

Die Haare der Monokotylen.

Von W. STAUDERMANN (Frankfurt a. M.).

EINLEITUNG.

Im allgemeinen gelten die Monokotylen als wenig behaarte oder kahle Pflanzen. Trichome sind nur bei einzelnen Familien bekannt und anatomisch genauer untersucht worden. Es ist deshalb interessant, zu erfahren, ob die Monokotylen (besonders im Gegensatz zu den Dikotylen, von denen uns ein solcher Formenreichtum an Haaren bekannt ist) wirklich eine Pflanzengruppe sind, in denen eine derartige Armut an Haargebilden herrscht, wie es allgemein den Anschein hat, oder nicht.

Zu diesem Zwecke wurden Vertreter aus allen Ordnungen und aus möglichst vielen Familien der Monokotylen auf ihre Haare hin untersucht. - Das zur Verwendung kommende Material entstammte zum grössten Teil dem Herbarium des botanischen Instituts zu Frankfurt a.M., einige Pflanzen jedoch bezog ich auch aus dem hiesigen botanischen Garten. - Das Aufweichen des Herbarmaterials geschah auf die bekannte Weise durch Ammoniak. Die Anatomie der Trichome liess sich am besten an Handschnitten studieren, während Mikrotomschnitte wenig dazu geeignet sind. Besonders gute Dienste zur Orientierung und auch zur räumlichen Anschauung der Trichome leisteten abgezogene Epidermisstückchen.

Die Auswahl des zur Untersuchung kommenden Materials geschah auf die Weise, dass die im Herbar vorhandenen Arten, die sich bei Lupen-Betrachtung als behaart erwiesen, ausgesondert und auf obige Weise bearbeitet wurden. Durch dieses Verfahren ist die Arbeit selbstverständlich nur eine Skizze, die trotz dem Literaturstudium zu keinem vollständigen Bilde werden konnte, da die Angaben über Trichome in der Literatur sehr zerstreut und oft schwer aufzufinden sind. - Ausserdem sei noch bemerkt, dass sich die Untersuchungen im wesentlichen auf die vegetativen Teile der Pflanzen beschränkten, also Haare an Blütenteilen (z.B. an Kronblättern, Griffel und Staubfäden) sowie an den Samen mit wenigen Ausnahmen nicht genauer beschrieben werden.

Die Gliederung des Stoffes passt sich der systematischen Einteilung der Monokotylen in 7 Ordnungen an (vergl. Handbuch der system. Botanik von WARMING-MÖBIUS (1) p. 217 - 270). - Zunächst seien die Haare beschrieben, wie sie in den Familien der einzelnen Ordnungen aufgefunden wurden.

I. BESCHREIBUNG DER HAARE NACH DEN FAMILIEN.

A. AUSFÜHRLICHE DARSTELLUNG IHRER ANATOMIE.

1. Helobiae.

Bei den *Helobiae* kommen 4 Haarformen vor:

1. Kleine schuppenförmige Trichome in den Blattachseln, die man *Squamulae intravaginales* nennt.
2. Randstacheln, die bei einigen Gattungen mit gezähntem Blattrand die Endzellen der Zähne bilden.
3. Flossenzähne, kleine, mehrzellige, flossenartige Anhängsel, die nur bei zwei Arten vorkommen, und
4. Sternhaare, die nur bei einer einzigen Art beobachtet wurden.

1. *Squamulae intravaginales.*

Sämtliche Familien der *Helobiae* zeichnen sich durch den Besitz sehr ähnlich gebauter Trichombildungen aus, nämlich durch *Squamulae intravaginales* oder Achsel-

schüppchen. In jeder Blattachsel sitzen zwei, bei manchen Arten auch mehrere, dieser kleinen zweischichtigen Schuppenhaare, die Schleim sezernieren und deren Gestalt sehr verschieden, für jede Spezies aber ganz charakteristisch und konstant ist. - Ihren anatomischen Bau sowie ihre Entwicklung studierte ich an der Hydrocharitace *Elodea densa*, deren Squamulae intravaginales breit eiförmig sind und zu beiden Seiten der Mittelrippe in der Blattachsel stehen (Tafel I, Fig. 1). An ihrem Grunde sind sie durchschnittlich 7 Zellen und in der Mitte 10 Zellen breit, während ihre längste Ausdehnung von der Basis bis zur Spitze meist 12 Zellen beträgt. Die rundlichen Zellen sind z.T. blasig vorgewölbt.

Zu ihrer Entwicklung ist nicht viel zu sagen. Das wesentliche ist aus den Abbildungen (Tafel I, Fig. 2 - 4) ersichtlich, wo mediane Längsschnitte durch die Schuppen in verschiedenen Stadien dargestellt sind: Zuerst wölben sich 2 Querreihen der in der Blattachsel liegenden Epidermiszellen etwas vor, um sich bald tangential zu teilen (Tafel I, Fig. 2). Jede der beiden Reihen besteht aus 6 - 8 Zellen, was der basalen Breite von 7 Zellen bei der erwachsenen Schuppe entspricht. Dieser ersten Tangentialteilung folgen weitere, wodurch die Schuppe in die Länge wächst (Tafel I, Fig. 3, 4). Einige Radialteilungen (radial in bezug auf die Stammachse) verbreitern die Schuppe in der Mitte, wo sie durch Tangentialteilung einzelner Zellen (tangential in bezug auf die Schuppenfläche) auch 3-schichtig werden kann (Tafel I, Fig. 4). - Die erste Teilung (Taf. I, Fig. 2) findet man hier im allgemeinen zwischen der 6. und 7. Blattanlage am Vegetationskegel, und das Absterben der Schuppen, was sich durch Kollabieren der Zellen anzeigt, setzt meist zwischen dem 25. und 30. Blatt ein, sodass ein solches Schüppchen solange lebt bis über ihm am Vegetationskegel etwa 20 - 25 neue Blattquirle entstanden sind.

Soweit meine eigenen Untersuchungen über die Achselhäppchen der Helobiae.

In der Literatur werden sie zum ersten male im Jahre 1856 von CASPARY (2) bei *Serpicula occidentalis Pursh* = *Elodea canadensis Mohr*, und *Udora occidentalis Koch* = *Hydrilla verticillata Casp.* erwähnt, zwei Arten, die sich gerade durch ihre Intravaginalschuppen wesentlich unterscheiden. CASPARY beschreibt sie unter Hinzufügung von Abbildungen in einer weiteren Arbeit 1858 (3) bei folgenden Hydrocharitaceen: *Hydrilla verticillata Casp.*, *Elodea canadensis Mohr*, *E. latifolia Casp.*, *E. guyanensis Rich.*, *Lagarosiphon cordofarum Casp.* und *L. muscoides Harv.* Er hat somit die Intravaginalschuppen entdeckt, nicht aber ihre trichematiaische Natur erkannt, denn er nennt sie "Stipulae intrafoliaceae" und deutet damit an, dass er sie ihrem morphologischen Werte nach für Stipeln hält.

Doch noch im selben Jahre wurde dieser Irrtum durch IRMISCH (4) behoben, der die genannten Organe an einigen Vertretern aus 6 Familien der Ordnung studiert, sie als Trichome anspricht und ihnen den Namen "Squamulae intragaginales" gegeben hat, der bis in die neueste Literatur beibehalten wurde. IRMISCH untersuchte folgende Spezies: *Alisma plantago L.*, *Butomus umbellatis L.*, *Triglochin maritimum L.*, *Tr. palustris L.*, *Scheuchzeria palustris*, *Zoostera marina L.*, *Najas major All.*, *Stratiodes aloides L.*, *Hydrocharis morsus ranae L.* und *Hydrilla verticillata Casp.*, also Vertreter aus den Familien der Alismaceen, Butomaceen, Juncaginaceen, Pctamogetonaceen, Najadaceen und Hydrocharitaceen.

Vergleichende Untersuchungen an Aroideen, Typhaceen, Cyperaceen, Gramineen, Juncaceen, Colchicaceen, Irideen, Commelineen, Liliaceen und Orchideen zeigten ihm den Mangel an Squamulae intravaginales bei sämtlichen bearbeiteten Arten. Da nun sehr viele, wie z.B. die Typhaceen, unter ganz gleichen Lebensbedingungen wachsen wie die entsprechenden unter den Helobiae, und dieser Organe völlig entbehren, spricht er die wohl berechtigte Meinung aus, dass den Squamulae intravaginales einige Bedeutung für die Systematik beizumessen sei.

Eine weitere, sehr genaue Untersuchung der Achselhäppchen liefert BUCHENAU (5), in der er die Alismaceen: *Alisma plantago L.*, *Sagittaria sagittifolia L.*, und *Caldesia parnassifolia Parl.*, die Butomaceen *Butomus umbellatus L.* und die Juncaginaceen: *Triglochin maritimum L.*, *Tr. bulbosus L.*, *Tr. palustris L.*, *Tr. montevidensis Sprg.*, *Tr. decipiens R.Br.* und *Scheuchzeria palustris L.*, deren Haare besonders vermerkt worden, bearbeitet hat.

Die Autoren der beiden folgenden Arbeiten haben sich mit der Frage beschäf-

tigt, welche Funktionen die Achselschüppchen übernehmen. SCHENCK (6) glaubt, dass der Schleim den Vegetationskegel und die jungen Blattanlagen gegen Parasiten u. dergl. zu schützen habe, jedoch SCHILLING (7) zeigt einige Jahre später, dass er vor allem dazu da ist, das zarte meristematische Gewebe vor der direkten Berührung mit dem Wasser und den darin gelösten Salzen zu bewahren, wogegen er die von SCHENCK dem Schleim zugemessene Bedeutung nur in zweiter Linie gelten lässt. Beschrieben hat SCHILLING die Squamulae der Alismataceen *Alisma plantago L* und *Sagittaria sagittifolia*, der Butomaceen *Hydrochlois Commersonii Rich.*, der Potamogetonaceen *Potamogeton natans L.*, *P. rufescens L* und *Zostera marina L.*, sowie die Squamulae der Hydrocharitaceen *Vallisneria spiralis L.*, *Hydrocharis morsus ranae L.*, *Trianea bogotensis Krst.* und *Elodea canadensis Mch.* Die Achselschüppchen der Hydrocharitaceen sind abgebildet.

Den letzten und neuesten Beitrag zu diesem Kapitel liefert GLÜCK (8), der den Beweis für die immer noch untrittene Trichomnatur der Squamulae intravaginalis erbringt.

2. Randstacheln.

Weitere trichomartig differenzierte Epidermisgebilde treten uns in den Endzellen der Blattsöhne einiger Potamogetonaceen, Najadaceen und Hydrocharitaceen entgegen. Es sind dies eigentlich nichts anderes als Randstacheln, die auf ein weit vorragendes Gewebepolster erhoben sind. Die Stachelzellen an und für sich lassen sich mit den Randstacheln mancher Cyperaceen vergleichen, jedoch sind ihre Membranen viel zarter als bei jenen.

Untersucht wurden solche gezähnten Blattränder bei *Potamogeton crispus L.* var. *serratus*, *Hydrilla verticillata Caep.* (Tafel I, fig. 5) und *Najas muricata*. Die Stachelzelle von *Potamogeton crispus* lässt sich in ihrem Verhältnis zu dem umgebenden Gewebe etwa mit einem Randstachel von *Cladium germanicum Schrad.* unter den Cyperaceen vergleichen, der ebenfalls von einem Gewebepolster umfasst und über die Linie des Blattrandes hinausgehoben wird. Bei den beiden anderen genannten Arten, also bei *Hydrilla verticillata* und *Najas muricata* wird die Stachelzelle allmählig länger und spitzer und auch das Polster wölbt sich weiterempor - bei *Najas muricata* einen recht schlanken Kegel bildend.

3. Flossenzähne.

Hieran anschliessend seien die Flossenzähne von *Cymodocea ciliata Ehrbg.* und *Thalassia Hemprichii Aschers.* erwähnt, die beide bei ENGLER-FRANTL abgebildet sind. Man kann diese einschichtigen, flossenförmigen Anhangsel des Blattrandes als mehrere miteinander verwachsene Randstacheln auffassen.

4. Sternhaare.

Eine behaarte Blattspreite konnte ich unter den *Helobias* nur bei der Alismacee *Limnophyton obtusifolium Miq.* feststellen. Eine Notiz von BUCHENAU (3) betreffs besagter Spezies bringt nichts über ihre Behaarung und in dem Kapitel *Alismataceae* in ENGLERs Pflanzenreich (10) findet sich unter *Limnophyton obtusifolium* die Stelle: "... glabrum vel sub lamina et floribus pubescens".

Das einzige Exemplar, das mir aus dem hiesigen Herbar zur Verfügung stand, war auf beiden Seiten der Lamina sowie am Stengel ziemlich stark behaart, und zwar von Sternhaaren, deren Strahlenszahl zwischen 1 und 6 schwankt. Auf Tafel I, Fig. 6 ist ein solches Haar mit 6 Strahlen von der Fläche gesehen abgebildet. Die Wände sind sehr zart und von einer äusserst feinen Kutikula überzogen. Die Zellen sind noch in erwachsenem Zustand mit Inhalt erfüllt; über dessen Natur an dem aufgeweichten Material nichts entscheidendes zu sagen ist. Wie aus den Längs- u. Querschnitten ersichtlich war, entsteht jeder der einzelnen Strahlen aus einer besonderen Epidermiszelle, sodass wir kein Haar vor uns haben, das aus einer Basalzelle entsteht und durch spätere Zellteilungen zu einem verzweigten wird,

sondern es handelt sich um ein zusammengesetztes Haar, dessen Strahlen aus je einer Epidermiszelle entstehen.

2. Glumiflorae.

a. Juncaceae.

Die Trichome der Juncaceen treten in zwei Formen auf, die beide nur am Blattrande vorkommen:

1. Randwimpern, d.h. lange bandförmige Haare, die sich je nach ihrer topographischen Stellung zu Zipfeln verbreitern können, und
2. Papillen. Dies sind normale Epidermiszellen, deren Außenmembran nach der apikalen Seite stumpf vorgewölbt ist.

1. Randwimpern und Zipfel.

Die in den beiden Gattungen *Juncus* und *Luzula* vorkommenden Haare stellen äußerlich betrachtet zwei verschiedene Typen dar. Sie weichen in ihrer Form derart von einander ab, dass diejenigen von *Juncus* nur noch "Haare" genannt werden, wie das BUCHENAU (12) tut, der die Trichome der Juncaceen anatomisch bearbeitet hat. Nach seiner Auffassung entstehen die Zipfel an den Öhrchen der Blattscheide von *Juncus trifidus* L (Taf. II, 1), der einzigen *Juncus*-Art, bei der diese Bildungen bekannt sind, durch "Einreißen des feinen häutigen Randes". Sie stellen demnach keine selbständigen Organe dar, sondern sind vielmehr nur ein Teil des Blattes. Beachtet man aber die Tatsache, dass von den typischen Randwimpern der *Luzula*-Arten (Tafel II, 2, 3) bis zu den Haaren von *Juncus trifidus* Übergangsformen existieren, die diese beiden extremen Formen verbinden, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass es sich hier nicht um prinzipielle Unterschiede, sondern nur um graduelle Abweichungen handelt.

In der Gattung *Luzula* treten bei sehr vielen Arten an den Blatträndern lange bandförmige Haare (Tafel II, 3) auf, deren Basalzellen etwas kürzer sind als die normalen Epidermiszellen des Blattrandes, wo sie entspringen. Die ersten freien Zellen jedoch, welche sich über das Niveau der Epidermis erheben, strecken sich bald in die Länge, um nach der Spitze des Haares zu immer länger und sehr schlank prosenchymatisch zu werden. Die Spitze selbst endigt meist in einer einzigen, sehr langen, flachen prosenchymatischen Zelle (Tafel II, 3). So sind die Haare des Blattrandes gestaltet. Am Scheidenrand dagegen, der in einen feinen Hautsaum aus rein epidermalem Gewebe ausläuft, verbreitern sich ihre Basen verhältnismässig stark, und es hat deshalb, da sie sehr dicht stehen, den Anschein, als sei dieser zweischichtige Hautsaum in viele feine Zipfel zerspalten. Zwischen der breitbasischen Form am Grunde der Blattscheide und der normalen schmalbasischen des Blattrandes sind alle Übergänge vorhanden. Am meisten jedoch sind die normalen Haare an den Hochblättern des Blütenstandes umgewandelt, wobei es sich aber ebenfalls nur um ein weiteres graduelles Abweichen von der Form am Blattscheidenrand handelt.

Ganz ähnlich wie diese Haare an den Hochblättern sind aber auch die Haare an den Öhrchen der Blattscheide von *Juncus trifidus* L (Tafel II, 1) gestaltet, und BUCHENAU schreibt selbst, dass sie "allenfalls mit jenen an den Hochblättern zu vergleichen, aber keine selbständigen Organe wie die Randhaare der Blätter von *Luzula* sind". Diese Anschauung nimmt den Gebilden ganz den Charakter eines Organs, das bei seiner Gestaltung aktiv beteiligt ist. In beiden Fällen ist es aber durch die vorhandenen Übergänge ziemlich sicher, dass es sich um homologe Organe handelt, d.h. dass die Zipfel an den Öhrchen von *Juncus trifidus* echte Trichome sind.

Bei der Umwandlung der Trichome aus der Haar- in die Zipfelform ist eine gewisse Korrelation zwischen dem Grade der Umwandlung und der topographischen Stellung des Haares zu bemerken: Am schwächsten ist die Umgestaltung da, wo die Epidermis sich normal über das Parenchym legt und wird immer stärker, je mehr die

Haare nur von epidermalem Gewebe umgeben sind, d. h. wo das Parenchym zurückgewichen ist und der Blatt- oder Scheidenrand von einem Hautsaum eingefasst ist. Es liegt deshalb die Annahme nahe, dass von den Haar-Mutterzellen ein gewisser Reiz auf die benachbarten Epidermiszellen ausgeht, der jedoch unter normalen Bedingungen, wenn die Epidermis direkt über Parenchym gelagert ist, gehemmt wird, so dass die Haarbildung auf die ursprünglichen Haar-Mutterzellen beschränkt bleibt. Im anderen Falle jedoch, in dem die Epidermis die quantitative Vorherrschaft gewinnt, fehlt die Hemmung durch das Parenchym, und es werden deshalb mehr Zellen als normalerweise zur Haarbildung angeregt, wodurch die breitbasigen Haare entstehen, welche äusserlich wie eingerissene Zipfel aussehen, ihrer Natur nach aber echte Trichome sind.

2. Papillen.

Ausser den oben besprochenen Wimpern kommen bei manchen *Luzula*-Arten noch Papillen vor. So sind z. B. die Blattränder von *L. multiflora* Lej. (Tafel II, 2.) u. *L. scariosa* H. B. dicht von ihnen besetzt. Sie erheben sich aus dem apikalen Teil sämtlicher Epidermiszellen, welche den Blattrand begleiten, und jede ist nach vorn über die vor ihr liegende etwas vorgewölbt. Ihre Aussenmembranen sind stark verdickt, und zumal die mittlere Partie der Wand (Tafel II, 2 v) wölbt sich weit in das Lumen der Zelle vor. Zwischen den Papillen entspringen bei *L. multiflora* die Randwimpern (Tafel II, 2 w); ganz wie es bei anderen *Luzula*-Arten mit glattem Blattrand der Fall ist.

b. Cyperaceae.

Bei den Cyperaceen kommen 5 Haarformen vor:

1. Papillen, welche dieselbe Form wie bei den Juncaceen haben können, oder zu stumpfen Stacheln sowie zu schlauchförmigen Haaren ausgebildet sein können.
 2. Borsten. Dies sind Haare, die zwar durch ihre Membranverstärkung eine gewisse Starrheit besitzen, aber trotzdem einer bestimmten Elastizität nicht entbehren. Sie sind einzellig, meist spitz, und ihre Länge beträgt das 4 - 15-fache ihres basalen Durchmessers.
 3. Stacheln. Es sind einzellige, vollkommen starre Haare, deren Membranen stark verdickt sind. Ihre Spitze ist meist vollständig massiv und niemals länger als der doppelte Durchmesser des Basalteiles, der, von der Fläche gesehen, fast kreisrund oder oval sein kann. Vereinzelt treten auch mehrzellige Stacheln und Stachelgruppen auf.
- Die drei Gruppen lassen sich nicht scharf trennen, sie sind vielmehr durch Übergänge (zumal von 1 zu 3) miteinander verbunden.
3. Winkelhaare seien solche Haare genannt, die an ihrer Basis rechtwinklig umgebogen sind. Sie wurden nur bei einer Art beobachtet, bei der sie einzellig und an ihrem Ende keulig verdickt und etwas abgeflacht sind.
 5. Fransen, die an die Zipfel von *Juncus trifidus* L. erinnern, obwohl sie in ihrer feineren Anatomie diesen nicht gleichen.

In der Literatur ist über die Trichome der Cyperaceen keine spezielle Arbeit vorhanden. RIKLI (13), der sie vergleichend anatomisch bearbeitet hat, sagt bezüglich ihrer Trichome: "Es gibt wohl wenige Pflanzenfamilien, bei denen die Trichome eine so untergeordnete Rolle spielen, als gerade bei den Cyperaceen. Der Mangel an Haargebilden könnte beinahe in die Familien-Diagnose aufgenommen werden. Die grosse Armut kommt aber nicht nur in der spärlichen Ausgliederung von Trichomen selbst, sondern auch noch in der Einförmigkeit und geringen Differenzierung dieser Gebilde zum Ausdruck". Es folgen dann einige Beispiele für Papillen und 2 für Haare. - Ich glaube jedoch, dass man nach den folgenden Ausführungen nicht gerade von einer Armut an Trichomen sprechen kann, dass vielmehr eine ziemliche Mannigfaltigkeit an Formen vorhanden ist, die sich besonders im feineren Bau der Trichome offenbart. Diese Ansicht trifft umso mehr zu, wenn man bedenkt, wie wenige Beispiele im Verhältnis zu dem ungeheueren Artenreichtum der

Cyperaceen hier nur untersucht wurden.

Ausser den oben angeführten Haarformen seien an sonstigen besonders differenzierten Epidermiszellen noch die Kegelzellen ihrer systematischen Bedeutung halber hier noch miterwähnt. Neuerdings beschäftigte sich eine Arbeit von H. PFEIFFER (14) speziell mit diesen Gebilden.

Gehen wir nun zur Betrachtung der oben genannten Haartypen über.

1. Papillen.

Während die Papillen bei den zuletzt beschriebenen *Luzula*-Arten auf den Blatt- rand beschränkt blieben, kommen sie bei den Cyperaceen an verschiedenen Teilen des Blattes und auch in sehr verschiedenen Formen vor: Wir finden sie sowohl auf der Blattfläche, als auch am Blatt- und Ligularrande.

Manchmal sind sie ganz ähnlich gebaut wie diejenigen der *Luzula*-Arten. *Carex arenaria* L. z.B. hat am Blattrande (Tafel II, 4) Papillen, welche in allem, in ihrer Form sowohl wie in ihren Membranverdickungen, denjenigen von *Luzula multiflora* Lej. gleichen. Während aber bei *Luzula* zwischen den Papillen die typischen Randwimpern hervorsprossen, treten hier zwischendurch starke Randstacheln (Taf. II, 4 st) auf. Auf den beiden Blattflächen dagegen sind die Papillen etwas anders gestaltet. Unterseits sind sie spitzer und neigen zur Bildung stumpfer Stacheln, während sie oberseits viel schwächer ausgebildet sind und sich weniger hoch emporkrümmen - *Carex ornithopoda* W. zeigt ähnliche Verhältnisse im Bau der Papillen, die aber hier am Blattrande nicht so dicht stehen wie bei *C. arenaria* und auch schwächer entwickelt sind. Auf der Blatt-Oberseite haben sie dieselbe Form wie die entsprechenden der vorigen Art, fehlen jedoch auf der Unterseite des Blattes vollständig.

Sehr einfache Papillen, die durch Vorwölbung der zentralen Partie von der peripheren Wand der Epidermiszellen entstehen und an die Papillen von *Anthurium* erinnern, sind auf beiden Seiten der Blätter von *Rhynchospora ciliata* Vahl zu finden. Ebenfalls durch zentrale Ausstülpung der Aussenwand entstandene Papillen kommen auf der Oberseite der Blätter von *Gahnia aspera* Kunth (Taf. III, 1) vor, wo sie abwechselnd mit merkwürdigen dreiteiligen Stacheln in Längsreihen auftreten und entschieden weiter ausgezogen sind als bei *Rhynchospora ciliata*, wodurch sie eher wie kurze stumpfe Haare wirken.

Andere Formen von Papillen sind am Ligularrande von verschiedenen Cyperaceen-Blättern anzutreffen. Einmal treten sie vereinzelt auf, wie z.B. bei *Fuirena pubescens* Kunth, wo sie stumpf zylindrisch sind, ein andermal endigt der ganze Ligularrand in Papillen. Als Beispiel dafür mögen *Schoenoxiphium caricoides* C. B. Clarke und *Carex depauperata* Gooden. (Tafel III, 2) genannt werden. Bei *Schoenoxiphium* bleibt die Bildung der Papillen streng auf die äusserste Zellreihe des zarten Ligularrandes beschränkt. Die einzelnen weichen in ihrer Form etwas voneinander ab: die einen sind kurz und stumpf, andere strecken sich etwas mehr in die Länge und wieder andere sind recht spitz und sehen aus wie zarte Stachelhärchen; alle jedoch sind sehr zart und haben überall gleichmässig dünne Wände. Der Ligula-Rand von *Carex depauperata* dagegen endigt in zarte Zipfelchen, die 3 - 5 Zellen lang und an ihrer Basis 2 - 3 Zellen breit sind; sie laufen stets in eine lange, oben sich etwas verjüngende Papille aus (Tafel III, 2). Oft sprossen auch seitlich aus den Zipfeln noch Papillen hervor (s), oder die Zipfel sind lang gestreckt und bestehen aus nur einer Zellreihe; dann sind sie mehrzelligen stumpfen Haaren zu vergleichen (h). Auch hier treten keinerlei besondere Wandverdickungen auf, sondern alle Zellen sind gleichmässig dünnwandig und zart.

2. Borsten.

Ausser den papillösen Gebilden finden wir am Ligula-Rand auch noch Borsten und Stacheln. Bei *Fuirena ciliaris* Roxb. z.B. sind es weitlumige, spitze dünnwandige Borsten, die zertrennt stehen. Dasselbe ist bei *Fuirena hirta* Vahl der Fall, wo sie aber nicht nur am Rande, sondern auch vereinzelt auf der Fläche der Ligula

stehen. Diese sind länger als die am Rand stehenden und haben derbe Membranen, d. an der Haarbasis besonders stark verdickt sind.

Die meisten Borsten jedoch treten auf den Blattflächen und an den Blatträndern auf. Sie sind bei den Cyperaceen in allen Übergängen von sehr zarten Borstenhaaren bis zu starken Borsten mit dicken Wänden und ganz engem Lumen vertreten.

Dünnwandige Borstenhaare stehen auf beiden Blattseiten und am Blattrande von der oben erwähnten *Fuirena ciliaris* Roxb. (Tafel III, 3b). Ihre Membranen sind überall ziemlich gleich dick, und auch die Haarspitzen, in die das Lumen bis zum vordersten Teil hineinreicht, sind nicht besonders verstärkt. Die gleiche Form finden wir bei *Fuirena breviseta* Coville als lange Randborsten, während die Borsten auf der Blatt-Oberseite dieser Art kürzer, dünner und auch spitziger sind. Dieselbe Form ist auch bei *Fuirena hirta* Vahl vertreten, wo die Borsten über u. zu beiden Seiten der Baststreifen auftreten. Etwas grösser und mit stärkerer Wand treffen wir dieselben Borsten auf der Aussenseite der Scheide und auf beiden Blattseiten von *Bulbostylis collina* Kunth, wo sie sehr dicht stehen. Als weiteres Beispiel für Borsten, wie sie bei *Fuirena ciliaris* auftreten, sei noch *Fimbristylis dichotoma* Vahl erwähnt. Bei dieser sind Blattscheide, Oberseite der Blätter und ebenso deren Rand von ihnen besetzt. Die randlichen Borsten werden hier besonders lang.

Die bisher beschriebenen Haare hatten keine besonderen Wandverdickungen aufzuweisen. Nunmehr sollen einige Vertreter für Borsten mit typisch verstärkten Membranen folgen, bei denen sich verschiedene Formen von Verdickungen unterscheiden lassen. Einmal sind es Borsten, deren Wandverstärkung unabhängig von der Wachstumsrichtung des Haares ausgebildet ist. Als Beispiel hierfür mögen die Randborsten an den Blättern von *Rhynchospora ciliata* Vahl angeführt werden, deren Membran direkt über dem Niveau der Epidermis, da wo der Übergang aus der Basis in das Haar erfolgt, einen rundum gleichstarken Verdickungsring aufweist. Über dem Ring erweitert sich das Lumen ein wenig, um dann allmählig nach der Spitze zu enger zu werden und schliesslich ganz zu verschwinden, sodass die Haarspitze massiv wird. Ein davon verschiedenes Bild bietet uns die basale Wandverstärkung bei den Randborsten von *Fuirena pubescens* Kunth. Hier ist die Verdickung ganz der Richtung des Haares angepasst. Nach vorn zu ist der Verdickungsring von aussen her eingeschnürt, sodass er dadurch stark nach innen hervortritt; auf der hinteren Seite ist wohl eine leichte entsprechende Wölbung vorhanden, welche aber lange nicht im selben Masse eingebuchtet ist wie die vordere. Diese ganze Umwandlung aus dem starren zylindrischen Rohr in ein solch geschweiftes Verstärkungssystem ist offenbar zur Erhöhung der Elastizität da und erschwert in hohem Masse ein Abbrechen der sonst doch ziemlich starren Borsten. Den gleichen Typ von Borstenhaaren finden wir später bei den Gramineen weit verbreitet. - Zwischen den beiden eben beschriebenen extremen Verdickungsarten kommen natürlich auch Übergänge vor, welche ich aber nicht besonders am Hand von Beispielen erläutern möchte.

3. Stacheln.

Am weitesten verbreitet von allen vorkommenden Haartypen sind bei den Cyperaceen die Stacheln. Es ist ja eine bekannte Tatsache, dass viele Riedgräser sehr scharfe, schneidende Blattränder haben, was eben daher rührt, dass diese oft mit starken, spitzen, nach vorn gerichteten Stacheln besetzt sind. Von den Borsten zu den Stacheln hinüber gibt es natürlich Übergänge, und eine sehr kurze Borste mit starker Membran wird man ihres gedrungenen Baues wegen vielleicht auch einen schlanken Stachel nennen können. Solche Formen sind etwa die Randstacheln von *Bulbostylis trichobasis* C. B. Clarke (Tafel II, 5) und von *B. humilis* Kunth. Ich möchte sie deshalb noch nicht als typische Stacheln ansehen, da ihnen vor allem die Art und Weise, wie ein echter Stachel in der Epidermis verankert ist, fehlt. Eine andere Form, die eigentlich eine richtige Borste ist und allein durch ihre Kürze das Aussehen eines Stachelhaars hat, tritt auf der Blatt-Oberseite von *Fuirena ciliaris* Roxb. auf. Es sind zarte, sehr spitzige, nach vorn gerichtete

Stachelchen (Tafel III, 3 st.), die in grosser Zahl zwischen den oben beschriebenen langen Borsten stehen.

Die typische Stacheln liessen sich bei den Riedgräsern besonders viele Beispiele anführen, denn ihr Formenreichtum ist ganz ausserordentlich. Ich will mich jedoch darauf beschränken, nur solche Formen zu beschreiben und abzubilden, die irgendeine Besonderheit im Bau und in der Befestigung im Gewebe haben. Von vorn herein wollen wir die Stacheln in zwei grosse Gruppen trennen: in einzellige und mehrzellige. Die einzelligen kommen am häufigsten vor und sind am Blattrand, auf den Blattflächen und am Ligula-Rand vieler Arten zu beobachten.

So ist z.B. der ganze Ligula-Rand von *Carex baldensis* L. (Tafel III, 4) von kräftigen spitzen Stacheln mit ziemlich derben Wänden gekrönt. - Am verbreitetsten sind die Stacheln über die Blattränder und über diejenigen Epidermis-Partien, welche über Baststreifen liegen. Meist sind die Baststacheln den Randstacheln ungefähr gleich gestaltet oder aber nur etwas schwächer gebaut als diese. Deshalb sollen auch vornehmlich Randstacheln beschrieben werden. - Als eine Mittel- und Normalform der Cyperaceen-Stacheln kann man die Randstacheln von *Scirpus maritimus* L. (Tafel III, 5) annehmen, da sie in keiner Beziehung eine extreme Form darstellen. Ihre Membranen sind kräftig und ihr Rücken (r), der dem Blattrand ungefähr parallel läuft, ist nur schwach gewölbt. Dieselben Stacheln stehen auch auf der Blatt-Unterseite über der Mittelrippe. Ebenso geformte Stacheln sind am Blattrand sowie über den Sklerenchym bei *Uncinia macrophylla* Steud. zu finden. Etwas abstehender und mit einer stärkeren Spitze versehen sind die Randstacheln von *Scleria luzonensis* Palla. Eine ausserordentlich stark verdickte u. dabei vollkommen massive Spitze haben die Randstacheln von *Tetraria Burmanni* G. B. Clarke, die wohl das Maximum an Gedrungenheit und Stabilität unter diesen Gebilden darstellen. - Während die beiden letzten Stachelformen in übermässiger Plumpheit von der Mittelform abweichen, gibt es umgekehrt auch Formen, die sich durch ihren besonders schlanken Bau von jener unterscheiden: *Kobresia caricina* Willd. ist an ihren Blatträndern mit Stacheln bewehrt, die im allgemeinen Bau denen von *Scirpus maritimus* L. gleichen, deren Spitze aber länger und schlanker ist und gleich einem scharfen Dolch aus dem Blattrand hervorragt. Der Rücken dieser sowie der vorher beschriebenen Stacheln ist verhältnismässig gerade. - Einen stark gewölbten Rücken dagegen haben die Randstacheln von *Carex arenaria* L. (Taf. II, 4 st) und *C. ornithopoda* W., deren Spitze aber dem Blattrand immer noch parallel gerichtet ist. Etwas weiter aus der Linie des Blattrandes herausragend sind schon die Stacheln von *C. depauperata* Gooden., jedoch verursacht die Wölbung des Rückens hier eine Drehung der Spitze nach dem Blattrand zu, sodass sie ihm wenigstens parallel gerichtet ist, wenn sie nicht sogar dem Blattrand wieder zustrebt, was bei den ausserordentlich grossen und starken Randstacheln von *Gahnia aspera* Sprg. (Tafel III, 6) der Fall ist. Trotzdem dieser letzte Stachel ausserordentlich stark verdickte Membranen hat, die sich sogar in dicken Wülsten in das Zellinnere vorwölben, sieht er dennoch nicht plump aus, sondern die lange scharfe Spitze lässt ihn schlank erscheinen. Sein Lumen ist mit denjenigen der angrenzenden Zellen durch viele Poren verbunden.

Nun kehren wir noch einmal zu Stacheln mit geradem Rücken zurück, und zwar zu solchen, deren Spitze vom Blattrand oder der Blattfläche absteht. *Carpha paniculata* Phil. besitzt am Blattrand sowie auf der Oberseite der Blätter derartig abstehende Stacheln mit noch leicht gewölbtem Rücken, kräftiger schlanker Spitze und nicht übermässig verdickten Wänden. Vom selben Baue sind auch die Randstacheln von *Caustis flexuosa* R. Br., während die Stacheln, die in Reihen auf der Aussenseite der Blattscheide dieser Pflanze stehen, eine längere und dünnere Spitze haben. - Einen völlig geraden Rücken und stumpfe Spitze haben die ausserordentlich starken Stacheln von *Cladium germanicum* Schrad. (Tafel IV, 1-2). Sie stehen deshalb besonders weit vom Blattrand ab, weil die auf die Spitze nach vorn folgenden Epidermiszellen (e) mit an der Bildung des Stachels beteiligt sind und ihn weit aus der Linie des Blattrandes heraus drängen. - Besonders interessant ist hier aber die feste Verankerung des Haares. Wie aus der Aufsicht auf einen derartigen Randstachel (Tafel IV, 1) ersichtlich ist, schieben sich die seitlich

angrenzenden Epidermiszellen ein Stück weit über diesen hinweg. Anschaulicher wird das Bild, wenn wir einen Querschnitt durch den Randstachel machen. Dann ist es deutlich zu sehen, wie die seitlichen Epidermiszellen gleich starken Krallen den Stachel umklammern und ihm auf diese Weise einen besonders festen Halt gewähren (Tafel IV, 2). Ausser am Blattrand treten die Stacheln bei *Cladium germanicum* auch in einer Reihe über der Mittelrippe der Blatt-Unterseite auf. Etwas kürzer, spitzer und absteher kommt derselbe Typ noch bei *Hypolytrum latifolium* L. C. Rich. vor, wo die Stacheln ausser am Blattrand und Mittelrippe noch auf den beiden stärksten Parallelnerven stehen, und bei *Chaetospira rhynchosporoides* St.; wo sie allerdings nicht so stark verankert sind wie bei den beiden vorhergehenden Fällen. - Mit diesen Beispielen ist die Beschreibung der untersuchten einzelligen Stacheln beendet und wir wenden uns nun den mehrzelligen zu.

Es können hier zwei Formen unterschieden werden; im einen Falle handelt es sich um eine Stachelgruppe, die aus einzelligen Stacheln zusammengesetzt ist, u. im anderen Falle um wirklich mehrzellige Stacheln, die allerdings auch in geschlossenen Gruppen auftreten können.

Für den ersten Fall möchte ich als Beispiel die Stacheln von *Gahnia aspera* Sprg. nennen. Die Blatt-Oberseite ist hier stark mit Papillen besetzt, die in Längsreihen über das Blatt ziehen. Zwischen den Papillen, die zuweilen nach vorn gebogen sind und etwas stachelartig werden können, stehen in gewissen Abständen Stachelgruppen (Tafel III, 1st) mit einem grösseren, spitzen, kräftigen Stachel in der Mitte und je einem kleineren vor und hinter demselben. Die kleineren sind jedoch nicht immer so gut ausgebildet wie bei den abgebildeten und können sogar gänzlich fehlen, sodass die grösseren allein auftreten.

Wirklich mehrzellige Stacheln kommen in der Gattung *Carex* vor. - So stehen sehr stark gebaute Stacheln, die meist sowohl nach der Basis, als auch nach der Spitze des Blattes hin scharfe Spitzen entwickeln, am Grunde des Blattes von *Carex baldensis* L. (Tafel IV, 3). Ihr Fuss ist mehrzellig und die Wände zwischen diesen Zellen sind verhältnismässig dünn, während die Aussenmembranen stets stark verdickt sind. Die Stachelspitzen sind einzellig und ausserordentlich massiv gebaut. Weiter entfernt von der Blattbasis sind die Stacheln nur nach vorn gerichtet, stimmen aber in ihrem sonstigen Bau mit den oben beschriebenen überein. Nicht so stark entwickelte, aber ebenfalls mehrzellige einseitsgerichtete Stacheln sitzen am Blattrande und auf der Mittelrippe von *Schoenoxiphium caricoides* C. B. Clarke.

4. Winkelhaare.

Otwohl mir dieser Haartyp bei meinen Untersuchungen nur aus einem einzigen Fall bekannt ist, muss ihm doch seiner Eigentümlichkeit wegen ein besonderer Platz eingeräumt werden. Es sind einzellige, sehr kurze und stumpfe Haare, welche scharf rechtwinklig nach vorn umgebogen sind. Sie treten auf der Unterseite der Blätter von *Carpha paniculata* Phil. (Tafel IV, 4-5) auf. Von der Fläche betrachtet, sehen sie aus wie kurze breite Keulen (Tafel IV, 5) und im Längsschnitt erinnern sie in ihrer Form lebhaft an einen Browning (Tafel IV, 4). Sie ragen gar nicht über das Niveau der Epidermis heraus, sondern ihr basaler Teil, der ebenso hoch ist wie die dahinter liegende Epidermiszelle, schliesst sich glatt an diese an, und der keulige End-Abschnitt schmiegt sich in eine Grube, welche die vor ihm liegende Epidermiszelle bildet. Oft schliesst sich eine Kürzzelle an das Haar an, die sich dann immer hinter ihm befindet (Tafel IV, 5). Der Ausdruck "Winkelhaar" ist hier in rein morphologischem Sinne angewandt, denn diese Trichome hier mit ihren dicken Membranen haben in biologischer Beziehung sicher nichts mit den Winkelhaaren der Gramineen mit ihren zartwandigen Endzellen zu tun, von denen später die Rede sein wird.

5. Fransen.

Zum Schluss seien noch die an den Blattscheiden-Rändern mancher Cyperaceen

vorkommenden Fransenhaare beschrieben. Ich fand sie bei 2 Arten der Gattung *Bulbostylis* und möchte sie als die gleichen Gebilde wie die von *Juncus trifidus* L. ansprechen, obwohl sie nicht genau denselben anatomischen Bau zeigen wie jene. Bei *B. humilis* Kunth sind es flache Haare, die in ihrem unteren Teil zwei Zellen breit sind und mit einer oder zwei langen dünnen Zellen endigen. Dagegen sind die Fransen von *B. trichobasis* (Tafel II, 6) an ihrer Basis oft 5 - 6 Zellen breit, verjüngen sich langsam nach oben, wobei an ihren Kanten sich immer noch einzellige Haare abspalten, und endigen mit 1 - 2 langen prosenchymatischen Zellen. - Wenn man die beiden Übersichtsbilder von *Juncus trifidus* (Tafel II, 1) und *Bulbostylis trichobasis* (Tafel II, 6) vergleicht, lässt sich eigentlich kein prinzipieller Unterschied feststellen; was sie unterscheidet, ist nur der kompliziertere Bau bei *Bulbostylis*, der allein durch die seitlichen Haare an den Fransen zustande kommt.

c. Gramineen.

