zwischen den Blättern sich befindenden flachen Teil, gewöhnlich vollkommen rund; bei *Gasteria verrucosa* wurde der Kreisumfang durch 2 seitlich ausspringende Kanten unterbrochen, bei *Haworthia margaritifera* bewirkten 4 derartige Bildungen einen quadratischen Querschnitt.

Stets lag unter der Epidermis ein wenigsschichtiges Assimilationsparenchym, dann folgte ein ziemlich gleichmässig entwickelter Sklerenchymcylinder und schliesslich ein dünnwandiges Centralgewebe, das durchweg in den ältesten Teilen mehr oder minder zerrissen war. Die Gefässbündel verliefen zum grössten Teil in den äusseren Schichten des Centralgewebes, wenige kleinere im Sklerenchymcylinder; niemals wurden im Assimilationsgewebe verlaufende Bündel beobachtet.

Die Epidermis ist meist einfacher gebaut, als in den Blättern derselben Pflanze. Die Cuticula, gewöhnlich weniger stark entwickelt, sprang bei *Gasteria retata* nicht mehr zwischen die Epidermiszellen zapfenförmig vor. Die kegelförmigen Vorwölbungen der Blattepidermiszellen von *Haworthia margaritifera* waren völlig verschwunden; nur bei *Aloë Wilmsii* war die Epidermis in genau derselben Weise ausgebildet wie im Blatt. Auf Flächenschnitten unterschieden sich die Epidermiszellen der Blütenschäfte aber in allen Fällen von denen der Blätter durch eine sehr grosse Streckung in der Längsachse; doch liess sich meist noch recht gut die sechseckige Form erkennen.

Die Spaltöffnungen, obwohl viel weniger zahlreich, als auf den Blättern, waren doch in ganz derselben Weise gebaut.

Das Assimilationsgewebe erschien am wenigsten entwickelt bei *Gasteria verrucosa*, wo die äussersten Schichten des Sklerenchymcylinders nur durch 2 Zelllagen von der Epidermis getrennt waren.

Ungefähr doppelt so stark war dasselbe bei *Haworthia margaritifera*, während es bei den übrigen untersuchten Blütenschäften 5 bis 8 Schichten besass.

Die Assimilationszellen waren, wie die der Epidermis stark in der Längsachse gestreckt und zeigten in ganz alten Inflorescenzachsen mitunter etwas collenchymatische Verdickungen; ihre Interzellularräume erschienen verhältnismässig klein.

Der Sklerenchymcylinder hatte trotz der verschiedenen Dicke der Blütenschäfte fast dieselbe Stärke und bestand aus langgezogenen, parenchymatisch über einander stehenden oder prosenchymatischen, je nach dem Alter der betreffenden Inflorescenzachse stärker verholzten Zellen, die auf Querschnitten sechseckige Form besaßen und sehr kleine oder gar keine Interzellularräume zwischen sich freiließen. Die Wände waren von zahlreichen einfachen Tüpfeln durchbrochen, die auf Längsschnitten sich als ziemlich steil links schief erwiesen. Nach innen zu ging der Sklerenchymring allmählich in das Centralgewebe über, indem seine Zellen an Weite zu-, an Länge und Dickwandigkeit abnahmen. Mitunter wurden in den Zellen des Sklerenchymringes auch hier dünne, die Zellen kammernde Querwände beobachtet (*Gasteria verrucosa* und *G. trigona*), die sich wie jene in den Wurzeln verhielten. Bei *G. verrucosa* hatte es einmal den Anschein, als ob es nur das Innenhäutchen der verdickten Zelle war, welches sich als eine zarte Querwand fortsetzte.

Wo im Sklerenchymcylinder Gefässbündel lagen, besaßen sie eine sehr geringe Anzahl von Gefässen oder diese fehlten ganz und die Sklerenchymzellen umschlossen nur eine Gruppe dünnwandiger Cambiformzellen. Die Verteilung der Gefässbündel im Centralgewebe liess niemals irgendwelche Regelmässigkeiten erkennen. Auch in den Bündeln selbst war in der Anordnung der einzelnen Elemente eine solche gewöhnlich sehr undeutlich. Durchweg enthielten diese Gefässbündel aber einen stärker entwickelten Xylemteil, wie jene in dem Sklerenchymring gelegenen; in den kleineren regelmässigeren war dieser doch meist der Mitte zugekehrt; in der dann nach aussen zu gelegenen Gruppe dünnwandiger Zellen liessen sich bei den untersuchten Blütenschäften niemals Secretzellen erkennen, dagegen waren bei *G. retata* die nahe dem Sklerenchymring gelegenen Bündel häufig nach aussen zu mit einer kleinen Bändelscheide verdickter Zellen begrenzt, noch etwas mehr war diese Erscheinung bei *Aloë Wilmsii* entwickelt.

Häufig wurden auch in den Gefässbündeln Zerreibungen dünnwandiger Zellen beobachtet. Die unregelmässigen Formen vieler grösserer Bündel waren durch Verschmelzungen letzterer unter einander erzeugt.

IV. Blatt.

Untersucht wurden Blätter von *Aloë ciliaris* Haw., *A. echinata* Willd., *A. obscura* Mill., *A. saponaria* Haw., *A. Schweinfurthii* Bak., *A. supralaevis* Haw., *A. Wilmsii* (spec. nov.) Diels, *Gasteria disticha* Haw., *G. retata* Haw., *Haworthia denticulata* Haw., *H. fasciata* Haw., *H. margaritifera* Haw., *Lomatophyllum macrum* Haw.

Die Anatomie des Blattes lässt sich am besten nach der gegebenen Sonderung der Gewebe behandeln.

Die Epidermis ist stets einschichtig und ihre Zellen erscheinen auf Flächenschnitten meist sechseckig, nur am Blattgrunde finden sich hier und da langgestreckte rechteckige Formen. In allen Fällen ist die Blattoberfläche von einer meist sehr stark entwickelten Cuticula überzogen. An dieser lassen sich jedoch sehr charakteristische Verschiedenheiten erkennen.

Im einfachsten Falle überzieht sie als dünne, beiderseits völlig ebene Lamelle die Epidermiszellen. Dieser Fall wurde nur bei *Aloë ciliaris* (Fig. 12) beobachtet (nach Lanza noch bei *A. Bowiea* und *plicatilis*). Oder es ist bei manchen Arten die Cuticularlamelle auf der Innenseite mit vielen Hervorragungen versehen, welche bei *Haworthia margaritifera* (Fig. 13) unregelmässige spitze kegelförmige Zacken sind, die besonders stark an den Zwischenwänden der Epidermiszellen und um die Spaltöffnungen ausgebildet sind; bei *Aloë supralaevis* springen sie pfriemenförmig in die ziemlich dicke Celluloseschicht ein und sind über der Mitte der Epidermiszellen senkrecht, an den Zwischenwänden schief und nach der Zellmitte zu gerichtet. Bei *A. saponaria*, *A. echinata* und *A. Schweinfurthii* sind sie sehr klein und bei der ersteren gegen die Blattspitze weit mehr ausgebildet, als an der Blattbasis. (Ähnlich verhalten sich nach Lanza *A. Schimperii*, *A. postgenita*, *A. ferox* und *A. agavaefolia*.)

Als eine dritte Gruppe kann man diejenigen Arten zusammenfassen, wo die hier meist viel stärkere Cuticula grössere Zapfen in die Zellulosemasse der Zwischenwände der Epidermiszellen entsendet; dabei kann sie völlig glatt gegen die Zellulose abgegrenzt sein, wie bei *Gasteria retata*¹⁾, oder noch mit kleineren Zäpfchen in diese einspringen: *Aloë obscura* (Fig. 11a), *A. Wilmsii* (Fig. 14a), *Gasteria disticha*, *Haworthia fasciata* und *Lomatophyllum macrum*.

Bei letzterer sind die Zäpfchen allerdings erst mit sehr starken Vergrösserungen erkennbar. (Lanza unterscheidet diese dritte Gruppe als: mit wenig einspringenden Zapfen: *Aloë africana*, *A. arborescens*, *A. soccotrina*, *A. cernua*, *A. commutata*, *A. percrassa*, gegenüber den stark einspringenden vieler Haworthien und Gasterien.)

¹⁾ Siehe auch: Strasburger: Das botanische Practicum, 3. Aufl. S. 168. Fig. 72. *Aloë nigricans*.

Nach aussen zu ist die Epidermis entweder spiegelglatt, *Gasteria retata* (bei Gasterien häufig), oder jede Zelle ist mit einer centralen, mehr oder minder hohen warzenartigen Erhebung versehen: *Haworthia margaritifera* (Fig. 13), *H. fasciata* und viele Zellen von *Aloë echinata*, *A. supralaevis* und *Gasteria disticha*. Diese Erhebungen sind bei *Haworthia margaritifera* sehr gross und kegelförmig. Die oberste Spitze ist bei allen glatt, während zahlreiche kleine Rillen strahlenförmig von ihr abwärts verlaufen (nach Lanza würden sich hier noch anschliessen: *Aloë incurva*, *A. postgenita*, *Haworthia parva* und *H. tessellata*). Endlich finden sich auch mehrere kleine Warzen bei *Aloë obscura*, *A. saponaria* und *A. Wilmsii* (Fig. 14 a). (Nach Lanza auch bei *A. africana*, *A. arborescens*, *A. frutescens*, *A. soccotrina*, *A. Schimperii*, *A. ferox* und *A. virens*.)

Bei den zuerst entwickelten Blättern von *Haworthia fasciata* befanden sich durchweg mehrere kleine warzenartige Erhebungen auf einer Zelle, während die folgenden Blätter nur Zellen mit einer Centralwarze besaßen; vielleicht stellt demnach die letztere Form der Epidermiszellen allgemein bei unserer Gruppe eine höhere Entwicklungsstufe dar.

