

Zur Entwicklungsgeschichte und Biologie der Acanthaceen.

Von **Albert Hartmann.**

Mit 1 Tafel.

Über die große Familie der Acanthaceen, die mehr als 2000 Vertreter umfaßt, finden sich in der Literatur wenig Angaben. Was zunächst die Entwicklungsgeschichte der Blüte anlangt, so gibt Payer eine Schilderung von *Acanthus mollis*; von da ab hat sich niemand mehr mit diesem Gegenstand befaßt. Planchon versuchte eine Entwicklungsgeschichte des Samens der Acanthaceen zu geben. Über die Morphologie des Fruchtknotens und der Samenanlage, der Frucht und des Samens hat van Tieghem einiges veröffentlicht, Schaffnit hat über die Anatomie der Acanthaceen-Samen gearbeitet. Für die Samenentwicklung ergeben sich aus diesen Arbeiten wenig wertvolle Aufschlüsse. Hofmeister hat sich zweimal mit der Untersuchung eines Vertreters aus der Familie beschäftigt, nämlich *Acanthus spinosus* und *A. mollis*. Über Bestäubungsverhältnisse in kleistogamen Blüten finden sich spärliche Angaben in Arbeiten von Burck, Ritzrow und Scott. Was über die Bestäubungsverhältnisse an chasmogamen Blüten bekannt ist, hat Goebel in den Entfaltungsbewegungen kritisch betrachtet und ergänzt. Die Symmetrieverhältnisse haben eine eingehendere Behandlung erfahren durch Arbeiten von Goebel, Wichura und anderen, die sich in erster Linie mit der Anisophyllie beschäftigten.

Es soll nun Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein, die vorhandenen Angaben nachzuprüfen und die Kenntnis der Blütenentwicklung, der Bestäubungsverhältnisse und der Samenentwicklung zu erweitern, soweit dies an Hand von Gewächshausmaterial möglich ist, da die Familie bis auf vereinzelte, mediterrane Arten tropisch ist. Ich beginne mit der Schilderung der Blütenentwicklung und setze an den Anfang diejenigen Formen, die in bezug auf die Zahl der Blütenorgane am besten ausgestattet sind,

1. *Crossandra undulaefolia* (Fig. 1).

Der Blütenstand dieser Art ist sehr einfach. Die Blüten sitzen in den Achseln der dekussierten Deckblätter. Jede Blüte ist begleitet von zwei Vorblättern, die vor der Kelchanlage auffallende Größenunterschiede aufweisen. Diese Differenzen sind nicht auf ungleichzeitige Anlage zurückzuführen, an ausgewachsenen Blüten sind sie nicht mehr festzustellen.

Im Kelchblattkreis kommen sechs Glieder zur Anlage. Im ausgewachsenen Zustand scheint zwar auf der adaxialen Seite nur ein Kelchblatt zu stehen, aber es lassen sich daran häufig zwei Zipfel unterscheiden und außerdem wird dieses Blatt stets von zwei Gefäßbündeln durchzogen. Zuerst erscheint das Paar der abaxialen, dann das der adaxialen Kelchblätter. Jedes Anlagenpaar beginnt sich bald auf der gemeinsamen Basis zu erheben. Zuletzt erscheinen die lateralen Kelchblätter. An der ausgewachsenen Blüte sind nur mehr unbedeutende Größenunterschiede festzustellen. Der Umstand, daß das sonst meist in Einzahl zur Anlage kommende, adaxiale Kelchblatt durch zwei Primordien ersetzt wird, ist verständlich, wenn man sich die Größe des diesem Primordium zugehörigen Sektors am Vegetationspunkt vor Augen hält. Die untergeordnete Bedeutung dieses Umstands für den Gesamtaufbau der Blüte erhellt daraus, daß der Blumenblattkreis fünfgliedrig zur Anlage kommt. Die unteren drei Kronblätter treten gegenüber den oberen bald in gesteigertes Wachstum ein, so daß eine ausgesprochen dorsiventrale Blüte resultiert. Eine eigentliche Oberlippe fehlt. Denn die zwei adaxialen Blumenblätter erscheinen nur als seitliche Ausbuchtungen der Unterlippe. Alternierend mit den fünf Kronblättern erscheinen fünf Staubblätter, davon vier gleichzeitig, nach ihnen das fünfte, adaxiale. Das letztere wächst nur ganz kurze Zeit mit und wird bald so unauffällig, daß es in der ausgebildeten Blüte nicht mehr aufzufinden ist. Von den zwei Fruchtblättern ist schon frühzeitig das abaxiale gefördert. Der untere Narbenlappen ist demzufolge größer.

2. *Eranthemum albo-maculatum* (Fig. 2).

Der Blütenstand entspricht dem von *Crossandra*. Die Kelchkreisanlage vollzieht sich so, daß ohne wahrnehmbares Zeitintervall zwei abaxiale und zwei adaxiale Kelchblätter auftreten. Jedes Blattpaar beginnt bald auf der gemeinsamen Basis emporgehoben zu werden, d. h. vordere und hintere Kelchblätter sind im ausgebildeten Zustand verwachsen. Zuletzt erscheinen die lateralen Kelchblätter. Wir haben also auch hier sechs Kelchblätter, jedoch bildet diese Art schon einen

Übergang zu den folgenden, weil die „Spaltung“ dadurch mehr verwischt ist, daß die zwei Anlagen schon frühzeitig gemeinsam wachsen. Der Blumenblattkreis wird fünfgliedrig angelegt. Die Wachstumsförderung liegt auch hier auf der abaxialen Seite, ist aber so unbedeutend, daß die ausgebildete Blüte kaum als zweilippig bezeichnet werden kann. Auch das Androezeum kommt fünfgliedrig zur Anlage. Vier Staubblätter erscheinen gleichzeitig, danach das fünfte auf der adaxialen Seite, es wächst etwas heran, bleibt aber bald so zurück, daß in der fertigen Blüte nichts mehr davon zu sehen ist. Der Fruchtblattkreis bietet nichts besonderes.

3. *Eranthemum Lindeni* (Fig. 3).

Der Blütenstand ist wie bei der vorhergehenden Art. Der Kelchblattkreis kommt fünfgliedrig zur Anlage. Zwar ist das adaxiale Kelchblatt viel größer als die anderen und sitzt auch an der ausgebildeten Blüte mit breiterer Basis auf, aber es zeigt keine Spaltung mehr in zwei Primordien. Das adaxiale und die zwei abaxialen Kelchblätter werden gleichzeitig oder höchstens mit einem ganz geringen Zeitintervall sichtbar. Erheblich nachher entstehen die lateralen Kelchblätter. Dann wird der Vegetationspunkt fünfeckig und gliedert gleichzeitig fünf Blumenblattanlagen aus. Eine wenig ausgesprochene Wachstumsförderung auf der Unterseite macht die Blüte schwach zweilippig. Das Androezeum wird ebenfalls fünfgliedrig angelegt. Das adaxiale Staubblatt hinkt zeitlich nach, bleibt kurze Zeit sichtbar und verkümmert dann.

4. *Eranthemum tuberculatum*.

Die Blüten sitzen in den Achseln von Blättern, die durch lange Internodien getrennt sind. Zwei auf gleicher Höhe stehende Blüten, also solche, die in den Achseln der zwei Blätter des einen Knoten bildenden Blattpaares sitzen, befinden sich nie auf gleicher Entwicklungshöhe. Die Blüten sind innerhalb zweier Orthostichen gefördert und auf zwei dazu rechtwinklig gekreuzten Orthostichen gemindert im Zusammenhang mit den bei den Acanthaceen vorhandenen Symmetrieverhältnissen (Goebel). Die Anlage des Kelchs scheint nichts besonderes zu bieten. Der Blumenblattkreis wird ähnlich angelegt wie bei *Er. Lindeni*. Im Staubblattkreis fehlt jegliche Anlage eines fünften, adaxialen Staubblattes. Die vier zur Anlage kommenden erscheinen nicht gleichzeitig. Die hinteren werden später sichtbar als die vorderen, wachsen nur wenig heran und treten bald so wenig mehr hervor, daß sie in der ausgebildeten Blüte nicht mehr aufzufinden sind. Es zeigt

sich also, daß die schon öfter festgestellte Minderung im adaxialen Teil des Staubblattkreises auch die bei den beiden anderen untersuchten Arten der Gattung noch vorhandenen zwei Staubblätter der Hinterseite ergriffen hat.

5. *Aphelandra aurantiaca* (Fig. 4).

Die Infloreszenz ist eine Ähre mit streng dekussierter Stellung der Deckblätter.

Im Kelchblattkreis werden die abaxialen zwei Primordien vor den anderen sichtbar, es folgt das adaxiale Kelchblatt, und zum Schluß erscheinen die zwei lateralen. Das adaxiale Kelchblatt nimmt am Vegetationspunkt fast ebensoviel Raum ein wie die anfänglich in der Entwicklung ganz bedeutend geförderten abaxialen Blätter. Von diesen ist wiederum häufig, jedoch nicht immer, eines etwas größer. Größenunterschiede sind auch regelmäßig an den zwei Blütenvorblättern wahrzunehmen. Alle diese Differenzen gleichen sich im Laufe der Entwicklung aus, nur die Tatsache, daß das adaxiale Kelchblatt mit viel breiterer Basis ansitzt, ist auch im fertigen Zustand noch ersichtlich. Die fünf Anlagen des Blumenblattkreises werden gleichzeitig sichtbar. Wachstumsförderung auf der abaxialen Seite bewirkt das Zustandekommen einer ausgesprochen zweilippigen Blüte. Im Staubblattkreis verkümmert das adaxiale Glied. Es erscheint mit den vier anderen Staubblattanlagen, wächst mit diesen eine Zeitlang heran, bleibt aber dann im Wachstum zurück. Der Fruchtblattkreis ist im abaxialen Teil gefördert.

6. *Hemigraphis colorata* (Fig. 7).

Der Blütenstand ist eine Ähre. Die Blüten sitzen in den Achseln dekussiert stehender Blätter; häufig finden sich in einer Achsel zwei Blüten, die unabhängig voneinander entstehen. Die Symmetrieverhältnisse sprechen sich darin aus, daß von den in den Achseln eines Blatt-paares sitzenden Blüten eine in der Entwicklung vorseilt. Die geminderte Blüte verkümmert bisweilen. Im Kelchblattkreis erscheint das adaxiale Blatt vor den anderen und ist an der erwachsenen Blüte das größte. Von den übrigen vier Kelchblättern werden die lateralen kurz vor den abaxialen sichtbar. Alternierend mit den Kelchblättern erscheinen gleichzeitig fünf Kronblätter. Im Laufe der Entwicklung bildet sich durch Wachstumsförderung auf der Unterseite eine schwach angedeutete Zweilippigkeit heraus. Gleichzeitig erscheinen fünf Staubblätter, die nur kurze Zeit gemeinsam heranwachsen; bald bleibt das adaxiale auffallend zurück und ist in der fertigen Blüte nicht mehr auf-

zufinden. Von den übrigen vier Staubblättern werden die unteren, vorderen größer. Sie sind in der geöffneten Blüte wie die kleineren zwei Staubblätter der Oberlippe genähert.

7. *Ruellia* (Fig. 5).

Von dieser Gattung wurden entwicklungsgeschichtlich untersucht: *R. formosa*, *ventricosa*, *Blumii*, *Herbstii*, *strepens*, *tuberosa* und *rosea*. In den Grundzügen ist die Entwicklungsgeschichte eine einheitliche. Äußerlich auffallende Differenzen zeigen sich bei einer Betrachtung der Teilblütenstände. Solche findet man bei *R. formosa*, *ventricosa*, *Blumii* und *rosea*. Sie stehen in den Achseln der dekussierten Blätter, und zwar ist immer einer bedeutend in der Entwicklung voraus. Die geförderten Teilblütenstände finden sich an den Stellen, die in der vegetativen Region durch geförderte Seitensprosse ausgezeichnet sind. So fand ich in den Achseln eines Blattpaares einen vegetativen und einen Blütenproß. Daraus kann geschlossen werden, daß die verschiedene Stoffverteilung nicht von Anfang an vorhanden ist, sondern erst ziemlich spät einsetzt, eine Vermutung, die auch die Beobachtung der Vegetationspunkte bestätigt, wo die Anlagen gleichzeitig erscheinen. Die Teilblütenstände sind langgestielt und tragen kleine dekussierte Deckblättchen, in deren Achseln Blüten mit zwei auf jungen Stadien ungleich großen Vorblättern sitzen. Die Vorblätter können in ihren Achseln wiederum Blüten tragen, und zwar trägt das geförderte Blatt auch die geförderte Blüte. Man findet also innerhalb der Teilblütenstände dichasiale Verzweigung. Bei den übrigen untersuchten *Ruellien* sitzen die Blüten in den Achseln der Laubblätter. Zusammenhänge mit der Gesamtsymmetrie zeigen sich insofern, als die geförderten Blüten innerhalb zweier rechtwinklig gekreuzter Orthostichen auftreten, ebenso wie die geminderten.

In allen Fällen erscheint das adaxiale Kelchblatt zuerst, dann zeigen sich die lateralen, zum Schluß die abaxialen Kelchblätter. Überall erscheinen gleichzeitig fünf Kronblätter. Erst relativ spät setzt bei einigen Arten eine größere (*R. formosa*, *strepens*), bei anderen eine kleinere Förderung im abaxialen Teil der Blumenkrone ein, und dementsprechend resultieren mehr oder minder zweilippige Blüten. Immer vorhanden ist eine durch gemeinsames Wachsen der Insertionszone bedingte Kronröhre. Im Staubblattkreis treten bei allen Formen gleichzeitig fünf Anlagen in Erscheinung, aber das adaxiale Staubblatt verkümmert überall. Differenzen zeigen sich dabei nur insofern, als es bei *R. Herbstii* kurz vor der Anthese als Staminodium von $\frac{1}{2}$ mm

Länge wahrzunehmen ist, ähnlich wie bei *R. strepens*, was bei den anderen Arten nicht der Fall ist. Überall gemeinsam ist auch der Umstand, daß die vier fertilen Staubblätter nicht gleichgroß sind, sondern daß die abaxialen im Lauf der Entwicklung größer werden. Von den zwei Fruchtblättern ist das abaxiale das größere. Der größere Narbenlappen liegt auf der Unterseite.

8. *Asteracantha longifolia* (Fig. 9, 11, 14).

Der Blütenstand ist axillär und dichasial verzweigt. Seine Reichblütigkeit kommt dadurch zustande, daß die Blüten immer wieder fertile Vorblätter haben. Die eine Hälfte des Blütenstandes ist immer der anderen gegenüber in der Entwicklung voraus, eine Tatsache, die schon aus der Größe und dem Umfang dieser Hälfte konstatiert werden kann, die aber auch daraus ersichtlich ist, daß die Verzweigung auf der geförderten Seite schon viel weiter gediehen ist. Die geförderten Hälften der Blütenstände stehen immer innerhalb zweier rechtwinklig gekreuzter Orthostichen. Auch die Teilblütenstände weisen Größenunterschiede auf, derart, daß ein Deckblatt meist zwei verschieden große Vorblätter trägt. Diese sind in der Regel wieder fertil, und zwar ist auf der Seite des größeren Vorblattes auch die Verzweigung im angedeuteten Sinn schon viel weiter gediehen als auf der anderen Seite. Immer findet sich aber der Größenunterschied zwischen den Vorblättern nicht; fehlt er, dann sind die zwei in ihren Achseln stehenden Blüten ebenfalls gleichgroß. Die Mittelblüte des ersten und zweiten Dichasiums verkümmert regelmäßig zu einem Dorn (Lindau). An diesem treten Blattanlagen in wechselnder Zahl auf, die als Kelchblattanlagen zu deuten sind. Jedoch fand ich nie mehr als drei. Regelmäßig vorhanden ist mindestens eine Blattanlage auf der adaxialen Seite. Vom dritten Dichasium im Blütenstand ab ist dann die Mittelblüte immer kräftig entwickelt und weit voraus im Vergleich zu den in den Achseln ihrer Vorblätter stehenden Blüten.

