

P. 192

N° 4 B.

AVRIL

1912

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1912



icm.org.pl

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : *Vacat.*

PRÉSIDENT : S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SÉCRÉTAIRE GÉNÉRAL : M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE :

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes :

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le « Bulletin International » qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,
Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

13 czerwca 1912.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1912 — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządkiem Józefa Filipowskiego.

mikroskopisch nicht nachweisen ließ, zeigte die spektroskopische Untersuchung doch eine Spur Chlorophyll an. Damit erweist sich der auffallendste Unterschied zwischen Chromoplasten und Chloroplasten, nämlich der Unterschied in ihrer Färbung, als ein bloß quantitativer: die Farbstoffe sind in beiden Arten von Plastiden dieselben, verschieden ist nur ihr Mengenverhältnis¹⁾.

Eine weitere Übereinstimmung will Schimper (8, S. 152 ff.) in der feineren Struktur der Chromoplasten und Chloroplasten festgestellt haben. Er behauptet, daß auch bei den letzteren der Farbstoff in Tropfenform („von einer grünen zähflüssigen Substanz erfüllten Vakuolen“) einem farblosen Stroma eingelagert ist; nur seien hier die Grana stets dicht gedrängt und daher schwieriger zu sehen als in den Chromoplasten; immerhin spricht Schimper von „sehr deutlichen Grana in den Chloroplasten aller Pteridophyten und Phanerogamen“. — In dieser Hinsicht stimmen nun meine Beobachtungen mit denen Schimper's nicht überein. Nur ein einziges Mal, nämlich im Blattgelenk einer *Maranta spec.* (nicht derjenigen, welche im Speziellen Teil unter Nr. 48 beschrieben ist), glaube ich in den Chloroplasten grüne Grana gesehen zu haben; sonst erschien mir stets, auch unter so günstigen Bedingungen, wie sie eine gute Ölimmersion bei gutem Licht und geöffnetem Abbe bietet, das Stroma homogen grün gefärbt. Freilich waren meine Beobachtungen nicht speziell auf die feinere Struktur der Chloroplasten gerichtet, auch betrafen sie nicht die gleichen Pflanzen, welche Schimper untersucht hat; und es wäre gewiß gewagt, ohne genaue Nachuntersuchung den bestimmten Angaben eines Forschers von dem Range Schimper's zu widersprechen. Es gibt aber Gründe, welche zu einer gewissen Skepsis gegenüber seiner Angabe berechtigen. Es sei daran erinnert, daß auf dem schwierigen Gebiet der feinsten Strukturen plasmatischer Gebilde auch sorgfältige Beobachter sich manchmal durch vorgefaßte Meinungen haben verleiten lassen, Dinge zu sehen, welche nicht vorhanden sind; hat man doch Centrosomen und Centrosphären nicht nur gesehen, sondern nach mikroskopischen Präparaten in deutlichster Weise gezeichnet, und zwar bei Objekten, wo jetzt deren Abwesenheit als sicher gilt. Spe-

¹⁾ Die anderen gelben Begleitfarbstoffe des Chlorophylls lasse ich hier außer acht, erinnere aber daran, daß auch in nur Chromoplasten führenden Organen neben einem Karotin noch ein zweiter gelber Farbstoff gefunden wurde (Kap. V).

ziell in den Chloroplasten haben verschiedene Forscher die aller-
 verschiedensten feineren Strukturen gesehen zu haben behauptet.
 Schimper war in dieser Hinsicht gewiß nicht ganz unbefangen,
 denn der leitende Gedanke seiner Arbeit war die Durchführung der
 Homologie der verschiedenen Arten von Plastiden. Übrigens lauten
 seine Angaben keineswegs immer gleich bestimmt; so heißt es S.
 152: „...daß dieselben (die Chloroplasten) höchst wahrschein-
 lich ganz genau die gleiche Struktur besitzen wie die Chromoplas-
 ten, ohne dieselbe jedoch... in so evidenter Weise erkennen zu
 lassen“, und S. 153/4: „Viel schwieriger ist die Entscheidung der
 Frage, ob das Stroma ganz farblos ist oder nicht; ersteres ist mir
 nach der optischen Erscheinung sowie nach der Analogie mit den Chro-
 moplasten bei weitem das Wahrscheinlichere“. Endlich zeigen die
 einzigen Figuren, welche Schimper von der feineren Struktur
 der Chloroplasten gibt (Taf. III, 13, 21), nicht grüne Grana in farb-
 losem Stroma, sondern dunkle Grana in homogen grüner Grund-
 masse; und in Taf. III, Fig. 20, welche die Intermediärplastiden
 von *Hartwegia* darstellt, sind rote Grana in homogener grüner
 Grundmasse zu sehen, ganz entsprechend meinen Beobachtungen
 an analogen Objekten.

Ich glaube daher, es bis auf weiteres für wahrscheinlich halten
 zu dürfen, daß grüne Grana in Chloroplasten eine exzeptionelle,
 vielleicht abnorme Erscheinung sind, während in der Regel das
 Stroma gleichmäßig von Chlorophyll durchtränkt ist. Sollte es sich
 aber doch bestätigen, daß das Chlorophyll allgemein nicht homogen
 im Stroma verteilt, sondern an distinkte Tröpfchen gebunden ist,
 so glaube ich soviel mit Bestimmtheit behaupten zu können, daß
 diese Tröpfchen von anderer Größenordnung und anderer Beschaf-
 fenheit sein müßten, als die karotinführenden Tröpfchen der Chro-
 moplasten. Denn wo Karotin und Chlorophyll in derselben Plastide
 in größeren Mengen nebeneinander vorkommen, ist ersteres an
 mikroskopisch deutlich sichtbare Tröpfchen gebunden, letzteres aber
 nicht, die sichtbaren Tröpfchen vermögen also nur das Karotin,
 nicht aber das Chlorophyll in sich aufzuspeichern. Mit diesem Re-
 sultat der mikroskopischen Beobachtung steht auch die Tatsache
 in bestem Einklang, daß reiner Petroläther wohl das Karotin, nicht
 aber das Chlorophyll aus den Organen auszieht (obwohl das Chlo-
 rophyll darin löslich ist), was Tswett (10, S. 319) bekanntlich
 dadurch erklärt, daß das Chlorophyll, nicht aber das Karotin, sich

in den Plastiden in adsorbiertem Zustand befindet. Dieses Verhalten spricht entschieden dafür, daß das Chlorophyll in innigem Zusammenhang mit dem plasmatischen Stroma der Plastiden steht¹⁾, während das beim Karotin nicht der Fall ist.

Die ungleiche Lokalisation der Farbstoffe in den Chromoplasten und Chloroplasten ist demnach nicht in einer Differenz der feineren Struktur der Plastiden begründet, sondern nur in den verschiedenen physikalischen Eigenschaften ihrer dominierenden Farbstoffe. Wenn Chromoplasten neben Karotin auch mikroskopisch sichtbare Mengen von Chlorophyll enthalten, so verhält sich dieses in ihnen gerade so wie in Chloroplasten. Die von Schimper verteidigte Homologie der Chromo- und Chloroplasten läßt also auch in Bezug auf die Lokalisation der Farbstoffe nichts zu wünschen übrig, nur ist die Gleichheit nicht in der Richtung zu suchen, in welcher Schimper sie suchen zu müssen glaubte.

Aber auch die Tröpfchen einer vermutlich ölartigen Substanz, welche in den Chromoplasten das Karotin in sich aufspeichern, bilden keine ausschließliche Eigentümlichkeit der Chromoplasten. Es wurde schon erwähnt, daß auch in scheinbar ganz grünen Chloroplasten gelbe Grana von gleicher Beschaffenheit wie in Chromoplasten vorkommen können; zwar habe ich das nur in wenigen Fällen, gewissermaßen zufällig, beobachtet, aber die Erscheinung dürfte sich vielleicht als verbreitet herausstellen, wenn man speziell auf sie achten würde. Hier muß ich nun noch eine weitere, bisher noch nicht besprochene Erscheinung anführen. Bei einer Reihe von Objekten habe ich in den Chloroplasten oder Leukoplasten Tröpfchen beobachtet, von ebensolcher Größe und Beschaffenheit wie die farbigen Grana in den Chromoplasten derselben Pflanzen und ihnen offenbar entsprechend, aber farblos²⁾. Ich habe das bei folgenden Pflanzen gesehen (soweit nicht anders gesagt, bezieht sich die Beobachtung auf die Chloroplasten in der Nachbarschaft der chro-

¹⁾ Auch Tswett (a. a. O., sowie schon 1901 in einer in russischer Sprache publizierten Arbeit) schließt aus dem besprochenen Verhalten, daß das Chlorophyll in den Chloroplasten nicht in Form distinkter Grana enthalten sein kann.

²⁾ Diese farblosen Tröpfchen dürften verschieden sein von den „ölartigen Einschlüssen“, welche nach Schimper (8, S. 178 ff.) in den Chloro- und Leukoplasten der Phanerogamen allgemein verbreitet sind, aber erst in alternden Organen auftreten; denn diese Einschlüsse sind auch in Chromoplasten — wo sie Schimper (S. 186) allerdings nur zweimal gefunden hat — farblos, also offenbar nicht befähigt, Karotin in sich aufzuspeichern.

moplastenführenden Gewebepartieen): *Botrychium* (1, a) in der Epidermis des Blattstiels; *Stevensonia* (33), Blattrand (b) und Leukoplasten in der Epidermis der Blattmittelrippe (a); *Grammatophyllum* (55), grüner Basalteil des Blattes; *Vanilla Walkeriae* (60, c), an der Schattenseite der unteren Internodien; eine unbenannte Lauracee (73), Blattlamina (hier entsprechend den gelben Granis in den Chloroplasten des Blattstiels); *Croton* (86), Schattenseite des Stengels; *Dischidia Rafflesiana* (97), Kannen; *Dischidia Gaudichaudii* (98), Stengel; *Alsomitra* (104), Leukoplasten der peripherischen Zellschichten des Blattstiels. Der Übergang von den Chromoplasten zu den benachbarten reinen Chloro- resp. Leukoplasten erfolgt in diesen Fällen nicht (oder nicht nur) durch Abnahme der Zahl und Größe der Grana, sondern durch graduelle Abnahme des Pigments in ihnen, so daß die Homologie der Tröpfchen in beiden augenscheinlich ist. Leider habe ich auf die Erscheinung nicht speziell geachtet, sondern sie nur gelegentlich bei Untersuchung der Chromoplasten und Übergangsgebilde bemerkt; ich weiß daher nicht, wie groß die Verbreitung dieser farblosen Grana in Chloro- und Leukoplasten ist, und kann auch nicht einmal sagen, ob sie bei denjenigen Pflanzen, wo ich sie gesehen habe, überall oder nur lokal vorkommen. Allgemein verbreitet sind sie vermutlich nicht. Aber auch wenn die Verbreitung solcher Gebilde sich als beschränkt erweisen sollte, so bildet ihr Vorkommen doch jedenfalls ein weiteres Bindeglied zwischen den Chromoplasten und den übrigen Plastiden.

SPEZIELLER TEIL.

[Der Vollständigkeit halber sind die (außereuropäischen) Objekte, für welche in der Literatur die Anwesenheit von Chromoplasten in vegetativen Organen angegeben wird, welche ich aber nicht selbst untersuchen konnte, ebenfalls kurz besprochen, aber nicht numeriert und die Familie in Klammern gestellt.

Das Zeichen * bedeutet, daß bei der betr. Pflanze die Karotinreaktion ausgeführt wurde, und zwar mit gutem Erfolg.

Hinter dem Namen der Pflanzen ist in Klammern ihre Herkunft angegeben.

Fälle bemerkenswerter Färbungen innerhalb derselben Gattung oder Familie, welche nicht von Chromoplasten herrühren, sind in Anmerkungen besprochen].

I. Ophioglossaceae.

1) **Botrychium daucifolium* Wall. (Buitenzorg, Garten, in dem stark beschatteten Farnquartier). Blattstiel, Mittelrippe und Ränder der

geflügelten Rhachis, in geringerem Grade auch der basale Teil der Mittelrippe der Blättchen sind von unbestimmt grauer Farbe mit ganz schwach rötlichem Anflug.

a) Blattstiel. Im Querschnitt erscheint makroskopisch das innere Gewebe grünlich, ein schmaler peripherischer Streif ringsum bräunlich rot. Bei schwächerer Vergrößerung sieht man in den 3—5 peripherischen, kleinerzelligen Rindenschichten sehr in die Augen fallende, runde, dunkle Plastiden, fast schwarz mit rötlichem Ton, welche nach dem inneren Gewebe hin durch schmutzigrüne in rein grüne Chloroplasten übergehen. Bei Immersion erweisen sich die peripherischen Gebilde als ein sehr klarer und schöner Fall von Intermediärplastiden: sie haben ein sehr deutlich grünes Stroma mit vielen großen, dunkel bräunlichroten Granis, welche dicht gelagert und im ganzen Stroma ziemlich gleichmäßig verteilt sind, doch meist am Rande grüne Stellen freilassen. Die Grana erscheinen als unregelmäßig eckige Körner, welche aber wahrscheinlich aus dicht zusammengehäuftten kleinen Tröpfchen bestehen, da in verquollenen Plastiden nur solche zu sehen sind. Die Plastiden sind kugelig oder elliptisch und ungewöhnlich groß, die größten erreichen $15.7 \times 11.5 \mu$; dementsprechend erreichen auch die Grana hier solche Dimensionen, wie die ganzen Plastiden mancher anderer Objekte. Die schmutzigrünen Plastiden der inneren Rindenschichten enthalten weniger zahlreiche und heller gefärbte (orange resp. hellorange) Grana; das übrige Gewebe führt reine Chloroplasten ohne farbige Einschlüsse.

In der Epidermis sind die Intermediärplastiden erheblich kleiner als in der Rinde und heller gefärbt; die Farbe der ebenfalls kleineren Grana schwankt von intensiv orange bis blaßorange, die letzteren sind nur noch schwer von dem hellgrünen Stroma zu unterscheiden. Zellen mit dunkleren und solche mit helleren Granis liegen regellos durcheinander, einzelne Zellen dazwischen haben auch reine, hellgrüne Chloroplasten, welche farblose Grana von gleicher Größe wie die gefärbten Grana der Intermediärplastiden zu enthalten scheinen.

b) Rhachis-Mittelrippe. In der Epidermis anscheinend reine Chloroplasten, in ein paar subepidermalen Schichten Intermediärplastiden wie im Blattstiel, an der Oberseite auch ebenso groß wie dort, an der Unterseite beträchtlich kleiner.

c) Lamina. Im allgemeinen reine Chloroplasten, welche auch

in der Epidermis groß und tiefgrün sind. Aber stellenweise enthalten diejenigen Epidermiszellen, welche direkt an die Schließzellen der Spaltöffnungen grenzen, Intermediärplastiden mit mehr oder weniger zahlreichen orangen Granis. In einigen Blattpartieen ist das in der Regel in allen die Stomata umgebenden Epidermiszellen der Fall, und Stomata ohne solchen farbigen Hof kommen kaum vor; in anderen Blattpartieen fehlen hingegen Grana an den entsprechenden Stellen meist ganz und finden sich nur zuweilen in einzelnen der an Stomata grenzenden Zellen. Die Schließzellen selbst enthalten überall nur reine Chloroplasten.

II. Marsiliaceae.

2) **Marsilia spec.*¹⁾ (Buitenzorg, Garten, im Teich). Luftblätter (Schwimblätter fehlen). Die Gelenke (Blättchenstiele) intensiv rot, besonders an der Oberseite; die einige *mm* lange Spitze des Blattstieles (soweit behaart) rötlich, die Färbung basalwärts allmählich schwindend; der äußerste Außenrand der Blättchen (nicht die Seitenränder) braun.

a) Gelenke. Die ganze Rinde inklusive Epidermis und Strangscheide, besonders reichlich in mehreren Schichten der Oberseite, enthält rote Chromoplasten mit je einigen Stärkekörnern. Relativ wenige ziemlich kleine Grana sind auf und zwischen den Stärkekörnern zerstreut; sie erscheinen bei mäßiger Vergrößerung (Seibert V) fast schwarz, bei Ölimmersion tief blutrot. Die Farbe des Stomas ist wegen der Stärkeeinschlüsse nicht ganz sicher erkennbar, scheint aber kaum grünlich zu sein; nur im inneren Strangparenchym, wo die Plastiden ebenfalls Stärke, aber z. T. keine roten Grana enthalten, ist ihr Grundton merklich grün.

b) Blattstielspitze. Ebenso, doch Chromoplasten nur im peripherischen Gewebe.

c) Außenrand der Blättchen. Die makroskopische Braunfärbung rührt von gebräunten Membranen her; sie umfaßt nur die sehr schmale Zone, in welcher kein Chlorenchym vorhanden ist. Zugleich enthalten aber die Epidermiszellen der Oberseite in einem erheblich breiteren (über 1 *mm*) Randstreifen rote Chromoplasten,

¹⁾ Im Garten mit dem nicht existierenden Namen „*M. pirescens*“ bezeichnet; Bestimmung war nicht möglich, da Pflanze steril.

wovon makroskopisch (auch an abgezogenen Epidermisstückchen) nichts zu sehen ist; auch in der unterseitigen Epidermis finden sich Chromoplasten, doch nur in wenigen Zellreihen vom Rande aus. Die Chromoplasten sind sehr klein, mit farblosem Stroma und winzigen roten Granis.

In der übrigen Epidermis finden sich ganz blaß grüne Leukoplasten oder vielmehr Mitteldinge zwischen Leuko- und Chloroplasten. Die Grenze der chromoplastenführenden Zone ist unregelmäßig, indem dieselbe stellenweise weiter nach innen reicht als sonst; auch finden sich nahe der Grenzregion kleine Inseln von chromoplastenführenden Zellen zwischen solchen mit Leukoplasten und ebenso umgekehrt. In der Grenzregion kommen einzelne Zellen mit Übergangsgebilden vor, d. i. mit Plastiden, die in dem blaßgrünen Stroma einzelne rote Grana enthalten; im allgemeinen ist aber der Übergang von Zellen mit Chromoplasten zu solchen mit Leukoplasten ein unvermittelter. Die Schließzellen der Stomata führen keine Chromoplasten, auch wo sie von chromoplastenführenden Zellen umgeben sind. — Das Chlorenchym ist rein grün, die Chloroplasten ohne rote Grana.

d) An dem jungen, noch wachsenden Blatt sind die nämlichen Teile rot gefärbt, der Randstreif der Blättchen mit chromoplastenführenden Epidermiszellen ist z. T. erheblich breiter als am erwachsenen Blatt.

3) *Marsilia quadrifolia* (dasselbst). Luft- und Schwimmblätter. Beim Luftblatt nur ein kurzes Ende des Blattstiels, beim Schwimmblatt die Gelenke und ein längerer Oberteil des Blattstiels mehr oder weniger schwach rosa gefärbt. In diesen Partien enthalten die Plastiden wenige und kleine rote Grana.

Der schmale Außenrand der Blättchen ist bei beiderlei Blättern nicht braun, wie bei Nr. 2, sondern schwach rot gefärbt. Hier enthalten nicht nur beide Epidermen, sondern auch das Chlorenchym in mehreren randständigen Schichten rote Chromoplasten.

Bei dem Schwimmblatt (nicht bei dem Luftblatt) enthält überdies die unterseitige Epidermis in der ganzen Ausdehnung der Blättchen kleine Plastiden mit farblosem Stroma und wenigen roten Granis, und auch die Chloroplasten in mindestens einer subepidermalen Schicht des Schwammparenchyms führen relativ noch spärlichere rote Grana; es sind hier also Übergangsgebilde einerseits

zwischen Leuko- und Chromoplasten, anderseits zwischen Chloro- und Chromoplasten vorhanden. Makroskopisch verleiht das der Blättchenunterseite keinen merklichen roten Ton. In den blaßgrünen Plastiden der oberseitigen Epidermis wie auch im oberseitigen Chlorenchym fehlen rote Grana durchaus, abgesehen von dem Randstreif.

4) *Marsilia minuta* (in der Umgebung von Buitenzorg wild wachsend) hat höchstens einen ganz schwach rötlichen Anflug in den Gelenken und an der Spitze des Blattstiels. Ich konstatierte die Anwesenheit spärlicher, kleiner, roter Grana in der Blattstielspitze sowie in dem (makroskopisch nicht geröteten) Außenrand der Blättchen.

III. Lycopodiaceae.

5) **Lycopodium Phlegmaria* (bei Buitenzorg wildwachsend, epiphytisch).

a) Die erwachsenen Stegel sind blaßgelblich¹⁾. Im Querschnitt hat makroskopisch nur das innere Rindengewebe um die Stele herum diese Farbe, das übrige Gewebe erscheint farblos. Jedoch enthält das gesamte Parenchym, mit Einschluß der Epidermis und des Strangparenchyms, gelbe Chromoplasten, nur sind dieselben in den farblos erscheinenden Partien spärlicher und blasser. Die Chromoplasten sind sehr klein; nur unter sehr günstigen Bedingungen sind winzige gelbe Grana und ein völlig farbloses Stroma zu unterscheiden. Chlorophyll fehlt im ganzen Organ durchaus.

b) Jüngere, noch wachsende Stengelteile erscheinen ganz farblos, sie enthalten aber Chromoplasten an denselben Stellen wie a), nur sind sie hier spärlicher, noch kleiner und blasser.

c) Die Blätter sind meist blaßgrün, oft aber, auch an noch wachsenden Trieben, oberseits mehr oder weniger gelb, bis intensiv goldgelb; verschiedene Triebe desselben Exemplars, gleich alt und gleich lang, verhalten sich in Bezug auf die Farbe der Blätter verschieden. Bei den stark gelb gefärbten Blättern enthält das ganze Gewebe der Oberseite, mit Einschluß der Epidermis, intensiv gelbe Chromoplasten, welche größer sind und deutlichere, größere

¹⁾ Der basale Teil mancher (nicht aller) Triebe ist mehr oder weniger dunkelbraun; dies rührt her von einer Färbung der Interzellulärsubstanz des peripheren dickwandigen Gewebes.

Grana in dem anscheinend völlig farblosen Stroma führen als im Stamm. Das unterseitige Gewebe enthält Chloroplasten ohne gelbe Grana, die Epidermis Leukoplasten.

d) Die Wurzeln (in Humus-Ansammlungen verborgen, also bei völligem Lichtabschluß wachsend) sind ziemlich stark gelb bis braungelb gefärbt. Sie enthalten zahlreiche Chromoplasten in der Epidermis und in den 1—2 dünnwandigen peripherischen Rindenschichten, weniger in dem inneren dickwandigen Rindengewebe¹⁾.

IV. Psilotaceae.

6) **Psilotum triquetrum* (Buitenzorg, Garten, im Gewächshaus in hängendem Kästchen kultiviert). Untersucht wurde ein horizontal hervorstehender junger Sproß.

a) Der basale Teil des Stengels schwach gelblich angelaufen, an der Oberseite stärker. Die Plastiden in der Epidermis (mit Einschluß der riesigen Spaltöffnungs-Schließzellen) sind gelbgrün, an der Oberseite fast rein hellgelb, hier auch in dem dünnen Rindengewebe gelbgrüne Plastiden. Sie enthalten gelbe Grana in mehr oder weniger grünlichem Stroma²⁾.

b) Die kleinen Schuppenblättchen (7 Zellschichten dick, ohne Leitstrang und Stomata) sind ganz gelb und enthalten in allen Zellen Chromoplasten, welche schwer genauer zu untersuchen sind, da sie in Präparaten auch in anscheinend unverletzten Zellen sehr schnell verquellen. Sie scheinen zahlreiche winzige gelbe Grana in ganz farblosem Stroma zu haben.

¹⁾ Ähnlich wie bei *L. Phlegmaria* dürften sich die Stengel mancher anderer *Lycopodium*-Arten verhalten, denn Baker (1) gibt für eine ganze Reihe tropisch-asiatischer, südamerikanischer und australischer Spezies an „stems stramineous“ (auch bei *L. Phlegmaria* heißt es „stems always stramineous“). Bei einigen Arten wird angegeben „stems bright red“; ob aber diese Färbung ebenfalls auf Chromoplasten zurückzuführen ist, erscheint zweifelhaft, denn die mennigrote Farbe des Stengels von *L. miniatum* (gesammelt auf dem Gipfel des Pangerango in West-Java) fand ich durch einen Membranfarbstoff bedingt. Die Färbung hat hier ihren Sitz in der Außenwand der Epidermiszellen, stellenweise in allen Wänden der Epidermis und der 1—2 subepidermalen Zellschichten, und zwar entweder in der ganzen Masse der Membran, oder nur in der Interzellulärsubstanz.

Auch für die Blätter vieler Spezies gibt Baker Färbung an, aber nicht gelb, sondern rot: „grünrot“, „grün oder rot“, „rot überlaufen“.

²⁾ Auch das innere, den Zentralzylinder umgebende Gewebe ist an Schnitten gelblich, was aber von der Membranfärbung herrührt.

Ältere, reichlich fruktifizierende Sprosse desselben Exemplars waren ganz gelb, doch konnte das Altersvergilbung sein.

V. Selaginellaceae.

Unter den *Selaginella*-Arten ist eine mehr oder weniger ausgedehnte und mehr oder weniger intensive Rot- oder Braunfärbung verschiedener Organe (besonders des Stengels und der Wurzelträger, zuweilen aber auch der Blätter) eine sehr verbreitete Erscheinung. Nach meinen Erfahrungen sind diese Färbungen in den weitaus meisten Fällen durch rote Chromoplasten resp. durch Intermediärplastiden mit roten Granis und mehr oder weniger grünem Stroma hervorgerufen¹⁾. Wie häufig das Vorkommen solcher in der Gattung ist, zeigt der Umstand, daß ich unter den ziemlich vielen im Buitenzorger Garten kultivierten Selaginellen nur eine einzige (*S. grandis* Moore) gefunden habe, deren Plastiden in allen Organen frei von roten Granis waren. In den Farnhäusern in Kew waren die Arten, welche keine roten oder braunen Farben aufwiesen, in der Mehrzahl, doch stellte ich auch hier bei nicht weniger als 12 Spezies (*S. Willdenowii*, *Galeottii*, *Vogelii*, *flabellata*, *canaliculata*, *inaequalis*, *uncinata*, *rubella*, *Mettenii*, *plumosa*, *denticulata*, *Braunii*) das Vorkommen von Chromoplasten fest, wenn auch zuweilen nur an einzelnen Sprossen. Im einzelnen sind die Ver-

¹⁾ Die rote Färbung kann aber auch in den Membranen ihren Sitz haben, während die Plastiden rein grün sind. Hieronymus (5, S. 638–9) gibt dies für eine Reihe von Arten an (merkwürdigerweise ohne das weit häufigere Vorkommen von Chromoplasten auch nur zu erwähnen). Mir sind nur drei solche Fälle begegnet: Bei *S. haematodes* (Peradeniya und Kew) ist die untere aufrechte Partie des Hauptstengels dunkel blutrot, was von den rotgefärbten Membranen einer breiten Zone des peripherischen Gewebes (Epidermis und Sklerenchym) herrührt. Bei *S. erythropus* (Kew) sind die Blätter an dem aufrechten Hauptstengel und den kriechenden Ausläufern dunkelrot, an den Laubspossen die Blattspitzen rot, ferner der Stengel selbst an der Basis rot angelaufen; überall rührt die Färbung von den Membranen her, an der Stengeibasis ist nur die Membran der Epidermis gefärbt. Endlich fand ich in dem dunkelroten Stengel von *S. Vogelii* (Kew) neben roten Chromoplasten auch eine blaßrötliche Färbung der Membranen des peripherischen Sklerenchyms.

Es gibt auch Namen (*S. chrysocaulos*, *chrysorrhiza*, *chrysoleuca*), welche auf gelb gefärbte Organe schließen lassen. Derartige Selaginellen sind mir jedoch nicht begegnet, so daß es zweifelhaft bleibt, ob hier gefärbte Membranen oder gelbe Chromoplasten vorhanden sind.

hältnisse sehr variabel, weshalb eine Anzahl der untersuchten Arten näher besprochen werden muß¹⁾.

7) **Selaginella laevigata* Spr. (*S. Willdenowii* Baker), eine sehr große, dickstengelige, kletternde Spezies, die oft in europäischen Gewächshäusern kultiviert wird und auch hier einen auffallend roten Stengel haben kann (in Kew waren mehrere große Exemplare vorhanden und bei allen die Stengel in ganzer Ausdehnung rot). Näher untersucht habe ich Exemplare, die ich im Walde in der Nähe von Buitenzorg sammelte.

¹⁾ Molisch (7) fand bei einer Reihe von *Selaginella*-Arten, besonders bei *S. Pervilli* und *S. Wallichii*, rotbraune oder rote Chromoplasten in den Blättern, namentlich an den Zweigenden der vorjährigen Wedel im März bis Mai, ferner auch im Stamm und den Luftwurzeln. Bei *S. Pervilli*, wo der untere Teil des Stammes rotbraun ist, haben die Plastiden alle Farben von grün durch braun und rotbraun bis rubinrot; hier sah Molisch rote Kügelchen in einer Grundmasse, während die Verteilung des Farbstoffes in den Plastiden der Blätter unklar blieb. Mit Hilfe seiner Kali-Methode wies Molisch die Anwesenheit von Karotin nach. Besonders die ganz jungen Blätter sind nach Molisch stark rot, ältere schwächer, bei ganz alten ist aber die Rötung oft wieder sehr stark. Grüne Pflanzen, aus schwachem Licht ans Sonnenlicht gebracht, wurden nach einiger Zeit tief braunrot, bei Verdunkelung nach längerer Zeit wieder grün (*S. Pervilli, uncinata*); andere Arten bleiben auch im Dunkeln wenigstens zum Teil rot. Bei jungen etiolierten Trieben von *S. Pervilli* findet auch im Dunkeln eine schwache Rotfärbung statt.

Nach Gentner (3) sollen bei *Selaginella laevigata* und *caesia* die normalerweise dunkelgrünen Chloroplasten der Blätter blaugrüne ölige Tropfen in einer helleren Grundsubstanz enthalten. Bei feucht und nicht sehr schattig gezogenen Pflanzen enthalten die Plastiden der ganz jungen Blätter ebensolche, nur kleinere rote Tropfen, welche bei der Weiterentwicklung der Blätter blaugrün werden. Grüne Pflanzen resp. Sprosse werden rot, wenn man sie der Sonne und zugleich trockener Luft aussetzt (eines von beiden allein soll nicht genügen). Solche trocken und hell kultivierte Pflanzen enthalten in allen Teilen nur rote Chromoplasten. Chlorophyll soll ihnen folglich ganz fehlen (diese Behauptung wird weiter durch nichts gestützt!); da sie trotzdem gut wachsen und Stärke bilden, so soll das Karotin ebensogut Kohlensäure zu assimilieren vermögen wie das Chlorophyll. Daraufhin macht der Verf. ziemlich naive Schlüsse über die chemische Verwandtschaft beider Farbstoffe.

Auch die europäische *S. helvetica* nimmt bei wochenlanger starker Beleuchtung und hochgradiger Trockenheit eine rote Färbung an. Auch findet bei ihr eine winterliche Rotfärbung der Chloroplasten statt, ebenso wie bei Koniferen und nach des Verfassers Beobachtungen auch bei *Hedera helix*, Alpenrosen und anderen „immergrünen“ Pflanzen. Ob wohl der Verf. sich überzeugt hat, daß bei diesen die Rotfärbung nicht vom Zellsaft herrührt?

A) Die untere Stengelpartie einer großen Pflanze in ganzer Ausdehnung bräunlichrot. Die Plastiden sind in der äußeren Rinde (inkl. Epidermis) rein rot, in der inneren Rinde, besonders um die Lakunen herum, sind die braun; nur in dem die Stränge direkt umgebenden Parenchym (innerhalb der Lakunen) finden sich kleine, rein grüne Chloroplasten. Bei den roten Plastiden ist das Stroma ganz farblos, bei den braunen hellgrün. Beide enthalten zahlreiche kleine, rein rote Grana, welche regellos und oft ungleichmäßig in dem ganzen Stroma verteilt sind; ihre Größe ist recht variabel, manchmal eine Anzahl der kleinsten dicht zusammengelagert.

B) Eine jüngere, ganze Pflanze wurde in allen ihren Teilen untersucht. Der Hauptstengel an der Basis braunrot, sonst grün, nur stellenweise rötlich angeflogen; mehr oder weniger braunrot sind ferner mehrere der Seitenzweige, besonders einige junge aus der Basis des Stengels hervorgesproßte Zweige, ferner die Wurzelträger.

a) Grüne Partie des Hauptstengels. Die Rinde rein grün (sie enthält reine Chloroplasten), aber das innere Gewebe um und zwischen den Strängen erscheint im Querschnitt schon makroskopisch braunrot und enthält Intermediärplastiden, an denen man bei Immersion ein blaßgrünes Stroma und zahlreiche äußerst feine, rote Grana erkennt, welche vorwiegend an der Peripherie der Plastiden gruppiert sind. Auch die Austrittsstellen der Blattspurstränge aus dem Stengel scheinen schon makroskopisch rotbraun durch; das sie umgebende Gewebe und besonders die Zellen der die Lakune durchquerenden Trabeculae führen zahlreiche braune Intermediärplastiden. Hier ist also die Rotfärbung an die Stränge gebunden, d. i. gerade umgekehrt wie bei A).

b), c) Die braunroten Zweige und die Wurzelträger führen in der Rinde ebensolche Intermediärplastiden. Der Farbenton derselben ist lokal verschieden, und es ist unverkennbar, daß mit Zunahme der roten Grana die Menge des Chlorophylls im Stroma abnimmt.

d) Stengelblätter¹⁾. An den jungen, rotbraunen Zweigen sind auch die Blätter ebenso gefärbt und enthalten braune Intermediärplastiden, manchmal mit Ausnahme begrenzter Stellen und stets mit Ausnahme der Spaltöffnungs-Schließzellen, welche immer reine Chloroplasten führen. An einem älteren, rotbraunen Zweig

sind die Blätter grün und enthalten allenfalls nur am Rande braune Plastiden. Die Blätter am jungen, grünen Hauptstengel sind ebenfalls grün, jedoch mit Ausnahme der Basis und der Spitzenregion, wo die Plastiden braun sind.

e) Die Laubzweige¹⁾ nebst Blättern sind grün, ihre Chloroplasten ohne rote Grana. Aber die jungen Blätter in der Endknospe jedes Zweigleins sind kupferfarbig und enthalten wieder braune Intermediärplastiden mit äußerst feinen, roten Granis. Primär sind also die Intermediärplastiden, aus denen sich durch Schwund der roten Grana und Zunahme des Chlorophylls die reinen Chloroplasten der erwachsenen Blätter entwickeln.