In der Cuticula wie in der Zellulose lässt sich mitunter sehr schön parallele Schichtung beobachten, die nach Einwirkung von Jodlösung noch besser hervortritt (*H. margaritifera*). Einfache Tüpfel besaßen die Epidermiszellen von *Lomatophyllum macrum*.

Wachsausscheidungen waren in geringen Mengen vielfach (z. B. bei *Aloë echinata* als kleine Krusten), in grösseren bei *A. supralaevis* und *Lomatophyllum* vorhanden. Bei ersterer, besonders auf der Blattoberseite gebildet, bestanden sie aus zahlreichen, kleinen Stäbchen, die unregelmässig angeordnet, schriftletternartige Bilder erzeugten.

Durch Einwirkung von kaltem Alkohol trat keine Lösung ein, ebensowenig durch hinzugefügten Aether, erst durch Xylol erfolgte dieselbe.

Ausserordentlich hoch lag der Schmelzpunkt dieses Pflanzenwachses. Beim Erwärmen mittelst des heizbaren Objecttisches liessen sich die Stäbchen bis zu einer Temperatur von 100° C. unverändert beobachten, erst in siedendem Wasser verwandelten sich dieselben in Tröpfchen. Wesentlich anders war das ausgeschiedene Wachs von *Lomatophyllum*, indem es eine glatte homogene Schicht bildete, die durch zahlreiche Risse in unregelmässige Stücke zersprungen war, in kaltem Alkohol war es ebenfalls unlöslich; auch erzeugte es hier nicht das blaugrüne Aussehen der Blätter wie bei *Aloë supralaevis*.

Die Spaltöffnungen sind nach Prollius¹⁾ nur in sehr geringer Zahl auf *Aloë*blättern vertreten; seine Angabe, dass auf 2 □-mm nur

¹⁾ a. a. O. S. 557.

eine bis zwei Spaltöffnungen vorkämen, ist auch in die „Natürlichen Pflanzenfamilien“ gelangt, wo dies als eine Anpassungserscheinung gegen übermässige Wasserverdunstung hervorgehoben ist. Genaue Zählungen an mehreren Blättern ergaben zunächst als Resultat, dass die Menge der Spaltöffnungen an verschiedenen Stellen desselben Blattes sehr verschieden ist. Bei *Aloë ciliaris*, *A. echinata* und *A. Schweinfurthii* waren auf der Blattunterseite beträchtlich weniger Spaltöffnungen vorhanden als auf der Oberseite. Dies war nicht oder undeutlich der Fall bei *Lomatophyllum*, *Gasteria retata* und *Aloë disticha*.

Bei den ersteren dreien, sowie bei *Lomatophyllum* wurde ferner festgestellt, dass an der Spitze des Blattes bei weitem mehr Spaltöffnungen ausgebildet waren, als nahe der Basis. Stets wurden diese Angaben aus dem Mittel mehrerer Beobachtungen geschlossen.

Auf einer den Zählungen zu Grunde gelegten Fläche von 1 □-mm waren durchschnittlich vorhanden:

bei	Spaltöffnungen		
	gegen die Basis	gegen die Spitze des Blattes	
<i>Aloë ciliaris</i>	Oberseite	15	19
	Unterseite	8	16
„ <i>obscura</i>		18	
„ <i>echinata</i>	Oberseite	15	30
	Unterseite	10	15
„ <i>Schweinfurthii</i>	Oberseite	33—39	39—45
	Unterseite	19—20	26—31
„ <i>supralaevis</i>		10—11	
„ <i>Wilmsii</i>		30—33	
<i>Gasteria retata</i>		20—22	
„ <i>disticha</i>		12—16	
<i>Lomatophyllum</i>	Oberseite	7	19
	Unterseite	8	22

Die Unregelmässigkeit der Zahlen wird noch gesteigert durch die Lage in der Nähe des Randes und der Emergenzen, die jedoch bei den Zählungen möglichst vermieden wurden.

Das auf afrikanischem Boden an verlassenen Kaffernkraalen gewachsene Blatt von *Aloë Wilmsii* zeigte demnach, dass nicht etwa durch die feuchte Luft unserer Warmhäuser eine wesentliche Vermehrung der Spaltöffnungen eingetreten war.

Bereits Lanza beobachtete, dass die Zahl der Spaltöffnungen in einem directen, die Dicke der Cuticula zu der Grösse der Wasserverdunstung in einem umgekehrten Verhältnis steht; dasselbe ging gleichfalls sehr deutlich daraus hervor, dass z. B. Blätter von *Gasteria*

retata und *Aloë obscura* sich über einen Monat im Wohnzimmer prall erhielten, während solche von *A. Schweinfurthii* bereits nach einer Woche zu verschumpfen begannen.

Bei den eine hohe centrale Warze besitzenden Haworthien verschwand diese an den die Spaltöffnung umgebenden Epidermiszellen, dafür bildeten dieselben einen gemeinsamen Kegel, welcher eine sehr grosse äussere Atemhöhle in sich schloss, die dann eine etwas tonnenförmige Gestalt besass.

Ebenso entstand eine sehr grosse äussere Atemhöhle bei den Gasterien durch starke Entwicklung der Cuticula. An den untersuchten beiden Arten erschien sie mehr röhrenförmig mit ziemlich parallelen Wänden. Die nur eine geringer entwickelte Cuticula und niedere Warzen besitzenden *Aloë*-arten bildeten auch um die Spaltöffnung kleine, höckerartige Vorsprünge meist durch geringe Vorwölbung und gleichzeitige Verdickung der Zelluloseschicht und erzeugten so (seltener durch tiefere Insertion der Schliesszellen: *Haworthia denticulata*) etwas verschieden gestaltete äussere Atemhöhlen. Stets waren diese von der Cuticula ausgekleidet, welche am Grunde derselben vor den Schliesszellen zwei bogenfederartige Leisten gebildet hatte, die zwischen sich nur einen schmalen Spalt freiliessen. Die Function solcher cuticularisierter Membranplatten ist in einer sehr umfangreichen Arbeit von N. H. Müller¹⁾ eingehend erörtert worden.

Die Cuticula überzieht dann die Schliesszellen, um in der hinteren Atemhöhle beim Berührungspunkt der Epidermis und Assimilationszellen als dünne Membran zu enden (*H. margaritifera*, *Aloë obscura*, *A. supralaevis*, *Gasteria retata*); sehr schön erkennt man dies nach Einwirkung von conc. Schwefelsäure, nachdem alle anderen Teile zerstört sind, wie dies an *Aloë obscura* in Fig. 11a im Quer- und 11b im Flächenschnitt von der Innenseite des Blattes betrachtet dargestellt ist.

Meist bildet die Cuticula noch am unteren Ende des Spaltes ebenfalls zwei leistenartige Vorsprünge, einen Hinterhofspalt erzeugend, der aber gewöhnlich sehr weit ist und wohl kaum noch dem Verschlass der Spaltöffnung zu gute kommt.

Aus alle diesem geht hervor, dass es nicht allein die geringe Zahl der Spaltöffnungen ist, die einen Schutz gegen zu grosse Wasserverdunstung bildet, sondern auch die eigenartige Ausbildung der einzelnen Spaltöffnung. Hierzu kommt im Alter noch oft eine Verstopfung des Spaltes und der Atemhöhlen durch Harzmassen (*Haworthia margaritifera*, *Gasteria retata*). Das Fehlen der Cuticularlamelle in der hinteren Atemhöhle wurde nur bei *Aloë Schweinfurthii* festgestellt.

¹⁾ N. H. Müller: Die Anatomie und Mechanik der Spaltöffnung, Pringsheim's Jahrb. 8. 1878.

Ueber Morphologie und Anatomie der Alveolen.

Einen gewissen Ersatz der äusseren Atemhöhle bilden bei *A. ciliaris* (der sie, ebenso wie bei den ersten Blättern von *A. fasciata* fehlt) die sehr ausgebildeten Leisten des Vorhofspaltes.

Die Entwicklung der Spaltöffnungen konnte an einem jungen Blatte von *A. echinata* beobachtet werden. Sie erfolgte in der Weise, dass von einer Epidermiszelle der nach der Blattspitze zu gelegene Teil durch eine etwas schiefe Querwand abgespalten wurde, sodass eine kleinere nach aussen sich verjüngende Zelle entstanden war; unter dieser hatte sich ein Interzellularraum gebildet, und die benachbarten vier Epidermiszellen wuchsen¹⁾ über die sich mehr und mehr abrundende Zelle etwas hinaus; auf diese Weise entstand die äussere Atemhöhle. Gleichzeitig war die Bildung einer neuen Wand durch die unter die Blattoberfläche gelangte Zelle in der Längsrichtung des Blattes erfolgt und schliesslich die spaltenförmige Trennung zwischen den entstandenen zwei Schliesszellen.

Die hintere Atemhöhle ist von sehr wechselnder Grösse und Gestalt, bei der gewöhnlich nur drei Assimilationsschichten besitzenden *A. ciliaris* treten zwischen den die Atemhöhle umgebenden, an der Oberseite des Blattes pallisadenartig ausgebildeten Assimilationszellen schlauchartige Verbindungen ein, in denen jedoch stets eine trennende Membran vorhanden ist, während die einzelnen Zellen von einander mehr oder minder entfernt sind. So entsteht ein sehr reichliches Interzellularsystem, ohne dass der Zusammenhang der einzelnen Zellen gestört wäre.

Die Zellen des Assimilationsgewebes sind zwar vielfach an der Oberseite pallisadenartig gestreckt (*Gasteria retata*, *Aloë ciliaris*); doch ist diese Ausbildung nicht immer in allen Blättern derselben Pflanze constant und tritt am deutlichsten bei den senkrecht vom Lichte getroffenen hervor (*A. supralaevis*).

Die stellenweis sehr innige Verbindung der Zellen des Assimilationsgewebes erzeugt häufig kreisförmige Berührungsstellen und Interzellularräume, welche auf Schnitten die Form sphärischer Dreiecke (*Gasteria retata*, *Haworthia margaritifera*) zeigen.