Aus dem Umstand, daß am Dorn, wenn nur ein Blattrest vorhanden ist, dieser auf der adaxialen Seite sich befindet, ist schon zu schließen, daß im Kelchblattkreis das adaxiale Glied zuerst zur Anlage kommt. Dies bestätigt die Entwicklungsgeschichte. Rasch hintereinander folgen dann das laterale und das abaxiale Paar. Aber alle Differenzen werden beim Heranwachsen ausgeglichen bis auf den Umstand, daß das adaxiale Kelchblatt dadurch, daß es mit breiterer Basis als die anderen inseriert ist, auch breiter entwickelt ist. Alternierend mit den Kelchblättern erscheinen gleichzeitig fünf Anlagen. Durch ge-

meinsames Wachstum der Insertionszone entsteht eine Kronröhre. Förderung der abaxialen Seite führt zur Zweilippigkeit der Blüte. Im Staubblattkreis kommen fünf Glieder zur Anlage, vier davon gleichzeitig, eines, und zwar das adaxiale, verspätet. Das letztere wächst anfänglich ziemlich langsam, stellt nach einiger Zeit auch dieses Wachstum ein und wird dadurch so unauffällig, daß in der fertigen Blüte nichts mehr davon wahrzunehmen ist. Die anderen vier Staubblätter treten zwar gleichzeitig in Erscheinung, aber später machen sich Größenunterschiede bemerkbar, so daß die abaxialen längere Filamente und größere Antheren haben.

9. *Sanchezia nobilis* (Fig. 6, 13).

Der Blütenstand findet sich terminal oder axillär und ist als einseitswendig zu bezeichnen. Innerhalb des Blütenstandes ist die Verzweigung deutlich dichasial. Aber die Teilblütenstände stehen nur in den Achseln der Deckblätter auf den geförderten Orthostichen. In einem Dichasium sind die beiden Seitenblüten nie gleichweit entwickelt, sondern eine eilt ungewöhnlich rasch voraus, obwohl die Anlagen nicht zeitlich getrennt erscheinen. Was in der Achsel eines Deckblattes steht, ist genetisch nicht zusammengehörig, sondern es sind mehrere Blüten, die unabhängig voneinander entstehen und in deren Vorblättern sich die Seitenblüten finden. Eine Art Übergang zu diesem Verhalten des Blütenstands kann in *Asteracantha longifolia* oder auch in *Ruellia formosa* gesehen werden, weil hier die auf geförderten Seiten stehenden Blüten weit vorseilen und sich so oft ein sehr bedeutender Unterschied zwischen zwei in den Achseln eines Blattpaares stehenden Blüten oder Teilblütenständen herausbildet. Denkt man sich die geminderten Sprosse völlig unterdrückt, dann liegen die Verhältnisse von *Sanchezia* vor. Überhaupt ist eine gleichmäßige Entwicklung der Seitensprosse in der Blütenregion fast nirgends zu bemerken, ebenso wie ja auch an den vegetativen Sprossen in den meisten Fällen Größenunterschiede zwischen den in den Achseln eines Blattpaares befindlichen festzustellen sind. Und da, wo die Blütenvorblätter keine Sprosse in den Achseln tragen, sind sie immer deutlich ungleich groß, wenn sich auch dieser Unterschied bei zunehmendem Wachstum verwischt.

Der Kelch wird nicht gleich vollständig angelegt. Als erstes Glied erscheint das adaxiale Kelchblatt, dann folgen die zwei abaxialen und zuletzt die lateralen. Überhaupt zeigen die Kelchblätter immer auch bei den übrigen Formen zeitliche Differenzen im Auftreten, die aber innerhalb der Familie nicht einheitlich sind. Diese zeitlichen Ver-

schiedenheiten haben zunächst natürlich auch erhebliche Größenunterschiede zur Folge, die aber beim Heranwachsen sich weitgehend verwischen. Im Blumenblattkreis zeigt sich gegenüber diesen Unregelmäßigkeiten weitgehende zeitliche Übereinstimmung beim Erscheinen. Hier treten dann später erhebliche Größenunterschiede infolge ungleichen Wachstums auf, ist doch die Mehrzahl der Blüten dorsiventral.

Die fünf Blumenblattanlagen erscheinen zu gleicher Zeit und bilden bald zusammen eine Kronröhre. Eine Zweilippigkeit kommt später nicht zur Ausbildung, da Ober- und Unterseite der Blüte bis zur Entfaltung gleichmäßig wachsen. Im Staubblattkreis findet man an der geöffneten Blüte zwei Staubblätter und zwei Staminodien. Lindau gibt an, daß bei der Gattung *Sanchezia* nicht selten ein drittes Staminodium vorkomme. Das ist leicht erklärlich; denn das fünfte adaxiale Staubblatt wird auch angelegt.

10. *Strobilanthes Dyerianus*.

Die Symmetrieverhältnisse treten hier in der Ausbildung der Blätter hervor. Von jedem Blattpaar ist ein Blatt größer; die geförderten Blätter stehen in zwei Orthostichen übereinander, ebenso die geminderten (Goebel). Das größere Blatt trägt auch den größeren Achselsproß. Zur Blütezeit sind das lauter Teilblütenstände. Die Vorblätter der Blüten bleiben auffallend zurück. Das abaxiale Kelchblattpaar tritt zuerst in Erscheinung. Im ausgebildeten Zustand ist aber das adaxiale Blatt das größte, ein Beweis dafür, daß die Förderung während des Heranwachsens umschlägt. Man sieht zu einer Zeit, wo die Staubblätter anfangen sichtbar zu werden, an der Stelle des adaxialen Kelchblattes nur einen queren, unbedeutenden Wulst. Erst relativ spät beginnt hier das adaxiale Kelchblatt zu wachsen, holt die übrigen Glieder der äußeren Blütenhülle ein und wird größer als diese. Fünf Blumenblattanlagen erscheinen gleichzeitig. Von den Staubblättern treten zunächst vier in Erscheinung. Sehr verspätet zeigt sich auf der adaxialen Seite das fünfte. Es wächst nur kurze Zeit mit und ist in der fertigen Blüte nicht mehr aufzufinden. Von den vier fertilen Staubblättern werden die zwei abaxialen im Lauf der Entwicklung größer. Im Fruchtblattkreis ist die abaxiale Seite gefördert. Der hier zur Entwicklung kommende Narbenlappen ist der größere. Beachtenswert ist die Resupination.

11. *Strobilanthes glabratus*.

Die Entwicklungsgeschichte schließt sich an die der Ruellien an. Die Blüten treten in den Achseln der Laubblätter einzeln auf. Die

Resupination fehlt. Das adaxiale Kelchblatt übertrifft auf frühen Entwicklungszuständen die anderen erheblich an Größe. Es ist anzunehmen, daß es auch zuerst zur Anlage kommt. Hernach folgen die zwei lateralen und dann die zwei abaxialen Kelchblätter ohne großen Zeitunterschied. Im Blumenblattkreis erscheinen gleichzeitig fünf Anlagen, von denen die unteren drei später im Wachstum gefördert werden, so daß eine zweilippige Blüte entsteht. Dann erscheinen die Staubblätter. Von den fünf angelegten werden nur vier zu fertilen. Das fünfte, adaxiale, das auch beim Erscheinen nachhinkt, verkümmert bald. Innerhalb der vier fertilen Staubblätter bildet sich eine Größen-differenz durch nachträgliches, verschieden starkes Wachstum aus, derart, daß die vorderen, abaxialen, größer sind.

12. *Strobilanthes glomeratus*.

Die Blüten treten einzeln in den Achseln der Blätter auf den geförderten Orthostichen auf. Sie stehen nie terminal und sind wie gewöhnlich von zwei Vorblättern begleitet. Bemerkenswert ist die Resupination. Das adaxiale Kelchblatt ist im ausgebildeten Zustand das kleinste, aber die Verspätung im Erscheinen ist bei weitem nicht so ausgesprochen wie bei *Str. Dyerianus*. Das adaxiale Kelchblatt erscheint nämlich als letztes Glied der äußeren Blütenhülle. Daß innerhalb der übrigen vier Kelchblätter beim Erscheinen Differenzen vorhanden sind, will ich nicht völlig in Abrede stellen, aber ich konnte davon nichts einwandfrei bemerken. Fünf Blumenblattanlagen treten gleichzeitig in Erscheinung. Aber schon vor dem Auftreten der Staubblätter ist Ober- und Unterseite der Blüte auseinander zu kennen, weil frühe auf der Unterseite gesteigertes Wachstum einsetzt. Eine zeitliche Verschiedenheit beim Auftreten der fertilen vier Staubblätter konnte ich nicht bemerken, wohl aber ein Zurückbleiben des fünften adaxialen, sowohl beim Erscheinen als auch später im Wachstum. Es verkümmert denn auch bald. Der Fruchtblattkreis ist im abaxialen Teil gefördert. Hier ist der Narbenlappen entwickelt, während er auf der Oberseite mit bloßem Auge kaum sichtbar ist.

13. *Thunbergia erecta*.

Ein Blütenstand fehlt. Die plagiotropen Sprosse, bei denen die dekussierte Blattstellung durch Internodiendrehung eine zweizeilige geworden ist, haben bald oben, bald unten in einer Blattachsel eine Blüte. Die oben befindlichen stellen sich in die Horizontale ein und resupinieren, die unteren stellen sich nur horizontal. Der Kelch wird erst sichtbar,

wenn auch die Fruchtblätter schon vollständig angelegt sind. Die Blüten stehen in den Achseln ihrer Deckblätter auf einem langen Stiel, der zwischen Deckblatt und Vorblätter eingeschaltet ist. Der Wulst, der dem Kelchblattkreis entspricht und deutlich erst nach vollendeter Organanlage sichtbar ist, beginnt dann an seinem oberen Rand in Lappen auszuwachsen ohne erkennbare Beziehung zu dem allgemeinen Aufbau der Blüte. Die Funktion des Kelchs übernimmt das Paar der Vorblätter; sie wachsen ganz besonders kräftig heran, die trennende Suture zwischen ihnen geht eine Zeitlang verloren, obschon die Vorblätter ganz normal voneinander getrennt zur Anlage kommen, dann kurze Zeit verschieden rasch wachsen, so daß sie ungleich groß sind, ein Unterschied, der später wieder völlig ausgeglichen wird. Von den in den Achseln eines Blattpaares sitzenden Blüten ist eine immer deutlich gefördert entsprechend den allgemein verbreiteten Symmetrieverhältnissen. Die fünf Anlagen des Blumenblattkreises erscheinen gleichzeitig. Die Dorsiventralität kommt durch gesteigertes Wachstum der unteren drei Kronblätter zustande. Im Staubblattkreis kommen fünf Glieder zur Anlage, vier davon gleichzeitig; aus ihnen werden vier fertile Staubblätter; das fünfte adaxiale verkümmert. Nach Angaben Lindaus tritt hin und wieder an seiner Stelle ein Staminodium auf. Im Fruchtblattkreis wird beim Heranwachsen die untere, abaxiale Seite gefördert.

14. *Thunbergia mysorensis* (Fig. 11).

Der Blütenstand hat sein eigentümliches Gepräge dem Umstand zu verdanken, daß in den Achseln der dekussierten Blätter eine ganze Reihe von Blütenknospen steht, so daß in einer Blattachsel sowohl auf den geförderten, wie auf den geminderten Orthostichen 4, 5, 6 und mehr Blüten, die unabhängig voneinander entstehen, zu finden sind. Der Kelch beginnt sich erst zu differenzieren, wenn alles in der Blüte vollständig angelegt ist. Dann zeigt sich der Kelch als Wulst unterhalb der Blumenblätter, der an der ausgebildeten Blüte ganz basal als eine mit vielen Ein- und Ausbuchtungen versehene Gewebepartie erscheint. Die Blütenvorblätter, die eine Zeitlang während des Heranwachsens Größenunterschiede aufweisen, legen sich ganz fest um die junge Blütenknospe und hüllen sie weit geschlossener als ein Kelch ein. Nach den Verhältnissen bei *Th. reticulata* zu urteilen, bleiben sie auch nach der Befruchtung und während des Heranwachsens der Frucht erhalten und schließen diese ein. Der Teil der Blütenanlage, der unterhalb der Vorblätter liegt, beginnt sich sehr früh zu strecken und liefert

so einen Blütenstiel. Die Kronblätter treten gleichzeitig in Fünzfahl in Erscheinung und wachsen so gleichmäßig, daß eine fast unmerklich zweilippige Blüte entsteht. Die Anlage der Blumenblätter äußert sich zunächst in einer verwischt fünfeckigen Gestalt des Vegetationspunktes, aus der dadurch gebildeten Plattform heben sich Staub- und Fruchtblattkreis heraus, und dann beginnen auch die die Kronblattprimordien darstellenden Ecken nach oben zu Höckern auszuwachsen, wobei das abaxiale den Anfang macht.

15. *Blechum Brownii*.

An einem großen Teil der Blüten sprosse tritt die Erscheinung auf, daß nach Ausgliederung einer Infloreszenz der Vegetationspunkt unter Bildung einiger Laubblätter weiterwächst und dann wieder zur Ausgliederung einer Infloreszenz übergeht. Die Internodien derselben strecken sich noch nachträglich stark in die Länge, die Deck- und Hochblätter wachsen nach dem Abblühen heran und dienen der Assimilation, jedoch erreichen sie nicht die Größe gewöhnlicher Laubblätter. Die Symmetrieverhältnisse treten auffallend hervor, da immer eines von zwei Blättern einen bedeutend geförderten Achselsproß trägt. Diese Differenz ist im Blütenstand verdeckt. Die Infloreszenz entspricht völlig der von *Crossandra*, nur finden sich noch Beisprosse in Ein- oder Zweizahl bei einer Blüte. Im Kelchblattkreis ist vor der Anlage der Kronblätter das adaxiale Blatt am kleinsten, die zwei abaxialen sind größer als die zwei lateralen. Diese Differenzen scheinen erst im Laufe der Entwicklung deutlich zu werden; wenigstens gelang es mir nie, ein Stadium zu finden, in dem nur ein Teil der äußeren Blütenhülle angelegt war. Die fünf Anlagen des Blumenblattkreises erscheinen zu gleicher Zeit, das Wachstum ist einheitlich und normal, es unterbleibt aber bei allen hier in den Warmhäusern blühenden Pflanzen die Öffnung der Blüte. Im Staubblattkreis ist das abaxiale Paar der vier fertilen Staubblätter gefördert. Das kommt durch verschieden starkes Wachstum gleichzeitig erscheinender Anlagen zustande. Verspätet tritt im Staubblattkreis noch eine Anlage auf der adaxialen Seite auf, von der aber in der ausgebildeten Blüte nichts mehr wahrzunehmen ist.

16. *Barleria strigosa*.

Der Blütenstand ist in Goebels Entfaltungsbewegungen besprochen. Der Kelchblattkreis ist im adaxialen Teil gefördert. Das hier erscheinende Blatt wird vor den anderen sichtbar und bleibt immer etwas größer. Hernach heben sich gleichzeitig die zwei abaxialen Kelch-

blätter ab, die später verwachsen erscheinen. Zuletzt erscheinen gleichzeitig die beiden lateralen Kelchblätter. Fünf Anlagen erscheinen gleichzeitig im Blumenblattkreis. Jedoch wächst bald das abaxiale Blumenblatt rascher und bildet allein in der geöffneten Blüte die Unterlippe. Die Oberlippe wird dargestellt durch die vier anderen Kronblätter, ein Fall, der sein Gegenstück darin findet, daß bei *Crossandra* eine eigentliche Oberlippe völlig fehlt und die Unterlippe durch die fünf Kronblätter gebildet wird. Im Staubblattkreis kommen fünf Glieder zur Anlage, zwei abaxiale zuerst, sogleich danach zwei laterale und das adaxiale zuletzt. Das abaxiale Paar liefert zwei fertile Staubblätter, das laterale ebenfalls zwei, aber rudimentäre Staubblätter mit kleinen einige Pollenkörner enthaltenden Antheren. Das adaxiale wächst nur ganz langsam zu einem kleinen Staminodium heran.

17. *Dipteracanthus Schauerianus* (Fig. 16).