8) *Selaginella fimbriata* Spr. (nach meiner Bestimmung), in Bergwäldern von West-Java gesammelt. Die Farbe variiert individuell; es gibt grüne Exemplare, bei denen nur die Stengelbasis und die Wurzelträger rot sind; bei den untersuchten stark gefärbten Exemplaren war aber alles (Stengel und Zweige, Blätter und Wurzelträger) mehr oder weniger intensiv fleischrot.

a) Stengel. An Schnitten erscheint nur das Zentrum rot, alles Übrige farblos. In Wirklichkeit enthalten alle lebenden Gewebe, von der Epidermis bis zum Phloëm der Stele, rote Chromoplasten, welche aber nur im äußeren Parenchym der Stele und in den innersten Rindenschichten zahlreich und groß, im übrigen Gewebe kleiner und mehr zerstreut, auch weniger tief gefärbt sind. Sie erscheinen bei schwächerer Vergrößerung blutrot, bei Immersion bräunlichrot. Die Chromoplasten, besonders die der inneren Gewebe, führen zahlreiche kleine Stärkekörnchen, was die Erkennung ihrer feineren Struktur erschwert, indem die offenbar äußerst winzigen Grana in den Lücken zwischen den Stärkekörnchen dicht zusammengedrängt sind; sie sind daher selbst bei stärkster Vergrößerung nur manchmal andeutungsweise unterscheidbar. Von Grünfärbung des Stromas ist direkt nichts zu sehen, und nur der bräunliche Farbenton der Plastiden läßt einen geringen Chlorophyllgehalt vermuten.

b) Wurzelträger. Überall gleichmäßig gefärbt. Plastiden ohne

¹⁾ Unter Stengelblättern verstehe ich bei den Selaginellen die am unteren, stielartigen Teil des Hauptstengels und der Hauptzweige zerstreut stehenden Blätter; unter Laubzweigen verstehe ich den oberen, dorsiventralen, dicht verzweigten Teil der Sprosse.

Stärke, mit sehr blaß grünlichem Stroma und deutlich erkennbaren, punktförmigen, rein roten Granis, die regellos verteilt, besonders aber an der Peripherie gedrängt sind.

c) Blätter. Sämtliche Blätter sind rot oder doch rötlich angelaufen. Die Farbe der Plastiden variiert von tief blutrot (bei Immersion mit bräunlichem Ton) durch braun bis bräunlichgrün; rein grüne, ganz ohne rote Grana, scheinen gänzlich zu fehlen. Selbst in den Schließzellen der Spaltöffnungen enthalten die blassen Chloroplasten stets einzelne Grana oder als rote Flecke erscheinende Anhäufungen derselben zwischen den kleinen Stärkekörnchen. Am meisten grün ist der basale Teil der Blätter; auch hat die mittlere Schicht des dreischichtigen Blattes meist grünere Plastiden als die beiden Epidermen. In den dunkelroten Plastiden sind die Grana so zahlreich und dicht gelagert, daß sie kaum unterscheidbar sind; viel deutlicher werden sie an teilweise verquollenen Plastiden, an denen man auch erkennen kann, daß das Stroma stets etwas grünlich ist, wenn auch nur sehr blaß. Leichter erkennbar ist die Struktur an den braunen und braungrünen Plastiden, wo die Grana weniger zahlreich sind; sie machen den Eindruck von Körnchen (nicht Tröpfchen), sind auch zuweilen etwas gestreckt. Manchmal sind die Grana, wo relativ spärlich, vornehmlich im inneren Teil der Plastide konzentriert und lassen an deren Saum die ziemlich intensiv grüne Farbe des Stromas deutlich sehen.

d) An den Partien, welche während des Transports nach Buitenzorg (in feuchtem dunklem Raum) sowie im Laboratorium (also bei relativ schwachem Licht) hinzuwachsen, sind die Zweige farblos (nur mit blassen Chloroplasten im zentralen Gewebe), die Blätter im allgemeinen rein grün, aber doch in einer ziemlich langen Spitzenregion und die lateralen Blätter auch am Außenrand rötlich; sie enthalten an diesen Stellen wenigstens in beiden Epidermen (mit Ausschluß der Schließzellen) braune Intermediärplastiden. Mit dem Alter der Blätter nimmt Ausdehnung und Intensität dieser Färbung zu (also gerade umgekehrt wie bei Nr. 7).

9) „*Selaginella spec.*, Deli“ (Buitenzorg, Garten, in dem sehr schattigen Selaginellen-Quartier kultiviert). Umfaßt zwei nebeneinander wachsende Nummern, welche sich nur dadurch unterscheiden, daß die Laubzweige bei A braun, bei B grün sind; da dies nicht von der Beleuchtung abhängen kann, welche für beide die gleiche

ist, so müssen es wohl verschiedene Varietäten sein. Die Stengel und die Wurzelträger sind bei beiden in gleicher Weise hell blutrot. Diese Organe bieten mikroskopisch nichts Neues, es seien daher nur die Blätter besprochen. Bei der grünen Form enthalten dieselben nur reine Chloroplasten, auch in den jungen Blättchen der Endknospen. Bei der braunen Form hingegen finden sich reine Chloroplasten nur in den Schließzellen und in dem schmalen Innenrand des einen Dorsalblattes, welcher von dem anderen Dorsalblatt bedeckt ist¹⁾, sonst überall Intermediärplastiden, je nach der Stelle von schmutzig grüner, brauner bis roter Farbe. Die jungen Blättchen der Endknospen sind hellrot, mit Plastiden von vorwiegendem Chromoplasten-Charakter; die jüngsten sind blasser, aber doch schon merklich gefärbt, und auch hier sind schon rote Grana in den Plastiden erkennbar. Bei den zwei Formen sind somit die Plastiden schon von Anfang an verschieden.

10) Eine kleine niederliegende Spezies, im Buitenzorger Garten reichlich wild wachsend; nach meiner Bestimmung wahrscheinlich *Selaginella proniflora* Bak. Die Färbung ist individuell verschieden: bald ist die ganze Pflanze grün, mit Ausnahme der älteren bleich rötlichen Teile, bald mehr oder weniger bleich rötlich, mit Ausnahme der kurzen wachsenden Zweigspitzen, welche grün sind. Beide Formen wachsen durcheinander unter gleichen Beleuchtungsverhältnissen. An der roten Form sind die Blätter hell bräunlichrosa, die Stengel deutlich rot, die Wurzeln (Wurzelträger fehlen) blaßrötlich, nur die ganz jungen Wurzeln farblos.

Die Plastiden in den Blättern der roten Form sind an der Oberseite heller, rotbraun, an der Unterseite dunkelrot; alle sind sehr dicht granulös; die Farbe des Stromas nirgends direkt erkennbar, doch dürfte sie, nach dem Gesamtfarbenton zu schließen, an der Blattoberseite grünlich, an der Unterseite ganz farblos sein. Die jungen Blätter der Zweigspitzen sind grün, ohne Grana in den Plastiden (wie bei Nr. 8, *d*, und umgekehrt wie bei Nr. 7); in der Übergangsregion treten die Grana zuerst am Rande und an der Spitze der Blätter auf.

¹⁾ Auch solche Stellen der Laubsprosse, welche von anderen Teilen desselben Sprosses dicht bedeckt werden, sind rein grün. Ein gewisses Minimum von Beleuchtung scheint also doch für die Entstehung des roten Pigments notwendig zu sein.

Die roten Stengel und Wurzeln enthalten überall Chromoplasten, die ersteren namentlich im Trabekulargewebe.

11) „*Selaginella spec.*“, wurzelkletternd (Buitenzorg, Garten). Der Unterteil des Stengels ist braun, enthält Plastiden mit dunkel braunroten Granis und blaßgrünem Stroma; nur im Trabekulargewebe Chloroplasten (also umgekehrt wie bei Nr. 10). Die jungen Stengelteile und meist auch die jungen Blätter sind zart rosa gefärbt, ihre Plastiden haben rein rote Grana und ganz farbloses Stroma. Der Vegetationspunkt ist farblos. Bei dieser Pflanze entwickeln sich also zunächst die Leukoplasten zu reinen Chromoplasten, welche erst später Chlorophyll ausbilden.

12) *Selaginella amoena* = *S. caulescens* Spr. (Buitenzorg, Garten). Hat einen rötlichbraunen, aufrechten Stengel mit dunkelbräunlichgrauen Stengelblättern (diese mit Intermediärplastiden, in denen die Grana peripherisch gelagert sind) und grüne Laubzweige.

Bemerkenswert bei dieser Spezies ist ein unterirdisch kriechendes, verzweigtes Rhizom, welches farblos mit schwach rötlichem Anflug ist; es enthält farblose Plastiden mit wenigen kleinen, roten Granis an der Peripherie, also Mitteldinge zwischen Leuko- und Chromoplasten. Die Schuppenblätter des Rhizoms sind stärker rot, besonders an ihrer Basis; die Plastiden führen hier viel reichlicher rote Grana und stellen schon richtige Chromoplasten dar.

13) „*Selaginella spec.* Borneo“ (Buitenzorg, Garten). Hat lange wurzelkletternde Ausläufer, welche mehr oder weniger rot, oft intensiv mennigrot sind. Die aufrechten Stengel sind bleich, ohne roten Ton, aber die zerstreuten, angepreßten Blätter sind rein rot. Sowohl die Ausläufer wie die Stengelblätter enthalten anscheinend reine Chromoplasten, die ersteren vornehmlich in der inneren Rinde, während das Trabekulargewebe hier Leukoplasten führt.

14) *Selaginella pallidissima* Spr. (nach meiner Bestimmung), eine kleine, zarte Spezies, an den Wegböschungen im unteren Teil des Gartens in Tjibodas reichlich wachsend. Sie zeigt sehr deutlich den Einfluß des Lichtes auf die Färbung: im Schatten wachsende Exemplare sind ganz grün, besonnte Exemplare in allen Teilen intensiv hell ziegelrot, mit Ausnahme der wachsenden Zweigspitzen, welche grün sind. An nach Buitenzorg mitgenommenen roten Pflanzen waren die im Laboratorium hinzuwachsenden Partien grün. Die roten Teile enthalten sehr schöne Chromoplasten, wurden aber nicht genauer untersucht.

VI. Cycadaceae.

15) *Encephalartos horridus* (Buitenzorg, Garten).

a) Die jungen, noch weichen Fiederblättchen der kürzlich entfalteteten, noch aufrechten Blätter sind von eigentümlich bläulichgrauer Farbe; wischt man den Wachüberzug ab, so erscheinen sie schmutzig bräunlich.

Das ganze Chlorenchym enthält Intermediärplastiden mit blaßgrünlichem Stroma und dunkel bräunlichroten Granis. Diese sind von wechselnder Größe, doch durchschnittlich recht klein, machen den Eindruck eckiger Körnchen und sind in der ganzen Masse der Plastiden zerstreut mit Bevorzugung ihrer zentralen Partie. Am größten und zahlreichsten sind die Grana im Palissadenparenchym der morphologischen Oberseite, besonders am Rande der Blättchen. In der grünlichen Basis der Fiederblättchen und in der hellgrünen Rhachis finden sich reine Chloroplasten.

b) In etwas älteren, ausgewachsenen aber noch nicht ganz erhärteten Fiederblättchen ist der bräunliche Farbenton fast ganz verschwunden und in ein bläuliches Grün übergegangen. In dem lockeren inneren, dem Schwammparenchym entsprechenden Gewebe sind die Plastiden noch ganz ebenso beschaffen wie bei a), nur das Stroma stärker grün; in dem dichteren peripherischen Chlorenchym finden sich jetzt auf den ersten Blick reine Chloroplasten, in denen man jedoch bei genauer Untersuchung noch wenige kleine, rote Grana bemerkt.

c) In den ganz harten Fiederblättchen eines vorjährigen Blattes sind rote Grana nirgends mehr vorhanden.

16) **Macrozamia Denisonii* (Buitenzorg, Garten).

Bei den Fiederblättchen des kürzlich entfalteteten Blattes ist das Verhalten hier ein in gewissem Sinne gerade entgegengesetztes wie bei *Encephalartos*. Während nämlich das ganze übrige Organ reine Chloroplasten enthält, ist die kurze Basis desselben, besonders in der Nähe der Achsel des Blättchens, schon makroskopisch merklich rot gefärbt, und zwar bei den mittleren, in der Entwicklung weiter vorgeschrittenen Blättchen stärker als bei den jüngeren oberen. Im Querschnitt erscheint ein peripherischer Streifen des Innengewebes in der Nähe der Achsel stark rot. Mikroskopisch sieht man im ganzen Innengewebe (welches durch mehrere Schichten dickwandigen Hypoderms von der Epidermis

geschieden ist) intermediäre Plastiden mit roten Granis. Nahe der Achsel ist das Stroma ganz blaß grün, die Grana zahlreich und zum Teil ziemlich groß, während nach der unteren Kante des Blättchens zu das Stroma stärker grün und die Grana kleiner und spärlicher werden; das zentrale, makroskopisch farblose Gewebe enthält Plastiden mit blassem Stroma und wenigen kleinen Granis, und selbst im Parenchym der Leitstränge finden sich kleine Chromoplasten mit anscheinend ganz farblosem Stroma und kleinen Granis. Die größeren Grana erscheinen eckig oder gestreckt; manchmal ist es deutlich, daß sie aus einer Anhäufung kleiner Tröpfchen bestehen.

Bei den vorjährigen Blättern findet sich die Rotfärbung in noch geringerer Ausdehnung, nur in nächster Nähe der Blättchenachsel. Die Plastiden haben hier jetzt den Charakter reiner Chromoplasten (mit farblosem Stroma) angenommen, sie sind aber klein und die Grana winzig. Auch das Hypoderm scheint ganz kleine Chromoplasten zu enthalten. Weiter von der Achsel entfernt finden sich nur reine Chloroplasten. In der Grenzregion zwischen beiden finden sich Übergangspplastiden mit blaßgrünem Stroma und wenigen blaßorangen Granis.

17) Eine Reihe weiterer *Macrozamia*-Arten sah ich in kleinen Exemplaren im Sukkulentenhaus in Kew. Bei diesen zeichnen sich die schön ausgebildeten Schwellpolster am oberen Rand der Blättchenbasis durch viel auffallendere Färbung aus als bei N^o 16: leuchtend zinnoberrot sind sie bei *M. corallipes*, schön karminrot bei *M. flexuosa* und *M. heteromera*, etwas dunkler, bräunlichrot bei *M. Fawcetti*, fast gelb bei *M. secunda*. Die Färbung kann sich an der Rhachis und dem Blättchen etwas aufwärts ausdehnen; die dünne Blättchenbasis ist manchmal ringsum gefärbt (so namentlich bei *M. flexuosa*), meist aber ist sie an der morphologischen Unterseite grün und nur das eigentliche Schwellpolster ist anders gefärbt.

Überall enthalten die gefärbten Partien prächtige Chromoplasten von sehr reiner Färbung und dicht granulöser Struktur; bei *M. secunda* sind sie orange, bei den übrigen rot in verschiedenen Tönen. Sie fehlen nur in der Epidermis und in den bei einigen Arten in das Schwellgewebe eingestreuten Sklerenchymfasern. Intermediärplastiden mit mehr oder weniger grünem Stroma finden sich bei *M. flexuosa* nur in der Umgebung des Leitstranges, bei den übrigen Arten auch in der ganzen Übergangsregion zu der unterseitigen grünen Partie.

Bei *M. australis* und *M. spiralis* sind die Schwellpolster farblos und enthalten sicherlich Leukoplasten an Stelle der Chromoplasten; sie wurden nicht weiter untersucht.

18) *Stangeria paradoxa* (Kew, im *Victoria*-Haus; großes Exemplar). Das kleine, hellbräunliche Schwellgewebe der Fiederblättchen enthält (abgesehen von der Epidermis) winzige Chromoplasten von intensiv brauner Farbe mit orangem Ton; ich konnte keine granulöse Struktur in ihnen erkennen, wahrscheinlich ist dieselbe zu fein.

Die Plastiden der an das Schwellgewebe angrenzenden Chlorenchymzellen enthalten Grana der gleichen braunen Farbe, welche meist auf die Peripherie der Plastide beschränkt sind und zuweilen einen unregelmäßigen Ring bilden.

Gelbe bis gelbbraune Schwellpolster sah ich in Kew ferner noch bei *Ceratozamia Kusteriana* und *C. Miqueliana*, welche ich aber nicht zur mikroskopischen Untersuchung erhalten konnte.

VII. Araucariaceae.

19) *Agathis borneensis* Warb. (Buitenzorg, Garten).

a) Blattstiel in der nach oben gerichteten Hälfte der Peripherie braun oder bei jüngeren Blättern rötlich. Die Färbung rührt her erstens von der dicken, braun resp. gelb gefärbten Kutikula, zweitens von roten Plastiden in der Rinde; trägt man die Epidermis ab und fertigt einen Flächenschnitt an, so erscheint dieser schon makroskopisch rot. Die Chromoplasten finden sich in mehreren Schichten des mittleren Rindengewebes, reichen aber stellenweise bis an die Epidermis heran. Sie führen kleine, zerstreute, rote Grana, während das Stroma in den am stärksten roten Parteen des Gewebes ganz blaß, anderwärts deutlicher grün ist. In einem älteren Blatt enthielten die Chromoplasten relativ große, sie fast ganz ausfüllende Stärkeköerner; die winzigen Grana sah man fleckweise auf und zwischen diesen zusammengehäuft, während ein leichter grünlicher Ton der Stärkeköerner auf einen schwachen Chlorophyllgehalt des Stromas deutete.

b) Ein schmaler, spitzwärts etwas breiterer Randstreif der Lamina ist gelb. Das rührt wieder in erster Linie von der Kutikula her, deren gelbe Farbe in dem dünneren Rande nicht durch die grüne Farbe einer dicken Chlorenchymschicht maskiert wird.

Außerdem finden sich aber in einigen Zellreihen, von der Epidermis durch dickwandige Fasern getrennt, rote Chromoplasten, und mehr nach innen zu braune Intermediärplastiden, welche den Übergang zu den Chloroplasten vermitteln.

c) Zuweilen finden sich an den Blättern kleine rote Flecke oder Streifen; es sind das verletzte Stellen, an denen das Gewebe abgestorben und gebräunt ist. Manchmal (nicht immer) enthält das angrenzende lebende Gewebe Chromoplasten oder Intermediärplastiden.

d) An dem untersuchten Zweig (noch ohne Kork, höchstens zweijährig), mit Ausnahme des erst kürzlich ausgewachsenen letztjährigen Triebes, befanden sich ebenfalls zahlreiche, zerstreute, kleine Fleckchen von intensiv roter Farbe; ihre Herkunft ist unbekannt, jedenfalls nicht dieselbe wie bei den Flecken an den Blättern, da hier diese Flecke normal gebaut sind und kein totes Gewebe enthalten. Die Rindenzellen enthalten im Bereich der Fleckchen massenhaft tief karminrote Chromoplasten von sehr dicht granulöser Struktur.

20) „*Dammara spec.*, Neu-Kaledonien“ (Buitenzorg, Garten).

a) Die kurzen Blattstiele der kleineren unteren Blätter der Jahrestriebe sind stark rot, besonders an der Oberseite. Hier finden sich zahlreiche tiefrote Chromoplasten in dem ganzen Parenchym, von der subepidermalen Schicht bis zu den Leitsträngen, das Strangparenchym einbegriffen; unterseits in 2—4 subepidermalen Zellschichten, bis an die Harzgänge mit Einbegriff der Scheiden derselben, in der vortretenden Mittelrippe aber in zahlreichen Schichten. Es bleiben somit nur zwei innere Gewebestreifen an der Unterseite des Blattstiels beiderseits von der Mittelrippe übrig, welche Chloroplasten enthalten; in der Grenzregion gehen diese durch Intermediärplastiden in die Chromoplasten über. Die Chromoplasten enthalten Stärkekörner, auf welchen und zwischen welchen sich dicke rote Schichten resp. Kappen von Chromoplastensubstanz befinden. Soweit das Stroma erkennbar ist, scheint es sehr blaß grünlich zu sein.

b) An den Stielen der übrigen, größeren Blätter ist es nur die Basis der Oberseite oder gar nur eine Ecke derselben, welche deutlich rot ist. Chromoplasten finden sich in mehreren Zellschichten der Oberseite, doch auch in 1—2 subepidermalen

Schichten der makroskopisch nicht deutlich gefärbten Unterseite, nur sind sie hier weniger intensiv gefärbt.

c) In der Lamina finden sich öfter kleine rote Flecke, die zum Teil etwas pustelartig vorragen. Rings um eine kleine Partie toten, gebräunten Gewebes liegt hier ein breiter Hof lebenden Gewebes mit schönen Chromoplasten; besonders in den subepidermalen, mit Fasern abwechselnden, längsverlaufenden Parenchymreihen ziehen sich Chromoplasten oft recht weit in beiden Richtungen fort. Doch auch an äußerlich nicht bemerkbaren Stellen, sogar an Blättern ohne rote Flecke, trifft man zuweilen unter der Epidermis begrenzte Stellen oder Zellreihen mit Chromoplasten, ohne daß abgestorbenes Gewebe sich in der Nähe befände.

d) Im Zweig finden sich ebenfalls viele kleine, rote Flecke (ohne Anzeichen von Verletzung, mit normalem Bau), in denen das Gewebe Chromoplasten an Stelle von Chloroplasten führt. Aber auch außerhalb dieser Flecke trifft man häufig im peripherischen Gewebe Intermediärplastiden mit vorwiegendem Chromoplasten-Charakter aber mäßig zahlreichen Granis, und es scheint fast, daß die äußere Rinde des Zweiges streifenweise normal solche Plastiden führt. An Querschnitten sind dieselben schlecht zu sehen, am besten findet man sie an Flächenschnitten bei schwacher Vergrößerung und geöffnetem Abbe.

21) *Araucaria Cunninghamii* (Krakau, Gewächshaus; kleines Topfexemplar). Der junge Teil der Hauptachse, von dem Gipfel bis zur zweiten Etage von Zweigen, ist allseits braunrötlich; ebenso die Blätter dieses Teiles der Hauptachse und der erst zirka 1 cm langen, noch dicht beblätterten Zweige der obersten Etage. Schwächer rötlich ist der vermutlich noch wachsende Gipfelteil der Zweige der zweiten Etage, jedoch nur an der Oberseite, während die Unterseite grün ist, ebenso wie die älteren Teile; die Blätter dieser Partien sind grün, nur an der der Zweigoberseite zugekehrten Fläche der oberen Blätter reicht von der Zweigrinde aus ein kurzer rötlicher Mittelstreif in den Basalteil der Blätter hinauf.

Untersuchen konnte ich nur den Gipfel eines Zweiges der zweiten Etage. An der Oberseite des Zweiges finden sich in 1—2 peripherischen Schichten des Chlorenchyms blasse, mehr oder weniger stärkehaltige Intermediärplastiden mit wenigen, meist im zentralen Teil der Plastiden gehäuften roten Granis. An der Oberseite der basalen Partie der Blätter führen die Chloroplasten der peripheri-

schen Chlorenchymschicht wohl durchgängig einzelne rote Grana; in dem makroskopisch rötlichen Mittelstreif sind sie durch richtige Chromoplasten vertreten.

Bei einem kleinen Topfexemplar von *Araucaria brasiliana* (daselbst) sind auch die jungen Teile rein grün.

VIII. Taxodiaceae.

22) *Cryptomeria japonica* var., junge Topfpflanze (daselbst). Die mehr oder weniger hängenden Zweige sind oberseits bräunlichrot; diese Farbe zieht sich auch ein wenig an der oberen Seite (der morphologischen Unterseite) der hier inserierten Blätter hinauf.

In der peripherischen Chlorenchymschicht der Blattkissen der Zweigoberseite und dann wieder in den innersten, an den Zentralzylinder grenzenden Schichten der primären Rinde finden sich Intermediärplastiden mit winzigen roten Granis, die in mäßiger Zahl in der ganzen Masse der Plastiden zerstreut sind; in den mittleren Rindenschichten sind die Plastiden reiner grün und die Anwesenheit roter Grana zweifelhaft. Am zahlreichsten sind die Grana in der Umgebung der Harzgänge und in den Furchen zwischen den Blattkissen; hier sind die Plastiden vielleicht reine Chromoplasten. An der Unterseite des Zweiges finden sich nur reine Chloroplasten.

23) *Taxodium distichum* var. *pendula* (Kew, im Freien; ein Baum). Die zweijährigen Zweige sind rötlichbraun. Das rührt in erster Linie von der braun gefärbten Korkschiicht her, daneben aber auch von Intermediärplastiden mit roten Granis, deren Anwesenheit ich wenigstens in den äußeren Markstrahlzellen mit Sicherheit konstatieren konnte.

IX. Gnetaceae.

Im Buitenzorger Garten werden sehr zahlreiche Nummern von *Gnetum* kultiviert, davon freilich die Mehrzahl ohne Speziesnamen, und mehrere falsch bestimmt (in Wirklichkeit nicht zu *Gnetum* gehörig); die meisten stehen im Lianenquartier (Abteilung XV A), andere in Abteilung X A, in der *Canarium*-Allee, endlich die nicht kletternden im Gymnospermenquartier. Bei 13 Nummern, welche ich untersucht habe (*G. funiculare*, *edule*, *latifolium*, *neglectum*, *ovalifolium*, *Gnemon*, *moluccense* und 6 Nummern ohne Speziesnamen),

haben die Blätter und meist auch die Zweige wenigstens in der Jugend, oft aber auch im erwachsenen Zustand, Färbungen, welche von Chromoplasten oder Intermediärplastiden mit roten Granis herühren; und ebenso verhält es sich, nach der Färbung zu urteilen, auch bei allen übrigen Nummern, mit Ausnahme der fälschlich als *Gnetum* bezeichneten. Die Färbung, ihre Ausdehnung und Dauer wechseln sehr, nicht nur je nach der Spezies und dem Organ, sondern auch lokal innerhalb desselben Exemplars; wo z. B. ein Kurztrieb mehrere Blattpaare trägt, kommt es öfter vor, daß die Blattstiele der (morphologisch) obersten dunkel rotbraun, die der übrigen grün mit nur leicht bräunlichem Ton sind. Damit sind zugleich auch die vorkommenden Färbungsextreme gekennzeichnet; rein rot ist die Farbe nie, dem Rot am nächsten kommt die bräunlichrosa Farbe der jungen Laminae bei einigen Arten. Mehr oder weniger stark gefärbt können in der Jugend folgende Organe sein: die Lamina, der Blattstiel, die Niederblätter, die Internodien sowohl der Langtriebe auf langer Strecke als auch der Kurztriebe, besonders stark an den verdickten Knoten. Alle diese Organe, mit alleiniger Ausnahme der Lamina, können freilich auch von Anfang an rein grün sein; andererseits können sie aber ihre Färbung, wenn auch meist in vermindertem Grade, auch in völlig erwachsenem Zustande dauernd bewahren, nur die Blattlamina (allenfalls mit Ausnahme der Mittelrippe) wird schließlich wohl immer rein grün¹⁾. — Einige Beispiele mögen näher besprochen werden.

¹⁾ Von Interesse ist die Angabe von P. Fröschel in einer mir nachträglich zugegangenen Arbeit (Zur Physiologie und Morphologie der Keimung einiger *Gnetum*-Arten, in Österr. Botan. Zeitung 1911, S. 4 des Separatabdrucks), daß bei den von ihm untersuchten Arten (*G. funiculare*, *G. Ula*) schon die Keimlinge mit rötlicher Farbe aus der Erde kommen, und zwar sowohl im Licht als im Dunkeln. Bei den Lichtkeimlingen geht erst nach 6—8 Wochen die rote Farbe in die normale grüne Laubblattfarbe über. Das Alkoholextrakt von Lichtkeimlingen war orangerot, dasjenige von Dunkelkeimlingen strohgelb gefärbt; in ersterem ließ sich spektroskopisch Chlorophyll nachweisen, in letzterem nicht. Die Lokalisation und Natur des roten Farbstoffes hat der Verf. nicht untersucht, doch ist wohl nicht zu bezweifeln, daß es bei den Lichtkeimlingen ebenfalls an die Plastiden gebundenes Karotin war; für die Dunkelkeimlinge erscheint mir das weniger sicher, obwohl ebenfalls wahrscheinlich, indem die abweichende Färbung des Extrakts vielleicht nur durch die geringere Konzentration des Farbstoffes bedingt war. Falls diese Vermutung richtig ist, so würden die Dunkelkeimlinge von *Gnetum* reine Chromoplasten enthalten und ein schönes Beispiel der Unabhängigkeit der Karotinbildung vom Licht bieten.

24) **Gnetum funiculare* Bl. (X A Nr. 8), eine große Liane mit hängenden Zweigen. Rötlichbraun bis braunrot sind die jungen Internodien der Langtriebe (am stärksten ihre verdickten, als Gelenke fungierenden Basen), die an ihnen sitzenden, im erwachsenen Zustande abfallenden Niederblätter, die die Laubblätter tragenden Kurztriebe, die Stiele und Laminae der noch nicht völlig ausgewachsenen Laubblätter. Die Lamina fängt bald an, stellenweise zu ergrünen, und wird schließlich rein grün; am längsten braun bleibt die Mittelrippe, die aber zuletzt schwach gelblich, heinahe farblos wird. Die Internodien der Langtriebe werden beim Auswachsen schmutzig grün mit Ausnahme der Basen, welche rotbraun bleiben. Die Kurztriebe und die Blattstiele bleiben ebenfalls dauernd rotbraun.

Die Plastiden sind im peripherischen Gewebe der jungen Internodien und Blattstiele tief braunrot bis rein rot, nach innen zu werden sie mehr grün, aber im Mark der Internodien und im Xylemparenchym der Blattstiele, oft auch in den Stärkescheiden, finden sich wieder braunrote Plastiden. In der jungen Lamina sind die Plastiden im ganzen Gewebe gleichmäßig gefärbt. In den Internodien enthält auch die Epidermis winzige Chromoplasten, während ich in den Blättern solche nicht bemerkt habe, hier scheint die Epidermis reine Leukoplasten zu führen.

In Internodien und Blattstiel findet man alle Übergänge von Chromoplasten mit fast farblosem Stroma (in der Epidermis und wohl auch in den äußersten Rindenschichten ist dasselbe sogar vollkommen farblos) und zahlreichen Granis bis zu Chloroplasten mit ausgesprochen grünem Stroma und nur wenigen Granis; reine Chloroplasten ganz ohne rote Grana scheinen in den jungen Organen überhaupt nicht vorzukommen. Die Grana sind rein rot, sehr klein (manchmal einzelne größere darunter), regellos in der Masse der Plastiden zerstreut, oft ihren zentralen Teil mehr oder weniger freilassend; sie machen eher den Eindruck von Körnchen als von Tröpfchen.

In den schmutzig grünen, erwachsenen Internodien der Langtriebe enthalten die Chromoplasten der meisten Zellen noch rote Grana, meist nur wenige, zuweilen aber noch recht viele; daneben finden sich aber Zellen mit reinen, granafreien Chloroplasten. Auch in älteren, schon mit dunkler Korksicht bedeckten Zweigen findet man immer noch viele Chloroplasten mit roten Granis. In der erwachsenen Lamina hingegen fehlen rote Grana vollständig.

An einigen Stellen der Pflanze, welche sich in tiefem Schatten befinden, sind sämtliche Teile grün.

25) *Gnetum spec.* (*Canarium*-Allee Nr. 59).

Die Stiele der völlig ausgewachsenen, erhärteten Blätter sind dunkelrotbraun. Das rührt in erster Linie von der tief braunroten, dicken Kutikula her; aber im Querschnitt sieht man außerdem schon makroskopisch auch eine braunrote Zone in der Rinde. Es sind mehrere mittlere Rindenschichten (von der Epidermis durch 1—2 Schichten mit vielen Oxalatkristallen und einzelnen sehr kleinen Plastiden getrennt), welche Intermediärplastiden mit roten Körnchen enthalten. An der Unterseite des Blattstieles sind diese Schichten weniger zahlreich, das Stroma der Plastiden ist deutlich grün, die Grana mäßig zahlreich, die Plastiden erscheinen bei schwächerer Vergrößerung hellbraun. An der Oberseite und besonders an deren Kanten, wo die Färbung am intensivsten ist, sind die gefärbten Schichten zahlreicher, die Plastiden ebenfalls zahlreicher pro Zelle, ihr Stroma blaßgrünlich mit sehr vielen Granis, die Plastiden erscheinen daher bei schwächerer Vergrößerung rot. Nach der inneren Rinde zu erfolgt ein allmählicher Übergang zu reinen Chloroplasten; dann folgen aber in der Stärkescheide, welche den Halbkreis der Leitstränge unterseits und an den Flanken umgibt, wieder ganz rote Chromoplasten, deren Struktur indeß wegen der vielen eingelagerten Stärkekörner im Detail nicht sehr deutlich ist.

26) Ein anderes *Gnetum spec.*, wo ebenfalls der erwachsene Blattstiel untersucht wurde, verhielt sich im wesentlichen ebenso, doch ist bemerkenswert, daß bei den röttesten Plastiden, welche sich an der Oberseite in einiger Entfernung von der Epidermis befanden, die winzigen Grana in mehreren Schichten an der Peripherie der Plastiden zusammengedrängt waren, so daß sie einen dicken, ungleichmäßigen, roten Ring um das granafreie, sehr blaß grünliche Zentrum derselben bildeten.

27) Junge Pflanze eines aufrechten *Gnetum* ohne Etiquette (*Gymnospermenquartier* Nr. 23), jedenfalls zu *G. Gnemon* gehörig.

An den erwachsenen Blättern sind der Blattstiel und die Basis der Mittelrippe rot, aber ausschließlich oder doch vorwiegend an der Oberseite. Der am stärksten gefärbte Gewebestreif, mit fast reinen Chromoplasten, befindet sich in der oberseitigen Rinde, einige Zellschichten von der Epidermis entfernt; sowohl nach innen als

nach außen zu findet ein allmählicher Übergang zu Chloroplasten statt.

Bei einem jungen Exemplar von *Gnetum Gnemon* var. (daselbst Nr. 25), wo sich die erwachsenen Blätter ungefähr ebenso verhielten, konnten auch ganz junge Blätter untersucht werden; bei diesen war die ganze Lamina dunkelbraunrot, der Stiel aber grün; die Entwicklung der Plastiden geht also hier in den beiden Blattteilen in gerade entgegengesetztem Sinne vor sich. — Endlich waren an einem zu derselben Nummer gehörigen größeren Baum alle Organe rein grün.

X. Pandanaceae.

28) *Freycinetia spec.*, im Wald von Tjibodas gefunden, fällt durch mehr oder weniger rötliche Färbung der jungen Blätter und der jungen Luftwurzeln auf, während der Stamm bräunlich grün ist.

a) Das junge Blatt resp. der noch wachsende Basalteil des Blattes ist hell schmutzigrös. Die äußeren Schichten des Schwammparenchyms enthalten rote Chromoplasten, das der morphologischen Oberseite zugekehrte dichtere Chlorenchym größere, schmutzig grüne Plastiden; zwischen beiden ein allmählicher Übergang. Alle Plastiden haben ein mehr oder weniger grünes Stroma und mehr oder weniger zahlreiche kleine, intensiv rote Grana, welche vornehmlich am äußersten Rande der Plastiden gelagert sind. Das peripherische Wassergewebe enthält spärliche kleine Chromoplasten mit sehr blaß grünem Stroma, die Epidermis Leukoplasten.