An sehr jungen Blättern ist das Assimilationsgewebe mitunter einschichtig; dann sind häufig in den angrenzenden inneren Schichten Leucoplasten zu beobachten, die später ergrünen (*H. fasciata*). Tüpfel, wie sie Prollius an den Assimilationszellen beschreibt¹⁾, wurden bei den untersuchten Blättern nie wahrgenommen.

Was die im Assimilationsgewebe verbreiteten Krystalle betrifft, so sind ausser den überall vorkommenden Raphiden Einzelkrystalle sehr selten, doch wurden gelegentlich alle Formen bemerkt, die Trécul und Prollius beschrieben haben.

¹⁾ Prollius: a. a. O. S. 558.

Die häufig sich findenden Höcker auf den Blättern mancher Aloënen, deren biologische Functionen Lanza eingehend erörtert, sind von einer mehr oder minder veränderten Epidermis überkleidet, die, wo sie sonst warzige Zellen besass, hier eben ist und deren Epidermiszellen meist radial gestreckt sind; gleichzeitig wird das Innere von ähnlich gestreckten, verdickten Zellen des Assimilationsgewebes erfüllt, zwischen deren eingefalteten Wänden sich meist zahlreiche luftführende Interzellularräume befinden (*H. margaritifera* u. a.).

Diese Zellen enthalten meist kein Chlorophyll oder die Chlorophyllkörner haben sich in rote Chromoplasten verwandelt (*Aloë supralaëvis*), die auch sonst (*Haworthia fasciata*, *Aloë saponaria*) in der Umgebung der Gefässbündel vorkommen und beim Behandeln mit Alcohol vorübergehend wieder ihre grüne Farbe annehmen.

Die weissen Flecke auf den Blättern vieler *Gasteria*- und *Aloë*-arten entstehen durch Chlorophyllarmut und gleichzeitige Ausbildung grösserer luftführender Interzellularräume. Ausserdem waren auf den Blättern von *Gasteria retata* noch zahlreiche schwarze runde Flecke vorhanden, die 2 bis 4 mm Durchmesser hatten und eine etwas emporgewölbte Oberfläche besaßen; dadurch gewannen sie grosse Aehnlichkeit mit gewissen Teleutosporenlagen. Die Untersuchung ergab jedoch, dass weder Pilze vorhanden waren noch überhaupt eine Zerstörung der Gewebe stattgefunden hatte; dagegen erfüllte die Epidermis und einige Zellschichten darunter an diesen Stellen eine dunkle Harzmasse, die nur schwer in Alcohol löslich war und welche die ganzen Zellwände und die Cuticula gefärbt hatte.

Erst nach dem Behandeln mit Harzlösungsmitteln und Javellescher Lauge war Klarheit über diese Bildungen zu erhalten. Die von Harzmassen erfüllten Zellen hatten unzerstörte, aber völlig zerknitterte Zellwände; darunter hatte sich ein mehrschichtiges Periderm gebildet mit verkorkten Wänden, wodurch die über ihm gelegenen Zellen zerdrückt und die Epidermis vorgewölbt worden war.

Die Blattstacheln enthalten meist dieselben Sklerenchymelemente, wie die oben beschriebenen Emergenzen (*Haworthia denticulata*, *Aloë saponaria*); ohne Interzellularräume waren sie bei *A. supralaëvis*, wo ihre Rotfärbung durch die so gefärbten Cellulosemembranen veranlasst wurde, während rote Chromoplasten nur einen kleinen Anteil daran hatten.

Das Centralgewebe mit den dünnwandigen grossen, ohne beträchtliche Interzellularräume an einander stossenden Zellen besass sehr reichlich wässrig-schleimigen Zellsaft, der jedoch nicht eine so gleichmässige Zusammensetzung hat, wie es nach den bisherigen Darstellungen scheinen möchte. So enthielt derselbe bei *A. supralaëvis* und *A. echinata*, aus der frischen Schnittfläche ausfliessend, reichlich äusserst kleine, in zitternder Wirbelbewegung sich befindende Schleim-

tröpfchen, welche, unlöslich in Alcohol, sich mit Spuren Methylenblau intensiv färbten, sie bildeten wahrscheinlich auch die Ursache einer fast augenblicklichen zarten Membranbildung über die verletzte Stelle des Blattes, wenigstens färbte sich dies Häutchen in gleicher Weise; so haben wir es hier mit einem an der Luft schnell erhärtenden Pflanzenschleim zu thun. In anderen Blättern fehlten diese kleinen Schleimtröpfchen sowohl, wie die so baldige Abschliessung der Schnittfläche vollständig.

Zwischen dem centralen Wassergewebe und dem Assimilationsmantel liegen die Gefässbündel, bald letzteren nur mit der oberen Seite berührend: *A. ciliaris* (Fig. 12), *A. Schweinfurthii*, bald zum grossen Teil vom Assimilationsgewebe umgeben: *Lomatophyllum*, *Aloë saponaria*, *A. echinata* (Fig. 15). Bei letzterer sind sie an der Blattunterseite meist unter den reihenförmig angeordneten Emergenzen gelegen und biegen stets etwas in dieselben aus.

Sehr allgemein ist die Abwechselung grosser normaler Stränge mit unvollkommenen kleineren, ihnen parallel verlaufenden: *A. supralaevis*, *Haworthia margaritifera*, *Gasteria disticha*, *G. retata*; bei letzterer liegen meist mehrere schwächere zwischen zwei normalen.

Die Gefässbündel werden gewöhnlich umgeben von einem Kreis tangential gestreckter, auf Längsschnitten prismatischer, fest aneinander schliessender Zellen, die nach Macquet¹⁾ eine Endodermis vorstellen, welche mit einer den Pericykel des Stammes umgebenden Endodermis zusammenhängen soll; doch scheint den Thatsachen mehr zu entsprechen, dass wir es, gerade so wie im Stamm, auch hier mit einer endodermisartigen Ausbildung der das Gefässbündel umgebenden Zellen des Grundgewebes zu thun haben, die sich von einer typischen Endodermis wesentlich unterscheidet, und so können wir die alte Bezeichnung „Grenzzellen“ für die hier das Gefässbündel einschliessenden Elemente des Grundgewebes als eine weit zutreffendere beibehalten; um so mehr, als dadurch ein gewisser Gegensatz zu der sonst fast allgemein vorkommenden „Parenchymseide“ (Strasburger und Gilg) ausgesprochen ist, von der sie sich durch andere Funktionen als die der Wasserleitung, wie aus den zu beschreibenden Inhaltskörpern hervorgeht, unterscheidet.

Diese Grenzzellen sind auch durchaus nicht bei allen Arten typisch ausgebildet; gut erkennbar waren sie meist bei *Aloë echinata* (Fig. 15), *Schweinfurthii*, *supralaevis* und *Haworthia margaritifera*, nur teilweise bei *Aloë Wilmsii* (Fig. 14) und *Gasteria retata*, sehr wenig vom Assimilationsgewebe verschieden bei *Haworthia fasciata* (Fig. 16) und *Lomatophyllum*.

Das Gefässbündel selbst war bei den meisten Arten in der Weise

¹⁾ Journal de Pharmacie: 5. Sér. T. 18 p. 418.

gebildet, dass eine mehr oder minder central gelegene kleinzellige Phloemgruppe vorhanden war, an deren inneren Seite wenige Gefässe lagen, während sich nach der Aussenseite des Blattes zu die mehr oder minder entwickelte Gruppe der specifischen *Aloëzellen* befand. Die Gefässe waren selten in grösserer Menge vorhanden (z. B. in stärkeren Bündeln von *A. supralaevis*), meist existierten nur ca 6 Ring- oder Spiralgefässe, die gewöhnlich eng zusammenliegend, von dem Phloem, wie von den Grenzellen durch eine zweischichtige Zone dünnwandiger, gestreckter, nicht verholzter Zellen getrennt wurden.

Macqret fasst diese Zellen als einen Pericykel auf¹⁾, der sich auf der andern Seite des Phloems zu den *Aloëzellen* entwickelt hat und bringt ihn wieder in Zusammenhang mit dem den Centralcylinder des Stammes umgebenden Pericykel.

Hiergegen spricht, dass auch die Blattspurstränge des Stammes durchaus dieselbe Gewebegruppe besitzen (Fig. 9, T.), die sich in gleicher Anordnung gegenüber dem Phloem und Xylem befindet und nur in anderer Weise ausgebildet hat, nämlich zu den beschriebenen Tracheiden. Bestätigt wird diese Auffassung noch durch die in der That mitunter auch in den Blättern an Stelle der *Aloëzellen* vorkommenden Sklerenchymelemente, die bei *Haworthia fasciata* (Fig. 16) untersucht wurden und bereits von Trécul bei mehreren andern Arten der Gattungen *Haworthia* und *Aprica* constatirt worden sind. Diese so umgewandelten *Aloëzellen* sind bisher für Bastfasern gehalten worden, sie entsprechen aber den Tracheiden des Stammes in jeder Weise (Tüpfelbildung, Verholzung und nicht gleichzeitige, sondern aufeinander folgende Wandverdickung in Zellen desselben Bündels). Demnach sind auch die *Aloëzellen* nicht Teile des Phloems, wie man früher allgemein angenommen hat, vielmehr sind dieselben aus einem einheitlichen Gewebe entstanden, welches das Phloem in normalen Fällen rings umgiebt und in welches auch die Gefässe eingebettet sind. Wenn wir dies Gewebe mit Macqret als Pericykel bezeichnen wollten, so fehlen doch durchaus die Analogieen mit dem gleichnamigen Gewebe in Stamm und Wurzel.