In den Blüten finden sich zwei fertile Staubblätter, deren schwarz pigmentierte Antheren ursprünglich vollständig in der Verlängerung der Filamente liegen. In dieser normalen Stellung öffnen sie sich. Der Griffel ist in diesem Stadium noch nicht völlig ausgewachsen. Er streckt sich noch und kurz bevor er die Höhe der Antheren erreicht hat, biegen sich die Filamente zur Seite, so daß die Antheren über den lateralen Blumenblättern liegen. Der Blütenstand ist nur an seiner Basis einfach gebaut. Da finden sich dekussierte Blätter mit Blüten. Nach oben zu stehen immer mehr Deckblätter auf gleicher Höhe. Schließlich zeigt der Vegetationspunkt eines älteren Blütenstandes ellipsoidische Gestalt und ist an seiner Peripherie mit einer Menge von Deckblattanlagen besetzt, die alle auf gleicher Höhe stehen. In den Lücken unter diesen stehen dann die Glieder des nächstunteren Kranzes von Anlagen usw. Im Kelchblattkreis eilt das adaxiale Glied in der Entwicklung weit voraus. Dann erscheinen zusammen die zwei abaxialen Kelchblätter. Zuletzt heben sich die lateralen Kelchblätter vom Vegetationspunkt ab. Im Blumenblattkreis ist die abaxiale Seite gefördert, aber die Anlagen erscheinen gleichzeitig. Im Staubblattkreis kommen vier Glieder zur Anlage, von denen nur zwei zu fertilen heranwachsen. Die zwei adaxialen Anlagen sind lange Zeit sichtbar und sind auch häufig in der geöffneten Blüte als zwei kleine Staminodien zu erkennen. Gewöhnlich sind an den fertilen Staubblättern nur zwei Pollensäcke entwickelt. Es ist nun interessant, daß die zwei verkümmernenden Pollensäcke der oberen Antherenhälfte zugehören, daß also die Reduktion im adaxialen Teil des Androezeums auch die fertilen Staubblätter zum Teil ergreift.

18. *Acanthus mollis*.

Die Untersuchung dieser Art wurde mir ermöglicht durch die Güte des Herrn Professor Renner, dem ich für die Übermittlung des Materials hier bestens danke.

Über *A. mollis* finden sich einige Angaben in der Literatur, darunter eine Untersuchung der Blütenentwicklung von Payer. Er berichtet, daß im Kelchblattkreis das adaxiale Glied zuerst erscheine, dann die zwei abaxialen, die später an der ausgebildeten Blüte ein Blatt darstellen, zum Schluß die zwei lateralen. Der Blumenblattkreis werde im adaxialen Teil erst nach den Staubblättern deutlich sichtbar. Im Staubblattkreis würden fünf Glieder angelegt, von denen sich nur vier weiterentwickelten.

Ich fand, daß vom Kelchblattkreis das adaxiale Blatt als erstes erscheint, und zwar nicht als Höcker, sondern als ein die ganze Hinterseite der Blüte einnehmender Wulst. Hernach heben sich die zwei abaxialen Blätter ab, die aber bald dadurch zu einem einzigen werden, daß die gemeinsame Insertionszone zu wachsen beginnt. Zuletzt erscheinen die zwei lateralen Kelchblätter. Im ausgebildeten Zustand ist das weitaus größte Kelchblatt das der adaxialen Seite, dann folgt das aus zweien zusammengesetzte abaxiale, die kleinsten sind die lateralen, die nicht annähernd die Größe der anderen Kelchblätter erreichen. Dann erscheinen zusammen die abaxialen drei Kronblätter, die später zur Unterlippe werden. Schließlich heben sich rasch nacheinander das abaxiale und dann das adaxiale Paar Staubblätter heraus, auch die beiden Fruchtblätter werden sichtbar, und dann erst erscheinen die zwei adaxialen Kronblätter als gesonderte Anlagen, d. h. sie stellen einen Auswuchs an den zwei lateralen Kronblättern vor, der sich im ausgebildeten Zustand als ein Lappen an jedem dieser Kronblätter zeigt. Von einem fünften Staubblatt konnte ich nicht eine Spur entdecken, ich glaube, daß Payer das Opfer einer Täuschung geworden ist, um so mehr, als er in der Erklärung seiner Abbildungen Vorder- und Rückseite der Blüte verwechselt.

19. *Acanthus longifolius* (Fig. 12).

In dem übrigen Blütenstand sind auf frühen Entwicklungszuständen Differenzen zwischen geförderten und geminderten Orthostichen der Gesamtsymmetrie zu erkennen, die bis zur Blütezeit völlig verwischt werden. Das adaxiale Kelchblatt erscheint zuerst und bleibt, weil es die ganze Blütenrückseite einnimmt, immer das größte. Es folgen die bald auf gemeinsamer Basis sich erhebenden abaxialen Kelchblätter,

die im ausgebildeten Zustand als ein unteres, zweizipfliges Kelchblatt mit zwei Gefäßbündeln in Erscheinung treten. Als letzte Teile der äußeren Blütenhülle treten die später so kleinen, lateralen Kelchblätter auf. Nun differenzieren sich die später zur Unterlippe verwachsenen drei abaxialen Kronblätter und erheben sich bald auf gemeinsamer Basis. Die zwei adaxialen Blumenblätter, die im ausgebildeten Zustand nur ganz undeutlich als Ausbuchtungen der lateralen Kronblätter erkennbar sind, treten erst nach den Staubblättern sichtbar hervor. Diese erscheinen zwar nicht deutlich zeitlich getrennt, aber da auch an den jüngsten Stadien, die ich untersuchte, immer die abaxialen Staubblätter größer waren, nehme ich an, daß sie auch zuerst zur Anlage kommen. Zuletzt zeigen sich die aus dem Rest des Vegetationspunktes hervorgehenden zwei Fruchtblätter. Dadurch, daß die hinteren Staubblätter größer sind, erscheint der Fruchtknoten in der Blüte nach vorne gedrängt. Auffallend ist, daß die hinteren Staubblätter anscheinend in den Lücken der Kelchblätter stehen, während doch die vorderen eine völlig regelmäßige Stellung innehaben. Das erklärt sich daraus, daß das hintere Kelchblatt so mächtig entwickelt ist. Dadurch werden die adaxialen Kronblätter zunächst unterdrückt und die zeitlich vor ihnen zur Anlage kommenden Staubblätter entstehen an Stellen, an denen der Zustrom von Baustoffen am größten ist, d. h. zwischen den letztentwickelten Anlagen. Dadurch erscheinen sie etwas nach hinten verschoben.

20. *Acanthus montanus* (Fig. 15).

Die Entwicklungsgeschichte schließt sich an die von *A. mollis* und *longifolius* an. Die Unterschiede sind von so geringfügiger Natur, daß ich es für überflüssig halte, darauf einzugehen.

21. *Schaueria calycotricha* (Fig. 17).

Der Blütenstand ist etwas komplizierter als bei *Acanthus* dadurch, daß die Vorblätter der Blüten, die in den Achseln dekussierter Blätter stehen, wiederum in ihren Achseln Blüten tragen, so daß an Stelle einer Blüte von *Acanthus* eine Teilinfloreszenz auftritt. Der Blütenstand gewinnt durch Verkürzung der Hauptachse kopfiges Aussehen. Sein eigenartiger Habitus, der Anlaß zum Artnamen gab, ist durch ein langes Auswachsen der Kelchsegmente und Blütenvorblätter bedingt. Was die Reihenfolge in der Anlage der Kelchblätter anlangt, so fand sich ein Stadium, das zwar noch keine nach oben als Höcker hervortretende Anlagen zeigte, bei dem aber eine zeitlich verschiedene Ausbildung der Kelchblätter aus Form und Gestalt des Vegetationspunktes er-

geschlossen werden konnte. Aus den Größenverhältnissen der Kelchblätter in wenig älteren Stadien ergibt sich eine damit übereinstimmende Reihenfolge. Aus diesen Tatsachen ergibt sich eine Anlage nach $\frac{2}{5}$, so daß das adaxiale Kelchblatt zuletzt erscheint. Dies äußert sich darin, daß es lange Zeit erheblich kleiner bleibt als die übrigen Kelchblätter, wo aber auch die durch zeitliche Differenzen im Hervortreten der Anlagen bedingten Größenunterschiede noch länger zu konstatieren sind. Was die der $\frac{2}{5}$ -Stellung entsprechende Reihenfolge der Anlagen im Kelchblattkreis anlangt, so ist daraus, daß ich sie bei der Mehrzahl der Arten nicht durch einen objektiven Befund erweisen konnte, nicht zu folgern, daß sie im allgemeinen fehlte. Im Gegenteil, man darf wohl annehmen, daß bei den Formen, wo sich eine Minderung des adaxialen Kelchblattes schon anfänglich erweisen läßt, die Reihenfolge der Organanlage auch entsprechend der $\frac{2}{5}$ -Stellung erfolgt, wenn das auch nicht objektiv zu erweisen ist, da immer betont werden muß, daß der Zeitpunkt der Anlage und der des Sichtbarwerdens der Anlage verschiedene Dinge sind und im Vegetationspunkt eine ganz andere Reihenfolge in der Anlage statthaben kann, als äußerlich durch das Erscheinen der Anlagen festgestellt werden kann. Sicherlich ist aber die Reihenfolge nach der $\frac{2}{5}$ -Stellung nicht gültig für die Formen, wo das adaxiale Kelchblatt zuerst, vor allen anderen Kelchblättern, erscheint und lange auch das größte bleibt. Der Blumenblattkreis umfaßt fünf Anlagen, die aber nicht gleichzeitig sichtbar werden. Denn kurze Zeit nach erfolgter Kelchanlage hebt sich der Vegetationspunkt, der schon annähernd fünfeckige Gestalt angenommen hat, zwar von den auf der Unterseite der Blüte gelegenen drei Kelchblättern in scharfer Linie ab, während er vor den anderen zwei abaxialen Sepalen kontinuierlich in den Kelchblattkreis übergeht. Im Staubblattkreis kommt ein fünftes Glied nicht mehr zur Anlage, obwohl der Platz dazu auf der adaxialen Seite offensichtlich vorhanden wäre. Von den vier zur Anlage kommenden Staubblättern wird nur das abaxiale Paar fertil, von den anderen ist zur Blütezeit nichts mehr zu sehen.

22. *Daedalacanthus nervosus* (Fig. 26.)

Die übrigen Teilblütenstände stehen axillär und terminal. Der Aufbau der Blüten im einzelnen ist sehr wechselnd. In der Mehrzahl der Fälle scheinen zwei fertile Staubblätter, zwei Staminodien, fünf Kronblätter und zwei Fruchtblätter aufzutreten. Es fanden sich auch Blüten mit sechs Blumenblättern, drei Staubblättern ohne Staminodium, und zwar standen diese Staubblätter nicht in den Lücken der Kron-

blätter, sondern vor diesen. In einem anderen Fall fand sich eine Pelorie mit sechs Blumen- und sechs Staubblättern. Außerdem traten Blüten mit sechs Kron- und zwei Staubblättern auf, in denen auch nur zwei zur Anlage kommen. Ein andermal war zwar der Blumenblattkreis normal fünfzählig, aber es fanden sich sieben Staubblattanlagen, schließlich zeigte einmal eine Blüte sieben Kronzipfel. Nirgends wies der Kelch anormale Zahlenverhältnisse auf. Er war immer fünfzählig. Die Endblüte des Blütenstandes ist meist anders ausgebildet als die seitlichen Blüten. Sie ist zunächst einmal in der Entwicklung weit voraus, so daß die Staubblätter schon Antheren tragen, wenn die nächstunteren Blüten noch nicht einmal die Staubblätter angelegt haben, ein Gegenstück zu *Acanthus*, wo wegen Verkümmern der obersten Blüten nie eine Endblüte zur Ausbildung kommt. Außerdem weist die Endblüte auch immer ein anderes Diagramm auf. Man findet fünf Kelchblätter, fünf gleichzeitig erscheinende Blumenblätter, fünf gleich ausgebildete Staubblätter und drei Fruchtblätter. Das ist ein schönes Beispiel dafür, daß ein gleichmäßiger Zustrom von Baustoffen auch eine gleichheitlichere Ausgestaltung der Organe hervorruft. Zweifellos sind an der Spitze des Blütenstandes in dieser Hinsicht eher allseitig gleichmäßige Verhältnisse gegeben als an den seitlichen Ausgliederungen. Im Kelchblattkreis erscheint zuerst das abaxiale Kelchblatt, dann erscheint das ihm schräg gegenüberliegende, das später lateral gelegen ist. Dann erscheint das andere laterale Kelchblatt, ihm schräg gegenüber das zweite abaxiale und ganz zuletzt das adaxiale Kelchblatt. Kaum sind alle Glieder des Kelchblattkreises angelegt, dann tritt eine deutliche Förderung der beiden abaxialen Kelchblätter ein. In den normalen Blüten treten die Kronblätter zu gleicher Zeit in Fünzfahl in Erscheinung. Durch Wachstum der gemeinsamen Insertionszone kommt eine röhrenförmige, durch schwache Förderung auf der Unterseite eine undeutlich zweilippige Blüte zur Ausbildung. Der Staubblattkreis der oben erwähnten normalen Blüten mit fünfzähliger Koralie zeigt in der Anlage Differenzen, insofern die später fertil werdenden Staubblätter zuerst zur Anlage kommen.

23. *Fittonia Verschaffelti*.

Der Blütenstand entspricht in seinem Aufbau dem von *Acanthus*. Die zwei abaxialen Kelchblätter erscheinen zuerst, aber allem Anschein nach auch nicht gleichzeitig. Dann zeigen sich die lateralen und zuletzt das adaxiale Kelchblatt. Von diesen Differenzen ist später fast nichts mehr festzustellen. Die fünf Kronblätter treten zu gleicher Zeit

in Erscheinung; die zwei adaxialen erheben sich bald auf gemeinsamer Basis, so daß im ausgebildeten Zustand eine Oberlippe mit zwei Zipfeln zu finden ist. Vier Staubblätter entstehen zu gleicher Zeit. Bald setzt im abaxialen Paar gesteigertes Wachstum ein, die zwei anderen Staubblätter bleiben zurück und sind in der geöffneten Blüte nicht mehr aufzufinden. Ein fünftes Staubblatt kommt nicht zur Anlage. Die fertilen Staubblätter liegen in der geöffneten Blüte der Oberlippe dicht an, sie geraten in diese Stellung durch eine Torsion des Filaments, so daß sie ihre Antheren der Oberlippe abkehren.

24. *Fittonia gigantea* (Fig. 24).

Die zwei abaxialen Kelchblätter kommen vor den anderen Gliedern der äußeren Blütenhülle zur Anlage. Es hat aber den Anschein, daß auch diese beiden nicht gleichzeitig sich abheben. Zuletzt jedenfalls zeigt sich das adaxiale Kelchblatt. Der Kronblattkreis verhält sich wie bei *F. Verschaffelti*. Überhaupt unterscheiden sich die beiden Formen nur dadurch, daß bei *F. gigantea* der Vegetationspunkt von Anfang an ziemlich breitgedrückt erscheint. Bei *F. Verschaffelti* gibt es dagegen Entwicklungszustände, aus denen die im ausgebildeten Zustand so deutlich ausgeprägte Dorsiventralität nicht zu sehen ist, während das bei *F. gigantea* nie der Fall ist. Die zwei abaxialen Staubblätter treten vor den zwei außer ihnen zur Anlage kommenden in Erscheinung. Die letzteren entwickeln sich nicht lange weiter und sind in der reifen Blüte nicht mehr aufzufinden. Von den fertilen gilt das bei *F. Verschaffelti* gesagte.

25. *Fittonia argyroneura*.

Auch hier ist der Blütenstand eine einfache Ähre, der Kelchblattkreis wird ebenso angelegt wie bei den eben besprochenen Arten; das gleiche gilt vom Kron-, Staub- und Fruchtblattkreis.

26. *Jacobinia magnifica*.

Der Blütenstand läßt sich einfach auf den Grundtypus der Acanthaceen zurückführen. In den Achseln dekussierter Blätter finden sich im unteren Teil Infloreszenzen, im oberen Blüten. Die Teilinfloreszenzen zeigen rein dichasiale Verzweigung, jedoch ist immer eine Blüte von den zwei in den Achseln eines Vorblätterpaares stehenden gefördert. Dazu kommen noch regelmäßig Beisprosse mit fertilen Vorblättern. Die Infloreszenzachse ist im Vergleich zu den an ihr inserierten Blattsprossen stark verkürzt, so daß der Blütenstand kopfiges Aussehen gewinnt. Fertile Blütenvorblätter und Beisprosse finden sich nun nicht

im ganzen Bereich der Infloreszenz, sondern nur in deren unterem Teil. Im obersten Drittel ist der Blütenstand ganz einfach nach dem Acanthustyp gebaut. So läßt sich die von Goebel angegebene merkwürdige Entfaltungsfolge verstehen. Die Zufuhr von Baustoffen verteilt sich im unteren Teil der Infloreszenz auf mehr, im oberen auf weniger zahlreiche Vegetationspunkte. Daher beginnt die Entfaltung im unteren Teil des oberen Drittels der Infloreszenz. Die Kelchblätter erscheinen zu gleicher Zeit. Obwohl die zwei abaxialen sich schon sehr frühzeitig auf gemeinsamer Basis erheben, sind sie doch in der fertigen Blüte fast völlig getrennt, weil die Anlagen, soweit sie frei sind, viel mehr heranwachsen als in ihrem gemeinsamen Teil. Die fünf Anlagen des Blumenblattkreises werden gleichzeitig sichtbar. Die hinteren Kronblätter erheben sich bald auf gemeinsamer Basis und zeigen gesteigertes Wachstum. Staubblätter kommen nicht mehr als zwei zur Anlage, und zwar auf der abaxialen Seite. Ihre Antheren liegen in der geöffneten Blüte unter der helmartig gestalteten Oberlippe.