Im erwachsenen Blatt ist die Basis schmutzig grün. Im peripherischen Gewebe wenig Veränderung; im Chlorenchym sind die Plastiden bedeutend größer und grüner geworden; die roten Grana sind noch vorhanden und absolut an Zahl kaum vermindert, aber relativ mehr zerstreut. Im übrigen Blatt finden sich reine Chloroplasten.

b) Im jungen Teil des Stammes finden sich in den äußeren Schichten größere, fast reine Chloroplasten, in den mittleren Schichten hingegen spärlichere und kleinere rote Plastiden. Im erwachsenen Teil hat dieselbe Veränderung stattgefunden wie unter a), nur sind hier die zerstreuten roten Grana schwieriger zu sehen, da die Plastiden Stärke führen.

c) Luftwurzel (nicht angeheftet, bis 5 mm dick). Der junge,

schmutzig rosa gefärbte Teil enthält fast im ganzen Rindengewebe ziemlich große Chromoplasten mit tiefroten Granis und äußerst blassem Stroma; so verhält es sich bis nahe an den Vegetationspunkt heran (dieser selbst, in welchem das Stroma der Plastiden vermutlich ganz farblos wäre, war leider an der untersuchten Wurzel abhanden gekommen). Nur in den innersten Rindenschichten fanden sich fast farblose Plastiden mit sehr spärlichen Granis. In dem älteren Teil (16 cm über der Spitze), welcher äußerlich braun erscheint, findet man sowohl in den äußeren wie in den inneren Schichten größere und deutlich grüne Plastiden mit unveränderten Granis, während in den mittleren Schichten die Chromoplasten so geblieben sind, wie sie im jungen Teil waren. In einer ganz ausgewachsenen, mit Kork bedeckten Wurzel alles ebenso, nur haben die Plastiden viele kleine Stärkekörner gebildet, zwischen denen die roten Grana noch sehr deutlich erkennbar sind.

d) Eine Haftwurzel (nur zirka $1\frac{1}{2}$ mm dick, gelblich) enthielt keine gefärbten Plastiden¹⁾.

XI. Gramina.

Objekte mit Chromoplasten fand ich nur unter den *Bambuseae*, hier aber sind blaßgelbe bis leuchtend gelbe Färbungen, welche von Chromoplasten herrühren, recht verbreitet, seltener auch eine braune Farbe, durch gelbe Chromoplasten und roten Zellsaft zugleich bedingt. Solche Färbungen wurden beobachtet am Hauptstamm, den Zweigen, Blattscheiden (in ganzer Ausdehnung oder nur an Rand und Spitze), Blattstielen und an einer kurzen Basalregion der Blattspreiten, bald nur an einzelnen dieser Organe, bald an mehreren zugleich, und zwar bei Vertretern der Gattungen *Bambusa*, *Schizostachys*, *Gigantochloa*, *Ochlandra* (im ganzen 7—8 Spezies untersucht). Wo die Stämme und Zweige gelb sind, enthalten sie nicht selten einzelne oder mehrere scharf abgesetzte, schmale, grüne Längsstreifen. Die Färbung pflegt nicht konstant zu sein, sondern individuell zu variieren. So sind bei verschiedenen Büschen der auf Java gemeinen *Bambusa vulgaris* die Stämme teils leuchtend gelb

¹⁾ Unter den verschiedenen in Buitenzorg kultivierten *Freycinetia*-Arten fand ich keine Chromoplasten; zwar waren bei zweien die jungen Haftwurzeln rot, dies rührte jedoch von rotem Zellsaft her.

mit grünen Streifen, teils ganz grün; das dürften freilich vielleicht konstante Varietäten sein. Auch ist die Beleuchtung meist von Einfluß (bei den Stämmen von *Bambusa vulgaris* aber gerade nicht); so sind Zweige und Blattscheiden oft auf der Schattenseite grün oder doch blasser gelb als auf der Lichtseite, die dicken Stämme von *Gigantochloa aspera* sind nur auf der besser beleuchteten Seite eines Busches deutlich braun u. s. w.

29) „*Bambusa spec.*, Japan“ (Tjibodas, Garten). Stamm hellgelb, die überhängenden Zweige (mit Ausnahme des dicht beblätterten Teiles, wo ganz von Blattscheiden bedeckt) an der Lichtseite hochgelb, an der Schattenseite heller gelb.

A. Im Querschnitt des Zweiges erscheint unter der Lupe das ganze parenchymatische Gewebe gelb. Für die mikroskopische Untersuchung ist das Objekt ungünstig, da in angeschnittenen Zellen die Plastiden zerfallen, an dickeren Schnitten aber nichts deutlich zu sehen ist. Soviel ist sicher, daß sich überall im Parenchym Chromoplasten befinden, die im peripherischen Gewebe zahlreicher und stärker gefärbt, im inneren Gewebe, nahe der zentralen Höhlung, spärlicher und blasser sind; hier, namentlich an der Schattenseite, scheinen sie einen grünlichen Ton zu haben, was anderwärts nicht der Fall ist.

Die Epidermis enthält an der Lichtseite in allen Zellen kleine, rundliche Chromoplasten, welche sich in den Langzellen und Kurzzellen bemerkenswert ungleich verhalten. In den Langzellen sind sie gelb und bilden nur eine Reihe; in den Kurzzellen sind sie relativ viel zahlreicher, orange gefärbt und liegen in dichtem Kranz um den Zellkern, mit welchem zusammen sie die Zelle fast ganz ausfüllen. An der Schattenseite verhalten sich die Kurzzellen ebenso, nur sind die Chromoplasten weniger intensiv orange; in den Langzellen hingegen sind Chromoplasten hier nicht vorhanden, an ihrer Stelle finden sich Leukoplasten.

B. a) Außerdem wurde der gelbe Stamm eines unbenannten kleinen Bambus im Garten von Tjibodas untersucht, welcher vielleicht mit obigem identisch ist. Hier kein Unterschied zwischen Licht- und Schattenseite; in der Epidermis ringsum Chromoplasten in allen Zellen, in den Kurzzellen deutlich größer als in den Langzellen, weniger dunkel gefärbt als im Zweig.

b) Bei dieser Pflanze waren auch die kurzen Blattstielchen gelb (manchmal durch roten Zellsaft, der sich in den subepider-

malen Zellen neben gelben Chromoplasten befand, rot gefärbt). Chromoplasten in der Epidermis sehr klein, in einer bis mehreren subepidermalen Zellschichten größer, außerdem in einer Zellschicht um jeden Leitstrang und an dieser Stelle anscheinend mit grünlichem Stroma.

30) **Bambusa nana* (Buitenzorg, Garten).

a) Die Zweige sind je nach Individuum und Beleuchtung blaßgrün, blaßgelb bis intensiv hochgelb, und zwar gelb entweder nur auf der Lichtseite oder ringsum, immer aber an der Lichtseite stärker. Ein stark gelber Zweig erscheint im Querschnitt unter der Lupe überall mehr oder weniger gelb; bei einem einseitig gefärbten ist auch im Querschnitt nur die Außenseite gelb, während der größere, die Zentralhöhlung allseits umfassende Teil des Querschnitts grünlich ist. Intensiv gelb gefärbt ist immer nur die dünne Rinde.

Zur mikroskopischen Untersuchung ist es nützlich, die Schnitte in Glycerin einzulegen, weil sonst die starke Lichtbrechung der verkieselten Membranen hinderlich ist. Man findet in der Rinde zahlreiche gelbe bis orangegelbe Chromoplasten; daneben große, nach Öl aussehende gelbe Kugeln (ebensolche, aber farblose, auch in den grünen Zellen; die Gelbfärbung rührt also vielleicht nur daher, daß diese Kugeln den Farbstoff zerfallender Chromoplasten aufnehmen). Auch im inneren Parenchym, zwischen den Leitsträngen und bis an die Zentralhöhlung, können Chromoplasten vorkommen, so daß im äußersten Fall Chloroplasten im ganzen Organ vollkommen fehlen. Auch in den kürzeren Zellen der Epidermis finden sich Chromoplasten; sie sind nicht zahlreich, aber relativ groß (kaum kleiner als in der Rinde), in der Tiefe der Zelle dicht zusammengelagert; in den längeren Epidermiszellen habe ich keine gesehen.

Alle Chromoplasten sind ungefähr kugelig und scheinen dicht granulös.

b) Die rötlich gelben scheidigen Niederblätter der wachsenden Stämme enthalten, neben rotem Zellsaft in einigen Zellen, Chromoplasten von meist intensiv orangegelber Farbe im gesamten Parenchym. Die äußeren Parenchymschichten (durch mehrere sklerotische Schichten von der Epidermis getrennt) führen zahlreiche größere, die inneren wenige und kleinere Chromoplasten. In der äußeren Epidermis kommen Chromoplasten in den eingestreuten

dünnwandigen Zellen bestimmt ebenfalls vor, in der dünnwandigen inneren Epidermis hingegen habe ich sie nicht gesehen. Alle Chromoplasten haben ein durchaus farbloses Stroma. Die Grana sind bei den peripherischen Chromoplasten dicht, bei den kleineren des inneren Gewebes locker angeordnet; sie machen den Eindruck von Körnern, erweisen sich aber bei genauer Untersuchung als Gruppen winziger Tröpfchen.

Bemerkenswert ist, daß in der Nähe der beiden Oberflächen grüne oder doch grünliche Zellnester in das gelbe Gewebe eingestreut sind; es sind wenige größere nahe der Innenseite, zahlreiche kleine (nur aus je wenigen Zellen bestehend) an der Außenseite. Die letzteren liegen, soweit ich festgestellt habe, unter Spaltöffnungen. Sie führen Intermediärplastiden mit grünlichem Stroma und gelben bis orangen Granis.

Die gelblichen bis gelbbraunen Blattscheiden der Kurztriebe und die kurzen gelben Blattstiele führen ebenfalls Chromoplasten.

31) *Gigantochloa aspera* (Buitenzorg, Garten).

Die Blattscheiden der Zweige sind bald in ihrer ganzen Ausdehnung, bald nur am Rande gelblich bis gelbbraun. Die gefärbten Partien enthalten kleine, zerstreute Chromoplasten, manchmal neben größeren Chloroplasten, die sich aber stets in besonderen Zellen befinden. Aber auch da, wo sonst das ganze Gewebe Chromoplasten führt, finden sich doch Nester von chloroplastenführenden Zellen eingestreut. Dieselben liegen stets unter Spaltöffnungen, wie bei Nr. 30. Diese merkwürdige Einwirkung der Spaltöffnungen auf die Plastiden der anstoßenden Zellen ist aber nicht durchgängig; ich habe mich bei diesem Objekt überzeugt, daß stellenweise die unter Spaltöffnungen liegenden Zellgruppen nicht Chloroplasten führen, sondern Intermediärplastiden oder sogar reine Chromoplasten, welche größer und zahlreicher sind als im übrigen Gewebe.

XII. Palmae.

Färbungen, welche durch orange oder gelbe Chromoplasten bedingt werden, sind unter den Palmen relativ recht häufig und manchmal sehr auffallend. Sie betreffen gewöhnlich die folgenden Organe resp. Stellen: Blattstiel, Blattscheide, Rhachis, Schwellpolster

der Fiederblättchen, deren Mittelrippe und Rand. Merkwürdig ist, daß sich diese Färbungen meist auf jüngere Pflanzen zu beschränken scheinen, während sie an den Blättern älterer Exemplare, die schon einen freien Stamm bilden, an den erstarkenden Blättern zurücktreten und schließlich anscheinend ganz schwinden; doch gibt es jedenfalls Ausnahmen von dieser Regel.

Ich habe die Chromoplasten und ihre Verteilung bei 15 Spezies aus den Gattungen *Chrysalidocarpus*, *Cocos*, *Cyrtostachys*, *Desmoncus*, *Daemonorops*, *Hyophorbe*, *Latania*, *Raphia*, *Stevensonia*, *Thrinax* und *Verschaffeltia* untersucht; im folgenden beschränke ich mich auf die Beschreibung einiger Beispiele.

32) **Cocos nucifera*. Es gibt mehrere Varietäten. Bei einigen ist alles grün, andere zeichnen sich durch eine intensiv gelbe, fast orange Farbe der Blattscheiden (soweit sie nicht verdeckt ist), der Blattstiele, der Rhachis, der Schwellpolster und des Basalteiles des Mittelnervs der Blättchen aus; an größeren Bäumen ist diese Färbung der Blätter nicht mehr vorhanden. Hierher gehören von den im Buitenzorger Garten kultivierten Varietäten die *var. oblonga* Hassk. (Abt. V K Nr. 60) und eine andere, deren Namen ich zu notieren versäumte (V K Nr. 42). Man trifft die gelbstieligen Varietäten auch überall auf Java und anderwärts. Untersucht wurde in erster Linie ein von den „Tausend Inseln“ (NW. von Batavia) mitgebrachtes Objekt, und zum Vergleich auch Material aus den Botanischen Gärten in Buitenzorg und Peradeniya.

a) Blattstiel und Rhachis. Im Querschnitt erscheint das ganze Organ mehr oder weniger gelb; eine schmale peripherische Zone ist sehr intensiv, beinahe orange gefärbt, weniger gelb sind die über den ganzen Querschnitt zerstreuten Stränge, das parenchymatische Gewebe zwischen ihnen noch weniger, nach dem Zentrum hin immer blasser, und in dem dickeren Basalteil des Blattstiels erscheint die zentrale Partie ganz farblos.

Das Mikroskop zeigt im gesamten Parenchym dunkelgelbe Chromoplasten, deren Größe und Menge lokal variiert. In der Epidermis sind sie sehr klein (bis zu 2μ im Durchmesser), von hier nach innen nehmen sie schnell an Zahl und Größe zu und erreichen in den mittleren und inneren Rindenschichten (außerhalb der äußersten Stränge und zwischen ihnen) das Maximum. Sie sind hier teils unregelmäßig rundlich, teils mehr oder weniger gestreckt, bis zirka zweimal so lang als breit, diese letzteren sind wohl Teilungsstadien,

da auch biskuitförmig eingeschnürte Formen vorkommen; die runden erreichen zirka $4\frac{1}{2}$ μ Durchmesser. Im Zentralzylinder werden die Chromoplasten kleiner und spärlicher, und fangen überdies an, Stärke zu führen. Im zentralen Teil, wo die Stärkekörner am größten werden, sieht man zunächst nichts von Chromoplasten; aber eine Untersuchung mit Ölimmersion bei geöffnetem Abbe zeigt selbst auf den großen Stärkekörnern einen Chromoplastenrest in Form eines tiefgelben, scharf begrenzten Fleckes. Je 1—2 Parenchymschichten um jeden Strang enthalten reichlichere Chromoplasten mit weniger und kleinkörniger Stärke, weshalb eben die Stränge makroskopisch stärker gelb erscheinen. Aber auch die lebenden Zellen der Stränge selbst führen spärlich winzige Chromoplasten.

Die Epidermis-Chromoplasten enthalten in deutlichster Weise wenige, relativ grobe Grana in farblosem Stroma. Die Grana in den Chromoplasten des übrigen Gewebes sind zwar ebenfalls grob, aber zahlreich und dicht gedrängt, so daß vom Stroma meist nichts zu sehen ist; wo stellenweise sichtbar, ist es ebenfalls vollkommen farblos. Chlorophyll scheint somit im ganzen Organ vollständig zu fehlen.

b) Die Schwellpolster enthalten überall ebensolche Chromoplasten, auch in den gestreckten Zellen des eigentlichen Schwellgewebes. Dasselbe gilt auch für c) die Basis der Fiederblättchen-Mittelrippe; nur seitlich, am Übergang in das Mesophyll (welches reine Chloroplasten führt) finden sich stellenweise Intermediärplastiden.

33) **Stevensonia grandiflora* (Peradeniya, Garten, Topfpflanze). Die Blätter sind nicht gefiedert, sondern nur an der Spitze tief ausgeschnitten; der Rand ist gesägt, mit abwechselnd tieferen und flacheren Einschnitten, in deren jedem ein Seitennerv ersten Grades endigt. Der Blattstiel (die Blattscheide ist noch verdeckt), die dicke Mittelrippe, die erwähnten Seitennerven und ein schmaler, nur am Grunde der tieferen Einschnitte bis 1 mm Breite erreichender Randstreif der Lamina sind (bei noch nicht baumförmigen Pflanzen) intensiv feuerrot-orange.

a) Die Blattmittelrippe ist im ganzen Querschnitt orange, aber ein schmaler Streif ringsum, die Rinde außerhalb der Stränge umfassend, ist besonders intensiv gefärbt. Die Chromoplasten verhalten sich ganz wie bei *Cocos*, nur sind sie tief orange statt gelb, die Grana sind sehr klein, Stärke fehlt (daher die Chromoplasten

überall ohne weiteres deutlich), die Umgebung der Stränge ist nicht bevorzugt. Auch enthält die Epidermis hier meist nicht Chromoplasten, sondern kleine, granulöse Leukoplasten; stellenweise aber sind deren Granula blaßgelb, so daß die Plastiden Intermediärgebilde zwischen Leuko- und Chromoplasten darstellen.

b) Blattrand. Chromoplasten von gleicher Beschaffenheit wie in der Mittelrippe, nur oft stärkehaltig, und die Grana gröber, oft sehr deutlich als kleine Tröpfchen erkennbar. Das Stroma ist, soweit überhaupt sichtbar, vollkommen farblos. Auch in allen lebenden Zellen des Xylems und Phloëms der Stränge finden sich kleine Chromoplasten; selbst in den Zellen der Sklerenchymscheiden fehlen sie nicht, sind aber hier so klein und in dem engen Lumen schwer zu sehen, daß ich sie erst bei Anwendung der Karotinreaktion bemerkte. Die Epidermis enthält sehr kleine Intermediärplastiden (Leuko-Chromoplasten) mit blaßgelben Granis.

An der Grenze gegen das grüne Gewebe der Lamina gehen die Chromoplasten ziemlich plötzlich durch Intermediärplastiden mit relativ groben, gelben bis hellgelben, lockerer angeordneten Granis und blaßgrünem Stroma in die gleichgroßen Chloroplasten über, welche ebensolche aber farblose Grana enthalten.

34) **Thrinax radiata* (Buitenzorg, Garten, mittelgroßes Topfexemplar). Der zweischneidige Blattstiel ist gelb mit grünlichem Mittelstreif beiderseits. Sein über die fächerförmige Spreite hinausragender zungenartiger Fortsatz und die benachbarte zentrale Spreitenpartie (von zirka $1\frac{1}{2}$ cm Radius) sind von brennend oranger Farbe.

a) Blattstiel. In der Epidermis überall kleine, dicht granulöse Chromoplasten, teils gelb, teils orange. In den Schließzellen sind die Plastiden blaßgrün mit spärlichen gelben Granis. In dem übrigen peripherischen Gewebe zahlreiche plankonvexe, orange Chromoplasten, rundlich bis etwas gestreckt, relativ groß, der größere Durchmesser bis $6\ \mu$, mit sehr dicht gepackten, ziemlich groben Granis. Weiter nach innen zunächst, besonders um die Stränge herum, dünnere gelbe Chromoplasten mit wenigen kleineren Granis, die z. T. gruppenweise zu größeren Körnchen vereinigt scheinen; das hier deutlich sichtbare Stroma ist teils ganz farblos, teils grünlich. Noch weiter nach innen folgen blaßgrüne Chloroplasten.

Die grünlichen Mittelstreifen des Blattstiels enthalten unter der Lupe zahlreiche grüne Fleckchen in gelbem Grunde. Diese Fleck-

chen sind Nester von Zellen im peripherischen Gewebe, welche Intermediärplastiden mit ausgesprochen grünem Stroma und locker gelagerten gelben Granis führen. Sie liegen unter Spaltöffnungen, aber sicher nicht unter allen; ob sie auch unabhängig von Spaltöffnungen vorkommen, habe ich nicht mit Bestimmtheit konstatiert.

b) Der Blattstielfortsatz und das Zentrum der Lamina sind in der ganzen Masse gleichmäßig gefärbt; alle parenchymatischen Zellen enthalten zahlreiche Chromoplasten von derselben Beschaffenheit wie im peripherischen Gewebe bei a); nur in der Epidermis sind sie auch hier klein. Auch die Schließzellen sind mit orangen Chromoplasten angefüllt.

35) *Latania Verschaffelti* (Buitenzorg, Garten, kleines Topfexemplar). Blattstiel mit intensiv gelben Kanten, im übrigen gelblichgrün. Ein schmaler Randstreif der Lamina und die Nerven unterseits sind rot.

a) Blattstiel. Das peripherische Gewebe erscheint an Schnitten überall (nicht nur an den Kanten) rein gelb. Epidermis mit winzigen gelben Chromoplasten (nur in den Schließzellen Plastiden fast farblos), eine bis mehrere folgende Schichten mit ebensolchen etwas größeren. Das nach innen folgende Gewebe enthält größere Intermediärplastiden von bräunlicher bis fast rein grüner Farbe. Im zentralen Gewebe finden sich aber merkwürdigerweise wieder kleinere, rein gelbe Chromoplasten mit völlig farblosem Stroma.

Die intensiv gelbe Farbe der Kanten rührt daher, daß hier das chromoplastenführende peripherische Gewebe aus doppelt so vielen Zellschichten besteht und zahlreichere Chromoplasten pro Zelle enthält; die grünliche Farbe der mittleren Gewebeschichten wird dadurch gänzlich maskiert.

b) Die Färbung des Randes der Lamina und der Nerven wird bei dieser Spezies durch roten Zellsaft verursacht, daneben finden sich aber auch gelbe Chromoplasten.

Bei einer großen Freilandpflanze dieser Spezies im Buitenzorger Garten sind die Blattstiele ebenfalls gelb, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung.

36) *Verschaffeltia splendida* (Buitenzorg, Garten, kleines Topfexemplar), mit ungeteilten, tief ausgerandeten Blättern. Blattstiel und Mittelrippe rot, ein schmaler Streif am Rande der Lamina gelb.

Die rote Farbe des Stiels rührt von rotem Zellsaft in vielen

Rindenzellen her. Außerdem enthalten aber alle Zellen der dünnen Rinde (mit Ausschluß der Epidermis) und der folgenden Schichten, bis ziemlich weit ins Zentralgewebe hinein, gelbe Chromoplasten, deren Farbe äußerlich durch den roten Zellsaft ganz verdeckt ist. Die Chromoplasten sind zum Teil nahezu kugelig, wie sonst gewöhnlich, meist aber haben sie die exzeptionelle Form ganz flacher, dünner, rundlicher oder ovaler Scheiben von relativ stattlicher Größe (bis zu $7 \times 4 \mu$). Das Stroma ist farblos, die kleinen Grana teils gleichmäßig zerstreut, und ungewöhnlich deutlich zu sehen, teils lokal zusammengedrängt, oft einen dichten Kranz an der Peripherie der Plastide bildend. Bläßgrüne Chloroplasten, im Gegensatz zu den Chromoplasten stärkehaltig, finden sich nur um die Stränge im zentralen Gewebe.

Im schmalen Blattrand enthält das ganze Parenchym, auch die Epidermis, dicht granulöse, dunkelgelbe Chromoplasten¹⁾.

37) *Desmoncus spec.* (Buitenzorg, Garten, große Pflanze). Bei dieser amerikanischen Kletterpalme sind die zu starken Haken umgebildeten oberen Blattfiedern am eben ausgewachsenen Blatt noch grün, werden aber bald, von der Basis und der Oberseite aus beginnend, gelblich und dann ziemlich intensiv gelb. Untersucht wurde ein jüngeres Blatt, dessen Haken erst zum Teil hellgelb geworden waren. Ein Querschnitt durch den basalen Teil eines solchen Hakens ist in der ganzen Ausdehnung gelb; überall finden sich Chromoplasten, welche im peripherischen Gewebe der Oberseite fast orange, im inneren Gewebe (wo sie viel Stärke führen) gelb sind; nur den Strängen entlang finden sich noch einzelne Zellen mit Chloroplasten.

Auch die Schwellpolster der Fiedern und die Stacheln an Blattstiel und Rhachis sind bei diesem Objekt gelb.

38) *Daemonorops longispathus* (Buitenzorg, Garten, großes Exemplar). Mehr oder weniger grell gelb gefärbt sind, außer Blattscheiden, Blattstielen, Rhachis und Schwellpolstern, auch die Stacheln an Blattstiel und Rhachis und insbesondere die kurzen, krummen, in Halbkreisen auf gemeinsamer schwieliger Basis sitzenden Ha-

¹⁾ Bei kleinen Topfexemplaren von *Nephrosperma van Houtenianum* sind Blattstiel und Mittelrippe ganz ebenso gefärbt, wie bei *Verschaffellia*, enthalten jedoch keine Chromoplasten, sondern neben rotem Zellsaft nur blasse Chloroplasten.

ken des Flagellums (welches selbst grün ist); nur die Spitzen dieser Haken sind schwarz (Membranfärbung). Schnitte durch diese Haken und durch die Schwiele zeigen überall, auch in der Epidermis, intensiv gelbe Chromoplasten.

Ähnlich verhält es sich, nach dem Aussehen zu urteilen, noch bei vielen anderen *Calameae*, insbesondere pflegen die Stacheln am Blattstiel und an der Rhachis sowie am Flagellum (hier die Schwielen mit einbegriffen) auch dann mehr oder weniger gelb zu sein, wenn alles Übrige grün ist. Bei einigen *Calamus*-Arten sah ich auch den auf dem Boden liegenden Stamm oberseits gelb gefärbt.

XIII. Araceae.

39) *Pothos aurea* (Buitenzorg, Garten, in der *Livistona*-Allee), eine hochkletternde Liane mit bis mehrere *cm* dickem Stamm, welcher durch seine an der Lichtseite intensiv dunkelgelbe Farbe auffällt. Diese Farbe rührt vom Kork her, welcher aus mehreren Schichten sehr dickwandiger, fast lumenloser, abgeflachter Zellen mit tiefgelber Membran besteht. Außerdem erscheint aber am Querschnitt auch das innere Rindengewebe (vielleicht schon zum Perizykel gehörig) gelb gefärbt, obwohl viel heller. Dieses enthält reichlich Plastiden mit kleinen Stärkekörnern und relativ wenigen aber großen hellgelben Tropfen, welche nichts Anderes als ungewöhnlich große Grana sein können; zuweilen findet sich nur ein großer Tropfen pro Plastide, welcher die Stärkekörner an Größe übertrifft. Die Begrenzung des farblosen Stromas ist an lebendem Material kaum deutlich zu erkennen; sie wird aber deutlich durch Behandlung mit Jodjodkali, wobei sich die gelben Grana (wie auch bei anderen Objekten) schmutziggrünlich färben. In verletzten Zellen sind die Plastiden zerflossen und man findet nur die isolierten gelben Grana.

40) **Zamioculcas Loddigesii* (Buitenzorg, Garten, im Schattenpflanzenquartier). Die Blattachsel (ein schmaler Streif an der Grenze des Blattstiels und Stengels) ist dunkel schmutzigrot; von hier aus erstreckt sich die Farbe, allmählich abnehmend, einerseits auf die Oberseite des kurzen Blattstiels über den größeren Teil seiner Länge, am weitesten an den zwei schmalen Flügelkanten, andererseits an der Oberseite des schräg stehenden Stengels etwas hinab,

wieder am weitesten an zwei schmalen Kanten, die von der Blattstielbasis herablaufen.

Im Basalteil des Blattstiels führen zirka 6-8 subepidermale Zellschichten Intermediärplastiden mit mehr oder weniger zahlreichen, tief orangeroten Granis; diese sind im blaßgrünlichen Stroma gleichmäßig verteilt, von variabler Größe; die größeren sind unregelmäßige Körner, sie scheinen aus winzigen Tröpfchen zusammengesetzt zu sein. Ein allmählicher Übergang führt zu den reinen Chloroplasten des inneren Gewebes, welche größer sind und allein Stärke führen. Die Epidermis enthält im Blattstiel wie im Stengel Leukoplasten (oder vielleicht sehr blasse Chloroplasten). In der Blattachsel jedoch, wo die Färbung am stärksten ist, finden sich auch hier Intermediärplastiden, welche bei schwächerer Vergrößerung rot aussehen; sie sind zahlreicher und merklich größer als die Leukoplasten der übrigen Epidermis¹⁾.

XIV. Flagellariaceae.

41) **Flagellaria spec.* (Buitenzorg, Lianenquartier, XV A Nr. 84).

Die Rankenspitze der erwachsenen Blätter gelb, an der Außenseite stärker (an der noch wenig gekrümmten, weichen Rankenspitze junger Blätter ist die Färbung grünlich). Ursache: gelbe Chromoplasten mit groben Granis im ganzen parenchymatischen Gewebe; nicht eingehender untersucht.

Ähnlich, aber schwächer, ist die Rankenspitze noch bei mehreren weiteren *Flagellaria*-Arten gefärbt, während sie bei anderen Arten grün ist²⁾.

¹⁾ Eine merkwürdige Färbungsursache fand ich in dem stark rot angelauenen großen Gelenk von *Holochlamys guineensis*: die Zellen der dünnen Rinde enthalten (neben blassen Chloroplasten) eine Menge im Zellsaft suspendierter kleinster Körnchen (oder Tröpfchen?) von tief bräunlichroter Farbe; in Schwefelsäure lösen sie sich ohne Farbenänderung, bestehen also nicht aus Karotin. Ähnliches, nur in geringerem Grade, beobachtete ich auch im Gelenk von *Spathiphyllum spec.* und in den hellbräunlichen Blattscheiden von *Dieffenbachia eburnea* und *D. Bausei*.— Sonst rühren die bei den *Araceae* vorkommenden roten Färbungen, soweit gesehen, von rotem Zellsaft her. Nur in den orangebraunen Luftwurzeln von *Philodendron calophyllum* (Kew) fand ich daneben eine braune Membranfärbung in Epidermis und Exodermis.

²⁾ Bei einer Spezies fand ich die Rankenspitze nur an der Innenseite gelblich; das rührte von gelbgefärbten Mittellamellen des dickwandigen Gewebes dieser Seite her.

XV. Liliaceae.

42) **Smilax oxyphylla* (Buitenzorg, Lianenquartier, XV A Nr. 93 A).

Die jungen Partien der Langtriebe sind grün, die älteren, schon blattlosen, aber noch keineswegs dem Absterben nahen Teile derselben sind gelb bis rötlichgelb, je nach dem Individuum in verschiedenem Grade. Sie enthalten überall rundliche Chromoplasten, deren Farbe von leuchtend gelb bis orange gelb variiert. Am zahlreichsten und größten sind dieselben im Rindengewebe, kleiner in der Epidermis, noch kleiner und spärlich in den Sklerenchymfasern und im Parenchym des Zentralzylinders, soweit dieses nicht mit Stärke überfüllt ist. Die Grana sind sehr dicht gedrängt; bald sind sie mittelgroß und zahlreich, bald sind es nur wenige (etwa 3—6) große Tropfen. Soweit das Stroma erkennbar ist, erscheint es völlig farblos, Chlorophyll scheint also im ganzen Organ vollkommen zu fehlen¹⁾.

— Ich habe ferner im Sukkulentenhaus in Kew bei einer Reihe von Aloineen Färbungen beobachtet, welche von Chromoplasten herrührten²⁾.

43) *Haworthia Reinwardii* und *H. coarctata*. Die dicken, aufrechten Blätter sind in ihrer ganzen Ausdehnung mehr oder weniger rot bis braunrot, und zwar an der Außenseite (morphologischen Unterseite), besonders näher der Spitze, stärker und reiner rot als an der schwächer beleuchteten Innenseite. Abgesehen von der Epi-

¹⁾ Ältere Ranken dieser Spezies sind gelbbraun bis rotbraun; das rührt aber hier von einer Färbung der Membranen der Epidermis- und Rindenzellen her.

²⁾ Hier ist auch die Beobachtung von Molisch (7) zu erwähnen, daß bei vielen Aloë-Arten die Blätter sich im Freien bei Sonnenlicht nach längerer Zeit (zirka 16 Tagen) an der Oberseite braun bis braunrot färben; im Dunkeln erfolgt schon in kürzerer Zeit (nach 9 Tagen) wieder vollständiges Ergrünen; aber auch bei dauernder starker Beleuchtung im Laufe des Sommers sollen die Blätter, mit Ausnahme der sehr alten, allmählich wieder grün werden. Die Farbenänderung beruht darauf, daß die Chloroplasten der oberen Mesophyllschichten braun bis rot werden (ihr Chlorophyll soll vollständig schwinden, was wohl einer Nachprüfung bedarf); nach innen zu nimmt die rote Farbe ab und macht schließlich einer rein grünen Farbe Platz. Bei *Aloë minor* kann sich die Rotfärbung auch auf die Leukoplasten des inneren chlorophyllfreien Gewebes erstrecken. Über die Struktur der Plastiden macht Verf. keine Angaben. Hingegen hat er die Anwesenheit von Karotin nachgewiesen.

dermis und dem zentralen Wassergewebe, welche farblos sind, enthält das gesamte Gewebe Chromoplasten, welche in den äußeren Zellschichten groß und zahlreich sind, nach dem Zentrum zu an Zahl und Größe abnehmen. Sie sind mehr oder weniger grob granulös, die tropfenförmigen Grana haben eine etwa karminrote Farbe von variierender Intensität; das Stroma scheint meist ganz farblos zu sein. Nur in der subepidermalen Zellschicht, wo die großen, sehr dicht gelagerten Plastiden zugleich so dicht granulös sind, daß das Stroma nicht sichtbar ist, haben sie keine rote, sondern eine unbestimmte, schmutzig hellbräunliche Farbe, welche wahrscheinlich von einer Beimengung von Chlorophyll herrührt.

44) *Gasteria cheilophylla*. Das ganze Blatt ist schwärzlich mit blassen Knötchen. Mehrere subepidermale Zellschichten beiderseits führen Intermediärplastiden von tief rotbrauner Farbe mit kleinen, roten, sehr dicht gelagerten Granis. Das zentrale Gewebe ist grün.

45) *Gasteria nigricans* var. *crassifolia*. Die Blätter sind grün, nur ihre scheidige Basis ist rot; am Rande ist die rote Farbe am intensivsten und zieht sich auch etwas höher hinauf. Ich hatte nur ein Stückchen eines Randstreifs zur Verfügung. Hier enthält das gesamte Gewebe, auch die Epidermis nicht ausgenommen, prächtige karminrote Chromoplasten; in der Epidermis sind sie klein, meist um den Kern herum gruppiert, in den übrigen, wenigen Zellschichten groß und zahlreich, sehr dicht granulös.

46) *Aloë capitata*. Blätter grün, ihr Scheidenteil stark rot angelaufen bis rein rot. Ein Querschnitt durch die Scheide zeigt außen unter der dicken, farblosen Epidermis einen roten und weiter einen grünen Streifen, die Innenseite ist von farblosem Wassergewebe eingenommen. Der rote Streifen besteht aus mehreren Zellschichten mit zahlreichen großen Plastiden, welche nach innen allmählich in Chloroplasten übergehen. Merkwürdig ist, daß in der subepidermalen Schicht sich Zellen mit verschieden gefärbten Plastiden nebeneinander finden: tief blutrot, rotbraun, hell bräunlich, vereinzelt auch grün; bei Immersion zeigt sich, daß die Grana überall rot gefärbt sind und die verschiedene Farbe der Plastiden von der relativen Zahl der Grana und der variierenden Färbung des Stromas abhängt; dieses scheint in den tiefroten Plastiden ganz farblos zu sein, in den übrigen ist es grünlich bis blaßgrün.