An Notizen über die Trichome der Gramineen ist die Literatur ziemlich reich. Teils trifft man sie in Monographien einzelner Gattungen und Arten an, teils beschäftigen sich aber auch einzelne Arbeiten speziell mit der Epidermis und den Haaren der Gräser. Eine solche Arbeit und im vorliegenden Falle die wichtigste und umfassendste ist diejenige von GROB (15) über die Epidermis der Gramineenblätter, in der auch die Haare ausführlich behandelt werden. Da ich mich bei meinen Untersuchungen auf bestimmte Haarformen beschränkte, soll nun zuerst ein Überblick über die bei den Gräsern vorkommenden Trichome an Hand der GROBSchen Arbeit gegeben werden, auf die ich auch bezüglich weiterer Literaturangaben verweisen möchte.

Bei den Gräsern kommen folgende Haartypen vor:

1. Stacheln: Diese lassen sich einteilen in solche, deren Basis lang elliptisch, und solche, deren Basis kreisrund ist. Die Spitze der elliptisch-basischen kann länger oder kürzer, schief aufwärts oder horizontal gerichtet, gerade oder sichelförmig gekrümmt sein. Diejenigen mit kreisrunder Basis sind meist kurz spitzig, sind horizontal oder schief aufwärts gerichtet, oder ihre Spitzen sind sichel- oder hakenförmig gebogen. Topographisch lassen sie sich in Rand-, Bast- und Parenchym-Stachelhaare einteilen.

2. Borsten: Auch diese kommen in ganz verschiedenen Formen vor. Man trennt sie je nach der Beschaffenheit ihres Fusses in gewöhnliche Borsten mit verbreitertem, polsterfreiem Fuss, in Polsterhaare mit verbreitertem Fuss, welcher sich durch eine Einschnürung vom Haarkörper absetzt und von einem einschichtigen, meist etwas vorspringenden Zellenhof umgeben wird. Borstenhaare mit verbreitertem Fuss und einer mehrschichtigen basalen Hülle sind eine Ausnahme und stehen an den Blatträndern von *Tragus racemosus*.

3. Weichaare: Es sind lange, dünnwandige Trichome, deren Haarfuß nicht verbreitert, aber von dem Haarzylinder durch eine Einschnürung getrennt ist.

4. Winkelhaare: Im allgemeinen sind sie zweizellig und sehr selten ein- oder dreizellig. Ihre Basalzelle ist stets rechtwinklig gebogen, sodass ihre Endzelle sich horizontal auf die Epidermiszelle aufliegt. Die Endzelle ist in den meisten Fällen zylindrisch, hat sehr dünne Membran und an ihrem oberen Ende zuweilen einen Verdickungspopf. Durchschnittlich ist sie länger als die Basalzelle. Ausser mit zylindrischer treten Winkelhaare auch mit keuliger oder stachelförmiger Endzelle auf. Diese ist dann derbwandig und wesentlich kürzer als die Basalzelle.

5. Papillen: Auch diese Epidermisgebilde, die kaum einer Monokotylen-Familie fehlen, sind hier in den verschiedensten Formen vorhanden.

Was die Literatur anbetrifft, müssen hier noch einige neuere Arbeiten Erwähnung finden, da sie sich durch ausserordentlich genaue und sorgfältige anatomische Untersuchungen auszeichnen und auch von systematischem Interesse sind. Die eine stammt von LOHAUS (16), der die Bedeutung des anatomischen Baues der Festuceen-Blätter für deren Systematik darstellt und dabei auch die Trichome dieser Gramineen-Gruppe behandelt; die andere stammt von FROHNMAYER (17) und befasst sich mit den Kurzzellen der Gräser, die ja in fast unzählbaren verschiedenen Ge-

stalten zwischen den normalen Epidermiszellen auftreten. Sie sollen jedoch, da sie nicht zu den Trichombildungen gerechnet werden können, hier nur nebenbei erwähnt werden. Noch eine dritte, kleinere Abhandlung sei hier angeführt. Es sind die Studien von BROCKMANN-JEROSCH (18) über die Trichome in den Blattscheiden von Gräsern. Da diese Arbeit aber mehr biologisches Interesse hat, wird in dem Kapitel über die biologische Bedeutung der Haare auf sie zurückgegriffen werden.

Nachdem nun sowohl ein Überblick über die verschiedenen Haartypen bei den Gramineen wie über die wichtigste neuere Literatur gegeben ist, möchte ich zu meinen eigenen Untersuchungen übergehen. Ich wählte mir zur Beobachtung zwei ganz verschiedene Typen: die Polsterhaare und die Winkelhaare. Diese, weil sie einen Typ darstellen, der offenbar eng mit den Schleimhaaren der *Ehantiblastas*, die in einem späteren Teil behandelt werden, verwandt ist, und jene, weil eine bestimmte Kategorie unter ihnen, die mir bei meinen Voruntersuchungen auffiel, noch nicht beschrieben zu sein scheint. Es sind dies Formen, die man nicht eigentlich Polsterhaare nennen kann, obwohl sie mit ihnen morphologisch verwandt sind, sondern ein besserer Name für sie wäre vielleicht "Haare mit Nebenzellen". - Da sie mir zuerst bei einem Gras aus der Hirse-Gruppe auffielen, beschränkte ich mich sowohl in der Untersuchung dieser sowie der Winkelhaare ganz auf die *Panicaceae*.

1. Polsterhaare und Haare mit Nebenzellen.

Polsterhaare sind nach GROB "Borstenhaare mit nicht verbreitertem Fuss, der sich durch eine Einschnürung vom Haarkörper absetzt und von einem einschichtigen meist etwas vorspringenden Zellenhof umgeben wird". Diese Definition trifft zum Teil auch für die Haare mit Nebenzellen zu, jedoch handelt es sich hier nicht um einen Zellen-"Hof", sondern um zwei besonders gestaltete Epidermiszellen, deren eine vor, und deren andere hinter dem Haar steht. Wenn wir als Ausgangspunkt einen Fall herausgreifen, in dem diese beiden "Nebenzellen", wie sie genannt sein sollen, völlig gleich sind, lassen sich von hier aus zwei kontinuierliche Reihen konstruieren. Die eine führt zu Formen mit sehr verschiedenen Nebenzellen und die andere zu den echten Polsterhaaren mit sehr stark entwickeltem, geschlossenem Zellenhof.

Als Ausgangspunkt dieser beiden Reihen sollen die feinen Borsten von *Eriochloa punctata* Ham. (desgl. von *Panicum tenuifolium* R. Br.) dienen. Sie haben einen nicht verbreiterten Fuss, dessen Lumen durch eine starke, allseitig ziemlich gleichmässige Wandverdickung von dem des übrigen Haares abgeschnürt wird (Tafel V, 1), vor und hinter dem Haar befindet sich, wie man das auf der Flächenansicht (Tafel V, 2) sieht, je eine Kurzzelle. Ein Längsschnitt durch das Blatt (Tafel V, 1) beweist uns, dass diese beiden Kurzzellen völlig gleich gestaltet sind. Auch zeigt der Längsschnitt sowohl wie der Querschnitt, dass die Haare in einem sehr engen Trichter stehen, der von den 4 anliegenden Epidermiszellen gebildet wird und bis zur Einschnürung des Haarfusses hinabreicht. Dass die Nebenzellen gleich sind, hängt damit zusammen, dass die Borsten kaum "gerichtet" sind, d. h. dass sie senkrecht zur Blattfläche stehen. Erst an ihrem freien Ende sind sie ein wenig nach vorn gebogen.

Wenn dagegen die Trichome schon an ihrer Basis ungebogen sind, um ihre Spitze nach vorn zu richten, werden die beiden Nebenzellen ungleich. Sehr schwach ausgebildet ist dies bei *Oplismenus undulatifolius* P. B. (ebenso bei *Setaria setosa* P. B.), wo die hintere Zelle durch den Nucken des Haars etwas zusammengedrückt wird, sodass ihr Lumen kleiner wird als das der vorderen. Die beiden seitlichen Zellen haben dabei keine Veränderung erfahren und sind in Form und Grösse gleich. Auch bei den beiden nächsten Gliedern der Reihe, die zu grosser Verschiedenheit der Nebenzellen führen, bleiben die seitlichen Zellen (ausser ihrer relativen Grösse) im Verhältnis zu den normalen Epidermiszellen unverändert. Die Nebenzellen dagegen werden immer ungleicher. *Oplismenus compositus* P. B. trägt auf seinen Blättern Borsten, deren Nebenzellen z. T., ähnlich wie bei *Eriochloa punctata*, ziemlich gleich sind, deren hintere Nebenzelle aber auch nach oben zu so schmal werden kann, dass sie auf einer Flächenansicht kaum mehr zu erkennen ist. Ein

Längsschnitt erklärt sofort aufs deutlichste, dass die hintere Zelle von dem Rücken des Haars derart eingedrückt ist, dass sie, von der Fläche gesehen, hinter diesem ganz verschwinden muss. Hier unterscheiden sich die beiden Nebenzellen in Form und Volumen schon ziemlich beträchtlich, haben aber noch ganz gleiche Höhe. Im folgenden wollen wir nun einen Fall betrachten, in dem auch noch die Höhe der beiden beträchtlich verschieden ist. Es handelt sich um die kurzen tief eingesenkten Borsten von *Opismenus Burmanni* (Tafel V, 3-4), die so tief in der Epidermis stecken, dass nur noch die Spitzen heraussehen. Sie sind deshalb auch mit bloßem Auge oder selbst mit der Lupe kaum zu sehen, machen sich aber dadurch bemerkbar, dass sich das Blatt rauh anfühlt, wenn man von der Spitze zur Basis leise darüber fährt. Die beiden seitlich des Haares gelegenen Zellen sind im Bau wohl gleich, haben aber etwa die doppelte Höhe wie die angrenzenden Epidermiszellen (Tafel V, Fig. 3). Da sie aber nicht über deren Niveau herausragen, und da der Haarfuß ebenso tief liegt wie sie hinabreichen, ist es eine natürliche Folge, dass das an sich schon sehr kurze Haar tief in das Gewebe eingesenkt erscheint. Noch tiefer als die kleine Borste selbst sind aber ihre beiden Kurzzellen hinabgesunken. Auf dem Längsschnitt (Taf. V, 4) erkennen wir, dass der Haarfuß etwa in Höhe des unteren Drittels der Nebenzellen zu liegen kommt, die demnach um ein Drittel ihrer eigenen Höhe tiefer eingesenkt sind als er. Durch die Gestalt der Nebenzellen und der beiden seitlichen Zellen steht das Haar in einer kleinen Grube, auf deren nach vorn gerichteten Wand es aufliegt.

In den vier Beispielen, die soeben besprochen wurden, ist eine Reihe eingesenkter Borsten skizziert, deren seitlich angrenzende Epidermiszellen gleichgestaltet aber größer als die übrigen sind und nach dem Haar zu eine kleine Grube bilden. (Tafel V, 3). Die Epidermiszellen, die vor und hinter diesen Borsten stehen, die ich "Nebenzellen" genannt habe, sind Kurzzellen, welche die verschiedenen beschriebenen Formen annehmen können.

Folgen wir nun der zweiten Reihe, welche die Verbindung des gemeinsamen Ausgangspunktes mit den echten Polsterhaaren herstellt. Sie lässt sich von Formen, wie wir sie bei *Opismenus undulatifolius* gesehen haben, ableiten. Gute Übergänge zeigen die Polsterhaare von *Eriochloa polystachya* H. B. K., die teilweise noch Borsten mit nur 2 Nebenzellen sind, zu denen aber weitere, besonders differenzierte Zellen hinzutreten können, und zwar sowohl in der Längsrichtung als auch in der Querrichtung des Blattes, sodass dadurch oft ein primitiver, nicht völlig geschlossener Zellenhof um das Haar gebildet wird. - Polsterhaare mit gänzlich geschlossenem Polster finden wir dann z. B. bei *Setaria verticillata* P. B. Obwohl die Haare hier fast senkrecht zum Blatte stehen, ist das Polster doch recht ungleich entwickelt, und die vor dem Haar liegende Partie ist höher als die hintere. In solcher Weise fand ich das Polster bei allen Polsterhaaren angeordnet: immer war dessen höhere Seite nach vorn gerichtet, gleich, ob das Haar, wie in dem eben beschriebenen Fall, nur sehr wenig nach vorn gerichtet ist, oder ob es schräg nach vorn steht, wie bei den Borsten von *Pennisetum ciliare* Link, *Panicum saraguinale* und *Pennisetum dichotomum* Delisle. Selbst wenn die Borste nach rückwärts absteht - dies ist der Fall bei den Rand-Polsterhaaren von *Pennisetum villosum* R. Br. - ist dieselbe Anordnung der Polsterzellen zu beobachten. - Zur Ergänzung der Abbildungen von Polsterhaaren, die sie nur in Längs- und Querschnitten zeigen, ist ein solches auch noch von der Fläche gesehen gezeichnet worden (Tafel V, 5). Es entstammt der Oberseite eines Blattes von *Isachne debilis* Rendle, wo es über einem Nerv stand. Durch einen glücklichen Zufall schnitt ich die Borste und die höchsten Polsterzellen ab, wodurch man die verletzten Zellen im Tangentialschnitt sieht, während der äussere Kranz des Polsters und die angrenzenden Epidermiszellen in der Aufsicht zu sehen sind. Diese Abbildung zeigt ebenfalls, dass der grössere und höhere Teil des Polsters vor dem Haare liegt.

Die Polsterhaare und die Haare mit Nebenzellen lassen sich unter dem gemeinsamen Namen "eingesenkte Borsten" zusammenfassen, da der Haarfuß stets noch unter die Epidermis etwas in das Gewebe hineinragt. - Über den Verdickungswulst oberhalb des Haarfußes, durch den das Lumen des Fußes von dem der eigentlichen Borste abgeschnürt wird, ist dasselbe zu sagen wie bei den Cyperaceen. Es handelt

sich offenbar wie dort um eine mechanische Verstärkung der Haarbasis, die bei einer starken Biegung des Haares den Bruch verhindern soll.

2. Winkelhaare.

Wie oben angedeutet gibt es nach GROB 3 Formen von Winkelhaaren: zylindrische, keulige und stachelförmige. Am verbreitetsten sind die zylindrischen. Ihre Basalzelle ist rechtwinklig gebogen und ihre Endzelle ist walzenförmig, so lang oder länger als die Basalzelle, und ausserordentlich zart. Meist sind sie zweizellig. Bei meinen Untersuchungen an einigen Panicoiden hatte ich nur einen einzigen Fall eines 3-zelligen Winkelhaars zu verzeichnen, den ich gleich vorweg nehmen möchte.

Bei *Panicum glabrum* Gaud. stehen zwischen den auf beiden Blattseiten häufig auftretenden zweizelligen Winkelhaaren auch vereinzelt dreizellige, die sich von den andern nur dadurch unterscheiden, dass sie zwei Basalzellen statt einer haben. Der rechte Winkel wird dabei nur von der unteren gebildet und die obere hat mit der Endzelle, die ebenso lang ist wie bei den zweizelligen Haaren, eine gemeinschaftliche Längsaxe. Dadurch, dass die Endzelle bei der 3-zelligen Form ihre absolute Länge behält, wird sie im Verhältnis zu dem ganzen Haar nur halb so lang als dieses. Auch unter den 2-zelligen Winkelhaaren gibt es welche, deren Endzelle kürzer ist als die Basalzelle. Jedoch sind dies - bei den Panicoiden wenigstens - scheinbar Ausnahmen, denn ich fand nur einen solchen Fall, und zwar sind es die Winkelhaare von *Eriochloa punctata* Ham., deren Endzellen etwa ein Drittel der Länge der Fusszellen haben, zugespitzt sind und wie ein kleines Zipfelchen auf ihr sitzen.

Gewöhnlich sind die Endzellen gleichlang oder länger als die Basalzelle. Gleichlang sind sie bei den Winkelhaaren von *Isachne debilis* Rendle (Tafel V, 5w), *Isachne myosotis* Nees (Tafel V, 6w), *Eriochloa polystachya* H.B.K. und *Panicum glabrum* Gaud. Ebenso häufig sind auch solche Winkelhaare, deren Endzelle länger ist als die Basalzelle. Während bei den vorangegangenen Beispielen die Endzellen sämtlich stumpf walzenförmig sind, herrscht bei diesen eine gewisse Mannigfaltigkeit in ihrer Gestaltung. Wir finden stumpf zylindrische bei *Olyra latifolia* L. und *Pennisetum ciliare* Link, schwach zugespitzt zylindrische auf den Blättern von *Pennisetum dichotomum* Delile und *Setaria verticillata* P.B. (Tafel IV, 6 a-c). Letztere werden, wenn sie einschrumpfen, noch spitzer und tragen dann oft ein kleines Knötchen, das sich aus der geschrumpften Spitze gebildet hat. Gleich diesen Altersformen gibt es aber auch Winkelhaare im normalen jugendlichen Zustand. Sie treten bei *Pennisetum villosum* R.Br. (Tafel IV, 7) auf, sind spindelförmig und laufen in eine Spitze aus, die ein kleines Köpfchen, den sogenannten Verdickungspfropf, trägt.

Die Funktion der Winkelhaare ist noch unbekannt. GROB schliesst aus ihrer Verbreitung über die tropischen und subtropischen Arten und aus ihrem Fehlen bei unsern Wald- und Wiesengräsern, dass sie wahrscheinlich eine Rolle bei der Wasserversorgung spielen. Aus ihrer Übereinstimmung im anatomischen Bau mit den Schleimhaaren der Commelinaceen und Xyridaceen könnte man auch auf schleimbildende Organe schliessen. Es ist aber ebenso wenig bewiesen, ob es sich bei den Commelinaceen nicht auch um Wasser aufnehmende Organe handelt. Jedenfalls stimmen aber die Winkelhaare und die Schleimhaare der beiden Gruppen im Bau überein und zeigen auch beim Altern die gleiche Erscheinung, nämlich ein vollkommenes Einschrumpfen der zarten Endzelle, wie das oben schon für *Setaria verticillata* P.B. beschrieben wurde. Diese Tatsachen lassen den Schluss zu, dass die Winkelhaare der Gramineen mit den noch zu beschreibenden Schleimhaaren der Commelinaceen in enger morphologischer und wahrscheinlich auch physiologischer Beziehung stehen.

3. Enantioblastae.

a. Commelinaceae.

In dieser Familie sind folgende Haarformen vertreten:

1. Schleimhaare: Sie sind dreizellig, haben eine keilförmig eingesenkte Basalzelle, eine zylindrische Stielzelle, eine stumpf walzenförmige Endzelle, die aber oft in der Ebene der Epidermis abgeplattet ist, und entsprechen in ihrem ganzen Bau den Winkelhaaren der Gramineen.

2. Randhaare: Sie kommen in verschiedenen Formen vor, die man je nach der besonderen Differenzierung der Basalzelle unterscheiden kann. Viele sind unter die Borsten- und Stachelhaare zu rechnen und eine ganz besondere Form tritt bei *Paltisota Barteri* auf.

3. Rhizoidhaare: Es sind 4-zellige Haare mit einer keilförmig eingelassenen Basalzelle, kurz-zylindrischer Stielzelle, auf der eine Zelle sitzt, die sich nach allen Seiten wurzelartig verzweigt (daher der Name) und eine lange Haarzelle trägt. Sie kommen nur bei *Paltisota Barteri* vor.

4. Peitschenhaare: Bei diesen sitzt auf einer (bzw. 2) kurzen Stielzellen eine sehr lange, faden- oder schmal bandförmige Endzelle, die dem Haar ganz das Aussehen einer Hetzpeitsche gibt.

5. Köpfchenhaare: Sie sind selten, haben einen mehrzelligen Stiel und ein elliptisches Köpfchen und sind den Köpfchenhaaren mancher Cyripedien sehr ähnlich.

6. Borsten- und Stachelhaare: Die Borsten kommen in 2- und 3-zelliger Form, mit gerader und hakig gebogener Spitze vor. Von den geraden Borsten gibt es Übergänge zu den Stacheln, welche ebenfalls in verschiedenen Modifikationen bei den verschiedenen Gattungen und oft auch nach ihrer verschiedenen topographischen Lage zu beobachten sind.

7. Papillen: Sie scheinen selten zu sein; ich konnte sie nur am Blattrande von *Tradescantia virginica* feststellen.

Aus der Literatur sind mir ausser einer physiologischen Notiz von HUNGER (40), die in einem späteren Abschnitt besprochen werden soll, und einer Studie von MÖBIUS (20) über die Entwicklungsgeschichte der Haare von *Callisia*, auf die ich ebenfalls noch zurückkommen werde, keine speziellen Angaben über die Trichome der Commelinaceen bekannt geworden, weshalb wir sogleich zur Beschreibung der einzelnen Typen übergehen können.

1. Schleimhaare.

Im Anschluss an die bei den Gramineen zuletzt beschriebenen Winkelhaare möchte ich hier zuerst die Schleimhaare besprechen. Sie sind immer dreizellig, während die der Gramineen im allgemeinen aus zwei und nur ausnahmsweise aus drei Zellen bestehen. Als Beispiel für die Erläuterung ihres allgemeinen morphologischen Charakters und dessen Veränderung beim Verschleimungs-Vorgange habe ich die Schleimhaare von *Tradescantia virginica* gewählt, die dort zahlreich auf beiden Seiten und am Rande der Blätter auftreten. Sie gliedern sich in eine Fuss-, eine Stiel- und eine Schleimzelle. Die Fusszelle ist keilförmig in die Epidermis eingefügt, wobei die Schneide des Keils senkrecht zur Längsrichtung des Blattes steht. Die Keilform ist dadurch entstanden, dass sich die Haar-Mutterzelle durch eine schräge Wand (Tafel VI, 1) geteilt hat, wie das MÖBIUS (20) auch bei der Entwicklung der Borsten von *Callisia* beobachtet hat. Man muss deshalb bei diesen Haaren mit keilförmigem Fuss, die ausser für die Commelinaceen auch für die Kyriaceen und Eriocaulaceen typisch sind, stets die hinter dem Haarfuß liegende Zelle mit zu dem Haar rechnen, da sie die Haar-Mutterzelle ist, die sich nur nicht weiter differenziert hat. - Nun aber zurück zur Beschreibung der Schleimhaare von *Tradescantia virginica*: Die Fusszelle geht nach der Stielzelle zu aus der Keil- in die Zylinderform über, und beide neigen sich der Blattfläche zu, so dass die Schleimzelle parallel zur Epidermis zu liegen kommt. Stiel- und Schleim-

sellen sind im jugendlichen Zustand beide zylindrisch, letztere endigt stumpf halbkugelig. In älteren Stadien verändert sich die Schleimzelle, die Basal- und Stielzelle dagegen behalten die gleiche Gestalt wie in der Jugend bei. Die Verschleimung der Endzelle beginnt mit einer linsenförmigen Aufblähung der Membran kurz unterhalb der Spitze auf der dem Blatt zugekehrten Seite. Im weiteren Verlauf ist ein immer stärkeres Aufquellen zu beobachten, mit dem ein allmähliches Verschwinden des Zellkerns Hand in Hand geht. Gleichzeitig plattet sich die ehemals zylindrische Zelle ab, wobei sie anscheinend ihres Inhaltes verlustig wird und liegt dann gleich einer Zunge flach auf dem Blatte (Tafel VI, 1). Ob die Membran an der Verschleimungsstelle platzt und der Zellinhalt auf diese Weise austritt, oder ob es sich um ein Diffundieren handelt, konnte ich nicht direkt beobachten. Jedenfalls fand sich stets in der Verschleimungszone ausserhalb der Zelle eine gleichartige, fein granulirte Substanz wie in derselben.

In der Form weisen die Schleimhaare der Commelinaceen keine besonderen Unterschiede auf. Nur das Längenverhältnis von Schleim- und Stielzelle ändert sich bei den verschiedenen Arten etwas. In vielen Fällen ist die Schleimzelle etwa doppelt so lang wie die Stielzelle; so z. B. bei *Commelina coelestis* Willd., *C. subulata* Roth, *Tradescantia rosea* Vent., *Tr. mertensiana*, *Callisia insignis* C. B. Clarke, *Dichorisandra Aubletiana* Schult., *Anellema spiratum* R. Br., *A. versicolor* Dalz., *Pollia sorzogonensis* Steud., *Tinantia fugax* Scheidw., *Campelia zanonta* H. B. K., *Floscopa scandens* Lour. und *Cyanotis cephalotes* Frenzl. Bei anderen Arten beträgt die Länge der Schleimzelle ungefähr das dreifache der Stielzelle. Dies trifft zu bei *Commelina benghalensis* L., *C. virginica* L., *C. Forskalei* Vahl, *Anellema equinoctiale* Kunth, *Tradescantia nana* Mart. et Gal. und *Palisota Berteri*.

2. Randhaare.

Die Scheiden- und Blattränder sehr vieler Commelinaceen sind mehr oder minder dicht mit zarten mehrzelligen Haaren bewimpert. In der Regel nehmen sie von der Blattbasis zur Spitze an Zahl und Grösse allmählig ab. Recht primitive Haare dieser Art hat *Tradescantia virginica* L., denn dort unterscheidet sich die Fusszelle von den übrigen Zellen des Haares noch gar nicht, sondern ist zylindrisch wie jene und das einzige Bemerkenswerte an ihr ist, dass sie die kürzeste von allen ist. Die Zellen, etwa ein Dutzend an der Zahl, nehmen nämlich mit ihrer Entfernung von der Basalzelle an Länge zu. Ebenso lange Wimpern wie bei *Tradescantia virginica* haben auch *Tr. viridis*, *Tr. hypophaea* und *Tr. fluminensis*; jedoch ist bei diesen ein kleiner Fortschritt in bezug auf die Differenzierung der Basalzelle zu verzeichnen, und sie stellen einen Übergang von den gänzlich undifferenzierten Fusszellen der Wimpern von *Tr. virginica* zu den blasig gewölbten bei *Tr. nana* Mart. et Gal. (Tafel VI, 2) dar. Die ausgeprägte Gliederung in Basal- und Haarzelle fand ich bei den Wimperhaaren von *Spironema fragrans* (Tafel VI, 3). Dort ist die Fusszelle ebenfalls blasig erweitert, verengt sich aber gegen das Haar zu in einen kurzen zylindrischen Abschnitt, dessen periphere Wand so stark verdickt ist, dass für die Querwand, die sehr dünn und zart bleibt, nur noch ein kleines Scheibchen übrig ist. Die aufsitzende erste Haarzelle ist ganz und gar dünnwandig, wodurch sie sich scharf von der Basalzelle abhebt (Tafel VI, 3 A). In ihrem übrigen Bau gleichen die Haare denen von *Tr. nana*, sind aber länger und bestehen durchschnittlich aus 8 Zellen.

Nachdem somit die 3 Formen mit den verschieden stark differenzierten Basalzellen besprochen sind, sollen einige Beispiele zu der am häufigsten vorkommenden Mittelform (Tafel VI, 2) angeführt werden. Es finden sich gleiche Trichome in 10-gliedriger Form am Blattscheidenrand von *Callisia umbellata* Lam., wo sie sehr dicht zusammenstehen. Durchschnittlich 7-zellig sind sie bei *Anellema versicolor* Dalz. Sie begleiten hier ebenfalls die Ränder der Blattscheiden und laufen, nachdem sich die Scheidewände getroffen haben, in einem Streifen auf der Aussenseite der Scheide abwärts, um allmählig kürzer zu werden und zu verschwinden. Weitere meist 7-zellige Wimperhaare sind diejenigen von *Floscopa scandens* Lour., die sehr zerstreut stehen, oder die von *Forrestia mollis* Hassk., die sich durch besonders

lang gestreckte Fusszellen auszeichnen. Ferner treten ähnliche Formen bei verschiedenen *Commelina*-Arten auf: z.B. bei *C. Forskalei Vahl*, bei *C. subulata Roth*, wo die Zellen mit ockergelbem Zellsaft angefüllt sind, und die Trichome dadurch gelblich-braun erscheinen; auch die Membranen können gefärbt sein, wie wir das bei den lebhaft rotbraunen Trichomen von *C. benghalensis L.* finden. - In 3-5-zelliger Form treten die Wimpern noch bei *Tradescantia rosea Vent.* und bei *Tr. nana* auf, von der wir ja als Mittelform ausgingen.

Ausser den beschriebenen Randwimpern treten noch andere Formen von Randhaaren auf. An dieser Stelle soll nur noch eine solche beschrieben werden, da die andern in die jeweiligen Abschnitte über Borsten und Stacheln eingeordnet sind. Es handelt sich um die 3-zelligen Randhaare von *Palisota Barteri* (Tafel VI, 4).⁴ Ihre Basalzelle (B) ist fast kugelig und trägt gegen die Stielzelle zu einen kräftigen Verdickungswulst, gegen den die Membranverstärkung in jener (S) weit geringer ist, wodurch ein Bild entsteht, das an die Randhaare von *Spironema fragrans* erinnert. Die Stielzelle selbst ist schlank zylindrisch und ihre Membran ist an beiden Enden mit einem schwachen peripheren Verdickungswulst versehen. Die Basis der Haarzelle ist in ihren Membranverhältnissen ein Spiegelbild der angrenzenden Partie der Stielzelle. Die Membran der Haarzelle ist dicht mit kleinen Höckern besetzt. Stiel- und Haarzelle stehen in einem Längenverhältnis von 1:10.

3. Rhizoid-Haare.

Ein anderer sehr eigenartiger Haartyp, der ebenfalls auf den Blättern von *Palisota Barteri* vorkommt, sind merkwürdige 4-zellige Trichome, die ich wegen der wurzelartigen Verzweigung der dritten Zelle als Rhizoid-Haare bezeichnen möchte. Sie stehen auf beiden Blattseiten von *Palisota Barteri* und treten in verschiedenen Modifikationen auf (Tafel VII). Fuss und Stielzelle ändern dabei ihre Form nicht, sondern diese bleibt stets tonnenförmig (Tafel VI, 5 s) und jene gleicht den Fusszellen der Schleimhaare (Tafel VI, 5 f). In beiden ist auch in alten Stadien ein Zellkern vorhanden. Der Kern der Stielzelle ist so gross, dass er etwa $\frac{1}{5}$ ihres Lumens einnimmt. Die wurzelartig verzweigte Zelle (Tafel VI, 5 w, Tafel VII w) sowie die auf ihr sitzende sehr lange Haarzelle (Taf. VII, 1 u. 2 t) sind im Alter kernlos und mit wässrigem Saft gefüllt. Dies soll zur allgemeinen Orientierung vorausgeschickt und nun zur Betrachtung einzelner Modifikationen, in denen diese merkwürdigen Trichome vorkommen, übergegangen werden.

Die am meisten verbreitete ist auf Tafel VII, 1 abgebildet und ist in der Regel nur noch als unvollständiges Trichom (Tafel VI, 5) zu beobachten, da die lange Endzelle frühzeitig abfällt (Literatur zum Haarverlust der Pflanzen siehe im biologischen Teil). Aus der Art und Weise, wie das Haar endigt (Tafel VI, 5 A) sah man sofort, dass dies nicht seine normale Spitze sein konnte, sondern dass es sich um den Verlust einer oder mehrerer Zellen handeln musste. Nach längerem Suchen fand sich dann auch das vollständige Trichom (Tafel VII, 1), das auf der verzweigten Zelle noch eine lange, gerade Haarzelle trägt, die der entsprechenden Zelle an den Randhaaren ausserordentlich ähnlich ist. Auch den Abgliederungsvorgang der Endzelle konnte ich verfolgen. Er geht in der Weise vorstatten, dass sich die trennende Wand der beiden beteiligten Zellen zuerst an ihrer Peripherie aufspaltet (Tafel VII, 4 A), wodurch die Verbindung auf eine dünne Membranscheibe in der Mitte beschränkt wird, sie sich bei der leisesten Berührung vollständig spaltet und dadurch die lange endständige Haarzelle abstösst. Die Methode bei diesem Prozess ist die gleiche, wie wenn man einen Stab, den man durchbrechen will, erst rundum einkerbt, um den Bruch zu erleichtern und ein Splintern zu verhindern. - Studieren wir nun zurückbleibende verzweigte Zellen an dieser ersten Modifikation (Tafel VII, 1) etwas genauer. Ihr Rumpf ist durchschnittlich 5 mal so lang wie die Stielzelle. Die hyphenartigen Auswüchse entspringen sämtlich der unteren Hälfte der Zelle, die sich in dieser Region etwas sackartig erweitert (Tafel VI, 5 sa). Sie sind dünnwandig, beschreiben zahlreiche Biegungen und Schlingen und die einzelnen sind oft selbst noch verzweigt, wodurch ein kompliziertes wurzelähnliches Geflecht entsteht, welches sich flach der Epidermis anschmiegt. Bemerkens-

wert ist noch, dass die Membran an den Enden der kleinen Schläuche derart verstärkt ist, dass das Lumen ganz flach wie an einer Quervand abschliesst, und die kleine aufsitzende Kuppe massiv ist (Tafel VII, 1-2 K).

Während bei der eben beschriebenen Form die Wände der verzweigten Zelle sowie die der Endzelle ziemlich glatt oder aber nur leicht gewellt waren, können sie in andern Fällen auch sehr stark gewellt und mit vielen Höckern und kleinen Auswüchsen versehen sein (Tafel VII, 2). Wie uns die Abbildung zeigt, ist die endständige Zelle nicht mehr gerade, sondern beschreibt Krümmungen, und ihre Wand trägt überall wulstige Ausstülpungen, sodass sie dem Darm eines Tieres ähnlich sieht. An der verzweigten Zelle fällt die ausserordentlich reichliche Entwicklung der aussprossenden Schläuche und ebenso die starke Ausdehnung der sackartigen Erweiterung auf (Tafel VII, 2 a).

Diese Erweiterung kann in ganz extremen Fällen sogar derartig anschwellen, dass überhaupt die ganze sonst stark verzweigte Zelle aus einem einzigen plumpen Sack (Tafel VII, 3) besteht, aus dem rundum kurze Ausstülpungen hervorragen, die den langen Schläuchen in den übrigen Fällen entsprechen.

Ausser den drei besprochenen Modifikationen der Rhizoid-Haare tritt auf den Blattflächen von *Palisota Barteri* noch eine vierte Haarform auf, die mit jenen Fuss-, Stiel- und Haarzelle gemeinsam hat, der aber die verzweigte Zelle völlig fehlt (Tafel VII, 5). Die Endzelle ist wie im zweiten beschriebenen Falle (Tafel VII, 2) gebogen und gewunden, ihre Membran ist aber nur leicht gewellt wie bei der zu allererst beschriebenen Form (Tafel VII, 1). Von einem natürlichen Verlust der Endzelle ist hier nichts zu bemerken, denn die Trichome treten immer in ihrer vollkommenen Form auf und zeigen zwischen der Stiel- und Haarzelle auch keine besonders vorbereitete Abgliederungsstelle, wie sie die andern Formen haben.

4. Peitschenhaare.

Man kann die Peitschenhaare in 2 Gruppen zusammenfassen. Die eine umfasst diejenigen, deren Endzelle lang, bandförmig und mehrfach gebogen ist, und die andere schliesst solche Formen in sich ein, deren Endzelle starr und borstenförmig ist, die man aber des anatomischen Baues ihrer Basalzellen wegen nicht zu den bei den Commelinaceen so weit verbreiteten Borsten rechnen kann, sondern gerade deshalb hierher stellen muss. - Was die echten Peitschenhaare von den borstenförmigen weiter unterscheidet, ist die Art, wie die Endzelle auf der Stielzelle aufsitzt. Bei den borstenartigen kann man nämlich immer eine grössere (Tafel VIII, 1-2) oder feinere (Tafel VIII, 3-4) Verzäpfung jener Zellen konstatieren, welche den peitschenförmigen fehlt, und dadurch ersetzt wird, dass die Endzelle sich mit ihrem basalen Teil gleich einer Kappe über die Stielzelle stülpt (Tafel VIII, 5).

Da die Anatomie der Trichome bei jeder der untersuchten Arten Abweichungen von den andern aufweist, müssen sie einzeln beschrieben werden, und man kann im allgemeinen nur soviel über sie sagen, dass sie aus 4 Zellen bestehen; einer Fusszelle, der eine sehr kurze zylindrische Zelle aufsitzt, die ihrerseits die schlanke Stielzelle mit dem Borsten- oder Peitschenhaar trägt. Festgestellt habe ich Peitschenhaare in der Gattung *Cyanotis* sowie bei einzelnen Arten der beiden Gattungen *Aneilema* und *Tradescantia*.

Beginnen wir mit der Betrachtung der borstenförmigen Trichome, so können wir diese gleich wieder in zwei kleinere Gruppen teilen - nämlich solche, die dem Blatte anliegen und solche, die von ihm abstehen. Anliegende finden sich z. B. bei *Cyanotis nodiflora* Kunth (Tafel VIII, 1-2) und *C. villosa* Schult. (Tafel VIII, 3-4). Die Gleichrichtung des Haares mit dem Blatte wird nur durch den Bau der Basalzelle bedingt, die ähnlich wie bei den Winkelhaaren stark nach vorn umgebogen ist und dicke Aussenwände hat. Stiel- und Haarzellen dagegen sind bei der Biegung gar nicht beteiligt, und ihre gemeinsame Längsaxe bildet eine Parallele zur Längsrichtung des Blattes. Die Stielzellen besitzen körnigen, dunkelbraun gefärbten Inhalt, und in den kürzeren konnte ich meist einen Zellkern beobachten. Soweit stimmen die Haare der beiden *Cyanotis*-Arten überein; in der Befestigung der Endzelle auf der Stielzelle jedoch zeigen sie folgenden Unterschied: Bei *C. nodiflora*

stellt der oberste Teil der längeren Stielzelle einen kurzen Kegelstumpf dar (Taf. VIII, 2), der an der Kante, die er mit dem zylindrischen Teil der Zelle bildet, noch einen kleinen Wulst (w) hat. Diesen umfasst die darauf sitzende Haarzelle mit den an ihrer Basis ausgebildeten Fortsätzen gleichwie mit den Fängen eines Raubvogels und krallt sich gewissermassen an der Stielzelle fest. In der Aufsicht sehen die Vorsprünge wie die Zehen eines Frosches aus (Taf. VIII, 1). Im optischen Schnitt erkennt man, dass es keine massiven Membransprünge sind, sondern dass das Lumen etwas in sie hineinreicht (Tafel VIII, 2). Die Membranteile der Stielzellen, welche zwischen den Auswüchsen des Haares liegen, sind ebenfalls etwas erhöht, wodurch die Verbindung der beiden Zellen auch schwach den Charakter einer Verzäpfung annimmt, bei der die beiden aber sehr ungleich beteiligt sind. Dagegen stehen Haar- und Stielzelle bei *Cyanotis villasa* (Tafel VIII, 3-4) durch eine regelrechte Verzäpfung in Verbindung, an der beide Zellen etwa gleich grossen Anteil haben. Es sind je 5 - 6 kleine, zugespitzte, massive Membranzäpfchen, welche fest ineinander greifen; Das ist besonders gut zu erkennen, wenn man die Bruchstelle eines von der Stielzelle abgefallenen Haares studiert (Tafel VIII, 4), wo die Zapfen gleich zwei kleinen Krönchen auf den beiden Bruchrändern sitzen. In gleicher Weise sind die noch steiferen, abstehenden Borsten von *Cyanotis cephalotes* Frzl auf ihren Stielzellen befestigt. Ihre Basalzelle ist jedoch nicht gestaltet wie in den beiden vorhergehenden Fällen, sondern wie diejenige von *C. fasciculata* Schult. (Tafel VIII, 5), was das Abstehen der Borsten verursacht. Dieselben abstehenden Haare finden sich ausserdem bei *Anellama spiratum* R. Br. die sich von denen der beiden letztgenannten *Cyanotis*-Arten dadurch unterscheiden, dass die Zapfen der Stielzelle etwas über diejenigen der Haarszelle hinausgreifen, was bei jenen gerade umgekehrt ist.

Damit sind die Beispiele der borstenartigen Peitschenhaare erschöpft, und es sollen nun die echten Peitschenhaare mit ihren langen, oft verschlungenen Endzellen besprochen werden, wie sie uns an den Blättern und Stengeln von *Cyanotis fasciculata* Schult. (Tafel VIII, 5, 8) und *Tradescantia crassula* Link et Otto entgentreten. Bei den Haaren von *Tradescantia crassula* ist die Basalzelle ähnlich gebaut wie bei *Cyanotis fasciculata* (Taf. VIII, 5), nur ist sie höher und etwas glockenförmig; die kurze Stielzelle fehlt ganz, und die lange gleicht der von *C. fasciculata*. Das Haar ist lang, dünnwandig, breit bandförmig und besteht aus 2 Zellen, deren unterste wie bei *C. nodiflora* mit der Stielzelle verbunden ist. Die Membransprünge sind nur schwach entwickelt. Die Haare stehen dicht und machen die Blätter zart wollig. Nicht ganz so zart und dünnwandig sind die Peitschenhaare von *Cyanotis fasciculata* Schult. (Tafel VIII, 8). Bei ihnen ist das eigentliche Haar einzellig, schmal riemenförmig, hat ziemlich derbe Membran und liegt gleich einer langen Peitschenschmür in mancherlei Windungen und Schlingen auf der Epidermis (Tafel VIII, 8). Während bei all den oben erwähnten Beispielen die Endzelle durch Membransprünge oder Zapfen an der Stielzelle verankert war, greift sie in diesem Falle mit einem flachen Membranring um das etwas verbreiterte obere Ende der Stielzelle (Tafel VIII, 5-7) und erzielt auf diese Weise einen festen Halt. - Wenn hier Haare abbrechen, dann kommt der Bruch nicht, wie bei den bisher erwähnten Formen, zwischen Stiel- und Haarzelle zustande, diese bleiben vielmehr fest verbunden, sondern erfolgt normalerweise zwischen den beiden Stielzellen (Taf. VIII, 7). Nur einmal konnte ich einen Bruch zwischen Basal- und Stielzelle konstatieren, der aber nicht nur wegen seiner Anomalie interessant war, sondern auch erkennen liess, dass die Membranen der Stiel- und Basalzelle miteinander verzäpft sind (Taf. VIII, 6). Bei den andern Peitschenhaaren konnte ich eine Verzäpfung dieser beiden Zellen nicht feststellen.