27. *Jacobinia Pohliana* (Fig. 21).

Der Blütenstand ist aufgebaut wie bei *Jacobinia magnifica*. Die als seitliche Ausgliederungen auftretenden axillären Teilblütenstände zeigen dekussierte Stellung der Blüten, aber alle auf die adaxiale Seite fallenden sind rückgebildet, ohne daß von ihnen eine Anlage wahrzunehmen wäre. Dadurch erhalten die Teilinfloreszenzen den Charakter von dorsiventralen. Im Kelchblattkreis ist die abaxiale Seite gefördert; von den hier befindlichen Anlagen ist eine größer als die andere. Auf bestimmten Entwicklungszuständen ist das adaxiale Kelchblatt, das im ausgebildeten Zustand das kleinste ist, jedenfalls größer als das eine abaxiale. Bezeichnet man die Anlagen nach ihrer Größe, dann ergäbe sich, wenn man ohne weiteres aus den Größenverhältnissen auf diesem allerdings sehr jungen Stadium auf die Reihenfolge im Erscheinen der Anlagen schließen wollte, eine ganz merkwürdige Art der Entstehung am Vegetationspunkt. Man muß aber immer im Auge behalten, daß die Blüte eine dorsiventrale wird, so daß man schon frühzeitig mit einer verschieden starken Ernährung von Ober- und Unterseite der Blüte zu rechnen hat. Im übrigen bietet die Blütenentwicklung nichts besonderes und schließt sich an die von *Jacobinia magnifica* an; unbedeutende Unterschiede davon sind aber doch festzustellen.

28. *Jacobinia suberecta*.

Der Blütenstand ist dichasial verzweigt, in den Achseln der Deckblätter finden sich häufig mehrere Sprosse, die unabhängig voneinander

auftreten. Es zeigt sich, daß manchmal ein Seitensproß eines Dichasiums weit in der Entwicklung vorseilt, so daß, wenn hier schon die Kelchanlage erfolgt, in der anderen entsprechenden Blattachsel noch nicht die Spur eines Seitensprosses zu erkennen ist. Im Kelchblattkreis ist die abaxiale Seite gefördert. Das kleinste Kelchblatt steht auf der adaxialen Seite. Die abaxialen Glieder der äußeren Blütenhülle erscheinen zuerst, dann die lateralen und das adaxiale ohne merklichen Zeitunterschied. Die Differenzierung der Blumenkrone vollzieht sich von vorne nach hinten. Es sind vorne schon scharfe Ecken am Vegetationspunkt zu erkennen, während sie hinten noch fehlen. Im Staubblattkreis kommen auf der abaxialen Seite zwei Glieder zur Anlage. Sie liefern beide fertile Staubblätter.

29. *Jacobinia pauciflora*.

Die Symmetrieverhältnisse sind deutlich ausgesprochen. Im Blattpaar finden sich zwei Achselsprosse; alle Plusprosse und alle Minusprosse liegen übereinander in je zwei rechtwinklig gekreuzten Orthostichen. Die Infloreszenzen stehen axillär. Blüten zeigen sich innerhalb der Teilinfloreszenzen meist nur auf den geförderten Orthostichen. Auch in den Teilblütenständen sind Differenzen zwischen Plus- und Minusseite vorhanden. Auf den geförderten Orthostichen stehen manchmal noch Beisprosse. Innerhalb der Teilinfloreszenzen sind die untersten Blüten in der Entwicklung zurück im Vergleich zu den weiter gegen den Vegetationspunkt gelegenen. Dadurch wird der Vegetationspunkt an der Spitze zur Seite gedrängt. Das Aufblühen erfolgt auch hier wie bei *J. magnifica* nicht von unten nach oben, sondern es beginnt unterhalb des Infloreszenzscheitels und schreitet nach unten und oben fort. Diese Verhältnisse zeigen sich genau so an den als seitliche Ausgliederungen des Blütenstands auftretenden Teilinfloreszenzen. Die Entwicklungsgeschichte bietet nichts besonderes. Die ersten Anlagen des Blumenblattkreises, die zusammen sichtbar werden, treten anfänglich nicht als Höcker in Erscheinung, sondern als fünf scharfe Ecken. Im Staubblattkreis kommen zwei Glieder zur Anlage, von denen eines vor dem anderen entsteht. Beide liefern fertile Staubblätter.

30. *Jacobinia penhrosiensis*.

Die Infloreszenzen sind reichblütiger als bei der vorigen Art. Ein Unterschied zu *J. pauciflora* besteht darin, daß die vorliegende Art eine andere Aufblühfolge aufweist. Hier sind es die untersten Blüten der Teilinfloreszenzen, die zuerst zur Entfaltung kommen. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß vier Staubblätter zur Anlage kommen. In der geöffneten

Blüte finden sich dagegen nur zwei. Alle vier Anlagen treten gleichzeitig in Erscheinung, die adaxialen bleiben aber bald zurück und verkümmern.

31. *Peristrophe salicifolia* (Fig. 22).

Die dichasialen Blütenstände stehen terminal und axillär. Im Zusammenhang mit den Symmetrieverhältnissen, die den allgemein bei der Familie verbreiteten entsprechen, finden sich Größenunterschiede zwischen den in den Achseln eines Blattpaares stehenden Sprossen. Außerdem zeigen sich Blütenstände nur in den Achseln der auf geförderten Orthostichen inserierten Blätter, so daß sich die Infloreszenz von der bei *Sanchezia* vorhandenen nur dadurch unterscheidet, daß ihre Internodien erheblich länger sind. Außerdem ist bemerkenswert, daß nur im ältesten, untersten Teil der Infloreszenz die Verzweigung dichasial ist. Im jüngeren Teil findet man immer statt der drei Blüten eines Dichasiums nur zwei, eine Erscheinung, die dadurch zustande kommt, daß regelmäßig eine Seitenblüte unterdrückt wird, und zwar ist dies immer die der gleichen Seite in den verschiedenen Teilblütenständen. Es sind nicht mehr zwei Vorblätter einer Blüte fertil, sondern nur eines, und dieses fällt immer auf die gleiche Seite. Es ist auffallend, daß die Deckblätter auf den geförderten Orthostichen, d. h. also vielfach die Infloreszenzdeckblätter kleiner sind, als die sterilen Deckblätter. Das adaxiale Kelchblatt erscheint vor den anderen. Aber die Zeitdifferenz ist recht klein. Im Kronblattkreis erscheinen fünf Anlagen zu gleicher Zeit. Bald wachsen sowohl an der adaxialen, wie auch an der abaxialen Seite die gemeinsamen Insertionszonen mit, so daß eine Blüte mit langer Kronröhre und deutlicher Ober- und Unterlippe resultiert. Die Oberlippe der geöffneten Blüte zeigt drei, die Unterlippe zwei Zipfel; im allgemeinen ist das aber in der Familie umgekehrt. Diese Anordnung hängt ab von der Resupination, die gerade hier sehr auffällig ist. Zur Aufklärung, unter welchen Bedingungen die Resupination stattfindet, brachte ich, dem Vorgange G o e b e l s folgend, einen blühenden Zweig auf den Klinostaten und beobachtete eine recht junge Blütenknospe 14 Tage lang. Auch sie führte kurz vor der Anthese die Resupination aus. Im Staubblattkreis kommen gleichzeitig zwei Glieder zur Anlage, und zwar auf der vor der Resupination abaxialen Seite. Beide liefern fertile Staubblätter, die der durch die zwei adaxialen Kronblätter gebildeten Unterlippe aufliegen.

32. *Beloperone violacea* (Fig. 20, 25).

Die Symmetrieverhältnisse entsprechen den allgemein bei der Familie verbreiteten. Im Sichtbarwerden der Anlagen verhalten sich

geförderte und geminderte Seite nicht verschieden. Die Verzweigung in der Infloreszenz ist dichasial. Nun zeigt sich manchmal bei *Ruellia*, daß die dekussierten Blätter, wie es bei *Acanthus* immer der Fall ist, nur eine Blüte tragen. Es steht somit der Auffassung nichts im Wege, daß aus einer Infloreszenz, wie sie bei *Beloperone* sich findet, phylogenetisch die von *Acanthus* durch konstantes Fehlschlagen der sekundären und tertiären Sprosse hervorgegangen sei. Die Symmetrieverhältnisse beeinflussen, wie es scheint, die Kelchkreisanlage. Es wird nämlich von den fünf Anlagen eine abaxiale zuerst sichtbar, und zwar vom Blütenstand aus immer die rechte. Inwieweit hier jedoch die Symmetrieverhältnisse mitsprechen, läßt sich nicht genauer untersuchen; denn die Organanlage vollzieht sich so rasch, daß schon an den nächstälteren Blüten Größenunterschiede zwischen den beiden abaxialen Kelchblättern nicht mehr wahrzunehmen sind. Als nächstes Glied der äußeren Blütenhülle erscheint das andere abaxiale Kelchblatt, dann die zwei lateralen und zuletzt das adaxiale, das auch später etwas kleiner bleibt, während sonst der Kelchblattkreis wegen der unbedeutenden Zeitdifferenzen beim Erscheinen der Anlagen gleichheitlicher ist als bei der Mehrzahl der untersuchten Arten. Ebenso wie der Kelchblattkreis zeigt auch der Blumenblattkreis gesteigertes Wachstum auf der abaxialen Seite. Zwar erscheinen die fünf Anlagen gleichzeitig, bald jedoch tritt die Förderung auf der abaxialen Seite hervor. Zwei Staubblattanlagen auf der abaxialen Seite liefern zwei fertile Staubblätter.

33. *Beloperone plumbaginifolia*.

Der Blütenstand ähnelt in seinem Aufbau dem der eben besprochenen Arten. Die Blütenvorblätter sind aber nicht immer alle beide fertil, eine Erscheinung, die dadurch zustande kommen kann, daß der geförderte Achselsproß in einem Blattpaar so weit in der Entwicklung vorseilt, daß der geminderte Sproß schließlich ausgehungert wird. Der Sproß wird immer angelegt wie bei *Ruellia*, wo die gleiche Erscheinung beobachtet werden kann. Es zeigt sich auch, daß die die Seitensprosse deckenden Blätter kleiner sind als die mit ihnen auf gleicher Höhe stehenden sterilen Blätter. Das mag damit zusammenhängen, daß auf dem die Blüte erzeugenden Sektor der Stoffverbrauch trotz der größeren Zufuhr von Baustoffen doch so groß ist, daß dem Deckblatt solche entzogen werden. Tatsächlich sind an jungen Vegetationspunkten mit Blattanlagen, die noch keine Achselsprosse differenziert haben, Größenunterschiede kaum zu konstatieren. Die Anlage des Kelchkreises bietet keine Besonderheit. Im Blumenblattkreis er-

scheinen gleichzeitig fünf Anlagen, von denen die drei abaxialen im Wachstum bevorzugt werden. Dann erfolgt die Differenzierung der beiden abaxialen Staubblätter, und kurz nach diesen werden auf der adaxialen Seite zwei weitere Staubblattanlagen sichtbar. Nur die zwei abaxialen Anlagen liefern fertile Staubblätter, die infolge einer Torsion des Filaments der Oberlippe dicht anliegen. Das Gynaezeum setzt sich aus zwei Anlagen zusammen, die sich sowohl vorne als hinten gleichstark entwickeln, bis die Antheren verstäuben. Dann wächst der Griffel, der bis dahin in einer Membranfalte der Oberlippe geborgen war, heran und wird in seinem apikalen Teil, der die kopfige Narbe trägt, durch gesteigertes Wachstum der Oberseite innerhalb der Symmetrieebene der Blüte nach unten abgebogen.

34. *Cryptophragmium zeilanicum* (Fig. 23).

Der Blütenstand ist eine Traube. Er kann durch geeignete Existenzbedingungen ziemlich auffallend abgeändert werden. So blühten die gleichen Pflanzen einmal mit traubigen Blütenständen. Einige Monate später, als die Blätter bedeutend weiter entwickelt und im allgemeinen die Bedingungen günstigere waren, zeigte sich, als die Pflanzen wieder zur Blüte kamen, daß nun auch die Blütenvorblätter fertil waren, und diese Blüten ihrerseits wieder fertile Vorblätter hatten. Die Verzweigung war also eine dichasiale geworden. Innerhalb der Teilblütenstände zeigten sich an jedem in einem Blattpaar befindlichen Sproßpaar deutliche Unterschiede in dem Stand der Entwicklung. Die Mittelblüte des Dichasiums bleibt auffallend zurück. Im Kelchblattkreis ist die adaxiale Seite schwach gefördert. Der Blumenblattkreis zeigt Förderung der entgegengesetzten Seite. Die Anlagen erscheinen aber gleichzeitig. Im Staubblattkreis kommen zwei Glieder zur Anlage, die beide fertile Staubblätter liefern.

Bestäubungsverhältnisse.

Angaben über die Bestäubungsverhältnisse an sich bei chasmogamen Blüten finden sich selten. Was darüber bekannt ist, hat Goebel in den Entfaltungsbewegungen kritisch betrachtet und ergänzt. Über kleistogame Blüten, die in der Familie ziemlich verbreitet sind, existieren Angaben von Burck, Scott und Ritzerow. Die Kleistogamie beruht in allen Fällen, wo ich sie beobachtete, auf Entfaltungshemmung der Korolle ohne Reduktionserscheinungen an anderen Blütenorganen, so z. B. bei *Ruellia strepens*, *tuberosa*, *Blumii*, *Herbstii*, *Eranthemum albo-maculatum*, *Asteracantha longifolia*, *Blechum Brownii*, *Strobilanthes*

glabratus. Unter diesen sind Arten, die in den Münchener Gewächshäusern nur kleistogam blühen: *Ruellia tuberosa*, *Eranthemum albob-maculatum* und *Blechum Brownii*. Bei den übrigen Formen finden sich auch chasmogame Blüten. Es gelang nicht, durch Kultur unter möglichst günstigen Existenzbedingungen bei *Blechum* chasmogame Blüten hervorzurufen. Nichtsdestoweniger bin ich überzeugt, daß dies möglich ist. Denn die Entfaltungshemmung wird bei *Ruellia Herbstii* z. B. nur durch einen in der Ernährung liegenden Grund bedingt. An einem Exemplar, das durch breitblättrige, höhere Pflanzen im Lichtgenus sehr benachteiligt war, fanden sich zu Beginn der Vegetationsperiode reichlich kleistogame Blüten. Erst Anfang August trat an diesem Stock eine kleine chasmogame Blüte auf. In einem anderen Warmhaus mit höherer Temperatur stand ein anderes Exemplar der gleichen Art, das in jeder Beziehung günstigere Existenzbedingungen hatte. Da fand ich Ende Mai, ohne daß ich vorher kleistogame Blüten gesehen hätte, chasmogame Blüten, die bedeutend größer und kräftiger entwickelt waren als die oben erwähnte, die an dem weniger gut ernährten Stock aufgetreten war. Fruchtansatz erfolgt in chasmogamen und kleistogamen Blüten. An *Ruellia strepens* beobachtete ich an den bei uns den Sommer über im Freien kultivierten Exemplaren, daß kleistogame Blüten am Anfang der Vegetationsperiode auftreten. Sie sind alle fruchtbar, machen aber bald den chasmogamen Blüten Platz, die ebenfalls Samen ansetzen. Auch bei *Asteracantha longifolia* sind die zuerst angelegten Blüten kleistogam. Wenn die Pflanzen im Lauf der Vegetationsperiode erstarken, treten zunächst kleine chasmogame und dann später normale chasmogame Blüten auf. Die Kleistogamie kommt durch Entfaltungshemmung der Korolle zustande. Dadurch wird der Griffel, der anscheinend nicht im gleichen Grad eine Hemmung erfährt, in der geschlossenen Blüte hin- und hergebogen. *Blechum Brownii* blüht in unseren Warmhäusern nur kleistogam, aber sehr reichlich. Die Entfaltungshemmung der Korolle macht sich erst relativ spät geltend, an den Blüten sind deutlich fünf Kronzipfel zu unterscheiden. Ohne daß sie sich entfaltet, öffnen sich die Antheren der vier Staubblätter in durchaus normaler Weise, entlassen ihren kräftig ausgebildeten Pollen auf die Narbe, der Fruchtknoten schwillt an und hebt die vertrocknende Korolle in die Höhe. Etwas wesentlich verschiedenes ist bei keiner der anderen kleistogam blühenden Pflanzen zu berichten. Die Bestäubungsverhältnisse der chasmogamen Blüten sind nicht einheitlich. Viele Arten sind selbstfertil. Hierher zählen selbstverständlich zunächst alle, die kleistogame Blüten zu bilden imstande sind. Dazu kommen noch

Acanthus longifolius, *spinosus* und *candelabrum*, *Ruellia formosa*, *ventricosa* und *macrantha*, *Beloperone violacea*, *Strobilanthes glabratus*, *Schaueria calycotricha*, *Barleria strigosa*, und zwar alle diese Arten mit einem sehr hohen Prozentsatz der Fertilität. Weniger hoch ist dieser Prozentsatz bei *Aphelandra aurantiaca* und *Crossandra undulaefolia*. Überall liegen die Sexualorgane so zueinander, daß die Möglichkeit der Selbstbestäubung ohne weiteres ersichtlich ist. Bei anderen Arten ist zwar die Lage der Sexualorgane eine völlig entsprechende, aber es unterbleibt der Samenansatz, wenn nicht Pollen von anderen Pflanzen zur Bestäubung verwandt werden. So verhält sich *Gymnostachyum*, wo die Fremdbestäubung in hohem Grad von Erfolg begleitet ist, während Selbstbestäubung keinen Samenansatz zu bewirken in der Lage ist. Ebenso verhalten sich *Daedalacanthus nervosus* und *Jacobinia penhrosiensis*.