Im wesentlichen ebenso verhält sich auch *Aloë consobrina*, nur sind hier die Farben der Plastiden etwas weniger mannigfaltig. Ich

überzeugte mich hier, daß die Spaltöffnungen keinen Einfluß darauf haben.

47) *Aloë ferox*. Die Blätter sind bei den meisten Exemplaren rein grün; nur bei einem Exemplar fand ich sie oberseits mehr oder weniger braunrot, besonders am Rande, was von roten Plastiden in mehreren subepidermalen Schichten herrührte (nicht genauer untersucht). Der Gärtner erklärte das exzeptionelle Verhalten dieses Individuums dadurch, daß es die Wurzeln eingebüßt habe und kürzlich umgepflanzt worden sei, also an Wassermangel leide; er gab an, daß er durch Trockenhalten alle Aloineen dazu veranlassen könne, ihre Blätter rot zu färben¹⁾ ²⁾.

[Nach Schimper's Angabe (8, S. 163; Abbildung Taf. III, Fig. 20) sind die Luftwurzeln von *Hartwegia comosa*, wenn sie direkt im Sonnenlicht wachsen, an der Lichtseite schmutzigbraun; die Plastiden sind hier „infolge partieller Zerstörung des Chlorophylls durch das Licht“ nur blaßgrün gefärbt und enthalten eine große Anzahl „braunroter Tröpfchen oder nichtkristallinischer Körnchen“; diese befinden sich vorwiegend in der Mitte der Plastide, den Rand oft ganz freilassend. In beschatteten, grün gefärbten Wurzeln enthalten die Chloroplasten keine solchen Körner.

¹⁾ Das mag im allgemeinen zutreffen, aber wohl nicht für alle Aloineen. Daß spezifische Befähigungen hier jedenfalls eine hervorragende Rolle spielen, zeigt der Umstand, daß die oben beschriebenen Nr. 43—46 mehr oder weniger rot waren (und zwar, soweit mehrere Exemplare vorhanden, durchgängig in derselben, spezifisch charakteristischen Weise), während verschiedene andere Spezies derselben Gattungen, in demselben Sukkulentenhaus mit vorigen durcheinander stehend, rein grün blieben.

Zum Vergleich mit *Aloë ferox* ist es von Interesse, daß ich auch bei einem im Freien stehenden, blühenden Topfexemplar von *Agave potatorum* (*Amaryllidaceae*) die ausgebreiteten unteren Blätter oberseits mehr oder weniger braunrot gefärbt fand; die Färbung war im Ton der bei *Aloë ferox* ganz ähnlich, und dürfte wohl auch in diesem Fall durch Wassermangel (infolge des Blühens) veranlaßt sein. Sie rührt aber nicht, wie dort, von der Rötung der Chloroplasten her, sondern von intensiv rotem Zellsaft in den obersten Schichten des Palissadenparenchyms, während die Chloroplasten rein grün geblieben waren.

²⁾ Bei *Cordyline indivisa* (Kew) sind die Mittelrippe und die stärkeren Nerven des Blattes beiderseits gelbbraun. Ursache: gelbe Kutikula und gelbe bis braune Membranen mehrerer peripherischer Sklerenchymschichten. — Bei *Phormium tenax* (Kew) sind die schmalen Blattränder sowie der First der unterseits kielartig vorspringenden Mittelrippe braunrot. Ursache: tiefgelbe, dicke Kutikula, in Verbindung mit rotem Zellsaft in vielen zerstreuten Zellen.

Diese Beschreibung stimmt ganz mit dem überein, was ich bei manchen meiner Objekte beobachtet habe; die Plastiden der Lichtseite sind typische Intermediärplastiden].

XVI. Marantaceae.

48) * „*Maranta spec.*, Neu-Guinea“ (Buitenzorg, Schattenpflanzenquartier).

a) Das lange Gelenk der großen Blätter ist schmutzig grünlich-gelb. Die außerhalb des farblosen Schwellgewebes liegende Rinde enthält Intermediärplastiden mit blaßgrünem Stroma und kleinen körnchenartigen, stark gelben, gleichmäßig locker zerstreuten Granis. Auch im peripherischen Gewebe des Zentralzylinders (sein inneres Gewebe ist farblos) finden sich gelbe Grana in den spärlichen kleinen Plastiden; das Stroma derselben ist hier noch blasser, bis ganz farblos.

b) In dem blaß gelblichgrünen Blattstiel enthält die dünne Rinde reine Chloroplasten; aber das peripherische Gewebe des Zentralzylinders zeigt dasselbe Bild wie unter a). Das Verhalten ist hier also gerade umgekehrt wie gewöhnlich, wo die Chromoplasten sich im äußeren, die Chloroplasten im inneren Gewebe befinden.

c) Die Blattmittelrippe ist ähnlich gefärbt wie das Gelenk, doch blasser. Sie enthält blasse Chloroplasten, welche in vielen (aber nicht allen) Zellen gelbe Grana führen.

49) *Actoplanes cannaeformis* Schum. (dasselbst).

Das Blattgelenk ist oberseits schmutziggelblich, unterseits blaßgrünlich. Die 1—3 Zellschichten zwischen Epidermis und Schwellgewebe enthalten an der Oberseite Chromoplasten mit gelben Tröpfchen, während sich an der Unterseite nur reine, blasse Chloroplasten finden.

(Burmanniaceae).

Die chlorophyllfreie, saprophytische *Apteria setacea* enthält nach Johow (6, p. 420) im Stengelparenchym goldgelbe Chromoplasten mit kleinen Stärkekörnchen; ihre Farbe wird aber durch den violetten Zellsaft der peripherischen Zellschichten maskiert. — Schimper (8, S. 136) führt unter Berufung auf Johow auch noch *Burmannia capitata* an, aber wohl irrtümlich, da Johow für diese Pflanze keine Chromoplasten, sondern nur violetten Zellsaft angibt.

XVII. Orchidaceae.

Diese Familie hat mir bei weitem das größte Kontingent von Untersuchungsobjekten geliefert. Bei nicht weniger als 32 Arten aus 18 Gattungen habe ich das Vorkommen von Chromoplasten resp. Intermediärplastiden konstatiert; davon entfallen 4 Arten auf chlorophyllfreie Saprophyten, 6 Arten auf wurzelkletternde Lianen (*Arachnanthe*-, *Vanda*- und *Vanilla*-Arten), die übrigen 22 Arten aus 13 Gattungen sind Epiphyten¹⁾. Chromoplasten können in allen möglichen vegetativen Organen vorkommen, in der Blattlamina allerdings meist nur an der Basis, dem Rande und der Mittelrippe; nur in Erdwurzeln habe ich sie nicht gesucht. — Ich beschreibe im folgenden wieder nur eine Auswahl der untersuchten Objekte.

50) *Lycaste Deppei* (Tjibodas, Garten). Mehr oder weniger gelb gefärbt sind an dem nicht knolligen jungen Trieb die paar unterhalb des Laubblatts befindlichen Niederblätter, sowie der äußerste Rand, der Mittelnerv und die Spitze des jungen Laubblattes; an dem knollig angeschwollenen, eine junge Infloreszenz tragenden Trieb die Knolle selbst mit Ausnahme des Basalteiles, sowie Basis, Rand, Spitze und oberer Teil der Mittelrippe des erwachsenen Laubblattes.

a) Junges, noch zusammengefaltetes Blatt. In der Mittelrippe und dem Randstreif enthält die Epidermis nebst mehreren angrenzenden Zellschichten dunkelgelbe Chromoplasten, die in dem inneren Gewebe allmählich in Chloroplasten übergehen.

Außerdem hat die Außenseite (morphologische Unterseite) des Blattes in ihrer ganzen Ausdehnung einen sehr leichten gelblichen Anflug; trägt man einen dünnen Flächenschnitt ab, so erscheint dieser deutlich gelb, das bloßgelegte innere Gewebe hingegen rein grün. Es zeigt sich, daß die Epidermiszellen der ganzen Außenseite dunkelgelbe, sehr kleine und dicht granulöse Chromoplasten enthalten, von unregelmäßiger Form, etwas gestreckt und z. T. gekrümmt; auch die subepidermale Zellschicht führt (aber nicht durchgängig) Chromoplasten, welche größer, heller und weniger dicht gebaut sind

¹⁾ Die Namen der Arten, welche nicht im Garten mit einer Etikette kultiviert werden, wurden mir von Herrn J. J. Smith in Buitenzorg, dem Kenner der javanischen Orchideen, angegeben. Viele derselben wachsen im Buitenzorger Garten scheinbar spontan, sind aber in Wirklichkeit absichtlich an den Bäumen angebracht worden.

als in der Epidermis und deutlich kleine, gelbe Grana in farblosem Stroma erkennen lassen. — An der Innenseite (der morphologischen Oberseite) der Lamina sind Chromoplasten nicht vorhanden, die Epidermis enthält Leukoplasten.

b) In den erwachsenen, entfalteteten Blättern ist die ganze Oberseite der Lamina deutlich gelblich. Die Epidermiszellen enthalten dichtkörnige Chromoplasten, welche bedeutend größer sind als in der unterseitigen Epidermis des jungen Blattes. 2—3 subepidermale Zellschichten enthalten noch größere, heller gelbe Chromoplasten mit ziemlich groben Granis, die folgenden 1—2 Schichten führen Intermediärplastiden mit gelben Granis in grünem Stroma und bilden den Übergang zu den reinen Chloroplasten des unterseitigen Gewebes. Die Unterseite erscheint makroskopisch grün; ihre Epidermis führt zwar noch Chromoplasten, aber diese sind jetzt nur noch hellgelb und führen nur wenige locker gestellte Grana, repräsentieren also schon einen Übergang zu Leukoplasten; eine Ausnahme bilden die die Stomata umgebenden Zellen, welche keine Chromoplasten, sondern blasse Chloroplasten führen. Die subepidermale Zellschicht führt jetzt Chloroplasten, welche nur stellenweise noch gelbe Grana aufweisen.

Die Entwicklung der Plastiden an beiden Blattflächen ist also eine gerade entgegengesetzte. Nach der Entfaltung des Blattes bilden sich an der Oberseite in mehreren Zellschichten Leuko- und Chloroplasten zu Chromoplasten um, während an der Unterseite die in der Jugend vorhandenen Chromoplasten sich mehr oder weniger zurückbilden und zum Teil in Chloroplasten umwandeln. Das ist ein sehr deutlicher Fall der Abhängigkeit der Chromoplastenbildung vom Licht, denn sowohl im jungen wie im erwachsenen Zustande ist es die stärker beleuchtete Seite, welche Chromoplasten führt. Daß jedoch nicht allein das Licht maßgebend ist, zeigt das Verhalten des stets und beiderseits gelb gefärbten Randstreifs sowie der noch zu besprechenden Teile.

c) Verschmälerte Basis des erwachsenen Blattes. Beiderseits dunkelorange Chromoplasten in der Epidermis (auch in den Schließzellen, doch hier hellgelb) und den 1—2 subepidermalen Schichten; in der Mittelrippe und am Rande in zahlreicheren Schichten. Das innere, makroskopisch grünliche Gewebe mit Intermediärplastiden, die hier zum Teil sehr anschaulich ausgebildet sind: stark grünes Stroma mit dunkelorange Granis.

d) Niederblätter. Ähnlich, doch Chromoplasten im ganzen Organ, nur im inneren Gewebe zum Teil mit grünlichem Stroma.

e) Knolle. Im Querschnitt ein peripherischer Streifen gelb, an der Lichtseite breiter und etwas intensiver gefärbt als an der Schattenseite. Die Chromoplasten in den äußersten Zellschichten tief orange, nach innen zu heller, dann in Intermediärplastiden übergehend. Das sehr blaß grünliche innere Gewebe mit Stärkekörnern, welche von der sie umhüllenden Chloroplastensubstanz ganz schwach grün erscheinen.

51) *Liparis compressa* (im Walde von Tjibodas). Die reitenden Niederblätter orange, die jüngsten bräunlich.

a) Die älteren Niederblätter enthalten zahlreiche intensiv orangerote Chromoplasten, welche ganz von ziemlich großen, sehr dicht gelagerten Granis erfüllt scheinen. Nur in einzelnen Zellen mit helleren Chromoplasten ist deren Stroma grünlich. In den jungen Niederblättern sind die Plastiden mehr braun (durch Beimischung grüner Stromafärbung), im inneren Gewebe bräunlichgrün. Die Chromoplasten entstehen hier also aus Intermediärplastiden durch Schwinden des Chlorophylls.

b) Der Stengel ist grün, aber die Chloroplasten der peripherischen Rindenschichten enthalten zerstreute kleine, rote Grana.

c) Die Luftwurzel ist unter dem Velamen orange gefärbt. Das Rindengewebe führt kleine Plastiden mit deutlich blaßgrünem Stroma und peripherisch gelagerten, kleinen Granis. Die Wurzelspitze ist am intensivsten gefärbt, doch auch hier ist schon das Stroma der Plastiden grünlich.

52) *Dendrobium mutabile* (in der Vorgebirgsregion bei Buitenzorg gesammelt). Die jüngeren Stengel sind gelblich, was aber ausschließlich von der gelbgefärbten Kutikula herrührt, welche die blaßgrüne Farbe der Plastiden verdeckt. Nur die Blattscheiden enthalten blaßgelbe Chromoplasten. — Die älteren, blattlosen Stengel und die Knollen fallen durch ihre dunkelrote Farbe auf, welche aber wieder nicht durch Chromoplasten, sondern durch den Zellsaft verursacht ist.

53) *Coelogyne miniata* (in Tjibodas und auch anderwärts in Gebirgswäldern nicht selten) ist eines der auffallendsten und günstigsten Objekte. Die Knollen, Stengel, Niederblätter, Blattstiele, Luftwurzeln (diese unter dem Velamen) sind je nach den Umständen rötlichbraun bis rot mit schwach bräunlichem Ton. Alle enthalten

zahlreiche Chromoplasten von roter Farbe mit mehr oder weniger bräunlichem Stich.

In der Knolle finden sich die Chromoplasten, welche hier am größten werden, im ganzen peripherischen Gewebe, besonders um die Stränge gehäuft; daher treten diese im Querschnitt der Knolle schon makroskopisch als tiefrote Punkte auf blaßrotem Grunde hervor. Die Struktur der Chromoplasten ist so dicht, daß direkt nichts von ihr zu erkennen ist. Hellt man aber die Schnitte durch Aufbewahrung unter Glycerinzusatz auf, so erkennt man bei Ölimmersion deutlich die Grana als relativ große, rote Tropfen; wenn sie stellenweise ein peripherisches Stückchen des Stromas freilassen, erweist sich dieses als schwach grünlich.

Im Stengel führt die Rinde große, das Mark kleine Chromoplasten. Die Grana sind hier noch dichter gedrängt, als in der Knolle, und selbst bei Aufhellung mit Glycerin nur andeutungsweise erkennbar, besonders an der unebenen, aus kleinen Kreisabschnitten zusammengesetzten Umrißlinie der Chromoplasten. Daß das Stroma auch hier etwas chlorophyllhaltig sein muß, läßt sich nur indirekt aus dem bräunlichroten Farbenton der Chromoplasten entnehmen.

Im Blattstiel sind die Grana weniger dicht gedrängt, so daß sie nebst dem grünlichen Stroma besser sichtbar sind.

In der Luftwurzel finden sich kleine Chromoplasten sowohl in der Rinde als auch im Mark.

Auch das grüne Laubblatt hat eine gewisse Tendenz, braun zu werden. Die Nerven sind oft schon in recht jungen Blättern bräunlich und führen Intermediärplastiden in der Strangscheide; ältere Blätter sind oft größtenteils braun.

54) *Coelogyne Rochussenii* (Buitenzorg, Orchideenquartier, a 21). Die rötlichbraune Farbe der Luftwurzeln ist in erster Linie durch die braunen Membranen der äußeren Velamen-Schichten bedingt. Daneben auch bräunliche Intermediärplastiden in der Rinde, mit deutlich grünem Stroma und roten Granis; Grana meist wenige, an der Peripherie der Plastiden zerstreut, in einzelnen Zellen aber viel zahlreicher, so daß die Plastiden bei schwacher Vergrößerung braunrot erscheinen.

Die Wachstumszone der Wurzel ist blaß rötlich, ihre Spitze intensiv orangerot. Hier enthält das Periblem kleine Plastiden mit farblosem Stroma und zerstreuten roten Granis. Bei diesem Objekt

sind also die roten Grana primär vorhanden, das Chlorophyll im Stroma entsteht erst später.

55) *Grammatophyllum speciosum* (Kew, *Victoria*-Haus). Die mehrere *cm* lange scheidige Basis der Blätter ist gelb, die gelbe Partie ganz scharf gegen die grüne Farbe des übrigen Blattes abgesetzt. Sie enthält Chromoplasten im ganzen parenchymatischen Gewebe. Am zahlreichsten sind dieselben an der Außenseite, namentlich in mehreren subepidermalen Schichten; aber auch das Gewebe der makroskopisch farblosen Innenseite führt Chromoplasten, nur sind dieselben hier spärlich und klein; sehr kleine Chromoplasten finden sich auch in beiden Epidermen. Das Stroma der Chromoplasten ist vollkommen farblos. Die Grana erscheinen bei schwächerer Vergrößerung als zerstreute, ziemlich grobe Körner von oft gestreckter oder unregelmäßiger Form; bei Immersion zeigt sich aber ganz klar, daß sie aus kleinen, kugeligen Tröpfchen bestehen, welche zu mehreren in dichten Gruppen zusammengelagert sind.

Die gelben Blattbasen der erwachsenen Blätter sehen mehr oder weniger faltig und geschrumpft aus, man könnte daher vermuten, daß es sich hier um eine Altersvergilbung handelt. Das ist jedoch nicht der Fall, denn auch bei jüngeren, noch stark wachsenden Blättern weist der Basalteil (obwohl von den Scheiden der älteren Blätter umhüllt) schon die gelbe Farbe auf.

Im grünen Teil des Blattes, einige *cm* oberhalb der Farbengrenze, enthalten die Chloroplasten ähnliche Tröpfchen, wie im gelben Teil; dieselben sind in den peripherischen Zellschichten farblos, in den mittleren Schichten aber deutlich gelb.

56) *Pholidota articulata* var. *Khasyana* (Buitenzorg, Orchideenquartier, a 68).

Die ganze Pflanze ist grün, nur die Knolle mit leicht bräunlichem Schimmer. Trägt man durch einen Flächenschnitt die Epidermis ab, so erscheint diese deutlich rötlich. Alle Epidermiszellen, auch an der von Niederblättern verdeckten Basis der Knolle (also wohl unabhängig vom Licht), enthalten zahlreiche, kleine, intensiv rote Chromoplasten in dem ganzen Plasmawandbeleg verteilt; sie sind von rundlich eckiger Form, dicht granulös. Ebensolche Chromoplasten finden sich in geringerer Menge auch in 2—3 subepidermalen, chlorophyllfreien Zellschichten.

57) *Miltonia flavescens* (dasselbst, a 132).

Die flachen, scharfrandigen Knollen sind gelb, am Gipfel und

an den Rändern am intensivsten gefärbt. Außer der gelben Epidermis-Außenwand finden sich ringsum dunkelgelbe bis fast orange Chromoplasten, in der Epidermis sehr klein, in der Rinde zahlreich und groß (bis $5 \times 3.6 \mu$), weiter nach innen wieder spärlicher, nur um die Stränge mehr gehäuft. Sie sind kugelig oder elliptisch, dicht granulös und enthalten z. T. kleine Stärkekörner. Nur in der makroskopisch farblosen, zentralen Partie des dickeren Mittel- und Unterteils der Knolle finden sich spärliche blasse Chloroplasten, durch Intermediärplastiden in die Chromoplasten der peripherischen Gewebe übergehend.

Auch der kurze, zusammengefaltete Basalteil des Blätterpaares ist gelb; an den Kanten und den Blatträndern steigt die Färbung höher hinauf. Die Chromoplasten sind hier kleiner und heller als in der Knolle; Chloroplasten fehlen ganz.

58) **Pholidota imbricata* (Buitenzorg, Garten, beim Fremdenlaboratorium ein quasi spontanes Exemplar). Die Knollen und Blätter sind grün, doch fällt an den lederigen Laubblättern ihre trübe, etwas bräunlich grüne Farbe auf.

a) Erwachsenes Blatt. Die Epidermis enthält blaßgrünliche Leukoplasten; nur in den fast farblosen Plastiden der Schließzellen der Stomata finden sich kleine, orange Grana. Die 2—3 subepidermalen Zellschichten (auf beiden Blattseiten) enthalten Intermediärplastiden mit dunkel orangen Granis, die in der äußersten Zellschicht sehr zahlreich sind; das Stroma ist in der äußersten Zellschicht der Oberseite blaßgrün, in allen übrigen stark grün. Die Grana sind sehr ungleich, von relativ großen, unregelmäßigen Tropfen bis zu ganz kleinen; die großen sind vornehmlich im Innern gruppiert, daher die Plastiden oft braun mit grünem Saum erscheinen. Nach innen zu findet ein allmählicher Übergang durch Plastiden mit nur wenigen, kleinen Granis zu den reinen Chloroplasten der innersten Zellschichten statt.

In dem zirka 1 mm breiten Randstreif, welcher schon makroskopisch rötlichbraun aussieht, sind Grana in der ganzen Dicke des Chlorenchyms stark entwickelt.

b) Das junge Laubblatt an einem noch wachsenden Sproß ist ganz braun gefärbt. Es enthält in der ganzen Masse des Chlorenchyms Intermediärplastiden mit mehr oder weniger blaß grünem Stroma und mit orangen Granis; diese sind im peripherischen Gewebe wieder am zahlreichsten, von gleichmäßigerer Verteilung und

Größe als bei *a*), indem große Grana fehlen. Beim Auswachsen des Blattes nimmt also der Chlorophyllgehalt zu, während die Grana im inneren Gewebe vollkommen schwinden, in den äußeren Schichten hingegen an Masse zunehmen.

c) Die Niederblätter an demselben Sproß verhalten sich ebenso wie *b*), nur ist das Stroma der Plastiden überall nur ganz blaß grünlich, und die subepidermalen Zellen der dem Stengel anliegenden Innenseite enthalten kleinere, reine Chromoplasten.

59) * *Vanilla africana* (Buitenzorg, Lianenquartier).

a) Der kurze dicke Stiel des erwachsenen Blattes ist ziemlich intensiv bräunlichrot gefärbt, besonders an den drei Kanten und der nach oben gekehrten Flanke. Er enthält in der Epidermis Chromoplasten, deren sehr kleine, stark rote Grana in fast kontinuierlicher Schicht an der äußersten Peripherie gelagert sind, so daß die Chromoplasten bei schwächerer Vergrößerung farblos mit schmalem, rotem Saum erscheinen. Die peripherischen Rindenschichten führen zahlreiche braunrote, runde Chromoplasten, welche sich an den oben genannten bevorzugten Stellen durch besonders intensive Färbung auszeichnen; sie enthalten viele braunrote Grana, die meisten sehr klein, einzelne größer und oft unregelmäßig geformt; an den röttesten Stellen des Objekts sind die Grana besonders zahlreich, tief blutrot und durchschnittlich größer als anderwärts. Das Stroma scheint überall blaßgrün zu sein. — Im inneren Gewebe sind die Plastiden hell grünlichbraun, mit ebenfalls blaßgrünem Stroma, aber nur spärlichen, kleinen, braunroten Granis.

b) Am jungen noch weichen Blatt ist der Stiel gelblich. Die Epidermis führt reine Leukoplasten, die 1—2 peripherischen Rindenschichten führen Chromoplasten mit fast farblosem Stroma und weniger zahlreichen und weniger intensiv gefärbten Granis als bei *a*); im inneren Gewebe reine, blaßgrüne Chloroplasten, durch Übergänge mit den Chromoplasten verbunden.

c) Die Luftwurzel enthält in Rinde und Mark überall Intermediärplastiden mit grünem Stroma und mehr oder weniger spärlichen, vornehmlich an der Peripherie zerstreuten, kleinen, roten Granis. Stärker rote Chromoplasten mit blaßgrünem oder wohl ganz farblosem Stroma finden sich in einzelnen Zellen der Exodermis nur an der einen (wohl der angehefteten) Seite der Wurzel; nach der Analogie mit anderen, z. T. noch zu besprechenden Objekten

zu schließen, dürften das wohl die Durchlaßzellen sein, was jedoch im gegebenen Fall nicht sicher konstatiert wurde.

60) **Vanilla Walkeriae* Wight (bei Dambulla in Mittel-Ceylon gesammelt. in Peradeniya untersucht), eine hochkletternde Liane mit fingerdickem Stamm, blattlos, nur an dem noch wachsenden Stengelteil mit Niederblättern, welche später abfallen. Die jungen Internodien nebst den Niederblättern sind braun (sie konnten nicht untersucht werden, da sie während des Transportes abstarben), kürzlich ausgewachsene Internodien sind grün mit leicht bräunlichem Ton, welcher auf der einen Seite (wohl der Lichtseite) stärker ist, die folgenden Internodien erscheinen rein grün; die alten, aber noch keineswegs dem Absterben nahen Internodien des unteren Stengelteils sind oft wieder mehr oder weniger tief rotbraun angeflogen, besonders auf der einen Seite (wohl der Lichtseite). Die Luftwurzeln sind mehr oder weniger intensiv braunrot.

a) Kürzlich ausgewachsene Internodien erscheinen im Querschnitt nur an der Peripherie grün, im Innern farblos. Die Epidermis enthält relativ große Leukoplasten, die folgende, kleinzellige Schicht ebensolche, aber mit je einem bis mehreren kleinen, dunkel bräunlichorangenen Granis. In den weiteren Rindenschichten nimmt die Größe der Zellen und der Plastiden zu; in der dritten Schicht sind diese noch kaum größer als die Leukoplasten und nur ganz schwach grünlich, in den inneren Rindenschichten sind sie bedeutend größer und tief grün; alle enthalten ebensolche Grana wie in der subepidermalen Schicht.

Es fällt auf, daß in der nächsten Umgebung der Stomata die Grana zahlreicher und größer sind als sonst, so daß die Plastiden derjenigen Zellen, welche an Atemhöhlen grenzen, vorwiegend Chromoplasten-Charakter haben. Die größeren Grana sind unregelmäßig-eckig.

Wir haben hier in dem nämlichen Organ Übergänge zwischen allen drei Arten von Plastiden; ja die Plastiden der drittäußeren Zellschicht, welche an Größe den Leukoplasten gleichen, dabei aber ein blaßgrünes Stroma haben und bräunlichorange Grana enthalten, vereinigen die Charaktere aller drei Arten von Plastiden in sich.

b) In den älteren Internodien nimmt die Zahl und Größe der Grana in den äußeren und mittleren Rindenschichten zu, zugleich aber auch der Chlorophyllgehalt der Plastiden der mittleren und inneren Schichten, so daß die Farbe des Organs äußerlich rei-

ner grün wird. Ich sah hier zuweilen nur ein relativ sehr großes, unregelmäßig gestaltetes Granum pro Plastide, wohl durch dichte Zusammendrängung oder Verschmelzung mehrerer entstanden. Die Farbe der Grana wird nach den inneren Rindenschichten hin blässer, bis blaßgelb.

c) Die braunrote Farbe der Lichtseite des unteren Stengelteils beruht hauptsächlich darauf, daß die Plastiden des peripherischen Gewebes (mit Ausnahme der unverändert gebliebenen Leukoplasten der Epidermis) sich zu typischen Chromoplasten umgebildet haben. In den zwei subepidermalen Schichten sind sie bedeutend größer als sie in jüngeren Internodien waren (und als die Leukoplasten der Epidermis auch jetzt noch sind), und sind so dicht mit Granis angefüllt, daß sie keine Details der Struktur erkennen lassen; sie sind in der subepidermalen Schicht fast blutrot, in den folgenden dunkel bräunlichorange. Die übrigen Rindenschichten führen jetzt ebenfalls Chromoplasten, aber von mehr oder weniger hell gelber Farbe, — ob mit farblosem oder noch grünem Stroma, war nicht sicher erkennbar; jedenfalls hat hier neben der Zunahme der Grana auch eine erhebliche Abnahme des Chlorophyllgehalts stattgefunden. Makroskopisch erscheint der Querschnitt auf der Lichtseite gelblich mit schmalen, dunkelrotem Streifen an der Oberfläche. — Die grüne Schattenseite führt Chloroplasten, auch in der subepidermalen Schicht (hier sind also die früheren Leukoplasten ebenfalls metamorphosiert!), aber in dieser sind einzelne Zellen mit orangeroten Chromoplasten eingestreut, ohne Beziehung zu Spaltöffnungen. Im übrigen Rindengewebe sind die Grana farblos geworden. — Die Entwicklung der Plastiden ist also auf der Licht- und Schattenseite in entgegengesetzten Richtungen vor sich gegangen.

d) Luftwurzel. Im Querschnitt bräunlichorange. Chromoplasten in allen Rindenzellen, in den inneren Schichten zerstreut, klein und heller, in den äußeren und besonders in der an die Exodermis grenzenden Schicht zahlreicher, bedeutend größer und dunkel gefärbt. Grana zahlreich, dicht gelagert, Stroma anscheinend blaßgrün.

61) *Vanda teres* (Buitenzorg, Lianenquartier).

a) Jüngeres erwachsenes Blatt, äußerlich hellgrün. Enthält blasse Chloroplasten mit Stärkekörnchen. Nur die Spitzenregion, besonders an der morphologischen Oberseite, ist gelblich; hier ent-

halten die Chloroplasten blaßgelbe Grana, deren Farbe nur wenig von der des Stromas absticht.

b) Die älteren, aber noch nicht dem Absterben nahen Blätter sind dicht mit kleinen purpurnen Fleckchen übersät; das sind Zellgruppen des peripherischen Gewebes mit rotem Zellsaft. Im übrigen erscheint der Querschnitt in seiner ganzen Ausdehnung gelblich. Überall finden sich Plastiden mit je mehreren großen, hellgelben Tropfen, welche sie fast ganz ausfüllen, so daß es unklar bleibt, ob das Stroma seine blaßgrüne Farbe noch behalten hat.

c) Die Luftwurzeln erscheinen im feuchten Zustande blutrot, weil das peripherische, manchmal sogar das ganze Rindengewebe roten Zellsaft führt. Daneben finden sich in allen Zellen Chromoplasten, welche auffallenderweise auf der angehefteten, also nicht belichteten Seite der Wurzel stärker gefärbt sind als auf der Lichtseite. Im peripherischen Gewebe sind sie, besonders auf der angehefteten Seite, dunkel orange mit ganz farblosem Stroma, im inneren Gewebe mehr gelb, mit vielleicht schwach grünlichem Stroma. Die Grana sind in intakten Zellen klein, rund, oft auf der einen Seite des Chromoplasten dicht gehäuft; in abgestorbenen verletzten Zellen fließen sie zu größeren unregelmäßigen Tropfen zusammen.

Eine Beziehung der Chromoplasten-Anordnung zu den Durchlaßzellen der Exodermis, welche in den Luftwurzeln mancher anderen Orchideen zweifellos ist, wurde hier vergeblich gesucht; die Durchlaßzellen selbst enthalten keine Chromoplasten.

Dagegen fand sich eine unverkennbare Beziehung zu dem Mykorrhiza-Pilz, welche wir bei den folgenden Objekten noch näher kennen lernen werden. Die wenigen zerstreuten Stellen nämlich, wo die mittleren Rindenschichten den Pilz enthielten, waren durch zahlreichere, dunkel orange, kleine Chromoplasten ausgezeichnet, welche in den pilzhaltigen Zellen zwischen den Hyphen lagen.

. 62) **Rhynchosstylis retusa* (Buitenzorg, Garten, mehrfach quasi spontan; Peradeniya, Garten, kultiviert).

Die dicken Luftwurzeln sind, wie gewöhnlich bei den epiphytischen Orchideen unter natürlichen Verhältnissen, in ihrer ganzen Länge oder mit Ausnahme einzelner Partien dicht der Baumrinde angeschmiegt; in solchem Falle sind sie stark abgeplattet, plankonvex. Sie sind unter dem Velamen rein grün (nur in den jungen Teilen oft von gefärbtem Zellsaft rötlich) und führen kleine Chloroplasten; aber ein Mittelstreif der Unterseite (so will ich kurz

die angeheftete Seite nennen), oft fast deren ganze Breite einnehmend, ist intensiv gelb gefärbt. Im Querschnitt sieht man hier einen ziemlich scharf begrenzten, unregelmäßig und an verschiedenen Stellen der Wurzel ungleich geformten, gelben Fleck, welcher die ganze Dicke der Rinde einnimmt. Hier enthält das Gewebe gelbe, in einzelnen Zellen orange Chromoplasten, welche kleiner als die Chloroplasten sind und die Gestalt dünner, rundlicher oder etwas unregelmäßiger Scheibchen haben; nur in besonders günstigen Fällen sind winzige, gelbe Grana in farblosem Stroma zu erkennen, welche bald gleichmäßig zerstreut, bald an der Peripherie zu einem dichten, gelben Randstreif zusammengedrängt sind; meist erscheint das ganze Stroma resp. sein gelber Rand homogen, d. h. wahrscheinlich liegen die Dimensionen der Grana unterhalb der Grenze des Auflösungsvermögens des Objektivs.

Merkwürdigerweise hat nun in demselben gelben Streif der Wurzelunterseite der Mykorrhiza-Pilz seinen Sitz¹⁾. Die Chromoplasten finden sich sowohl in den pilzführenden Zellen, zwischen den Hyphen, als auch in einigen benachbarten, nicht verpilzten Zellschichten; in diesen führen sie oft kleine Stärkekörnchen, ganz so wie die Chloroplasten in den grünen Partien der Wurzel, während sie in den pilzführenden Zellen stärkefrei sind. — Ich habe sowohl in Buitenzorg wie in Peradeniya zahlreiche Wurzeln von mehreren Exemplaren dieser Spezies untersucht und stets die Chromoplasten mit dem Mykorrhiza-Pilz vergesellschaftet gefunden. Mehrere Male traf ich in älteren Wurzeln auch auf der Oberseite inmitten des grünen Gewebes, kleinere (kaum über 1 mm breite), isolierte gelbe Nester in der Rinde, und ebensolche auch in Strecken, wo die Wurzel das Substrat nicht berührte und dementsprechend zylindrisch und ringsum grün war; auch in diesen Fällen

¹⁾ Über die Herkunft des Mykorrhiza-Pilzes in den Luftwurzeln der epiphytischen Orchideen scheinen bisher keine Untersuchungen vorzuliegen. Aus der bei dieser und den folgenden Arten beobachteten Tatsache, daß der Pilz normal und in größerer Ausdehnung nur in den dem Substrat angehefteten Wurzeln vorkommt, und zwar nur in der angehefteten Seite derselben, scheint hervorzugehen, daß er nicht von einer primären Pilzinfektion des Samens oder der Keimpflanze herkommen kann, sondern lokal aus dem Substrat durch die anheftenden Haare eindringen muß, ohne in stande zu sein, sich in der Wirtspflanze weiter auszuweiten. Das Vorkommen isolierter Pilznester an der nicht angehefteten Seite oder an nicht angehefteten Partien der Wurzeln ist vielleicht auf eine lokale Infektion, etwa durch Insektenstiche, zurückzuführen.

beherbergte der gelbe Fleck in seiner inneren Partie ausnahmslos den Mykorrhiza-Pilz. Es kann hiernach kein Zweifel bestehen, daß der Mykorrhiza-Pilz durch seine Einwirkung auf das Gewebe die Umwandlung der vorhandenen Plastiden zu Chromoplasten veranlaßt.