5. Köpfchenhaare.

Ober- und Unterseite der Blätter, die Blattstiele sowie der Stengel von *Carionema spicatum* R. Br. sind dicht besetzt mit den auf Tafel VIII, 9 abgebildeten Drüsenhaaren. Es sind sehr einfach gebaute Köpfchenhaare mit einer Fusszelle, wie sie die noch zu besprechenden Borstenhaare haben, mit 2 - 4 schlank zylindrisch-

an Stielzellen, die nach dem Köpfchen hin kürzer und enger werden und mit einem einzelligen etwa eiförmigen Köpfchen. Die Haare sind nach vorn gerichtet und bilden mit der Blattfläche einen Winkel von ungefähr 45 Grad. Ihre Wände sind bis auf die gewöhnliche Verdickung (∇) in der Basalzelle und einer schwachen Membranverstärkung an der Kuppe des Köpfchens mässig stark. Der Inhalt der Stielzellen und des Köpfchens sind dunkelbraun und fein granuliert.

6. Borsten - Stacheln.

Da diese beiden Typen bei den Commelinaceen so ausserordentlich fließende Übergänge aufweisen, sollen sie nicht in zwei besonderen Teilen beschrieben werden. Ich habe vielmehr versucht die auftretenden Formen in eine fortlaufende Reihe einzuordnen, die eine Brücke zwischen den an beiden Enden stehenden Extremen bildet.

Wie schon in den einleitenden Worten erwähnt ist, gibt es hier Borsten mit gerader und gebogener Spitze. Diejenigen mit hakig umgebogene Spitze sollen kurz Hakenborsten genannt werden. Sie kommen in verschiedenen Formen vor: So stehen z. B. auf beiden Blattseiten sowie auf der Aussenseite der Blattscheide von *Commelina Forskalet* Vanlderartige Hakenborsten, bei denen nicht nur die Spitze gebogen ist, sondern auch die ganze Borste eine schwache Biegung ausführt, die derjenigen der Spitze entgegengerichtet ist, sodass das ganze Trichom schwach S-förmig wird. Die Haare sind dreizellig. Auf der kurzen, breiten, flach glockenförmigen Basalzelle sitzen die beiden gebogenen Borstenzellen, deren unterste mit der Fusszelle oft durch einige Poren verbunden ist. Ebenfalls dreizellige Hakenborsten (auch 4-zellige treten dazwischen auf) finden wir bei *Commelina benghalensis* L. Im Gegensatz zu den vorigen sind sie gerade und besitzen nur eine scharf abwärts gebogene Spitze. Zweizellige Hakenborsten kommen auf den Blättern von *Pollia sorzogonensis* Steud. (Tafel IX, 1) und von *Aneilema equinoctiale* Kunth vor. Die von *Pollia sorzogonensis* gleichen denen von *Commelina Forskalet* in der kurzen Basalzelle, die ebenso wie die Haarzelle sehr dickwandig ist. Der Haken an der Spitze ist von der Biegungsstelle ab vollkommen massiv. Die Borsten von *Aneilema equinoctiale* haben eine sehr lang gestreckte Fusszelle, die in derselben Richtung wie die Spitze schwach gebogen ist. Interessant ist noch, dass die Hakenborsten hier in zwei Formen nebeneinander auftreten, die sich nur durch ihre Grösse unterscheiden, sodass die kleinere nur eine Zwergform der grösseren darstellt. Ihre Längen verhalten sich konstant wie 1 : 3, und es sind zwischen den beiden Formen keine Übergänge vorhanden. Auf der Aussenseite der Blattscheiden erheben sich die an die Borsten angrenzenden Epidermiszellen zu einem kleinen Polster - Übergangsformen von der Hakenborste zur geraden Borste finden sich auf den Blättern von *Dichorisandra Aubletiana* Schult. Dort treten beide Formen und zugleich alle Stufen von Zwischenformen nebeneinander auf, denn neben Trichomen mit vollständig zurückgebogener Spitze sind auch solche mit etwa rechtwinklig abstehender, leicht gekrümmter und auch mit völlig gerader Spitze zu finden. Alle sind zweizellig, haben blasige, starkwandige Fusszellen, auf denen die ebenso derben, gekrümmten oder geraden Borsten sitzen. Die Membranen sind hell- bis dunkelbraun gefärbt. - Mit diesem Beispiel ist der Übergang zu den geraden Borsten gegeben, die uns im nächsten Abschnitt beschäftigen sollen.

Eine recht verbreitete Form gerader Borsten finden wir in den sarten, zweizelligen Haaren von *Tradescantia Mertensiana* (Tafel VI, 6), deren Fusszelle glockig über die Epidermis emporgewölbt und keilförmig in sie eingesenkt ist. Das aufsitzende feine, spitze Börstchen ist etwa viermal so lang als die Fusszelle hoch ist. Gleiche Trichome stehen auf der Blatt Oberseite von *Tr. nana* Mert. et Gal., wo sie besonders zahlreich über den Blattnerven auftreten, und in etwas derberer Form über der Mittelrippe auf der Blatt-Unterseite von *Tinantia fugax* Schrad. Im übrigen sei hinsichtlich des Baues und der Entwicklungsgeschichte dieses Haar-typus auf eine Arbeit von MÖBIUS (20) verwiesen, der sie in der Gattung *Callisia*, wo sie bei vielen Arten auftreten, studierte. Die Ergebnisse von MÖBIUS haben nicht nur für diesen einen Fall, sondern auch für die Entwicklung aller bei den

Stantioblastae auftretenden Haare mit keilförmig eingesenkter Basalzelle Ciltigkeit. - Während die Haare bei *Tradescantia Mertensiana* und *Tr. nana* weich und biegsam sind, stehen auf der Blatt-Unterseite und der Aussenseite der Blattscheide von *Campelia xanonia* H.B.K. (Tafel IX, 2) steife, mehrzellige Borsten. Dreizeilige und im Bau ähnliche Trichome mit sehr scharfen Spitzen hat *Commelina benghalensis* L. auf der Oberseite ihrer Blätter. Bei *Forrestia mollis* Hassk. sind die Blätter durch dieselben Borsten, die jedoch stärkere Wände haben, unterseits rauhaarig. - Es handelt sich nun darum, Übergänge von den geraden Borsten zu den Stacheln zu finden.

Eine solche Übergangsform kommt bei *Commelina virginica* L. vor. Sie haben dieselbe Gestalt wie die starren Borsten von *Campelia xanonia*, sind aber nur 2-zellig, wodurch sie noch mehr das Aussehen von Stacheln bekommen. Man muss sie aber immer noch als Mittelform zwischen Borsten und Stacheln betrachten, da die Endzelle die Basalzelle um ein Mehrfaches der Länge übertrifft, während bei den echten Stacheln der Commelinaceen die Endzelle kürzer oder höchstens gleich der Basalzelle ist. Auch sind die Membranen hier für einen typischen Stachel noch zu schwach verdickt.

Gedrungene Formen dagegen, wie z.B. die kurzen spitzen Haare von *Anelloma equinoctiale* Kunth (Tafel IX, 3) sind schon typische Stachelhaare, deren Rumpf fast ausschliesslich von der Fusszelle geliefert wird, während die Haarzelle nur noch die Spitze bildet und ungefähr ebenso lang wie die Fusszelle ist. Dasselbe Längenverhältnis der beiden Zellen treffen wir auch bei den kleinen Stacheln von *Commelina caelestis* Willd. (Tafel IX, 4), deren etwa glockenförmige Basalzelle eine ziemlich plumpe Spitze trägt. Diese Form kommt auf den Blättern der genannten Art vor; auf den Blattscheiden dagegen sitzen schlankere Stacheln, die bis zu kurzen 3-zelligen Borsten variieren (Tafel IX, 5). Auch von dieser Form aus hätte man eine Reihe: Stacheln - Borsten konstruieren können. -

Ein ganz besonderer Stacheltyp tritt uns in den kleinen Randstacheln von *Spironema fragrans* entgegen (Tafel IX, 6). Diese sind schon deshalb ein Typ für sich, weil ihre Fusszelle nicht keilig ist, sondern im grossen ganzen den übrigen Epidermiszellen gleicht und sich nur dadurch von ihnen unterscheidet, dass sie sich zu einem sehr dickwandigen, kurzen Kegelstumpf aufwölbt, auf dem die eigentliche Haarzelle als winziges Stachelchen sitzt. Die Membran der Stachelzelle ist im Vergleich zu der Membran des vorgewölbten Teiles der Basalzelle ziemlich dünn - ein Parallelfall zu den Membranverhältnissen der Randwimpern bei derselben Pflanze. Stacheln in dieser Form waren bei keiner andern Commelinacee anzutreffen.

7. Papillen.

Bei allen untersuchten Commelinaceen konnte ich nur einmal Papillen feststellen: Ich fand sie am Blattrand von *Tradescantia virginica* (Tafel VI, 7). Es sind derbwandige, halbkugelig vorgewölbte Kurzzellen.

b. Xyridaceae.

Bei den aus der Gattung *Xyris* untersuchten Arten konnten nur Schleimhaare festgestellt werden, welche sich immer auf der Innenseite der Blattscheiden befinden, wo sie desto dichter stehen, je tiefer wir in den Blattscheiden abwärts gehen. Sie waren bei den 3 Arten *Xyris platylepis* Chapman (Tafel IX, 7), *X. brevifolia* Michx. und *X. flabelliformis* Chapman annähernd gleich gestaltet.

Auf zwei bis drei verschieden langen zylindrischen Stielzellen, von denen die letzte immer kürzer ist als die beiden grundständigen, sitzt eine lange, schlanke, stark abgeplattete, stumpfe Schleimzelle, die sehr dünne Membran hat, wie denn überhaupt die ganzen Haare sehr zart und durchsichtig sind. - Sie haben im Prinzip denselben Bau wie die Schleimhaare der Commelinaceen und Gramineen, unterscheiden sich jedoch von jenen dadurch, dass ihre Stielzellen nicht so stark differenziert sind und in ihrer Zahl variieren können, was bei Commelinaceen u.

Gramineen niemals der Fall ist.

c. Eriocaulaceen.

Auch aus dieser Familie wurden nur wenige Arten untersucht, die den beiden Gattungen *Eriocaulon* und *Paspalanthus* angehören. Die dabei aufgefundenen Trichome lassen sich in vier Typen scheiden:

1. Zungenhaare: Diese haben grosse Ähnlichkeit mit den Schleimhaaren der Commelinaceen. Trotzdem ist es mir zweifelhaft, ob es sich wirklich um Schleimhaare handelt.

2. Spindelhaare: Sie sehen denjenigen von *Cheiranthus* *Cheir*ähnlich, sind jedoch etwas abgeplattet.

3. Borsten - Stacheln: Sie sollen zusammen beschrieben werden, da es, ähnlich wie bei den Commelinaceen, kontinuierliche Übergangsformen zwischen ihnen gibt, sodass die Stacheln eigentlich nur Borsten sind, welche die Zahl und Länge ihrer Zellen reduziert haben.

Allen Haarformen gemeinsam und für sie direkt typisch ist eine kurze, zylindrische Zelle, welche stets zwischen der Basalzelle und den Haarzellen eingeschaltet ist. Ich nenne sie kurz die Ringzelle (Tafel IX, 9 u. 11 r; Tafel X, 2-7 r); da sie wie ein besonders eingliederter Ring wirkt. Sie stellt einen Abfallmechanismus für den natürlichen Haarverlust dar, denn alle Trichome der Eriocaulaceen brechen stets an der Grenze zwischen Ring- und Haarzelle ab (Tafel X, 5).

1. Zungenhaare.

Auf beiden Seiten der Blätter von *Eriocaulon Brownianum* Mart. findet man oft Kurzzellen, auf denen ein kleines Köpfchen zu sitzen scheint (Tafel IX, 8 z). Dies sind die Basal- und Ringzellen der abgebrochenen Zungenhaare, die verhältnismässig selten an erwachsenen Blättern zu sehen sind (Tafel IX, 8 sh). Im Prinzip gleichen sie den Schleimhaaren der Commelinaceen. Auf einer kurzen, wenig vorgewölbten Fusszelle sitzt die Ringzelle, die man eventuell mit der Stielzelle bei jenen vergleichen kann. Auch hier neigen sich Basal- und Ringzelle der Blattfläche zu, sodass das Haar dieser annähernd parallel läuft. Die Endzelle ist stumpf spindelförmig, in der Ebene des Blattes leicht abgeplattet, hat dünne Membran und sieht zumal in der Flächenansicht einem Schleimhaar sehr ähnlich. Wie schon gesagt, fallen die Endzellen meistens ab, was ich sonst bei Schleimhaaren nicht feststellen konnte, was aber trotzdem ihrem Zweck nicht widerspricht, da sie ja vermutlich im Alter funktionslos werden (verg. biolog. Teil).

2. Spindelhaare.

Diesen bei den Monokotylen scheinbar recht seltenen Typ konnte ich auf den Blättern von *Paspalanthus umbellatus* Kunth (Tafel X, 1-2) konstatieren. Über die Blatt-Oberseite sind die Spindelhaare zahlreich und gleichmässig verbreitet, während sie auf der Unterseite mehr auf die Partien über Bast beschränkt sind und über Parenchym nur vereinzelt auftreten. Sie bestehen aus 2 scharf differenzierten Zellen: eine Fusszelle mit aufsitzender Ringzelle und der quer dazu verlaufenden Spindelzelle, die eine verhältnismässig dünne Membran mit kleinen Höckerchen besitzt. Die beiden Spitzen der Spindelzelle sind nicht immer gleich weit (Tafel X, 1 a) von der Ringzelle entfernt. Es kommen vielmehr auch Spindelzellen mit recht verschieden langen Abschnitten vor (Tafel X, 1 b u. 2), und bei manchen ist überhaupt kein zweiter Schenkel entwickelt, weshalb die Trichome dann mit dem einen Ende auf der Ringzelle sitzen (Tafel X, 1 c).

3. Borsten - Stacheln.

Die Borsten der Eriocaulaceen kann man in 2 Gruppen zusammenfassen: 1. Borsten mit fester Zellenzahl (3 - 4 Zellen) und 2. solche mit variabler Zahl (12 - 4 Zel-

len), unter denen auch die Übergänge zu den Stacheln zu finden sind.

Als Beispiel zur ersten Gruppe möchte ich die dreizelligen, langen Borsten nennen, welche sich zerstreut auf der Blatt-Oberseite von *Paepalanthus umbellatus* Kunth vorfinden. Ihre Fuss- und Ringzellen sind klein und dertwandig, und die einzige aufsitzende Borstenzelle lang, dünn und fast fadenförmig. Vierzellige Borsten hat *Eriocaulon Brownianum* Mart. (Tafel IX, 8 b u. 9), wo sie auf der Unterseite der Blätter dicht und auf der Oberseite zerstreut stehen. Sie haben eine etwas glockig gewölbte Basalzelle (Tafel IX, 9), eine kurze Ringzelle und darauf sitzend, eine zweizellige spitze Borste. An den Querwänden haben diese Haare besondere Verdickungsringe (Tafel IX, 9-10 v), die sowohl zwischen dem Ring und der ersten Borstenzelle als auch zwischen dieser und der zweiten deutlich zu sehen sind. Da die Borsten über der Ringzelle leicht abbrechen, findet man nicht selten nur noch ihre Rudimente (Tafel IX, 11), die von der Fläche aussehen wie ein Ring, in dessen Mitte ein Knöpfchen sitzt (Tafel IX, 8 b).

Die Borsten der zweiten Gruppe haben alle ziemlich einheitlichen Bau und unterscheiden sich hauptsächlich in der Länge bzw. Zellenzahl. Die Haare von *Paepalanthus flaccidus* Kunth (Tafel X, 3-5) z. B. sind 10 - 6 Zellen lang (incl. Basal- und Ringzelle) und bei denen von *P. curvifolius* Kunth schwankt die Zellenzahl zwischen 10 und 4. Der Bau ist in beiden Fällen folgender: auf einer blasig aufgewölbten Basalzelle (Tafel X, 4-5) sitzt eine ganz kurze Ringzelle (r), der sich die Borstenzellen anschliessen. Auch hier sind die Querwände zwischen den einzelnen Zellen von besonderen Verdickungsringen (Tafel X, 3-4 v) umfasst, sodass die Haare an einen Grashalm mit seinen Knoten und Internodien erinnern.

Übergänge zu Stacheln sowie diese selbst finden wir in den Trichomen von *Paepalanthus viviparus* Mart. (Tafel X, 6-7). Auf der Blatt-Oberseite, zumal über Bast, stehen echte Borsten aus 5 - 6 Zellen, wie wir sie bei *P. flaccidus* (Tafel X, 3) antrafen. An den Hochblättern sind sie schon nicht mehr so lang und kommen fast ausschliesslich in 4-zelliger Form vor. Da auch die einzelnen Zellen kürzer sind (Tafel X, 6), erscheint das ganze Haar gedrungen und starr und stellt deshalb eine Mittelform zwischen Borsten und Stacheln dar. Die Stacheln selbst endlich stehen zerstreut auf beiden Seiten der Blätter und auch in geringer Anzahl an den basalen Partien des Blattrandes. Sie sind dreizellig (Tafel X, 7) und ihre Stachelzelle im Verhältnis zu den entsprechenden Zellen bei den Borsten kurz und dickwandig - Mit diesem Beispiel findet die Reihe Borsten - Stacheln der Eriocaulaceen, sowie die Beschreibung der von mir untersuchten Trichome der *Shantiblastae* ihr Ende.

d. Restionaceen.

Die folgenden Angaben über die Trichome der Restionaceen sind der Arbeit von GILG (19) entnommen, der sich auch eingehend mit der Epidermis der Familie und ihren Anhangsgebilden beschäftigt. Nach seinen Ausführungen könnte man die Haare der Restionaceen einteilen:

1. Einzellige Haare in kurzer und langer Form;
2. einfache (wahrscheinlich konische) quergeteilte Haare;
3. mehrzellige, vielfach verzweigte Haare, und
4. vielzellige Flächenhaare.

1. Einzellige Haare.

Die Stengel von *Thamnochortus argenteus* Kth und *Th. fruticosus* Berg sind von einem dichten, steifhaarigen Filz aus einzelligen, gebogenen Haaren mit dicken Wänden und sehr engem Lumen bedeckt, und zwar sind sämtliche Epidermiszellen zu Haaren ausgezogen.

Kurze, hornartige Trichome neigen sich über die Rinnen, in denen die Stomata stehen bei den Blättern von *Lamprocaulos Neesii* Mast, eine Anordnung, die wohl zur Verminderung der Transpiration dient.

2. Einfache, quergestellte Haare.

Dies sind Trichome, deren beide unterste Zellen immer sehr klein, mit dicken Wänden versehen und stark kutikularisiert sind. Verfasser fand sie nur bei *Loxocarya fasciculata Benth.* und stellte fest, dass sie zu einer bestimmten Zeit abfallen.

3. Mehrzellige, verzweigte Haare.

Auch diese werden von den ausgewachsenen Vegetationsorganen abgeworfen. Der verzweigte Teil des Haares sitzt auf 2 Stielzellen, die ebenso gebaut sind wie bei der vorigen Form, und beim Abfallen des Haares zurückbleiben. Dieser Typ kommt vor bei *Restio Loxocarya Nees*, *Lepidobolus Preisianus Nees* u. a.

4. Vielzellige Fächerhaare.

Man findet die Fächerhaare in der ganzen Gattung *Leptocarpus R.Br.* und bei *Hypolaena fastigiata R.Br.* und *H. exsulca R.Br.* Sie haben eine ganz kurze, vollständig kutikularisierte Stielzelle, die der Fächeraxe entspricht. Die Zellen des Fächers selbst haben sehr stark verdickte Wände, die kaum mehr ein Lumen zwischen sich lassen, aber eine sehr zarte Kutikula.

Am Stengel stehen die Haare so dicht, dass sie mit ihren Rändern fast ineinander greifen, wodurch PFITZER (21), der die Restionaceen ebenfalls bearbeitete, diesen Belag von Schuppenhaaren für eine besondere Zell-Lage hielt und sie die "Aussenschicht" der Epidermis nannte. Dass es sich aber um fest verfilzte Trichome handelt, konnte GILG deutlich an den Blütenstielen der betreffenden Pflanzen erkennen, da die Flächenhaare dort nicht so dicht stehen und er die einzelnen, die sich - die unteren den oberen - dachziegelig decken, genau voneinander zu unterscheiden vermochte. - PFITZER wie GILG nehmen an, dass die Trichome am Stengel, um den sie einen fest geschlossenen Mantel bilden, als Transpirationsschutz fungieren.

4. Spadiciflorae.

In dieser Ordnung treten bei folgenden Familien Haare oder sonstige epidermale Bildungen auf: bei den Typhaceen, den Pandanaceen, der Araceen und den Palmen.

a. Typhaceae.

An den Blättern sind hier keine Trichome vorhanden, jedoch befinden sich an den Blüten der meisten Arten der Gattung *Typha* feine Haare, die den reifen Samen als Flugorgane dienen.

b. Pandanaceae.

Hier treten an den Vegetationsorganen nur Stacheln auf, die sowohl als echte Trichome wie auch als Emergenzen vorkommen. Zwischen beiden Formen gibt es Übergänge, die keine scharfe Grenze zu ziehen erlauben. Stacheln, die als echte Trichome zu bezeichnen sind, traf ich bei meinen Untersuchungen am Blattrande von *Freylinetia monocephala Elm.* (Tafel XI, 1) an. Der eigentliche Stachel wird hier von zwei geraden, dickwandigen Epidermiszellen gebildet, deren Inhalt dunkelbraun und wässrig ist. Die Querwand zwischen den beiden Zellen ist im Verhältnis zu deren Aussenwand sehr dünn. Die basale Zelle ist von einem Kranz sich emporwölbender Epidermiszellen umgeben, und das darunter liegende Parenchym hebt den Zellkomplex zu einem kleinen Hügel empor, sodass die ganze Anordnung der Zellen entfernt an die Polsterhaare der Gramineen oder auch etwas an die Randstacheln von *Hydrilla verticillata* erinnert. Dieses kleine Polster stellt die erste Übergangsstufe vom Stachel-Haar zur Stachel-Emergenz dar. Reichen nämlich die dem Stachel

anliegenden Epidermiszellen noch weiter empor, und dringt das Parenchym ebenfalls in das Polster ein, so verliert durch dessen Beteiligung am Aufbau der Stachel mehr und mehr seine Natur als echtes Haar und verwandelt sich in eine Emergenz; es lässt sich deshalb zwischen den beiden Formen keine Grenze ziehen. - Ausser bei der genannten *Freycinetia monocephala* Elm., bei der die Stacheln am Blattrande stehen und von der Blatt-Basis zur Blatt-Spitze an Länge abnehmen, kommen sie noch am Blattrand und an der unterseits stark hervortretenden Mittelrippe von *Freycinetia luzonensis* Presl, *Fr. angustifolia* Blume, *Fr. peripiezocarpa* Mast. (hier nur am Blattrand) und bei *Pandanus Copelandi* Merril. vor. In diesen Fällen handelt es sich aber stets um Emergenzen, die allerdings oft in eine einzige Epidermiszelle auslaufen.

c. Araceae.

In dieser Familie kommen vor:

1. Papillen,
2. mehrzellige gegliederte Haare, und
3. epidermale Drüsengrübchen.

1. Papillen.

Bei einigen Anthurien, z.B. *Anthurium magnificum* und *A. leuconeurum* sind die Epidermiszellen der Blätter, ähnlich wie bei *Rhynchospora ciliata* Vahl (Cyperaceae) zu kurzen Papillen vorgewölbt, die einen zarten, sammetartigen Glanz verursachen.

2. Mehrzellige, gegliederte Haare.

Dies sind bei den Araceen die einzigen echten Trichome und finden sich meines Wissens nur in der Gattung *Pistia*. Beide Blattseiten von *Pistia stratioides* z.B., welche ich untersuchte, sind dicht mit mehrzelligen Haaren besetzt, deren einzelne Zellen tonnenförmig sind, sehr zarte Membranen haben und von der Basis nach der Spitze des Trichoms hin an Breite ab- und an Länge zunehmen.

3. Epidermale Drüsengrübchen.

Ausserdem möchte ich noch die epidermalen Drüsengrübchen erwähnen, welche bei einigen Anthurien wie *A. scandens*, *A. Willdenowii*, *A. punctatum*, *A. Pohlii* und *A. Scherzerianum* vornehmlich auf der Blatt-Unterseite auftreten. Sie sind von DALITZSCH (22), der ihre Entwicklung verfolgte, folgendermassen beschrieben worden: "In einem gewissen Stadium tritt über einigen Epidermiszellen zwischen der Kutikula und dem aus Cellulose bestehenden Teil der Aussenwand eine anfangs gelblich-weiße Substanz auf, die sich immer dunkler gelb bis rot färbt. Zugleich strecken sich die betreffenden Zellen senkrecht zur Fläche der Epidermis und zwar die in der Mitte liegenden am stärksten, sodass der Komplex der beteiligten Zellen kugelige Form erhält". Die Halbkugel, eine ganze ist es nämlich nicht, wölbt sich natürlich nach innen in das Parenchym, sodass die Epidermis darüber nicht erhöht ist, sondern eben bleibt oder auch eine kleine Einsenkung hat. Ich führe diese Gebilde nur deshalb hier an, weil bei den Palmen ähnliche, wenn auch viel komplizierter gebaute epidermale Bildungen auftreten, was für die beiden Familien eine gewisse systematische Bedeutung hat.

d. Palmae.

Von den erwähnten Familien der Spadicifloren sind bezüglich ihrer Haare die Palmen am interessantesten. Bei ihnen finden wir: 1. stachelförmige Emergenzen, 2. Schildhaare mit glattem oder zipfeligem Rande; 3. Keulenhaare und 4. büschelig verzweigte Haare in mannigfaltiger Form. Die Trichome stehen z.T. auf den

Laubblättern, zum Teil auch an den Rändern oder auf der Fläche von Hochblättern und Spathen.

1. Stacheln.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass viele Palmen an ihren Blattstielen, Scheiden oder auf den Mittelrippen der Blätter Stacheln tragen. Es sind meist starke Emergenzen, die in einem Gewebepolster sitzen, durch das sie bei der Entfaltung der Blätter aufgerichtet werden. Sowohl in ENGLER-PRANTL (23) als auch in einer Arbeit von NAUMANN (24) über die Entwicklungsgeschichte der Palmenblätter wie in manchen andern Abhandlungen über die Morphologie der Palmen sind zahlreiche Angaben über das Auftreten von Stacheln gemacht. Zur genaueren Orientierung verweise ich auf die beiden genannten Quellen und beschränke mich im übrigen darauf, diejenigen Arten anzuführen, die mir bei meinen Untersuchungen als bestachelt auffielen: Von den *Sabalinae* war es *Corypha elata* Roxb., deren Blattstiele an den Seitenkanten mit derben, etwas gebogenen Stacheln besetzt sind, wie denn bestachelte Blattstiele in dieser ganzen Unterabteilung allgemein sind. Von den untersuchten Arten aus der Sagopalmen-Gruppe (*Lepidocaryneae*) fielen mir 2 *Calamus*-Arten durch ihre feinen, nadelartigen, sehr spitzen Stacheln auf. Es waren dies *Calamus longisetus* Griff., deren Blattrand und Mittelrippe bestachelt sind, und *Calamus tenuis* Roxb., wo die Stacheln in weiten Abständen zu beiden Seiten der Hauptnerven auftreten und dadurch, dass sie tief schwarz sind, sehr augenfällig aus der Blattspreite hervorstechen. Weitere Beispiele anzuführen halte ich nicht für notwendig, da sie reichlich in der oben zitierten Literatur zu finden sind.

2. Schildhaare.

Es lassen sich 2 Typen von Schildhaaren unterscheiden. Die Verschiedenheit ist im Fuss-Stück der Haare zu suchen, dessen Zellen bei dem einen mit Plasma angefüllt sind, grosse Zellkerne und dünne Wände aufweisen, bei dem andern Typ aber abgestorben sind und starke verholzte Membranen mit zahlreichen Tüpfeln besitzen.

Beispiele für beide Typen finden sich in einer Arbeit von BOBISUT (25), der bei der anatomischen Untersuchung einiger Palmblätter auch deren Haare genau studiert hat. Wir wollen den oben zuerst genannten Typ zurückstellen und uns den Schildhaaren mit abgestorbenen Fusszellen zuwenden. Sie kommen in vielerlei und geradezu bizarren Formen vor. Bei den hier anzuführenden Trichomen ist der Schildrand nicht überall gleichweit vom Fuss-Stück entfernt, sondern die Haare sind exzentrisch gebaut - in manchen Fällen so stark, dass das Fuss-Stück bis an den Rand des Schildes gerückt ist.

Sehr grosse Schildhaare dieser Art - ihr Schild besteht aus mehreren Hunderten von Zellen, welche wässerigen, teils farblosen teils dunkelbraunen Inhalt haben - bilden den filzigen Besatz am Spatha-Rand von *Phoenix farinifera* (Tafel XI, 2). Der Rand des Schildes selbst läuft in viele Zipfel aus, deren einzelne Zellen ebenfalls oft abbiegen und wiederum kleine Zipfel und Haken bilden. Dadurch werden die Trichome einestheils zu ausserordentlich zierlichen, geradezu ornamental wirkenden Gebilden, andernteils ermöglichen diese feinen Ästchen und Häkchen ein festes Verflechten der Haare untereinander, sodass sie einen so dichten Fils bilden können, der offenbar zu einem festen Verschluss der Spatha-Ränder dient und damit einen besondern Schutz für die jungen eingehüllten Blüten abgibt. Es sei noch hinzugefügt, dass auch hier die Membranen des Fuss-Stückes (Tafel XI, 2 F) verholzt und von Tüpfeln durchsetzt sind. Die Wandstärke der einzelnen Zellen nimmt von dem Fuss-Stück an zu den rändlichen Partien kontinuierlich ab, sodass die Endzellen der Zipfel ausserordentlich zarte, dünne Membranen haben.

Ein weiteres Beispiel für Schildhaare mit stark verholztem Fuss-Stück findet sich in den Trichomen von *Drymophloeus Schumannii* Warb. (Tafel XII, 1-3), welche bei besagter Pflanze auf den Blattstielen und auf beiden Seiten der Blätter sitzen. Am grössten und häufigsten sind sie auf den Blattstielen zu finden, etwas kleiner treten sie an der Blattbasis auf und werden auf der Lamina immer kleiner

und seltener, um allmählig ganz zu verschwinden. Das Auffällige dabei ist, dass mit der Grösse sich auch die Gestalt verändert. Denn während die grossen Trichome an der Blatthasis immerhin noch der Charakter eines Schild- oder Schuppenhaars mit langen Zipfeln haben (Tafel XII, 1, 2), fehlt denjenigen welche etwas weiter apikalwärts stehen, der schildförmige Teil ganz oder fast ganz, sodass die Zipfel die bei diesen meist nach zwei entgegengesetzten Seiten hin entwickelt sind, direkt an dem Fuss-Stück ansitzen (Tafel XI, 3). Die kleinsten Trichome schliesslich sind in ihrem Bau so sehr reduziert, dass oft nur noch eine Zelle des Fuss-Stücks zu einem Zipfel ausgewachsen ist (Tafel XI, 4). Ausserdem finden sich auf der Lamina dort, wo die Haare seltener werden, noch andere epidermale Gebilde, die ich zuerst für einen besonderen Haartyp hielt, die aber nichts weiter sind als die hier bis auf den Haar-Fuss reduzierten kleinsten Trichome (Tafel XIII, 4).

Über den allgemeinen anatomischen Bau der Trichome ist wenig zu sagen, da die Abbildungen genügend Auskunft darüber geben. Wie auf Tafel XII, 3 zu sehen ist, erreicht der Fuss von grossen Trichomen eine Höhe von etwa 5 Zellschichten. Meist ist er länger als breit (im Durchschnitt 2 Zellen breit und 3 - 5 Zellen lang). Die Zellwände sind verholzt und mit Tüpfeln versehen. Das Lumen der Zellen ist mit dunkelbraunem Inhalt angefüllt, was die Haare bei schwacher Vergrösserung fast schwarz erscheinen lässt und wodurch sich ihre grotesken Formen scharf von der Epidermis abheben (Tafel XII, 1).

Zur Veranschaulichung des Formenreichtums sollen noch die Schildhaare von *Raphis flabelliformis* L'Herit. (Tafel XI, 5) beschrieben werden, die an den Blättern dieser bei uns häufig kultivierten Zwergpalme vorkommen. Der Haarfuss (F), der meist etwas eingesenkt ist, sitzt nicht ganz so exzentrisch wie bei den Haaren von *Drymophloeus Schumannii* Warb., und der kleine Schild sendet sowohl in apikaler als auch in basaler Richtung seine Randzellen wie stängelnde Flammen aus. Hier sind nur einige Zellen mit dunkelbraunem Inhalt erfüllt, eine Erscheinung, die wir auch bei den Trichomen von *Phoenix farinifera* wahrgenommen hatten, und die ebenfalls bei den büscheligen Trichomen, wie sie am Spatha-Rand oder am Blattscheiden-Rand mancher Palmen vorkommen, zu beobachten ist.

Man ist noch kurz die Besprechung der oben erwähnten Schildhaare mit lebenden Fusszellen nachzutragen. BOBISUT (25) fand sie auf der Blatt-Unterseite von *Cocos nucifera* zerstreut stehend an. Das 2 - 4-zellige Fuss-Stück ist in eine Grube versenkt, auf deren Rand sich das Schild legt. Die Fusszellen sind keulenförmig, ganz mit Plasma gefüllt, haben grosse Kerne und nehmen den Raum der Gruben fast vollständig ein. - Ebenfalls in Gruben eingesenkt sind die von BOBISUT (25) beschriebenen

3. Keulenhaare.

Verfasser hat sie bei *Elaeis guineensis* beobachtet und auch abgebildet. Sie sind auf beiden Seiten der Blätter dieser Palme in gleicher Gestalt vorhanden und bestehen aus mehreren Zellen, deren Membranen getüpfelt sind. Nach 2 entgegengesetzten Seiten haben sie je ein zweizelliges Anhängsel, wodurch sie von der Fläche betrachtet kleinen Schildhaaren, wie z. B. den kleinen von *Drymophloeus Schumannii* Warb. (Tafel XI, 3) zu vergleichen sind. Nach BOBISUTs Ansicht sollen die Keulenhaare als Hydathoden funktionieren.

4. Büchelhaare.

Dies sind vielzellige, kurz über ihrer Basis sich reichlich verzweigende Haare. Ich fand sie in 2 verschiedenen Formen bei *Chamaerops humilis* L. und bei *Metroxylon Rumphii* Mart.

Die Scheidenränder der letztgenannten Art sind bei dem Übergang in die Blattspreite mit dichten braunen Filzbärten besetzt, die aus vielen sich verflechtenden Büchelhaaren bestehen (Tafel XIII, 2). Die einzelnen Haare entspringen dicht nebeneinander stehend der Epidermis mit einem Fuss-Stück, das sich auf einer Basis von 2 - 5 Epidermiszellen aufbaut und wie bei den Büchelhaaren von *Chamaerops*

humilis (Tafel XIII, 4) eine kurze Säule bildet, die sich alsbald in das Haarbüschel auflöst. Beim Verzweigen gleiten die Zellen der Haare von *Metroxylon Rumphii* gewissermaßen über die jeweils vor ihnen liegenden hinweg, was man gut an den Spitzen der Haare beobachten kann (Tafel XIII, 3), wo manche der einzelnen Haarzellen, welche mit schiefen Wänden aneinanderstossen, kurze seitliche Spitzen über die nächste Zelle gleitend aussprossen lassen. Die Membranen zwischen den Zellen sind von Püpfeln durchsetzt, und der Zellinhalt ist ockerfarbig bis dunkelbraun, weshalb die ganzen Haarbüschel auch braun erscheinen.

Bei den Trichomen von *Stomacrops humilis* L. (Tafel XIII, 4) dagegen sind nicht ~~Zellen mit braunem Inhalt~~ versehen

alle Zellen mit braunem Inhalt versehen, sondern meist nur die Zellen des Haarfußes und vereinzelt des eigentlichen Haares. Hier ist der Haarfuß stärker als bei den vorigen: seine Grundfläche umfaßt etwa 12 - 16 Zellen und seine Höhe beträgt etwa 5 - 7 Zellen. In dieser Höhe verzweigen sich die Trichome zu einem Büschel mehrzelliger, oft umeinander gewundener und miteinander verflochtener Schläuche, deren Membranen sehr dünn und zart sind. Da die Haare sehr dicht stehen, verschlingen sich auch die Schläuche benachbarter Büschel miteinander, wodurch der zarte, wollig-bärtige Besatz des Spatha-Randes entsteht.

5. Drüsige Gebilde.

Es ist nun noch etwas über die drüsenartigen Gebilde bei einigen *Araceae* zu sagen, die, wie schon oben bemerkt, an die Drüsengrübchen der *Anthurium*-Arten erinnern und hier in kreisrunder und ovaler Form auftreten. Kreisrund sind sie z. B. bei *Kentia microcarpa* Warb. (Tafel XIII, 5-6). Wenn wir die Drüse in der Flächenansicht (Tafel XIII, 5) betrachten, sehen wir in deren Mitte 4 - 5 Zellen, die in ihrer Gesamtheit einen etwa kreisrunden Umfang haben, darunter sind in radialer Anordnung ungefähr ein Dutzend Zellen zu erkennen, die - ebenso wie die zentral gelegenen - dunkelbraunen Inhalt aufweisen. Auch ihre Gesamt-Peripherie ist kreisförmig. Die an sie angrenzenden Epidermiszellen legen sich in 3 - 4 konzentrischen Ringen um sie herum und gehen allmählig in die fast regellose Anordnung der andern Epidermiszellen über. Im Quer- (Tafel XIII, 6) und Längsschnitt erkennt man deutlich, dass die mittlere Zellgruppe dreischichtig und offenbar durch tangentielle Teilung der Epidermiszellen entstanden ist, und dass unter den radial angeordneten Zellen, die noch braunen Inhalt haben und mindestens in zwei Kreisen stehen, noch eine besondere Zellschicht mit sehr dicken Wänden liegt, d. man wohl als Hypodermiszellen ansprechen muss. (Übrigens treten auch bei den von BOBISUT (25) untersuchten Schildhaaren unter dem Fuss-Stück noch Hypodermiszellen mit stark verdickten Wänden auf.) Die Drüse liegt demnach in einer Schüssel von Hypodermiszellen, an deren Wänden meist feine Poren zu erkennen sind, und besteht aus 4 übereinander gelagerten Zellschichten, die in der oben geschilderten Art und Weise angeordnet sind. Die obersten Zellen wölben sich etwas über das Niveau der Epidermis empor, und man kann regelmässig auf ihrer Oberfläche eine Ansammlung dunkelbrauner, fein granulierter Substanz feststellen, was vielleicht ein ausgeschiedenes Drüsensekret sein könnte.

Im Zusammenhang mit diesen drüsigen Epidermisgebilden von *Kentia microcarpa* sei eine Abhandlung von BARGAGLI-PETRUCCI (26) erwähnt, in der es sich - soviel aus dem Referat zu entnehmen ist - scheinbar um ähnliche Organe handelt. Der Verfasser spricht von Häufchen brauner Zellen, die sich über die Blattfläche erheben, von keinem Oberhautgewebe bedeckt sind und bei der beschriebenen Palmenart (*Trachycarpus Fortunei* Wendl.) wie Lenticellen aussehen. Bei einer *Copernicia*-Art seien diese Zellhäufchen schärfer begrenzt und die anliegende Epidermis seicht vertieft. Diese Beschreibung passte einigermassen zu den beschriebenen Gebilden von *Kentia microcarpa*, die sehr wahrscheinlich drüsiger Natur sind. Der obige Verfasser sieht jedoch in ihnen verschiedene Entwicklungsstadien von Schildhaaren, sodass man glauben könnte, die von ihm untersuchten Gebilde seien vielleicht identisch mit den bis auf den Haarfuß reduzierten Schildhaaren von *Drymophloeus Schumannii* (Tafel XIII, 1). - Da sich aus dem Referat nichts genaueres entnehmen lässt, wollen wir uns auch nicht weiter mit den Angaben obigen Verfassers beschäftigen,

sondern zu den ovalen Drüsen übergehen, deren Beschreibung uns nun noch beschäftigen soll.

Sie sind im Prinzip den kreisrunden ähnlich. Ich fand sie auf den Blättern v. *Pinanga insignis* Beca (Tafel XIII, 7-8). Im Gegensatz zu den kreisrunden sind die eigentlichen Drüsenzellen nur in zwei Schichten vorhanden, gar nicht oder nur wenig emporgewölbt und oft sogar etwas in die Epidermis eingesenkt. Der hypodermale Becher ist meist 2 - 3-schichtig, dickwandig und von zahlreichen Tüpfeln durchbrochen. Besonders auffällig ist die einseitige Verdickung (Tafel XIII, 7-8 v) der Membran der an die Drüsenzellen angrenzenden Epidermiszellen. Diese ist so stark, dass sie in der Flächenansicht wie ein breiter, heller Hof (Tafel XIII, 7) um die dunkelbraunen Drüsenzellen herumgelagert ist. Diese selbst sind hier wie bei den kreisrunden von durch verhältnismässig dünne Wände voneinander getrennt. Ähnliche Drüsen finden sich noch bei *Pinanga Dicksonii* Blume, wo sie ebenfalls etwa elliptische Gestalt haben.

5. Liliiflorae.

Es ist schwer, etwas allgemeines über die Trichome der Liliifloren zu sagen, da in den einzelnen Familien die allerverschiedensten Typen verbreitet sind und es deshalb vorteilhafter ist, sogleich mit der Beschreibung zu beginnen. - Arbeiten, die sich speziell mit der Untersuchung des Hautgewebes und der Trichome beschäftigen, sind mir nur von den Hypoxideen und Bromeliaceen bekannt geworden.

a. Colchicaceae.

Bei den Colchicaceen scheinen Trichome recht selten zu sein, denn unter allen untersuchten Pflanzen fielen nur drei Arten durch ihre Behaarung auf, deren jede eine besondere Haarform besitzt, nämlich 1. Papillen, 2. ein- oder mehrzellige stumpfe zylindrische Haare und 3. zylinderförmige Emergenzen.