Außer den bisher besprochenen Formen gibt es nun solche, wo entweder nur sehr häufig durchgeführte künstliche Bestäubung wenigstens einige Samen liefert, oder aber ein Samenansatz bei uns anscheinend nicht zu erzielen ist. Bei *Strobilanthes isophyllus*, *Dyerianus* und *glomeratus*, die alle drei bekannt sind wegen der Reizbarkeit ihrer Narben, gelang es nach vielen Bestäubungsversuchen, die alle an möglichst hellen, sonnigen Tagen ausgeführt wurden, einige Resultate zu erzielen. Auf alle Fälle gilt das auch für die Selbstbestäubung. Aber aus allen Versuchen habe ich die Überzeugung gewonnen, daß die Frage, die Goebel in den Entfaltungsbewegungen bezüglich der Bestäubungsverhältnisse der Formen mit reizbaren Narbenlappen aufgeworfen hat, nur in der Heimat der betreffenden Pflanzen eine befriedigende Lösung finden kann. Denn es muß stutzig machen, daß auch die Verwendung des Pollens anderer Exemplare der fraglichen Arten zur Bestäubung keineswegs bessere Resultate liefert. Dabei muß freilich bedacht werden, daß die Acanthaceen sehr leicht auf vegetativem Wege zu vermehren sind, eine Eigenschaft, von der selbstverständlich die Gärtner ausgiebig Gebrauch machen. So ist die Möglichkeit gegeben, daß alle hier befindlichen Exemplare der genannten Arten von einer Mutterpflanze durch Stecklinge erzogen worden sind; dann ist es unmöglich, Fremdbestäubung auszuführen, weil eigentlich doch von jeder Art nur ein Individuum vorliegt. Wenn der Prozentsatz der Fertilität noch ungünstiger wird als bei den eben behandelten Arten, dann ist es begreiflich, daß solche Pflanzen bei uns praktisch überhaupt steril sind. Das ist der Fall bei *Jacobinia magnifica* und *Pohliana* und anscheinend auch bei *Hemigraphis colorata*, von der gleich noch in anderem Zusammenhang die Rede sein

soll. *Hemigraphis*¹⁾ gehört nämlich zu den Formen, die einen reizbaren Narbenlappen besitzen. Meinen Beobachtungen zufolge greift hier jedoch die Reizbarkeit auch auf das oberste Griffelstück über. Das wäre ein Unterschied gegenüber den reizbaren Narbenlappen bei den oben erwähnten *Strobilanthes*-Arten. Ein weiterer Unterschied ergibt sich daraus, daß die Blüte nicht resupiniert. Es wird also auch der Narbenlappen nicht nach unten abgebogen, sondern er legt sich der Oberlippe an. Schließlich ist noch anzuführen (und das ist das wichtigste), daß die Reizbewegung ganz erheblich langsamer verläuft als bei *Strobilanthes*. Daher ist die für diese Arten versuchte teleologische Deutung bei *Hemigraphis* erschwert. Denn ein Insekt, das die Blüte besucht und beim Eindringen den Rücken mit Pollen beläd, wird den Rückweg antreten, bevor die Reizung völlig eingetreten ist, und so ist die Möglichkeit der Selbstbestäubung durch die Reizbarkeit der Narben doch nicht ausgeschlossen. Überdies könnte eine solche auch eintreten, wenn die Bewegung der Hauptsache nach abgeschlossen ist. Denn das vorderste Ende des Narbenlappens bleibt für gewöhnlich etwas nach unten gekrümmt und wird nur bei exzessiv starker Reizung auch an die Oberlippe angelegt. Außerdem findet man häufig auf der Narbe Pollenkörner, die nach der Lage der Sexualorgane und in Anbetracht des in den Warmhäusern herrschenden Mangels an bestäubenden Insekten kaum anderswoher als aus den Antheren der gleichen Blüte stammen können. Samenansatz nahm ich nicht wahr, und es ist denkbar, daß die Pflanze selbststeril ist. Aber wie aus dem oben über die Bestäubungsverhältnisse im allgemeinen Gesagten hervorgeht, ist der Mangel der Fruchtbildung in unseren Warmhäusern vorsichtig zu bewerten, und es dürfte bei uns unmöglich sein, zu entscheiden, ob für das Ausbleiben des Samenansatzes Selbststerilität oder Mangel der notwendigen Bedingungen verantwortlich zu machen ist. Jedenfalls geht es aber nicht an, die Reizbarkeit der Narbe als zweckmäßig für die Selbstbestäubung zu betrachten. Denn wo die Narben reizbar sind, setzen die Pflanzen nicht an, andere Arten, deren Narben der Reizbarkeit entbehren, setzen reichlich an, so z. B. *Ruellia* und *Strobilanthes glabratus*. Die letztgenannte Form unterscheidet sich mehrfach von den oben angeführten *Strobilanthes*-Arten. Der Narbenlappen ist nämlich nicht reizbar, die Resupination unterbleibt, die Pflanzen blühen auch kleistogam, Samenansatz infolge von Selbstbestäubung findet reichlich statt. Legt man den Griffel in Glyzerin, dann krümmt sich der stärker entwickelte Narbenast rasch gerade, indem er sich in die Verlängerung

1) Siehe Figur 29, 30.

des Griffels einstellt, und krümmt sich dann weit in entgegengesetzter Richtung über. Bringt man ihn in Wasser, dann nimmt er eine Stellung ein, die der Reizstellung von *Hemigraphis* entspricht. Daraus ergibt sich, daß die Entfaltung der Narben, d. h. das Herabkrümmen des geförderten Narbenastes durch Turgor erfolgt. Turgorschwankungen werden dann natürlich auch zu Bewegungen des Narbenastes führen, ohne daß man dann immer einen Zweck für solche Erscheinungen anzugeben wüßte.

Samenentwicklung.

Über diesen Punkt finden sich in der Literatur einige Angaben. Die älteste scheint die von Planchon zu sein. Er bezeichnet die Samenanlage als nackt, integumentlos, eine Angabe, die schon 10 Jahre später durch Hofmeister richtiggestellt wurde, der eine vollständig richtige Darstellung der Samenanlage von *Acanthus spinosus* gab. Hofmeister hat erkannt, daß das Integument eine mächtige Ausbildung erfährt, wogegen der Nuzellus so zurückbleibt, daß er fast völlig zur Bildung des Embryosackes verbraucht wird. 50 Jahre später hat van Tieghem ebendasselbe beschrieben, ohne die Arbeiten Hofmeisters zu erwähnen.

Um die Entwicklung des Samens zu erklären, ist es notwendig, zuerst die Samenanlagen zu prüfen. Da ist zunächst die von *Acanthus* zu erläutern. Hofmeister schreibt davon: „Das dicke Integument umschließt einen spitzwinklig gekrümmten Eikern, der zur Blütezeit ersetzt wird durch einen Embryosack von der nämlichen Form“. Eine genauere Betrachtung zeigt, daß eine Mikropyle eigentlich völlig fehlt, der Embryosack ist allseits vom Integument umgeben. Auf jungen Entwicklungszuständen zeigt sich der Nuzellus an der deutlichen Mikropyle als kleine Erhebung, umgeben von dem schon frühzeitig relativ mächtig entwickelten Integument. Dies überwächst ihn vollständig. Durch gesteigertes Wachstum auf der konvexen Seite der Samenanlage wird hierbei der Nuzellus eingekrümmt. Jedoch verläuft der den Nuzellus verdrängende Embryosack nicht so, wie es dem nur auf der Oberseite des Integuments gesteigerten Wachstum entspräche. Danach wäre ein in einer Ebene eingekrümmter Embryosack zu erwarten. Dem ist aber nicht so, weil das Integument auch lateral auf der der Plazenta abgewandten Seite bedeutend stärker wächst. So wird der Nuzellus aus seiner ursprünglichen Krümmungsrichtung mit seinem oberen Ende herausgedrückt gegen die Plazenta hin und vom Integument am Scheitel überwachsen. Wegen der vollständigen Asymmetrie der Samenanlage ist es nur möglich, an Hand von Schnittserien ein Bild von den Ver-

hältnissen zu bekommen. Auf diesem Wege findet man, daß in der befruchtungsreifen Samenanlage der Embryosack in seinem größeren Teil scharf in einer Ebene gekrümmt ist, gegen den Scheitel sich aber fortsetzt in eine kurze Partie, die direkt senkrecht auf der ursprünglichen Krümmungsrichtung steht. In diesem Teil findet sich der Eiapparat. Die Antipoden gehen zugrunde, schon bevor der sekundäre Embryosackkern durch den bekannten Vorgang der Kernverschmelzung gebildet wird. Zur Zeit der Befruchtung liegt der sekundäre Embryosackkern am Grund des Embryosackes, jedoch ist die Verschmelzung der beiden Kerne noch nicht ganz vollzogen.

Bei allen anderen Arten, die ich untersuchte, fand ich eine andere Gestaltung des Embryosackes. Überall zwar ist die kräftige Entwicklung des einen Integuments auffallend, fast allen Formen kommt aber im ausgebildeten Zustand eine Mikropyle zu. Wo diese fehlt, wie bei *Schaueria calycotricha*, kommt das nachträglich zustande, indem das Integument sich über dem Nuzellus zusammenschließt. Vom Nuzellus ist bei allen Formen zur Blütezeit nicht mehr viel zu finden, meist ist er nur noch angedeutet durch einige wenige den Embryosack umgebende Zellschichten mit dichterem Inhalt oder etwas anderer Struktur, als die Integumentzellen aufweisen.

1. *Acanthus longifolius* (Fig. 27, 31, 33, 37).

Hierzu ist die Darstellung Hofmeisters von *A. mollis* und *spinosus* zu vergleichen. Die Befruchtungsvorgänge habe ich nicht beobachtet. Der befruchtete Eikern gelangt auf eine nicht ganz klare Weise durch den langen, gekrümmten Embryosack in den basalen Teil desselben. Hofmeister hat keine Zellwände in dem gekrümmten Teil des Embryosacks beobachtet, obwohl er auch den einzelligen Embryo bei *A. spinosus* im basalen Teil des Embryosacks beobachtete. Es wäre wohl denkbar, daß die Eizelle nach der Befruchtung einen Schlauch treibt bis zum Endosperm (wenn der Embryo dort ankommt, ist schon Endosperm gebildet) und innerhalb dieser Zelle durch Plasmaströmung wandert. Eine andere Möglichkeit ist die, daß zwar ein zellulärer Embryoträger gebildet wird, der aber so hinfällig ist, daß die Wände auch auf jungen Entwicklungszuständen nicht zu erkennen sind. Aber es ist doch anzunehmen, daß dann wenigstens Kernfragmente aufzufinden sein müßten; es ist ja auch bei *Crossandra* ein deutlicher, wenn auch stark reduzierter Embryoträger vorhanden und unschwer nachzuweisen. Erst wenn die befruchtete Eizelle an dem von Anfang an zellulären Endosperm angekommen ist, tritt sie in Teilung

ein und bildet zunächst eine Zellreihe, die ins Endosperm hineinwächst, aber immer nahe am Rand dieses Gewebskörpers bleibt. Wenn der Embryoträger, soweit er im Endosperm liegt, vielzellig geworden ist, beginnt sich das apikale Ende in bekannter Weise zu teilen und liefert so einen Embryo. Jedoch ist dessen Wurzel nicht mehr nach der Gegend der Mikropyle hin gerichtet, auch nicht in der Richtung des Teils des Embryosacks, von dem der einzellige Embryo herkam. Da dieser Teil nämlich seitlich am Endosperm mündet und der Embryoträger den Kopf der Embryoanlage im Endosperm am Rande desselben vorwärts schiebt, macht der ganze Embryo eine Krümmung mit, die parallel läuft mit der des Endosperms an seinem oberen Rand. So kommt es, daß im reifen Zustande die Wurzel keine Beziehung mehr zur Mikropyle zeigt. Die Ernährung des Embryo erfolgt nicht nur durch Vermittlung der Randzellen des Endosperms aus dem Integument, sondern es werden dazu besondere Zellen differenziert. Ein Haustorium findet sich zunächst einmal an der Chalaza. Die dichte Plasmamasse enthält Kerne, die vom Endosperm herkommen. Ein weiteres Haustorium dringt in breiter Ausdehnung in das Integument ein, das Plasma ist hier nicht dicht, sondern fein und zart verteilt, aber auch hier ist ein relativ enorm großer Kern auffallend. Für die Bedeutung dieses Haustoriums spricht die Tatsache, daß es schon frühzeitig eine große Anzahl von Zellen zur Auflösung bringt. Aus dem Umstand, daß von diesem Kern aus eine ununterbrochene Plasmaverbindung bis zur Mikropyle zu verfolgen ist, möchte ich nicht schließen, daß auch auf diesem Wege dem Embryo Baustoffe zugeführt werden. Es findet sich nämlich in diesem Plasma nicht ein einziger Kern, nirgends findet auch Auflösung angrenzender Zellen statt. Trotzdem findet sich im Handbuch der systematischen Botanik von Wettstein bei der Gattung *Acanthus* die Angabe „Mikropylarhaustorium“. Ich vermute, daß diese Angabe auf Grund einer Schilderung der Embryobildung durch Hofmeister erfolgt ist. Da findet sich nämlich die Notiz, und eine Zeichnung in der „Embryobildung der Phanerogamen“ erläutert sie, daß nach der Befruchtung der Mikropylarteil (d. h. der Teil, an dem bei normalen Samenanlagen die hier fehlende Mikropyle liegt) des Embryosacks einen blindsackartigen Fortsatz treibe. Ich kann das nicht bestätigen. Denn in diesem Teil liegt vor der Befruchtung der Eiapparat, und hernach findet darin, wenn Eizelle und Synergiden daraus geschwunden sind, keine Veränderung mehr statt. Der reife Samen enthält einen geraden Embryo, dessen Wurzel nicht nach dem Mikropylarteil gerichtet ist; an ihm finden sich außer den mit Reservestoffen

erfüllten Cotyledonen noch mehrere Blattanlagen. Das Endosperm wird vom Embryo völlig aufgebraucht. So liegen die Verhältnisse bei *Acanthus longifolius*. Hofmeister hat *A. spinosus* untersucht. Aus seiner kurzen Schilderung scheint mir hervorzugehen, daß dort die gleichen Verhältnisse vorliegen. *Acanthus montanus* wird zwar in den Münchener Warmhäusern kultiviert, die Möglichkeit zur Selbstbestäubung ist bei dieser Art ebenso wie bei *A. longifolius* gegeben, die Fruchtknoten schwellen auch an, wie sich die Samenanlagen vergrößern. Aber ein Embryo ist nicht vorhanden.