Dieser Einfluß des Mykorrhiza-Pilzes erstreckt sich nicht nur auf die von ihm befallenen Zellen, sondern auch auf benachbarte pilzfreie Zellen; denn im Querschnitt findet man, wie gesagt, um den Pilzherd herum mehrere pilzfreie Zellschichten mit Chromoplasten. An Stellen, wo die Wurzel das Substrat nicht berührt, wo also nur isolierte, in der Längsrichtung begrenzte Pilzherde vorkommen, sah ich an Längsschnitten auch nach rückwärts von dem pilzführenden Gewebekomplex nur noch wenige Zellschichten mit blässeren Chromoplasten. Nach vorn hingegen (nach der Wurzelspitze hin) scheinen sich blässere, aber unverkennbare Chromoplasten viel weiter, bis über 1 cm, über die Mykorrhiza-Region hinaus erstrecken zu können. In einer angehefteten, nicht mehr wachsenden Wurzel reichte die intensive Gelbfärbung auf der Unterseite bis ganz nahe an die Spitze heran, während ich den Mykorrhiza-Pilz erst einige cm hinter der Spitze auffinden konnte.

Im jungen Teil wachsender, angehefteter Wurzeln, einige cm hinter dem Vegetationspunkt, wo noch kein Velamen ausgebildet und von Mykorrhiza nichts zu sehen ist, enthält das Gewebe der Unterseite unverkennbar sehr kleine, blaßgelbe Chromoplasten, oft in Teilung begriffen, stärkefrei, sehr unbeständig, so daß in verletzten Zellen nur ein gelblicher Detritus zu sehen ist. Makroskopisch läßt sich eine blaß gelbliche Färbung bis in die Nähe des Vegetationspunktes erkennen, wo ich keine Plastiden mehr zu unterscheiden vermochte. Es hat den Anschein, daß die Chromoplastenbildung in der wachsenden Wurzelregion einer weitreichenden Fernwirkung des Mykorrhiza-Pilzes zuzuschreiben sei; das ist zwar nicht unmöglich, erscheint mir aber nicht recht plausibel, und ich möchte vermuten, daß vielleicht der Pilz auch hier vorhanden ist, aber nicht in leicht sichtbaren Knäueln, sondern in Form einzelner zarter Hyphen, die sich ohne besondere Präparation der Beobachtung entziehen.

63) *Aërides odoratum* (Buitenzorg, Orchideenquartier, a 7).

Die dicken Luftwurzeln, welche hier an der angehefteten Unterseite nur schwach abgeplattet sind, enthalten intensiv gelbe

Flecke an allen Stellen, wo sich der Mykorrhiza-Pilz befindet. Im Gegensatz zu Nr. 62 sind aber hier diese Flecke auch an der Unterseite der Wurzel diskontinuierlich, in der Längsrichtung durch pilzfreie und zugleich chromoplastenfreie Strecken unterbrochen. Im übrigen ist das Verhalten ebenso wie bei Nr. 62, nur sind die Chromoplasten deutlicher granulös, in den pilzhaltigen Zellen sehr dicht, während in den stärkebildenden Chromoplasten der pilzfreien Zellen die Grana und das farblose Stroma oft ganz deutlich unterscheidbar sind.

In der kleinzelligen, äußersten Rindenparenchymschicht erstrecken sich die hier kleinen und stärkefreien Chromoplasten beträchtlich weiter von den Pilzherden aus als anderwärts, so daß manchmal diese Schicht zwei im übrigen getrennte gelbe Flecke verbindet. Ebensolehe Chromoplasten finden sich ferner regelmäßig in den Durchlaßzellen der Exodermis, und zwar hier (zuweilen nebst den direkt angrenzenden Zellen der äußersten Rindenparenchymschicht) auch an der Oberseite der Wurzel, welche im allgemeinen keine Mykorrhiza-Herde enthält. Möglicherweise hängt dieses Vorkommen von Chromoplasten in der äußeren Rindenschicht der Unterseite und in den Durchlaßzellen mit Pilzhyphen zusammen, die in der inneren Velamenschicht verbreitet zu sein scheinen und vielleicht zum Mykorrhiza-Pilz gehören. Doch könnte es sich auch um eine vom Pilz unabhängige Erscheinung handeln, da ich Chromoplasten in den Exodermiszellen der Wurzeln auch bei solchen Pflanzen beobachtete, die überhaupt keine Mykorrhiza haben.

64) **Arachnanthe moschifera* (Buitenzorg, Lianenquartier).

Die dicke Luftwurzel ist unter dem Velamen rot. Das ist durch roten Zellsaft in mehreren peripherischen Rindenschichten bedingt. Im übrigen fällt zunächst nur die gelbgrüne Farbe der Chloroplasten auf. Erst bei Ölimmersion und sehr günstiger Beleuchtung bemerkt man, daß dieselben hellgelbe Grana enthalten, welche wenig von dem grünen Stroma abstechen; am zahlreichsten sind die Grana in der äußersten, an die Exodermis grenzenden Zellschicht. In einzelnen Zellen dieser Schicht finden sich kleinere, rein gelbe Chromoplasten; das sind vermutlich Zellen, welche an die Durchlaßzellen der Exodermis grenzen. Auch in den letzteren sah ich manchmal mit Sicherheit winzige gelbe Chromoplasten¹⁾.

¹⁾ Die Untersuchung wird hier, wie überhaupt in manchen Fällen, wo es

Mykorrhiza-Pilz war, da eine nicht angeheftete Wurzel untersucht wurde, im allgemeinen nicht vorhanden. Doch traf sich eine kleine Stelle, welche durch größere Dichte auffiel und in dünnem Querschnitt gelblich erschien. Sie reichte von der Exodermis bis zur Mitte der Rinde und enthielt kleine, rein gelbe Chromoplasten mit farblosem Stroma, und zugleich wieder den Mykorrhiza-Pilz. Die Chromoplasten befanden sich sowohl in den pilzführenden Zellen, als auch in den pilzfreien Zellen dazwischen und an der Peripherie des Fleckes.

65) **Galeola Hydra* (großer, chlorophyllfreier Saprophyt, hochkletternd, nach Art von *Vanilla*, mit der die Gattung nächstverwandt ist. Im Bergwalde bei Taloen in West-Java gefunden und lebend nach Buitenzorg gebracht). Der untersuchte, auf dem Boden liegende Sproß erscheint äußerlich auf der Oberseite schmutzigräunlich, auf der Unterseite bleich. Er enthält mikroskopisch durchaus kein Chlorophyll, sondern nur blaßgelbe Chromoplasten in Epidermis und Rinde, die auf der Unterseite spärlich und sehr blaß, auf der Oberseite zahlreich und stärker gefärbt sind. In der Epidermis sind sie rundlich, in intakten Rindenzellen spindelförmig, in verletzten zu Hohlkugeln verquollen. Sie erscheinen zunächst homogen; doch zeigt sich unter günstigen Bedingungen, daß die spindelförmigen Chromoplasten je einige sehr feine, nadelförmige Farbstoffkristalle in durchaus farblosem Stroma enthalten; auch in den rundlichen Chromoplasten der Epidermis ließ sich ein farbloses Stroma mit gelben Einschlüssen unterscheiden, ich konnte aber über ihre Form keine Klarheit gewinnen.

Die wachsenden Teile (an meinem Material nur durch Infloreszenzknospen tragende Zweige vertreten) sind mit gelben Haaren bedeckt. Die Haarzellen führen rundliche Chromoplasten, in denen der gelbe Farbstoff deutlich nicht in Nadeln, sondern in winzigen, namentlich an der Peripherie zusammengehäuften Körnchen enthalten ist.

66) *Didymoplexis cornuta* und *minor* (kleine Saprophyten, in und bei Buitenzorg wild wachsend). Der Stengel ist unten farblos,

sich um kleine und nicht sehr auffallend gefärbte Gebilde handelt, dadurch sehr erschwert, daß die Chromoplasten in verletzten Zellen zerfallen, während andererseits bei der für intakte Zellen erforderlichen Dicke der Schnitte meist nichts deutlich zu sehen ist. Daher die oft unbestimmt gehaltenen Angaben.

oberwärts in variabler Ausdehnung hell bräunlichrot¹⁾. Er enthält in allen parenchymatischen Geweben, von der Epidermis bis zum Mark, kleine, rundliche, rote Chromoplasten mit farblosem Stroma und kleinen, braunroten, vorwiegend peripherisch gelagerten Granis. Die Chromoplasten sind im unteren Stengelteil so spärlich, daß ihre Farbe makroskopisch sich nicht verrät; oberwärts nehmen sie an Zahl stetig zu, ebenso vom Mark nach der Peripherie der Rinde hin.

67) **Gastrodia javanica* (stattlicher Saprophyt, Vorkommen wie bei vorigen). Der Stengel ist ganz hell schmutzigbräunlich oder bräunlichgrau. Er enthält kleine, rundliche bis unregelmäßig geformte Chromoplasten, anscheinend dünne Scheibchen, in den peripherischen Geweben hellgelb, in den inneren orangebraun gefärbt. Ich konnte keine granulöse Struktur erkennen²⁾.

¹⁾ Bei verblühenden und fruchtenden Pflanzen wird der Stengel oberwärts schwärzlichgrau bis fast schwarz. Schnitte durch die stark geschwärzte Partie erscheinen bei schwacher Vergrößerung in der peripherischen Region schwärzlich, im Innern grün oder gelbgrün. Beide Färbungen rühren vom Zellsaft her, welcher offenbar zwei verschiedene Farbstoffe in lokal ungleichen Verhältnissen gelöst enthält, einen blauen und einen gelben. Im peripherischen Gewebe überwiegt der blaue Farbstoff, und das ergibt in Verbindung mit den hier zahlreichen rotbraunen Chromoplasten den schwarzen Ton; im inneren Gewebe hingegen überwiegt der gelbe Farbstoff. Aus verletzten oder sonstwie getöteten Zellen diffundiert der blaue Farbstoff hinaus, während der gelbe im Kern und Plasma festgehalten wird und dieselben gelb färbt. Kocht man daher ein schwarzes Stengelstück auf, so wird dasselbe rotbraun (Farbe der Chromoplasten); ein medianer Längsschnitt wird beim Erwärmen an der Peripherie rötlich, im Innern gelb.

Bei *D. minor* untersuchte ich auch das Wurzelsystem. Die Wurzelspitzen sind hellgelb, die Knöllchen, welche die Mykorrhiza beherbergen, dunkelgelb. In beiden Fällen befindet sich der gelbe Farbstoff im Zellsaft bestimmter Gewebepartien; da er beim Abtöten Plasma und Kerne färbt, so dürfte es derselbe gelbe Farbstoff sein wie im Stengel.

²⁾ Bei dieser Gelegenheit seien auch diejenigen in Buitenzorg untersuchten Saprophyten erwähnt, deren Farbe ich nicht von Chromoplasten herrührend fand.

Bei *Lecanorchis javanica* verdankt der Stengel seine tief rötlichschwarze Farbe, die auch in Alkohol erhalten bleibt, einer sehr dunklen Pigmentierung der Epidermis-Außenwand (ob nicht auch Chromoplasten vorhanden sind, weiß ich nicht, da ich nur Alkoholmaterial untersuchen konnte). -- Die rote Farbe des Stengels bei einer unbestimmten blattlosen Erdorchidee (in Tjibodas) und des oberflächlich kriechenden Rhizoms der humusbewohnenden grünblättrigen *Zeuxisia spec.* (Tjiampea bei Buitenzorg) rührt nur von rotem Zellsaft her.

Ebenfalls nur durch Zellsaft bedingt sind die roten und violetten Farben der Stengel der bei Buitenzorg vorkommenden Saprophyten *Sciaphila nana* und *Sc. nova species* (*Triuridaceae*) und *Epirrhizanthes elongata* (*Polygalaceae*).

XVIII. Moraceae.

68) *Ficus diversifolia*. (Im Walde von Tjibodas als epiphytischer Strauch mit hängenden Zweigen. Der Speziesname ist von Dr. Valetton, einem speziellen Kenner der Gattung, angegeben. Die Art zeichnet sich durch merkwürdig dimorphe Blätter aus, welche vorwiegend ganz stumpf, spatelförmig, zum Teil aber an denselben Zweigen lanzettlich und spitz sind). Eines der merkwürdigsten unter meinen Untersuchungsobjekten.

A) Bei dem ersten aufgefundenen Exemplar, mit ausschließlich spatelförmigen Blättern, war bei sämtlichen Blättern die Unterseite mit Ausnahme der Nerven in ihrer ganzen Ausdehnung gelb bis bis fast orange gefärbt; die Oberseite rein und intensiv grün, mit Ausnahme eines schmalen, gelben Randstreifs und weniger (zirka 10—12), unregelmäßig über die Fläche zerstreuter Punkte, welche noch intensiver als die Unterseite, etwa rotorange, gefärbt waren. Unter der Lupe erwies sich am Durchschnitt das Gewebe der Unterseite, etwa $\frac{2}{3}$ der Blattdicke einnehmend, in ganzer Masse gelb, scharf abgesetzt gegen den tiefgrünen Streif auf der Oberseite; in den erwähnten roten Punkten geht die Färbung von dem gelben unterseitigen Gewebe ununterbrochen bis zur Oberseite durch.

a) Mesophyll. Das ganze, sehr lockere, vielschichtige Schwammparenchym, durch eine dichtere Zellschicht von der Epidermis getrennt, führt kleine, orange Chromoplasten, stärkehaltig, sehr fein und dicht granulös, ohne Anzeichen von Chlorophyllgehalt. In der subepidermalen Schicht befinden sich ebenfalls Chromoplasten, welche aber einen schwach grünlichen Ton haben. Die untere Epidermis enthält meist Leukoplasten von vielleicht ganz schwach grünlicher Färbung, stellenweise aber ebenfalls typische Chromoplasten; solche finden sich in allen die Stomata umgebenden Epidermiszellen (die Schließzellen selbst führen hellgrüne Chloroplasten), anscheinend aber auch noch an anderen, nicht definierbaren Stellen.

Über dem Schwammparenchym liegen zwei Schichten Übergangszellen, dann zwei bis drei Schichten ziemlich kurzelligen Palissadenparenchyms, durch eine Schicht großzelligen, farblosen Wassergewebes von der Epidermis getrennt. Die Übergangszellen enthalten Intermediärplastiden mit orangen Granis und grünlichem bis grünem Stroma, die Palissadenzellen reine, tiefgrüne Chloroplasten.

b) Die Stränge sind umgeben von einer oder zwei Schichten dichten Parenchyms mit Chromoplasten. Auch die engen lebenden Elemente der Leitstränge selbst enthalten winzige Chromoplasten. Bei den größeren, äußerlich auf der Unterseite als Nerven erkennbaren Strängen liegt zwischen ihrer chromoplastenhaltigen Scheide und der unterseitigen Epidermis kein Schwammparenchym mehr, sondern man findet hier etwa zwei Schichten dichten, farblosen Gewebes, von denen die äußere je einen großen Oxalatkristall pro Zelle enthält; daher scheint die Farbe der Chromoplasten hier nicht durch und die Nerven sehen makroskopisch farblos aus.

c) Der Blattrand besteht aus dichtem, etwas dickwandigem Gewebe, welches stärkefreie Chromoplasten enthält.

d) Die roten Punkte der Oberseite sind flache Vertiefungen mit kleinzelliger Epidermis und vielen kleinen Spaltöffnungen (welche sonst auf der Oberseite fehlen). Es sind das also die bei *Ficus elastica* wohlbekannten Hydathoden-Grübchen, nur daß sie nicht, wie dort, nahe dem Blattrande liegen, sondern regellos über die Blattfläche zerstreut sind. Unter der Epidermis folgt direkt ein kleinzelliges, etwas lockeres Epithem, welches bis zum Schwammparenchym durchgeht und seitlich von einer zirka zweischichtigen Scheide aus größeren, lückenlos zusammenschließenden Zellen umgeben ist. Epithem und Scheide sind reich an Chromoplasten, die im Epithem stärkefrei, in der Scheide stärkehaltig sind; auch die Epidermiszellen über dem Epithem führen relativ große, stärkefreie Chromoplasten.

B) Bei einem später gefundenen zweiten Exemplar, welches im Basalteil der längeren, sterilen Zweige lanzettliche Blätter besaß, verhielten sich die Blätter in Bezug auf die Färbung individuell verschieden. Einige sind unterseits ebenso gelb wie bei Exemplar A; andere, insbesondere die basalen und alle anderen lanzettlichen, sind auf der Unterseite nur mehr oder weniger gelbgrün, und unter der Lupe zeigt sich, daß die Unterseite fleckig ist, sie enthält auf grünem Grunde zahlreiche unregelmäßig geformte, oft netzförmig verbundene gelbe Flecke.

a) Bei einem derartigen Blatt erwies sich am Querschnitt, daß das Schwammparenchym im allgemeinen grün ist und nur stellenweise in den peripherischen Schichten Nester von Zellen mit orangen Chromoplasten enthält. Flächenschnitte zeigen, daß diese Nester sich unter Spaltöffnungen befinden. Die Schließzellen selbst

enthalten wie gewöhnlich Chloroplasten, die anliegenden Epidermiszellen Leukoplasten (im Gegensatz zu *A*!); das Mesophyll rings um die Atemhöhle herum in mehreren Schichten, aber nach innen nicht bis zur Mitte der Blattdicke reichend, führt Chromoplasten. Da die Stomata meist gruppenweise genähert sind, so konfluieren die einzelnen chromoplastenführenden Zellnester zu größeren, unregelmäßig konturierten Flecken; liegt ein Stoma mehr isoliert, so hat es auch stets einen kleinen gelben Gewebebezirk unter sich. Die gegenseitige Beziehung der Stomata und Chromoplasten erwies sich als ausnahmslos. Die Chromoplasten sind von gleicher Größe wie die Chloroplasten des grünen Schwammparenchyms, dicht mit ziemlich groben, orangen Granis gefüllt, ohne Anzeichen von Chlorophyllgehalt im Stroma. An der Grenze der eigentlichen Chromoplastenflecke vermitteln mindestens zwei Zellschichten mit Intermediärplastiden den Übergang zu reinen Chloroplasten; zunächst sind es Plastiden mit noch orangen, aber weniger dicht gelagerten Granis und merklich grünem Stroma, dann solche mit ebenso stark grünem Stroma wie die Chloroplasten und wenigen gelben Granis. — Der Blattrand war bei diesem Blatt nicht gelb, sein Gewebe enthielt kleine Chloroplasten. Die roten Punkte an der Oberseite waren genau so beschaffen wie bei *A*, nur waren sie von den gelben Flecken der Unterseite durch grünes Gewebe getrennt.

Von einem anderen, noch nicht völlig ausgewachsenen Zweig desselben Exemplars wurden ferner drei Blätter verschiedenen Alters untersucht.

b) Ein ganz erwachsenes Blatt, unterseits stärker gelb als *a*), unterscheidet sich von diesem nur darin, daß das Schwammparenchym stellenweise in ganzer Dicke Intermediärplastiden statt der Chloroplasten führt, daß die unterseitige Epidermis an einzelnen, nicht näher definierbaren Stellen Chromoplasten enthält, und daß der Blattrand gelb ist wie bei *A*).

c) Ein jüngeres, aber schon lederig gewordenes Blatt. Das ganze Schwammparenchym enthält Intermediärplastiden mit orangen Granis; das Gewebe in der Nähe der Stomata differiert nur dadurch, daß die Grana größer und zahlreicher sind. Die Punkte an der Oberseite sind nicht rot, sondern nur gelb.

d) Ein noch jüngeres Blatt, schon von der endgiltigen Größe und mit ganz ausgebildeten Spaltöffnungen, aber noch weich, ist unterseits gar nicht gelb gefärbt, nur mit leicht rötlichem Anflug.

Das Schwammparenchym enthält überall nur reine Chloroplasten, daneben stellenweise hellroten Zellsaft. Die Punkte der Oberseite sind weiß mit ganz schwach gelblichem Ton; Epithem und anscheinend auch Epidermis enthalten winzige, blaßgelbe Chromoplasten; die Spaltöffnungen sind hier erst zum Teil geöffnet.

Die Chromoplasten und Intermediärplastiden des Schwammparenchyms entwickeln sich demnach offenbar aus Chloroplasten, und zwar erst spät, nach der Öffnung der Stomata. Die Chromoplasten der Hydathoden dürften wohl aus Leukoplasten entstehen; die Umbildung beginnt früher, doch wird die definitive Färbung auch hier erst spät erreicht.

Ich habe später *Ficus diversifolia* in Menge als aufrechten, erdbewohnenden Strauch um den Kratersee Telaga Bodas und um die Fumarolen Kawa Manuk bei Garut in West-Java angetroffen, wo sie einen Bestandteil der eigenartigen „Kraterflora“ bildet. Die Gelbfärbung der Blätter war hier bedeutend schwächer, oft wohl gar nicht vorhanden. Leider konnte ich hier das Objekt nicht mikroskopisch untersuchen.

XIX. Loranthaceae.

69) *Viscum angulatum* (im Garten von Tjibodas, spontan, mehrere Exemplare auf demselben Baum). Stamm blattlos mit assimilierenden Zweigen; die unteren Internodien ziemlich dick, zylindrisch, die oberen abgeflacht, dünn, gegliedert. Verschiedene Exemplare verhalten sich in Bezug auf die Färbung ungleich.

A) Die unteren Internodien grün, die folgenden allmählich gelblich, die oberen abgeflachten in längerer Ausdehnung intensiv gelb. Nur diese letzteren wurden untersucht.

Die Epidermiszellen, deren dicke Außenwand gelb gefärbt ist, enthalten zahlreiche kleine, dunkel orange Chromoplasten. Solche auch in den Rindenzellen, hier größer, heller gefärbt, bis hellgelb oder gelbgrün, mit vielen kleinen Stärkekörnern. Das Mark scheint ebenfalls Chromoplasten zu führen, doch sind dieselben hier wegen des großen Stärkegehalts nicht deutlich.

B) Pflanze fast ganz grün, nur stellenweise die äußersten Glieder gelblich. Untersucht wurde ein äußerlich rein grünes oberstes Glied. Trägt man einen dünnen Flächenschnitt ab, so erscheint dieser gelb, das bloßgelegte innere Gewebe tiefer grün.

Nur die Epidermis enthält Chromoplasten von rein gelber Farbe, mit viel feinkörniger Stärke. Die Nebenzellen der Spaltöffnungen fallen durch zahlreichere und größere, stärkefreie Chromoplasten von oranger Farbe auf. Die Schließzellen, deren Inhalt durch ihre eingesenkte Lage und großen Ölgehalt undeutlich ist, scheinen keine Chromoplasten zu enthalten.

In einem der dicken unteren Glieder desselben Sprosses fand ich in den Nebenzellen und einzelnen anderen, anscheinend regellos zerstreuten Epidermiszellen ebenfalls gelborange Chromoplasten, während die meisten Epidermiszellen Plastiden von blasser, unbestimmt grünlichgelber Farbe enthielten.

Dieses Objekt ist dadurch bemerkenswert, daß die Chromoplasten ausschließlich auf die Epidermis beschränkt sind, während sie sonst hier entweder zu fehlen, oder doch kleiner, spärlicher und meist auch schwächer gefärbt zu sein pflegen als in den äußeren Rindenschichten. Bemerkenswert ist ferner die Bevorzugung der Spaltöffnungs-Nebenzellen, sowie der Umstand, daß sich Chromoplasten in einem Organ finden, dessen Gesamtfärbung nicht im geringsten ihre Anwesenheit verrät, weil ihre Menge gegenüber den Chloroplasten der Rinde allzusehr zurücktritt.

C) Bei einem dritten Exemplar waren die untersten Internodien rein grün, die obersten rein gelb, die übrigen mehr oder weniger gelblichgrün; aber die Basis und Spitze der Internodien, zusammen einen schmalen Querring an der eingeschnürten Grenze je zweier Glieder bildend, war hochorange. In dieser Region, welche auch abweichend gebaut ist (die Stränge nahe der Achse zusammengedrängt), finden sich im gesamten parenchymatischen Gewebe, bis in das kleine Mark hinein, zahlreiche kleine, hochorange Chromoplasten, meist mit kleinen Stärkekörnern; nur die Leitzellen der Stränge führen Chloroplasten. Im übrigen Teil der mittleren Internodien finden sich derartige Chromoplasten nur in der Epidermis, während alles übrige Gewebe gelbe bis gelbgrüne Plastiden führt¹⁾.

¹⁾ Bei mehreren anderen *Viscum*- und *Loranthus*-Arten habe ich vergeblich nach Chromoplasten gesucht, auch wenn die Farbe deren Anwesenheit vermuten ließ. So hat *Loranthus longiflorus* in Ceylon an gut belichteten Stellen grünlichgelbe Blätter mit braungelbem Hauptnerv und Blattstiel; diese Färbung ist aber verursacht durch eine die Zellen ausfüllende, homogene, blaßgelbe bis braune Substanz (Zellsaft?) in der Epidermis und einzelnen subepidermalen Zellen. Die Chlo-

XX. Olacaceae.

70) **Olax zeylanica*, ein in der tropischen Region von Südwest-Ceylon verbreiteter Strauch, fällt schon von weitem durch seine bräunlichgelbe Färbung auf. An gut belichteten Stellen sind die Blätter grünlichgelb mit orangem Stiel und unterseits orangebräunlicher Mittelrippe, die jüngeren Zweige hellbraun, die älteren (zweijährigen) Zweige dunkler bräunlich; an beschatteten Stellen sind die Blätter grün mit bräunlich orangem Blattstiel und unterseits hellbrauner Mittelrippe, die Zweige wie oben. — Von dem Material, welches ich nach Peradeniya mitgebracht hatte, war nur das erwachsene Schattenmaterial noch zur Untersuchung brauchbar. Doch fand sich im Garten ein schwaches, unbeschattetes Exemplar, welches ich zur ergänzenden Untersuchung benutzte; bei diesem waren die Blätter weniger gelb als sonst (nur gelblichgrün), dagegen die Blattstiele noch leuchtender orange als gewöhnlich, die Mittelrippe beiderseits orange, auch die Seitennerven ersten Grades orange durchscheinend.

a) Zweige. Im Querschnitt erscheint die Rinde bräunlich, das kleine Mark rötlich. Mehrere peripherische Rindenschichten (mit Ausschluß der farblosen Epidermis) führen zahlreiche relativ große Intermediärplastiden mit zerstreuten orangen Granis und ziemlich stark grünem Stroma; bei schwacher Vergrößerung sehen sie trübgrün aus. In der inneren Rinde, den Markstrahlen, den lebenden Elementen des Holzkörpers und im Mark finden sich in geringerer Menge kleine orange Chromoplasten mit locker und vornehmlich peripherisch gelagerten kleinen, intensiv orangen Granis und bei geöffnetem Abbe deutlich blaßgrünlichem Stroma.

b) Blattstiel und Mittelrippe unterscheiden sich von den Zweigen dadurch, daß die Plastiden auch in der Rinde orange sind. Am Schattenmaterial ist das Stroma der Rinden-Plastiden deutlich blaßgrün (wie im inneren Gewebe des Zweiges), an Lichtmaterial hingegen kaum merklich grünlich. Bei letzterem sind überdies die Grana zahlreicher, in der ganzen Masse der Chromoplasten zerstreut; hier enthält auch die Epidermis ebensolche, sehr kleine roplasten sind zwar von einem gelblichem Grün, aber homogen gefärbt, ohne gelbe Grana.

Chromoplasten dürften sich vielleicht bei *Viscum robustum* (Namaqualand) finden, welches schwefelgelbe Zweige haben soll (Engler u. Prantl's Natürliche Pflanzenfamilien, Bd. III Abt. 1, S. 195).

Chromoplasten, während die Epidermis des Schattenmaterials Leukoplasten führt.

c) Die Lamina der Schattenblätter enthält nur reine Chloroplasten. In derjenigen der untersuchten Lichtblätter unterscheiden sich die Chloroplasten der obersten Chlorenchymschicht und die sehr kleinen der Epidermis durch einen bräunlichen Ton von den rein grünen des übrigen Gewebes; sie dürften wohl winzige Grana enthalten, doch konnte ich mich davon nicht direkt überzeugen; nur in den an die Mittelrippe grenzenden Chlorenchymschichten konnte ich in den hier ebenfalls bräunlichen Chloroplasten kleinste, bei bester Beleuchtung eben sichtbare gelbe Grana erkennen. Die im Chlorenchym eingebetteten Seitennerven zweiten und wohl auch dritten Grades enthalten Chromoplasten im Strangparenchym und in den sie begleitenden wenigen Sklerenchymfasern.

d) Die jungen, noch weichen Blätter nebst den Blattstielen und die jungen Zweige sind an Schatten- wie Lichtpflanzen ungefähr gleichmäßig hellbraun. Alle diese Organe enthalten Intermediärplastiden. Der junge Zweig weist schon dieselbe Differenzierung in die mehr grünen Plastiden des äußeren und die mehr roten des inneren Gewebes auf, wie der erwachsene, nur ist der Unterschied zwischen beiden geringer. Im Blattstiel ist das Stroma der Plastiden schon ebenso blaßgrünlich, wie im erwachsenen Zustand, doch sind die Grana viel spärlicher, nur an der Peripherie zerstreut. In der Lamina finden sich Intermediärplastiden in allen Zellschichten; ihr Stroma ist stärker grün als im Blattstiel, aber doch noch recht blaß. Die zahlreichsten Grana finden sich in der subepidermalen Zellschicht beiderseits. Beide Epidermen, mit Einschluß der Schließzellen, enthalten ebenfalls sehr kleine Plastiden von gleicher Beschaffenheit.

Im jungen Zustande ist somit die Verschiedenheit zwischen den einzelnen Organen resp. Organteilen bedeutend geringer als im erwachsenen Zustand. Die Differenzierung erfolgt durch Zunahme des Chlorophyllgehalts im peripherischen Gewebe des Zweiges, Zunahme der Grana im Blattstiel (und ebenso wohl auch in der Mittelrippe und eventuell den Nerven des Blattes), während im Mesophyll der Lamina der Chlorophyllgehalt zunimmt, die Grana aber abnehmen (in den obersten Schichten des Lichtblattes) oder vollkommen verschwinden (in den übrigen Schichten des Lichtblattes und im gesamten Gewebe des Schattenblattes).

XXI. Menispermaceae.

71) **Disciphania Ernstii* (Buitenzorg, Garten).

Das lange basale und das kleinere apikale Gelenk des Blattstiels sind hellgrau mit kaum merklichem rötlichem Ton. Alle Epidermiszellen sind hier fast ganz mit kleinen, rhombischen Kriställchen erfüllt, so daß ihr Inhalt undurchsichtig ist; daher die graue Farbe. Daneben führen die Epidermiszellen ganz kleine, blasse Chloroplasten. Die Rinde und die Markperipherie enthalten Intermediärplastiden mit ziemlich stark grünem Stroma und zahlreichen tief orangen, fast roten Granis. Die Grana erscheinen als Körner von oft gestreckter Form und sehr variabler Größe, die vielleicht aus sehr kleinen Tröpfchen zusammengesetzt sind; sie sind im ganzen Stroma zerstreut, aber besonders an der Peripherie gedrängt, wo sie oft kontinuierliche, etwa den halben Umfang umfassende Gürtel bilden. Nur in der nächsten Umgebung der einzelnen Stränge finden sich kleinere, reine Chloroplasten. Das innere Markgewebe ist farblos.

Auch im Blattstiel und im Stengel, wo die Chloroplasten tiefer grün sind, enthalten dieselben rotorange Grana, aber viel kleinere und spärlichere. Die Lamina enthält reine Chloroplasten.

72) **Albertisia papuana* var. *buruensis* (daselbst).

Die Blattstiele nebst dem apikalen Gelenk sind gelblich. Sie enthalten kleine Chromoplasten mit ganz oder fast farblosem Stroma und wenigen bis mäßig zahlreichen, mittelgroßen, gelben Granis.

In jüngeren, kürzlich ausgewachsenen Blattstielen konnte ich in den kleinen blassen Chromoplasten auf direktem Wege keine gelben Grana sehen. Sie müssen aber wenigstens im Gelenk stellenweise vorhanden sein, denn bei Behandlung mit H_2SO_4 (Karotinreaktion) treten in den Plastiden deutliche tief blaue Körnchen auf (viel kleiner als im älteren Organ), während bei den reinen Chloroplasten nur eine gleichmäßige helle Bläuung eintritt¹⁾.

XXII. Lauraceae.

73) *„*Lauracea*“, kleiner Baum im Schattenpflanzenquartier des Buitenzorger Gartens.

¹⁾ Bei der Menispermacee *Diploclisia macrocarpa* fand ich die hellgelbe Farbe der Internodien und Blattstiele nur durch die gelbgefärbte, dicke Kutikula bedingt.

An den letztjährigen, erwachsenen Trieben sind die Internodien und Blattstiele grünlichgelb. Diese Färbung wird zum Teil durch eingestreute Zellen, welche ein gelbes Öl enthalten, bedingt, außerdem sind aber auch die Chloroplasten des ganzen Parenchyms von einem auffallend gelblichen Grün. Bei Ölimmersion erkennt man in ihnen zerstreute gelbe Grana, deren helle Farbe wenig von dem grünen Stroma absticht; es sind meist wenige ziemlich große, selten zahlreiche kleinere, kuglige Tropfen. — In der rein grünen Blattlamina enthalten die Chloroplasten keine gelben Grana, wohl aber farblose Tröpfchen, welche jenen entsprechen dürften.

In einem erst austreibenden Zweig enthielten die noch weichen Blattstiele und Internodien reine Chloroplasten ohne gelbe Grana.

74) **Cassytha filiformis*. Dieser im Habitus an *Cuscuta* erinnernde, aber gewöhnlich grüne Parasit ist u. a. auf den „Tausend Inseln“ (nordwestlich von Batavia) gemein. Die Pflanze ist dort in der Regel auffallend dunkelgelb, bis fast orange, seltener grün gefärbt. Die Färbung scheint nicht oder wenigstens nicht allein von der Beleuchtung abzuhängen, denn ich sah gelbe Exemplare auch an schattigen, grüne auch an sonnigen Stellen (auch das im Buitenzorger Garten kultivierte Exemplar ist grün, obwohl es in der Sonne steht). Ich möchte glauben, daß es verschiedene Varietäten sind, zumal mir auch die anatomische Struktur (bei allerdings nur flüchtiger Untersuchung) bei beiden Formen nicht unwesentlich zu differieren schien¹⁾. Wohl aber scheint auch die grüne Form bei starker Besonnung sowie im Alter mehr oder weniger gelb werden zu können, während die gelbe an sonnigen Stellen besonders intensiv gefärbt ist; auch ist bei ihr an ungleich beleuchteten Trieben die Lichtseite von einem tieferen Gelb als die Schattenseite. Bei der gelben Form sind auch die Schuppenblättchen und die Haustorien gelb.