1. Papillen und Haare.

Da diese beiden Typen durch Übergänge miteinander verbunden sind, sollen sie auch zusammen in einem Abschnitt beschrieben werden. - Wir finden beide mitsamt Übergangsformen an den Blatträndern von *Colchicum turcicum* Janka, die bei der Betrachtung mit blossen Auge oder mit der Lupe dadurch feil bewimpert erscheinen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt uns, dass die Epidermiszellen in dieser Region zum grössten Teil zu stumpfen Haaren ausgewachsen sind, welche durch Streckung und durch auftretende Querwände von der einfachen Papille bis zum 5-zelligen Trichom variieren können (Tafel XIV, 1). Da der Blattrand nicht in eine Zell-Lage ausläuft, stehen sie in verschiedenen Ebenen übereinander. Im einfachsten Fall, also dem Papillenstadium, (p) wölbt sich die äussere Membran der Epidermiszelle zu einem stumpfen Kegel empor, wobei der Grundriss der Zelle seine Gestalt nicht verändert, d.h. diejenigen Zellen, welche die Papillen oder Haare bilden, sind den normalen Epidermiszellen gegenüber in keiner Weise besonders differenziert. - Bei den zu Haaren weiter entwickelten Papillen fällt der Unterschied in der Membranstärke zwischen der Aussenwand und den Querwänden auf. Während diese sehr dünn und zart bleiben, entwickeln sich jene zu beträchtlicher Stärke. Die sie überziehende Kutikula legt sich in feinen Leisten und Streifen darüber (Tafel XIV, 1 c), die mit der Längsrichtung des Haares stets parallel laufen. Der Zellinhalt der Papillen und Haare ist ebenfalls farblos wässrig wie bei den normalen Epidermiszellen.

Einzellige, schlauchförmige Haare finden wir bei der weissen Niesswurz, *Veratrum album* L., deren Blätter unterseits mit einem feinen Filz bedeckt sind. Sie sind unregelmässig gebogen und gleichen etwa einem einstrahligen Haar der Sternhaare von *Limnophyton obtusifolium* Miq. An ihrer Basis ist die Kutikula fein ziseliert und diese Streifung geht auf die anliegenden Epidermiszellen über. Auf der Oberseite der Blätter, wo diese langen Haare seltener auftreten, finden sich

dafür stumpf-kegelförmige Trichome, deren Kutikula bis zur Spitze fein längsgerieft ist.

2. Emergenzen.

Auch diese Gebilde sind mir nur bei einer Pflanze bekannt geworden, und zwar an den Blütenschäften von *Tofieldia glutinosa* Pers. Es sind zylinderförmige Emergenzen, deren Zellen mit leuchtend gelbem Inhalt erfüllt sind. Wahrscheinlich haben wir es hier mit Drüsen zu tun. - Die peripheren Wände sind derb und von gestreifter Kutikula überzogen, deren feine Riefen nur bis zur halben Höhe der Emergenz, deren Längsaxe parallel laufen, während sie am oberen Ende ringförmig angeordnet sind und jeweils über den Linien, in denen die Radialwände sich mit dem peripheren Mantel schneiden, kleine Plättchen ausgebildet sind, die wie Schuppen wirken (Tafel XIV, 2). Von oben gesehen (Tafel XIV, 3) zeigen die Emergenzen einen Kranz von Zellen, die von den 2 - 3 Zellen, welche sie umschliessen, durch relativ dünne Membranen getrennt sind. - Nicht immer ist der Bau dieser Emergenzen so regular wie das in der Abbildung dargestellt ist, besonders nicht, wenn sie grösser sind als die abgebildete, denn sie können doppelt oder sogar dreimal so gross als diese werden. Ihre äussere Gestalt bleibt dabei aber immer ein gerader Zylinder.

b. Liliaceas.

Ebenso wie bei den Colchicaceen spielen auch bei den Liliaceen die kutikularen Bildungen an den Trichomen eine grosse Rolle. Von den 22 untersuchten Arten hatten nur 6 glatte Kutikula, während bei den andern Kutikula-Knötchen oder Leisten auftreten. Ihrer Gestalt nach lassen sich die Liliaceenpaare in 1. Papillen, 2. Einzellige Weichhaare, 3. Borsten, 4. Wollhaare und 5. Sternhaare einteilen.

1. Papillen.

Sie sind bei den Liliaceen in verschiedenen Formen anzutreffen. Recht primitiv und flach sind sie bei *Lilium bulbiferum* L., wo sie den Blattrippen und dem Blattrande auf beiden Seiten des Blattes in je 5 - 6 nebeneinander liegenden Reihen entlang laufen. Die Kutikula, deren feine Leisten hier im allgemeinen in leicht gewellten Streifen, der Längsrichtung des Blattes parallel, über die Epidermiszellen ziehen, macht bei den Papillen eine Ausnahme, indem die Leisten an den nach vorn und hinten gerichteten Abhängen der kleinen Hügel nur ein Stück weit hinauflaufen, während die seitlichen ganz bis zum Gipfel emporklimmen, der dadurch quer gestreift erscheint. - Übergänge von derartig flachen Papillen zu stumpf kegelförmigen, wie bei *Colchicum turcicum* oder zu noch länger ausgezogenen, die den zweizelligen Haaren auf Tafel XIV, 1 ähnlich sehen, sitzen dicht auf den Blatträndern von *Muscari Holmanni* Ehrh. Sie sind dickwandig und nehmen an Zahl sowie an Höhe von der Blattbasis zur Spitze zu. Gleiche Papillen wie diejenigen, die bei dieser Pflanze die Mittelform darstellen (Tafel XIV, 1) stehen auch in je einer Reihe auf dem schwachen Kanten des fast stielrunden Blütenschafte von *Scilla nuttalliana* Poit. Die drei genannten Beispiele führten uns Gebilde vor Augen, auf welche die Definition einer normalen Papille genau passt; im folgenden seien papillöse Zellen beschrieben, die noch besonders differenziert sind, sodass sie stachel-, keulen- oder zylinderförmig gebaut sind. So stehen z.B. am Blattrande von *Fulpa strangulata* Rebovl in weiten Abständen kleine, nach vorn gerichtete Papillen, die oft wie kleine, stumpfe, einzellige Randstacheln aussehen. Ihre Membran ist besonders an der kurzen Spitze stark verdickt. - Keulenförmige Papillen treten an den Blättern von *Lilium chalcidicum* L auf (Tafel XIV, 4), wo sie ebenso angeordnet sind wie die flachen bei *Lilium bulbiferum* L. - Es sind schlammige Keulen, deren Länge etwa das 3 - 4-fache des kleinsten Durchmessers beträgt. Die Zellen, denen sie entspringen, unterscheiden sich in ihrem Grundriss in keiner Weise von den andern Epidermiszellen, eine Eigenschaft, die bei den Trichomen der

Liliifloren oft zu beobachten ist - Die Kutikula läuft in feinen Streifen über die Keulen hin, sodass sie längs gestreift erscheinen. Nicht alle Papillen dieser Pflanze sind derart typisch keulenförmig ausgebildet. Diese sind vielmehr auf den Blattrand und die Mittelrippe beschränkt, während diejenigen über den kleineren Rippen meist stumpf zylindrisch und auch durchschnittlich kleiner als jene sind. Ausnahmslos zylindrisch sind die Papillen am Rande der Blätter von *Lilium pomponium* L., die in der gleichen Weise in mehreren Reihen den Blattrand besetzen wie wir es bei *L. chalcedonicum* und *L. bulbiferum* gesehen haben. Sie erheben sich genau wie die keuligen von *L. chalcedonicum* ganz allmählig aus der betreffenden Epidermiszelle, sind mit längsriefiger Cutikula überzogen und sehr schlank, sodass man in ihnen eine gewisse Überleitung zu den einzelligen zylindrischen Haaren der Liliaceen hat.

2. Einzellige Netzhaare.

Die zu diesem Typ gehörigen Trichome lassen sich in 3 ineinander übergehende Formengruppen teilen.

Die erste wird von Haaren gebildet, die vollkommen zylindrisch sind und unmittelbar mit einer Kuppe endigen. Man findet sie am basalen Abschnitt des Blattrandes der Hochblätter von *Lloydia gravea* Endl., die von ihnen fein bewimpert sind. Die einzelnen Trichome sind durchschnittlich 0,5 mm lang und etwas nach rückwärts gebogen (Tafel XIV, 5). In der Regel befinden sich an der konvexen Seite der Biegung, die das Haar ausführt, interessante ringförmige Membranversteifungen, die allerdings meist nur 1/4 Kreisbogen lang sind und sich dann wieder verflachen. Die Kutikula der Trichome ist bis zu deren Spitze fein wellig längs gestreift. Ohne besagte Membranversteifung treten dieselben Haare - aber meist verhältnismässig länger - als Randwimpern bei *Dipodi ciliare* Baker auf. Auch die Trichome, die den Rand der Blätter von *Hyacinthus ciliatus* Cyrill. bewimpern, gleichen ihnen in der Form, sind aber umgekehrt, also nach der Spitze des Haares zu, gebogen.

Hieran anschliessend können wir die Haare, die bei einigen *Allium*- und *Gagea*-Arten vorkommen, betrachten, da sie in ähnlicher Weise wie die vorigen ganz allmählig sich aus der sie erzeugenden Epidermiszelle erheben, auch ebenfalls stets gebogen sind, die aber trotzdem eine Sonderstellung verlangen, weil sie nicht vollkommen zylindrisch sind wie jene, sondern sich nach ihrer Spitze hin langsam verjüngen. In beiden Gattungen treten sie sowohl mit als ohne Kutikularknötchen auf. Mit diesen kleinen Höckerchen dicht besät treffen wir sie bei *Allium circinatum* Steber (Tafel XIV, 6) an; dort bedecken sie beide Seiten der Blätter sowie die Aussenseite der Blattscheiden. Die Blätter tragen sie besonders auf den Blattrippen, weniger zwischen denselben, aber ganz besonders häufig am Blattrande; auf der Blattscheide dagegen sind sie ziemlich gleichmässig über die ganze Fläche verteilt. Bei einigen Exemplaren fand ich die Haare auf Blatt- und Scheidenrand beschränkt. Es scheint sich dabei um Standorts-Modifikationen zu handeln, wobei die Haare offenbar am spätesten an den Stellen verloren gehen, wo sie bei der Normalform am reichlichsten zur Ausbildung gelangen. Ohne Kutikularknötchen kommt dieselbe Haarform in derselben Verteilung über die Pflanze bei *Allium Chamaemoly* L. vor, jedoch sind hier die Membranen der Haare viel dicker als bei der vorhergehenden Art. - In dem Genus *Gagea* treten Haare ohne Höckerchen, dafür aber mit längs gestreifter Kutikula bei *G. bracteolaris* Salisb. auf. Sie haben sehr dünne Wände, sind relativ lang und stumpf und stehen an den Rändern der Hochblätter vereinzelt auch über den grösseren Blattnerven. Andere *Gagea*-Arten dagegen, wie z. B. *Gagea arvensis* Schult. und *G. pygmaea* Salisb. sind wieder mit Trichomen versehen die denjenigen von *Allium circinatum* (Tafel XIV, 6) vollkommen gleichen. Während die Behaarung bei der ersten mehr auf die Blütenregion beschränkt ist, sind bei der zweiten Art auch die grundständigen Blätter von denselben Haaren bewimpert, die hier besonders kleine und viele Kutikularknötchen aufweisen.

Um zu den folgenden Haarformen zu gelangen, müssen wir noch einmal auf die langen, schwach zugespitzten Papillen (die man auch schon Haare nennen kann) von *Muscari Holzmanni* Hrn zurückkommen, denn diese liefern uns die Ausgangsform

Für die ausserordentlich einfachen Trichome, wie sie bei den Tulpen auf deren Blattflächen oder auch als feine Rand-Wimperhäärchen verbreitet sind. Als Beispiel zur Abbildung habe ich die randständigen von *Tulipa maleolens* Reboul (Tafel XIV, 7) gewählt, deren Kutikula ein wenig rauh ist. Bei *T. pubescens* Willd. stehen sie ausser am Rande auch noch auf der Blattfläche und am Blütenstiel, desgleichen bei *Tulipa Oculus-solis* St. Amans, wenn auch hier etwas spärlicher auftretend, u. bei der bekannten *T. Gessneriana* L. sind sie auf den basalen Teil der Blatt-Oberseite beschränkt. Sie stehen hier oft so dicht, dass sie einen samtartigen Glanz erzeugen können. Was die Tulpenhaare von den andern Weichhaaren dieser Familie unterscheidet und sie zugleich mit den Borstenhaaren der Liliaceen verbindet, ist die Tatsache, dass sich die Epidermiszellen, aus denen sie gebildet werden, in ihrem Grundriss von den übrigen wesentlich unterscheiden - nämlich Kurzsellen sind.

3. Borsten.

Bei *Tricyrtis pilosa* Wall. kommen typische Borsten vor, wie sie sich bei den Gramineen vorfinden oder wie etwa die langen Borstenhaare auf der Blatt-Unterseite von *Fuirena ciliaris* Roxb. (Tafel III, 3 b), einer oben erwähnten Cyperacee. Recht interessant ist es, dass hier ebenso wie bei den Cyperaceen und Gramineen die Haare auf den hervorspringenden Blattnerven der Unterseite viel stärker und zahlreicher auftreten als auf der Oberseite, wo sie gleichmässig über die Fläche verteilt sind. Am stärksten entwickeln sie sich auf dem Stengel; dort sind sie von kleinen Epidermishügeln umgeben, was an die Polsterhaare der Gramineen erinnert. Diese langen Borsten sind auf der Blatt-Unterseite mit wesentlich kürzeren desselben Baues gemischt, die an Zahl hinter jenen weit zurückbleiben. Auch das erinnert an *Fuirena ciliaris*, bei der in der Behaarung ein ganz ähnlicher Fall vorliegt. - Eine andere ebenfalls rauhhaarige Liliacee ist *Massonia muricata* Ker, bei der lange, spitze einzellige Borsten auf der Oberseite und am Rande der Blätter stehen. Hier fällt besonders die Beschaffenheit der Membran auf, da sie in zwei getrennten Schichten übereinander liegt, sodass es aussieht, als steckten 2 Haare ineinander. Sehr deutlich wird die doppelte Schichtung, wenn wir abgebrochene Haare betrachten, da die beiden Schichten dann oft auch zwei ganz verschiedene Bruchlinien aufweisen. Offenbar trennt eine besondere Zwischenschicht die beiden Membranlagen, denn an der Basis des Haares entfernen sich die beiden voneinander und lassen eine etwas dunklere Schicht zwischen sich erkennen. - Die Kutikula bei den Borsten dieser wie der vorigen Art ist dünn und vollkommen glatt. - Mit diesen beiden Beispielen für Borstenhaare ist die Beschreibung der einzelligen Trichome erschöpft und es folgen jetzt noch 2 ganz verschiedene mehrzellige Haartypen, die einzigen, die mir bei der Untersuchung der Liliaceen auffielen.

4. Wollhaare

bekleiden den weiss-wolligen Blüthenstiel von *Bilium orocoeum* Chaix. (Tafel XV, 1) Sie sind in Basal- (F), Stiel- (St) und Endzellen (w) gegliedert. Der Basalteil besteht immer aus mehreren Zellen, und zwar ist ein sukzessiver Übergang an den in derselben Linie liegenden normalen Epidermiszellen in die eigentlichen Fusszellen zu beobachten, wobei meist 5 - 8 hintereinander liegende Zellen beteiligt sind. Sie werden nach der Fusszelle zu kürzer und etwas breiter und wölben sich, je näher sie dieser kommen, immer stärker blasenartig vor. Auf der grössten Blase sitzen 2 - 3 Zellen auf, deren letzte etwa wie eine Retorte gestaltet ist und den eigentlichen Stiel (St) darstellt, an dem die Wollhaarzellen (w) inseriert sind. Es sind dies lange, sehr dünnwandige schlauchartige Zellen, die oft gewunden auf der Epidermis liegen und stumpf endigen. Es ist mir nicht gelungen festzustellen, ob es sich um eine einzige Endzelle handelt, oder ob diese durch Querwände in mehrere Zellen geteilt ist; denn die feinen Querfalten in den zarten Membranen können leicht Querwände vortäuschen. - Die Kutikula der Basalzellen und des Stieles ist fein gerieft wie auch die der anderen Epidermiszellen; in der Abbildung jedoch ist dies nur bei den zum Haar gehörigen Zellen angedeutet, damit

dieses sich deutlicher von seiner Umgebung abhebt. Bei grossen Haaren sind übrigens an deren Bildung oft viel mehr Zellen beteiligt als bei dem abgebildeten. Die andere aufgefundenene Form mehrzelliger Haare sind die

5. Sternhaare

von *Eriospermum paradoxum* Ker - Gowl. (Tafel XV, 2). Bei dieser Pflanze sind sämtliche Blütenteile von einem dichten bräunlichen Filz überzogen, der von den gedrängt stehenden sternförmigen Büschelhaaren gebildet wird. Es sind ebenso zusammengesetzte Trichome wie die Sternhaare von *Lianophytum obtusifolium* Miq. (T. I, 6), denen sie auch in der ganzen Form ähneln; ihr Bau wird jedoch dadurch noch komplizierter, dass sie eine besondere Fuss-Scheibe ausbilden, welche aus ebenso vielen Zellen besteht wie das Haar selbst, da auf jeder einzelnen Zelle des Fusses eine Haarzelle sitzt. Die Basalzellen sind kurz und mit dunkelbraunem Inhalt angefüllt und ebenso derbwandig wie die Haarzellen, die sich an ihrer Basis umbiegen und sich flach auf die Epidermis auflegen, sodass es bei schwacher Vergrösserung aussieht, als sässe diese dicht gedrängt voller Schlangensterne, welche mit ihren Armen ineinandergreifen. - Wir treffen diesen Haartyp, wenn auch in ganz anderen Formen, noch einmal bei den *Amaryllidaceae* - *Hypoxideae*.

c. Convallariaceae.

Die Trichome dieser Familie lassen sich in ein- und mehrzellige einteilen. Die einzelligen sind in Übergängen von papillenförmigen bis schlauchförmigen vorhanden; auch ein Fall einzelliger Stachelhaare ist mir bekannt geworden. Die mehrzelligen Trichome kommen als Wollhaare und Filzhaare vor.

1. Einzellige Haare.

Wir begegnen hier teilweise schon von den Colchicaceen her bekannten und auch neuen Formen. Die mehrzelligen Haare von *Colchicum turcicum* (Tafel XIV, 1) erscheinen hier wieder ähnlich wie bei *Muscari Holzmanni* oder bei *Scilla numida* in einzelliger Form bei einigen *Smilax*- und *Smilacina*-Arten. Die Nerven der netzartigen Blätter von *Smilax herbacea* L. sind alle, auch die feinsten, welche absolut nicht aus dem Blatt vortreten, mit jenen stumpfen, derben einzelligen Haaren besetzt. Die Epidermiszellen, die sonst auf dem Blatt mit grob gewellten Radialwänden ineinander greifen, sind über den Blattnerven lang gestreckt mit glatten Wänden wie typische monokotyle Epidermiszellen. Auch die Flügelränder des geflügelten Blattstieles tragen die gleichen Trichome, die hier nur sehr kurz und eher als lange Papillen anzusprechen sind. - An den Blättern der beiden untersuchten *Smilacina*-Arten zeigen die Trichome im Prinzip denselben Bau, sind jedoch schwach gebogen, dünner und auch spitzer als jene. Bei *Smilacina dahurica* Turcz. entwickeln sie sich über den Blattnerven stärker und auch zahlreicher als über Parenchym. Am Blattrand stehen sie in einer ununterbrochenen Reihe, sind ganz kurz und zu geraden Zähnchen ausgebildet, sodass der Blattrand fein gezahnt erscheint. - Eine andere Anordnung derselben Trichome finden wir auf den Blättern von *Smilacina racemosa* Desf., wo sie umgekehrt wie bei der vorigen Art, auf der Oberseite über Parenchym zahlreich und über den Nerven nur selten vorkommen. Auf der Blattunterseite sind sie ziemlich gleichmässig oder auch wie bei *Smilacina dahurica* verteilt. Ausser in der verschiedenen Verteilung unterscheiden sich die Trichome der beiden Blattseiten auch in ihrer Form, denn oberseits sind sie ziemlich kurz und unterseits sind sie wesentlich länger und spitzer. Die Randwimpern gleichen den auf der Unterseite auftretenden Haaren. - In allen Längenvariationen findet sich der so verbreitete *Colchicum*-Typ am Blütenschaft und den Blütenstielen von *Fuoca filamentosa* L., denn dort sind von ganz flachen Papillen bis zu stumpfen Trichomen, deren Länge das 20-fache ihrer Breite betragen kann, alle Übergänge vorhanden. - Die Kutikula ist bei all den beschriebenen Arten gleich: nämlich mit feinen, etwas wellig verlaufenden Leistchen bedeckt.

Ausser diesen oft papillös ammutenden Haaren konnte ich nur noch eine einzellige Form feststellen, und das waren die kleinen

2. Stacheln

von *Asparagus oapensis* L. (Tafel XIV, 8). Es sind winzige, spitze Stachelchen, von denen die ganze Pflanze bedeckt ist. Sie sind ähnlich geformt wie manche Gramineen-Stacheln, jedoch fehlt ihnen die bei jenen so typische Membranverstärkung im basalen Teil.

3. Mehrzellige Haare.

Unter diesem Sammelnamen sollen noch zwei bei den Convallariaceen vorkommende Haarformen beschrieben werden. Das erste sind die zweizelligen

Wollhaare

von *Medeola virginica* L. (Tafel XIV, 9), die, zu zarten Wollflöckchen vereinigt, die Unterseite der Blattbasis - besonders die Blattrippen - und den Stengel vor allem an den Knoten bedecken. Es sind sehr lange bandförmige Trichome, die oft gedreht und ineinander verschlungen sind, und aus einer winzig kleinen zylindrischen Fusszelle (F) entspringen. Obwohl die Haare gar nicht sehr gedrängt stehen, ist der weiche Wollfilz doch durch die Länge der einzelnen und durch ihre feste Verflechtung untereinander ausserordentlich dicht.

Im zweiten Falle handelt es sich um die Trichome, welche die Unterseite der Blätter die Blatt- und Blütenstiele und auch den Stengel von *Smilax pumila* Wall mit einem dichten und ziemlich derben Filz bedecken. Man könnte diese Haare

Filzhaare

nennen im Gegensatz zu den vorher beschriebenen weichen Wollhaaren. Sie treten nebeneinander in 2 verschiedenen Modifikationen auf: als 4-zellige (Tafel XV, 3) u. als 3-zellige (Tafel XV, 4).

Die 4-zelligen (Tafel XV, 3) sind in folgende besonders differenzierte Zellen geteilt: Die Fusszelle (F), zwei Stielzellen (s und s') und die eigentliche Haarzelle (h). - Die Fusszelle ist in ihrer äusseren Form zylindrisch und erhebt sich etwa um die Höhe einer normalen Epidermiszelle über deren Niveau. Ihre Membran ist ausserordentlich stark verdickt und weist in sich eine scharfe Trennungsfläche (t) auf, die etwa in gleichem Abstand zwischen der Innen- und Aussenwand des Hohlzylinders verläuft, in ihren Krümmungen aber ungefähr die Form des Lumens wiederholt, das meist wie eine Platte mit langem Hals gestaltet ist.

Ihr sitzt die erste Stielzelle (s) auf: ein sehr kurzer Hohlzylinder, dessen Wanddicke im Vergleich zur Fusszelle geringer ist. Das Lumen gleicht ebenfalls einem Zylinder, der an seiner oberen Kante jedoch von einer Fläche abgeschrägt wird, die ungefähr um 35 Grad zur Axe geneigt ist. Auch bei dieser sowie bei der zweiten Stielzelle tritt eine Trennungsfläche innerhalb der Membran auf, die sich in ihrer Form wie die der Fusszelle verhält.

Die zweite Stielzelle (s') ist einfacher gebaut als die erste: Sie ist ebenfalls ein Hohlzylinder, dessen Boden senkrecht zu seiner Axe steht, der aber gegen die darauf folgende eigentliche Haarzelle mit einer schrägen Wand abschliesst.

Die Haarzelle selbst (h) ist ebenfalls dickwandig und etwa 20mal so lang als die Fuss- und Stielzellen zusammengenommen. In ihrer Membran tritt keine Trennungsfläche wie bei jenen auf, dagegen besitzt sie gegen die letzte Stielzelle zu oft grosse Poren. An ihrer Basis bildet sie meist eine Schlinge und ist auch im übrigen noch gebogen (Tafel XV, 5).

Die zweite Form (Tafel XV, 4), in der die Trichome ebenso häufig auftreten, gleicht der ersten vollkommen bis auf den Stiel, der bei ihnen einzellig ist. Stellt man sich vor, dass die Wand zwischen s und s' in Tafel XV, Fig. 3 nicht

angebildet wäre die beiden Zellen also eingeteilt geblieben wären, und dass sich diese eine Zelle gar nicht oder nur wenig in die Länge streckte, dann erhält man das Bild welches auf Tafel XV, 4 zu sehen ist: ein Trichom mit nur einer Stielzelle. Die scharfe Trennungsfäche in den Membranen der Fuss- und Stielzellen und deren Fehlen in der Haarzelle ist vielleicht so erklärlich, dass diese sich ständig weiter verdickt, dass aber bei jenen in der Ablagerung der Membranen einmal eine längere Pause eintritt.

Im übrigen sei noch bemerkt, dass bei den ausgewachsenen Blättern auf der Oberseite nur noch die Basalzellen zu finden sind, was für einen natürlichen Haarfall spricht.

4. Amaryllidaceae.

Ausser bei den Hypoxideen scheinen Trichome in dieser Familie selten zu sein. Es kommen sehr vereinzelt vor: 1. Papillen in Gestalt derjenigen von *Tradescantia virginica* und 2. mehrzellige, unverzweigte Haare. Die 3. mehrzelligen verzweigten Haare dagegen gehören mit zu den interessantesten Haarformen der Monokotylen und kommen bei den Hypoxideen vor, wo als in exakt zweischenkelliger Form, in 2-seitig gerichteten Büscheln oder als aufrechte Büschel- und Büschchenhaare, als Fransen ähnlich den Randwimpern der *Luzula*-Arten, als sehr breite bandförmige Trichome oder auch als Übergänge zu Schildhaaren auftreten können. All diese verschiedenen Differenzierungen sind auf einen einfachsten Typ zurückzuführen, mit dem sie durch Übergangsformen verbunden sind.

1. Papillen

Kommen nur bei einer Art, nämlich *Sternbergia lutea* Ker, vor. Sie laufen in mehreren Reihen über den Blattrand sowie in einer Reihe über die Unterseite der Mittelrippe und gleichen, wie schon oben bemerkt, den ebenfalls am Blattrand stehenden, halbkugeligen Papillen von *Tradescantia virginica* L. (Tafel VI, 7).

2. Ein- bis mehrzellige unverzweigte Haare

Es treten in der Gattung *Bomarea* auf. Die Nerven der Blatt-Unterseite (= deren morphologische Oberseite) von *Bomarea edulis* Herb. und *B. acutifolia* Herb. sind mit gegliederten, ein- bis mehrzelligen Trichomen besetzt. Die einzelligen (Tafel XVI, 1) sind in ihrem unteren Abschnitt bauchig erweitert und endigen ebenso wie die Endzellen der mehrzelligen stumpf zylindrisch. Ihre Kutikula ist stets fein gestreift.

3. Vielzellige verzweigte Haare.

Wie schon in den einleitenden Worten gesagt wurde, handelt es sich hier um die vielgestaltigen Trichome der Hypoxideen, deren spezieller Besprechung noch vorausgeschickt sei, dass ihre Entwicklungsgeschichte bereits von SCHARF (27) und später von GRAY & MEL (28) eingehend untersucht worden ist. Ich begnüge mich mit dem Hinweis auf die letztgenannte Arbeit und gehe direkt zu den morphologischen Studien der untersuchten Arten über:

Um eine längere Wiederholung der folgenden Ausführungen zu vermeiden, möchte ich gleich an dieser Stelle auf eine schematische Zusammenfassung der einzelnen Formen (Tafel XVI, Fig. 2 - 10) hinweisen, die zugleich deren Ableitung voneinander darstellen soll, und die, wenn sie neben den anatomischen Bildern mitbeobachtet wird, auch eine Übersicht über die gefundenen Formen gibt.

Beginnen wir mit der einfachsten Form, die sich unter ihnen auffinden lässt, also etwa mit den Haaren von *Hypoxis decumbens* L. var. *mayeri*, die bei dieser Pflanze an den Blattbasen und in deren Nachbarschaft auch noch auf der Blattspreite auftreten. Wie uns ein Flächenschnitt, den wir in der Nähe des Blattrandes ausführen, zeigt (Tafel XVI, 11), haben die Haare einen ganz kurzen Fuss, der aus 4

Zellen in 2 Lagen übereinander besteht, auf dem zwei lange Haarzellen inseriert sind, die voneinander wegstreben, das eine nach dem basalen und das andere nach dem apikalen Ende des Blattes gerichtet. Die Membranen der Fusszellen sind ebenso stark wie die der andern Epidermiszellen und ihr Lumen ist von bräunlichem Inhalt erfüllt. Die beiden untersten sind, wie aus der Flächenansicht (Tafel XVI, 12) ersichtlich ist, kurz hexagonal, die darüber liegenden verflachen zu einer ovalen oder fast kreisrunden Scheibe. Die beiden Haarzellen sind dickwandig und an ihrer Basis seitlich etwas eingeschränkt, sehr lang und endigen mit einer feinen Spitze (vergl. auch Tafel XVI, 2). Gleich gestaltete Haare treten in spärlicher Zahl auf den Blättern von *H. juncea* Smith auf, während die Blätter von *H. aurea* Lour. beiderseits dicht mit derselben Form bedeckt sind. Mehrschenkelige Haare derselben Art, die ebenfalls in ihrer Richtung nach entgegengesetzten Seiten auseinanderstreben, stehen ziemlich dicht auf beiden Seiten der Blätter von *H. villosa* L. In der Regel entsenden sie nach jeder Seite 3 - 4 Haarzellen, von denen jeweils die mittlere die anderen an Länge überragt (Tafel XVI, 13, vergl. auch XVI, 3). Nicht ganz so regelmässig in der Form kehren diese Trichome bei *Curculigo Finlaysoniana* Wall. wieder, wo sie am Blattrand, über den Rippen und ganz besonders an der Blattspitze zu finden sind. Hier bilden sie geradezu einen kleinen Pinsel und sind meist zweiseitig mehrschenkelig. Am Rande und über den Rippen dagegen können sie auch einseitig mehrschenkelig oder sogar nur noch einschenkelig sein. Dabei handelt es sich aber nicht um primitive Formen, sondern nur um Reduktion der einen Seite.

Kehren wir nun wieder zu der bisymmetrischen Form von *Hypoxis villosa* (Tafel XVI, 13) zurück und suchen nach Übergängen zu den etwa radiärsymmetrischen Formen, wie sie uns *H. lanata* Eckl. oder einige *Anigosanthus*-Arten (Tafel XVII, 1) zeigen. Auch an solchen fehlt es nicht. Da sind z. B. die flachen Büschelhaare von *Conostyils cardians* Endl. (Tafel XVI, 14), die sich wie Dächer über die schmalen, zwischen den Blattrippen entstehenden Täler dieser Pflanze legen, in denen die Spaltöffnungen liegen und somit einen guten Transpirations-Schutz darstellen. Sie stehen ebenfalls auf kurzem Fuss, aber ihre Haarzellen sind nicht mehr streng nach 2 Seiten gerichtet, sondern hier und da finden wir sogar schon Formen, die sich derjenigen bei *Anigosanthus* stark nähern. (Zu den auf den Blättern vorkommenden vergl. auch Tafel XVI, 4). An diese flachen Büschelhaare lassen sich eventuell diejenigen von *Curculigo recurvata* Dry. (Tafel XVI, 15) anschliessen. Wenn sie auch in ihrem Äusseren sehr von jenen abweichen, liegt ihnen doch derselbe Bauplan zugrunde. Der Fuss ist etwas höher und die Haarzellen sind lang, zart, oft gebogen und neben den flach ausgebreiteten auch viele aufwärts stehende vorhanden. Sie stehen sehr dicht und hüllen den Blütenschaft in ein etwa 1 mm dickes weiches Wollpelz ein. - Auch diese Haare haben noch die ausgesprochene Gestalt eines Busches.

Als einen ersten Anfang zur Bildung von baumartigen Haaren lassen sich diejenigen von *Hypoxis membranacea* Baker anführen, bei denen einige kleine "Äste" dem Blatt noch flach aufliegen, während sich einer aufrichtet und dadurch eben das Exporstreben, was den typischen Bäumchenhaaren eigentümlich ist, in ganz primitiver Weise andeutet. Die Haare stehen bei besagter Pflanze auf beiden Blattseiten. - Während hier das Aufrichten von der Haarzelle also einen "Ast" bewirkt, können die Trichome auch auf einem andern Weg zur Baumform gelangen, der als der normale zu bezeichnen wäre und folgendermassen verläuft: Der Haarfuß streckt sich etwas in die Länge und die Haarzellen sind nicht mehr an einem Punkt büschelförmig, sondern stufenweise übereinander inseriert. Es ist dabei nicht notwendig, dass die oberste Zelle aufgerichtet ist, sondern auch diese kann noch seitlich abbiegen, was ja gerade eine so vortreffliche Übergangsform darstellt. Wir finden sie in den Haaren von *Hypoxis lanata* Eckl., die auf der Blatt-Unterseite einen dichten Haarfilz von der Dicke des Blattes bilden. (Vergl. auch Tafel XVI, 5.) Sie leiten zu Formen über, wie sie uns etwa am Blütenschaft von *Anigosanthus Manglesii* Maund, (Tafel XVII, 1) entgegentreten. Hier haben wir es mit einem typischen Bäumchenhaar zu tun, bei dem auch die obersten Haarzellen aufgerichtet sind (vergl. auch Tafel XVI, 6).

Bei weiterer Betrachtung der Bäumchenhaare müssen wir unser Augenmerk besonders auf das Längenverhältnis der "Äste" zu dem "Stamm" richten. Hier bei *Anigosanthus Manglesii* (Tafel XVII, 1) sind die längsten "Äste" etwa so lang wie der "Stamm", bei andern Arten, z. B. *Anigosanthus flavidus Redouté* dagegen, sind diese nur noch halb so lang wie jener (vergl. Tafel XVI, 7). Noch viel kürzer sind aber die "Äste" bei den Bäumchenhaaren von *Conostylis dealbata Lindl.* (Tafel XVII, 2), die nur noch etwa $1/6 - 1/10$ der "Stamm"-Länge haben und als aufrechte, schlanke Bäumchen am Blütenschaft sitzen (vergl. Tafel XVI, 8). Noch weiter geht die Reduktion der eigentlichen Haarzellen bei *Conostylis setosa Lindl.* (Tafel XVII, 3), denn hier beträgt ihre Länge nur noch einen kleinen Bruchteil der Länge des "Stammes", der bandförmig, eigentlich verbündert, wird, denn die sonst seitlich abzweigenden Haarzellen bleiben in festem Verband mit dem "Stamme". Mit der Verbänderung Hand in Hand geht noch ein weiterer Prozess: Die Haare, die nun durch die unverhältnismässige Länge des "Stammes" geradezu zu lang geworden sind, können sich nicht mehr aufrecht halten und fallen infolge dessen um, d. h. sie legen sich wieder flach auf die Epidermis, wie es die primitiven 2- oder 1-schenkeligen Haare tun. (Zu Tafel XVII, 3 vergl. XVI, 9.) - Fast ganz verschwunden sind die seitlichen Haarzellen bei den schmal bandförmigen Trichomen am Blütenschaft von *Lanaria plumosa Ait.*, denn hier ragen nur noch die Spitzen einiger Zellen als letzte Reste der "Äste" aus dem Rande des Bandes heraus (Tafel XVII, 4, 6; vergl. Tafel XVI, 10). Diese Haare haben eine geradezu frappante Ähnlichkeit mit den Randwimpern der *Luzula*-Arten, mit denen sie in ihrer äusseren Morphologie sowie ihrer Anatomie weitgehende Übereinstimmung zeigen. - Aber noch eine weit interessantere Beobachtung ist hier zu machen: diese aus Bäumchenhaaren zu bandförmigen Haaren umgewandelten Gebilde vermögen noch eine weitere Verwandlung durchzumachen, indem sie schildförmig werden. In solcher Gestalt sind sie an der Aussenseite der Blütenscheide von *Lanaria plumosa* anzutreffen (Tafel XVII, 7). Die Umwandlung geht in der Weise vor sich, dass die Bänder ganz kurz bleiben, dafür aber in die Breite wachsen. Die seitlichen Haarzellen, die bei den langen schmalen Bändern in grossen Abständen stehen, rücken durch diese Stanchung dicht zusammen und werden wieder länger. Die Trichome erhalten dadurch eine gewisse Ähnlichkeit mit den gefransten Schildhaaren der Palmen, die noch dadurch erhöht wird, dass hier wie dort zahlreiche Tüpfel in den Membranen auftreten und bei ausgesprochener schildförmigen Exemplaren als dem abgebildeten, das eigentlich mehr als Übergangsform gelten soll, kommt auch die den Schildhaaren der Palmen eigentümliche Drehung der Schildzellen noch deutlicher zur Ausbildung.

All diesen beschriebenen Formen wären sicher noch manche andere hinzuzufügen, wenn man noch mehr Arten untersuchte. Jedoch auch schon mit Hilfe dieser beschränkten Anzahl von Beispielen liess sich eine Formenreihe aufstellen, die uns zeigt, welche äusserlich verschiedenartigen Gebilde in enger morphologischer Verwandtschaft stehen können.

e. Bromeliaceae.

Die Bromeliaceen sind durch einen besonderen, auf diese Familie beschränkten Haartyp ausgezeichnet, nämlich durch Wasser aufsaugende.

Schuppenhaare,

die sowohl in anatomischer als auch in physiologischer Hinsicht zu den interessantesten Trichombildungen der Monokotylen gehören, weshalb sie auch mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden sind. Die ersten genauen Beobachtungen stammen von A. F. W. SCHIMPER (29) und in neuerer Zeit hat MEZ (30) die Wasserökonomie der extrem atmosphärischen Tillandsien studiert, wobei er genau auf die Anatomie der *Tillandsia*-Schuppen eingeht. Trotzdem sei hier der Vollständigkeit halber noch einmal eine kurze Charakterisierung der Wasser aufsaugenden Schuppen nach MEZ gegeben, deren dann noch einige eigene Beobachtungen angeschlossen werden sollen.

Der Fuss der Schuppen kann ein- oder mehrzellig sein und ist stets in die Epidermis eingesenkt. Darauf sitzen die Stielzellen, die sich in ihrer Gesamtheit nach oben trichterförmig erweitern und ebenfalls eingesenkt sind, und auf diesen die Zellen des Schildes, der von oben gesehen aus 4 sich rechtwinklig schneidenden Zellen in der Mitte gebildet wird, um die sich ein Kranz von 8 und ein zweiter von 16 Zellen legt (Tafel XIX, 1). - Bei manchen Arten, z. B. *Vriesea pectinata* (vergl. hierzu Fig. 92 A auf Seite 224 von HABERLANDTs Physiolog. Pflanzenanatomie (31)) ist der Schild auf diese Scheibe beschränkt. Meist aber sitzt an dieser Scheibe ein Kranz von regelmässig oder unregelmässig angeordneten Zellen, die MEZ den Flügel des Schuppenhaares nennt. In beliebige Zipfel laufen die Flügelränder z. B. bei *Pitcairnia latifolia* Ait. und *P. bracteata* Ait. aus. Bei diesen beiden Arten fügen sich die Zipfel der einzelnen Trichome fest ineinander, sodass sie die Rinnen, in denen die Stomata stehen, wie ein geschlossenes Zeltdach überdecken. Regelmässiger ist die Ausbildung des Flügels bei den meisten Tillandsieen, deren Vegetationsorgane von konzentrisch oder exzentrisch gebauten Schuppen besetzt sind. Als ungefähr konzentrische Schuppen lassen sich diejenigen von *Tillandsia aloifolia* Hook. anführen, deren Flügelmembran oberseits mit zahlreichen kleinen Körnchen besetzt ist. Die Schuppenhaare der von mir untersuchten Tillandsieen waren alle ± exzentrisch gebaut. Nicht interessant ist die Veränderlichkeit ihrer Gestalt je nach ihrer topographischen Stellung. Als Beispiel, dies zu erläutern, wählte ich *Tillandsia dianthoidea* Roessl., deren Schuppen auf den Blattflächen, wenn auch exzentrisch, so doch ganz regulär gebaut sind. Die 3 Zellkränze des Schildes bestehen, von innen nach aussen gezählt, aus 4 + 8 + 16 Zellen; der strahlige Flügel setzt an dem letzten Kranz mit 64 Zellen an, die basalwärts doppelt so lang sind als nach dem apikalen Ende des Blattes (Tafel XIX, 1). Die Haare des Blattscheiden-Randes weichen von dem normalen Typ darin ab, dass der Flügel sich basalwärts immer mehr verlängert, je weiter wir an der Blattscheide abwärts gehen, sodass sich im extremsten Falle die kürzesten Zellen zu den längsten verhalten wie 1 : 10 (Tafel XIX, 2). Auch die Anzahl der Flügelzellen ändert sich dabei, denn sie beträgt nicht mehr 64, sondern nur noch etwa 40 Zellen. - Im wesentlichen ähnlich gebaute Trichome - auch ähnlich in den fransenartig gestreckten Haaren des Scheidenrandes - finden sich noch bei *Tillandsia propinqua* Gay, *T. retorta* Griseb., *T. dryoides* Griseb., *T. vestita* Cham. et Schdl., *T. jxtoides* Griseb., *T. recurvata* L. und *T. usneoides* L. Bei sämtlichen genannten Arten decken sich die Schuppen von der Spitze zur Basis der Blätter - eine Ausnahme macht *T. usneoides* L., deren Schuppen sich von der Basis zur Spitze dachziegelig übereinander legen.