2. *Aphelandra aurantiaca* (Fig. 32).

In Übereinstimmung mit den von *Acanthus* geschilderten Verhältnissen findet sich zur Blütezeit ein Embryosack, der die Substanz des Nuzellus, der von Anfang an relativ klein ist, in der Hauptsache verdrängt hat. Jedoch verläuft die Krümmung des Embryosacks nur in einer Ebene und ist nicht so ausgesprochen wie bei *Acanthus*. Auch mündet er mit einer Mikropyle ins Freie. Schon am unbefruchteten Embryosack sind die Antipoden auffallend kräftig entwickelt. Das Plasma ist in jeder der drei Zellen reichlich, die Kerne sind unverhältnismäßig groß. Die unterste der drei Antipoden ist die kräftigste. Nach der Befruchtung zeigen die an die Antipoden angrenzenden Integumentzellen Zerfallserscheinungen, während diese selbst noch dichteres Plasma und größere Kerne aufweisen. Dieses Haustorium führt direkt dem Endosperm Nährstoffe zu. Der sekundäre Embryosackkern liegt in der Mitte des Embryosacks. Von hier aus setzt die Endospermbildung ein und bewirkt, da sie hauptsächlich vom Embryosack senkrecht nach oben fortschreitet, eine Ausweitung desselben an dieser Stelle nach oben. Die Eizelle findet sich dicht hinter der Mikropyle. Der Embryo wird aber nicht durch einen gewöhnlichen, zellulären Embryoträger ins Endosperm geschoben; denn Kerne konnte ich innerhalb des von der Mikropyle zum mehrzelligen Embryo führenden Plasmaschlauchs nicht nachweisen. Diese Plasmaverbindung bleibt lange aufrecht erhalten. In der Mikropyle liegen zwei große Kerne in dichtem Plasma. Sie bewirken die Auflösung der in der Mikropylargegend vorhandenen, inhaltsreichen Zellen des Integuments und vermitteln dadurch freige-wordene Baustoffe direkt dem Embryo. Was die Kerne dieses Mikropylarhaustoriums anlangt, so stammen sie aller Wahrscheinlichkeit nach von beiden oder von einer Synergide her. Da es mir nicht gelang, Befruchtungszustände, die diese Frage entscheiden könnten, aufzufinden, muß ich mich weiterer Äußerungen über diese Frage enthalten. Ich

verweise nur auf die Angabe von Billings, wonach bei *Calendula* das Haustorium aus der einen Synergide entsteht. Im älteren Samen findet sich nur mehr eine Andeutung des Endosperms in Form zweier unter der Epidermis liegender Zellschichten, die im Bereich der Chalaza noch vermehrt sind. Hier finden sich auch die Reste des Haustoriums in Verbindung mit dem Endosperm, das aber gerade hier in seiner ganzen Ausdehnung wiederum vom Embryo aufgebraucht wurde, so daß nur mehr Zellen ohne Inhalt übriggeblieben sind. Vom Mikropylarhaustorium ist auf solchen Entwicklungszuständen nichts mehr aufzufinden. Der Embryo hat normale Lage, zwei Keimblätter erfüllen das ganze Innere des Samens; sie sind mit Reservestoffen vollgepfropft. Außer diesen beiden Blättern sind keine weiteren Blattanlagen vorhanden. Die durch Selbstbestäubung erzeugten Samen sind leicht zur Keimung zu bringen und liefern kräftige Pflanzen.

3. *Crossandra undulaefolia* (Fig. 28, 35).

Zahl und Form der Samenanlagen erinnern an *Aphelandra*, aber zur Blütezeit sind Antipoden nicht mehr aufzufinden. Die Mikropyle ist recht kurz, das Integument mächtig entwickelt. Es bewirkt durch einseitig gesteigertes Wachstum eine Krümmung des Nuzellus in einer Ebene. Der Nuzellus wird nicht wie bei *Acanthus* völlig zur Bildung des Embryosacks verbraucht, sondern bleibt, mehrere Zellschichten stark den Embryosack umgebend, zum Teil erhalten. Nuzellargewebe findet sich auch an der kurzen, häufig nur angedeuteten Mikropyle. Jedoch fehlt eine deutliche Begrenzung des Nuzellus dem Integument gegenüber. Der Pollenschlauch passiert die kurze, enge Mikropyle und dringt durch den Nuzellusscheitel in gerader Richtung auf die, am oberen Ende des Embryosacks gelegene Eizelle vor. Dem anderen Ende des Embryosacks genähert liegt der große, sekundäre Embryosackkern. Nach der Befruchtung bildet die Eizelle einen deutlichen Embryoträger. Dieser ist allerdings ungewöhnlich hinfällig. Die Wände der Suspensorzellen sind entweder äußerst zart, oder es ist nur eine Protoplasmahautschicht vorhanden. Denn eine deutliche Membran konnte ich nicht beobachten. Die Zellen des Embryoträgers liegen in relativ großen Abständen voneinander entfernt, die Kerne sind groß und von wenig Plasma umgeben. Dieser Embryoträger schiebt den Embryo ins Endosperm. Von letzterem aus kommt es in der Chalazagegend zur Bildung eines Haustoriums. Die Zelle, aus der es entsteht, besitzt anfänglich eine deutliche Membran, die aber, wie es scheint, später aufgelöst wird. Dann finden sich auch, in dichtes Plasma eingebettet, mehrere Kerne von auffallender Größe.

4. *Ruellia rosea*.

Der Embryosack zeigt nicht die merkwürdige hakenförmige Einkrümmung wie bei *Acanthus*, jedoch ist die Gestalt des Embryosacks der *Ruellien* durch die bei *Aphelandra* und *Crossandra* gegebenen Übergänge mit der Form von *Acanthus* verknüpft. Die Mikropyle mündet in den Fruchtknoten, der Pollenschlauch nimmt den normalen Weg zur Eizelle. Von den Antipoden war zur Zeit der Befruchtung nichts mehr aufzufinden. In reifen Samenanlagen liegt der sekundäre Embryosackkern unweit der Mikropyle hinter der Eizelle. Annähernd gleichzeitig verschmilzt der Eikern und der eine generative Kern des Pollenschlauchs sowie der sekundäre Embryosackkern und der andere generative Kern. Es beginnt Endospermbildung anfänglich in Form von Zellsträngen. Die Eizelle, aus der der Embryo hervorgeht, bildet zunächst einen mehrzelligen Suspensor, dessen Zellen großkernig sind. Auch hier sind die Zellwände anfänglich sehr zart, aber zweifellos vorhanden. Die in der Nähe der Mikropyle und in dieser selbst gelegenen Zellen bilden sich um und treten in den Dienst der Ernährung des Embryo. Später liegt in der Mikropyle nur mehr ein großer Kern, umgeben von dichtem Plasma. Dieses Haustorium beutet die in der Mikropylargegend vorhandenen, inhaltsreichen Zellen aus. Durch den Embryoträger wird der Embryo ins Endosperm hineingeschoben, jedoch bleibt er, auch wenn die Wurzel schon herangewachsen ist, immer auch durch das ihn rings umgebende Endosperm hindurch vermittelt einiger Zellen mit dem Mikropylarhaustorium in Verbindung. Erst wenn der Same trocken zu werden beginnt und die Reste des Integuments sich zu einer trockenhäutigen Samenschale umbilden, geht auch das Haustorium zugrunde. An der Chalaza kommt es frühzeitig zur Ausbildung eines Endospermhaustoriums. Im reifen Samen finden sich zwei mit Reservestoffen erfüllte Cotyledonen, die Wurzel weist nicht direkt in die Richtung der Mikropyle, sondern ist etwas daraus verschoben.

5. *Ruellia Herbstii*.

Die Samenanlage entspricht der von *Ruellia rosea*. Die Endospermbildung beginnt hauptsächlich in dem der Mikropyle abgewandten Teil des Embryosacks. Bis es den unteren Teil des Embryosacks erreicht hat, liegt hier schon ein kugeliger Embryo, der die zu seinem Wachstum nötigen Baustoffe durch ein vom Embryoträger herstammendes Haustorium bezieht. Das Endosperm umwächst den Embryo schließlich fast vollständig von allen Seiten, jedoch bleibt immer sein der Mikropyle zugewandtes Ende, an dem sich die Wurzel bildet, durch Zellenzüge

mit dem Mikropylarhaustorium in Verbindung. Die Endospermzellen, die an das vom Funiculus in die Samenanlage eintretende Gefäßbündel angrenzen, zeichnen sich durch ihren reicheren Plasmagehalt aus. Der reife Embryo enthält zwei Cotyledonen. Seine Lage ist normal.

6. *Ruellia ventricosa* (Fig. 36).

Der Embryosack ist in der Mitte verbreitert, nach hinten und gegen die Mikropyle hin verengert er sich. Von den Antipoden fanden sich zur Blütezeit nur mehr funktionsunfähige Reste. Die Bildung des sekundären Embryosackkerns durch Verschmelzung zweier Kerne ist leicht in allen Phasen zu beobachten. Nach der Befruchtung bildet sich Endosperm, das sich zunächst von der ursprünglichen Lage des sekundären Embryosackkerns gleichmäßig nach allen Seiten ausdehnt und so den zur Verfügung stehenden Raum erfüllt. Beginnen die peripherischen Zellen mit den Integumentzellen in Berührung zu treten, dann werden die letzteren nach und nach aufgelöst und zum Zerfall gebracht zugunsten des Endosperms. Schon frühzeitig treten auch die in der Nähe der Chalaza gelegenen Zellen des Endosperms in Beziehung zu dem hier endigenden Leitbündel, eine Tatsache, die sich im Plasmareichtum und in der Größe der Kerne dieser Zellen äußert. Der Embryo wird durch einen mehrzelligen Suspensor von der Mikropylargegend weg in das Innere des Embryosacks verlagert und bald allseitig vom Integument umwachsen. Mit der Mikropyle bleibt er durch den Zellenzug des Suspensors in Verbindung. Die am weitesten nach außen gelegenen Embryoträgerzellen werden plasmareicher und bekommen größere Kerne. Dieses Mikropylarhaustorium scheint im letzten Zeitraum der Samenreife nicht mehr direkt dem Embryo, sondern dem Endosperm zugute zu kommen. Denn später wird die direkte Verbindung der embryonalen Wurzel mit dem Haustorium unterbrochen, da diese nicht gerade der Mikropyle zuwächst, und außerdem ist das Endosperm, das in diesem Zeitpunkt bis auf wenige Reste vom Embryo aufgezehrt ist, gerade da, wo das Mikropylarhaustorium liegt, noch ein ansehnlicher Zellkomplex. Außer den beiden Cotyledonen zeigt der Embryo keine weiteren Blattanlagen.

7. *Schaueria calycotricha*.

Diese Art ist dadurch ausgezeichnet, daß eine Mikropyle völlig fehlt, weil das Integument über dem Nuzellusscheitel unter Bildung einer Naht zusammenschließt. Der Embryosack ist bogenförmig gekrümmt, die Chalaza liegt nicht an seinem einen Ende, sondern seitlich, etwa in der Mitte. An dieser Stelle springt das Integumentgewebe

in das Lumen des Embryosacks vor, und so ergibt sich eine Form, die sich mit der einer Hantel vergleichen läßt. Antipoden konnte ich zur Zeit der Blüte nicht mehr auffinden. Der Eiapparat liegt an der dem Nuzellusscheitel entsprechenden Stelle. Hier findet auch die Befruchtung statt. Im oberen Teil des Embryosacks findet zunächst Endosperm-bildung statt. Der Embryo wird durch einen langen Embryoträger in das Endosperm geschoben. Ich zählte an einem solchen zu einem älteren Embryo gehörigen nicht weniger als 25 Zellen. In der Mikropyle bildet sich aus Suspensorzellen ein sehr kräftiges Haustorium, das die ersten Embryoträgerzellen umscheidet. Dieses Haustorium führt aller Wahrscheinlichkeit nach unter Vermittlung der Embryoträgerzellen direkt dem Embryo Baustoffe von den in der Mikropylargegend normaler Samenanlagen gelegenen inhaltsreichen Zellen zu. Auch ein Endospermhaustorium kommt zur Ausbildung. An der Chalaza sammelt sich dichtes Plasma an, in dessen Innerem finden sich gewöhnlich zwei Kerne, die während des Heranwachsens des Embryos Teilungen nicht mehr durchmachen. Die angrenzenden Zellen des Integuments weisen ausnahmslos Zerfallserscheinungen auf, die meisten davon sind inhalts-leer, während dagegen die angrenzenden Endospermzellen dichteren Inhalt zeigen als die mehr zentral gelegenen. Im Laufe der Entwicklung dringt das Embryohaustorium im Integument gegen das eingekrümmte Gefäßbündel hin vor, ohne es zu erreichen. Wo es hinkommt, schafft es Hohlräume durch Auflösung der angrenzenden Integumentzellen. Später verfällt es. Es hat sich aber bis dahin durch das Integumentgewebe hindurchgearbeitet und dadurch nachträglich erst eine Mikropyle geschaffen. Denn das Haustorium erreicht gerade da die Oberfläche der Samenanlage, wo die Mikropyle liegen müßte. In diesem Zeitpunkt sind die Endospermzellen in der Hauptsache nur mehr zwei Schichten stark. An zwei Stellen finden sich mehrere Schichten. Einmal da, wo das Embryohaustorium liegt und dann da, wo das Endospermhaustorium tätig war. In älteren Entwicklungszuständen sind die in der Umgebung des Mikropylarhaustoriums gelegenen Zellen radial vom Haustorium weg gegen das Endosperm hin auffallend gestreckt. Die Wurzel weist auch hier nicht die Richtung der Mikropyle, sondern ist etwas daraus verschoben. Das die Mikropylargegend normaler Samenanlagen ausbeutende Haustorium kommt zwar ursprünglich dem Embryo selbst zugute, später ist jedoch das basale Ende desselben nicht mehr mit dem Haustorium in Verbindung; dann endigt es inmitten der oben erwähnten vom Haustorium ausgehend radial gestreckten Zellen.

8. *Beloperone violacea*.

Eine Mikropyle ist vorhanden. Der stark gekrümmte Embryosack (Mikropyle und Chalaza sind sehr genähert), dessen konvexe Seite weit in das Integument hinein sich erstreckt, ist in dem der Mikropyle genäherten Teil verengert, dadurch, daß die unter der Chalaza gegen den Funiculus hin gelegene Gewebspartie in das Lumen des Embryosacks vorspringt. In diesem engen Teil liegt der Eiapparat, die Antipoden sind zur Zeit der Befruchtung verfallen. Der Embryo wird durch einen kräftigen Embryoträger von der erwähnten Lage der Eizelle in das Lumen des Embryosackes geschoben. Hier hat inzwischen schon rege Endospermibildung eingesetzt, die sich an zwei Stellen zentralisiert: einmal in der Mitte des Embryosacks und außerdem an der Chalaza, wo schon frühzeitig mehrere Zellen aus dem Endosperm den Charakter von Haustorialzellen gewinnen. Abgesehen von diesem Chalazahaustorium kommt noch ein anderes an der Mikropyle zur Ausbildung. Die unterste Embryoträgerzelle treibt einen dichten Protoplasmafortsatz in das Gewebe des Funiculus auf eine Gruppe von Zellen zu, die durch ihre intensivere Färbbarkeit einen dichteren Inhalt vermuten lassen. Auf Schnitten durch ältere Entwicklungszustände findet sich der Embryo gleich hinter der oben erwähnten, unterhalb der Chalazaregion eintretenden Verschmälerung des Embryosacks und steht mit dem Mikropylarhaustorium durch die Zellen des Embryoträgers in Verbindung. Die in der Nähe des Chalazahaustoriums gelegenen Zellen sind inhaltsreicher als die übrigen. In noch älteren Samen erfüllt der Embryo das ganze Innere. Vom Endosperm sind nur mehr wenige Zellschichten erhalten, der Embryo hat zwei große Cotyledonen gebildet. Seine Wurzel liegt teilweise zwischen denselben, da sie um 180° aus der geraden Lage herausgedreht ist. Sie weist nicht genau in die Richtung der Mikropyle.

9. *Eranthemum albo-maculatum*.