Untersucht wurden Stücke der gelben Form, welche ich von den Tausend Inseln lebend nach Buitenzorg mitbrachte.

¹⁾ Boewig (2 p. 399, 401) erwähnt gelegentlich ebenfalls, daß die von ihm in Florida beobachteten Pflanzen bald blaß lohfarbig (pale tawny yellow), bald dunkelgrün waren; er schreibt aber die Gelbfärbung nur der starken Belichtung zu. Da die von ihm erwähnte Gelbfärbung offenbar weit schwächer ist, als die von mir beobachtete, so hat Boewig vielleicht nur meine „grüne Form“ vor Augen gehabt, die bei Besonnung gelblich werden kann.

Die dicke Kutikula des Stengels ist gelb. Die Epidermiszellen, mit Einbegriff der Schließzellen der Spaltöffnungen, enthalten auf der Lichtseite orange Chromoplasten, welche bis 2.8μ Durchmesser erreichen; sie sind hier zahlreicher, dichter granulös und daher intensiver gefärbt, als das gewöhnlich in der Epidermis der Fall zu sein pflegt, wofern diese überhaupt Chromoplasten führt. In der Epidermis der Schattenseite hingegen sind die Plastiden meist ganz farblos, aber in einzelnen eingestreuten Zellen sowie speziell in den Schließzellen der Stomata blaß orange. Chromoplasten finden sich ferner im ganzen Rindengewebe, vielleicht mit Ausnahme der subepidermalen Schicht auf der Schattenseite, wo sie, wie in der Epidermis, durch Leukoplasten ersetzt zu sein scheinen; sie erreichen relativ bedeutende Dimensionen (bis 5.2μ Durchmesser), und sind auf der Lichtseite sehr intensiv orangegelb, auf der Schattenseite blasser gefärbt; am zahlreichsten sind sie merkwürdigerweise in den inneren Rindenschichten. Auch das lebende peripherische Markgewebe (der zentrale Teil ist abgestorben) enthält spärliche kleine Chromoplasten. Chloroplasten fehlen bei der typischen gelben Form ganz. Die Grana sind in der Rinde der Schattenseite am wenigsten zahlreich und zugleich am größten, daher hier besonders deutlich. Das Stroma ist meist ganz durch die Grana verdeckt; wo Partien desselben sichtbar sind, erscheinen sie vollkommen farblos. Da die Chromoplasten auch nirgends einen grünlichen Farbenton haben, so scheint Chlorophyll in der ganzen Pflanze vollständig zu fehlen¹⁾.

Bei der grünen Form habe ich nur konstatiert, daß die Kutikula farblos ist, die Epidermis Leukoplasten und das übrige Stengelgewebe ringsum reine Chloroplasten führt.

XXIII. Capparidaceae.

75) *Roydsia suaveolens* (Buitenzorg, Garten in der Nähe des Laboratoriums, ohne Nummer).

An den jungen und den soeben ausgewachsenen, noch weichen

¹⁾ Schimper (8, S. 136) gibt an, daß bei *Cassytha arenaria* der Stengel, da wo er dem Sonnenlicht ausgesetzt ist, rote Chromoplasten enthält, die sich in der Gestalt von den Chloroplasten der beschatteten Teile nicht unterscheiden. Schimper beruft sich dabei auf Johow; er dürfte wohl eine briefliche Mitteilung meinen, denn in Johow's Publikationen konnte ich diese Angabe nicht finden.

Blättern (seltener auch an den schon erhärteten) hat der Blattstiel fast in der ganzen Länge oder wenigstens in seinem unteren Teil, zuweilen auch die Mittelrippe, einen schwachen rotbräunlichen Anflug; manchmal beschränkt sich dieser Anflug nur auf die Oberseite des Blattstiels. Die Ursache dieser Färbung bilden Intermediärplastiden in der Rinde. Diese, in den äußeren Rindenschichten klein und blaß, in den inneren größer und deutlich grün, enthalten sämtlich wenige kleine Grana von roter Farbe; zuweilen sah ich nur ein relativ großes Granum.

Dasselbe Verhalten findet man auch in den noch jungen, weichen Internodien der wachsenden Triebe, sowie in der noch ganz jungen (zirka 5 cm langen) Blattlamina; in der letzteren schwinden die Grana schon ziemlich lange vor dem Auswachsen¹⁾.

XXIV. Saxifragaceae.

76) *Brexia serrata* (Buitenzorg, Garten)²⁾.

A) Die kräftigen, 1—2-jährigen, aufrechten Triebe (mit aufrecht-abstehenden Blättern), welche aus dem basalen Teil des Stammes hervortreten, gehören zu meinen besten Objekten und erfordern eine eingehendere Besprechung. Der Blattstiel ist oberseits intensiv bräunlichrot, unterseits heller, leuchtend rotorange ohne braunen Ton; ebenso (doch etwas weniger intensiv) gefärbt ist die Mittelrippe des Blattes in ihrer ganzen Länge und (noch etwas schwächer) auch die Seitenrippen. Die übrige Lamina ist unterseits in ihrer ganzen Ausdehnung mit Ausnahme des äußersten Randes leicht rötlich angehaucht, oberseits ist sie grün, nur beiderseits von der Mittelrippe breitet sich die Rotfärbung auch auf einen schmalen Streifen des Mesophylls aus. — Der etwa 4 mm dicke, noch nicht mit Kork bedeckte Zweig ist schmutzig hellbräunlich mit stellenweise

¹⁾ Bei *Capparis tylophylla* sind die Blattstiele in der Jugend rot, später braun, die junge Lamina braun. Ursache: roter Zellsaft allein resp. in Kombination mit der grünen Farbe der Chloroplasten.

²⁾ Nach Engler und Prantl's Natürlichen Pflanzenfamilien enthält die Gattung *Brexia* (*Saxifragaceae-Escalloniaeae*) nur eine Art, *B. madagascariensis* Thouars. Im Buitenzorger Garten werden drei Arten kultiviert: *B. serrata* Presl., *americana* (ohne Autornamen), *chrysophylla* Sw. Von diesen Namen ist nur der erste im Index Kewensis aufgeführt, und zwar als Synonym zu *B. madagascariensis*. Die beiden anderen Pflanzen stehen der *B. serrata* jedenfalls recht nahe, obwohl sie immerhin deutlich verschieden aussehen.

deutlich rötlichem Ton. Nur ein schmaler Querstreifen am Ansatz jedes Blattes mit Einschluß des Blattkissens ist schmutzig grünlich-braun; diese Farbe geht in den rötlichbraunen Ton des übrigen Internodiums ganz allmählich über, während sie gegen die rote Farbe des Blattstiels ganz plötzlich durch eine scharfe Querlinie abgegrenzt ist.

a) *Lamina*. Im Querschnitt erscheint das Mesophyll der Unterseite, etwa $\frac{2}{3}$ der Blattdicke, schon dem bloßen Auge, noch deutlicher durch die Lupe, rosa gefärbt. Die Epidermis beiderseits enthält Leukoplasten. An sie schließen sich unterseits eine bis zwei Schichten Schwammparenchym mit blassen aber reinen Chloroplasten, oberseits 3—4 Schichten kurze Palissadenzellen mit stärker grünen Chloroplasten. Das übrige Mesophyll, noch mindestens 10 Schichten Schwammparenchym umfassend, enthält rote Chromoplasten. Die an der Grenze des Schwammparenchyms und Palissadenparenchyms gelegenen, kleineren Stränge sind rings von chromoplastenführendem Gewebe umgeben, daher ist hier das grüne Gewebe der Oberseite nur 2 (—3) Zellschichten dick. In der Mittelrippe ist das gesamte Gewebe bis an beide Epidermen rot, kleine Chromoplasten finden sich auch im Strangparenchym; seitlich von ihr tritt zunächst nur eine, dann zwei und drei Zellschichten mit Chloroplasten unter der oberen Epidermis auf, daher der makroskopisch sichtbare, allmählich schwindende rote Streifen entlang der Mittelrippe an der Blattoberseite. Die Chromoplasten sind ebenso groß wie die Chloroplasten, mit sehr deutlichen, auch ohne Immersion gut sichtbaren, mittelgroßen, tropfenförmigen Granis, deren Farbenton zwischen dunkel orange und rot liegt; die Grana sind zahlreich und ziemlich dicht und gleichmäßig angeordnet, lassen aber doch soviel von dem Stroma frei, daß dessen Farbe deutlich erkennbar bleibt, wofern es nicht viel Stärke führt. In den am intensivsten gefärbten mittleren Zellschichten ist das Stroma völlig oder doch nahezu farblos, in den Übergangsschichten ist es deutlich aber schwach grünlich. Der Übergang zu den reinen Chloroplasten der peripherischen Schichten ist trotzdem plötzlich, indem Intermediärplastiden mit vorwiegendem Chloroplasten-Charakter (stark grünes Stroma und wenige Grana) nicht vorkommen.

An diesem Objekt ist bemerkenswert, daß, der Regel entgegen, die am besten beleuchteten Zellschichten Chloroplasten führen, während die Chromoplasten auf das innere Gewebe beschränkt sind.

b) Blattstiel. Im Querschnitt ist die äußere Rinde sehr intensiv, die innere und das Mark nur schwach gefärbt. Die Chromoplasten sind überall mehr oder weniger reich an Stärke, was die Untersuchung erschwert. In den großen Chromoplasten der äußeren Rinde scheint das Stroma an der Oberseite grünlich, an der Unterseite farblos zu sein; die Grana sind groß, von rotoranger, fast ziegelroter Farbe. Im ganzen inneren Gewebe sind die Chromoplasten kleiner und spärlicher, auch ihre Grana kleiner. Nur in den Markstrahlzellen der Stränge sah ich kleine, sehr blasse Chloroplasten. Die Epidermis enthält keine gefärbten Plastiden.

c) Zweig. Auch hier ist im Querschnitt die Rinde schon makroskopisch deutlich rötlich. Ihre äußeren Schichten, wieder mit Ausschluß der Epidermis, enthalten Intermediärplastiden von vorwiegendem Chromoplasten-Charakter; die grüne Farbe des Stromas ist überall nur schwach, am stärksten noch in den mittleren Rindenschichten, während in der subepidermalen Schicht das Stroma vielleicht ganz farblos ist. In den inneren Rindenschichten finden sich Stärkekörner, denen Gruppen von Granis aufsitzen; im Mark überall zerstreute kleine Chromoplasten mit höchstens sehr blaß grünlichem Stroma. Chloroplasten scheinen ganz zu fehlen.

Die grünere Farbe des Blattkissens erklärt sich dadurch, daß das Stroma der Plastiden in der äußeren Rinde bedeutend stärker grün ist als anderwärts. Die scharfe Grenze gegen den Blattstiel wird durch ein paar Schichten kleinerer Zellen gebildet, welche wenige kleine Chromoplasten führen.

d) Von demselben Triebe wurde ein sehr junges, kaum 1 cm langes, noch zusammengefaltetes und aufrechtes Blatt untersucht. Es ist äußerlich ganz rotbraun gefärbt. Die Lamina enthält im gesamten Chlorenchym Intermediärplastiden, welche an der Außenseite (der späteren Unterseite) mehr chromoplastenartig, an der Innenseite mehr chloroplastenartig sind; die Grana sind von gleicher Farbe wie im erwachsenen Blatt, aber bedeutend kleiner. Anders verhält es sich im Blattstiel: sein Rindengewebe enthält an der intensiv gefärbten Außenseite größere Intermediärplastiden mit deutlich grünlichem Stroma, an der nur blaß gefärbten Innenseite sehr kleine Chromoplasten mit fast oder ganz farblosem Stroma; in der Markperipherie finden sich reine Chloroplasten. — Während der Entwicklung resp. beim Auswachsen des Blattes findet also, wie wir das schon mehrfach an anderen Objekten sahen, eine ziemlich

komplizierte Differenzierung der Plastiden statt, welche ihren Charakter je nach dem Ort in verschiedener Weise ändern.

B) An mehrere Jahre alten Trieben derselben Art wie A) war die Rotfärbung viel weniger ausgebreitet; nur die Blattstiele waren stark und allenfalls noch die Mittelrippen in ihrem Basalteil schwach gefärbt.

C) An den horizontalen oder hängenden Trieben der Krone des Bäumchens sind nur die Blattstiele der morphologisch oberen Blätter stark gefärbt (doch weniger als bei A) und B)), und zwar an der Unterseite intensiver; diejenigen der morphologisch unteren Blätter sind blaß gelblich, nur an der Unterseite rötlich angehaucht. Dieses Zurücktreten der Färbung der Blattstiele im Vergleich mit A) hat seinen Grund erstens darin, daß die Grana der Plastiden kleiner, spärlicher und blasser sind, zweitens darin, daß die Chromoplasten in einer oder zwei subepidermalen Schichten durch reine, blasse Chloroplasten ersetzt sind. In den Blattstielen der unteren Blätter finden sich Chromoplasten nur noch in den mittleren Schichten der unterseitigen Rinde; das übrige Gewebe enthält sehr blasse, an der Oberseite wohl ganz farblose Plastiden ohne Grana. Im Mesophyll der Lamina finden sich überall nur reine Chloroplasten. — Wir sehen hier also, im Vergleich mit A), überall ein mehr oder weniger weitgehendes Schwinden der Grana, und zwar ist dieser Schwund gerade in den stärker beleuchteten Teilen am vollständigsten.

Das Verhalten von A), B) und C) liefert uns eine bemerkenswerte Stufenleiter der Ausbildung der Plastiden an verschiedenen Trieben des nämlichen Exemplars, je nach deren Alter und Ort. Das betreffende Exemplar steht an einem offenen, gut beleuchteten Platz (Abt. XIII J).

D) Bei einem anderen, stark beschatteten Exemplar waren nur die Blattstiele intensiv gefärbt, und zwar, je nach dem Zweig, entweder aller oder nur der morphologisch oberen Blätter (das bezieht sich auf Zweige der Krone, andere waren hier nicht vorhanden). Dies zeigt, im Vergleich mit C), daß nicht die Beleuchtung schlechthin für die Färbung entscheidend ist.

77) *Brexia americana* (Buitenzorg, Garten, neben Nr. 76 (A—C)).

Die Blattstiele sind, je nach dem Zweig, alle gelbbraun oder diejenigen der oberen Blätter rötlichgelb, besonders an der Unterseite; die Plastiden verhalten sich wie in den schwächer gefärbten Blattstielen von Nr. 76. Die Lamina ist rein grün.

Bei jungen Blättern desselben Triebes, schon entfaltet aber noch klein und weich, ist der Stiel nur unterseits schwach rötlich, die ganze Lamina mehr oder weniger bräunlichgrün. Ihr Chlorenchym enthält Intermediärplastiden, in den mittleren Schichten mehr chromoplastenartig (am stärksten rot um die Stränge herum), in den übrigen mehr chloroplastenartig, nur in 1 (—2) subepidermalen Schichten reine Chloroplasten. Beim Auswachsen der Lamina schwinden also die ursprünglich vorhandenen roten Grana vollständig.

78) *Brexia chrysophylla* (dasselbst). Hier ist auch der Stiel an erwachsenen Blättern fast ungefärbt, nur an jüngeren, noch weichen Blättern im unteren Teil rötlich angeflogen. Ganz junge, noch kleine Blätter sind bräunlich, wie bei Nr. 77.

XXV. Mimosaceae.

79) *Acacia Cunninghamii* (Kew, temperiertes Gewächshaus. Stammt aus Australien). Die gelenkartige Basis der Phyllodien ist oberseits bräunlichrot. Das rührt in erster Linie von rotem Zellsaft in einigen peripherischen Zellschichten her. Daneben finden sich aber in denselben Zellen, sowie auch in einigen weiteren Rindenschichten mit farblosem Zellsaft, Plastiden von deutlich und einsehend rein hellgelber Farbe, welche kleine Stärkekörner enthalten; sie wurden nicht genauer untersucht¹⁾.

XXVI. Caesalpinaceae.

80) **Cassia alata*. Diese in Sumatra und Ceylon mehrfach wildwachsend gesehene Pflanze wurde an einem in Peradeniya kultivierten Exemplar untersucht. Sie fällt durch eine intensiv gelbbraune Farbe folgender Teile auf: das dicke Hauptgelenk der Blätter oberseits (die Unterseite ist unbestimmt grünlichbräunlich gefärbt), die Rhachis oberseits und schwächer auch am oberen Rande der Flanken, die Gelenke der Fiederblättchen, endlich ein schmaler Randstreif der Blättchen. Alle diese Teile enthalten, überall mit Ausnahme der Epi-

¹⁾ Sehr junge Phyllodien sind in ihrer ganzen Ausdehnung braun gefärbt, was jedoch eine ganz abweichende Ursache hat. Sie sind nämlich mit einer kontinuierlichen mehrschichtigen Hülle bedeckt, bestehend aus anscheinend verzweigten, mehrzelligen, durch ein harziges Sekret miteinander verkitteten Haaren; viele peripherische Zellen dieser Haare sind mit einer homogenen, braunen bis rotbraunen Masse erfüllt. Das junge Phyllodium selbst ist grün.

dermis, ziemlich kleine, rundliche Chromoplasten von rein gelbbrauner Farbe (ohne orangen Ton) mit sehr deutlichen tröpfchenartigen, mäßig zahlreichen und mehr oder weniger locker angeordneten braunen Granis und ganz farblosem Stroma.

a) Im Hauptgelenk besteht die sehr dicke Rinde aus zwei verschiedenen Regionen, einer äußeren, durchscheinenden, bräunlichen, und einer inneren, weißlichen (mit Interzellularen). An der Oberseite führen beide Regionen Chromoplasten, nur sind diese in der inneren Region spärlich und klein. An der Unterseite ist die äußere Region makroskopisch schmutzig blaßgrünlich und führt Intermediärplastiden mit blaßgrünem Stroma und spärlichen bis einzelnen Granis von normaler Größe; die innere Region enthält überhaupt keine gefärbten Plastiden.

b) Die Gelenke der Blättchen sind durch eine schief orientierte Mediane in eine braune und eine schmutziggrünliche Längshälfte geteilt, deren erstere schräg nach abwärts gerichtet ist; dies ist der am tiefsten braun gefärbte Teil der ganzen Pflanze. Außer der Rinde der braunen Seite enthält auch das dickwandige Parenchym des kleinen Markes Chromoplasten; die grünliche Seite enthält Intermediärplastiden in der Rinde.

c) In der Rhachis führt die Rinde oberseits Chromoplasten, an den Flanken und der Unterseite Intermediärplastiden.

d) Am Rande der Blättchen zieht sich ein chromoplastenreiches, indifferentes Gewebe, die ganze Dicke zwischen beiden Epidermen einnehmend, bis an einen nahe dem Rande verlaufenden Leitstrang; es geht innen ziemlich plötzlich mit einer schiefen Grenzfläche in das rein grüne Chlorenchym über.

81) *Cassia obovata* (in einem Wüsten-Wadi bei Assuan in Ägypten gefunden; anscheinend dieselbe Pflanze kommt auch in den Wadis bei Kairo vor). Hat orangebraune Hauptgelenke und noch greller und reiner orange gefärbte Blättchengelenke. Alles Übrige ist rein grün. Als ich die Pflanzen in Assuan mikroskopisch untersuchen konnte, waren sie schon halb vertrocknet; ich beschränkte mich also darauf zu konstatieren, daß die Rinde der beiderlei Gelenke, anscheinend mit Ausschluß der Epidermis, massenhaft Chromoplasten führt¹⁾.

¹⁾ *Cassia montana* (Buitenzorg, Garten). Die gelbe Farbe des Blattstiels und der Rhachis rührt her von Haaren mit gelber Membran sowie von eingestreuten Zellen mit gelbem Zellsaft.

XXVII. Papilionatae.

82) *Castanospermum australe* (Buitenzorg, Garten, ohne Etiquette, als Stützbaum im Lianenquartier; die Richtigkeit der Bestimmung zweifelhaft).

Die Gelenke der Fiederblättchen sind oberseits schmutziggelb, unterseits gelblichgrün. Das Rindenparenchym mit Einschluß der Epidermis führt kleine Chromoplasten, welche auf der Oberseite ziemlich intensiv und rein gelb, auf der Unterseite grünlichgelb gefärbt sind. Nur in günstigen Fällen sind winzige, dicht gelagerte Grana erkennbar; das Stroma scheint an der Oberseite farblos, an der Unterseite grünlich zu sein.

XXVIII. Zygophyllaceae.

83) **Guajacum Breyinii* (im Botanischen Garten zu Madras kultiviert, in Peradeniya in fast ganz ausgetrocknetem Zustand untersucht).

Das kleine Hauptgelenk des Blattes und die Gelenke der Fiederblättchen orangebraun, Blattstiel, Rhachis und Hauptnerven der Blättchen gelblich bis gelbbraun. Die Rindenzellen der Gelenke (ob auch die Epidermiszellen, blieb unklar) enthielten zahlreiche orangebraune Körnchen und unregelmäßige Tropfen, welche, zumal sie eine schöne Karotinreaktion gaben, nichts Anderes als Zerfallsprodukte von Chromoplasten sein konnten. In der Rhachis, wo diese Gebilde weniger zahlreich und hellerfarbig waren, konnte man auch Spuren von Chlorophyll sehen, so daß hier wohl Intermediärplastiden vorhanden waren.

XXIX. Simarubaceae.

84) **Picrodendron baccatum* (Buitenzorg, Garten). Der Stiel des dreizähligen Blattes, die Stiele und Mittelrippen der Blättchen sind schmutziggelb, enthalten kleine, blasse Chromoplasten mit gelben Granis, in der Rinde wohl mit farblosem, im Mark mit grünlichem Stroma. Dieselben sind schon im jungen Blatt vorhanden.

XXX. Polygalaceae.

85) **Xanthophyllum vitellinum* (Buitenzorg, Garten). Der allen Besuchern Buitenzorgs wohlbekannte prächtige Baum am Eingang

in das Farnquartier bietet für gewöhnlich nichts Auffallendes in seiner Färbung. Zur Zeit des Austriebes aber sieht er merkwürdig buntscheckig aus, denn die Laminae der wachsenden Triebe sind völlig farblos oder höchstens ganz blaßgrünlich, die jungen Zweige, die Blattstiele und Mittelrippen (in geringerem Grade auch die Seitenrippen ersten Grades) hochgelb gefärbt.

a) In den jungen Blattstielen und Mittelrippen finden sich gelbe Chromoplasten im ganzen parenchymatischen Gewebe mit Ausschluß der Epidermis. Sie sind in den mittleren Rindenschichten am größten, in den peripherischen Rindenschichten und dem Mark klein. Die intensiv gelben bis orange gelben Grana sind sehr klein, selten mit etwas größeren untermischt, meist peripherisch angeordnet; das Stroma ist wenigstens in den meisten Chromoplasten ganz farblos. Von der Mittelrippe aus erstrecken sich Chromoplasten mit allmählich spärlicher werdenden Granis auch noch ein wenig in das Gewebe der Lamina hinein.

b) Die jungen Internodien verhalten sich ebenso, nur scheint in der inneren Rinde, dem Mark und dem Strangparenchym das Stroma der Plastiden ganz blaß grünlich zu sein. Auch die kleinen, noch in Teilung begriffenen Epidermiszellen schienen mir hier winzige Chromoplasten zu enthalten.

c) An vorjährigen Trieben sind Zweige und Blätter rein grün, nur die Unterseite der Mittelrippe ist noch schwach gelblich. In dieser führt das Parenchym der unterseitigen Rinde und des Phloëms der Stränge blaßgrüne Plastiden mit meist nur wenigen, aber ziemlich großen Granis. Im Blattstiel und den Internodien enthalten die Chloroplasten ebenfalls noch gelbe Grana, welche aber gegenüber der grünen Farbe des Stromas so zurücktreten, daß ihre Anwesenheit sich in der äußeren Farbe des Organs nicht verrät. Nur die Lamina (welche auch in der Jugend keine gelben Grana enthielt) führt reine Chloroplasten. — Bei diesem Objekt findet also bei dem Auswachsen der Organe wohl eine Abnahme, aber kein völliges Schwinden der Grana statt.

XXXI. Euphorbiaceae.

86) **Croton grandulosus* var. *hirtus* (eine krautige Pflanze, bei Buitenzorg wild wachsend). An den von mir gefundenen Exemplaren (und nach Herrn J. J. Smith's Mitteilung soll es gewöhnlich

so sein) waren die Stengel mit Ausnahme der dünnen Endzweige auffallend rosa mit einem Stich ins Ziegelrote gefärbt; schmale, teils unterbrochene, teils durchgehende Längsstreifen zeichneten sich durch bedeutend intensivere Färbung aus. Im allgemeinen war die Färbung an der einen Seite, wohl der stärker beleuchteten, erheblich stärker; die feineren Zweige waren oft nur auf der einen Seite rötlich, auf der anderen blaßgrün.

Im Querschnitt durch den Stengel erscheint nur ein schmaler peripherischer Streif rot gefärbt. Mikroskopisch sieht man unter der Epidermis, noch durch eine Zellschicht von ihr getrennt, mehrere Schichten kollenchymähnlich verdickter, komprimierter Zellen; dieses Gewebe hat schmale Unterbrechungen, in denen das rote Rindenparenchym bis an die Epidermis reicht, und diese Stellen sind es, welche äußerlich als intensiver rote Streifen erscheinen. Abgesehen von diesen Streifen ist das Rindenparenchym nur zwei Zellschichten stark; zwischen ihm und dem Zentralzylinder liegen Gruppen von Sklerenchymfasern und eine bis zwei großzellige inhaltsarme Zellschichten.

Die Epidermis führt überall, mit Ausnahme der Schließzellen der Stomata, der eigestreuten Ölzellen und der als bräunliche Knötchen erscheinenden Haarbasenreste, zahlreiche rundliche, rote Chromoplasten, welche bald um den Kern gehäuft, bald im Protoplasma zerstreut sind; ihr Durchmesser beträgt nur $2-2\frac{1}{2}\mu$. Bei Ölimmersion und geöffnetem Abbe erkennt man deutlich winzige, intensiv rote Grana, regellos in dem farblosen Stroma zerstreut.

Im peripherischen Rindenparenchym sind an der Lichtseite die Chromoplasten sehr zahlreich, rundlich bis elliptisch, viel größer als in der Epidermis und wohl die größten, welche ich bei Phanerogamen angetroffen habe: die runden bis zirka 5.7μ Durchmesser, die gestreckten bis zirka $8\frac{1}{2}\times 4\frac{1}{2}\mu$. Die Grana sind ziemlich grobe, gelblichrote Tropfen von schwankender Größe (die größten nicht viel kleiner als die ganzen Chromoplasten der Epidermis), so dicht gedrängt, daß von dem Stroma nichts zu sehen ist. In dem kollenchymartigen Gewebe und der großzelligen, innersten Schicht finden sich ebenfalls Chromoplasten, etwa von gleicher Größe und Beschaffenheit wie in der Epidermis. Wenigstens auf der Lichtseite des Stengels führen auch die Markstrahlen und das peripherische Markgewebe winzige Chromoplasten.

Die blässere Färbung der „Schattenseite“ erklärt sich dadurch,

daß die Grana weniger intensiv gefärbt und auch etwas weniger zahlreich sind; wo zwischen ihnen etwas von dem Stroma durchscheint, ist dieses deutlich grünlich. Sehr vereinzelt finden sich hier kleine grüne Zellgruppen, in deren Plastiden das Stroma ausgesprochen grün, die Grana ebenso groß und zahlreich wie sonst, aber ganz farblos sind. Solche Zellgruppen liegen manchmal unter Spaltöffnungen, der Zusammenhang beider ist aber bei diesem Objekt sicher nicht konstant. Sonst enthält der Stengel durchaus keine Chloroplasten; wo Chromoplasten fehlen (wie in den inneren Schichten des Marks), ist das Gewebe farblos.

XXXII. Hippocrateaceae.

87) **Hippocratea indica* (in Mittel-Ceylon mehrfach gefunden, in Peradeniya an bereits vertrocknetem Material untersucht).

Die dünnen, zirka 1 cm langen Blattstiele sind meist in ganzer Länge, wenigstens aber in ihrem basalen Teil intensiv gelb, bis dunkelgelb mit einem Stich ins Orange; ebenso die Mittelrippe des Blattes, welche jedoch bei älteren Blättern nur an der Unterseite des basalen Teiles ausgesprochen gelb ist. Überhaupt ist die Färbung der Unterseite der Organe stärker ausgeprägt. Oft ist auch ein mehr oder weniger schmaler Rand der Lamina gelb. An wachsenden Trieben sind die jungen, noch mehr oder weniger kleinen Blätter in ihrer ganzen Ausdehnung gelb, die jungen Internodien grünlichgelb, die jüngsten rein gelb. Die Färbung bleibt beim Trocknen unverändert erhalten (was bei den meisten Objekten leider nicht der Fall ist), nur die jungen Internodien werden mehr oder weniger braun.

An dem ausgetrockneten Material konnte ich überall noch ganz deutlich die gelben Chromoplasten erkennen; in der jungen Lamina finden sie sich im gesamten Mesophyll, in Stiel und Mittelrippe des jungen und des erwachsenen Blattes in der ganzen Rinde im jungen Internodium außer der Rinde auch im Mark. Nur die Epidermis ist wahrscheinlich überall frei von Chromoplasten. Details der Struktur waren natürlich nicht mehr erkennbar. Die Farbe ist namentlich bei den jüngeren Organen eine so rein gelbe, daß Chlorophyll höchstens in Spuren beigemischt sein kann.

Dieser interessante Fall schließt sich nahe an den von *Xanthophyllum* (Nr. 85) an, doch mit dem Unterschied, daß auch die La-

mina in der Jugend stark gelb ist und daß die Gelbfärbung der Blattstiele und Mittelnerven länger erhalten bleibt. Bei älteren Blättern geht sie zwar auch hier mehr oder weniger zurück, scheint aber wenigstens an der Unterseite des Blattstiels und im Basalteil seiner Oberseite dauernd zu bleiben. Die Ergrünung der Lamina beginnt zuerst in der Mitte der Blatthälften; Mittellinie, Spitze und Rand bleiben am längsten gelb. — Leider bleibt es unbekannt, ob nicht auch hier in den vollständig ergrüneten Organen gelbe Grana erhalten bleiben.

Unter den zahlreichen *Hippocratea*-Arten, welche in Buitenzorg kultiviert werden, habe ich keinen ähnlichen Fall beobachtet¹⁾.

XXXIII. Icacinaceae.

88) **Gonocaryum fuscum* (Buitenzorg, mehrere Exemplare an verschiedenen Stellen des Gartens) ist stets ausgezeichnet durch die höchst auffallenden, intensiv orangen Blattstiele. Dieselben sind zirka 7 mm lang und 3 mm dick, gelenkartig ausgebildet, mit querfaltiger Oberfläche, kleinem, geschlossenem Holzkörper nahe der Oberseite und dickem Schwellgewebe unterseits. An der Basis geht die orange Farbe des Stiels ganz unvermittelt in die schmutziggrünliche des Blattkissens über; die scharfe Grenzlinie beider erweist sich mikroskopisch als eine schmale, tiefe Ringfurche. Die Mittelrippe des Blattes ist unterseits fast in ihrer ganzen Länge gelb; in der ihr oberseits entsprechenden Längsfurche verläuft ein schmaler gelber Streif, welcher aber nur etwa das basale Viertel derselben einnimmt und spitzwärts allmählich in das reine Grün der Lamina übergeht. Auch die unterseits vortretenden Seitennerven erster Ordnung sind schwach gelblich.

a) Der Blattstiel erscheint im Querschnitt überall orange, am intensivsten in der peripherischen Schicht der Oberseite; nur der Holzkörper hat einen schwach grünlichen Ton, welcher von kleinen, blassen, schwer sichtbaren Chloroplasten in Holzparenchym und Markstrahlen herrührt. Das gesamte übrige Gewebe, mit Einschluß der Epidermis und des kleinen Markes, führt zahlreiche Chromoplasten, deren Farbe in der unterseitigen Epidermis gelb,

¹⁾ *Hippocratea glaga* hat zwar orange Blattstiele, die Färbung wird aber durch einen entsprechend gefärbten Inhaltsstoff, (Zellsaft?) in zahlreichen Rindenzellen verursacht.

sonst überall tief orangerot ist; am zahlreichsten und auch am größten sind sie in den peripherischen Schichten der oberseitigen Rinde. Die kleinen Grana sind sehr dicht gelagert, nur in den Chromoplasten der Epidermis lockerer und meist peripherisch angeordnet; das Stroma ist, soweit überhaupt erkennbar, ganz farblos. Die Chromoplasten der Rinde bilden oft Stärke.

b) Die Zweige sind von bräunlicher Farbe, oberseits mit grünlichem, unterseits mit gelblichem Ton. Ihr Gewebe enthält Intermediärplastiden, oberseits stark grün mit zerstreuten, sehr kleinen gelben Granis, unterseits mit blaßgrünlichem Stroma und zahlreichen Granis. Die Epidermis ringsum führt kleinere, rein gelbe Chromoplasten.

c) An den wachsenden Trieben sind die Blattstiele, auch die noch sehr jungen, schon gelb, ebenso, nur in geringerem Grade, die jungen Internodien, und zwar beide vorwiegend resp. ausschließlich oberseits (d. i. für die Internodien umgekehrt wie im erwachsenen Zustand). Die Rinde des Blattstiels enthält oberseits Chromoplasten, unterseits Intermediärplastiden, diejenige des Internodiums oberseits Intermediärplastiden, unterseits Chloroplasten; auch die Epidermis enthält bereits Chromoplasten, das Mark hingegen Chloroplasten. — Die ganz junge Lamina ist blaßgelblich; ich vermochte hier keine deutlichen Plastiden zu erkennen.

Die anderen in Buitenzorg kultivierten *Gonocaryum*-Arten bilden in Bezug auf die Färbung der Blattstiele eine kontinuierliche Reihe. Bei *Gonocaryum pyriforme* var. *planifolium* sind die Blattstiele ebenso orange wie bei Nr. 88, bei einer anderen Varietät derselben Spezies, bei *G. obovatum* und einer unbenannten Art sind sie gelb (die Zweige rein grün), endlich bei *G. spec.* (Borneo) und wohl noch bei anderen Arten sind sie grün, mit reinen Chloroplasten¹⁾.

XXXIV. Passifloraceae.

89) **Passiflora spathulata* (Buitenzorg, Garten).