Noch ein anderer Fall sei hier angeführt, der zeigen soll, in wie weitgehendem Masse die Haare von ihrer normalen Gestalt bei einer andern topographischen Stellung abgeändert werden können. Die normalen Schuppen von *Tillandsia setacea* Sw. sind nach der Zahl 4 + 8 + 16 gebaut; daran schliessen sich nach dem längeren Ende oft noch einige Zellen des 32-Kranzes an, und rundum sitzt der Flügel mit etwa 80 Zellen. Betrachten wir dagegen eine Schuppe des Scheidenrandes (Tafel XIX, 2), so können wir in der Mitte 4 Zellen und anschliessend den 8-Kranz sehen, bei dem sich schon Unregelmässigkeiten bemerkbar machen; dann folgt ein Kranz aus ungefähr 16 Zellen, dem nach der gestreckten Seite der Schuppe ein Stück eines weiteren Zellenkranzes vorgelagert ist. Auch in dem peripheren Zellenkranz, der über 100 Zellen zählen kann, kommen nach dieser Seite noch einige Querteilungen vor. Die Schuppen sind nicht immer so schmal und lang gestreckt wie die abgebildete, sondern oft an der Basis nach beiden Seiten verbreitert, sodass sie wie ausserordentlich zierliche Fächer aussehen.

Über die Funktion und den dabei wirksamen Mechanismus der Schuppenhaare soll im Abschnitt "Biologie" die Rede sein.

f. Haemodoraceae.

Die Haemodoraceen sind nach PAX (32) kahle oder filzig bis wollig bekleidete Pflanzen, von denen ich 2 behaarte Arten untersuchen konnte: *Wachendorffia panicu*

lata L. und *Dilatris corymbosa* Berg.

Ihre Haare zeichnen sich dadurch aus, dass sie mit ihrer Basis in einem kleinen Polster aus 4 sich abgewölbenden Epidermiszellen stecken. Offenbar entstehen die Haare auf die Weise, dass die 4 Zellen, aus denen das Polster besteht, sich gemeinschaftlich erheben, eine davon sich teilt und dabei eine Zelle nach unten und eine nach oben an das Haar abgibt. Diese beiden Zellen sind mit einer Klammer bezeichnet (Tafel XVIII, 2).

Bei *Wachendorffia paniculata* sind die Haare selbst einzellige Borsten wie etwa die Borstenzelle von *Tradescantia Mertensiana*. Daneben treten aber auch Köpfchenhaare auf mit zweizelligem Stiel und einer elliptischen Kopfzelle, die ebenfalls in einem Polster sitzen, sonst aber denen von *Cartonema spicatum* ähnlich sind. (vergl. Tafel VIII, 7).

Während die Borsten zerstreut auf beiden Seiten der Blätter stehen, finden sich die Köpfchenhaare am Blütenschaft, wodurch dieser dicht zottig erscheint.

Dilatris corymbosa (Tafel XVIII, 2) hat nur eine Haarform aufzuweisen, und zwar sind es vielgliedrige Wollhaare, die in ihrem abgesetzten Bau an die Trichome von *Paspalanthus flaccidus* (Tafel X, 3) erinnern und dem Blütenschaft in einen dichten Wollpelz einhüllen.

g. Iridaceae.

Die Iridaceen lassen in ihrer Behaarung keine grosse Abwechslung erkennen. Ihre Papillen und Haare entstehen, ähnlich wie es auch bei den Colchicaceen und Liliaceen der Fall ist, nie aus besonderen Kurzzellen, sondern stets aus Epidermiszellen, welche denselben Grundriss wie ihre Nachbarn zeigen. Meist stülpt sich sogar nur das apikale Ende der betreffenden Zelle zu einem Haar aus.

1. Papillen.

Bei einigen *Steyrinchium*-Arten, z.B. bei *S. iridifolium* und *S. Berteri* ist der Blattrand von ziemlich langen Papillen besetzt, die an ihrer Basis ebenso entspringen wie die kurzen stumpfen Haare von *Crocus Olivieri* J. Gay (Tafel XVIII, 3), aber nicht abstehen wie diese, sondern dem Blattrand parallel gerichtet sind. Die oben genannten Haare von *Crocus Olivieri*, die auf der Blatt-Unterseite über den Sklerenchymstreifen stehen, bilden einen Übergang zu den

2. einzelligen Haaren.

Diese treten als längere, spitze Borsten bei einigen *Babiana*-Arten, wie *B. disticha* Ker, *B. Bainesii* Baker, *B. plicata* Ker und *B. tubiflora* Ker auf, wo sie stets nur über Sklerenchym zu finden sind. Desgleichen auch bei *Geissorhiza graminifolia* Baker, bei der sie sehr dünn und spitz sind. Von den gleichen Borsten sind beide Blattseiten von *Gladiolus villosus* Ker stark behaart. Sie stehen hier jedoch nur über Parenchym und bei *G. hirsutus* Jacq. finden wir sie um den Blattrand verteilt. Plump, weitlumige und dünnwandige konische Haare kommen bei *Moraea papilionacea* Ker vor, wo sie sowohl über Parenchym wie über Sklerenchym zu finden sind. - Versierlei Haare treten schliesslich noch bei *Hasperantha pilosa* Ker auf (Tafel XVIII, 4). Sowohl lange, meist peitschenartig geschwungene Borsten wie auch kurze Stacheln laufen über den Blattrippen hin. Zwischen den beiden Formen sind jedoch keine Übergänge vorhanden.

h. Dioscoreaceae.

So eintönig die Haare der Iridaceen waren, so vielgestaltig sind diejenigen der Dioscoreaceen. Bei den 6 untersuchten Arten konnte ich 3 prinzipiell verschiedene Typen unterscheiden: 1. Borstenförmige Haare, die auf einem besonderen Sockel stehen, 2. schraubig gewundene Wollhaare mit mehrzelligem Fuss und 3. T-förmige Haare, die ebenfalls wie die anderen aus mehreren Zellen bestehen.

1. Borsten.

Wie oben gesagt, stehen die Borsten stets auf einem Sockel aus mehreren Zellen. Bei *Dioscorea pyriformis* Kunth haben sie folgenden Bau: Die Fusszelle ragt nicht über die anderen Epidermiszellen, die auf der Blatt-Unterseite sämtlich zu Papillen ausgezogen sind und eine kleine Krone aus Kutikula tragen, hinaus und trägt auf der dachartig abgeschrägten Aussenmembran einen kleineren Sockel von 4 Zellen (Tafel XVIII, 5), der zuweilen durch eine tangentielle Teilung auch zwei Zell-Stockwerke hoch werden kann. Auch kommen Abweichungen von der Zahl 4 vor, so dass der Bau nicht immer so regelmässig ist. Auf dem Sockel sitzt eine ein- bis zweizellige Borste, die auf der Oberseite des ausgewachsenen Blattes abfällt, während sie auf der Unterseite erhalten bleibt. Die Trichome stehen sehr zerstreut, auf der Blatt-Unterseite jedoch immer etwas dichter als auf der Oberseite. Etwas anders, aber konstanter in ihrem Bau sind die Borsten von *Dioscorea oppositifolia* L. (Tafel XVIII, 6). Dort ist nämlich die Fusszelle zu einem kleinen Stiel ausgewachsen, der den stets einstöckigen, 4-zelligen Sockel trägt. Darauf sitzt eine ebenfalls stets einzellige, derbwandige Borste. Wir finden die Trichome auf der Unterseite der Blätter zerstreut und dicht stehend am Blütenschaft.

2. Wollhaare.

Typische, luftgefüllte Wollhaare treten bei *Dioscorea tomentosa* Koenig auf (Tafel XVIII, 7). Sie bedecken dort beide Blattseiten und hüllen die ganze Pflanze in ein dichtes Wollkleid. Die einzelnen Trichome bestehen aus einer Fusszelle, die keilförmig in die Oberhaut eingesenkt ist; auf ihr sitzen zwei Stielzellen, deren unterste zylindrisch und ebenso hoch wie breit, deren oberste ganz flach und fast scheibenartig gestaltet ist. Die Haarzelle schliesslich ist dünnwandig, oft gewunden und schraubig gedreht, wodurch sich die Haare fest verfilzen.

Im ihrem Basal- und Stielzellen gleich diesen gebaut sind die Trichome von *D. Cumingii* Burkill. Nur sind es keine Wollhaare, sondern zerstreut stehende Trichome, deren Haarzelle mehrfach wurmartig gekrümmt ist und braunen Inhalt führt. Sie sollen nur deshalb an dieser Stelle erwähnt werden, um eine nochmalige Beschreibung ihres anatomischen Baues zu sparen.

T-Haare.

T-förmige Haare bedecken mit einem dünnen Filz die Blätter, Blattstiele und Stengel von *Dioscorea fasciculata* Roxb. (Tafel XVIII, 8) und *D. spinosa* Roxb. Bei beiden Pflanzen stehen sie über den Blattrippen und Sklerenchymstreifen dichter als über dem Parenchym. Auf der Oberseite der Blätter fallen sie z.T. ab. Ihr Bauplan ist folgender: Auf einer Basalzelle, die sich etwas vorwölbt, sitzen zwei Stielzellen, deren untere kurz zylindrisch ist und eine stark verdickte Membran besitzt. Die obere dagegen ist 2 - 6 mal länger als breit und oft etwas gebogen. Darauf ist die spindelförmige, nach beiden Seiten gleich lange Haarzelle inseriert, die ebenfalls leichte Biegungen aufweist. Die Membran zwischen den beiden letzten ist fein siebartig perforiert.

Da mir sonstige Haarformen bei den Liliifloren nicht bekannt geworden sind, kann diese Ordnung mit der Beschreibung der Dioscoreaceen-Haare abgeschlossen werden, und wir können zu der nächsten Gruppe, den Scitamineen, übergehen.

6. Scitamineae.

Bei den Scitamineen fand ich behaarte Pflanzen nur unter den Zingiberaceen u. Marantaceen, während mir unter den Musaceen und Cannaceen keine Trichome bekannt geworden sind. Die vorkommenden Haare sind fast ohne Ausnahme Formen, wie sie bei den Gramineen und Cyperaceen anzutreffen sind.

a. Zingiberaceae.

Es wurden aus der Familie der Zingiberaceen 9 Arten untersucht, bei denen mit einer Ausnahme, wo es sich um lange Weichhaare handelt, nur Borstenhaare zu finden waren.

Bei *Anomum pulchellum* Thwait. und *Renealmia occidentalis* Gris. ist die Infloreszenz-axe mit denselben sickwandigen Börstchen besetzt, wie wir sie bei *Oplismenus Burmanni* (Tafel V, 3) gesehen haben. Ähnliche, aber längere Borsten stehen am Ligular-Rand, auf beiden Seiten der Blattbasis sowie auf der Aussenseite der Blattscheide von *Zingiber cylindricum* Moon. Sie sind den Borsten von *Oplismenus undulatifolius* P.B. sehr ähnlich. Bei den Vergleichsobjekten ist nur das Trichom selbst ohne seine Nebenzellen gemeint. Auch *Curcuma longa* L. besitzt auf der Unterseite seiner Blätter Borsten, die in Reihen angeordnet sind und wie diejenigen der Cyperacee *Fimbristylis aestivalis* Vahl gestaltet sind. Auch am Rhizom, dem officinellen Rhizoma Curcumaes, sitzen Borsten, die in dem "Anatomischen Atlas für Pharmakognosie" von TSCHIRCH und ÖSTERLE (33) beschrieben und abgebildet sind. Bei *Papeinochilus Hollrungii* Schumann sind die Trichome auf die Aussenseite der Blattscheiden beschränkt, wo sowohl lange 1 - 5-zellige Borsten auftreten als auch kleine reihenweise verteilte Stacheln, die denjenigen der Cyperacee *Bulbostylis trichobasis* G.B. Clarke (Tafel II, 5) gleichen. Verschieden lange Borsten finden sich bei *Globba marantina* L., die auf der Blatt-Oberseite länger sind als auf der Unterseite und in Form und Längenverhältnis den Borsten von *Fuirena ciliata* Roxb. gleichen (vergl. Tafel III, 3 b). Sehr lange gerade Haare mit derben Wänden und eingeschnürtem Fuss bedecken die Unterseite der Blätter von *Hedychium coronarium* Koenig in der Zone des Übergangs aus dem Blatt in die Scheide. Noch länger sind sie bei *Costus glabratus* Sw, wo sie spinnwebartig die Blatt-Unterseite bedecken. Hier, wie auch bei manchen andern der oben genannten Arten, sind die Epidermiszellen um den Haarfuß strahlig angeordnet.

Sehr lange und dünne Weichhaare, die aus einer Kurzzelle entspringen, liegen in zahlreichen Windungen auf der Unterseite der Blätter von *Kaempferia rotunda* L. Sie erinnern stark an die zarten Wollhaare von *Medeola virginica* (Tafel XIV, 9) sind aber nicht so lang und bilden auch keinen so dichten Filz.

b. Marantaceae.

Unter den Marantaceen fielen mir bei meinen Untersuchungen keine durch ihre Behaarung auf, doch werden von RENNERT (34) in seiner Abhandlung "Zur Morphologie und Ökologie pflanzlicher Behaarung" die Borsten von *Ctenanthe setosa* beschrieben. Es handelt sich dabei um typische Polsterhaare mit gut entwickeltem Polster, die in ihrer anatomischen Beschaffenheit ganz den Polsterhaaren der oben beschriebenen Panicoides *Pennisetum ciliare* Link gleichen.

7. Synandreae. - Orchideae.

Die bei den Orchideen vorkommenden Trichome, d.h. die mir bei den wenigen untersuchten Arten - es waren 35 und wir kennen heute etwa 150000 - bekannt gewordenen lassen sich in 5 Gruppen zusammenfassen: 1. Köpfchenhaare, 2. ein- oder mehrzellige konische Haare; 3. Papillen; 4. zwischengelige Haare und 5. Emergenzen. Das Wesentliche, was uns bis jetzt über die Haare der Orchideen bekannt geworden ist, verdanken wir einer Arbeit von MÖBIUS (35) "Über den anatomischen Bau der Orchideenblätter und dessen Bedeutung für das System dieser Familie". Verfasser beschreibt Papillen, ein- und mehrzellige konische Haare und die eingesenkten Trichome, die oft als Rudimente vorkommen. Letztere habe ich bei meinen Studien nicht beobachten können. Dagegen sind mir von den 35 untersuchten Arten 16, also etwa die Hälfte, durch das Auftreten von Köpfchenhaaren aufgefallen, die sich durch mannigfache kleine anatomische Verschiedenheiten in mehrere Formkreise trennen lassen, im folgenden eingehend beschrieben worden:

1. Köpfchenhaare.

Sie bestehen aus einer Basalzelle, mehreren Stielzellen und einer elliptischen (Tafel XIX,3) oder birnförmigen (Tafel XIX,4) Köpfchenzelle. Sie können sehr kurz und plump sein wie diejenigen von *Cypripedium guttatum* Sw. (Tafel XIX,4), deren Basalzelle etwas vorgewölbt ist und die nur zwei Stielzellen haben. Sie treten bei dieser Art wie auch bei *Listera cordata* R. Br. ausschliesslich am Blütenschaft auf. Bei *Cypripedium calceolus* L. sind sie ausser an den Blütensstielen auch auf beiden Blattflächen vertreten, am meisten über den Rippen auf der Unterseite. Ebenfalls auf beiden Blattseiten sind sie auch bei *C. acaule* Ait. vorhanden, wo sie jedoch entschieden schlanker sind und einen 5 - 6-zelligen Stiel haben. - Mit dreizelligem Stiel, aber mit einem verhältnismässig kleineren Köpfchen sind sie noch bei *Spiranthes aprica* DC. und *Cephalanthera rubra* R. vertreten, bei welchen beiden Arten sie jedoch gänzlich auf die Blütenteile beschränkt sind.

In einer anderen Form finden wir sie in der Gattung *Goodyera* wieder. Dort ist die unterste Stielzelle blasig aufgewölbt, die folgenden dagegen sind zylindrisch und nehmen nach dem Köpfchen hin, das bei *Goodyera repens* R.Br. (Tafel XIX,5) auch zweizellig sein kann, rasch an Länge ab. Die Köpfchenhaare von *G. Schlechtendalliana* Rohb. fil. dagegen haben einen schlanken Stiel, der bis zu 6 Zellen lang wird und auf diesem ein sehr kurzes, breites, stets einzelliges Köpfchen. Bei beiden Arten bedecken die Trichome nur die Blütenteile.

Als eine Mittelform zwischen den plumpen zuerst beschriebenen Formen (Tafel XIX,4) und den Formen mit sehr langem Stiel (Tafel XIX,6) können die Köpfchenhaare von *Cypripedium parviflorum* (Tafel XIX,3) angesehen werden. Ihr Stiel ist 3 - 4-zellig und ihr Köpfchen etwa elliptisch. Man findet sie sowohl auf beiden Blattseiten und dem Blattrand als auch an den Blütenstielen. Dieselbe Form und gleichfalls auf beiden Blattseiten ist ausserdem bei *C. candidum* Muhlbg. und *C. spectabile* Engelm. vorhanden. Auf Blütenschaft und Blütenstiele beschränkt sind sie dagegen bei *Caladenia patersonii* R.Br., *Spiranthes autumnalis* Rich. und *Listera ovata* L. Bei *Listera* sind sie jedoch plumper als die Mittelform und neigen eher zu den auf Tafel XIX,4 abgebildeten.

Gehen wir nun zu der vierten, oben schon erwähnten Form über, den Köpfchenhaaren mit sehr langem Stiel, die sich an den Blütenstielen von *Caladenia alba* R.Br. (Tafel XIX,6) und *Glossodia major* R.Br. befinden. Auf der blasig gewölbten Fusszelle sitzt hier ein langer Stiel aus etwa 6 - 7 Zellen, der durch die Verdickungen an den Querwänden bambusähnlich wird und ein sierliches elliptisches Köpfchen trägt.

Bei vielen der oben genannten Arten kommen neben den Köpfchenhaaren auch noch stumpfe konische Haare vor, die den Stielzellen der Köpfchenhaare entsprechen. Solche Fälle sollen unter den

2. Konischen Haaren

zuerst aufgeführt werden. "Entsprechende" konische Haare treten auf bei *Cypripedium parviflorum* (Blatt-Unterseite 1 - 4-zellig, Oberseite 2 - 3-zellig), *C. candidum* Muhlbg. (2 - 4-zellig, oberseits zerstreut, unterseits häufig), *C. spectabile* Engelm. (meist 4-zellig, Blätter beiderseits davon rauhaarig), *C. guttatum* Sw. (unterseits häufig, oberseits spärlich). Bei der letzten Art entsprechen die konischen Haare nicht den Köpfchenhaaren der eigenen Art, sondern denen der vorhergenannten, als *Cypripedium parviflorum*. Den Köpfchenhaaren von *C. guttatum* entsprechen die konischen Haare von *C. calceolus* L.

Den ausserordentlich langen, feinen Köpfchenhaaren von *Caladenia alba* (Tafel XIX,6) entsprechen die langen gegliederten Haare von *Caladenia Patersonii* R.Br. (Tafel XIX,7), deren Basalzelle von rindenartiger Kutikula überzogen ist. Sie stehen dicht auf der Unterseite der Blätter. Ganz ähnliche Trichome sind ausserdem noch an den Blütenstielen von *Glossodia major* R.Br. und *Zeuxine marivelensis* Ames anzutreffen.

Nach Art der Stielzellen der Köpfchenhaare von *Goodyera repens* sind die koni-

schen Haare von *Goodyera discolor* Ker, *Bartholina Burmanniana* Ker und *Epipactis palustris* Crantz gebaut. Bei diesen Arten sind die Haare auf Blütenschaft und Blütenstiele beschränkt. Sehr derbwandig sind sie bei *Bartholina Burmanniana* und sehr plump (vor allem die Endzelle) bei *Epipactis palustris*.

Den konischen Haaren von *Goodyera discolor* sehr ähnlich, aber viel länger (7 - 9-zellig) sind die Haare am Blütenschaft von *Cypripedium japonicum* Thbg. u bei *C. bellatum* finden wir die Blütenstiele dicht behaart von stark gegliederten Haaren mit dunkelbraunem Inhalt (Tafel XIX, 8).

An die konischen Haare sei hier noch eine Form mehrzelliger Haare angereicht, die bei *Epipactis rubiginosa* Gaud. (Tafel XX, 1 a-c) und *E. latifolia* Sw. am Blütenschaft und an den Blütenstielen vorkommt. Bei *Epipactis rubiginosa* sind sie stets dreizellig, und ihre mittlere Zelle ist stumpf- bis spitzwinklig gebogen, sodass ihre Endzelle parallel der Epidermis gerichtet ist, oder diese wieder berührt. Bei *Epipactis latifolia* sind sie 2 - 4-zellig und entspringen bei beiden Arten immer aus einer Kurzzelle.

Verlassen wir nun die mehrzelligen Haare und wenden uns den einzelligen zu, wie die an den Blatt- und Blütenstielen mancher Orchideen vorkommenden

2a. Borsten

zu betrachten. Als starke, derbwandige Polsterhaare konnte ich sie an den Blattstielen von *Phrynium dichotomum* Rox. feststellen, wo sie ebenso gebaut sind wie an den Blütenstielen von *Disa capensis* Sw. (Tafel XIX, 9a-b). Nicht so derb sind sie an der Infloreszenzaxe von *Laelia autumnalis* Lindl. sowie von *Ipsea spectiosa* Lindl. Bei der letztgenannten Art sind sie etwas sichelförmig gebogen. Weiterhin finden sich einzellige Haare an dem Blütenschaft von *Disperis villosa* Sw. (Tafel XIX, 11) und bei *Holothrix orthoceras* Rehb. Primitive Stacheln besetzen dichtstehend die Blütenstiele von *Disa villosa* Sw. (Tafel XIX, 10) und bilden dadurch, dass sie sich nicht aus einer Kurzzelle, sondern aus einer normalen Epidermiszelle ausstülpfen, einen gewissen Übergang zu den

3. Papillen,

die man in verschiedenen Längen über dem Sklerenchym der Blätter von *Epipactis atrorubens* Schult. oder auch auf der Oberseite der Blätter von *Goodyera discolor* Ker (Tafel XIX, 12), deren sämtliche Epidermiszellen zu Papillen ausgestülpt sind, finden kann.

4. Zweischenkelige Haare.

Sie kommen auf den Spreiten und Scheiden bei den *Eria*-Arten der Sektion *Trichotostia*, z.B. bei *Eria vestita* Lindl., *E. velutina* Thunb. und *E. barbarossa* vor (vergl. PFITZER, 36) und sind noch näher zu untersuchen.

5. Emergenzen.

Durch eine Arbeit von MÖBIUS (37) auf die interessanten Emergenzen (Zotten) an Sepalen von *Renanthera Lowii* aufmerksam geworden, studierte ich diese nochmals eingehend. Ich konnte dabei feststellen, dass diese Zotten z.T. drüsiger Natur sind und an ihrem Scheitel ein Drüsenköpfchen von fast kugelförmiger Gestalt tragen können (Tafel XX, 2). Ähnliche Emergenzen (aber ohne Drüsenköpfchen) kommen an den Kanten des Blütenschaftes von *Habenaria hystrix* Ames vor, an dem diese vielzelligen, höckerigen Zotten in grösseren Abständen stehen.

Ausserdem hatte ich noch das Glück, Material der Blüten von *Masdevallia muscosa* Rehb. fil., die im hiesigen Palmengarten blühte, und deren Blütenanfertigung im hiesigen Institut beobachtet wurde (vergl. JUNGWANN, 38) zu erhalten, bei der ebenfalls Drüsenzotten auftreten. Sie sind glatt walzenförmig (Tafel XX, 3) und an ihrem oberen stumpfen Ende sieht man ein kleines Zipfelchen herausragen. Durch

mediane Längsschneite (Tafel XX, 4) konnte ich konstatieren, dass dies eine Drüsenzelle ist, die mit einem Kranz kleiner, plasmareicher Zellen mit grossen Kernen umgeben ist; diese Zellen sind offenbar besonders bei der Bildung des Sekrets beteiligt.

B. ORDNUNG DER HAARFORMEN NACH TYPEN UND DEREN VERTEILUNG ÜBER DIE FAMILIEN.

Wenn ich die Haare der Monokotylen hier noch einmal nach Typen ordne, um zu zeigen, wie diese über die Familien verteilt sind, möchte ich, um mich nicht zu sehr in Einzelheiten zu verlieren, den Begriff Typ so weit fassen als möglich. Ferner soll in dieser Übersicht darauf geachtet werden, ob die Typen in den einzelnen Familien häufig oder nur vereinzelt vorkommen. Dieser Gesichtspunkt soll auch in der Reihenfolge, in der sie aufgeführt sind, zum Ausdruck kommen. Es folgen also zuerst Typen, die weit verbreitet sind unter den Monokotylen, dann solche, die auf einzelne Familien, Gattungen oder Arten beschränkt gefunden wurden.

1. Papillen.

Papillen sind Epidermiszellen, deren Aussenwand sich auf verschiedene Weise über die Epidermisfläche emporwölbt.

Sie fehlen bei den *Helobias* und den Scitamineen meines Wissens ganz. Vereinzelt treten sie auf bei den Commelinaceen, Restionaceen, Araceen und Orchidaceen.

Ausserordentlich verbreitet sind sie dagegen bei allen Familien der Glumifloren, also den Juncaceen, Cyperaceen, Gramineen, und ebenso bei den Liliifloren, d. h. den Colchicaceen, Liliaceen, Gonvallariaceen, Anaryllidaceen, Bromeliaceen, Iridaceen und Dioscoreaceen.

2. Borsten.

Borsten sind ein- oder mehrzellige, zylinderförmige meist spitze Haare, die zwar durch ihre Membranverstärkung eine gewisse Starrheit besitzen, aber trotzdem einer bestimmten Elastizität nicht entbehren. Die Länge eines Borstenhaares schwankt zwischen dem 5- und 15-fachen seines basalen Durchmessers.

Borsten sind einer der verbreitetsten Haartypen der Monokotylen und können in verschiedenen Formen auftreten. Sie sind sehr häufig bei den Gramineen, Cyperaceen, Commelinaceen und Zingiberaceen; mässig verbreitet sind sie unter den Eriocaulaceen, Restionaceen, Liliaceen, Marantaceen und Orchidaceen. Als Polsterhaare treffen wir sie besonders bei den Gramineen, Marantaceen und eventuell den Haemodoraceen, wenn wir diese Form mit zu den Polsterhaaren rechnen wollen. Ganz vereinzelt sind sie als Polsterhaare bei den Commelinaceen, Liliaceen und Orchidaceen anzutreffen.

Besonders zu erwähnen sind noch die Borsten der Dioscoreaceen mit ihrem eigentümlichen Sockel.

3. Stacheln.

Stacheln sind ein- oder mehrzellige vollkommen starre, kurze, gedrungene Haare, deren Membranen stark verdickt sind. Ihre Spitze ist meist vollständig massiv und niemals länger als der doppelte Durchmesser ihres Basalteiles.

Es sind die typischen Haare der Cyperaceen und Gramineen, bei denen sie allgemein verbreitet sind. Ausserdem treten sie vereinzelt bei den Commelinaceen und Iridaceen auf. Als Randstacheln, die von einem Polster umgeben sind, besetzen sie die Blattränder einiger Potamogetonaceen, Hydrocharitaceen und Najadaceen. Als Übergänge zwischen Trichomen und Emergenzen und als richtige Emergenzen kommen sie bei den Pandanaceen vor; auch bei den Palmen sind sie als häufig auftretende starke Emergenzen bekannt.

4. *Squamulae intravaginales*

sind mehrzellige, zarte, schuppenförmige Trichome in den Blattachseln der *Helobiae*. Kein Haartyp ist so gleichmässig und zugleich so begrenzt verbreitet wie die *Squamulae intravaginales*. Sie finden sich bei allen Familien der *Helobiae*, während alle übrigen Ordnungen der Monokotylen ihrer entbehren.

5. *Winkelhaare.*

Sehr häufig sind sie bei den tropischen Gramineen, wo sie mit einer rechtwinklig gebogenen Basalzelle und einer meist zylindrischen oder spindelförmigen zarten Endzelle auftreten. Als dreizellige Schleimhaare kommen sie ebenso häufig bei den *Commelinaceen* und *Xyridaceen* (hier 3 - 4-zellig) vor. In einer morphologisch diesen ähnlichen Form treffen wir sie in der Gattung *Eriocaulon*.

6. *Gegliederte Haare.*

Unter diesem Typ seien sowohl diejenigen mehrzelligen, einfachen Haare vereint, die an ihren Querwänden eingeschränkt, als auch diejenigen, welche an diesen Punkten erweitert, also knotenartig verdickt sind. Darunter fallen die Randwimpern der *Commelinaceen*, die Borsten der *Eriocaulaceen*, die gegliederten Haare einiger Arten der Gattung *Bomarea* (*Amaryllidaceen*), die Haare von *Pistia* (*Araceen*) und die konischen Haare der Orchideen.

Ihrer Verbreitung nach könnte man sie folgendermassen ordnen: Häufig bei *Commelinaceen*, *Eriocaulaceen*; vereinzelt bei *Amaryllidaceen*, *Araceen* und Orchideen.

7. *Weichhaare.*

Es sind einfache, stumpf oder zugespitzt zylindrische Haare aus einer oder mehreren Zellen; sie sind bei den *Colchicaceen* verbreitet, deren stumpf zylindrische Haare wir in diese Gruppe zusammenfassen wollen, Ausserdem kommen spitze Weichhaare bei den Gramineen vor, die wir aber, da sie einen Wollfilz bilden können, in diesen Fällen zu den

8. *Wollhaaren*

rechnen können. Typische Wollhaare mit dünnwandiger, luftegefüllter Endzelle treten ganz vereinzelt auf. Sie wurden in je einem Falle festgestellt bei den *Convallariaceen* (*Medeola virginica*) den *Dioscoreaceen* (*Dioscorea tomentosa*) und den *Liliaceen* (*Lilium croceum*). Einen dichten Wollfilz können auch

9. *Verzweigte Haare*

aus vielen Zellen bilden. Sehr häufig sind solche bei den Hypoxideen als 2- und mehrschenkelige, als Büschel- und Bäumchenhaare vertreten. Zerstreut finden wir sie bei Palmen und *Restionaceen* und in ganz beschränkter Masse als zweischenkellige Haare unter den Orchideen bei der Gattung *Eria*.

10. *Schildhaare.*

sind auf 3 Familien beschränkt, in denen sie regelmässig oder häufig auftreten. Hierher gehören die Schuppen der *Bromeliaceen*, die Fächerhaare der *Restionaceen* und die Schild- und Keulenhaare der Palmen.

11. *Wimpern, Fransen, Zipfel.*

Es sind dies mehrzellige, bandförmige spitzzulaufende Haare, die regelmässig an Blatt- und Scheidenrändern der *Luzula*-Arten und vereinzelt auch an den Schei-

denrändern einiger Cyperaceen vorkommen.

12. Filzhaare.

Sie bilden durch ihre derben Membranen und dichten Stand einen rauhen Filz und unterscheiden sich von den Wollhaaren dadurch, dass es saftführende Trichome sind. Sie sind nur bei den Convallariaceen in der Gattung *Smilax* mir aufgefallen.

13. Köpfchenhaare.

sind verbreitet unter einigen Gruppen der Orchideen. Ich fand sie bei den *Cypripelininae* und *Neottiinae*. In je einem Fall sind sie auch bei den Commelinaceen (*Cartonema*) und Haemodoraceen (*Wachendorffia*) bekannt geworden. - Alle weiteren Typen sind nach meinen Erfahrungen auf einzelne Arten oder im besten Falle auf einzelne Gattungen beschränkt, so z.B. die

14. Sternhaare

auf *Limnophyton obtusifolium* (*Alismaceae*) und auf *Eriospermum paradoxum* (*Liliaceae*); die

15. Spindelhaare

auf *Paepalanthus umbellatus* (*Eriocaulaceae*) und *Dioscorea fasciculata* und *D. spinosa* (*Dioscoreaceae*).

16. Peitschenhaare

treten in der Gattung *Cyanotis* (*Commelinaceae*) auf, wo sie mit borsten- und wollhaarförmiger Endzelle vorkommen, und die merkwürdigen

17. Rhizoid-Haare

nur bei *Palisota Barteri* (*Commelinaceae*). - Schliesslich seien noch die

18. Flossenzähne

von *Gymodocea* (*Potamogetonaceae*) und *Thalassia* (*Hydrocharitaceae*) genannt, die ebenfalls auf diese beiden Arten beschränkt sind.

Es soll nun noch eine tabellarische Zusammenstellung folgen, die auf eine kurze und prägnante Weise die Haartypen voneinander scheidet und zugleich die zu einer Familie gehörigen vereinigt. - Die notwendigen Erklärungen werden im folgenden Abschnitt der Tabelle vorausgeschickt.

C. TABELLARISCHE ZUSAMMENFASSUNG.

Um ein klares Bild davon zu erhalten, welche Haartypen nun eigentlich in den einzelnen Familien vertreten sind, wird es gut sein, eine kurze tabellarische Zusammenfassung aufzustellen, die deutlich deren Verteilung über die Familien zeigt. Der besseren Übersicht halber wurde die Tabelle gleich so angelegt, dass die verschiedenen Haartypen in getrennten Rubriken stehen.

Hier muss jedoch noch etwas vorausgeschickt werden: Was soll als "typisches" Unterscheidungsmerkmal gelten? Ich bin nach meinen Untersuchungen zu einer Einteilung der Monokotylen-Haare gekommen, die, der Arbeitsmethode entsprechend, auf morphologischen Merkmalen basiert, die oft aber auch zugleich etwas charakteristisches über die Entstehung aussagt.

Das fundamentale Unterscheidungsmerkmal ist die Antwort auf die Frage: Wie verhält sich die Haarbasis (bzw. Fusszelle) zu den anderen Epidermiszellen? Da-

rauf gibt es zwei Antworten:

1. Der basale Teil der Haarzelle (bzw. Fusszelle) gleicht in seinen Umrissen den andern Epidermiszellen.

2. Die Haarbasis (bzw. Fusszelle) ist verschieden von den andern Epidermiszellen, sei es, dass sie kleiner oder grösser ist oder sich in ihrem Grundriss wesentlich von den übrigen normalen Epidermiszellen unterscheidet. Solche Haare nenne ich dann einfach "Haare aus einer Epidermiszelle entspringend", da diese besonders differenzierten Haarbasen (bzw. Fusszellen) auch wirklich meist kürzer sind als die in der Regel lang gestreckten Epidermiszellen der Monokotylen.

Damit sind die Formen schon in zwei grosse Gruppen gespalten.

In jeder dieser beiden Gruppen können aber die Haare a) aus einer Basalzelle und b) aus mehreren Basalzellen entspringen.

Durch diese weitere Gliederung erhalten wir schon 4 prinzipiell verschiedene Haarformen.

Ferner können wir noch unterscheiden, ob Haare, die aus einer Basalzelle entstehen, einzellig oder mehrzellig sind, wodurch je 2 weitere Unterabteilungen entstehen.

Ausser in der Gruppe derjenigen Haare, die mehrere Basalzellen aufweisen, lassen sich noch zwei Formkreise trennen. Es sind dies einmal solche Haare, die selbst aus einer Fusszelle entspringen, an ihrem Fuss aber von einem Hof besonders differenzierter Epidermiszellen umgeben werden, die sogenannten Polsterhaare, und zum andern die vielzelligen Haare, die eben von Grund auf einen mehrzelligen Bau haben.

Der Tabelle liegt demnach folgende Gliederung zugrunde:

- 1) Das Haar entspringt aus einer normalen Epidermiszelle
 - a) aus einer Basalzelle
 - + es ist einzellig
 - ++ es ist mehrzellig
 - b) aus mehreren Basalzellen
 - + es ist ein Polsterhaar
 - ++ es ist ein von Grund auf mehrzelliges Haar
- 2) Das Haar entspringt aus einer Kurzzelle
 - a) aus einer Basalzelle
 - + es ist einzellig
 - ++ es ist mehrzellig
 - b) aus mehreren Basalzellen.

Zur Erklärung der Tabelle sei ausserdem noch folgendes bemerkt:

Alle Familien der Monokotylen, welche nicht aufgeführt sind, standen mir entweder zur Untersuchung nicht zur Verfügung, oder es waren Familien, bei denen mir keine Haare bekannt geworden sind.

Solche vollkommen haarlosen Familien scheinen zu sein die Typhaceen, Lemnaceen, Cyclanthaceen, Musaceen und Cannaceen.

Aus Mangel an Material war es mir unmöglich, die Rapateaceen, Centrolepidaceen, Flagellariaceen, Taccaceen und Burmanniaceen zu untersuchen.

Markierungen.

Die Haarformen der Ordnungen, die durch einseitliche Haartypen ihrer Familien ausgezeichnet sind, stehen in geschlossenen Kästchen.

Sind die Haarformen gleicher Typen auf einzelne Familie beschränkt, so sind sie in Klammern eingeschlossen.

Haarformen, die mit einem § bezeichnet sind, wurden nur bei einzelnen Arten aufgefunden.

(Weitere Bemerkungen zu der Tabelle siehe im III. Abschnitt: Schlussfolgerungen etc)

II. ZUSAMMENSTELLUNG DER HAARFORMEN^a IN BIOLOGISCHE GRUPPEN.

Zwei grosse Gruppen können wir hierbei unterscheiden, denn es gibt bei den Monokotylen:

1. Solche Haare, die durch die chemische Beschaffenheit des Inhalts ihrer Zellen eine Rolle im Leben der Pflanze spielen und
2. Haare, die durch ihre Morphologie und die Häufigkeit ihres Auftretens eine Bedeutung in dem Verhältnis der Pflanze zur Aussenwelt gewinnen.

Betrachten wir uns zuerst die Fälle, die sich unter den Monokotylen für die erste Gruppe namhaft machen lassen.

1. Haare, die Schleim oder ein Sekret ausscheiden.

Hierher gehören die Squamulae intravaginales der *Helobias*, die Schleimhaare der Commelinaceen, der Kyridaceen und evtl. auch die morphologisch ähnlichen Winkelhaare der Garmineen. Ausserdem noch die Köpfchenhaare der Orchideen, die von *Cartonema spicatum* (Comelinaceae) und von *Wachendorffia paniculata* (Haemodora-ceae).

a. Squamulae intravaginales.

Über den Zweck des ausgeschiedenen Schleimes gehen die Meinungen der Autoren auseinander. Nach GLÜCK (8) dient er zum Schutz des Vegetationspunktes. Die Frage "gegen wen" lässt Verfasser offen. SCHENCK (6) vermutet einen Schutz gegen in d. Vegetationskegel eindringende Parasiten. SCHILLING (7) dagegen, der auch die chemische Beschaffenheit des Schleimes untersuchte, sieht ihn als Schutz gegen das Wasser an. Er schreibt: "Der Schleim ist als Schutzmittel der jungen Pflanzenteile gegen die unmittelbare Berührung mit dem Wasser anzusehen. Er erweist sich für Lösungen gewisser Salze und Farbstoffe im Wasser völlig undurchlässig, solange er noch nicht in Verquellung begriffen ist. Er wird wahrscheinlich von der Pflanze nur solange gebildet, bis die Entwicklung des Epidermalgewebes sowie der Kutikula soweit vorgeschritten ist, dass diese seine Aufgabe übernehmen können. Seine Rolle als Schutzmittel vor Tierfrass und Algenbildung kann nur von untergeordneter Bedeutung sein". - SCHILLINGs Ansicht ist derjenigen von SCHENCK vorzuziehen, da *Elodea* gegen Parasiten nicht geschützt ist. Denn, wie mir Herr Geh. Rat MÜBIUS mitteilt, waren die hier im botanischen Praktikum untersuchten Endknospen von *Elodea* häufig geradezu erfüllt mit zahlreichen kleinen Würmchen, die auch öfters die Vegetationspunkte geschädigt hatten. - Die gleiche Beobachtung ist auch anderwärts gemacht worden und hat die Veranlassung zu der Untersuchung von REGINA CAHN (53) über die Regeneration der Spross-Spitzen von *Elodea* gegeben. - Schliesslich spricht auch die kurze Lebensdauer der Squamulae intravaginales (verg. oben) dafür, dass diese nur zum Schutze der allerjüngsten Blättchen da sind, während die tiefer an den Endknospen stehenden jungen Blättchen, die doch ebenfalls noch sehr zart und dem Tierfrass oder anderen parasitischen Lebewesen noch ebenso leicht ausgesetzt sind, dieses vermeintlichen Schutzes durch das frühe Absterben der Squamulae intravaginales völlig entbehren.

b. Schleimhaare.

Über den Zweck von Schleimhaaren auf den Blättern schreibt HUNGER (39) in seiner Abhandlung "Über die Funktion der oberflächlichen Schleimbildung im Pflanzenreich". Er lässt den Schleim als Schmiere wirken, um die Reibung bei den sich streckenden jungen Blättchen in der Knospenlage zu verringern. Verfasser hat bei vielen Dikotylen Organe gefunden, die solchen Gleitschleim produzieren; bei Monokotylen fand er Schleimhaare nur in der Gattung *Tradescantia*, und zwar bei *Tradescantia virginica*. Wie meine Untersuchungen aber zeigen, sind Schleimhaare bei vielen Gattungen der Commelinaceen vertreten, denn von den 30 untersuchten Arten be-

		Haare aus Kurzzellen entspringend.			
		a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen	
		+ einzellige	+ mehrzellige	+ Polsterhaare	+ mehrzellige
<u>I. Helobiae</u>					
Alismataceae					Sternhaare §
Potamogetonac.				Randstacheln	Flossenzähne §
Hydrocharit				Randstacheln	Flossenzähne §
Najadaceae				Randstacheln	
<u>II. Glumiflorae</u>					
Juncaceae					
Cyperaceae	Stacheln			Randstacheln	Randstacheln
	Borsten				
	Winkelhaare				
Gramineae	Stacheln				
	Borsten			Polsterhaare	
	Weichhaare		Winkelhaare		
	Papillen				
<u>III. Enantiobl.</u>					
Commelinaceae	Papillen		Schleimhaare		
			Stacheln		
			Borsten		Polst. Hak. Borst. §
			Randhaare		
			Peitschenh.		
			Köpfchenh.		
			Rhizoid-H.		
Xyridaceae			Schleimhaare		
Eriocaulac.			Zungenhaare		
			Spindelhaare		
			Borsten		

Haare aus normalen Epidermiszellen entspringend.			
	a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen
	+ einzellige	++ mehrzellige	immer mehrzellige
<u>I. Helobiae</u>			
Alismaceae			Squamulae intravaginales
Potamogetonac.			Squamulae intravaginales
Hydrocharitac.			Squamulae intravaginales
Najadaceae			Squamulae intravaginales
<u>II. Glumiflorae</u>			
Juncaceae	Papillen		Randwimpern, Zipfel
Cyperaceae	Papillen		Fransen, Zipfel §
Gramineae	Papillen		
<u>III. Enantiobl.</u>			
Commelinac.			
Kyridaceae			
Eriocaulac.			