Viel näher₂ liegt hingegen ein Vergleich mit jener Zellgruppe, die auch sonst in den meisten Monocotyledonenbündeln vorhanden ist, aus welcher die Gefässbündelscheide hervorgeht. Jedenfalls ist in den meisten Fällen deutlich erkennbar, dass die *Aloëzellen* scharf von dem Phloem getrennt sind und allmählich in die, die Gefässe umgebenden Zellen übergehen, selten erstreckt sich die Phloemgruppe seitlich bis zu den Grenzellen und bewirkt so eine Trennung des Bündels in zwei Hälften. Die *Aloëzellen* sind auch bei Gasterien (*Gasteria retata*) und Haworthien (*Haworthia margaritifera*) ausgebildet, während sie

¹⁾ Macqret a. a. O. S. 418.

bei der ganzen Salm-Dyckschen Gruppe: „Imbricatae“ (*Apicra* Haw. z. T.) in Tracheiden umgewandelt sind¹⁾. Ihre Gestalt ist sehr veränderlich; von den ziemlich engen, übereinander gelagerten Zellen, welche durch Resorption von Querwänden mitunter lange Röhren erzeugen können (*Haworthia margaritifera*, *Aloë echinata*, *A. obscura* und *A. supralaevis*) bis zu ausserordentlich weiten, schlauchförmigen Zellen sind alle Uebergänge vorhanden. Die Verkorkung der Wände war nur stellenweis festzustellen (*Haworthia margaritifera*), ihre Bildungsweise hat Trécul sehr eingehend beschrieben und konnten dessen Resultate vielfach bestätigt werden. Hierbei ergab sich noch, dass das Vorkommen grosser Interzellularräume zwischen den Aloë- und Grenzzellen sehr häufig war (namentlich bei *A. obscura*, *A. supralaevis* und *Haworthia margaritifera*). Diese Interzellularräume entstehen jedoch nicht immer, wie man vielleicht annehmen könnte, durch ein Auseinanderdrängen der Zellen mittelst des austretenden in den Secretzellen zu überreichlich erzeugten Saftes, vielmehr waren sie bereits in ganz jungen Pflanzen (*Aloë echinata*) vorhanden.

Das Fehlen der Secretzellen bei vielen Arten ist wohl häufig nur eine Folge mangelhafter Entwicklung, so giebt z. B. Trécul²⁾ an, dass *A. ciliaris* keine derartigen Zellen besässe. Es konnten jedoch in (Fig. 12) kräftig entwickelten Gefässbündeln dieser Pflanze mehr als 12 Secretzellen beobachtet werden, während in der That einige schwächere Bündel keine derartige Zellen enthielten.

Die Gefässbündel sind auch im Blatte unter sich durch Queraastomosen verbunden, welche bei einzelnen Arten so zahlreich vorhanden waren, dass auf Tangentialschnitten ein fast regelmässiges Maschenwerk von Gefässbündeln sichtbar wurde, das an der Grenze von Central- und Assimilationsgewebe lag.

Was nun die den Aloënen eigentümlichen Inhaltkörper der Zellen betrifft, so können wir ausser dem Zellkern³⁾ unterscheiden den in den Aloëzellen befindlichen bitteren, flüssigen oder hier und da verhärteten Saft, und die in den Grenzzellen meist sehr reichlich, weniger in den Assimilationszellen vorkommenden öltropfenartigen Kugeln. Ausserdem findet sich noch in vielen Grenzzellen, seltener in Assimilationszellen und in Interzellularräumen, z. B. in einigen hinteren Atemhöhlen bei *Haworthia margaritifera* u. a.

¹⁾ Was aus den Angaben Tréculs hervorgeht: a. a. O. S. 82.

²⁾ A. a. O. S. 82.

³⁾ Nach Abschluss der vorliegenden Arbeit ist in der Botanischen Zeitung, Heft X, 1899 von H. Molisch eine Abhandlung veröffentlicht worden: „Ueber Zellkerne besonderer Art.“ Die in derselben beschriebenen eigenartigen Zellkernformen einiger *Horstblätter* wurden bei den von mir untersuchten Arten nicht beobachtet, dagegen konnte auch bei diesen die bedeutende Grösse der Kerne bestätigt werden.

ein homogener gelber Inhalt, der nicht mit Kaliumbichromat reagiert, in Alcohol unlöslich ist und sich dadurch vom Aloësaft unterscheidet.

Die öltropfenartigen Kugeln, welche von Baillon für Aleuron, von Trécul für Aloë, von Prollius für Harz und von Macqret für Gerbstoffkugeln gehalten worden sind, wurden eingehend zuerst bei *H. margaritifera* untersucht. Die grösseren, in der Nähe der Gefässbündel gelegenen, geben beim Einwirken von Alcohol eine Lösung ihres Inhaltes in der Weise, dass zunächst eine kleine Vakuole in der Kugel erscheint, darauf mehrere, die schliesslich mit einander verschmelzen und die ganze Kugel als farblose Flüssigkeit erfüllen. Nun sinkt die scheinbare Hohlkugel entweder allmählich zusammen, oder es findet ein momentanes Platzen statt, worauf man dann die Kugelhülle als eine verschrunpft Membran erblickt. Andere, namentlich kleinere kuglige Gebilde bleiben beim Einwirken von Alcohol ebenso unverändert, wie durch Aether-Alcohol, Chloroform-Alcohol und Xylol.

Schnitte, die 8 Tage in den letzten 3 Lösungsmitteln gelegen hatten, zeigten noch mehr oder minder zahlreiche, völlig unveränderte Kugeln.

Auch Salz- und Essigsäure verhielt sich wie Alcohol und ebenso wirkte Pepsin-Salzsäure, immer blieben eine Anzahl der Kugeln unversehrt. Kalilauge löste dagegen alle Kugeln glatt auf. Gewöhnlich wurden nur die kleinsten durch Corallin und durch Jod gefärbt; dagegen speicherten auch die grösseren Saffranin und Methylenblau. Kaliumbichromat-Lösung färbte nach längerer Einwirkung etwas rötlich-braun, doch kaum mehr als sie die ursprünglich farblosen Zellwände gefärbt hatte; ebensowenig färbte auch Eisenchloridlösung. Schliesslich wurde noch ein Alcohol-Aether Auszug der Blätter auf Gerbsäure untersucht, jedoch mit durchaus negativem Resultat.

Das Eintreffen bezw. Nichteintreffen so verschiedenartiger Reactionen kann wohl nur durch das Vorhandensein zweier verschiedener Körper erklärt werden; nachdem die Abwesenheit von Gerbsäure in dieser Pflanze nachgewiesen wurde, die von Fetten oder ätherischen Oelen oder Wachs aber schon aus der bereits von Prollius¹⁾ gemachten und auch bei dieser Pflanze bestätigten Beobachtung zerbrochener kugliger Körper, die durch Erwärmen in Wasser ihre Gestalt nicht veränderten, hervorgeht, so bleiben unter Berücksichtigung der Reactionen nur zwei Körper übrig, die bei den Aloënen auch weit verbreitet sind, nämlich Harz und Schleim.

In manchen Fällen war es wohl allein eine Harzmasse, welche die Kugeln bildete, dann lösten sich dieselben in Alcohol glatt auf,

¹⁾ A. a. O. S. 566.

war dagegen die Harzkugel von einer Schleimhülle umgeben, so traten die Reactionen letzterer, und je nach der Dicke dieser eine weit schwerere Löslichkeit in Harzlösungsmitteln ein.

Die zuerst beschriebene Art des Verschwindens dieser Gebilde lässt sich wohl nur durch das Vorhandensein einer Schleimhülle erklären. Letztere war noch besser bei *Gasteria retata* zu beobachten, wo unter den oben beschriebenen dunklen Flecken auf den Blättern auch diese Kugeln sich dunkel gefärbt hatten, während ihre Schleimhüllen hyalin geblieben waren und sich bei Einwirkung von Alcohol sehr deutlich von der dunklen Kugel abhoben. Diesen beschriebenen kugeligen Inhaltkörpern entsprechen vollkommen die gleichen bei *Aloë supralaevis* und *Gasteria disticha*; dagegen verhielten sich wesentlich anders die von *Aloë echinata*.

Sie färbten sich hier mit Kaliumbichromat - Lösung intensiv braun und mit Eisenchlorid-Lösung ebenfalls dunkel, so dass die Verwandtschaft ihrer Bestandteile mit gerbsäureartigen Körpern hier deutlich hervortrat.

Der in den Aloëzellen enthaltene Saft war farblos oder gelblich bei den untersuchten Gasterien, Haworthien und bei *Lomatophyllum*; aber auch in einigen Aloëblättern war er ungefärbt: *Aloë ciliaris*, *A. Schweinfurthii*, und gab mit Kaliumbichromat-Lösung nicht die allgemein für typisch geltende Dunkelviolett färbung, welche z. B. bei *A. supralaevis* sehr schön eintrat. In den Fällen, wo der Saft von vornherein intensiv dunkelrotbraun gefärbt war, oder sich auf Schnitten sehr bald durch Oxydation an der Luft so veränderte, wie bei dem sehr klebrigen, bitteren Secret von *A. obscura*, war diese Reaction ebenfalls von geringererem Werte.

Aber auch in anderen Fällen ist sie bei negativem Ausfall für das Nichtvorhandensein von Aloë nicht immer beweisend, was sehr klar bei *A. Schweinfurthii* erkannt werden konnte. Bei dieser Pflanze war es auffallend, dass die Blätter intensiv bitter schmeckten und doch kein Aloë nachweisbar schien. Da wurde bemerkt, dass der den Gefässbündeln entstammende Saft, auf einen Objectträger gebracht, beim Eintrocknen oder noch besser, nachdem derselbe mit einem Tropfen Glycerin versetzt und mit einem Deckglase versehen längere Zeit beiseite gestellt war, sehr schön zahlreiche farblose Nadeln zeigte, die sich zu Sphärocrystallen zusammengelegt hatten.

Wurde zu diesen Krystallen ein Tropfen Schwefelsäure zufließen gelassen, so trat eine momentane Auflösung mit intensiv rein gelber Farbe ein. Alles dies spricht dafür, dass hier ein dem Barbaloin sehr nahe stehender Körper vorliegt, welcher aber die Chromsäure - Reaction nicht gab.