Das halbmondförmige, rein grüne Blatt enthält auf der Unterseite beiderseits von der Mittelrippe je eine Reihe von Nektarien

¹⁾ *Gonocaryum melanocarpum* repräsentiert überdies den Fall, daß die hellgelbe Farbe der Oberseite des Blattstiels durch einen gelösten gelben Inhaltsstoff in den peripherischen Zellschichten bedingt wird.

in Form flacher, runder Vertiefungen. Makroskopisch erscheinen sie braun, doch zeigt sich bei näherer Untersuchung, daß die braune Farbe nur von Chloroplasten und rotem Zellsaft in den die Nektarien rings umgebenden Zellen herrührt, während das mehrschichtige, kleinzellige Gewebe der Nektarien selbst blaßgelblich ist; Plastiden konnte ich in demselben nicht unterscheiden. Jedem Nektarium entspricht auf der Oberseite des Blattes ein flacher, hellgelber Höcker. Hier führt das Parenchym kleine, grünlichgelbe Plastiden, in denen sich bei Ölimmersion Grana-artige Tröpfchen unterscheiden lassen; doch konnte ich durch direkte Beobachtung nicht entscheiden, ob es farblose Tröpfchen in grünlichgelbem Stroma oder hellgelbe Tröpfchen in rein grünem Stroma sind. Die Entscheidung brachte erst die Anwendung der Karotinreaktion, bei der diese Tröpfchen sich stark blau färbten, während in den Chloroplasten des übrigen Gewebes nichts dergleichen auftrat. Es müssen also karotinhaltige Tröpfchen sein, den Granis der anderen Objekte entsprechend, deren hellgelbe Farbe sich aber von der hellgrünen Farbe des Stromas nicht deutlich genug abhebt.

XXXV. Araliaceae.

90) *Pseudopanax ferox*. (Kew, temperiertes Gewächshaus. Stammt aus Neu-Seeland). Das schmale lederige Blatt ist oberseits schwärzlich¹⁾, seine breite, oberseits flach vortretende Mittelrippe orangebraun. In dieser sind es mehrere hypodermähnlich ausgebildete, von der oberseitigen Epidermis bis an den Leitstrang reichende Gewebeschichten, welche Chromoplasten führen (eine mittlere Schicht führt überdies roten Zellsaft). Die Chromoplasten sind relativ groß, mit völlig farblosem Stroma und groben, schon ohne Immersion deutlich sichtbaren, orangebraunen Granis.

XXXVI. Loganiaceae.

91) **Fagraea litoralis* (Buitenzorg, Garten). Obwohl die äußere Färbung der Organe (abgesehen von den Stipeln) nichts davon ver-

¹⁾ Diese Farbe rührt her von der Kombination der rein dunkelgrünen Färbung der Chloroplasten des Chlorenchyms mit dem tiefroten Zellsaft der innersten Hypodermis (dieselbe bildet die direkte Fortsetzung der im Text erwähnten, ebenfalls roten Zellsaft führenden Schicht im Mittelnerv). Die übrigen Schichten des mehrschichtigen Hypoderms sind farblos.

muten läßt, finden sich doch in verschiedenen Organen Intermediärplastiden.

a) Die Internodien, sowohl junge wie völlig ausgewachsene, enthalten in dem peripherischen kollenchymartigen Gewebe (mit Ausschluß der Epidermis) Plastiden mit blaßgrünem Stroma und sehr kleinen, blaß orangen Granis, welche meist zu wenigen dichten, an der Peripherie der Plastiden gelegenen Gruppen zusammengedrängt sind. Das eigentliche Chlorenchym, welches die innere Rinde bildet, führt große, dunkelgrüne Chloroplasten ohne farbige Grana.

b) Im Blattstiel und in der Blattmittelrippe verhält es sich ebenso, nur sind hier die Grana dunkel orange, nicht gruppenweise gehäuft. Im basalen Teil des Blattstiels ist in den Plastiden des Kollenchyms das Stroma sehr blaß, die Grana zahlreich, es sind also fast reine Chromoplasten; hier enthalten auch die Chloroplasten der inneren Rinde einzelne orange Grana.

c) Die intrapetiolaren Stipeln (lippenartige Ausbreitungen an den Rändern der Oberseite der Blattstielbasis, welche am obersten Blattpaare vollkommen verwachsen sind und den Vegetationskegel einhüllen, bis die Röhre durch das Heranwachsen des nächsten Blattpaares gesprengt wird) sind am Rande schon makroskopisch bräunlichgelb. Hier enthalten sie in ganzer Dicke Chromoplasten mit höchstens ganz blaß grünlichem Stroma und zahlreichen tief orangeroten Granis; auch die Epidermis führt hier ebensolche, nur kleinere Plastiden. Außerhalb der Randpartie findet ein allmählicher Übergang zum Verhalten der Blattstielbasis statt.

d) Die Blattlamina enthält im allgemeinen reine Chloroplasten, doch in einem schmalen, nur wenige Zellreihen breiten Randstreif führt das Gewebe (mit Ausschluß der Epidermis) kleine, blaß grüngelbe Intermediärplastiden.

— Gänzlich ähnlich verhält sich *Fagraea borneensis*, bis auf die hellere (gelbe) Farbe der Grana und einige andere Differenzen im einzelnen.

92) *Fagraea monantha* (dasselbst). Internodien, Blattstiel, Stipeln und Mittelrippe verhalten sich im wesentlichen ebenso wie bei Nr. 91, doch ist der Chromoplasten-Charakter der Plastiden im allgemeinen stärker ausgeprägt; hervorzuheben ist, daß hier auch die Epidermis an Internodien und Blattstiel Chromoplasten führt. — Dagegen weist die Blattlamina bei dieser Spezies bemerkenswerte

Besonderheiten auf, und eine weitere Eigentümlichkeit bilden die Niederblätter.

a) Das erste Blattpaar an den Trieben wird von Niederblättern gebildet. Diese sind, wenigstens auf der einen Fläche, in ihrer ganzen Ausdehnung auffallend gelbrot; besonders intensiv ist die Färbung nahe dem apikalen Rand (entsprechend dem Rande der Stipeln der Laubblätter). Das ganze Gewebe enthält zahlreiche große, tief gefärbte Chromoplasten; die kleinen dunkel orangeroten Grana sind in der inneren Partie des Stromas gedrängt, von einem deutlichen farblosen Saum umgeben.

b) In der Lamina der Laubblätter ist die unterseitige Epidermis (mit Ausnahme der Schließzellen) durch den Besitz von Chromoplasten ausgezeichnet. Dieselben sind relativ groß, von meist elliptischer Gestalt, und enthalten in farblosem Stroma wenige gelbe Grana (zuweilen nur je eines), welche im zentralen Teil der Plastide liegen und den Eindruck von Körnern machen, möglicherweise aber jedes aus einer dichten Gruppe winziger Tröpfchen bestehen.

Die Spaltöffnungen sind außer den Schließzellen noch von je drei Nebenzellen umgeben, welche, im Querschnitt keilförmig, von innen her sich zwischen die Schließzellen und die gewöhnlichen Epidermiszellen einzwängen, ohne die Kutikula zu erreichen; in ihrer Gesamtheit umgeben sie ringförmig den Eingang der Atemhöhle. Diese Zellen zeichnen sich vor den übrigen Epidermiszellen durch zahlreichere und viel tiefer, nämlich intensiv orangebraun gefärbte Chromoplasten aus; dieselben enthalten tropfenförmige, dichtgedrängte Grana in solcher Menge, daß von dem Stroma nichts erkennbar ist. Die Anhäufung intensivgefärbter Pünktchen um jede Spaltöffnung ist (bei geöffnetem Abbe) schon bei kaum 100-facher Vergrößerung auffallend.

Die subepidermale Zellschicht der Unterseite enthält Intermediärplastiden (blaßgrünes Stroma, gelbe Grana), das übrige Mesophyll reine Chloroplasten.

c) Nektarien. Die Blätter der *Fagraea*-Arten besitzen höchst merkwürdige Nektarien in Form eines komplizierten Systemes von tief ins Blattgewebe eindringenden, verzweigten Spalten, welches durch eine Öffnung in der Epidermis nach außen mündet¹⁾; diesel-

¹⁾ Sie sind von A. Zimmermann (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, XVIII, 1901) näher beschrieben worden.

ben sind über beide Flächen der Lamina zerstreut. Die Spalten umgibt ein sehr kleinzelliges Gewebe mit dichtem Inhalt und je einer Kristalldruse pro Zelle; dieses Gewebe ist seinerseits umgeben von einem dichten Geflecht verzweigter, dickwandiger Faser-Idioblasten¹⁾, welche zwar auch sonst im Blatt vorhanden, aber nicht so zahlreich und verflochten sind wie hier; das Ganze bildet ein senkrecht zur Blattfläche etwas abgeflachtes Ellipsoid, das mehr als die halbe Blattdicke einnimmt.

Die oberseitigen Nektarien sind bei *F. monantha* äußerlich von einem ziemlich scharf begrenzten, gelblichen Fleck von zirka 1—1½ mm Durchmesser umgeben. Das subepidermale Wassergewebe, welches sonst an der Blattoberseite aus 3—4 Schichten geräumiger Zellen mit kleinen, blassen Chloroplasten besteht, ist in diesem Fleck durch 2—3 Schichten kleinerer, etwas kollenchymatisch verdickter Zellen ersetzt. Dieses Gewebe sowohl wie die Epidermis (ausgenommen im Zentrum des Fleckes, der Nektariemündung zunächst) führen kleine, gelbe Chromoplasten mit farblosem Stroma. Auch das dichte, kleinzellige Nektariengewebe selbst ist schwach gelblich, und bei gelinder Aufhellung der Schnitte mit verdünntem Chloralhydrat zeigt sich, daß es kleine, hellgelbe Chromoplasten enthält.

Die unterseitigen Nektarien sind äußerlich von einem größeren, nicht scharf begrenzten, viel stärker gelb gefärbten Hof umgeben. Das Nektariengewebe selbst verhält sich wie oben. Außerdem ist aber (wie am Querschnitt nach Chloralhydrat-Behandlung schon bei schwacher Vergrößerung sehr schön zu sehen) das Nektarium ringsum von chromoplastenführendem Gewebe umhüllt. Die Epidermis und die subepidermale Schicht (welche auch sonst Chromoplasten führen) enthalten deren am meisten, deutlich mehr als an anderen Stellen der Lamina. Das Schwammparenchym enthält Chromoplasten allseitig bis zu einer ansehnlichen Entfernung von dem Nektarium, nach innen bis zu seiner Grenze gegen das Palissadenparenchym; in der näheren Umgebung des Nektariums sind es reine Chromoplasten, weiter auf längerer Strecke Intermediärplastiden, schließlich durch Chloroplasten mit wenigen gelben Granis in die reinen Chloroplasten des normalen Gewebes übergehend.

Es muß erwähnt werden, daß die besprochenen Verhältnisse kei-

¹⁾ Ein von Zimmermann nicht erwähnter Umstand.

neswegs konstant sind. Sogar an dem nämlichen Exemplar kommen Blätter vor (namentlich die älteren, zuweilen aber auch erst kürzlich ausgewachsene), bei denen die Unterseite der Lamina rein grün, die Umgebung der Nektarien weißlich ist. Bei einem solchen Blatt fand ich in der unterseitigen Epidermis kleine, blasse Chloroplasten, in den Nebenzellen der Spaltöffnungen größere, stärker grüne Chloroplasten, meist (doch wohl nicht überall) mit gelben Granis, in der subepidermalen Schicht große Chloroplasten, die nur ausnahmsweise gelbe Grana führten.

— Bei einigen weiteren *Fagraea*-Arten des Buitenzorger Gartens (nicht näher untersucht) war nichts Gelbes zu sehen, auch nicht der Rand der Stipeln¹⁾.

93) *Fagraea imperialis* (daselbst) gehört auch zu den Arten, bei denen normalerweise alle Teile rein grün sind. Doch haben die Blätter häufig ziemlich große (bis zirka 5 mm Durchmesser), intensiv gelbe Flecken, welche, obwohl keine tierischen oder pilzlichen Parasiten zu sehen sind, pathologischer Natur sein müssen, da in den meisten das Gewebe im Zentrum abgestorben und verfärbt ist.

Untersucht wurde ein derartiger großer Fleck; er war ziemlich scharf umgrenzt, etwas vorgewölbt, indem das Blatt hier etwas dicker war als in den normalen Partien. Das Gewebe war überall lebend, stellenweise pathologisch verändert, vorwiegend aber ganz normal. An diesen Stellen führt es in der ganzen Dicke des Blattes Chromoplasten; diese sind in der beiderseitigen Epidermis und im Wassergewebe der Oberseite blaßgelb, sonst überall goldgelb, mit entsprechend gefärbten Granis in farblosem Stroma.

(Gentianaceae).

Nach Johow (6, S. 419), auf dessen Befunden auch Schimper (8, S. 140) fußt, hat von den chlorophyllfreien, saprophytischen *Voyria*-Arten *V. trinitatis* spindelförmige, fleischrote, *V. uniflora* runde, gelbe Chromoplasten, durch welche bei beiden die Färbung des Stengels bestimmt wird; bei *V. tenella* hingegen wird die rosenrote Farbe durch den Zellsaft bedingt, neben welchem sich Leukoplasten finden.

¹⁾ Bei *Fagraea lanceolata* sind zwar die Internodien der Kurztriebe gelblich, die Färbung rührt aber nicht von Chromoplasten, sondern von orangen ölartigen Kugeln in den Epidermiszellen her.

XXXVII. Apocynaceae.

94) **Landolphia sphaerocarpa* ist die einzige unter den vielen in Buitenzorg kultivierten Arten der Gattung, welche gelbe Blattstiele hat. Die Färbung ist oberseits dunkler, und an der Basis ganz scharf gegen das grüne Blattkissen abgesetzt. Das ganze parenchymatische Gewebe führt dunkelgelbe, dicht und sehr fein granulöse Chromoplasten; sehr kleine Chromoplasten finden sich auch in der oberseitigen Epidermis; in der unterseitigen blieb es mir zweifelhaft, ob die winzigen blassen Plastiden hellgelb oder hellgrün sind.

Der Stiel eines soeben ausgewachsenen, noch etwas weichen Blattes ist heller gelb. Die Chromoplasten sind weniger dicht granulös, die winzigen, braungelben Grana daher deutlicher unterscheidbar, vornehmlich an der Peripherie des anscheinend ganz farblosen Stromas gehäuft. Die oberseitige Epidermis enthält schon deutliche, aber blaßgelbe Chromoplasten. In der grünlichen Unterseite führt die Epidermis Leukoplasten, die subepidermale Zellschicht sehr blasser Chloroplasten, die innersten Rindenschichten reine Chloroplasten (während am älteren Objekt auch diese Schichten Chromoplasten enthalten).

95) **Heligme spec.* (Buitenzorg, Lianenquartier, Abt. XVII A, Nr. 2). Die Blätter sind rein grün, haben aber oft gelbe Flecke, verursacht durch eine kleine, auf der Blattoberseite sitzende Schildlaus. Die gelbe Farbe erstreckt sich stets auf die ganze Dicke des Blattes; sie ist oberseits goldgelb, unterseits blasser. Bei kleinen, wohl jungen und erst seit kurzer Zeit wirkenden Tieren ist der Fleck klein und rund, er erscheint oberseits nur als schmaler, gelber Saum um das Tier herum. Bei größeren Tieren (von zirka 1 mm Durchmesser) sind die Flecke fast stets elliptisch, und zwar einseitig ausgebildet, indem das Tier nahe dem einen Ende der Ellipse sitzt; die mehrere mm lange größere Achse der Flecke ist verschieden orientiert, anscheinend ohne Beziehung zur Struktur des Blattes. Oberseits ist oft ein dunkler, gelber, ziemlich scharf begrenzter Mittelstreif von etwa 1 mm Breite zu unterscheiden, der von einer breiteren, blaßgelben Zone eingefast ist; unterseits ist der Fleck gleichmäßig gefärbt und verliert sich allmählich am Rande.

Führt man einen Querschnitt durch einen solchen Fleck in einiger Entfernung vom Tier, so erscheint das Gewebe in seiner ganzen Dicke gelb. Mikroskopisch zeigt sich die Struktur ganz normal,

das Gewebe lebend und unbeschädigt, aber die Chloroplasten sind durch ebenso große Chromoplasten ersetzt, welche zahlreiche kleine, nicht besonders gedrängte, goldgelbe Grana in farblosem Stroma enthalten. Die untere Epidermis führt ebenfalls kleine Chromoplasten, die obere hingegen Leukoplasten. Stärke fehlt oder ist nur sehr spärlich vorhanden. Im Schwammparenchym ist die Gelbfärbung oft bedeutend ausgedehnter als im Palissadenparenchym. An den Rändern des Fleckes findet ein allmählicher Übergang durch Intermediärplastiden zu den reinen Chloroplasten des nicht beeinflussten Blattgewebes statt.

Dieser Fall bildet gewissermaßen eine Parallele zu der früher besprochenen Chromoplastenbildung unter dem Einfluß des Mykorrhiza-Pilzes in den Luftwurzeln gewisser Orchideen.

XXXVIII. Asclepiadaceae.

96) *Dischidia albidia* (Buitenzorg. Garten, teils kultiviert, teils quasi spontan). Die dimorphen, fleischigen Blätter sind teils grauweiß, teils ganz blaß grünlich, mit wenigen kleinen, blassen Chloroplasten. Die langen, 3–4 mm dicken Internodien sind je nach dem Individuum entweder grauweiß, oder weißlichgelb, und zwar, wenn sie allseitig frei sind, ringsum gleichmäßig gefärbt, wenn sie aber der Rinde angepreßt oder umeinander gewunden sind, so ist die Lichtseite gelb, die Schattenseite bleichgrünlich.

Die gelben Internodien enthalten in allen parenchymatischen Zellen, von der subepidermalen Schicht bis zur Markperipherie, relativ große, mehr oder weniger zahlreiche, intensiv gelbe Chromoplasten. Sie führen sämtlich Stärke, meist je mehrere Körner, welche größer sind als der zwischen ihnen eingekeilte Chromoplast; ist nur ein Korn vorhanden, so sitzt der Chromoplast in der üblichen Weise in Form einer Kappe dem einen Ende des Kornes auf. Die Grana sind ziemlich grobe, goldgelbe Tropfen, meist sehr dicht gelagert und dann schwer zu unterscheiden; wo aber der Chromoplast eine relativ dünne Kappe auf einem Stärkekorn bildet, sind die einzelnen Grana gut sichtbar und das Stroma zwischen ihnen erweist sich als vollkommen farblos. An der Schattenseite (wo eine solche vorhanden) sind die Plastiden spärlicher, in der peripherischen Rinde grünlichgelb oder bleichgrün, in der inneren Rinde aber auch hier rein gelb.

In Anbetracht der spärlichen Beblätterung und der außerordentlichen Chlorophyll-Armut der Pflanze drängt sich die Frage auf, ob die gelben Internodien, welche die am intensivsten gefärbten Teile der Pflanze sind, an der Kohlensäure-Assimilation nicht Anteil nehmen und ob die in den Chromoplasten befindlichen Stärkekörner nicht vielleicht ihr eigenes Assimilationsprodukt sind.

97) *Dischidia Rafflesiana*. Die Internodien, die Laubblätter und die Kannen sind bald grün, bald auf der Lichtseite blaß bis intensiv gelb. Untersucht wurden zwei von einer der „Tausend Inseln“ bei Batavia mitgebrachte Kannen, welche auf der Lichtseite intensiv gelb, auf der Schattenseite blaßgrün waren. (Das bezieht sich indeß nur auf die Außenfläche; die Innenfläche ist, wie immer, dunkelpurpurn, welche Färbung von dunkelrotem Zellsaft in mehreren subepidermalen Zellschichten herrührt).

An der Lichtseite folgen auf die farblose Epidermis mehrere chromoplastenführende Zellschichten. Die Chromoplasten sind rundlich, zirka 5μ im Durchmesser, meist mit kleinen Stärkekörnern; in den äußeren Schichten sind sie zahlreich, sattgelb, mit vielen kleinen Granis, in den mehr nach innen gelegenen Schichten spärlicher, blasser gefärbt, mit wenigen aber größeren Granis; zuweilen enthalten sie hier ein großes und mehrere kleine Grana, oder gar nur ein einziges Granum, welches den riesenhaften Durchmesser von $2\frac{1}{2} \mu$ erreichen kann. Das Stroma ist farblos. Nach innen von dem chromoplastenführenden Gewebe folgt eine makroskopisch farblose mittlere Region, deren Zellen blasse Chloroplasten führen; diese enthalten Tröpfchen, welche sich von den Granis der Chromoplasten nur durch ihre Farblosigkeit unterscheiden.

An der Schattenseite führen auch die peripherischen Schichten blasse Chloroplasten. Das grünliche Gewebe enthält aber zerstreute, intensiv gelbe Flecke, welche, wie sich bei näherer Untersuchung zeigt, ausnahmslos unter den Spaltöffnungen liegen. Alle direkt an die Atemhöhlen grenzenden Zellen (mit Ausnahme der Epidermiszellen) enthalten tiefgelbe Chromoplasten; diese haben ein farbloses Stroma und in den äußeren Zellen viele kleine, in den inneren ein bis wenige größere Grana, ganz wie in den entsprechenden Zellschichten der Lichtseite. Die benachbarten Zellen führen Intermediärplastiden mit grünlichem Stroma und blaßgelben Granis und vermitteln so den Übergang zu den reinen Chloroplasten des übrigen Gewebes, welche auch hier farblose Grana enthalten.

Da an der Lichtseite das ganze peripherische Gewebe Chromoplasten führt, so kann hier die Umgebung der Stomata sich nicht so auffallend abheben wie an der Schattenseite. Sieht man aber näher zu, so zeigt sich, daß auch hier die Chromoplasten der an die Atemhöhlen grenzenden Zellen sich durch deutlich intensivere Färbung auszeichnen. -- Dagegen sei hervorgehoben, daß an der Innenfläche der Kannen die hier ebenfalls vorhandenen Stomata durchaus keine Chromoplastenbildung in ihrer Umgebung veranlassen.

98) *Dischidia Gaudichaudii* Dene = *D. mummularia* Bl. (in Tjilatjap an der Südküste Javas auf Alleebäumen gefunden). Ein zartes Pflänzchen mit weniger als 1 mm dickem, auf der Baumrinde hinkriechendem Stengel, aus den Knoten entspringenden feinen Haftwurzeln und kleinen, dick linsenförmigen Blättern. Die Blätter sind blaßgrün, die Stengel und Wurzeln gelb, und zwar ohne Unterschied zwischen der belichteten Oberseite und der dem Substrat angepreßten Unterseite; ebenso bemerkte ich keinen Einfluß des sonnigen oder beschatteten Standortes auf die Färbung.

Im Stengel finden sich in allen parenchymatischen Geweben, mit alleiniger Ausnahme der Epidermis, Chromoplasten von gelber, bei tiefer gefärbten Exemplaren von oranger Farbe; besonders zahlreich und am größten sind sie in den mittleren Rindenschichten. Die ziemlich groben, sehr dicht gedrängten Grana lassen nur selten das farblose Stroma erkennen. Meist führen die Chromoplasten reichlich Stärke.

Unter jeder Spaltöffnung befindet sich ein grüner Fleck. Es sind die den Atemhöhlen angrenzenden Zellen, welche reine Chloroplasten mit farblosen, den Granis entsprechenden Tröpfchen führen. Den Übergang zu den Chromoplasten des übrigen Gewebes bilden in den benachbarten Zellen blaßgrüne Plastiden mit hellgelben Granis. -- Hier findet sich also ein ebenso scharf ausgeprägter Einfluß der Atemhöhlen auf die Beschaffenheit der Plastiden, wie an der Schattenseite der Kannen von *Dischidia Rafflesiana*; merkwürdigerweise ist aber der Sinn dieses Einflusses in beiden Fällen ein gerade entgegengesetzter.

In der Wurzel verhält sich alles ebenso wie im Stengel, nur daß Chloroplasten hier gänzlich fehlen.

99) *Hoya lacunosa* Bl. (in und bei Buitenzorg auf Baumstämmen epiphytisch wachsend), eine zarte, kleinblättrige Spezies, bemerkenswert durch die mehr oder weniger rote Farbe der in Humusansamm-

lungen verborgenen, also völlig verdunkelten Wurzeln. Unter ihrer früh absterbenden Epidermis liegt, wie gewöhnlich bei Wurzeln, eine Exodermis mit verkorkter Membran, in welcher sich zahlreiche kleine, unverkorkte Durchlaßzellen von im Tangentialschnitt zweischneidiger oder gerundet dreieckiger Form befinden, — ein für eine Bodenwurzel ohne Velamen ganz ungewöhnlicher Fall.

A) Von einem Exemplar, dessen Wurzeln intensiv rot (etwa zwischen mennig- und ziegelrot) gefärbt waren, wurden zwei Wurzeln genauer untersucht, eine ältere und eine jüngere, bei der noch kein Holzkörper gebildet, die Epidermis aber schon abgestoßen war. Das ganze Rindengewebe, die Exodermis und die Steinzellen nicht ausgenommen, führt rote Chromoplasten, die in der subexodermalen Zellschicht und in den Durchlaßzellen am zahlreichsten sind und in den letzteren die größten Dimensionen erreichen. In der inneren Rinde führen die Chromoplasten viel Stärke, nur diejenigen der Steinzellen sind frei von ihr. Die ziemlich groben, meist dicht gedrängten Grana, bei mittlerer Vergrößerung blutrot, bei Ölimmersion orangerot erscheinend, machen bei starker Vergrößerung den Eindruck von Hohlkugeln; ob sie wirklich hohl sind, ist bei so kleinen Objekten schwer zu entscheiden, jedenfalls aber müssen sie wenigstens ein stärker lichtbrechendes Häutchen an der Oberfläche haben. Ein Stroma konnte ich an den Chromoplasten nicht erkennen, auch bei Anwendung von Jodjodkali erhielt ich nur ausnahmsweise Andeutungen davon; es ist nicht unmöglich, daß die Chromoplasten, namentlich die der Untersuchung am leichtesten zugänglichen in der Exodermis, bereits abgestorben und ihr Stroma zerfallen ist, es wäre dann aber schwer verständlich, daß die Grana ihren Zusammenhang bewahren. Die Karotinreaktion ergibt ein von dem gewöhnlichen etwas abweichendes Resultat: sie tritt nur langsam ein, die Grana färben sich nicht schön blau, sondern schwarz (ich konnte mich allerdings in günstigen Fällen überzeugen, daß es eigentlich ein sehr dunkles, trübes Blau ist), und bleiben in der Schwefelsäure lange unverändert unter Beibehaltung ihres hohlkugeligen Aussehens.

B) Bei einem zweiten Exemplar waren die Wurzeln viel heller, nur rötlich gefärbt, die jungen, noch wachsenden Wurzeln fast farblos. Eine solche junge, stellenweise noch mit Haaren bedeckte Wurzel wurde untersucht. Sie verhielt sich ganz wie unter A), nur waren die Chromoplasten viel kleiner, die Grana ganz win-

zig; Details über die Struktur beider konnten daher nicht festgestellt werden. Das Ergebnis der Karotinreaktion war das gleiche wie oben.

C) Bei einem dritten Exemplar wuchsen die Wurzeln vorwiegend offen, nicht von Humus bedeckt, auf der Baumrinde hin, und waren nicht rot, sondern gelblich; aber wo sie unter Borkenlamellen eindringen und so sich dem Licht entzogen, waren sie deutlich rötlich gefärbt, so daß also die Rotfärbung bei diesem Objekt geradezu an Lichtmangel gebunden zu sein scheint. Mikroskopisch habe ich die Wurzeln hier nicht untersucht.

100) *Hoya obovata* (Buitenzorg, Lianenquartier), eine kräftige, großblättrige Spezies, ist die einzige unter den zahlreichen im Garten kultivierten Arten, bei welcher ich einen schwachen Anklang an das Verhalten von Nr. 99 fand. Die langen, oberflächlich kriechenden Haftwurzeln enthalten in der Exodermis, besonders reichlich in den Durchlaßzellen (die hier viel weniger charakteristisch ausgebildet sind als bei voriger Art) tief orange Chromoplasten mit wenigen, relativ großen Granis. Nur stellenweise (an der Lichtseite?) führen auch die Chloroplasten der peripherischen Rindenschichten spärliche gelbe Grana, sonst enthält die Rinde reine Chloroplasten¹⁾.

(Convolvulaceae).

Schimper (8, S. 57) führt unter den Parasiten, bei denen Chromoplasten beobachtet worden sein sollen, neben *Cassytha* auch *Cuscuta* auf; das ist aber vielleicht ein Lapsus, denn mir sind in der Literatur solche Angaben nicht bekannt geworden, und die bei *Cuscuta*-Arten vorkommende Rotfärbung des Stengels rührt, soviel ich weiß, von rotem Zellsaft her. Doch gibt Boewig (2) an, daß bei *Cuscuta Gronovii* dieselbe Gelbfärbung vorkommen soll, wie bei *Cassytha filiformis*, und es wäre möglich, daß diese durch Chromoplasten verursacht wird.

XXXIX. Verbenaceae.

101) *Citharexylon cinereum* (Buitenzorg und Peradeniya, Garten). Der basale Teil des Blattstiels, etwa 6 mm lang, ist hellrot gefärbt;

¹⁾ *Hoya bandaensis* hat gelbgefärbte Internodia; Ursache: gelbe Öltropfen in den inneren Schichten des Periderms.

basalwärts ist die rote Farbe ganz plötzlich gegen das Grün des Blattkissens abgesetzt, apikalwärts findet ein unmerklicher Übergang in den fast farblosen Oberteil des Stieles statt. Die Färbung reicht an der abwärts gerichteten Seite etwas höher hinauf, ist aber an der Oberseite intensiver.

An der Oberseite enthalten die äußeren, etwas kollenchymatisch ausgebildeten Rindenschichten kleine Chromoplasten von ziegelroter Farbe, ebenso die Epidermis, in welcher die Chromoplasten ausnahmsweise nicht kleiner sind als in der subepidermalen Schicht. Sie führen sehr kleine, dicht gedrängte und schwer unterscheidbare orangerote Grana; das Stroma scheint blaß grünlich zu sein. In der inneren Rinde sind die Plastiden weniger zahlreich, bräunlich gefärbt, mit deutlich grünem Stroma und vorwiegend peripherisch angeordneten Granis; in der Stärkescheide sind sie wieder reiner rot. Das Holzparenchym enthält reine Chloroplasten, das kleine Mark intermediäre Plastiden. — An der Unterseite und den Flanken führt die Epidermis keine Chromoplasten, sondern Leukoplasten, die subepidermale Schicht Intermediärplastiden, und in den folgenden Schichten sind die Chromoplasten weniger zahlreich als an der Oberseite.

Im wesentlichen ebenso verhalten sich die zwei weiteren in Buitenzorg kultivierten *Citharexylon*-Arten, *C. quadrangulare* und *C. subserratum*.

XL. Bignoniaceae.

102) *Unbenannte Bignoniaceen-Liane mit unpaarig gefiederten rankenlosen Blättern (Buitenzorg, Garten, Abt. XV G Nr. 48). Die etwas gelenkartig verdickte Basis des Blattstiels, die kurzen Blättchenstiele, die etwas verdickten Querzonen der Rhachis an deren Ansatzstellen, sowie der Basalteil des Mittelnervs der Blättchen sind leuchtend orangerot mit etwas bräunlichem Ton.

a) Im Gelenk und den Blättchenstielen führen die Epidermis und die paar äußeren Rindenschichten zahlreiche kleine, linsenförmige, rote Chromoplasten; die meisten sind entweder biskuitförmig eingeschnürt oder paarweise genähert, sie befinden sich also offenbar noch in ziemlich lebhafter Teilung, trotzdem das Blatt bereits ausgewachsen ist. In den geräumigen Zellen der Epidermis sind die Chromoplasten ebenso groß und zahlreich wie in den Zel-

len der Rinde. Die Chromoplasten sind dicht- und fein-granulös, ihr Stroma scheint farblos zu sein. Nach innen zu erfolgt ein allmählicher Übergang in blasse Intermediärplastiden mit grünlichem Stroma und wenigen blasser gefärbten Granis.

b) Der gemeinsame Blattstiel ist blaßgrün, nur an der Unterseite ganz leicht bräunlich angelaufen. Dennoch enthält auch hier die Epidermis und die dünne, kollenchymartige Außenrinde schön rote Chromoplasten, deren Grana weniger zahlreich als in den Gelenken und daher besser zu sehen sind. Der Übergang zu den großen, reinen Chloroplasten der inneren Rinde, welche die Farbe des Organs bestimmen, ist plötzlich. — Die Rhachis zwischen den Fiederpaaren ist stärker grün, mit schmalen, tiefgrünem Flügel. Auch hier finden sich noch Chromoplasten, aber viel weniger, an der Unterseite fehlen sie ganz; am zahlreichsten sind sie in der Mittelrinne der Oberseite und an den Rändern der Flügel.

XLI. Cucurbitaceae.

103) **Trichosanthes pubera* (Buitenzorg, Garten). Der Blattstiel und die Unterseite der stark vortretenden Hauptrippen der Lamina sind bräunlichgelb

Reine Chromoplasten finden sich in den 1—2 subepidermalen Parenchymschichten, dem anschließenden mehrschichtigen Kollenchym und wohl noch in einigen folgenden Schichten des Rindenparenchyms; ihre ziemlich kleinen, gelbbraunen, stark glänzenden Grana sind in der peripherischen Zone dicht gedrängt und lassen ein farbloses Zentrum frei. In den inneren Gewebeschichten ist das Stroma der Plastiden mehr oder weniger grün und die Grana weniger zahlreich. Die Epidermis enthält teils Leukoplasten, teils Chromoplasten von gleicher Größe (d. i. kleiner als in den anderen Zellschichten) mit ebenfalls peripherisch angeordneten, tief gefärbten Granis, teils endlich Intermediärgebilde zwischen beiden mit ganz blaß gefärbten Granis; die verschiedenen Arten von Plastiden finden sich bald streckenweise allein, bald durcheinander, anscheinend ohne bestimmte Regel.

Der Kollenchymring ist stellenweise durch kurze, schmale Streifen parenchymatischen Gewebes unterbrochen, welche bis zur Epidermis reichen; nur hier befinden sich die Stomata. Diese Streifen erscheinen schon äußerlich grün, sie führen Intermediärplastiden

mit ausgesprochen grünem Stroma und relativ spärlichen Granis, ebenso wie das innere Parenchym, an welches sie anschließen. Es besteht hier also wieder eine Beeinflussung der Plastiden durch die Nähe der Spaltöffnungen.

Die Stiele der noch wachsenden Blätter sind grün. Diejenigen der abweichend gestalteten Jugendblätter (an den jungen Trieben) bleiben auch im erwachsenen Zustande grün.