Tabelle cont.

Haare aus Kurzzellen entspringend.			
a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen	
+ einzellige	+ mehrzellige	+ Polsterhaare	+ mehrzellige
Eriocaulac.	Stacheln		
Restionac.	Gebog. Haare Könische Haare Verzweigte H. Fächerhaare		
===== IV. Spadiciflorae			
Pandanaceae		Stacheln	
Araceae	Gliederhaare §		
Palmae			Schildhaare Keulenhaare Büschelhaare
===== V. Liliiflorae			
Colchicaceae			
Liliaceae	Borsten	Polsterhaare §	Stachelhaare §
Convallariac.	Wollhaare §		
Iridaceae			
Smilacaceae	Filzhaare		
Amaryllidac.			Büsch. u. Büschch. h.
Haemodorac.		Polsterhaare	
		Köpfchenpolst. h	

Tabelle cont.

Haare aus normalen Epidermiszellen entspringend.			
a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen	
+ einzellige	+++ mehrzellige	immer mehrzellige	
Eriocaulac.			
Restionac.			
<hr/>			
<u>IV. Spadiciflorae</u>			
Pandanaceae			
Araceae	Papillen		
Palmae			
<hr/>			
<u>V. Liliiflorae</u>			
Colchicaceae	Papillen	Konische Haare	
	Weichhaare		
Liliaceae	Papillen		
	Weichhaare		Wollhaare
Convallariac.	Papillen		
	Filzhaare		
	Stacheln		
Iridaceae	Papillen		
	Borsten		
	Stacheln		
Smilacaceae			
Amaryllidac.	Papillen	Gliederhaare	
Haemodorac.			

Tabelle cont.

	Haare aus Kurzzellen entspringend.		
	a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen
	+ einzellige	+mehrzellige	+ Polsterhaare +mehrzellige
Dioscoreaceae		T-Haare	
		Wollhaare	
		Borst.m.Sockel	
Bromeliaceae		Schuppen	
<u>Scitamineae</u>			
Zingiberaceae	Borsten	Borsten	
		Weichhaare	
Marantaceae			Polsterhaare
<u>Gynandreae.</u>			
Orchidaceae	Konische Haare	Konische Haare	
	Borsten		Polsterh. (Borst)
		Köpfchenhaare	

Zwischenkelh.

sassen 24, d.h. 80% solche Schleimhaare. Ausserdem fand ich sie auch bei fast allen untersuchten Xyridaceen. Und sollten die Winkelhaare der Gramineen mit den am ausgewachsenen Blatt fast stets geschrumpften zarten Endzellen nicht ebenfalls Schleimhaare sein, die denselben Zweck erfüllen? GROB (15) schreibt, dass ihre Funktion zwar unbekannt, dass es aber wahrscheinlich sei, dass sie bei der Wasser-Aufnahme eine Rolle spielen. Obwohl ja ihre Verbreitung bei tropischen Gräsern dafür spricht, kann ich mir doch nicht vorstellen, dass Trichome von solcher Kleinheit (denn sie sind die kleinsten aller Trichome), die zudem für diesen Zweck in verhältnismässig geringer Zahl auftreten, bei der Tau-Aufnahme dienlich sein sollten. Es kann sich ja nur um Tau-Aufnahme handeln, denn bei einem Regenguss nehmen die Gräser mit ihrem enormen Wurzelsystem soviel Wasser auf, dass diese minimalen Mengen oberirdisch aufgenommenen Wassers unmöglich in Frage kommen können. Zudem sind Tau aufnehmende Trichome meist weit abstehend vom Blatt (vergl. KEZ, 30, Tauschuppen der Bromeliaceen), die Winkelhaare der Gräser aber liegen der Epidermis fest angeschmiegt, sind also nicht gerade besonders günstig zum Niederschlagen von Tau gebaut. Aber eine andere Tatsache möchte ich hier noch anführen. GROB zählt unter den typischen Paaren von Trichomen auch die Stachel-Winkelhaar-Paare auf, die er in grösserer Anzahl jedoch nur bei einer Art feststellen konnte. Ich fand die Winkelhaare öfters gepaart mit Polsterhaaren. Sollte dies nicht ebenfalls eine besondere Einrichtung zur Überwindung des Reibungswiderstandes sein? zumal, da die Haare sehr früh entwickelt werden und infolge dessen bei der Streckung des Blattes in der Scheide die Punkte, an denen sie stehen, besonders hemmend wirken und deshalb auch eines Schmiermittels besonders bedürfen. Selbstverständlich sind dies alles ebenso Vermutungen wie auch die Annahme, dass die Winkelhaare

Tabelle cont.

Haare aus normalen Epidermiszellen entspringend.			
a. aus einer Basalzelle		b. aus mehreren Basalzellen	
+ einzellige	++ mehrzellige	immer mehrzellige	
Dioscoreaceae	Papillen		
Bromeliaceae	Papillen		
<u>Scitamineae</u>			
Zingiberaceae			
Marantaceae			
<u>Cynandreae</u>			
Orchidaceae	Papillen		

re bei ar Wasserversorgung eine Rolle spielen.

c. Köpfchenhaare.

Welche biologische Bedeutung jenen Köpfchenhaaren der Orchideen zukommt, hat Mc. DOUGAL (40) experimentell bei folgenden *Cypripedium*-Arten festzustellen versucht: Er untersuchte die hautreizende Wirkung der Köpfchenhaare von *C. spectabile* Salisb., *C. pubescens* R.Br. und *C. parviflorum* Salisb., indem er Epidermis-Stücke die mit Köpfchenhaaren besetzt waren, kräftig auf der Haut des menschlichen Oberarmes rieb. Es zeigten sich an solchen Stellen darauf hin Rötungen und zuweilen auch heftige Entzündungen. Mc. DOUGAL glaubt, dass dies von Bedeutung für die betreffenden Arten sei, da sie eben wegen der reizenden Wirkung ihrer Köpfchenhaare von Weidevieh nicht gefressen werden. NESTLER (41), der die Untersuchungen Mc. DOUGALS nachprüft, aber nicht von allen Arten blühende Pflanzen (aus Mangel an solchen) verwendet, wie dies Mc. DOUGAL tut, kann eine hautreizende Wirkung nur bei *C. spectabile* konstatieren und glaubt, dass die Tiere jene *Cypripedien* nicht fressen, "weil sie ihnen eben nicht schmecken". Nach meiner Meinung ist von den beiden Ansichten diejenige von Mc. DOUGAL unbedingt vorzuziehen. Ein Experiment, wie das Sekret der Köpfchenhaare auf die Mund-Schleimhaut wirkt, ist der ungeheuren damit verbundenen Gefahr wegen beim Menschen unausführbar. - Eine sehr nahe liegende Vermutung aber ist auch die, dass die Köpfchenhaare zur Abwehr kleinerer Tiere, wie anarischer Insekten o.a., vorhanden sind. Eine Angabe darüber ist mir aus der Literatur nicht bekannt geworden.

2. Haare, die durch ihre morphologische Beschaffenheit eine biologische Bedeutung erlangen.

Zahlreiche Probleme, die der Pflanze von ihrer Umgebung gestellt werden, kann sie mit Hilfe der Haare lösen. In vielen Fällen sind es Haare, die der Pflanze in ihrem Verhältnis zu den Tieren, zu Wasser, Wind, Licht oder Temperaturschwankungen gute Dienste leisten. Erfassen wir die genannten Faktoren, die von aussen auf die Pflanze wirken, als Gesichtspunkte, von denen aus wir betrachten wollen, welche Rolle die durch besondere morphologische Beschaffenheit ausgezeichneten Haare im einzelnen Falle spielen.

a. Schutz gegen Tierfrass.

Tiere können den Pflanzen als Feinde und Freunde gegenüberstehen. Als Feinde vor allem dann, wenn die Pflanzen ihre Nahrung sind. Das sind einmal die Weidetiere, gegen die sich die Pflanze schützen möchte. Sie kann es durch Ausbildung starker Stacheln, welche die Schleimhäute des Darmkanals übermässig reizen und dadurch Verdauungs-Störungen hervorrufen. HOLY (42), der in der Versuchsanstalt des Landwirtschaftlichen Instituts in Halle Versuche darüber anstellt, bemerkt, dass die Tiere dann solche Gräser ungern annehmen. In erhöhtem Masse kann man das sicher von den Cyperaceen sagen; bei denen ja die Stacheln in ausserordentlichen Dimensionen entwickelt sind.

Ausser den Weidetieren sind es dann vor allem die Schnecken, die durch ihren Frass den Pflanzen grossen Schaden tun können. Welch wichtiges und verbreitetes Abwehrmittel hier die Haare sind, hat uns STAHL (43) gezeigt. Auch unter den Monokotylen sind viele Arten, die sich mittels ihrer Stacheln (Gramineen, Cyperaceen) oder starre Borsten (dieselben und Commelinaceen, siehe Hackenborsten!) gegen Schneckenfrass zu schützen wissen. Auch Pflanzen, die durch starre Filzhaare rauhe Blattflächen haben, (*Saxifraga*, *Eriosperrum paradoxum*), desgleichen solche mit starren Gliederhaaren und borstenförmigen Peitschenhaaren haben in der Behaarung vielleicht einen Schutz gegen Schneckenfrass. Jedoch sind die Vermutungen sehr fraglich, denn man muss beim Entscheiden biologischer Fragen stets von Fall zu Fall prüfen, wie die Verhältnisse bei der einzelnen Art liegen.

b. Haare und Wasser.

Die Haare können in dreierlei Beziehung zum Wasser stehen. Entweder sie schützen die Pflanze vor Benetzung, halten das Wasser also fern, oder sie versuchen, das Wasser an die Pflanze heranzubringen und es aufzusaugen; aber auch der entgegengesetzte Fall kann eintreten, dann geben sie Wasser, das die Pflanze zu viel hat, an die Umgebung ab, funktionieren also als Hydathoden.

Nicht benetzbare Oberflächen werden oft durch Papillen geschaffen. Beispiele hierfür wären die Blätter einiger Anthurien, Bambusen und nach RAUNKIAER (44) bei *Phragmites* und *Phalaris arundinacea*. Auch andere Haarformen können einen unbenezbaren Überzug über die Blätter bilden. Welche Formen bei den Monokotylen dafür geeignet wären, lässt sich nur nach direkter Beobachtung sagen.

Weit interessanter aber sind diejenigen Haare, die Wasser in die Pflanze aufsaugen. Hierhin gehören die Saugschuppen der Bromeliaceen mit ihrem raffiniert gebauten Saugmechanismus; den uns MEZ (30) beschrieben hat. Die Saugkraft wird durch ein entstehendes Vacuum erzeugt, welches durch die besondere Membranstruktur des Deckels (vergl. MEZ) und durch dessen momentane Imbibitionsfähigkeit zustande kommt. Es wird also nicht der Deckel des Haares durch das einströmende Wasser gehoben, sondern die Wölbung des Deckels ist das Primäre, was das Vacuum erzeugt, in das das Wasser dann einströmt. Der Durchtritt des Wassers durch die Aussenmembran in die Schildzellen wird durch das Fehlen der Kutikula ermöglicht. Aber aus der Kuppelzelle (vergl. MEZ) muss das Wasser auch in die mit plasmatischem Inhalt erfüllten Aufnahmezellen (Stielzellen) gelangen. Obwohl nun zwischen diesen und jener eine Kutikula vorhanden ist, findet der Durchtritt trotzdem statt.

Die Art und Weise ist ein noch ungelöstes Problem.

Auch Borstenhaare hat man als Wasser aufnehmende Organe gedeutet: So schreiben BROCKMANN-JEROSCH (18) von Borsten in den Blattscheiden einiger Gräser, die mit ihren Nachbarzellen durch grosse Poren in Verbindung stehen. Ich glaube, dass man diesen Haaren nicht allzu viel Bedeutung als Wasseraufnehmende Organe beilegen darf. - Eine Arbeit, die den Trichomen viel zu weitgehende Zweckmässigkeit zumisst, ist diejenige von LUNDSTROEM (45), gegen die ja auch von mehreren Seiten Einwände erhoben worden sind, wie ja auch z.B. von WILLE (46), der vor allem mahnt, nicht alles durch die Selektionstheorie erklären zu wollen und darauf hinweist, dass es neben zweckmässigen Dingen auch zweckwidrige Dinge in der Natur gibt, aber noch viel mehr zwecklose, also ganz indifferente Einrichtungen. Dieser Gesichtspunkt ist auch bei der biologischen Betrachtung der Haare zu berücksichtigen.

Schliesslich seien noch die oben erwähnten Wasser ausscheidenden Trichome genannt. Es sind dies die Keulenhaare der Palmen, die von BOBISUT (25) als Hydathoden angesehen werden.

c. Haare und Wind.

Der Wind kann den Pflanzen dadurch, dass er ihre Transpiration stark erhöht, ausserordentlich schädlich werden. Der Vorgang, der dabei die Hauptrolle spielt, ist der, dass der Wind die Luftschicht mit höherem Wasserdampf-Gehalt von der Pflanze wegweht und an ihre Stelle trockenere Luft führt. Um bei mangelhafter Wasser-Zufuhr diese Schicht feuchterer Luft um sich festzuhalten, kann die Pflanze zu einem sehr guten Mittel greifen. Sie hüllt sich in einen Mantel von dicht stehenden, luffterfüllten Haaren ein, zwischen welchen dann wie in einem Wald, über den der Sturm braust, Windstille herrscht. Je dichter die Haare stehen, je mehr sie sich über die Blattfläche erheben, je stärker verzweigt und ihre Äste mehr miteinander verflochten sind, desto grösser wird der Schutz sein, den sie der Pflanze gewähren. Unter den Monokotylen haben folgende Pflanzengruppen und Arten die Möglichkeit, sich durch Haare gegen allzu hohe Transpiration zu schützen: Die Hypoxideen durch ihre Büschel- und Bäumchenhaare, sofern sie sehr dicht stehen, *Dioscorea tomentosa*, *Medeola virginica* und *Lilium croceum* durch die Wollhaare und vielleicht auch *Cyanotis fasciculata* durch die dort auftretenden langen Peitschenhaare. Einen vollständigen Abschluss der Epidermis von der Luft bilden die dicht stehenden und mit ihren Rändern fest verflochtenen Schildhaare bei Restionaceen, Palmen und Bromeliaceen (*Pitcairnia*).

Ein spezieller Schutz gegen übergrosse stomatare Transpiration sind vor allem solche Haare, welche die Gruben oder Täler, in denen die Spaltöffnungen stehen, dachartig überdecken. Solche kommen als Papillen- oder kurz gebogene Haare bei den Restionaceen, als flache Büschelhaare bei den Hypoxideen (*Conostylis candidans*) und als Schildhaare bei den Bromelien (*Pitcairnia latifolia* und *P. bracteata*) vor. Man muss jedoch bei all diesen biologischen Betrachtungen genau von Fall zu Fall entscheiden, welchen Zweck die Trichome erfüllen können und darf nicht für ganze Gruppen zusammenfassend etwas aussagen (vergl. RENNER (34) "Zur Morphologie und Ökologie der pflanzlichen Behaarung").

d. Haare als Lichtschutz.

Es ist bekannt, dass Haare als Lichtschutz für junge Blätter funktionieren können, wie das z.B. bei *Tussilago farfara* der Fall ist. Aber auch erwachsene Pflanzen streben oft nach einem Optimum von Licht, das absolut nicht immer mit dem Maximum zusammenfällt. In den meisten Fällen hilft sich die Pflanze durch bestimmte Stellung der Blätter, Anordnung des Chlorophylls oder auch durch glänzende Blattflächen (sogenannte lackierte Blätter). Dass auch Haare bei erwachsenen Pflanzen als Lichtschutz funktionieren können, hat BAUMERT (47) experimentell nachgewiesen. Verfasser machte ausführliche Versuche mit *Cryptanthus acaulis* O. et Dtr., *Tillandsia Gardneri* Lindl., *T. aloifolia* Hook., *T. streptophylla* Schreb. und *T. vestita* Cham. Schld. Der wirksame Faktor bei diesen Haaren als Licht-

schutzorgane sind die lichtbrechenden und dadurch das Licht zerstreuenen Rippen der Flügel. Besonders wirksam in dieser Beziehung sind die Schuppen von *Tillandsia aloifolia*, deren gesamte Oberfläche von kleinen Körnchen besetzt ist (Vergl. Fig. 1, p. 159 in MEZ, 30). Diese Körnchen sollen besonders lichtzerstreuend wirken und Verfasser hat gerade bei diesen Schuppen eine Differenz von 28% zwischen einem trocken behaarten und einem enthaarten Blatte feststellen können. Selbstverständlich steht diese Funktion der Bromeliaceenschuppen erst an zweiter Stelle wie dies Verfasser auch besonders betont.

Das wesentlichste bei Haaren, die als Lichtschutz wirken sollen, sind viele lichtzerstreuende Punkte. Diese können durch Membran- oder oder Kutikularknötchen, durch möglichst viele Querwände oder auch durch viele Biegungen und Knickungen der Haare entstehen. So hat obiger Verfasser mit *Centaurea candidissima* Lam., deren lange, oft gebogene und geknickt zweischenkelige Haare die Blätter mit einem dichten weissen Filz bedecken, experimentiert und enthaarten Blättern gegenüber festgestellt, dass der Haarfilz eine Reflexion und Dispersion von 37% der einfallenden Strahlen bewirkt. - Es ist nicht unmöglich, dass die Wollhaare von *Dioscorea tomentosa* oder die Bäumchenhaare der Hypoxideen sowie andere Luft-erfüllte Haare mit Querwänden, Knickungen und Biegungen ebenfalls eine Rolle als Lichtschutz spielen.

Es lassen sich damit auch eventuell die Haare von dicht behaarten Wasserpflanzen erklären, wie das BAUMERT auch dementsprechend für *Salvinia oblongifolia* und *S. Sprucei* tut. Man könnte hier auch an die starke Behaarung mancher *Pistia*-Arten mit ihren vielen Querwänden denken. Jedoch möchte ich dies nur als Vermutung aussprechen, da gerade in Frage der Funktion eines Organs eine bestimmte Antwort nur durch das exakte Experiment gegeben werden kann.

e. Haare und Temperaturschwankungen.

Die luftgefüllten Haare, welche als Transpirations- und Lichtschutz funktionieren, können in Gegenden, in denen plötzliche starke Temperatur-Unterschiede auftreten, ebenso als Schutz gegen die Kälte dienen, da sie schlechte Wärmeleiter sind.

f. Haare als Schutz für sich entwickelnde Organe.

Hier sind besonders die Haare zu erwähnen, welche die jungen Blätter in den Knospen einhüllen. Solche sind in vielen Fällen bei den Palmen bekannt, wie es NAUMANN (24) in seiner Entwicklungsgeschichte der Palmenblätter für mehrere Arten auführt (genauere Angaben vergl. daselbst).

Auch die Haare auf den Blatt-Oberseiten vieler Pflanzen, die später abfallen, können Schutzeinrichtungen sein, die besonders den jugendlichen Organen zugute kommen. Fälle von Haarverlust oder Funktionsverlust sind im speziellen Teil einzeln aufgeführt. Sie sollen hier noch einmal zusammengestellt werden: Squamulae intravaginales, Winkelhaare bei Gramineen (Einschrumpfen oder Abfallen der Endzelle), desgl. Schleimhaare der Commelinaceen, Gliederhaare einiger Eriocaulaceen und Wollhaare der Palmenblätter, die nach NAUMANN (24) vertrocknen und abfallen.

Spezielle Arbeiten über den Haarverlust sind diejenigen von KELLER (48) und KÄRNER (49) über den normalen Haarverlust an Vegetationsorganen der Gefasspflanzen, sowie die Dissertation von BURKHARDT (50) über die Lebensdauer der Pflanzenhaare, in der auch einige Fälle bei monokotylen Pflanzen beschrieben werden. - Übrigens findet man in letztgenannter Arbeit die einschlägige Literatur über Pflanzenhaare im allgemeinen verzeichnet.

g. Haare an Blüten und Samen.

Da im allgemeinen meine Untersuchungen nicht auch auf die Blütenregion ausgedehnt sind, kann ich über Haare an Blüten nur Vereinzelt mitteilen.

Allgemein lässt sich sagen, dass, wenn die Vegetationsorgane der Pflanze behaart sind, die Blüte es meist in noch stärkerer Masse ist. (Vergl. *Eriocaulaceae*, *Hypoxidaeae*, *Liliaceae*, *Orchidaceae*). Dies ist ja auch eine ganz gut erklärliehe Tatsache, denn wenn eine Pflanze die Fähigkeit besitzt, Haare mit einer besonderen biologischen Bedeutung zum Schutz ihrer Organe auszubilden, wird sie es wohl an den Organen, die für ihr Leben am wichtigsten sind und dazu noch den zar-testen Bau haben, besonders reichlich tun.

Zumal zum Schutz der jungen Blüten in den Knospen werden oft Haare ausgebildet. Aber auch besondere Haarbildungen zum Verschluss der Blütenknospen sind bei den Monokotylen vorhanden, wie uns das LÖFFLER (51) an einigen Liliaceen zeigt. Verfasser untersuchte *Hemerocallis fulva* L., *Funkia Sieboldiana* Hook., *F. albomarginata* Hook., *Hyacinthus orientalis* L., *Scilla spec.*, *Sc. cernua* Rch., *Sc. bifolia* L., *Fritillaria Meleagris* L., *Convallaria majalis* L., *Ornithogalum narbonense* L., *O. sulfureum* Bert., *O. nutans* L., *Eremurus robustus* Regel und kommt zu dem Ergebnis, dass bei den besprochenen Pflanzen bei dem Verschluss der Blütenknospen neben der besoneren morphologischen Beschaffenheit der Knospenteile auch Haare an verschiedenen Stellen und von verschiedener Beschaffenheit eine Rolle spielen. Eine besondere Eigentümlichkeit zeigt *Hemerocallis* in dieser Beziehung in den an besonderen Zapfen befindlichen ineinandergreifenden Haarbüscheln.

Eine weitere blütenbiologische Studie von OLIVER (52) zeigt uns Haare als Schauapparat. (Leider wurde mir diese Arbeit nur im Referat bekannt.) Es handelt sich dabei um die Blüten der Orchidee *Plasorhallis ornatus* Rehb. fil., an deren Sepalenrändern 2 mm lange weisse Haare stehen. Da sie an der Basis schmal, ober aber breit und flach und mit Luft erfüllt sind, so werden sie von dem geringsten Luftzug leicht bewegt und können so die Aufmerksamkeit der Insekten auf die Blüte lenken. Ob man den Sachverhalt durch das Experiment (Entfernen der Haare) geprüft hat, ist durch das Referat nicht zu erfahren, jedenfalls ist dies eine durchaus mögliche Erklärung.

Weiterhin haben Haare auch eine grosse biologische Bedeutung zur Samenverbreitung durch den Wind. Als Beispiele seien genannt: *Typha*, *Phragmites*, *Arundo*, *Calamagrostis*, *Andropogoneae* (besonders die mit *Saccharum* verwandten); *Melica ciliata* L. und *Stipa pennata* L. durch die fedrige Granne, ebenso manche *Aristida*-Arten. - Einige Centrolepidaceen haben Hackenhaare, mit denen sie sich an vorbeistreifende Tiere festhängen. - Auch die Samen einiger Eriocaulaceen werden durch Haare an der Blütenhülle vom Wind fortgeführt. Regelrechte Fallschirme bilden die Haare an den Samen der *Tillandsiaceae* und einiger anderer Bromeliaceen. (Diese Angaben sind aus ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. II. entnommen.)

III. SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE SYSTEMATIK MONOKOTYLER ORDNUNGEN UND FAMILIEN

Zum Schluss ist nun die Frage zu beantworten: Haben die Haare für die Einteilung der Monokotylen in die bestehenden Ordnungen und Familien eine Bedeutung und welches ist die Bedeutung?

Teilweise wird diese Frage schon durch die tabellarische Zusammenstellung beantwortet. Dort stehen diejenigen Haarformen eines Types, welcher in allen Familien einer Ordnung durchgehend vorhanden ist, in einem geschlossenen Kästchen. Formen eines Types, der auf einzelne Familien beschränkt ist, sind in offenen Kästchen zusammengefasst. Wir müssen nun darauf achten, ob möglichst viele Formen bei einer Familie oder einer Ordnung in einer senkrechten Rubrik stehen. Was bedeutet das?

Das heisst: diese oder jene Ordnung besitzt, wenn überhaupt Trichome vorkommen, durchgehend denselben Trichomtypus, die Familien sind also inbezug auf ihre Trichome zu einer natürlichen grossen Gruppe zusammengestellt. Es ist daher von systematischem Interesse, festzustellen, bei welchen Ordnungen ein Typus in allen oder den meisten Familien durchgehend vorkommt.

Dies trifft zu für die Squamulae intravaginales der *Helobiae*, die in keiner sonstigen Familie der Monokotylen vorkommen. Dass es sich dabei um keine Anpas-

sungserscheinungen an das Wasserleben handelt, ergibt sich aus der Tatsache, dass die Squamulae intravaginales auch bei solchen Arten der anderen Ordnungen fehlen, welche unter denselben Bedingungen leben wie jene.

Auch die Glumifloren sind in Bezug auf ihre Trichome eine einheitliche Gruppe, denn es handelt sich bei ihnen stets (mit Ausnahme der Winkelhaare, die selten in einzelliger Form auftreten) um einzellige, aus einer besonders differenzierten Zelle entspringende Haare, die bei Cyperaceen und Gramineen sehr ähnliche Gestalt haben. Die Juncaceen stehen offenbar abseits, wenn sie auch in ihren Haarbildungen mit den Cyperaceen durch die oben geschilderten am Scheidenrand vorkommenden Zipfel in Verbindung stehen. Jedoch diese eine und dazu bei den Cyperaceen sehr selten vorkommende Haarbildung ist wenig zu einem natürlichen Zusammenschluss beider Familien geeignet. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, gehört die Haarform zu dem bei den Liliifloren (Colchicaceen, Liliaceen, Convallariaceen, Iridaceen) so verbreiteten Typ.

Wir werden uns demnach besser darauf beschränken, zu sagen: Cyperaceen und Gramineen bilden bezüglich ihrer Trichome zusammen eine natürliche Gruppe.

Die Enantioblasten kann man, wenn man den Begriff "Typ" weit genug fasst, ebenfalls vom Standpunkt ihrer Behaarung aus als eine natürliche Ordnung bezeichnen, denn sämtliche häufig vorkommende Haare haben alle die gleiche Eigenschaft, dass sie aus einer Basalzelle entspringen, welche (nach meinen Untersuchungen) stets keilförmig ist (eine Ausnahme machen die winzigen Randstacheln von *Spironema fragrans*) und dass sie stets mehrzellig sind. Ausserdem zeichnen sie sich durch ihre ausserordentliche Mannigfaltigkeit aus, was man durchaus ebenfalls als ein gemeinsames Merkmal ansehen kann.

Die Spadicifloren in Bezug auf ihre Trichome in eine Gruppe zusammenzustellen wäre etwas gekünstelt, da die einzige Familie, bei der Haare einigermaßen zahlreich vorkommen, die Palmen sind, während die andern Familien eigentlich typhisch haarlose Pflanzen enthalten. Manche Bildungen haben sie dennoch gemeinsam. So sind bei Palmen und Araceen Drüsengrübchen vertreten, und andererseits finden sich sowohl bei Palmen wie auch bei Pandanaceen häufig Stacheln. Die Typhaceen dagegen stehen als völlig haarlos in dieser Beziehung den andern gegenüber. Es kann deshalb, wenn man die Trichome der Familie als verwandtschaftliches Merkmal der Familie für sich betrachtet, keine Übereinstimmung in den Familien der Spadicifloren gefunden werden.

Für einige Familien der Liliifloren sind Haare "aus normalen Epidermiszellen" typisch. Es sind dies die Colchicaceen, Liliaceen (mit Ausnahme seltener Fälle von Borsten und einer Gattung mit Sternhaaren, *Eriospermum paradoxum*), Convallariaceen (ausser einer Art mit Wollhaaren, *Medeola virginica*) und die Iridaceen, deren Haare (d. h. die der eben genannten 4 Familien) wir als primitiven Typ ansehen wollen, da sie sich nach dem Prinzip der Papillenbildung aus beliebigen, nicht besonders differenzierten Zellen entwickeln. - Bei andern Familien der Liliifloren dagegen, welche jede für sich einen scharf begrenzten Typ besitzen, ist dieser stets hoch entwickelt und, wie gesagt, immer auf eine Familie begrenzt. Dies sind die Smilacaceen, Dioscoreaceen, Haemodoraceen, Amaryllidaceen-Hypoxideen und Bromeliaceen. Dies sind Familien, die sich auch sonst verwandtschaftlich nahe stehen.

Ganz einheitlich sind in ihren Haarformen die Scitamineen. Während Musaceen und Cannaceen nach meinen Erfahrungen ganz haarlose Pflanzen sind, haben Zingiberaceen sowie Marantaceen ein- oder mehrzellige Borsten und Weichhaare. Sie wiederholen im wesentlichen den Borstentyp der Gramineen, und wir sehen hier, dass zwei Ordnungen, welche gar nicht verwandt sind, in besonderen Organen sehr ähnliche anatomische Verhältnisse zeigen können.

Die Orchidaceen schliesslich besitzen Haarformen, die auf die beiden Gruppen der *Cypripedilinae*, der *Neottinae* und ausserdem auch die Sektion *Trichostia* der Gattung *Eria* beschränkt sind. Bei den erstgenannten kommen gleiche Typen vor, während die zwischengeligen Haare von *Eria* einen Ausnahmefall darstellen. - Daraus irgend welche Schlüsse zu ziehen ist wegen der verhältnismässig geringen Zahl der untersuchten zu den bekannten Arten (35:150000) unmöglich.

Was lässt sich demnach zusammenfassend über die Haare und deren Bedeutung für die Systematik sagen?

I. Es gibt Ordnungen, welche durch die einheitlichen Haartypen ihrer Familien (soweit Haare vorkommen und bekannt sind) als mit einheitlichen anatomischen Merkmalen versehene Gruppen zusammengefasst werden können. Diese Ordnungen sind: 1. *Helobiales*, 2. *Glumiflorae* (ausser den *Juncaceae*), 3. *Enantioblastae*, 4. *Sottamineae*, 5. *Liliiflorae* (und zwar die *Colchicaceae*, *Liliaceae*, *Convallariaceae* u. *Iridaceae*).

II. Es gibt Ordnungen, die sich in dieser Beziehung nicht als einheitlich erweisen, da die Haare ihrer Familien verschiedenen Typen angehören. Solche Ordnungen sind: 1. *Liliiflorae* (und zwar *Amaryllidaceae*, *Haemodoraceae*, *Smilacaceae*, *Dioscoreaceae* und *Bromeliaceae*); 2. *Spadiciflorae*, (3. *Orchidaceae*).

Einheitlichere Resultate ergeben sich, wenn wir die zu vergleichenden Pflanzengruppen kleiner nehmen, d.h. wenn wir nicht die Ordnungen, sondern die Familien in Bezug auf ihre Trichome miteinander vergleichen. Dabei lassen sich dann auch die vorkommenden Ausnahmen berücksichtigen.

Es ist unnötig, deshalb noch einmal alle Familien aufzuzählen; wir können uns vielmehr ganz auf die Tabelle beschränken. Ob eine Familie einen einheitlichen Typ besitzt oder nicht, ist daraus ersichtlich, dass die genannten Haarformen in einer senkrechten Rubrik zusammenstehen oder ob sie auf mehrere verteilt sind. Eine Rubrik ist in dieser Beziehung als Typ nicht allzu wichtig; das sind die Polsterhaare und die Papillen, die beide vielen Familien gemeinsam sind. Wenn also diese beiden unberücksichtigt bleiben, so stellt sich heraus, dass verbreitete oder häufige Trichome einer Familie auch meist einem Typ angehören. Haarformen, die andern Typen angehören, sind dann in der Mehrzahl Ausnahmen, die auf einzelne Arten beschränkt sind. Auch diese sind in der Tabelle besonders markiert sodass sie nicht noch einmal hier aufgeführt werden müssen.

Solche Ausnahmen beeinträchtigen das sonstige Bild nicht sehr störend, und es kann ganz allgemein gesagt werden:

Die Trichome der Monokotylen sind für deren systematische Einteilung sowohl in Ordnungen als auch in Familien von mehr oder minder grosser Bedeutung.

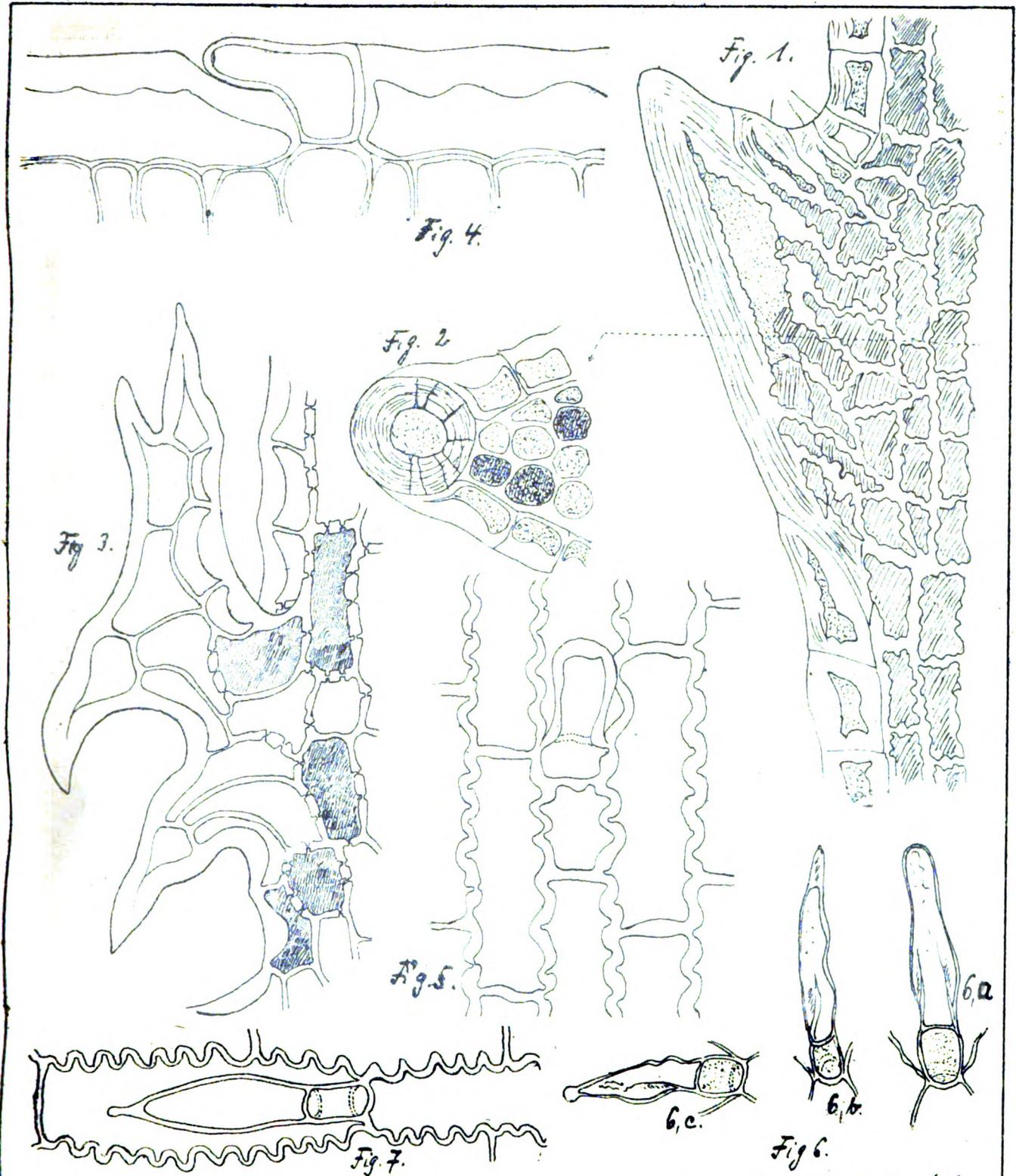
In dieser Arbeit haben wir die Trichome der Monokotylen beobachtet, ohne zu vergleichen, ob ähnliche auch bei den Dikotylen zu finden sind. Es wäre nun interessant festzustellen, bei welchen Familien der Dikotylen gleiche Haarformen vorkommen. Vielleicht bietet sich mir später die Gelegenheit, die Monokotylen u. Dikotylen in dieser Beziehung einmal vergleichend zu betrachten.

Herrn Geheimerat Prof. Dr. MÖBIUS, der das Werden meiner Arbeit mit grossem Interesse verfolgt, bin ich zu ausserordentlichem Dank verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. BRANDT dafür, dass er mir in liebenswürdiger Weise seine mikroskopischen Präparate der Kyridaceen zur Verfügung stellte. Auch dem Herrn Inspektor GÜNTHER des hiesigen botan. Gartens möchte ich für das freundliche Entgegenkommen beim Überlassen des Materials aus dem Garten an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

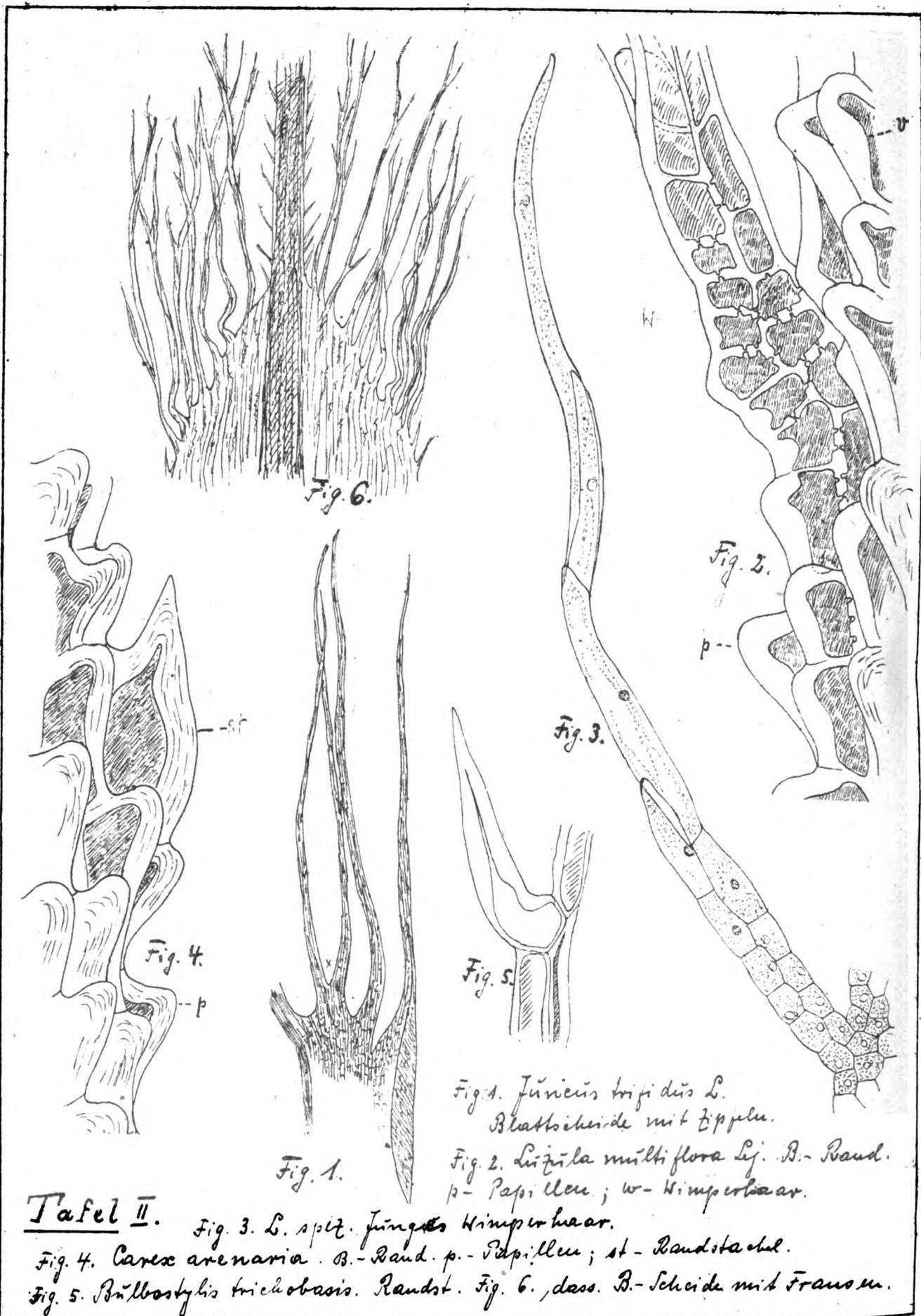
LITERATURVERZEICHNIS.