Wenn auch Trécul schon seine Ansicht dahin äussert, dass die Bildung von Aloë abhängig ist von der Virulenz der Pflanze, die

niemals in unseren Klimaten dieselbe sein wird wie in der Heimat, und Lanza dies in gewisser Beziehung durch die Beobachtung bestätigt, dass bei blühenden Pflanzen die Aloëbildung zurückgeht, so hat man doch vielfach aus dem Nichteintreten gewisser Reactionen auf das Fehlen von Aloë bei den betreffenden Arten überhaupt geschlossen, so namentlich bei vielen Haworthien und Gasterien, deren Secretzellen meist jenen erwähnten gelblichen Saft besitzen, der dem auch sonst in den Grenzzellen beobachteten sehr ähnlich ist. Doch erscheint es nicht ausgeschlossen, dass diese Pflanzen, oft schon über 100 Jahre bei uns in Warmhäusern cultiviert, in ihrer Heimat sich vielleicht wesentlich anders verhalten.

Es sind nun in neuerer Zeit in den verschiedenen *Aloë*-sorten so verschiedenartig sich verhaltende Körper gefunden worden (das Barbaloin in der Barbados-Aloë, das Socaloin in *Aloë soccotrina*, das Nataloin in der Natal-Aloë u. a.), dass wir darauf verzichten müssen, die Bildung eines einheitlich zusammengesetzten Productes als ein die Gattungen *Gasteria*, *Haworthia* und *Aloë* trennendes oder verbindendes Kriterium hervorheben zu wollen; vielmehr liegt die Wahrscheinlichkeit näher, dass das der ganzen Gruppe Gemeinsame in einer Eigentümlichkeit des Protoplasmas beruht, Stoffe zu erzeugen oder sich zu solchen umzubilden, welche eine Reihe weiterer Umwandlungen erfahrend, schliesslich, gewissermassen als Reifungsproduct, einen harzartigen Körper, die Aloë erzeugen.

So wurde in jugendlichen Pflanzen aller drei Gattungen die Umwandlung von farblosem Protoplasma zu einer gelben Flüssigkeit beobachtet; am besten liess sich dies bei *A. saponaria* verfolgen. Hier waren in den Blatthöckern sowohl, wie in den Wurzelbasen des jugendlichen Stammes Zellen vorhanden, die einen intensiv gelb gefärbten homogenen Inhalt zeigten, welcher das ganze Zelllumen erfüllte oder an der Wurzelbasis sich bereits zu einem grossen oder mehreren kleinen Tropfen, die dann in einer farblosen Flüssigkeit schwammen, umgewandelt hatte; in anderen Zellen war nur eine geringe Gelbfärbung erkennbar und der Kern noch deutlich vom Plasma zu unterscheiden. Zwischen diesen beiden Formen existierten alle Uebergänge, namentlich auch in der allmählichen Gelbfärbung und Auflösung des Kernes. Dass diese Erscheinung schon in so jugendlichen Pflanzen mit der Aloëbildung in Beziehung steht, ist daraus zu schliessen, dass sie in den älteren Teilen des Stammes und in den Chlorophyllzellen der jungen Blätter verschwand, am meisten aber in und neben den Procambiumsträngen sichtbar war.

Es ist gewiss einerseits ausgeschlossen, dass die Umwandlung dieses gelben Inhaltes direct in Aloë erfolgt; aber andererseits spricht doch das Auftreten in und neben den Zellen des Aloë liefernden Gewebes sehr für einen innigen Zusammenhang beider Secrete; und das

spätere Erscheinen zahlreicher fester kugeliger Gebilde an den Wurzelbasen bringt auch diese in Zusammenhang mit dem an gleichen Orten beobachteten, sich gelb färbenden Protoplasma. In den Grenz- und Assimilationszellen erscheinen die öltropfenartigen Kugeln erst viel später: so enthielten die jüngsten Blätter von *A. supralaevis* weder Aloë noch Harzkugeln, im sechsten Blatte erschienen die letzteren und erst in den noch älteren war der typische Aloësaft nachzuweisen.

Wirkliche Beweise für den Zusammenhang jener Kugeln mit dem Aloësaft sind schwer zu erbringen. Trécul beobachtete in letzterem ähnliche Kugeln. Prollius giebt an, nie etwas derartiges bemerkt zu haben.

In den reichlich dunklen Aloësaft enthaltenden Secretzellen von *A. obscura* waren nun in der That ganz ähnliche Kugelbildungen vorhanden, und da das Blatt an einem stärkeren Stamme das älteste und bereits etwas welk war, so ist diese Bildung wahrscheinlich als eine Alterserscheinung des Saftes aufzufassen, um so mehr, als sie an jüngeren Blättern nicht beobachtet wurde. Schon aus dem früher berichteten Verhalten der Kugeln verschiedener Arten geht hervor, dass sie nicht einheitlich zusammengesetzt sind und dass sie mitunter (*A. echinata*), wie Macqret allgemein annimmt, zu gerbsäureartigen Körpern in Beziehung stehen. Dass aber auch die Aloë jenen Körpern nicht zu ferne steht ergeben die Tschirch'schen Untersuchungen, welcher angiebt¹⁾, dass das Harz der Barbadosaloe der Zimmtsäureester eines Tannols, das der Capaloe ein Parakumarsäureester ist. Daher kann man wahrscheinlich doch in diesen Harzkugeln entweder Entstehungs- oder Umwandlungsproducte des Aloësaftes erblicken.

Vielleicht ist auch durch die Zelle selbst und ihre Lage eine Verschiedenheit der Entwicklung ihres Inhaltes bedingt, in der Weise, dass jene gelbe Flüssigkeit in vielen Assimilationszellen sich zu Harzkugeln verdichtet, während sie in den Secretzellen den Aloësaft erzeugte, dann müsste auch ausserhalb der Secretzellen durch sehr günstige Umstände Aloësaft entstehen können. So würde eine Erscheinung erklärlich, welche in dem Blatte von *A. Wilmsii* (Fig. 14) beobachtet wurde und die das überaus reichliche Vorkommen von Aloë in den in ihrer afrikanischen Heimat gewachsenen Pflanzen zu erklären geeignet ist. Es lagen hier nämlich die Gefässbündel so dicht nebeneinander, dass meist nur zwei grosse Zellen sie seitlich von einander trennten. In den Gefässbündeln selbst waren die Aloëzellen sehr stark entwickelt, die Grenzellen aber klein und oft un deutlich, dagegen hatten die Zwischenzellen der Gefässbündel dasselbe

¹⁾ Berichte der Deutschen Pharmac. Gesellschaft: 1898, Heft 5, S. 175, *).

Aussehen wie die Secretzellen, nur etwas dickere Wandungen und schienen des Chlorophylls stets entbehrt zu haben.

Da das untersuchte Blatt vor dem Pressen mit Wasser abgerührt worden, so war der grösste Teil des Aloësaftes in jenen Zwischenzellen, ebenso wie in den Secretzellen verschwunden (dass das untersuchte Blatt aber sehr reich an Aloë gewesen war, ging noch beim Behandeln mit Alcohol-Ammoniak behufs Aufweichung desselben hervor); doch spricht das Aussehen der die Gefässbündel seitlich verbindenden Zellen und das teilweise unmittelbare Zusammenhängen mit den Secretzellen sehr dafür, dass sie ebenfalls Aloësaft enthielten und so bei dieser Pflanze eine ununterbrochene Zone von Aloëzellen zwischen Central- und Assimilationsgewebe erzeugt hatten, von welcher der Aloësaft das gesamte Interzellularsystem der Pflanze durchdrungen hatte. In vielen kleinen Interzellularräumen konnten mitunter noch Reste des dunklen Secretes bemerkt werden, welche das Behandeln mit Quellungsmitteln noch nicht in Lösung gebracht hatte.

C. Vergleichende Untersuchung der Gattung *Kniphofia* Mönch.

Durch den im morphologischen Teil erbrachten Nachweis der terminalen Stellung des Blütenstandes bei *Gasteria* und *Lomatophyllum* war der in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ angestellte Unterschied von *Kniphofia* weggefallen und es musste die Frage in den Vordergrund treten, ob eine Trennung der Gattung *Kniphofia* von *Aloë*, *Haworthia* etc. etwa als besondere Untergruppe noch anfrecht zu erhalten wäre.

Vor einigen Jahren konnte man ein *Kniphofia* von *Aloë* einigermaßen trennendes morphologisches Merkmal in dem damals allen *Kniphofia*-Arten gemeinsamen Kiel der Blätter erblicken. Durch die Entdeckung der *K. Northiae*¹⁾, welcher jener völlig fehlt, ist aber auch diese scheinbare Schranke gefallen, wenn man sie überhaupt als solche gelten lassen wollte, da sich eine kielartige, doch meist wenig hervortretende Ausbildung auch bei vielen Aloëblättern findet (z. B. *A. variegata*, *Apicra congesta*, *A. foliolosa*, *Haworthia attenuata* u. a., seltener bei *Gasterien*, z. B. *Gasteria carinata*).

Obwohl nun durch A. Engler und später auch durch R. Schulze nachgewiesen worden ist, dass eine Gruppierung der Liliaceen auf Grund ihrer anatomischen Verhältnisse unmöglich ist, so schienen die letzteren bei der Gruppe der Aloënen doch von so eigenartiger Ausbildung, dass wohl anzunehmen war, sie könnten nach Abzug der durch Standort und klimatische Einflüsse bedingten Veränderungen

¹⁾ Siehe Abbildung: Bot. Magazine: Tafel 7412.

auf die Nähe der Verwandtschaft der einzelnen Gattungen einen weiteren Schluss zu ziehen gestatten.

Da bereits R. Schulze in einer allgemeineren Arbeit über die Anatomie der Liliaceen¹⁾ auch mehrere Arten von *Kniphofia* und *Notosceptrum* untersucht hat, so seien die von ihm dort aufgefundenen anatomischen Charactere kurz angegeben.