Eine Mikropyle ist vorhanden. Sie ist bemerkenswert durch ihre Länge und außerdem dadurch, daß an ein großes, ganz normal gerade verlaufendes Stück in scharfem, rechtwinkligem Knick ein zweites, kurzes sich ansetzt. Das gehört schon zum Embryosack; denn hier liegt der Eiapparat. Es findet eben ähnliches statt wie bei *Beloperone*. Der Embryosack wird in seinem oberen Ende dadurch stark eingeeengt, daß hier das Gewebe des Integuments in seinen Raum vorspringt. Antipoden habe ich zur Blütezeit keine mehr gesehen. Nach der Befruchtung wird der Embryo durch einen mehrzelligen Suspensor in das

inzwischen gebildete Endosperm geschoben. Es kommt an der Mikropyle zur Ausbildung eines kleinen Haustoriums. Selbst wenn der Embryo rings vom Endosperm umschlossen ist, bleibt er durch seine Trägerzellen mit dem Mikropylarhaustorium in Verbindung. An der Chalaza kommt es nicht zur Ausbildung eines eigentlichen Haustoriums. Hier hat eine ganze Gruppe von Zellen, eben diejenigen, die an das hier endigende Leitbündel angrenzen, die Funktion der Baustoffzufuhr. Diese Zellen sind alle vom Gefäßbündel weg in die Länge gestreckt, sind größer und besitzen dichteren Inhalt als die übrigen Endospermzellen. Sicherlich nehmen auch diese, soweit sie an das Integument angrenzen, von diesem Baustoffe auf, aber in dem der Chalaza genäherten Teil des Endosperms geschieht dies, wie es scheint, in ganz hervorragendem Maße. Wenn der Embryo beträchtlich herangewachsen ist, kommt dadurch, daß auf einer Seite ungefähr in der Mitte, also da, wo die zwei Cotyledonen inseriert sind, das Wachstum ein gesteigertes ist, eine Krümmung zustande, infolge deren die Wurzel mit den Cotyledonen einen Winkel von ca. 60° bildet.

10. *Barleria strigosa*.

Die Befruchtung scheint deshalb auf normalem Wege zu erfolgen, weil ich öfters in der schmalen Mikropyle Pollenschlauchreste wahrnahm. Das Innere des Embryosackes wird bald nach der Befruchtung von Endosperm erfüllt, an dem auffällt, daß die Zellen sehr groß sind und nur wenig Plasma enthalten. In dieses Gewebe wird der Embryo durch einen langen Suspensor geschoben. Der letztere macht dabei eine kleine Krümmung. Die erste Zellteilung des Embryos nach Abgliederung des Embryoträgers scheint zwei ungleich große Zellen zu liefern, jedoch ist auf diese Tatsache deshalb wenig Gewicht zu legen, weil bald nachher beide Seiten sich gleich verhalten. Der Embryo erhält Baustoffe durch den Embryoträger, ohne daß aber eine Differenzierung von Zellen für diese Funktion erkennbar wäre. Zweifellos werden aber die in der Mikropylargegend gelegenen Zellen rascher zum Zerfall gebracht als die in der Umgebung des Endosperms. An der Chalaza entwickelt sich ein typisches Haustorium in Form einer Plasmaanhäufung mit einem Zellkern. Die Vergrößerung der Samenanlagen erfolgt zunächst nicht durch Wachstum im Embryosack, sondern durch Streckung der Integumentzellen. Dabei wachsen die Epidermiszellen zu Haaren aus.

11. *Strobilanthes Dyerianus*.

Da ich von dieser Art als Ergebnis zahlreicher Bestäubungsversuche nur einen einzigen Samen erntete, ist es nicht möglich, die Samen-

entwicklung zu schildern. An den Schnitten durch den einen Samen zeigte sich, daß der Embryosack gerade ist; dadurch nähert sich diese Form den Ruellien. Die Mikropyle ist zur Hälfte auf der einen Seite vom Integument, auf der anderen vom Funiculus gebildet. Nur ein kleiner Teil erscheint als Spalte, die völlig vom Integument begrenzt wird. Die Endosperm Bildung scheint zunächst im unteren, der Mikropyle genäherten Teil des Embryosacks zu erfolgen. Ein Suspensor schiebt den Embryo ins Endosperm. An der Chalaza sind die Zellen inhaltsreicher als im übrigen Teil des Nährgewebes.

12. *Strobilanthes glabratus* (Fig. 34).

Die Samenanlagen, wie die reifen Samen zeigen im allgemeinen die für *Ruellia* geschilderten Verhältnisse. Besonders schön läßt sich hier die Entstehung des Chalazahaustoriums aus einer gewöhnlichen Endospermzelle beobachten. Der Embryoträger ist typisch entwickelt und teilweise von einem Haustorium umscheidet, das seine Herkunft einer Suspensorzelle verdankt.

13. *Cryptophragmium zeilanicum*.

Der Embryosack mündet durch eine Mikropyle dicht an der Plazenta in den Fruchtknoten. Der zentral im Embryosack gelegene sekundäre Embryosackkern entsteht erst spät durch Verschmelzung zweier Kerne. Von den Antipoden sah ich zur Blütezeit nichts mehr. Die befruchtete Eizelle bildet einen kräftigen Suspensor. Es erfolgt auch hier eine Umbildung sowohl embryonaler als auch vom Endosperm herstammender Zellen zu Haustorialzellen. Zunächst geht ein Haustorium aus den zuerst gebildeten Embryoträgerzellen hervor, und zwar werden gewöhnlich drei von der Umbildung ergriffen. Im Endosperm wird eine in der Nähe der Chalaza gelegene Zelle größer, der Kern wächst auffallend heran, teilt sich, es entstehen mehrere großkernige Zellen mit dichtem Inhalt, die energisch das angrenzende Gewebe zur Auflösung bringen.

Retinakeln, Jakulatoren.

Es erübrigt noch mit einigen Worten auf die Anhangsgebilde des Funiculus einzugehen, die als Jakulatoren oder Retinakeln bezeichnet werden. Zunächst ist festzustellen, daß es sich dabei um zwei prinzipiell verschiedene Dinge handelt, da zwei Ausbildungsformen existieren, zwischen denen nicht unterschieden worden ist, auch da nicht, wo auf Grund dieser Gebilde eine systematische Einteilung der Familie getroffen worden ist. Bei *Acanthus* wurde mit diesem Namen nichts anderes als der Funiculus belegt; warum, das steht dahin. Vielleicht war für diese besondere Benennung der Umstand ausschlaggebend, daß der

Funiculus eine auffällige, hornförmige Krümmung zeigt, besonders auffallend, wenn der Same ausgeschleudert ist und der Funiculus, der äußerst stark verholzt ist, an der Plazenta stehen bleibt. Dafür ist also eine besondere Bezeichnung höchst überflüssig, nachdem die mit dem erteilten Namen vorausgesetzten Funktionen in keiner Weise zutreffen. Es ist einleuchtend, daß durch eine Krümmung des Funiculus der für die Anheftung der Samen in Betracht kommende Querschnitt absolut nicht vergrößert wird; abgesehen davon scheinen doch besondere Strukturen zur Befestigung der Samen im Fruchtknoten deshalb recht überflüssig zu sein, weil sie bei der überwiegenden Mehrzahl der Samenpflanzen fehlen. Wurden nun früher die in Rede stehenden Gebilde unter dem Namen Retinakeln für die Anheftung des Samens in Anspruch genommen, so kam man später dazu, sie für das Gegenteil, zur Samenausschleuderung, zweckdienlich sein zu lassen. Lindau, der die Acanthaceen im Engler-Prantl bearbeitet hat, meint, die Funktion dieser Organe als Schleudermechanismen sei jetzt sicher erkannt und schlägt deshalb statt der widersinnigen Bezeichnung Retinakeln den Namen Jakulatoren vor. Lindau erwähnt, durch den hakenartig gekrümmten Funiculus, der gewissermaßen als Gleitschiene funktioniere, werde erreicht, daß die in der Frucht enthaltenen Samen beim Aufreißen der Kapsel nach zwei verschiedenen Richtungen ausgeschleudert würden. Ich kann mir nicht vorstellen, was dazu die hakenförmige Krümmung des Funiculus beitragen solle. Auch ohne sie müßten die Samen nach zwei verschiedenen Richtungen weggeschleudert werden und damit selbstverständlich die daran befestigten Samen. Vielleicht suchte man bei *Acanthus* auch deshalb nach besonderen Einrichtungen zur Ausschleuderung der Samen, weil hier die Strecke, die die Samen durchfliegen, eine recht beträchtliche ist. Ich fand einmal, daß ein Samen 9 Meter weggeschleudert wurde. Die ganze Kraft stammt aber, wie schon Hildebrand nachwies, von der infolge verschiedener Austrocknungsverhältnisse in Spannung befindlichen Fruchtscheidewand. van Tieghem hat in seiner Arbeit über Fruchtknoten und Samenanlagen der Acanthaceen beschrieben, daß in der Fruchtscheidewand von *Acanthus* vor der Befruchtung vier Gewebslamellen zu unterscheiden seien. van Tieghem ist sich über die Bedeutung derselben nicht klar geworden, obschon Hildebrand lange vorher die Tätigkeit derselben beim Ausschleudern der Samen erläutert hat.

Die andere Kategorie hierher gehöriger Gebilde findet sich am schönsten bei den Ruellien. An unbefruchteten Samenanlagen ist wenig davon zu bemerken. Denn die „Jakulatoren“ kommen hier erst nach der Befruchtung zur Ausbildung durch einfaches Auswachsen einer schon

an der unbefruchteten Samenanlage gekennzeichneten Partie des Funiculus. Sie sollen bei der Ausschleuderung der Samen eine Rolle spielen; diese Angabe findet sich öfter, nirgends aber entdeckte ich einen Versuch, das zu beweisen. Lindau meint, die Tatsache, daß die Samen der Thunbergioideen nicht ausgeschleudert werden, sei auf den Mangel der Funiculusauswüchse zurückzuführen. Daraus wäre zu folgern, daß die ganz respektable Gewalt, mit der bei den Ruellien die Samenausschleuderung stattfindet, den „Jakulatoren“ zu danken wäre. Nichts ist aber unrichtiger als das. Die Funiculusauswüchse sind zu keinerlei Bewegung fähig, die ganze Kraft bei der Ausschleuderung stammt von der merkwürdigen Struktur der Fruchtscheidewand her. Im unbefruchteten Fruchtknoten fallen schon verschiedene Gewebslamellen auf, die später verholzen und beim Anstrocknen sich verschieden stark verkürzen. Die so entstehende Spannung bewirkt die Ausschleuderung der Samen, die angeblichen Jakulatoren haben gar nichts damit zu tun. Es genügt noch auf die Kapsel von *Syringa* hinzuweisen, die in den Größenverhältnissen der mancher Ruellien gleichkommt und die sich ihrer Samen prompt auch ohne Jakulatoren entledigt. Es fehlt übrigens bei objektiver Betrachtung jegliche Grundlage zu solchen Spekulationen. Denn die unbewiesene Voraussetzung liegt in der Annahme, es müßten Organe und Einrichtungen an den Pflanzen zu finden sein, die eine möglichst weite und zerstreute Verbreitung der Samen garantieren. Es dürfte nicht möglich sein, hierfür einen zwingenden Beweis zu erbringen.

Für die Leitung des Pollenschlauchs kommen die in Rede stehenden Gebilde deshalb nicht in Frage, weil sie da, wo sie typisch entwickelt sind, erst nach der Befruchtung auftreten. Als Reservestoffbehälter können sie auch nicht gut angesehen werden; denn bei ihrer Ausbildung findet kein Wachstum im Sinne einer Zellvermehrung oder eines Zuwachses an organischer Substanz statt; sie werden gebildet durch einfache Streckung der Zellen auf der einen Seite des Funiculus. Diese Zellen enthalten weder Zucker noch Stärke.

Wir kommen also zu dem Resultat, daß keine Veranlassung vorliegt, die als Retinakeln oder Jakulatoren bezeichneten Gebilde mit einem besonderen Namen zu belegen, da sie Auswüchse des Funiculus sind, für die eine besondere Funktion gegenwärtig nicht mit zwingenden Gründen bewiesen ist.

Überblick über die Blütenentwicklung.

Eine vergleichende Betrachtung der bei den einzelnen Formen sich findenden Blütenstände zeigt, daß von den reichverzweigten In-

floreszenzen, wie sie beispielsweise bei *Asteracantha* vorhanden sind, alle Übergänge zu beobachten sind bis zu den einfachen Blütenständen von *Acanthus*. Bei *Asteracantha* ist die dichasiale Verzweigung so ausgiebig, daß die Blütezeit auf einen großen Zeitraum verteilt ist. Andere Infloreszenzen werden dadurch außerordentlich reichblütig, daß zwar die dichasiale Verzweigung zurücktritt, dafür aber regelmäßig Beisprosse auftreten, wie bei *Jacobinia magnifica*. Von diesen gehäuften, knäueligen und kopfigen Blütenständen führt die Reihe zu den durch Streckung der Internodien lang gewordenen aber immer noch dichasial verzweigten Blütenständen bei *Ruellia* und, wenn man die an besser ernährten Pflanzen auftretenden Infloreszenzen berücksichtigt, *Cryptophragmium*. Hier zeigt sich aber schon, daß die dichasiale Verzweigung unterdrückt werden kann, seltener bei *Ruellia*, häufiger bei *Cryptophragmium*. Und von hier ist kein weiter Schritt mehr zu den einfachen, ährigen Blütenständen von *Acanthus*, *Eranthemum* und *Fittonia*.

Interessant ist die Betrachtung der Symmetrieverhältnisse innerhalb der Blütenstände. Goebel hat in den Entfaltungsbewegungen die allgemeinen Symmetrieverhältnisse der *Acanthaceen* erläutert. Danach sind je zwei von den vier durch die dekussierte Blattstellung zustande kommenden Orthostichen gefördert, so, daß das geförderte Blatt eines Blattpaares mit dem geförderten des nächsthöheren oder nächstniederen Blattpaares einen rechten Winkel bildet. In den Blütenständen gibt es Fälle, wo sich der Unterschied zwischen geförderten und geminderten Orthostichen nur durch eine unbedeutende Differenz im Entwicklungszustand zweier auf gleicher Höhe stehender Blüten äußert, so z. B. *Acanthus*. Andererseits kommen Blüten und im Anschluß daran Teilinfloreszenzen bei *Sanchezia* nur auf den geförderten Orthostichen zur Ausbildung. Da diese rechtwinklig gekreuzt sind und die ebenfalls rechtwinklig gekreuzten und mit den geförderten Orthostichen rechte Winkel bildenden geminderten Orthostichen innerhalb der Infloreszenz weder Blätter noch Blüten bilden, wird diese auffallend einseitswendig. Zu diesem Verhalten gibt es auch wieder Übergänge. Bei *Asteracantha* geht die Verzweigung der Teilinfloreszenzen auf den geförderten Orthostichen weiter als auf den geminderten, das gleiche gilt von *Ruellia*.

Die vergleichende Betrachtung des Kelchblattkreises ergibt, daß bei der Mehrzahl der Arten deutliche Förderung im adaxialen Teil vorliegt. Extrem gesteigert ist sie bei *Crossandra* und *Eranthemum albotumidum*, da an dieser Stelle zwei Anlagen erscheinen. In anderer Weise, d. h. durch auffallende Größe und das zeitliche Vorseilen des hinteren Kelchblatts, zeigt sich die Förderung im adaxialen Teil bei

Acanthus und *Aphelandra*. Auch *Sanchezia*, *Asteracantha* und *Fittonia* haben ein adaxiales Kelchblatt, dem ein größerer Raum am Vegetationspunkt zugewiesen ist als den übrigen Sepalen. Auch hier wird das adaxiale Blatt zuerst sichtbar, ebenso wie bei *Dipteracanthus*, *Ruellia* und *Hemigraphis*, wo allerdings die Basis, mit der das Kelchblatt dem Vegetationspunkt aufsitzt, nicht mehr auffallend breiter ist. Hier reihen sich dann Formen an, wo zeitliche Differenzen in der Anlage, wenn überhaupt vorhanden, nur sehr wenig ausgesprochen sind und auch die Größenverhältnisse ziemlich einheitlich scheinen: *Eranthemum tuberculatum* und *Beloperone plumbaginifolia*. Dann kommen Arten mit ausgesprochener Reduktion des Kelchs im adaxialen Teil: *Strobilanthes* und *Daedalacanthus*, wo das hintere Kelchblatt als letztes Glied der äußeren Blütenhülle erscheint. Im Blumenblattkreis liegen einheitlichere Verhältnisse vor. Es finden sich alle Übergänge zwischen der kaum zweilippigen Blüte von *Ruellia Blumii*, *Eranthemum tuberculatum* u. a. bis zu der ausgesprochenen Dorsiventralität bei *Beloperone*, *Crossandra* und *Acanthus*.