- (1) WARMING-MÖBIUS, Handb. d. syst. Bot., Deutsche Ausgabe 3. ed. 1911. - (2) CASPARY, *Hydrilla verticillata*, in Bot. Ztg. 1856. - (3) CASPARY, Die Hydrillen, in Pringsh. Jahrb. I (1858). - (4) IRMISCH, Das Vorkommen von schuppenförmigen und haarförmigen Gebilden innerhalb der Baltscheiden bei monokotylen Gewächsen, in Bot. Ztg. 1858, p. 177 - 179. - (5) BUCHENAU, Beiträge zur Kenntnis der Butomaceen, Alismaceen und Juncaginaceen, in Engl. Jahrb. II (1882) p. 465. - (6) SCHENCK, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse, in Bibl. bot. I (1887). - (7) SCHILLING, Anatomisch-biologische Untersuchung über die Schleimbildung der Wasserpflanzen, in Flora 1894, Heft 3 - (8) GLÜCK, Blatt- und blüten-

- morph. Stud., Jena 1919. - (9) BUCHENAU, *Limnophyton obtusifolium*, in Flora 1865, p. 241. - (10) BUCHENAU, Alismataceae in Engler's Pflanzenreich 16. Heft, 1903. - (11) ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. II, 1, p. 197, 241. - (12) BUCHENAU in Abh. naturw. Ver. Bremen IX (1886) p. 293-299. - (13) RIKLI in Pringsh. Jahrb. XXVII, p. 560. - (14) PFEIFFER in Ber. D. bot. Ges. XXXIX (1921) p. 353. - (15) GROB in Bibl. Bot. Heft 36, 1896. - (16) LOHAUS in Bibl. bot. Heft 63. - (17) FROHMAYER in Bibl. bot. Heft 86. - (18) BROCKMANN-JEROSCH in Ber. D. bot. Ges. XXXI (1913) p. 590. - (19) GILG, Beiträge zur vergl. Anatomie der xerophilen Familie der Restionaceae, Diss. Berlin 1891. - (20) MÖBIUS, Über ein eigentümliches Vorkommen von Kieselkörpern in der Epidermis von *Callisia repens*, in Wiesners Festschrift, Wien 1908. - (21) Pfitzer in Pringsh. Jahrb. VII. - (22) DALITZSCH in Bot. Ztbl. XXV (1866) - (23) DRUDE, Palmae in Engl.-Prantl II, 3. - (24) NAUMANN in Flora 1887, p. 193. - (25) BOBISÛT in Sitzungsber. Akad. Wien CXIII, Heft 7. - (26) BARGAGLI-PETRUCCI, Descrizione di alcuni tricomi di Palme, in Nuov. Giorn. Bot. XIV (1907), Ref. in Just, Jahresber. XXXV. 1. (1907). - (27) SCHARF in Bot. Ztbl. LII (1892). - (28) NEL, Studien über die Amaryllidaceae-Hypoxideae, Diss. Berlin 1914. - (29) SCHIMPER, Bot. Mitt. Trop. II (1888). - (30) MEZ in Pringsh. Jahrb. XI, p. 157. - (31) HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanat. 5. ed. (1918) p. 224, Fig. 92 A. - (32) PAX, Haemodoraceae, in Engler-Prantl II. - (33) TSCHIRCH und ÖSTERLE, Anat. Atl. d. Pharmacognos. 1900, p. 99, Tafel 24. - (34) RENNERT, in Flora IC (1909) p. 146. - (35) MÖBIUS in Pringsh. Jahrb. XVIII (1887). - (36) PFITZER, Grundzüge einer vergl. Morphologie der Orchideen, Heidelberg 1882. - (37) MÖBIUS in Ber. D. bot. Ges. XXXVIII (1920) p. 20, Tafel I. - (38) JUNGMANN in Ber. D. bot. Ges. XXXIX (1921) p. 296. - (39) HUNGER, Über die Funktion der oberflächlichen Schleimbildung im Pflanzenreich, Diss. Jena 1898. - (40) Mc. DOUGAL in Minnesota Botanical Studies 1894, p. 32. - Mc. DOUGAL, l.c. 1895, p. 450. - (41) NESTLER in Ber. D. bot. Ges. XXV (1907) p. 554. - (42) HOLY, Untersuchungen über den Futter- und sonstigen landwirtschaftl. Wert des französ. Raygrases und des Knautgrases, in Ber. a. d. physiol. Inst. Halle (1907). - (43) STAHL, in Jenaische Ztsch. f. Naturw. u. Medizin XXII (n. F. XV), 1888. - (44) KIRCHNER, LOEW, SCHROTER, Lebensgesch. d. Pfl. v. Mitteleuropa. - (45) LUNDSTRÖM, Pflanzenbiologische Studien I (Upsala 1884). - (46) WILLE, in Cohn's Beitr. IV (1887) p. 285. - (47) BAUMERT in Cohn's Beitr. IX (1909) p. 83. - (48) KELLER in Nov. Act. Leop.-Carol. LV (1890) nr. 5. - (49) KÄRNER in Nov. Act. Leop.-Carol. LIV (1889) nr. 3. - (50) BIRKHARDT, Die Lebensdauer der Pflanzenhaare, ein Beitrag zur Biologie dieser Organe, Diss. Leipzig 1912. - (51) LÖFFLER, Über Verschlussvorrichtungen an den Blütenknospen bei *Heimerocallis* und einigen andern Liliaceen, in Naturw. Ver. Hamburg XVIII, 1903. - (52) OLIVER, On a Point of biological interest in the flowers of *Pleurothallis ornatus* Rehb. fil. - Ref. in Just, Jahresber. XV (1887) II. - (53) CAHN, Untersuchungen über die Regeneration der Spross-Spitzen von *Elodea*, Diss. Königsberg 1921.



Tafel IV.
 Fig. 1. *Cladium gymnaucium* Schrad. Randstachel. Aufsicht. Fig. 2., desgl. Querschnitt.
 Fig. 3. *Carex baldensis* L. Randstachel, der Blattbasis.
 Fig. 4. *Carphe paniculata* Phil. B.-Unterseite Längs. Hinkelhaare.
 Fig. 5., desgl. Flächenansicht. - Fig. 6, a-c. *Setaria verticillata* Beauv. - Abdom. der Hinkelhaare. - Fig. 7. *Pennisetum villosum* R. B.-Hinkelhaar. Fläche.



Tafel II.

Fig. 3. *L. sp.* junges Kimpelhaar.

Fig. 4. *Carex arenaria*. B.-Rand. p.-Papillen; st.-Randstachel.

Fig. 5. *Anilobastylis trichobasis*. Randst. Fig. 6., dess. B.-Scheide mit Fransen.

Fig. 1. *Juncus trifidus* L.
Blattscheide mit Spitze.

Fig. 2. *Lycopodium multiflorum* Lj. B.-Rand.
p-Papillen; w-Kimpelhaar.

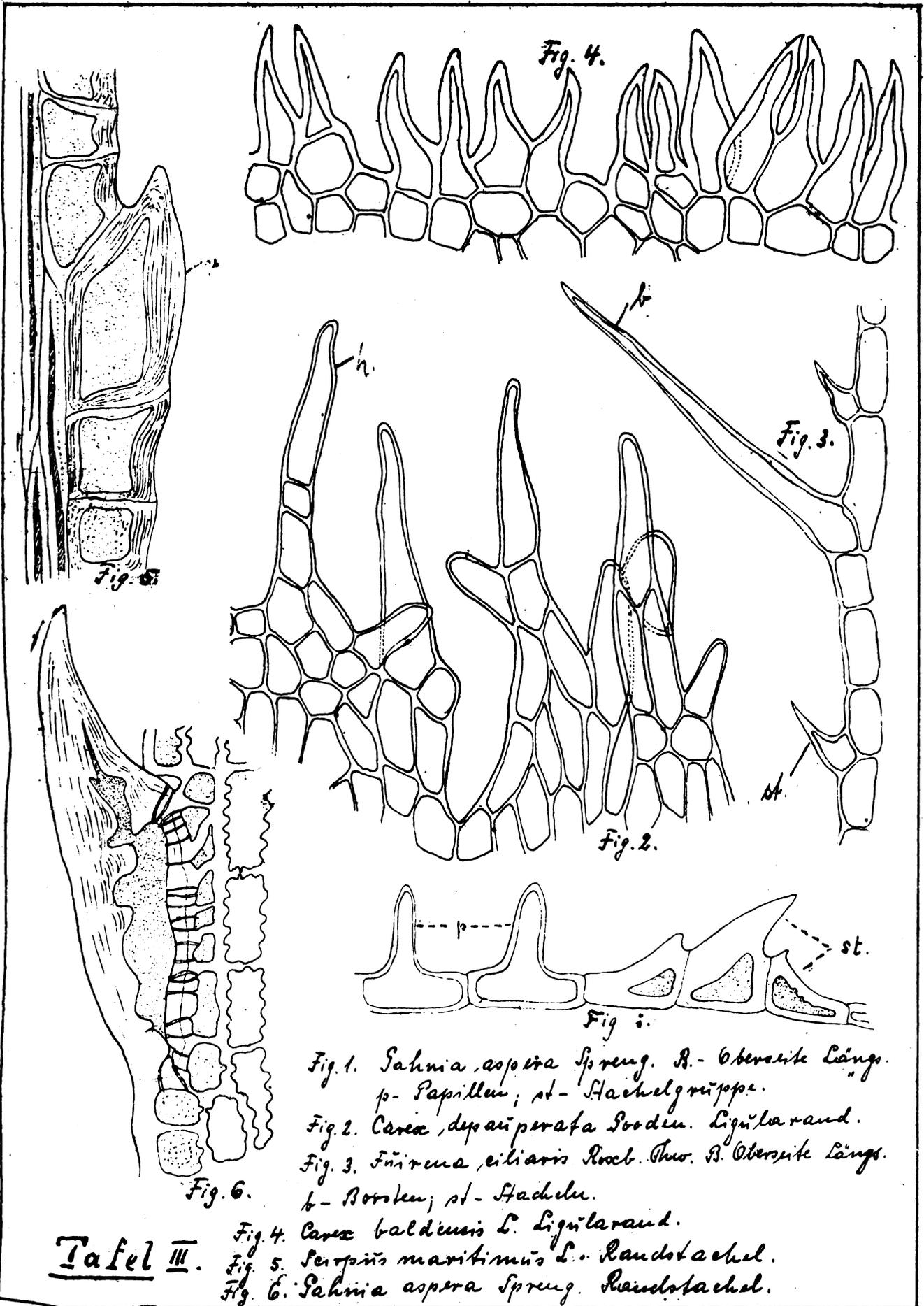
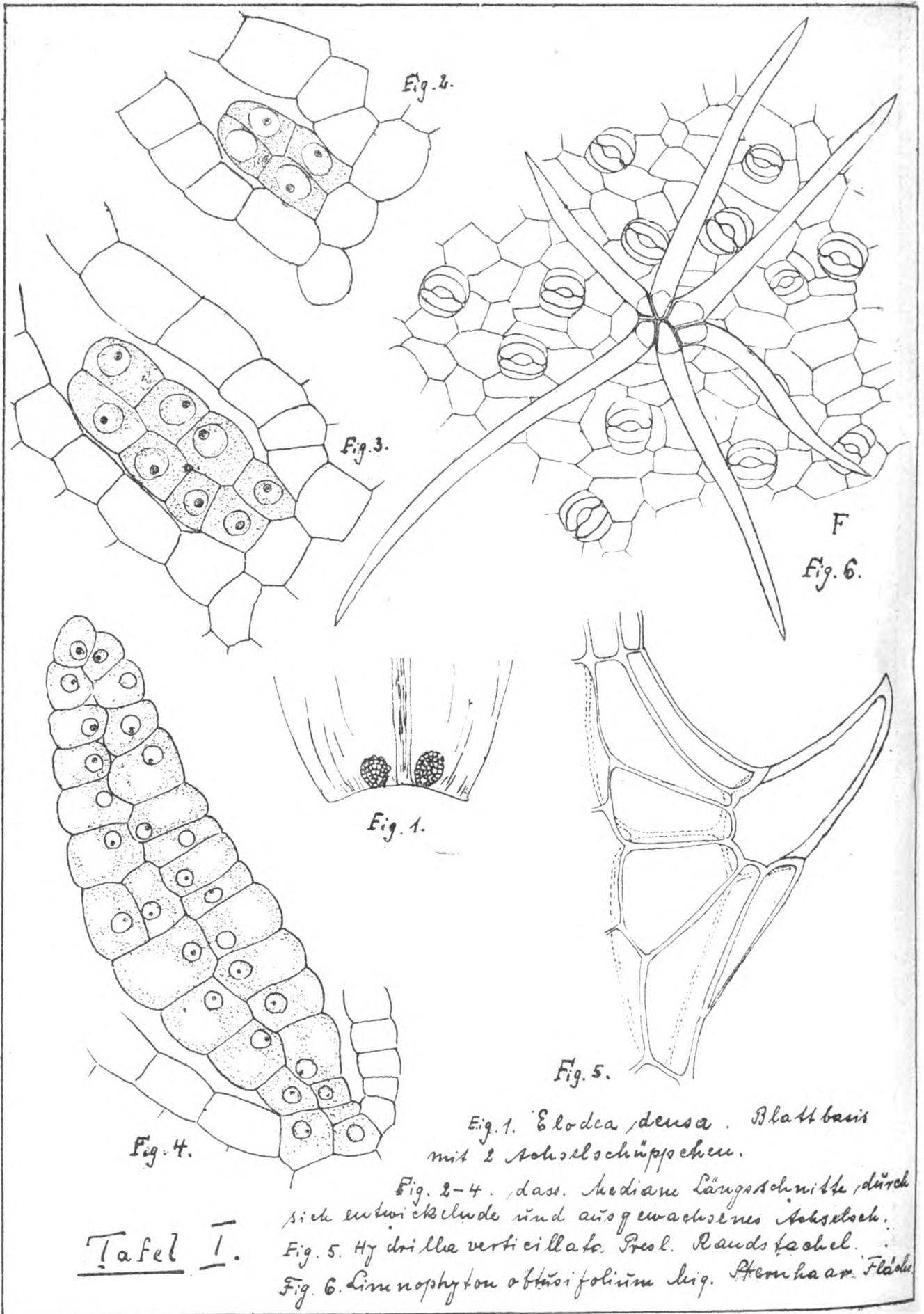


Fig. 1. *Sahnia aspera* Spreng. B. - Oberseite Längs.
 p - Papillen; st - Haichelgruppe.
 Fig. 2. *Carex depauperata* Boaden. Ligularrand.
 Fig. 3. *Funaria ciliaris* Roeb. Thun. B. Oberseite Längs.
 b - Borsten; st - Haichel.
 Fig. 4. *Carex baldensis* L. Ligularrand.
 Fig. 5. *Scirpus maritimus* L. Randotachel.
 Fig. 6. *Sahnia aspera* Spreng. Randotachel.

Tafel III.



Tafel I.

Fig. 1. *Elodea densa*. Blattbasis mit 2 Achselknospen.

Fig. 2-4. dass. mediane Längsschnitte durch sich entwickelnde und ausgewachsene Achselh.

Fig. 5. *Hydrocharitaceae*. Presl. Randfächer.

Fig. 6. *Limnophyton obtusifolium* Sieg. Stammhaar. Fläche

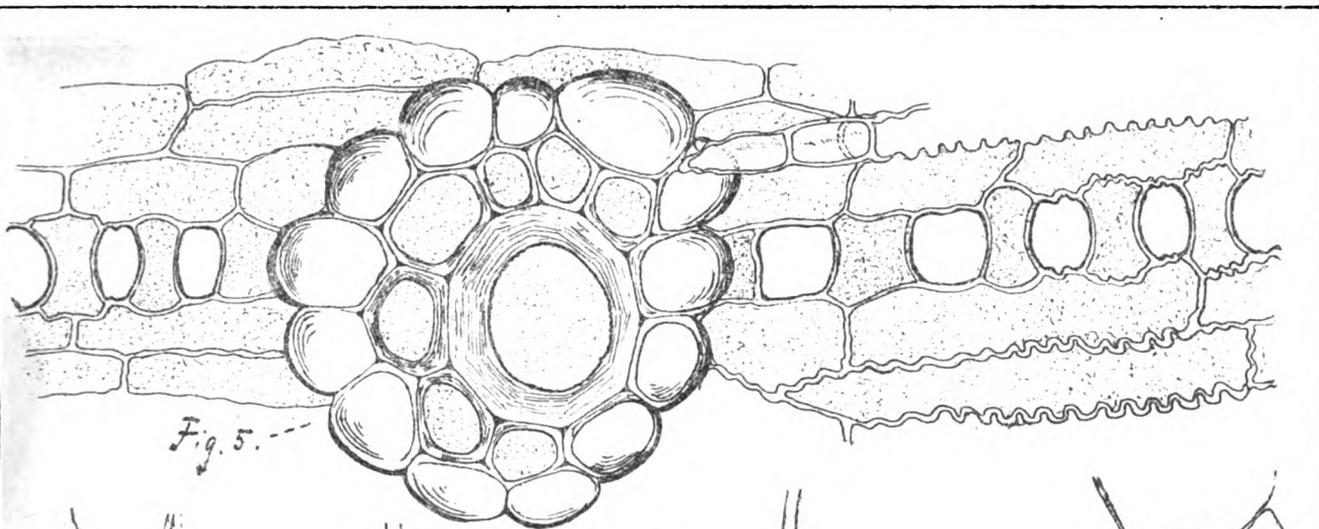


Fig. 5.

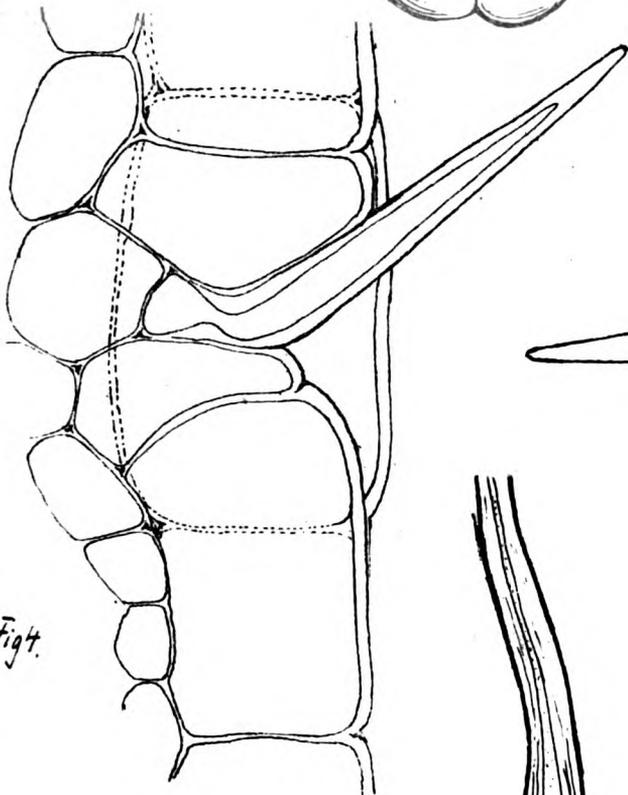


Fig. 4.

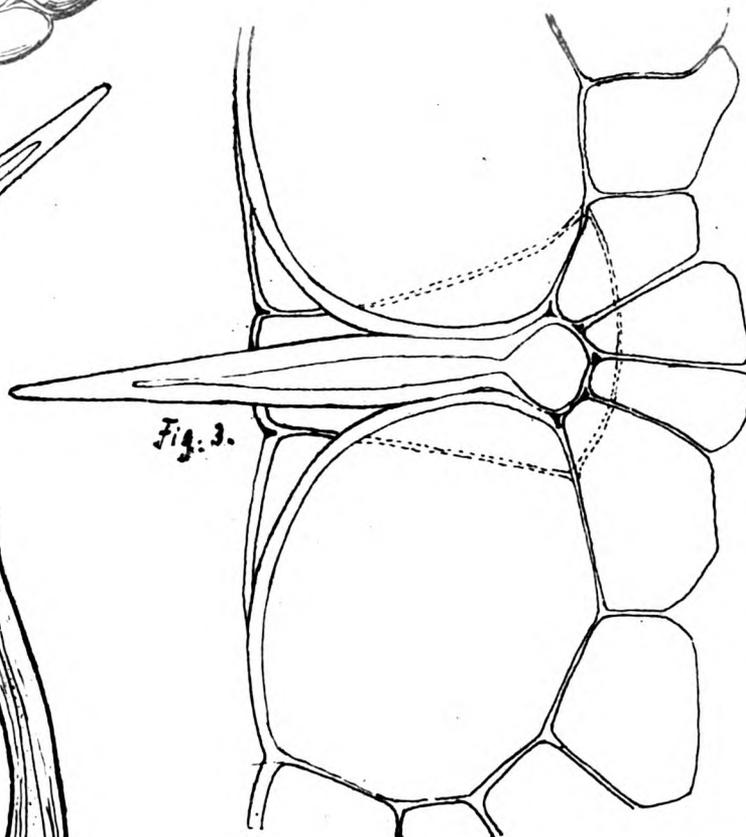


Fig. 3.

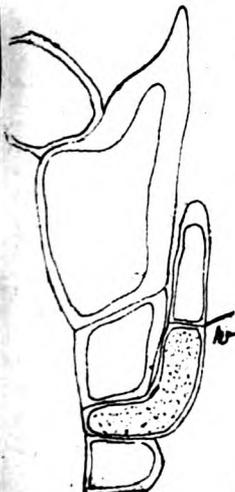


Fig. 6.

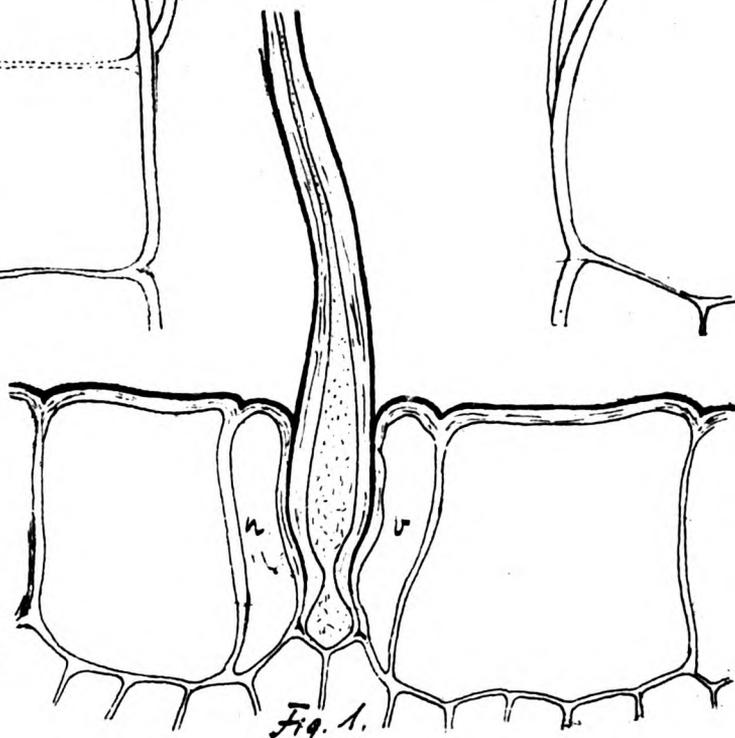


Fig. 1.

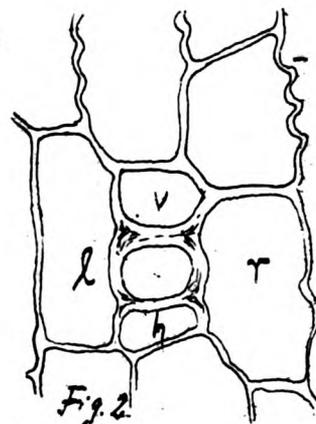
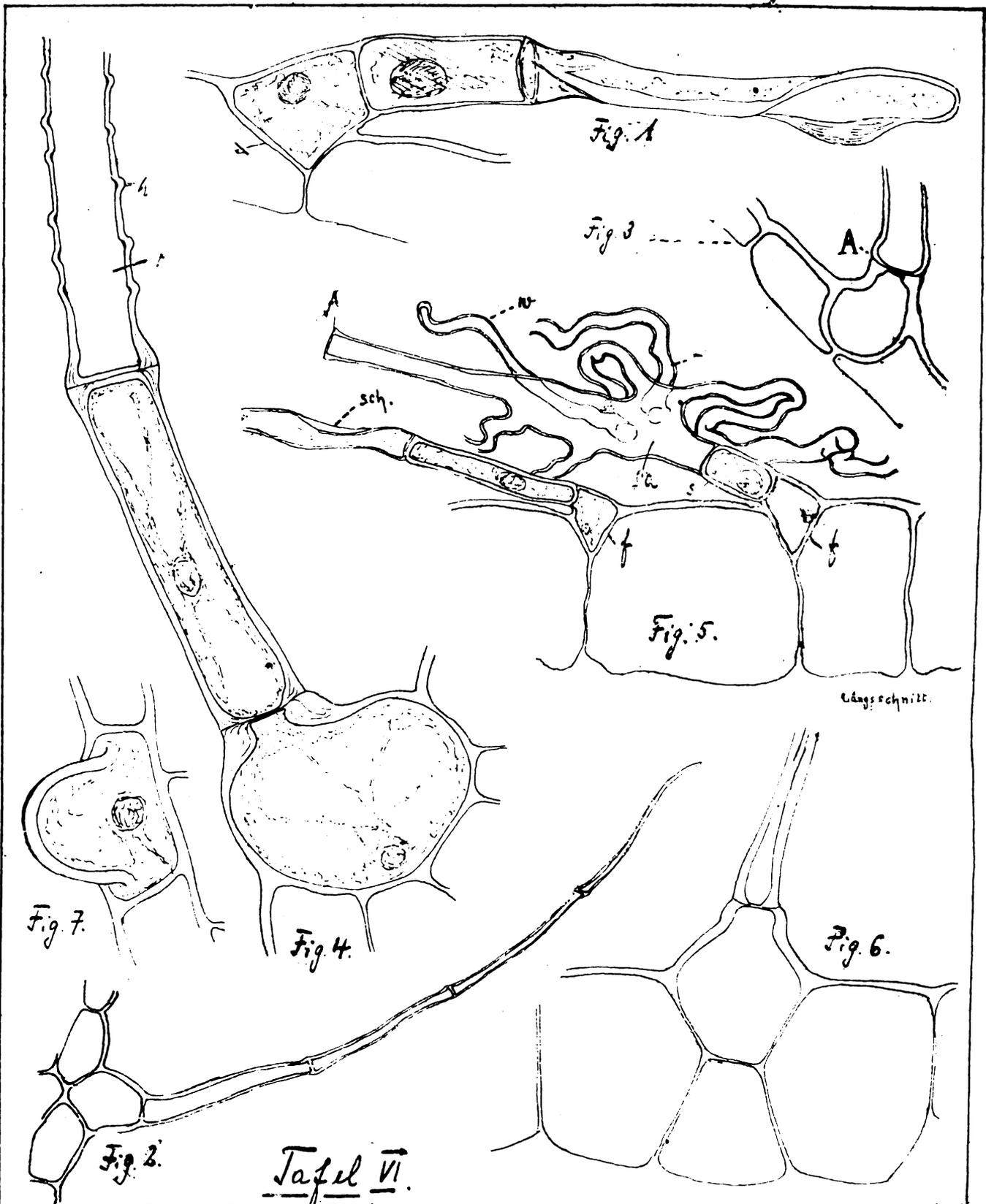


Fig. 2.

Tafel V. Polsterhaare und Haare mit Nebenzellen. Erklärungen siehe Text. (Gramineen)



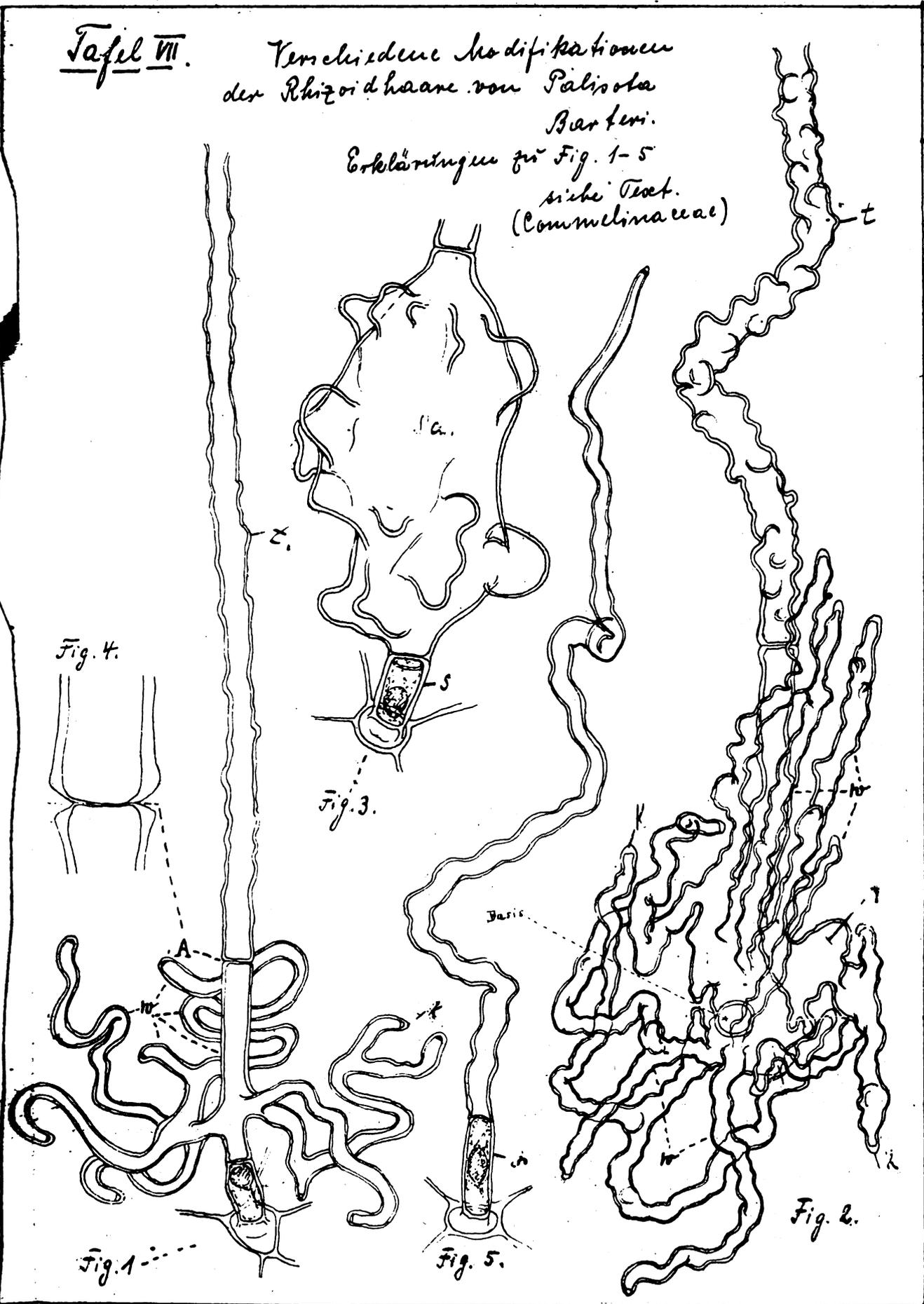
Tafel VI.

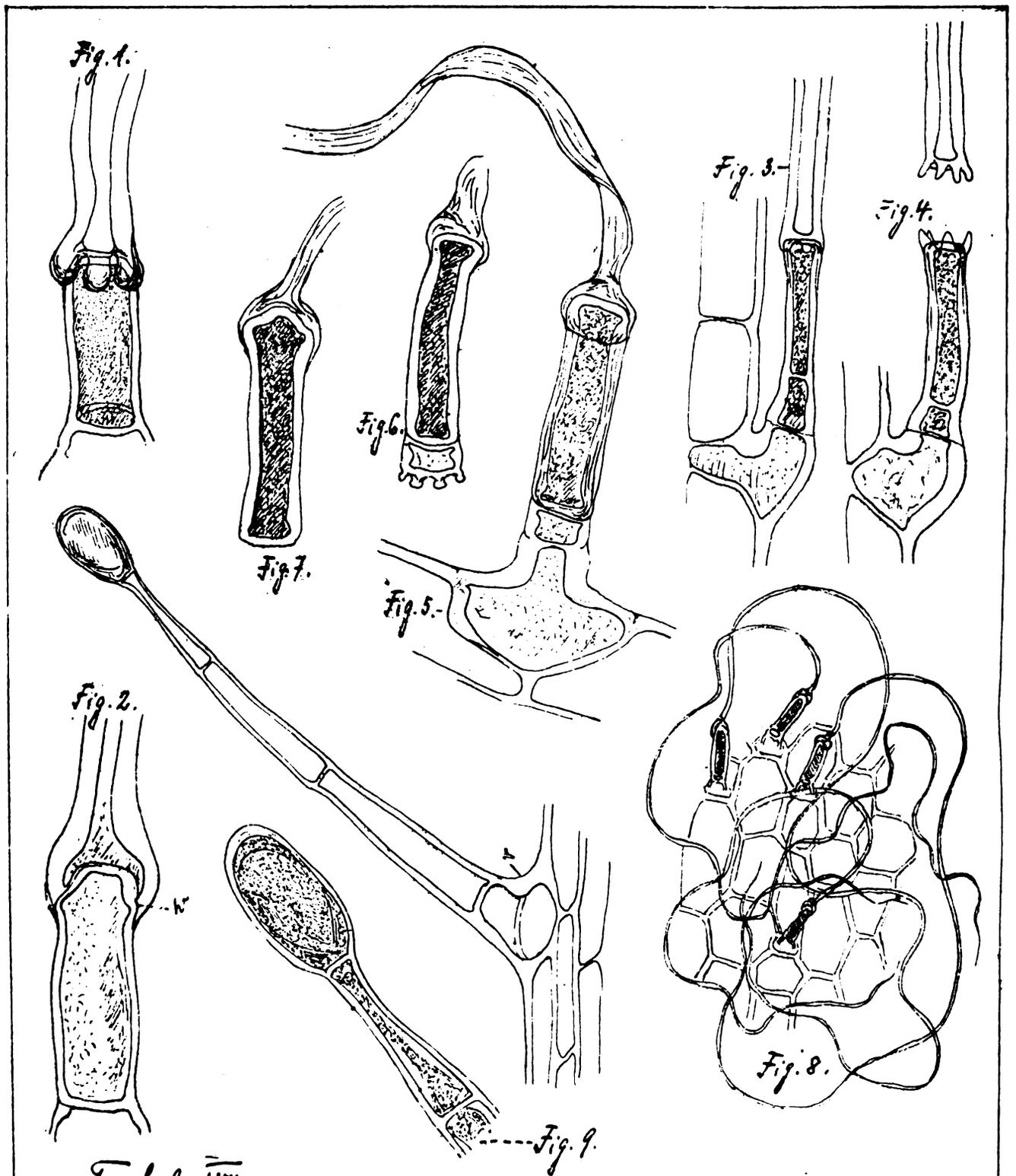
Fig. 1. *Tradescantia virginica* - Altes Schlammhaar. Längsschnitt
 Fig. 2. *Tr. nana* - Wimperhaar, des L-Randes. - Fig. 3. *Spironema fragrans* - Randwimper. - Fig. 4. *Palisota Barleri* - Randwimper. - Fig. 5. *P. B. B.* - Oberseite Längsschnitt mit Schleim (sch) - und Rhizoidhaar (rh). - Fig. 6. *Tradesc. mertensiana* - Borste im Querschnitt. - Fig. 7. *Tr. virginica* - Papille, des Blattrandes.

Tafel VII.

Verschiedene Modifikationen
der Rhizoidhaare von *Palisota*
Barkeri.

Erklärungen zu Fig. 1-5
siehe Text.
(Commelinaceae)





Tafel VIII. Fig. 1-2. *Cyanotis nodiflora* Kunth. Borstentypisches Pitschenhaar. Fig. 3-4. *C. villosa* Schult. desgl. Fig. 4. Bruch. Fig. 5-8. *C. fasciculata* Schult. Fig. 5. Längsschnitt. Fig. 6 u. 7. Bruch an verschiedenen Stellen. Fig. 8. Einige Pitschenhaare in Flächenansicht. - Fig. 9. *Cartonema spicatum* L. Br. Köpfchenhaar.

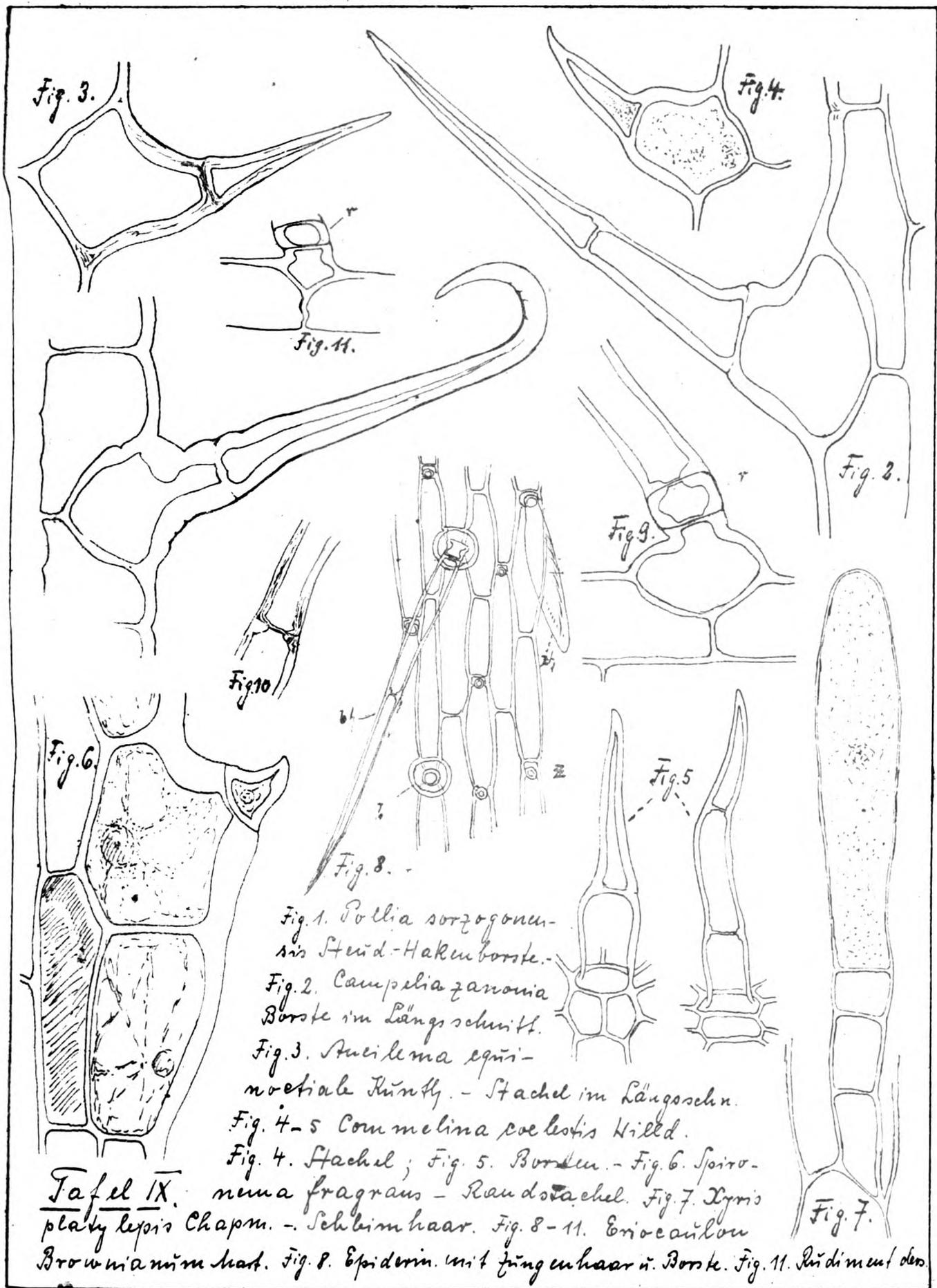


Fig. 1. *Pollia sorzogonensis* Steud. - Hakenborste.

Fig. 2. *Campelia zanonia* Borste im Längsschnitt.

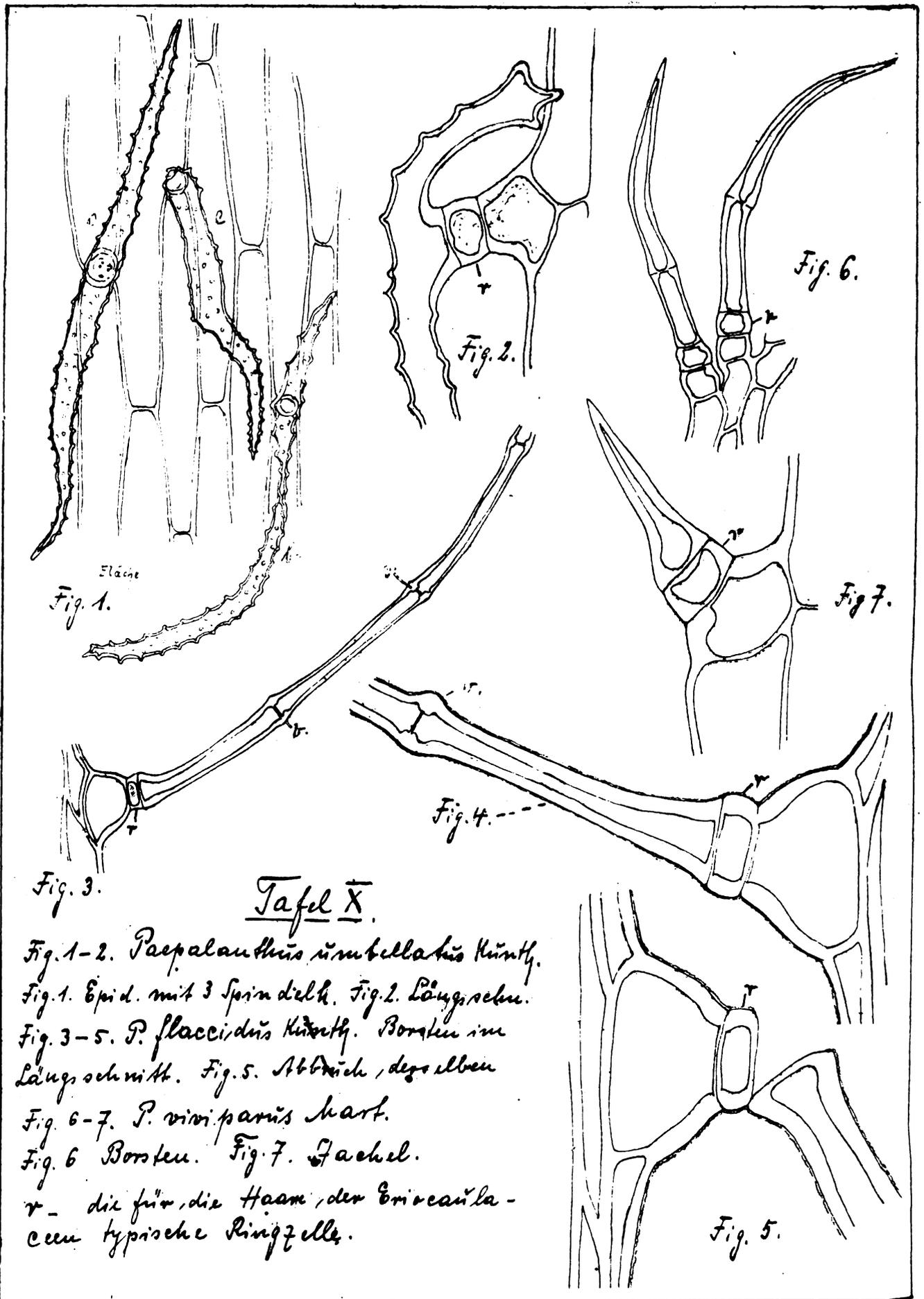
Fig. 3. *Aneilema equinoetiale* Kunth. - Stachel im Längsschn.