Die Blätter besitzen farbloses centrales Grundparenchym und rings herum Chlorophyll führendes Gewebe. An der Grenze beider finden sich die Gefässbündel, ihr Phloem der Epidermis, ihr Xylem dem Grundgewebe zuwendend. Sie sind durchgängig durch Bastschienen gestützt. Im Stamme von *Notosceptrum benquense* findet sich ein subcorticaler Bastcylinder. In den Bündeln der Blätter sind bisweilen (*N. andogense*, *Kniphofia Thomsoni*) die median und aussen gelegenen Phloemzellen etwas grösser als die übrigen, bei *K. Thomsoni* enthalten sie ausserdem einen braunen Inhaltsstoff, derselbe Stoff findet sich auch in den Zellen des Holzparenchyms von *K. Thomsoni* und *Notosceptrum benquense*.

Zu eignen Untersuchungen konnten herangezogen werden Blätter von *Kniphofia amabilis* und ein ganzer Pflanzenstock von *K. aloides* Mönch.

An diesem letzteren wurden zunächst die Sprossverhältnisse untersucht.

K. aloides besitzt ein wenig unter der Erde befindliches, dick cylindrisches Rhizom, welches sich ausserordentlich reich durch Sprossung verästelt. Diese Sprosse stehen meist ziemlich regelmässig in 4 Zeilen angeordnet und treiben einen kurzen dicken, mit zahlreichen Blättern dicht besetzten, aufrechten Stamm. Höchst interessant war an diesem die Blattstellung. Jeder Spross begann mit 1 bis 2 Niederblättern (diagrammatische Darstellung, Fig. 17), die eine den Stengel umfassende Blattscheide besaßen und einander gegenüberstanden. Bezeichnen wir die durch die Mitte dieser beiden Niederblätter gelegte Ebene als die Mediane des Sprosses, so stand das erste Laubblatt genau in der Transversale und war mit einer 5 bis 8 cm hohen stengelumfassenden Blattscheide versehen, ihm gegenüber folgte das zweite Laubblatt mit ebenfalls grosser umfassender Scheide. Das dritte in der Mediane stehende Laubblatt hatte nur noch eine sehr niedrige Scheide und ebenso das ihm gegenüberstehende vierte: an den den Spreiten gegenüberliegenden Stellen waren jene Blattscheiden nur noch 1 bis 3 mm hoch. Bei den nun folgenden Blättern kam es überhaupt nicht mehr zur Ausbildung einer Blattscheide, vielmehr stiessen die Ränder direct aneinander, die Blätter standen sich

¹⁾ R. Schulze: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen etc. in Engler's Bot. Jahrbücher XVII, 1893, S. 351.

genau gegenüber. So haben wir hier den bei Monocotyledonen wohl ganz vereinzelt dastehenden Fall, dass die Blattstellung an einem Laubspross aus der spiraligen in die decussierte übergeht. Allerdings sind auch bei den innersten decussiert stehenden Blättern die Blattpaare nicht vollkommen gleich, vielmehr schwankten die Längen in sehr jungen Stadien meist um $\frac{1}{2}$ cm und im nahezu ausgewachsenen Zustande wurden Längenunterschiede von ca. 8 cm an demselben Blattpaare gemessen. Schliesslich war es noch sehr merkwürdig, dass der am kräftigsten entwickelte Spross bis zum angelegten Blütenstand $\frac{2}{5}$ Blattstellung mit stengelumfassenden Scheiden besass. Leider war es nicht möglich, auch nicht an anderen Pflanzenstöcken, in gleicher Weise entwickelte Sprosse aufzufinden, so dass dieser Fall wohl als eine Abnormität zu betrachten ist.

Die genaue Feststellung der Angabe in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“, dass der Blütenstand terminal sei, stiess hier auf ziemliche Schwierigkeiten, die einmal dadurch bedingt waren, dass der Vegetationspunkt hier äusserst tief in den Stamm eingesenkt war und andererseits in der decussierten Blattstellung und dem Fehlen der umfassenden Scheiden ihren Grund hatten. An einem der günstigsten Objecte war festzustellen, dass von den beiden, dem centralen, ca. 1 cm hohen Blütenstand (Fig. 18) am nächsten befindlichen Blättern das innerste kleinere (b) bereits an der Blütenachse eingefügt war, während zwischen dem ihm gegenüberstehenden, etwas grösseren Blatte (Fig. 17, 8a; 18a) und dem Blütenstand (F) eine kleine Laubknospe angelegt war. Diese sowohl wie der Blütenstand konnte terminal sein. War es der letztere, so war das grössere der beiden innersten Blätter, zwischen dem und dem Blütenstande sich die Knospe befand (Fig. 17, 8a), in der That das Tragblatt des Laubsprosses. Dieser Fall hatte zwar allem Anscheine nach die grössere Wahrscheinlichkeit, immerhin aber war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das kleinere der beiden innersten Blätter (Fig. 17, 8b) nur secundär der Blütenachse angewachsen war und bei terminaler Lage der Laubknospe das Tragblatt des achsillären Blütenstandes wäre. So blieb zur Entscheidung nichts weiter übrig, als das genaue Studium der Blattstellung der Laubknospe. Dabei zeigte sich, dass das erste Blatt der letzteren sich zwischen dem Blütenstand und der Laubknospe befand. Es hatte aber durch den Druck der umgebenden älteren Organe eine so unbestimmte Form angenommen (Fig. 17, V), dass es sich auf Querschnitten noch nicht sicher entscheiden liess, ob es als Vorblatt der Blütenachse oder dem Laubspross angehörte. Die beiden folgenden Blätter des letzteren standen transversal zu einer durch Laubspross und Blütenachse gelegten Mediane und waren nicht mehr zu einer Erklärung der Sprossfolge geeignet. Daher wurde versucht, durch Freipräparieren der Laubknospe die Zugehörigkeit des

Vorblattes festzustellen. Hierbei ergab sich dann, nachdem die Knospe mitsamt ihrem Blatte durchsichtig gemacht war, dass jenes Vorblatt ganz entschieden der Laubknospe angehörte und somit der Blütenstandsachse adossiert war.

Auch die Verwachsung des Tragblattes der Laubknospe mit der letzteren sowie die Insertion des gegenüberliegenden Blattes am Blütenstiel sind dann keine secundären, sondern primäre Erscheinungen. Daber ist hier in der That ein terminaler Blütenpross vorhanden und sind durch diese Untersuchungen die betreffenden Angaben Englers in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ durchaus bestätigt worden.

Die Anatomie der Wurzeln von *K. aloïdes* ergab zunächst als Unterschied von den untersuchten Aloëwurzeln die äusserst geringe Ausbildung von Sklerenchymzellen und ein baldiges Abwerfen der Wurzelhaare. Das Gefässbündel zeigte 20 bis 28 Xylemstrahlen, zwischen denen kleine Phloemgruppen lagen, deren Zellen ziemlich dicke, helle Wandungen besaßen. Das sehr grosse Centralgewebe war auch in den ältesten Wurzeln völlig unverdickt, dagegen war hier die Endodermis etwas sklerotisch geworden; die ihr anliegenden Zellen der innersten Rindenschichten waren dagegen dünnwandig geblieben und auch in den äusseren Teilen der Rinde fanden sich keine isolierten Sklerenchymzellen. Eine Phellogenschicht war nirgends vorhanden; die unter der abgeworfenen Epidermis gelegenen äussersten Rindenzellen hatten auch hier verkorkte Membranen und enthielten einen intensiv gelben Zellsaft; derselbe fand sich auch in sehr vielen Rindenzellen und unterschied sich etwas von dem vieler Aloëwurzeln durch seine ausserordentlich leichte Löslichkeit in Wasser. Oelfropfenartige Kugeln wurden nicht beobachtet.

Die Stämme von *Kniphofia* gestatteten dagegen in mehreren Beziehungen einen Vergleich mit denen von Aloë und verwandten Gattungen.

Da nach R. Schulze *Notosceptrum benguelense* einen subcorticalen Bastcylinder besitzt, würde es sich der Aloë *ciliaris* anschliessen. Dass sich *Kniphofia*-Arten dem gewöhnlichen Aloë-Stammtypus anreihen, bewies die Untersuchung von *Kniphofia aloïdes*, wo nicht nur der Verlauf und die Ausbildung der Gefässbündel vollkommen denen der Aloë-Stämme gleich, sondern auch der den letzteren allgemein zukommende Verdickungsring, den R. Schulze allerdings nicht bemerkt zu haben scheint, vorhanden ist (Fig. 19). Da die Blätter dicht aneinander stiessen, so war eine Epidermis nicht erkennbar, ebenso wenig wurde das Vorkommen eines Phellogens bemerkt; die Rinde war dagegen ziemlich stark entwickelt und wurde wohl nur von den in die Blätter eintretenden Gefässbündeln durchzogen. Darauf folgte der Centralkörper, zwischen dem und der Rinde die rings um den Stamm verlaufende, sehr spärlich in Teilung begriffene Verdickungszone lag.

Meist hatten sich nur 1 bis 3 radial übereinander gelegene Zellen tangential geteilt, doch waren auch in dieser Zone ganz junge procambiale Stränge (Fig. 19) vorhanden, die, da solche im Centralkörper sonst nie vorkamen, offenbar secundärer Natur sind. Die Gefässbündel verschmolzen vielfach mit einander und waren häufig sehr unregelmässig gestaltet. Wo dies nicht der Fall war, umgab eine periphere, mehr oder minder geschlossene Xylemgruppe ein centrales Phloem.

Ausser den gewöhnlichen Elementen des Xylems waren in manchen Bündeln auch zahlreiche Tracheiden vorhanden, welche denen der *Aloë* Stämme in jeder Beziehung glichen, und auch hier, meist grössere Massen bildend, in unregelmässiger Weise mit Phloemgruppen und Gefässen zusammenlagen. Wie in der Wurzel, war auch im jungen Stamm im Grundgewebe und in einigen dünnwandigen Zellen der Leitbündel ein ganz ähnlicher gelber Zellinhalt vorhanden, wie er in den entsprechenden Teilen einzelner *Aloë*-Arten beobachtet wurde.