Interessanter gestaltet sich eine vergleichende Betrachtung des Androezeums. Fünf fertile Staubblätter werden nach der Literatur nur bei *Pentstemonacanthus* ausgebildet, sonst finden sich nur vier und ein Staminodium oder noch weniger. Fünfgliedrige Anlage des Androezeums ist aber bei der Mehrzahl der untersuchten Formen festzustellen: *Ruellia*, *Crossandra*, *Eranthemum*, *Asteracantha*, *Thunbergia*, *Sanchezia*, *Strobilanthes*, *Aphelandra*, *Hemigraphis* legen alle fünf Staubblätter an und haben im ausgebildeten Zustand nur vier. Das adaxiale verkümmert. Die vier fertilen Staubblätter sind häufig von verschiedener Größe, und zwar sind die abaxialen die größeren. Wenn die Reduktion der Staubblätter auch das hintere Paar der fertilen ergreift, dann äußert sich das in einem auffallenden Zurückbleiben, wenn auch, wie bei *Barleria*, noch einige Pollenkörner zur Ausbildung kommen. *Barleria* legt auch das fünfte, adaxiale Staubblatt an, das zu einem kleinen Staminodium auswächst. Von da ist kein großer Sprung zu den Verhältnissen bei *Daedalacanthus*; hier wird das fünfte Staubblatt in der Mehrzahl der Fälle nicht mehr angelegt, die zwei hinteren Staubblattanlagen liefern häufig Staminodien, die abaxialen sind immer fertil. Bei *Fittonia* und *Dipteracanthus* kommen zwar zwei hintere Staubblätter zur Anlage, verkümmern aber bald. Hier reihen sich die Formen an, die sowohl in der Anlage, wie auch im ausgebildeten Zustand zwei Staubblätter besitzen, und zwar liegen diese immer auf der abaxialen Seite: *Peristrophe*, *Beloperone violacea*, *Cryptophragmium* und

Jacobinia. Dabei ist auffallend, daß der Vegetationspunkt bei diesen Arten nach Ausgliederung des Androezeums verhältnismäßig viel größer ist als bei den Formen mit vier und fünf Staubblättern. Man gewinnt so den Eindruck, daß die Anlagen weder aus Platzmangel, noch wegen Mangels an plastischem Material, sondern aus anderen, vorderhand der Untersuchung nicht zugänglichen Ursachen unterdrückt werden.

Vergleicht man mit diesen Ergebnissen die Verhältnisse bei den Labiaten, so zeigt sich, daß im Prinzip ganz ähnliche Reihen sich ergeben. Nach den Untersuchungen von Lang wird überall der Kelch von hinten nach vorne absteigend angelegt. Zuerst erscheint das adaxiale Kelchblatt bei *Ajuga*, *Teucrium*, *Scutellaria*, *Glechoma* u. a., während es bei *Melittis melissophyllum* ganz unterdrückt wird. Was den Staubblattkreis anlangt, so werden bei *Ocimum* fünf angelegt, die Mehrzahl hat vier, *Salvia* und *Rosmarinus* zwei. Bei den Scrophulariaceen hat Eichler in seinen Blütendiagrammen eine Reihe aufgestellt, die alle zu erwartenden Übergänge zeigt von *Bacopa* mit fünf gleichgroßen Staubblättern, bis *Veronica* und *Micranthemum*, wo nur zwei Staubblätter angelegt und ausgebildet werden. Ferner finden sich, wie es scheint, bei den Scrophulariaceen analoge Verhältnisse im Kelchblattkreis. Bei *Linaria* und *Mimulus* entsteht das adaxiale Kelchblatt vor den anderen. Dann folgen die lateralen, schließlich die abaxialen. Bei anderen Formen treten die vorderen zuerst auf, dann folgt das adaxiale (Schumann, Muth). Bei *Digitalis* äußert sich die Reduktion darin, daß im ausgebildeten Zustand das adaxiale Kelchblatt das kleinste ist. Und am Ende der Reihe stehen *Veronica*-Arten mit vierblättrigem Kelch ohne eine Spur des fünften Blattes (Fischer).

Überblick über die Samenentwicklung.

Den Samenanlagen aller untersuchten Formen ist gemeinsam ein relativ dickes Integument, das gewissermaßen als Speicher für Baustoffe in Betracht kommt. Wie die Entwicklungsgeschichte beweist, hat Baillon unrecht, wenn er die Samenanlagen als integumentlos bezeichnet. Die Mikropyle kann im ausgebildeten Zustand fehlen, das kommt aber immer erst nachträglich zustande. Was den Inhalt des Embryosacks zur Blütezeit anlangt, so verhalten sich die Antipoden ganz verschieden. In der Mehrzahl der Fälle sind von ihnen nur mehr offenbar funktionsunfähige Reste vorhanden. Bei *Aphelandra* dagegen nehmen sie in respektabler Ausbildung einen großen Teil des Embryosacks ein und bleiben in der Form eines Haustoriums noch lange erhalten. Daß etwas ähnliches für die Synergiden möglich ist, geht aus

den von Billings für *Calendula* geschilderten Tatsachen hervor, wo eine Synergide zugrunde geht und die zweite ein Haustorium liefert. Wahrscheinlich gilt dies auch für *Aphelandra*.

Zur Embyroorientierung ist zu sagen, daß sie ursprünglich in allen Fällen normal ist. Eine Verschiebung aus dieser Lage ergibt sich bei *Acanthus* durch den stark gekrümmten Verlauf des Embryosacks, kleinere Verschiebungen finden sich fast überall. Ein Embryoträger kommt bald zur Ausbildung, bald fehlt er. Das kann nicht wundernehmen, da der Suspensor in der gleichen Gattung bald vorhanden ist, bald fehlt (*Corydalis* nach Goebel). Wenn er zur Entwicklung kommt, wie bei *Ruellia*, *Strobilanthes*, *Cryptophragmium*, dann werden seine ältesten Zellen bald zu Haustorialzellen umgebildet, indem die schon mehrfach angegebenen Veränderungen auftreten. Die Entwicklung dieser Embryohaustorien gestattet eine Bemerkung über die von Schmid vermutete Art der Entstehung der Haustorien. Schmid gibt für die Endospermhaustorien der Scrophulariaceen an, daß die Umbildung von Endospermzellen zu Haustorialzellen eine Folge von Hypertrophieen sei, die zu krankhaften Veränderungen führten. Für die Embryohaustorien der Acanthaceen ist ein derartiger Erklärungsversuch unmöglich, da die Mikropyle keineswegs eine Stelle ist, zu der ein lebhafter Zustrom von Baustoffen erfolgt. Außerdem spricht auch das bei *Acanthus* auftretende Haustorium gegen diese Erklärung. Chalazahaustorien sind bei allen untersuchten Formen vorhanden. Der Höhepunkt der Tätigkeit der beschriebenen Haustorien fällt in die Zeit der ersten Hälfte der Samenentwicklung. Übrigens findet Nahrungsaufnahme aus dem Integument an der ganzen Oberfläche des Endosperms statt, ebenso wie auch der Embryo mit seiner ganzen Oberfläche das Endosperm zur Auflösung bringt. Angesichts dieser Tatsachen ist es mir unverständlich, wieso Schmid, allerdings mit Bezug auf die vielumstrittene Funktion des Tapetums, zu der Behauptung kommt, es sei an und fürsich höchst unwahrscheinlich, daß die gleiche Zelle drei ganz verschiedene Fermente erzeuge.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimrat Professor Dr. von Goebel, auf dessen Anregung und unter dessen Leitung die vorliegende Arbeit entstand, für sein ständiges, wohlwollendes Interesse und sein freundliches Entgegenkommen meinen ergebensten Dank auszusprechen.

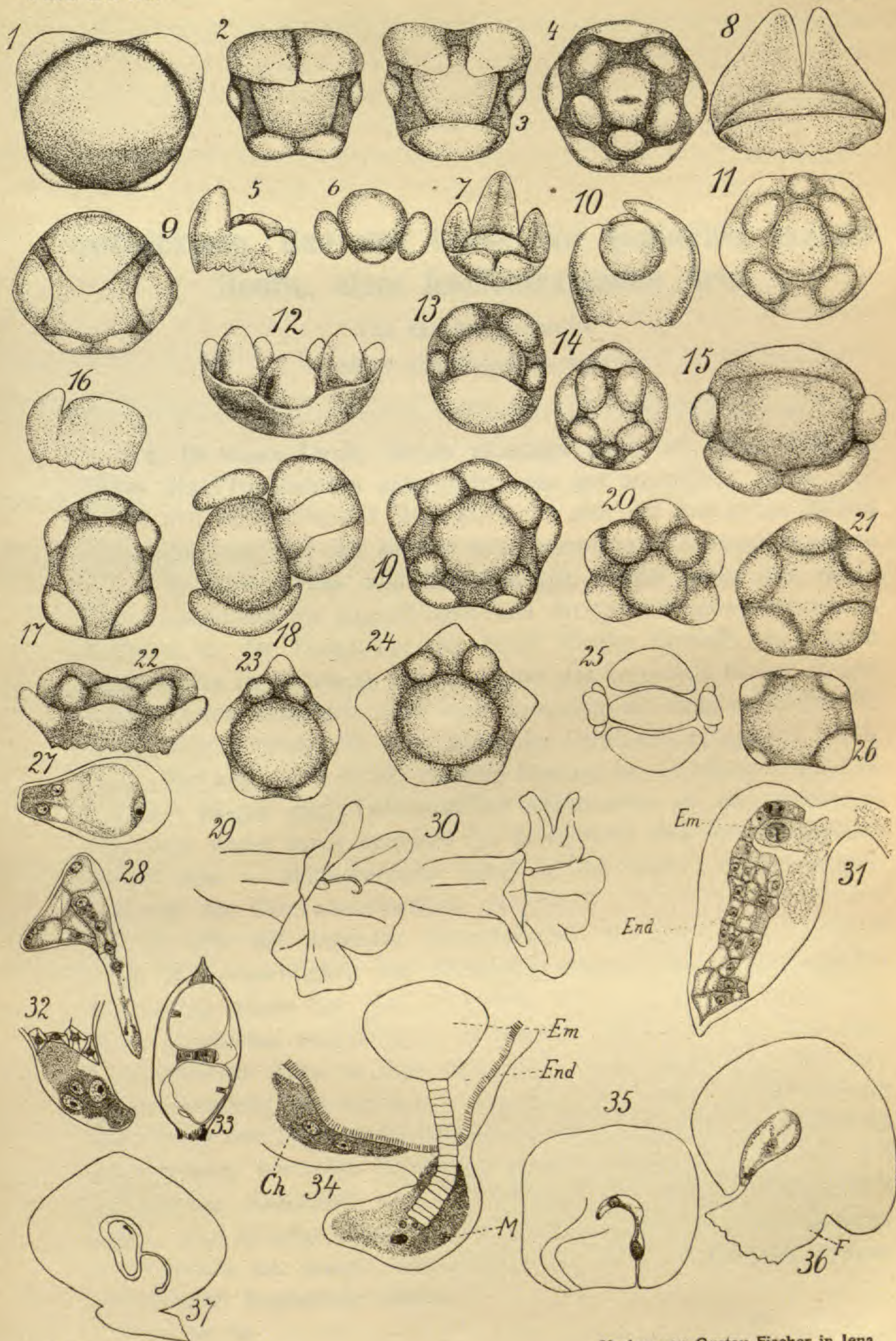
Literatur.

Balicka-Iwanowska, Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certain Gamopétales. Flora 1899.

- Burck, W., Die Mutation als Ursache der Kleistogamie. *Recueil des travaux botaniques néerlandais* 1906.
 Eichler, Blütendiagramme.
 Fischer, Zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Veronicablüte. *Zeitschrift f. Botanik* 1920.
 Goebel, Organographie.
 Ders., Entfaltungsbewegungen der Pflanzen.
 Hofmeister, Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. *Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch.* 1859.
 Ders., Embryobildung der Phanerogamen. *Pringsheims Jahrbücher* 1858.
 Huß, Beiträge zur Morphologie der Antipoden. *Beih. z. bot. Zentralbl.* 1906, XX.
 Lang, Zur Blütenentwicklung der Labiaten, Verbenaceen, Plantaginaceen. *Bibl. bot.* 1906, Heft 64.
 Lindau, Acanthaceen in Engler-Prantl.
 Payer, Organogénie.
 Planchon, De l'ovule et de la graine des Acanthes. *Ann. de sc. nat.* III. S., Vol. IX.
 Ritzerow, Kleistogame Blüten. *Flora* 1908.
 Schaffnit, Beiträge zur Anatomie der Acanthaceensamen. *Beih. z. bot. Zentralbl.* 1906, XIX.
 Schmid, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceen. *Beih. z. bot. Zentralbl.* 1906, XX.
 Scott, Dimorphism in *Eranthemum*. *Journal of Botany*.
 v. Tieghem, Structure du pistil et de l'ovule, du fruit et de la graine des Acanthes. *Ann. d. sc. nat. Série 9*, 1908.
 Wichura, Über die Stellungsverhältnisse der Knospen von Acanthaceen. *Flora* 1846.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IV.

- | | |
|---|--|
| <p>Nr.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kelch von <i>Crossandra undulaefolia</i> ohne laterale Kelchblätter. 2. Kelch v. <i>Eranthemum albo-maculatum</i>. 3. Kelch von <i>Eranthemum Lindeni</i>. 4. <i>Aphelandra aurantiaca</i>, Kelch entfernt. 5. Kelch von <i>Ruellia rosea</i> von der Seite. 6. <i>Sanchezia nobilis</i>, Vegetationspunkt mit zwei Vorblättern und dem adaxialen Kelchblatt. 7. Kelch von <i>Hemigraphis colorata</i>. 8. Kelch von <i>Aphelandra aurantiaca</i> von der adaxialen Seite. 9. Kelch von <i>Asteracantha longifolia</i>. 10. Vorblätter und Blütenvegetationspunkt von <i>Asteracantha longifolia</i>. 11. <i>Thunbergia mysorensis</i> ohne Kelch. 12. <i>Acanthus longifolius</i> ohne Kelch von der adaxialen Seite. 13. Kelch von <i>Sanchezia nobilis</i>. 14. <i>Asteracantha longifolia</i>, Kelch entfernt. 15. Kelch von <i>Acanthus montanus</i>. 16. <i>Dipteracanthus Schauerianus</i> von der Seite. 17. Kelch von <i>Schaueria calycotricha</i>. 18. Infloreszenzspitze von <i>Peristrophe</i>. 19. <i>Beloperone plumbaginifolia</i> ohne Kelch. 20. <i>Beloperone violacea</i> ohne Kelch. 21. Kelch von <i>Jacobinia Pohliana</i>. 22. <i>Peristrophe</i> ohne Kelch von der abaxialen Seite. 23. <i>Cryptophragmium zeilanicum</i> ohne Kelch. | <p>Nr.</p> <ol style="list-style-type: none"> 24. Kelch von <i>Fittonia gigantea</i>. 25. <i>Beloperone violacea</i>; das von der Blütenstandsachse aus rechts gelegene Kelchblatt jeder der zwei Blüten wird zuerst sichtbar. 26. Kelch von <i>Daedalacanthus nervosus</i>. 27. Eiapparat von <i>Acanthus longifolius</i>. 28. Embryosack mit Embryo, Embryoträger und Endosperm von <i>Crossandra undulaefolia</i>. 29. Blüte von <i>Hemigraphis colorata</i>, Narbe ungereizt. 30. Blüte von <i>Hemigraphis colorata</i>, Narbe gereizt. 31. <i>Acanthus longifolius</i>. Basaler Teil des Embryosackes nach Ankunft des Embryo <i>Em</i> im Endosperm <i>End</i>. 32. Chalazahaustorium von <i>Aphelandra aurantiaca</i>. 33. Längsschnitt durch die Frucht von <i>Acanthus longifolius</i>. 34. <i>Strobilanthes glabratus</i>. <i>M</i> = Mikrophyllarhaustorium, <i>Ch</i> = Chalazahaustorium. 35. Schnitt durch die Samenanlage von <i>Crossandra undulaefolia</i>. 36. Schnitt durch die Samenanlage von <i>Ruellia ventricosa</i>. <i>F</i> = Anlage des Jaculators. 37. Embryo-Orientierung von <i>Acanthus longifolius</i>. |
|---|--|



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [116](#)

Autor(en)/Author(s): Hartmann Albert

Artikel/Article: [Zur Entwicklungsgeschichte und Biologie der Acanthaceen 216-258](#)