Fig. 4-5 *Commelina coelestis* Willd.

Fig. 4. Stachel; Fig. 5. Borsten. - Fig. 6. *Spiranoma fragrans* - Randstachel.

Tafel IX. *Lymis platylepis* Chapm. - Schwimmhaar.

Fig. 8-11. *Eriocaulon Brownianum* Mart. Fig. 8. Epiderm. mit jungenhaar u. Borste. Fig. 11. Rudiment des.



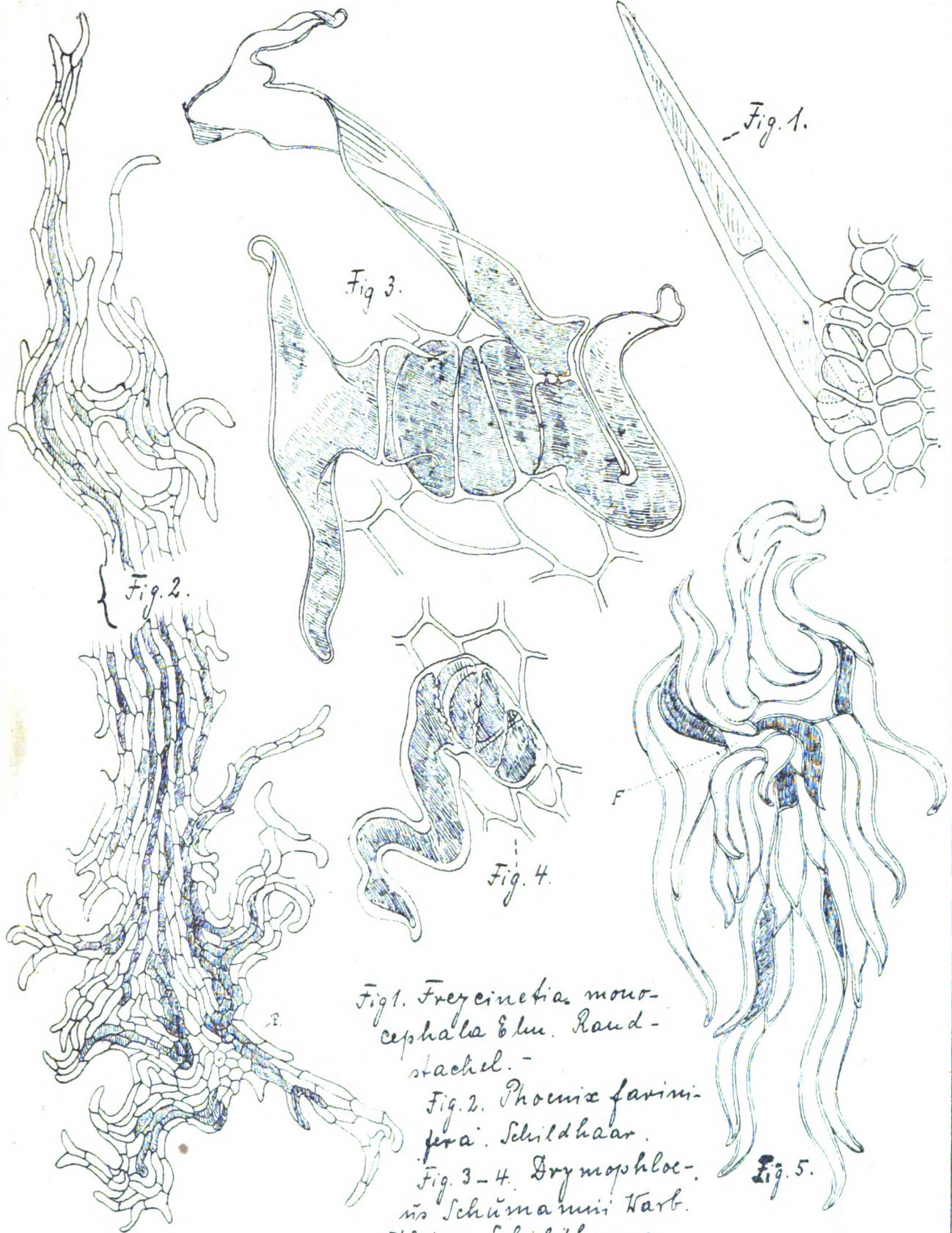


Fig. 1. *Freycinetia monocephala* Blu. Randstachel.

Fig. 2. *Phoenix farinifera*. Schildhaar.

Fig. 3-4. *Drymophloeus Schumannii* Hartb. Kleine Schildhaare.

Fig. 5. *Rhapis flabelliformis* L'Herit. Schildhaar.
(Fig. 2-5 alle Haare in Flächenansicht.)

Tafel XI.

17.

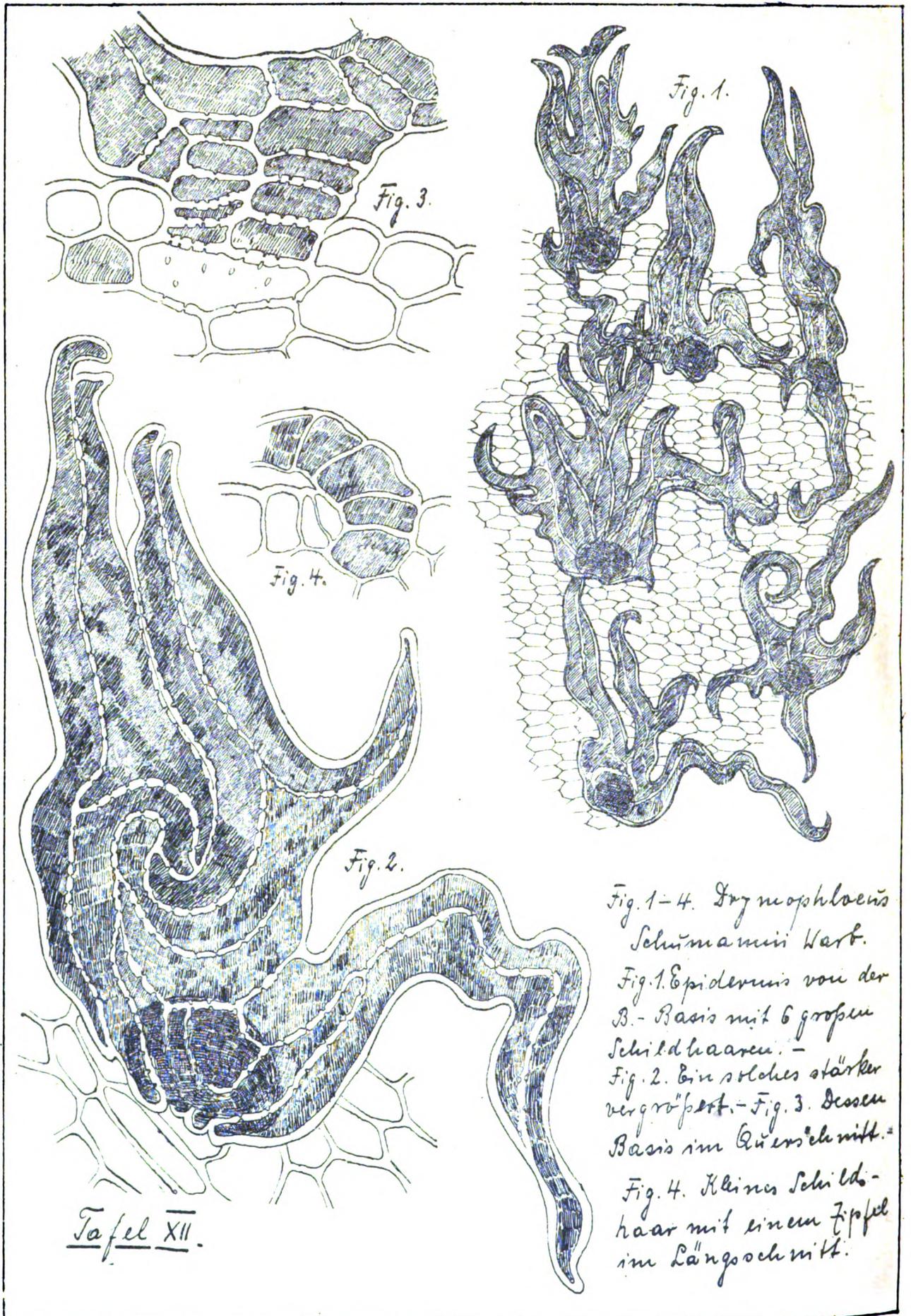
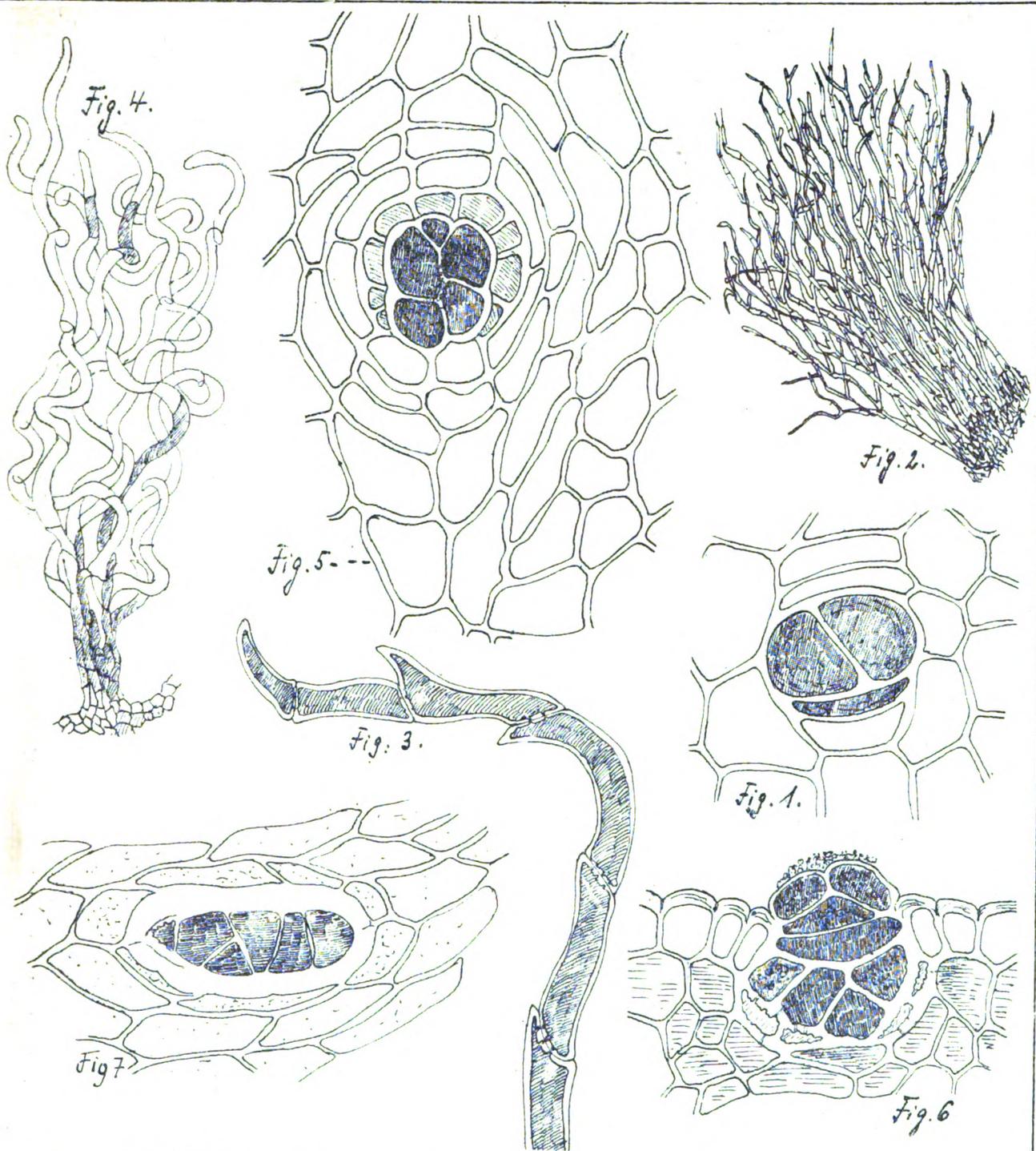


Fig. 1-4. *Gymnophloeus Schumanni* Hart.
 Fig. 1. Epidermis von der B.- Basis mit 6 großen Schildhaaren. -
 Fig. 2. Ein solches stärker vergrößert. - Fig. 3. Dessen Basis im Querschnitt. -
 Fig. 4. Kleines Schildhaar mit einem Zipfel im Längsschnitt.



Tafel XIII.

Fig. 1. *Dymoploëus Schumaueri* Hart.
Trichom ohne Spitze.

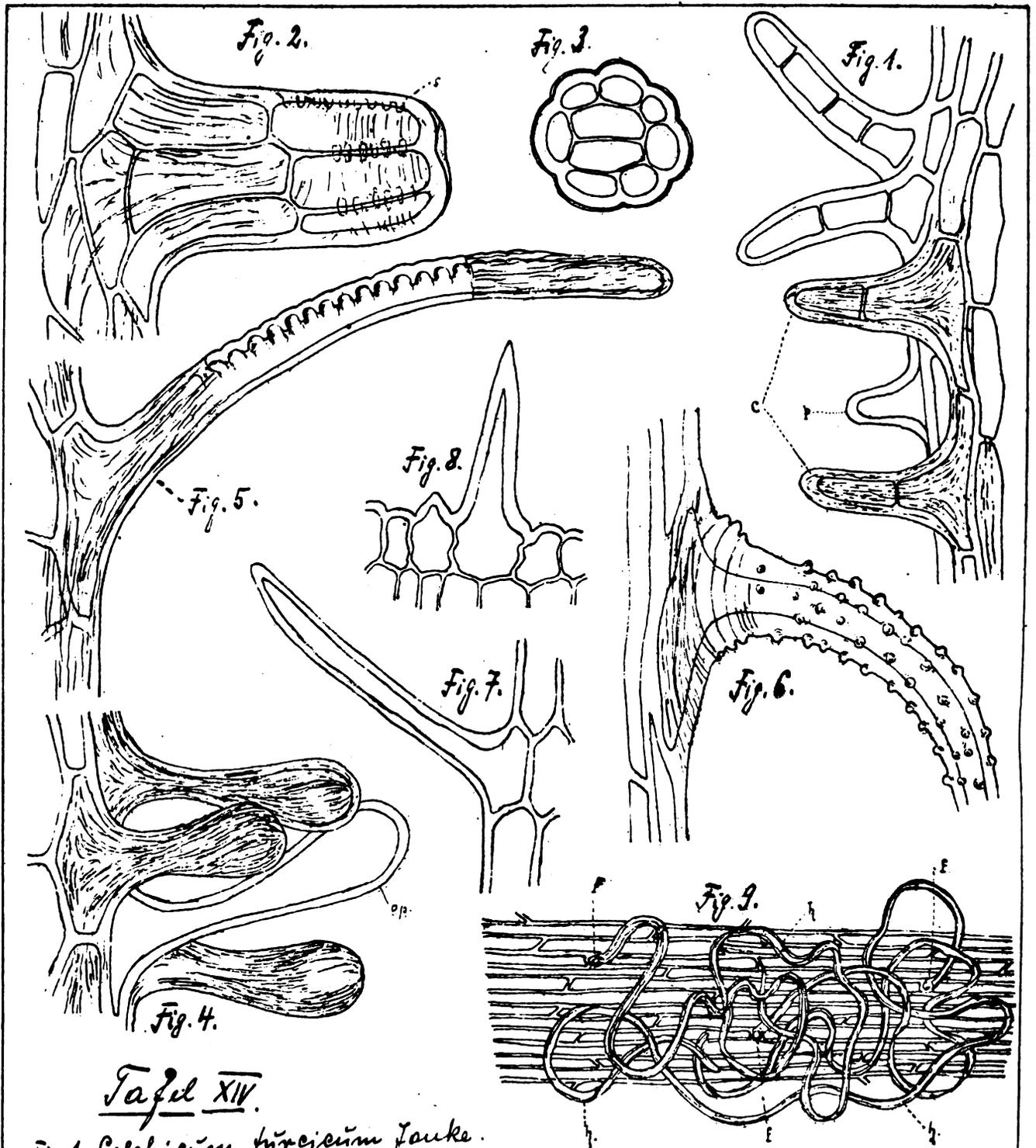
Fig. 2-3. *Metroseylon Rumpfii* Hart. Büschelhaar. - Fig. 3. Spitze eines solchen.

Fig. 4. *Chamætrips humilis* L. Büschelh.

Fig. 5-6. *Keutia microcarpa* Hart. Drüse. Fig. 5. Flächenansicht. Fig. 6. Querschnitt.

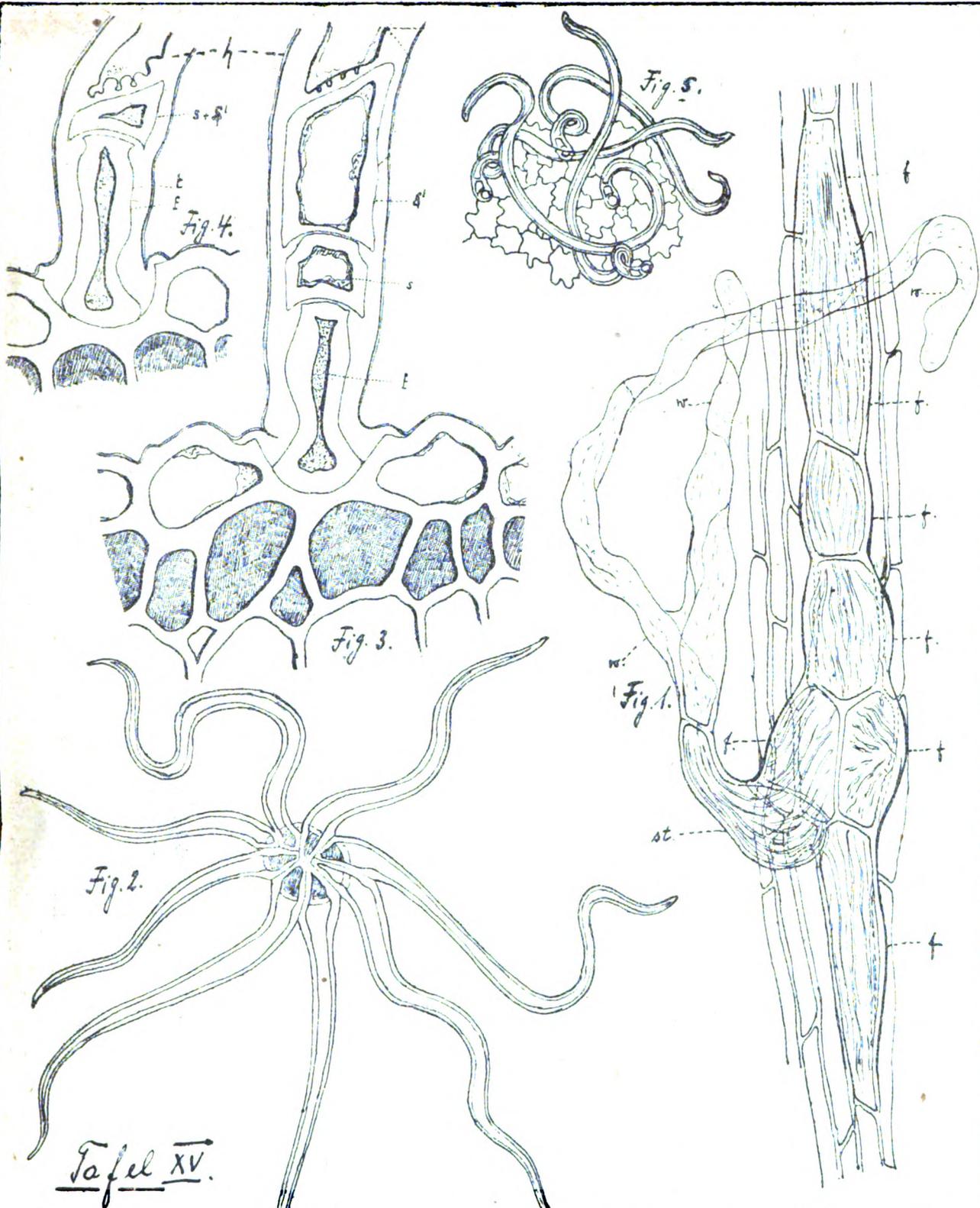
Fig. 7-8. *Pinanga insignis* Becc. Drüse. (wie 5 u. 6). -

[schneitt. -



Tafel XIV.

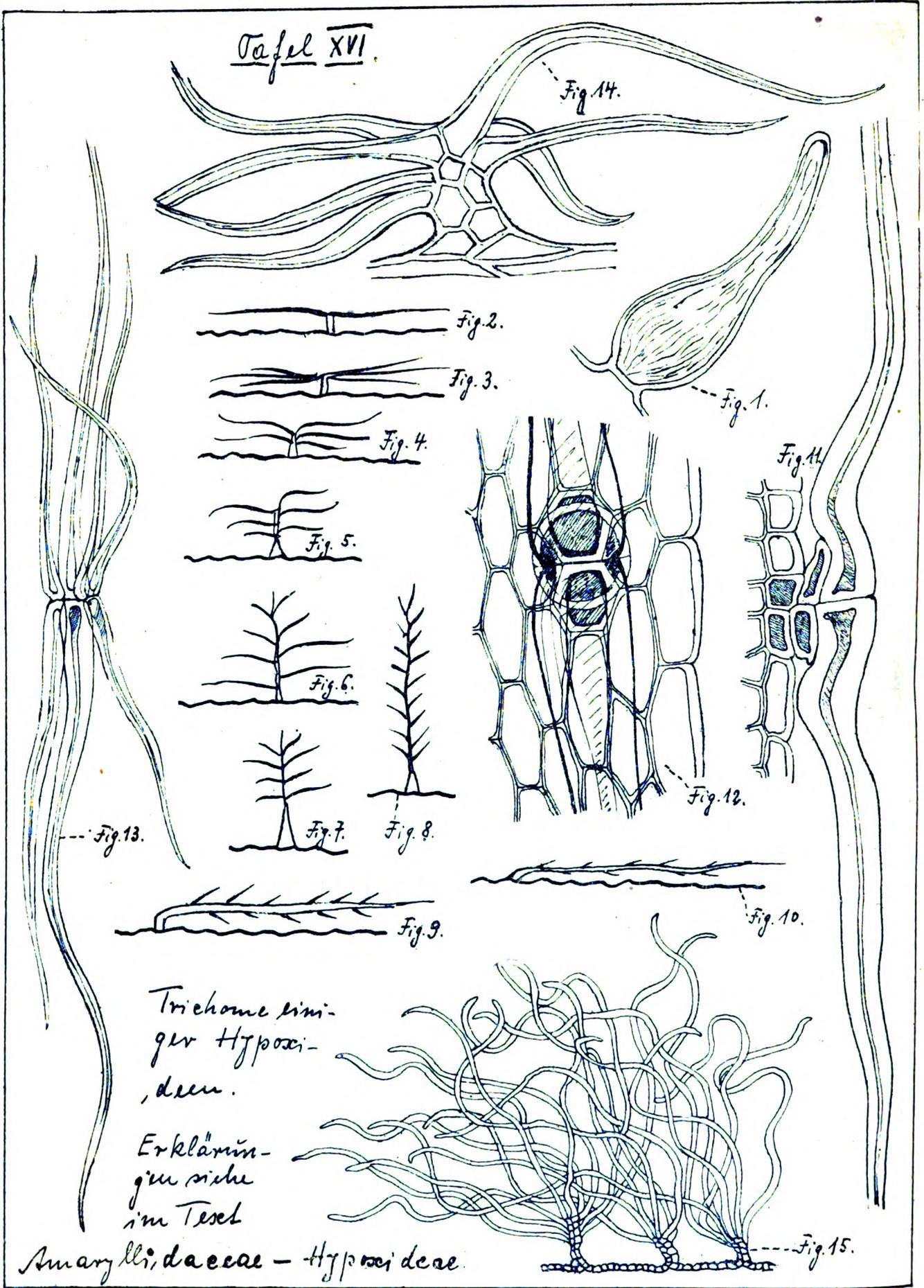
- Fig. 1. *Colechicum tuncicum* Jauke.
B.-Rand mit Papillen und Haaren. -
- Fig. 2-3. *Tofieldia glutinosa* Pers. Einigung im Profil (2) und von oben (3). -
- Fig. 4. *Lilium chalcidonicum* L. Papillen, des Blattrandes. -
- Fig. 5. *Lloydia gracca* Endl. Randhaar, der B.-Basis. - Fig. 6. *Allium cicutatum* Sieber. Haar, des B.-Randes. - Fig. 7. *Tulipa mabeolus* Rebonit. Randhaar. - Fig. 8. *Asparagus capensis* L. Hauchel im Querschnitt.
- Fig. 9. *Medeola virginica* L. Epidermis von, der Unterseite, der Blattoberseite mit Hohlhaaren.



Tafel XV.

Fig. 1. *Lilium croceum* Chais. Wollhaar, des Blüthenstängels.
 Fig. 2. *Eriosperrimum paradoxum* Ker. Stengelhaar.
 Fig. 3 - 5. *Smilax pumilia* Hall. - Fig. 3. Vierzelliges Fitzhaar im Querschnitt. - Fig. 4. Dreizelliges. Fig. 5. Vier Fitzhaare in Flächenansicht.

Tafel XVI.

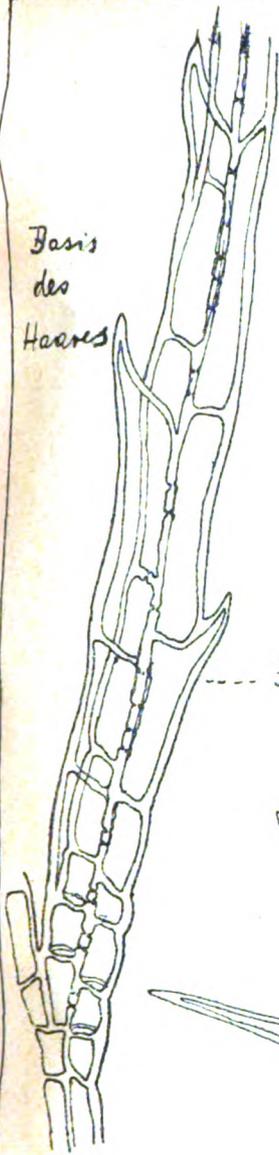


Trichome lini-
ger Hypoxi-
deen.

Erklärin-
gen siehe
im Text

Amaryllidaceae - Hypoxiidae

Tafel XVII.



Basis
des
Haares

Fig. 4.

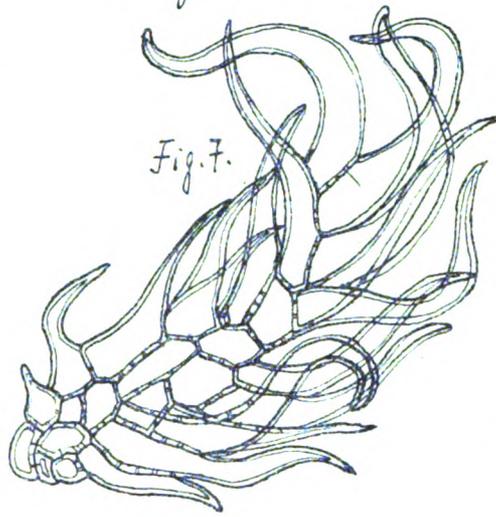


Fig. 7.



Fig. 6.



Spitze
des Haa-
res.

Fig. 3.

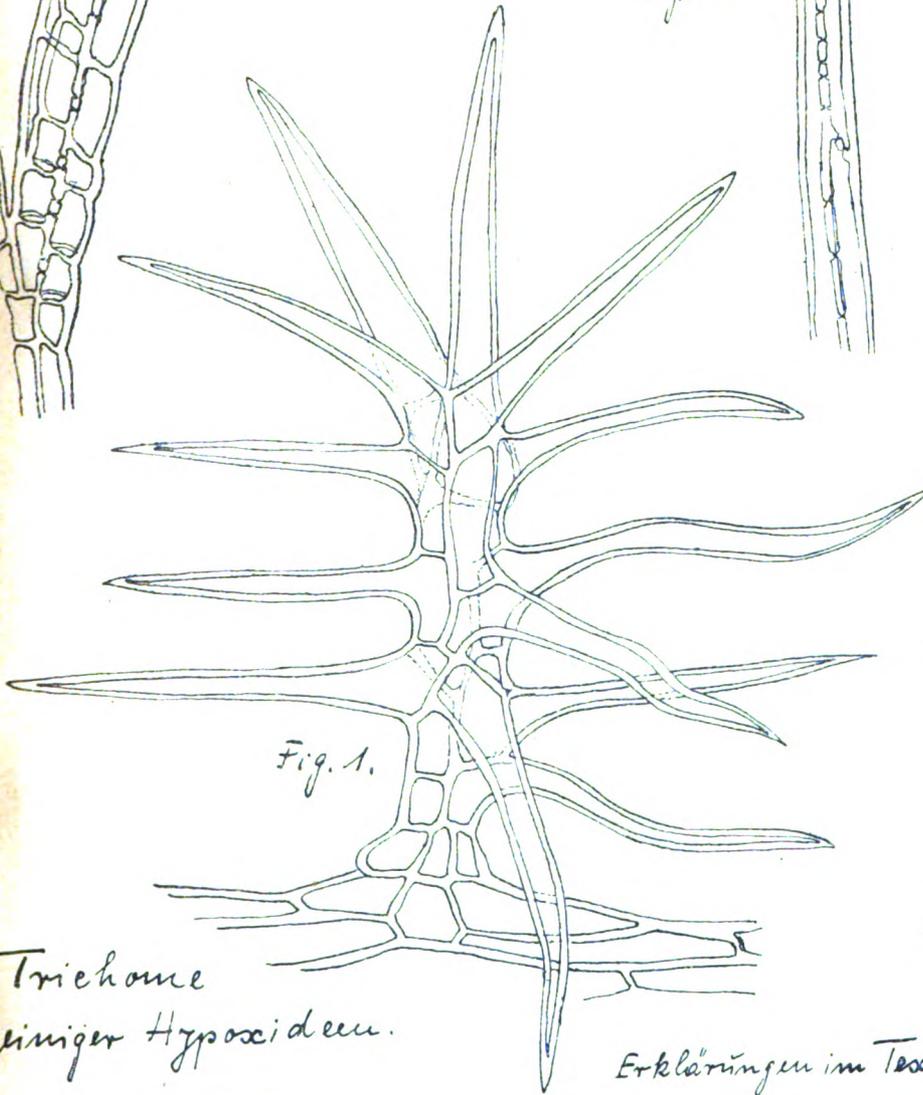


Fig. 1.

Trichome
einiger Hypoxidaceen.

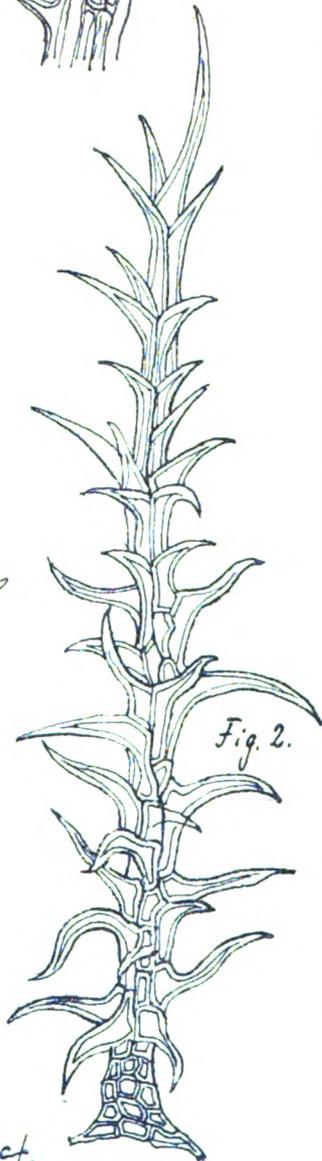
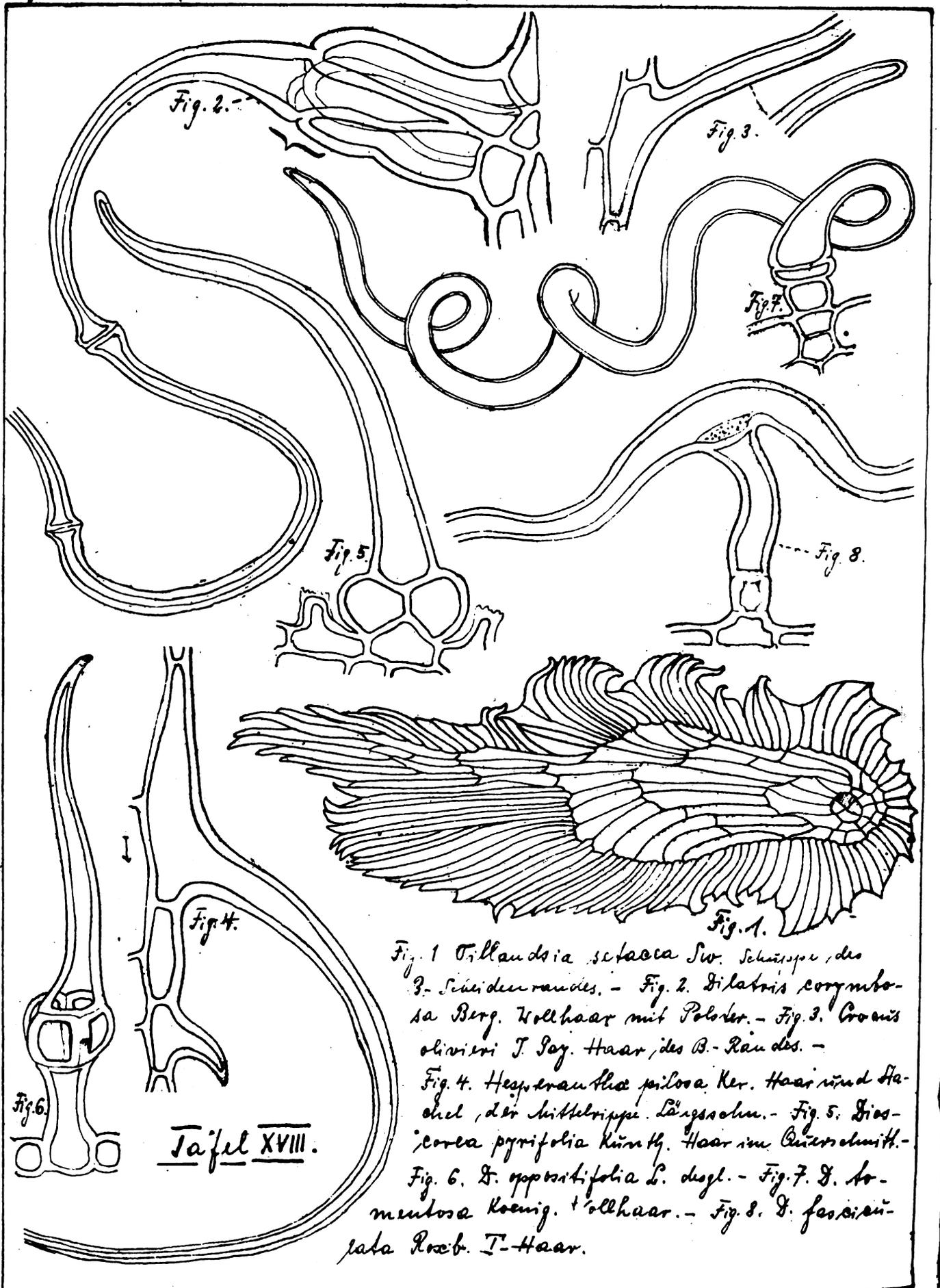
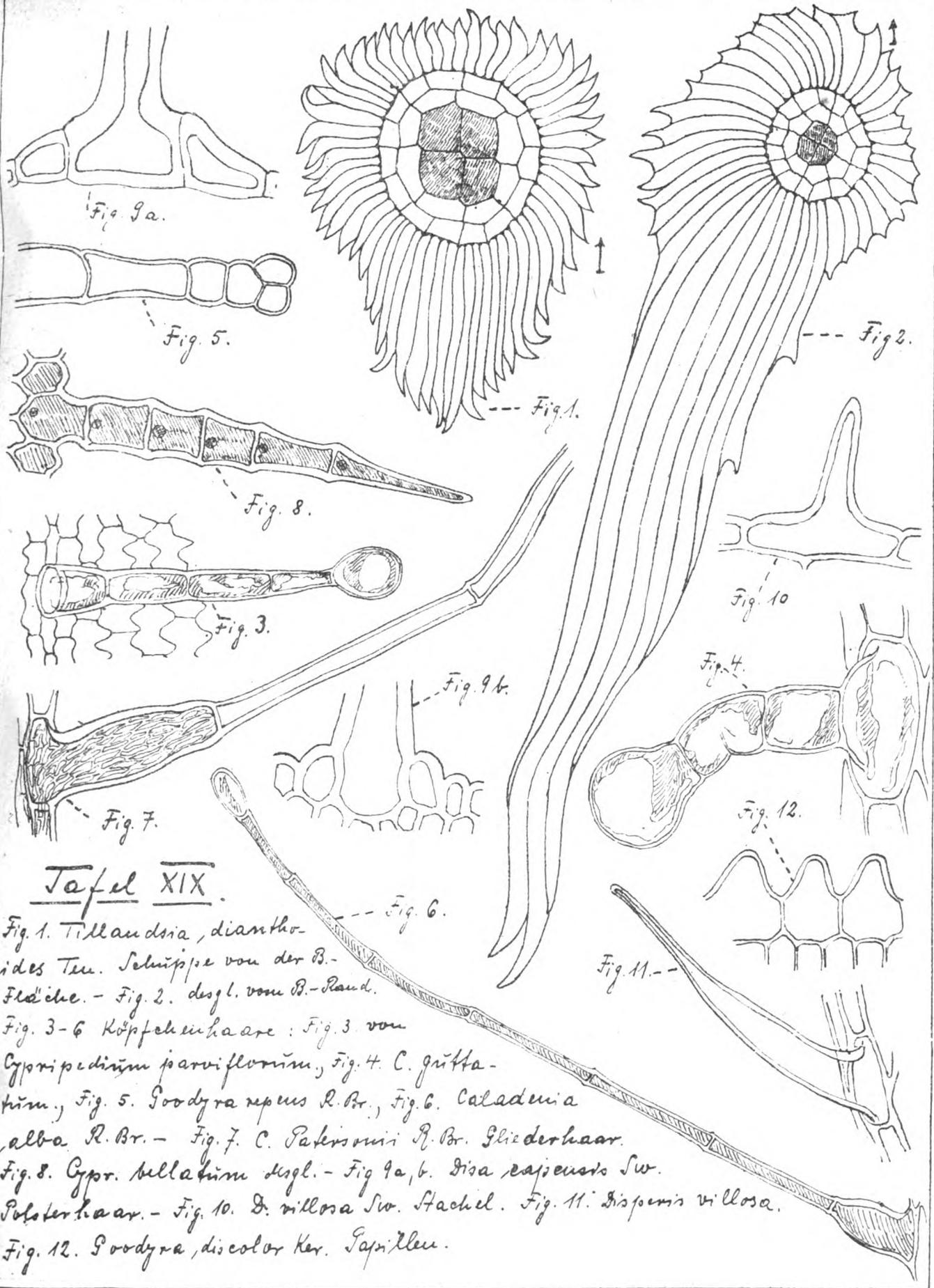


Fig. 2.

Erklärungen im Text.





Tafel XIX.

Fig. 1. *Tillandsia*, dianthoides Teil. Schnipfe von der B.-Fläche. - Fig. 2. desgl. von B.-Rand.
 Fig. 3-6 Köpfchenhaare: Fig. 3 von *Cypripedium parviflorum*, Fig. 4. *C. guttatum*, Fig. 5. *Goodyra repens* R. Br., Fig. 6. *Caladenia alba* R. Br. - Fig. 7. *C. Patersonii* R. Br. Gliederhaar.
 Fig. 8. *Cyp. bellatum* desgl. - Fig. 9a, b. *Disa rajensis* Sw. Polsterhaar. - Fig. 10. *D. villosa* Sw. Hachel. Fig. 11. *Disperis villosa*.
 Fig. 12. *Goodyra, discolor* Ker. Papilleu.