Der sehr jugendliche, kurze Blütenstand gestattete immerhin schon, die Anlage eines Sklerenchymcylinders wahrzunehmen, in welchem hier stellenweis eine Anhäufung von Gefässbündeln stattfand. Von diesen zweigten sich in der blüentragenden Region fast senkrecht zur Achse kleine Gefässbündel ab, welche in die Blütenanlagen einbogen. Die Gefässbündel selbst waren sehr regelmässig, stellenweis in concentrischen Kreisen gelagert, und entsprachen völlig denen der Blätter: es waren bereits einige verholzte Ringgefässe erkennbar, welche stets der Stengelmittle zugewandt waren und die von der Phloemgruppe durch noch unverdickte, weitlumige Gefässanlagen getrennt wurden; rings umgeben sind beide Leitungselemente von den bereits gut unterscheidbaren, noch völlig unverdickten Zellen der späteren Gefässbündelscheide und zu äusserst von der ebenfalls bereits differenzierten Parenchymseide.

Die Blätter der beiden untersuchten Arten glichen sich ausserordentlich bis auf die Ausbildung der Oberhaut, die bei *K. aloïdes* mit vielen grösseren, warzenförmigen Erhebungen versehen war, welche meist durch ebenfalls erhöhte, die Warzen in der Längsachse des Blattes mit einander verbindende Stellen unregelmässige, bergzugartige Rücken bildeten.

Allerdings waren auch bei *K. amabilis* kleinere Höcker vorhanden; doch erzeugten diese niemals derartige Bilder, die sich bei *K. aloïdes* fast auf jeder Zelle fanden. Bei beiden Arten aber waren diese Wärzchen von der Zelluloseschicht hervorgebracht und nur von der gleichmässigen, nicht sehr entwickelten Cuticula überkleidet. In unmittelbare Analogie tritt diese Erscheinung daher mit den bei *Aloë Schweinfurthii*, *A. saponaria*, *A. supralaevis* und *A. echinata* beobachteten Höckern, mit denen sie noch weiter verknüpft wird durch

die Ausbildung zahlreicher kleiner Zäpfchen, die besonders in den Höckern von der Cuticula in die Cellulose einspringen und welche auf Flächenschnitten die punktförmige Zeichnung der Oberhautschicht aller dieser Blätter bedingen.

Die Epidermiszellen der *Kniphofia*-Arten unterscheiden sich aber von denen der *Aloë*, *Haworthia* etc. durch die ganz bedeutende Streckung in der Längsachse des Blattes, die wohl nie bei den Blättern von *Aloë* in dieser Weise vorkommt, sich jedoch bei den Blütenstielen der letzteren ebenso beobachten lässt und genügend durch das viel stärkere Längenwachstum der Blätter von *Kniphofia* erklärt ist.

Die Spaltöffnungen (Fig. 20) lassen bei den beiden untersuchten Arten noch die deutliche Anlage einer äusseren Atemhöhle erkennen, die jedenfalls weit entwickelter ist, wie in den extremsten Fällen bei *Aloë ciliaris*, der sie ja gewöhnlich ganz fehlt. Auch die Auskleidung des obersten Theiles der hinteren Atemhöhle mit einer zarten Cuticularlamelle konnte bei *Kniphofia aloides* mittelst Schwefelsäure nachgewiesen werden. Dagegen war die eigentümliche Ausbildung der Assimilationszellen zu „Armpallisaden“ (Fig. 20) eine Erscheinung, die niemals bei *Aloë*, *Gasteria* oder *Haworthia* beobachtet wurde, wenn auch die eigenartigen schlauchförmigen Verbindungen der äussersten Assimilationszellen von *Aloë ciliaris* (Fig. 12) dieser Ausbildungsweise nicht zu fern stehen dürften; doch lässt sich dies infolge der damit verbundenen Entstehung zahlreicher grösserer Interzellularräume durch Anpassung an ein feuchteres Klima ungewungen erklären.

In grosse Uebereinstimmung mit *Aloë* bringt die *Kniphofia*-abblätter dagegen wieder das Vorkommen eines centralen chlorophyllfreien Wassergewebes, das in den unteren Theilen der untersuchten Blätter recht entwickelt war, gegen die Spitze dagegen auf 1 bis 2 Zelllagen reducirt erschien. Die 2 Reihen von Gefässbündeln lagen zwar an der Grenze beider Gewebe; doch waren sie, wie auch bei vielen *Aloë*-blättern fast ganz vom Assimilationsgewebe umgeben. Sie enthielten als äusserste Schicht eine sehr deutlich ausgebildete Parenchymseide, die den Grenzzellen der *Aloë*-blätter entsprach und den Gehalt an Chlorophyllkörnern mit diesen gemeinsam hatte, während Harzkugeln nie in ihr bemerkt wurden. Wo die Gefässbündel bis nahe an die Epidermis heranreichten, so dass sie nur eine Zellschicht von dieser trennte, waren die zwischen beiden gelegenen Zellen oft sehr lang radial gestreckt, dicht zusammengerückt und legten sich an beide Schichten fest an, während ihnen benachbarte weit kürzer waren und viel unregelmässigere Formen zeigten.

Die Gefässbündel selbst besaßen drei verschiedene Gewebe, wie sie in denen der *Aloë*-blätter beobachtet wurden. Ein ziemlich entwickeltes, nach der Blattmitte zu gelegenes Xylem wurde von grossen Ring- und Spiralgefässen gebildet, die manchmal in einer Reihe an-

geordnet waren, oder ein mit der Spitze nach dem Centralgewebe gerichtetes V darstellten.

Nach aussen zu folgte dann eine kleinzellige Phloemgruppe und schliesslich war auch hier eine beide Gewebe umgebende Zellmasse vorhanden, welche in ganz jungen Bündeln vollkommen gleichmässig erschien, in älteren sich zunächst an den nach aussen gelegenen, am meisten entwickelten Teilen verdickte, und die namentlich bei dem äussersten Bündel des Blattkiesels schliesslich beide Leitungselemente als geschlossene Sklerenchymscheide rings umgab. In vereinzelter Fällen war in diesem Bündel eine Phloemgruppe nicht mehr erkennbar, so dass nur grosse Gefässe vorhanden waren, die von der Bündelscheide umgeben wurden.

An den untersten Teilen einiger Blätter, die längere Zeit in Wasser gestanden, hatten sich diese verdickten Zellen rotbraun gefärbt; sonst wurde ein ähnlicher Zellinhalt, wie ihn R. Schulze bei *Kniphofia Thomsoni* bemerkte, nicht angetroffen. Immerhin erinnert jenes Vorkommen so lebhaft an die chromogenen Zellen in den Aloëblättern, dass man auch hierin eine engere Verwandtschaft nicht verkennen kann; um so mehr, als auch bei vielen *Haworthia*- und *Apicra*-Arten eine Sklerose der Secrezellen eintritt und die dadurch entstandenen dickwandigen Zellen in ihren Formen und in der Tüpfelung sich den entsprechenden von *Kniphofia* auf's Engste anschliessen.

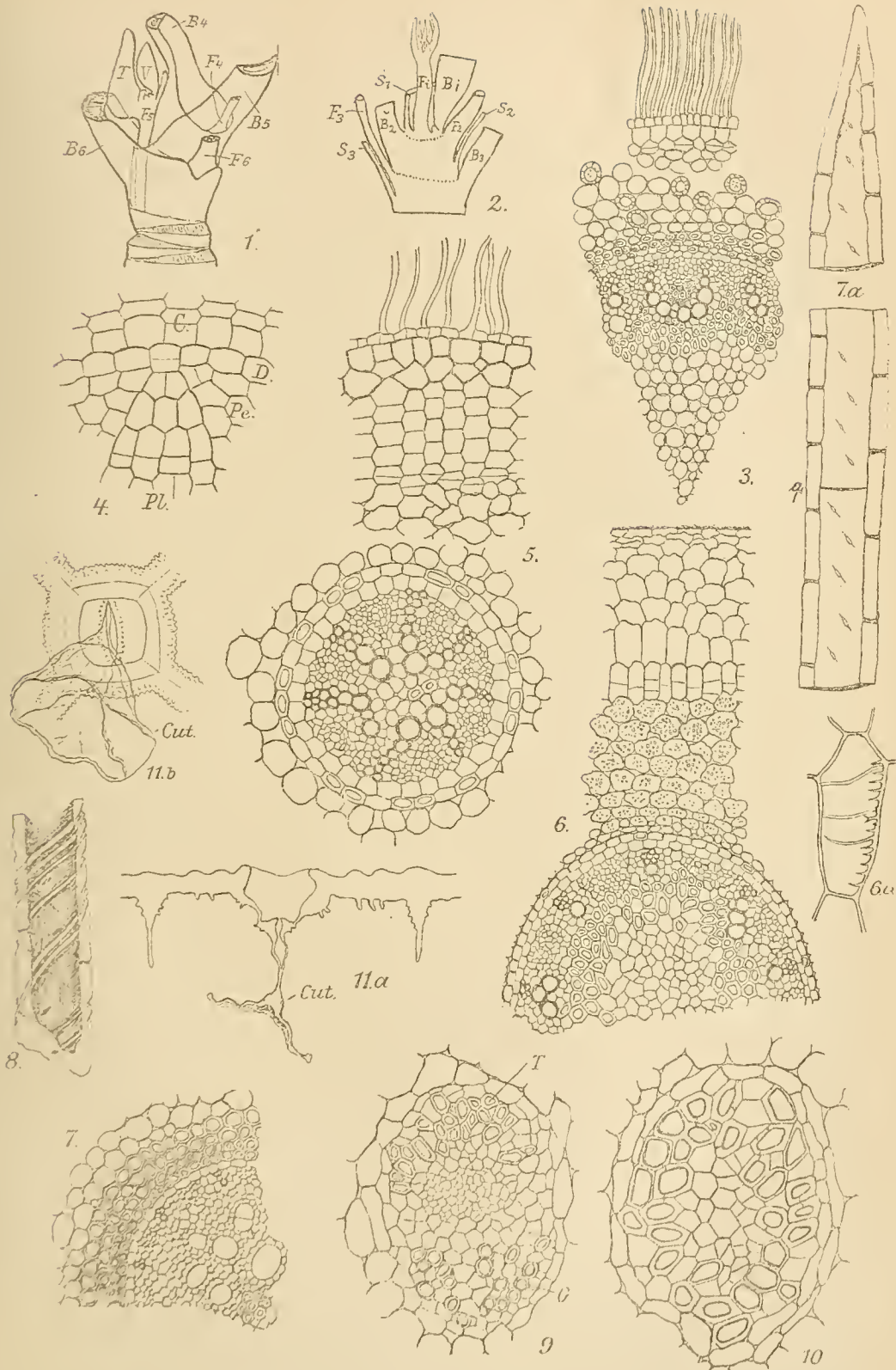
Nach diesen Ausführungen können wir *Kniphofia* wohl als eine der Aloë sehr nahe stehende Gattung bezeichnen, welche nur durch Anpassung an ein feuchteres Klima (Gebirge von Abyssinien bis Südafrika und von Madagaskar) und oft ebensolchen Untergrund (*K. Northiae* u. a. wachsen direct in Sümpfen) einen wesentlich anderen Habitus angenommen hat, als ihn Aloë, *Haworthia*, *Gasteria*, *Apicra* oder *Lomathophyllum* besitzen.

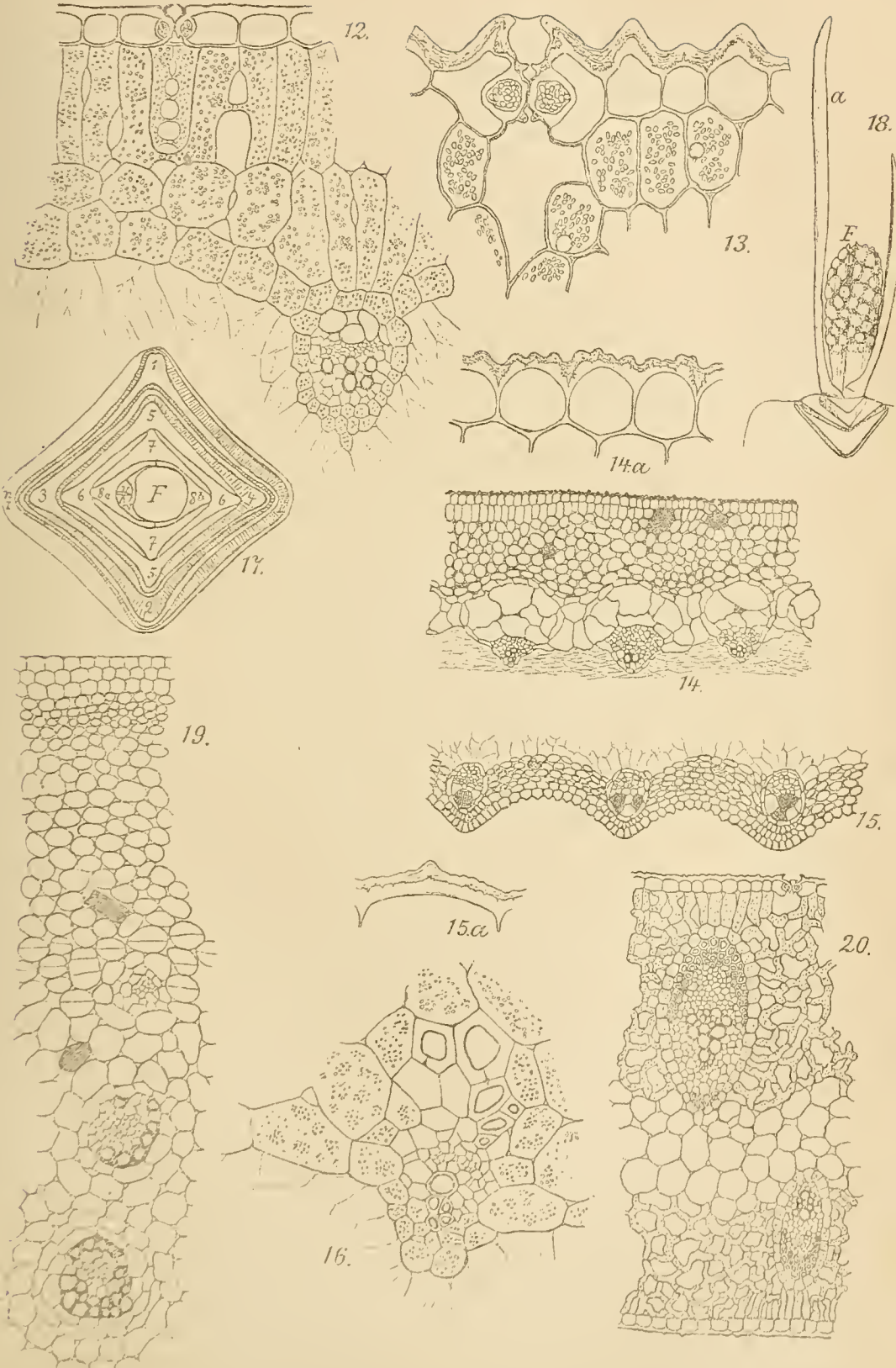
Bei der *Kniphofia* nahe verwandten Gattung *Notosceptrum*, welche auf Wiesen Westafrikas vorkommt, werden diese Verhältnisse wohl ähnlich liegen. Daher dürfte es empfehlenswert sein, die bisherige Scheidung der Aloënen in 2 Gruppen fallen zu lassen.

Figurenerklärung.

- Fig. 1. *Gasteria retata* Haw.: Sprossverhältnisse, etwas schematisiert; B 6 = sechstes Blatt umgreift mit seiner Scheide den Blütenstand F 6; Blatt 5 den Blütenstand F 5, an welchem sich ein Laubspross in der Achsel des Blattes T entwickelt hat und von dem das erste Blatt V erkennbar ist.
- Fig. 2. *Gasteria retata* Haw.: Sprossspitze F 1 = junger Blütenstand, umfasst von der Scheide S 1 des Blattes B 1. Zwischen B 1 und F 1 Knospe. B 2 = nächst älteres Blatt, umgreift mit seiner Scheide S 2 den Blütenstand F 2, welcher das Ende der durch die punktierten Linien angedeuteten Sprossachse darstellt.
- Fig. 3. *Aloë obscura* Mill.: Teil eines Wurzel-Querschnittes.
- Fig. 4. *Aloë echinata* Willd.: Teil eines Längsschnittes durch die Wurzelspitze, C = Calyptrogen, D = Dermatogen, Pe = Periblem, Pl = Plerom.
- Fig. 5. *Apicra spiralis* Haw.: Teil eines Querschnittes durch Gefässbündel und äussere Rinde einer etwas älteren Wurzel.
- Fig. 6. *Aloë aurantiaca* Baker: Teil eines Querschnittes durch Gefässbündel und Rinde einer älteren Wurzel.
- Fig. 6a. Zelle aus den äusseren Rindenschichten derselben, im Längsschnitte dargestellt.
- Fig. 7. *Gasteria sulcata* Haw.: Teil eines Querschnittes durch das Gefässbündel und die innersten Rindenschichten eines dünnen Wurzelendes.
- Fig. 7a. Sklerenchymzelle aus dem inneren Gewebe des Gefässbündels, q = dünne Querwand.
- Fig. 8. *Gasteria retata* Haw.: Ende einer Sklerenchymzelle aus dem Innern eines recht alten Wurzelbündels, durch Maceration auf kaltem Wege isoliert.
- Fig. 9. *Aloë echinata* Willd.: Querschnitt durch einen tiefer im Stamme sich befindenden Blattspurstrang. Die oberen dickwandigen Zellen sind Tracheiden, die unteren Gefässe.
- Fig. 10. *Aloë supralaeris* Haw.: Querschnitt durch ein primäres, stammeigenes Bündel, es sind nur Tracheiden vorhanden.
- Fig. 11. *Aloë obscura* Mill.: Mit conc. Schwefelsäure behandelte Schnitte durch eine Spaltöffnung a) Querschnitt, b) etwas dickerer Flächenschnitt von der Innenseite des Blattes betrachtet; Cut = die hintere Atemhöhle auskleidende Cuticularlamelle.

- Fig. 12. *Aloë ciliaris* Haw.: Teil eines Querschnittes durch ein Blatt.
Fig. 13. *Haworthia margaritifera* Haw., ebenso.
Fig. 14. *Aloë Wilmsii* (spec. nov.) Diels, ebenso.
Fig. 14a. Querschnitt durch die Epidermis, stärker vergrößert.
Fig. 15. *Aloë echinata* Willd.: Teil eines Querschnittes durch die Unterseite des Blattes.
Fig. 15a. Oberhaut-Querschnitt, stärker vergrößert
Fig. 16. *Haworthia fasciata* Haw.: Querschnitt durch ein Blattbündel.
Fig. 17. *Kniphofia aloïdes* Mönch: Diagrammatische Darstellung der Stellung von Blättern und Blütenstand. N = Niederblatt, F = Blütenstand, K = junge Knospe.
Fig. 18. Dieselbe: Freipräparierte junge Inflorescenz (F) mit dem Tragblatt a der jungen Knospe und dem der Inflorescenzachse angewachsenen Blatte b.
Fig. 19. Dieselbe: Teil eines Querschnittes durch den Stamm.
Fig. 20. *Kniphofia amabilis*: Teil eines Querschnittes durch ein Blatt.
-





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Hausen Emil

Artikel/Article: [Ueber Morphologie und Anatomie der Aloënen. 1-52](#)