104) **Alsomitra sarcophylla* (Buitenzorg, Garten, im Lianenquartier). An den dreizähligen, fleischigen Blättern der Klettersprosse (nicht an denen der niederliegenden Sprosse, wo die Blätter etwas anders gestaltet sind) ist der kurze, dicke, etwas durchscheinende gemeinsame Blattstiel und die ebensolchen Blättchenstiele mehr oder weniger gelb oder wenigstens gelblich gefärbt; an Durchschnitten erscheint die Färbung stärker, bis intensiv gelb, äußerlich wird sie durch einen Wachsüberzug geschwächt. Die Stengel sind bald grün, bald ebenfalls gelblich bis ausgesprochen gelb, wenn auch nicht so stark wie der Blattstiel.

a) Im Blatt- und Blättchenstiel finden sich in der Epidermis und in 1—2 subepidermalen Schichten Leukoplasten mit farblosen Granis, in weiteren 2—3 Zellschichten intermediäre Plastiden mit farblosem Stroma und blaßgelben Granis. Erst das mittlere und innere Gewebe enthält richtige Chromoplasten mit ebenfalls farblosem Stroma und intensiv bräunlichorangenen Granis. Die etwas stärkehaltigen Chromoplasten sind kugelig; die mittelgroßen bis ziemlich groben Grana bilden meist eine dichte Schicht an ihrer Peripherie. Auch in den Sklerenchymbelegen der Leitstränge und im engzelligen Strangparenchym finden sich kleine Chromoplasten mit entsprechend kleineren Granis und vielleicht schwach grünlichem Stroma.

b) Die Internodien eines dünnen beblätterten Zweiges, welcher in seiner ganzen Länge recht stark gelb gefärbt ist, enthalten Chromoplasten in ihrer ganzen Masse mit Ausnahme der Epidermis. Am größten werden sie in den äußeren Rindenschichten unter den subepidermalen Kollenchymplatten; im Kollenchym und im Sklerenchym sind sie bedeutend kleiner. Alle Chromoplasten führen Stärke; wo dieselbe reichlicher vorhanden ist, wie im Markgewebe, sieht man die gelben Grana auf und zwischen den Stärkekörnern. Von Chlorophyll ist nirgends etwas zu sehen.

Bei dem hochkletternden Exemplar in der *Canarium*-Allee, wel-

ches zu derselben Spezies gehören soll, sind sowohl die Stengel wie die Blattstiele sämtlich grün.

XLI. Compositae.

105) *Olearia nummularifolia* (Kew, temperiertes Gewächshaus. Stammt aus Neu-Seeland). Die blättertragenden Zweige und die kurzen, verdickten Blattkissen sind gelb. In beiden Organen führt das peripherische Gewebe kleine, intensiv gelbe Chromoplasten, welche dicht granulös scheinen (nicht eingehender untersucht). Am zahlreichsten sind sie in der Epidermis, nach innen nehmen sie an Zahl ab und gehen in der inneren Rinde in Chloroplasten über.

ZUSAMMENFASSUNG DER HAUPTERGEBNISSE.

Chromoplasten in vegetativen Organen sind in den wärmeren Ländern ziemlich verbreitet; sie wurden bei zahlreichen Pflanzen gefunden, welche 42 Familien aus allen Klassen der Gefäßpflanzen angehören (darunter sind nur 4 chlorophyllfreie Saprophyten). Ihre Verbreitung im System ist sporadisch, ihre Anwesenheit oft nicht konstant. Sie finden sich bald nur an eng begrenzten Stellen, bald umfassen sie verschiedene Organe; sie können sich in der ganzen Masse der Organe und in sämtlichen lebenden Geweben finden. Oft erteilen sie bestimmten Organen lebhaftere Färbungen; doch können solche Färbungen, abgesehen von rotem Zellsaft, auch von anderen Ursachen, insbesondere von gefärbten Membranen herrühren.

Der Farbstoff (gelb, orange, rot oder braun) ist in Form distinkter „Grana“ in dem Stroma verteilt, vermutlich in Tröpfchen einer ölartigen Substanz gelöst, welche auch in anderen Plastiden in farblosem Zustand vorkommen können; nadelförmige Pigmentkriställchen wurden nur einmal (bei einer saprophytischen Orchidee) beobachtet. Das plasmatische Stroma ist oft ganz farblos, oft aber auch ganz blaß grünlich.

Durch „Intermediärplastiden“ mit farbigen Granis und zugleich deutlich grünem Stroma sind die typischen Chromoplasten mit typischen Chloroplasten verbunden. Da auch Übergänge zwischen Chromoplasten und Leukoplasten sowie zwischen Leukoplasten und Chloroplasten vorkommen, so bilden alle Plastiden eine ununterbrochene Reihe, in welcher die typischen Chloro-, Leuko- und Chromoplasten nur die extremen Endglieder darstellen.

Die Chromoplasten entstehen oft im Laufe der Entwicklung oder erst nach dem Auswachsen der Organe aus Chloroplasten oder Leukoplasten; häufig aber finden sich Chromoplasten oder ihnen genäherte Intermediärplastiden schon in jungen Entwicklungsstadien und wandeln sich später in Chloroplasten oder (selten) in Leukoplasten um.

Aus den letzteren zwei Absätzen ergibt sich, daß die Chromoplasten keine Sonderstellung unter den Plastiden einnehmen, sondern den Chloroplasten und Leukoplasten morphologisch gleichwertig sind.

Durch die Reaktion mit konzentrierter Schwefelsäure (welche sich auch mikroskopisch an lebenden Plastiden vorzüglich ausführen läßt) und durch die bei einigen ausgewählten Objekten ausgeführte Extraktion mit Petroläther wurde nachgewiesen, daß die Chromoplasten Karotin enthalten; neben diesem findet sich noch ein zweiter gelber Farbstoff, und spektroskopisch ließen sich Spuren von Chlorophyll auch da feststellen, wo dasselbe mikroskopisch nicht nachgewiesen werden konnte.

Chloroplasten und Chromoplasten enthalten somit die gleichen Farbstoffe, nur in quantitativ verschiedenen Verhältnissen. Während aber das Karotin an distinkte „Grana“ gebunden ist, erscheint das Chlorophyll homogen im Stroma verteilt, was jedoch nur eine Folge der ungleichen physikalischen Eigenschaften der beiden Farbstoffe ist und nicht eine Differenz der feineren Struktur der Chromoplasten und Chloroplasten involviert.

Die Ausbildung von Chromoplasten ist häufig vom Licht bedingt, indem sie an beschatteten Stellen durch Chloroplasten oder Leukoplasten vertreten sind; oft ist aber das Auftreten der Chromoplasten vom Licht unabhängig, und sie können sogar in ganz verdunkelten Organen vorkommen. In einigen Fällen wird Chromoplastenbildung durch pathologische Eingriffe veranlaßt, z. B. durch eine Schildlaus, und in den Luftwurzeln einiger Orchideen durch den Mykorrhiza-Pilz. Bei einigen Pflanzen ist die Chromoplastenbildung an Drüsen (Nektarien, Hydathoden) und deren Umgebung gebunden. Mehrfach wurde eine eigentümliche Bevorzugung der Chromoplastenbildung in der Umgebung der Spaltöffnungen resp. Atemhöhlen beobachtet, doch können diese auch einen gerade umgekehrten Einfluß haben.

Zitierte Literatur.

1. Baker, Handbook of the Fern-Allies. 1887.
2. Boewig, The histology and development of *Cassytha filiformis* L. (Contributions from the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania, II, S. 399 ff. 1904).
3. Gentner, Über den Blauglanz auf Blättern und Früchten. (Flora, Bd. 99, 1909). Speziell S. 348—350.
4. Haberlandt, G., Die Chlorophyllkörner der Selaginellen. (Flora, 1888, S. 291 ff.).
5. Hieronymus, *Selaginellaceae*, in Engler u. Prantl's Natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. I, Abt. 4, 1900.
6. Johow, Die chlorophyllfreien Humusbewohner Westindiens. (Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 16, 1885).
7. Molisch, Über vorübergehende Rotfärbung der Chlorophyllkörner in Laubblättern. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, 1902, S. 442 ff.).
8. Schimper, Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homologen Gebilde. (Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 16, 1885).
9. Tammes, Über die Verbreitung des Karotins im Pflanzenreich. (Flora, Bd. 87, 1900). Speziell S. 214.
10. Tswett, Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, 1906, S. 316 ff., speziell S. 318, 319).
11. Tswett, Über den makro- und mikrochemischen Nachweis des Karotins. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, 1911, S. 630 ff.).
12. Winkler, Untersuchungen über die Stärkebildung in den verschiedenartigen Chromatophoren. (Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 32, 1898). Speziell S. 550 ff.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	189
Allgemeiner Teil.	
I. Verbreitung im System	192
II. Verbreitung in den Organen	195
III. Verteilung auf die Gewebe	200
IV. Näheres über die Chromoplasten	209
V. Die Farbstoffe	218
VI. Entwicklungsgeschichte	223
VII. Äußere Beeinflussungen	229
VIII. Die Funktion der Chromoplasten	235
IX. Das Verhältnis der Chromoplasten zu den übrigen Plastiden.	239
Spezieller Teil.	
I. <i>Ophioglossaceae</i>	244
II. <i>Marsiliaceae</i>	246
III. <i>Lycopodiaceae</i>	248

IV. <i>Psilotaceae</i>	249
V. <i>Selaginellaceae</i>	250
VI. <i>Cycadaceae</i>	257
VII. <i>Araucariaceae</i>	259
VIII. <i>Taxodiaceae</i>	262
IX. <i>Gnetaceae</i>	262
X. <i>Pandanaceae</i>	266
XI. <i>Gramina</i>	267
XII. <i>Palmae</i>	270
XIII. <i>Araceae</i>	276
XIV. <i>Flagellariaceae</i>	277
XV. <i>Liliaceae</i>	278
XVI. <i>Marantaceae</i>	281
(<i>Burmanniaceae</i>)	281
XVII. <i>Orchidaceae</i>	282
XVIII. <i>Moraceae</i>	297
XIX. <i>Loranthaceae</i>	300
XX. <i>Oleaceae</i>	302
XXI. <i>Menispermaceae</i>	304
XXII. <i>Lauraceae</i>	304
XXIII. <i>Capparidaceae</i>	306
XXIV. <i>Saxifragaceae</i>	307
XXV. <i>Mimosaceae</i>	311
XXVI. <i>Caesalpiniaceae</i>	311
XXVII. <i>Papilionatae</i>	313
XXVIII. <i>Zygophyllaceae</i>	313
XXIX. <i>Simarubaceae</i>	313
XXX. <i>Polygalaceae</i>	313
XXXI. <i>Euphorbiaceae</i>	314
XXXII. <i>Hippocrateaceae</i>	316
XXXIII. <i>Icacinaceae</i>	317
XXXIV. <i>Passifloraceae</i>	318
XXXV. <i>Araliaceae</i>	319
XXXVI. <i>Loganiaceae</i>	319
(<i>Gentianaceae</i>)	323
XXXVII. <i>Apocynaceae</i>	324
XXXVIII. <i>Asclepiadaceae</i>	325
(<i>Convolvulaceae</i>)	329
XXXIX. <i>Verbenaceae</i>	329
XL. <i>Bignoniaceae</i>	330
XLI. <i>Cucurbitaceae</i>	331
XLII. <i>Compositae</i>	333
Zusammenfassung der Hauptergebnisse	333
Zitierte Literatur	335

O zakończeniach nerwowych w brodawkach godowych samicy i w puszcze samca żaby (Rana temporaria). — Recherches sur l'innervation des proéminences tactiles génitales de la femelle et de l'appareil fixateur du mâle de Rana temporaria.

Note

de M^{lle} **R. HULANICKA**,

présentée par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 1 Avril 1912.

(Planche X).

Vers la fin du mois de mars, on observe chez la femelle de la grenouille l'apparition de proéminences qui persistent jusqu'à la ponte des oeufs, mais qui disparaissent dès que la ponte et la fécondation des oeufs sont terminées. Ces organes (Brunstwarzen des auteurs allemands) sont disséminés dans des régions définies de la peau: sur les côtés, sur toute la région lombaire du dos, sur les cuisses et les pattes; ils manquent totalement dans la partie ventrale du corps.

Leydig, Ecker et Huber ont signalé depuis longtemps leur apparition chez ces animaux à l'époque de l'accouplement. M. Huber a étudié spécialement ces organes et il les identifie aux proéminences tactiles (Tastflecke de Merkel) au point de vue morphologique. Il se fonde sur l'existence de cellules ganglionnaires qu'il aurait trouvées dans le tissu conjonctif de la proéminence tactile génitale. M. Huber dit n'avoir jamais trouvé de pigment rouge dans le tissu conjonctif de cet organe, mais il y constate la présence de nombreuses cellules.

En examinant nos préparations fixées au moyen des liquides de Flemming et de Zenker et colorées à l'hématoxyline Gagé et à la safranine, nous avons pu constater que les proéminences tactiles génitales, au lieu d'être identiques aux proéminences tactiles (fig. 1) d'après l'opinion de M. Huber, sont bien ces organes

mêmes modifiés en proéminences tactiles génitales. A l'appui de notre opinion, nous citerons plusieurs stades intermédiaires de modification que subissent ces organes à l'époque de l'accouplement de ces animaux et que nous reproduisons dans les figures 1—5 de ce travail. M. Huber affirme que le tissu épithélial de ces organes reste pareil à celui des autres régions de la peau. Contrairement à cette opinion, nous avons pu constater que la modification atteint d'abord l'épiderme qui s'épaissit par la prolifération des cellules de la couche de Malpighi, en formant une espèce de bouchon teinté de jaune clair tirant sur le rose. Ensuite s'accroît le tissu

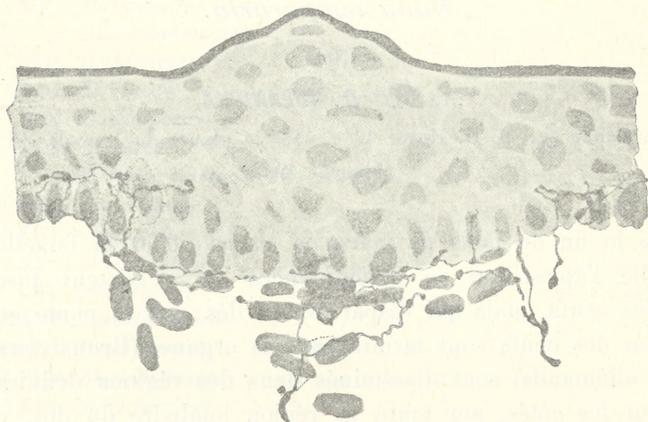


Fig. 1.

conjonctif lequel, en s'évaginant, soulève l'épiderme et déplace les cellules tactiles qui s'y trouvent. Ces modifications sont à peine visibles à leur début ainsi qu'on peut le voir dans la fig. 2; elles s'accroissent ensuite de plus en plus (fig. 3) et finalement elles modifient les proéminences tactiles génitales qui affectent alors leur aspect si particulier (fig. 5). L'épithélium reprend son épaisseur normale, pareille à celle des autres régions de la peau, mais le tissu conjonctif ayant considérablement augmenté de volume, a non seulement distendu l'épiderme, mais a agrandi aussi la proéminence tactile, a disloqué les cellules tactiles et a déplacé le pigment noir en le rehaussant. Le pigment rouge s'y trouve quelquefois en telle quantité qu'il masque complètement les cellules tactiles.

Après un examen minutieux de nos préparations faites par la méthode de l'injection vitale du bleu de méthylène, nous avons

pu nous convaincre que la modification atteint non seulement la structure histologique des proéminences tactiles mais aussi leur innervation. Dans ces organes à leur état normal, les fibres des faisceaux nerveux, après avoir dépassé le demi-cercle formé par le pigment, se divisent et se subdivisent en formant une arborisation qui couvre de ses branches la surface du demi-cercle. Elles se mettent en connexion avec les cellules tactiles à l'aide de leurs varicosités, ensuite elles donnent de petites branches qui pénètrent

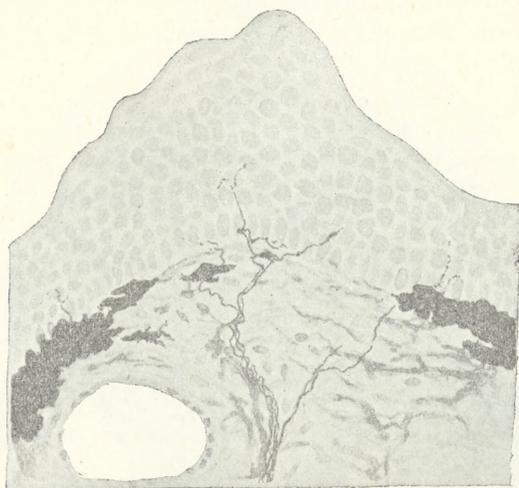


Fig. 2.

dans l'épiderme des parties périphériques de cet organe où elles se terminent par des renflements en boutons ainsi que nous l'avons décrit ailleurs (3). Dans les proéminences tactiles modifiées en proéminences tactiles génitales, les fibres nerveuses cheminent directement vers les couches épithéliales en ne donnant pendant leur trajet que de petits filaments variqueux qui se mettent en connexion avec les cellules tactiles déplacées et éloignées les unes des autres. Les fibres nerveuses, après avoir pénétré dans la couche épithéliale, donnent des filaments couverts de varicosités qui se terminent dans les assises épithéliales profondes par des renflements en boutons. La divergence qui existe entre l'opinion que nous venons d'énoncer et celle émise par M. H u b e r provient de ce que ce savant n'ayant pas trouvé dans ses préparations de stades intermédiaires de la modification des proéminences tactiles en proéminences tactiles gé-

nitales, les considère comme des organes identiques à ces dernières; tandis qu'ayant examiné ces stades, nous pouvons affirmer qu'elles ne présentent que des proéminences tactiles modifiées en proéminences tactiles génitales. Nous ajoutons encore une observation qui peut servir à l'appui de l'opinion que nous venons d'émettre. Les organes dont il s'agit se trouvent dans les mêmes régions du corps de l'animal que les proéminences tactiles; à l'époque de

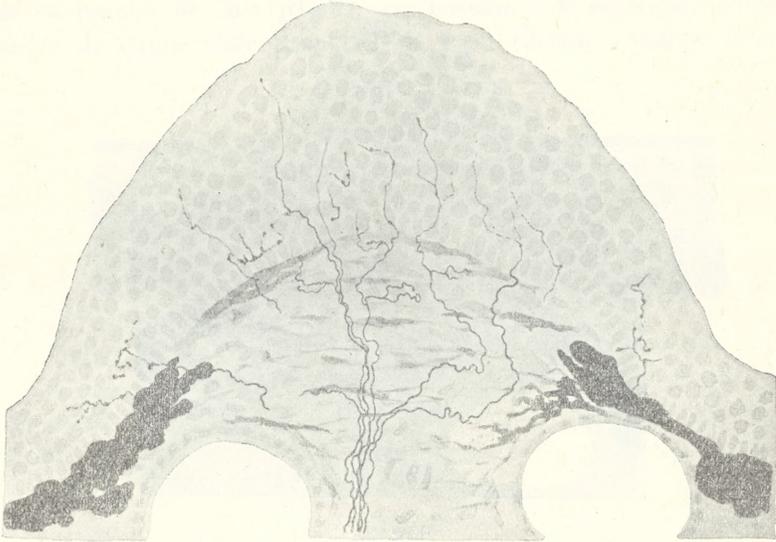


Fig. 3.

l'accouplement elles disparaissent, du moins nous n'avons pu les retrouver dans nos préparations, malgré des recherches bien minutieuses.

L'appareil fixateur du mâle se trouve sur le quatrième doigt des pattes supérieures. Il augmente considérablement de volume à l'époque de l'accouplement car il sert au mâle à se fixer à la femelle lors de la fécondation.

Leydig a signalé la présence de cellules tactiles dans les papilles de l'appareil fixateur, mais Merkel affirme qu'elles n'y existent pas. Eberth et Bunge émettent la même opinion que Merkel; mais ils décrivent deux espèces de terminaisons nerveuses: les unes proviennent d'un plexus nerveux sous-épidermique superficiel, les autres prennent naissance dans les cellules nerveuses terminales (Endzellen) et suivent le même trajet que les premières.

Nos recherches ont porté sur le matériel provenant de deux époques: celle de la croissance de l'appareil fixateur et celle de la décroissance de ce dernier. A l'aide de préparations provenant de la première époque, fixées et colorées d'après les mêmes méthodes que les proéminences tactiles génitales, nous avons pu constater un épaissement très prononcé de l'épiderme, l'augmentation des expansions rugueuses de l'appareil et leur kératinisation bien plus accentuée qu'à l'état normal; nous avons constaté ensuite l'ondulation très accusée de la surface des papilles. On trouve des cellules dans les papilles; contrairement à l'opinion de Leydig qui

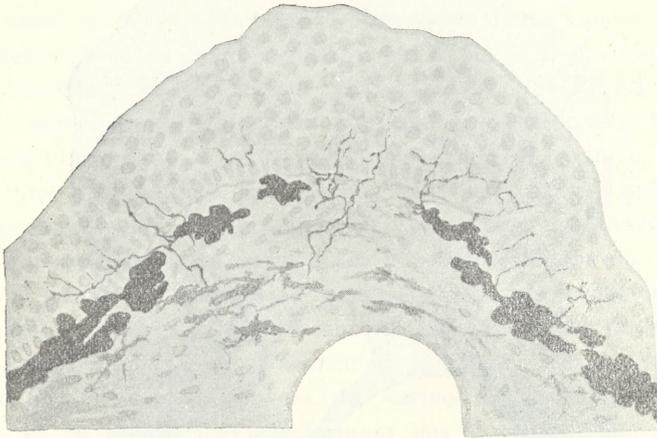


Fig. 4.

les considère comme cellules tactiles, ces cellules ne sont que celles du tissu conjonctif. Elles ne s'en distinguent nullement et elles ne présentent aucune relation avec les fibres nerveuses. L'épaississement de l'épiderme de l'appareil fixateur provient aussi de la prolifération des cellules de la couche de Malpighi; on y trouve des cellules en état de division caryokinétique. Dans les préparations provenant de l'appareil fixateur des exemplaires d'hiver, l'épiderme est mince; il ne diffère des autres régions de la peau que par l'ondulation de la couche cornée, vestige des expansions rugueuses et celle de la membrane basilaire qui est bien peu prononcée. C'est en ceci que consiste la différence entre les appareils fixateurs provenant de ces deux époques. Pour ce qui concerne l'innervation de ces organes, nous avons pu constater, d'après nos préparations

colorées au bleu de méthylène, que leur épiderme est innervé par deux espèces de fibres nerveuses, mais leur origine est bien différente de celle décrite par Eberth et Bunge. La première espèce de fibres nerveuses, au lieu de provenir d'un plexus nerveux sous-épidermique ainsi que l'affirme Bunge, provient d'un faisceau nerveux qui chemine horizontalement dans les couches profondes du derme et pénètre directement dans l'épiderme où il donne des filaments peu variqueux qui suivent leur marche ascendante jusqu'à

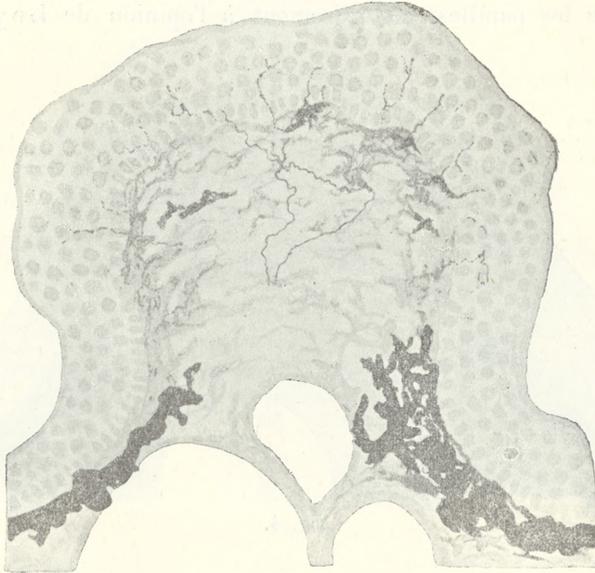


Fig. 5.

la couche cornée des expansions rugueuses. Elles traversent la papille sans prendre contact avec les cellules qui s'y trouvent (Pl. XI, fig. 1). L'autre espèce de terminaisons nerveuses provient d'une des fibres nerveuses du même faisceau nerveux et non de la cellule ganglionnaire de Bunge. Elle pénètre dans l'épithélium, mais après avoir dépassé l'assise des cellules cylindriques, elle se divise en deux branches lesquelles s'étalent en divergeant l'une de l'autre, cheminent parallèlement à la surface du tégument et émettent une quantité de filaments couverts de varicosités arrondies (Pl. XI, fig. 1). Les filaments se rapprochent et s'entrelacent en rampant entre la couche de cellules cylindriques et polygonales, suivant les ondu-

tions de cette région. Nous avons constaté la présence de cellules tactiles de Merkel dans l'épithélium de l'appareil fixateur; elles sont identiques aux cellules des autres régions de la peau de la grenouille. Excepté les terminaisons nerveuses dans l'épiderme que nous venons de décrire, nous avons trouvé dans le tissu conjonctif de l'appareil fixateur des corpuscules tactiles simples qui ressemblent aux corpuscules tactiles décrits par M. Krause. Ils sont formés d'une fibre axiale terminée par un renflement en bouton recouvert d'une mince capsule formée de tissu conjonctif. Un filament nerveux grêle qui provient de la fibre axiale, chemine à côté de cette dernière en l'entourant dans sa partie moyenne à l'aide de ses anses et de ses sinuosités; la fibre axiale donne ensuite encore une branche dans sa partie basale laquelle donne à son tour trois petits filaments terminés par des renflements ovoïdes (Pl. XI, fig. 2).

Nous signalerons encore deux nouvelles espèces de terminaisons nerveuses libres dans la peau de la cuisse de cet animal, terminaisons que nous n'avons pas décrites dans notre travail précédent sur la grenouille (3). La première est un faisceau de fibres nerveuses qui s'achemine en partant des couches profondes du derme. Aux trois quarts de son trajet, une des fibres nerveuses s'écarte des autres, puis elles s'infléchissent et se dirigent des deux côtés opposés, mais toujours parallèlement à la surface du tégument en émettant des filaments couverts de varicosités arrondies qui se divisent et se subdivisent en formant des grappes d'une grande élégance (Pl. XI, fig. 3).

La deuxième espèce provient également d'un faisceau de fibres nerveuses qui après avoir pénétré dans l'épithélium, monte en ligne droite vers les couches superficielles de ce dernier. Chaque filet nerveux, en s'écartant l'un de l'autre, s'y divise en plusieurs petits filaments couverts de grosses varicosités; elles ressemblent à des petites feuilles qui cheminent entre les cellules.

Ce travail a été fait au laboratoire d'Histologie et d'Embryologie dirigé par M. le professeur Szymonowicz.

Léopol, mars 1912.

Bibliographie.

1) Eberth u. Bunge. Die Endigungen der Nerven in der Haut des Frosches. Wiesbaden 1892.

344 R. Hulanicka: *Proéminences tactiles génitales*

2) Huber. Über Brunstwarzen bei *Rana temporaria*. Zeitsch. f. wiss. Zool., Bd. 45, 1887.

3) Hulanicka R. Recherches sur les terminaisons nerveuses de la peau de *Rana esculenta*. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, 1909.

4) Leydig. Integument brunstiger Fische und Amphibien. Biol. Zentralbl., Bd. 12, 1876.

— Über allgemeine Bedeckung der Amphibien. Leipzig 1876.

5) Retzius G. Biologische Untersuchungen. N. F. Bd. IV, 1892.

Explication des figures.

Toutes les figures ont été dessinées à l'aide de l'appareil à dessiner de Leitz. Fig. 1 $\times 500$ lin., fig. 2—5 $\times 215$ lin.

Les figures 1—5 intercalées dans le texte représentent les stades de la modification des proéminences tactiles en proéminences tactiles génitales. Coupes faites dans la peau de la cuisse.

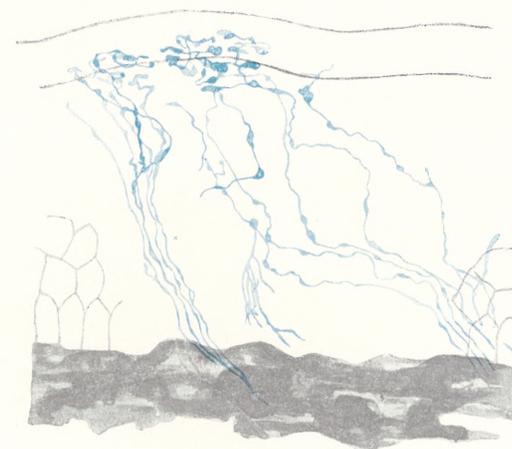
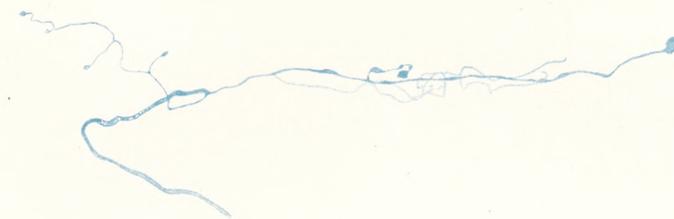
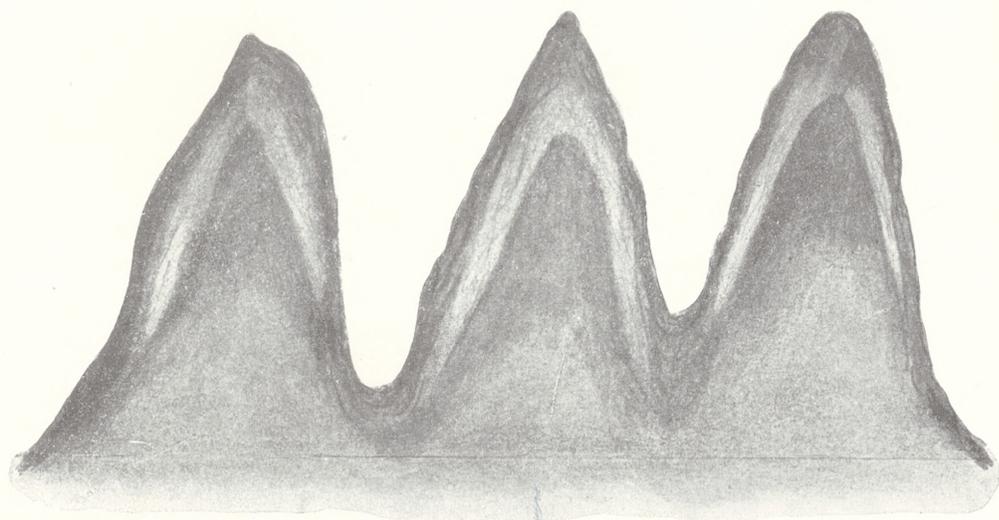
Planche X.

Fig. 1. Deux espèces de terminaisons nerveuses dans l'appareil fixateur du mâle, $\times 575$ lin.

Fig. 2. Corpuscule tactile dans le derme de l'appareil fixateur, $\times 340$ lin.

Fig. 3. Terminaisons nerveuses libres en grappes dans le derme de la peau, $\times 470$ lin.

Fig. 4. Terminaisons nerveuses libres dans l'épithélium de la peau, $\times 685$ lin.



R. Hulanicka.

*Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XXIV. —
Revue critique de la flore de Galicie. XXIV^e partie.*

Note

de M. **HUGO ZAPŁOWICZ** m. c.,
présentée dans la séance du 1 Avril 1912.

Parmi les espèces des genres *Turritis*, *Barbarea*, *Nasturtium* et *Roripa*, décrites dans cette partie, se trouvent les nouveautés suivantes:

Roripa cracoviensis m. Exempla pauca, 36—50 cm alta. unicaulia; caulis erectus teres superne subangulatus et ramosus, inferne lignescens durus, praecipue inferne aequae ac folia subtus pilis brevissimis hirtulo asperulus; folia firmula obovata lyrato profunde pinnatifida inferne angustata vel infima partim indivisa aut subfissa inaequaliter inciso dentata, lobi laterales approximati oblongi vel lanceolati inciso dentati vel subdentati, caulina exceptis infimis petiolatis basi profunde cordato auriculata sessilia, suprema oblongo cuneata inferne fissa, floralia lanceolato cuneata inciso dentata; sepala flava obtusa vel obtusiuscula ovalia fere aequalia 2·5 mm longa 1·2—1·3 mm lata; petala (exsiccata) flava 3 mm longa 1·3—1·5 mm lata obovato cuneata, antherae 1—1·2 mm longae; siliculae exacte globosae 1·5—2 mm longae, stylo 1—1·2 mm longo terminatae, in pedicellis crassiusculis 5—6 mm longis patentes, semina ovalia vel subrotunda punctata per partes minute alata 0·7—0·8 mm longa.

In vicinis Cracoviae: Pychowice „in collibus et ad vias“ cum annotatione „*Nasturtium austriacum* var.“ (Herbich); e loco non designato sub num. herb. 87/2407 (Berdau).

A *R. armoracioidi* (Tausch) Čelak. sc. Beck, quae in ditione florum nostrae nondum reperta est, imprimis siliculis globosis distincta. Nota ultima *R. austriacae* propior quam *R. armoracioides*. Nullo modo planta hybrida; de cetero *R. austriaca* in Galicia occidentali non provenit sc. nondum reperta est.

Roripa amphibia \times *austriaca*. *R. podolica* n. Exemplum 90 cm altum, caulis basi non radicans erectus crassiusculus fistulosus costatus superne ramosus, in parte inferiore evidenter submersus foliis rudimentaribus squamiformibus lanceolatis vel lanceolato linearibus basi auriculatis instructus; folia superiora nitidula laevia subtenuia anguste oblonga ad 5.7 cm longa ad 1.3 cm lata remote denticulata inferne sensim angustiora basi cordato auriculata sessilia, folia floralia sensim et manifeste minora oblonga vel lanceolata denticulata; sepala flava 2.3—2.7 mm longa 1.3—1.5 mm lata fere aequalia ovalia obtusa; petala flava 3.5—4 mm longa 1.7—1.8 mm lata obovato cuneata, antherae 1 mm longae; siliculae parvae exacte globosae 1.5—2 mm longae, stylo 1—1.5 mm longo terminatae, in pedicellis tenuibus 9—12.5 mm longis patentes, semina ovalia vel subrotunda per partes minute alata punctata circ. 0.6—0.7 mm longa.

Niwra distr. Borszczów in Podolia galiciensis „locis udis“ (Lenz).

Planta manifeste hybrida. Caule fistuloso inferne submerso, foliis oblongis et petalis maiusculis *R. amphibiae*, foliis vero auriculatis, floralibus brevibus, sepalis parvis et siliculis globosis *R. austriacae* respondens.

Ambo parentes proveniunt in Podolia galiciensis.

Nulla modo cum *R. austriaca* \times *amphibia* Uechtr. (sub *Nasturtio*) confundenda.

Roripa amphibia \times *subsilvestris*. *R. viaria* n. Exemplum absque parte basali. Caulis erectus 55 cm longus fere a basi ramosus hirtulus rubicundus inferne lignescens anguste fistulosus teres superne costatus; folia ambitu oblonga vel late oblonga pinnatifida basi profunde sagittato auriculata sessilia fere tenuia paulo nitida laevia inferiora subtus sparse hirtula, segmenta lateralia lanceolata vel lineari lanceolata approximata vel in foliis inferioribus remotiuscula paucidentata vel integra segmentum terminale inaequaliter inciso dentatum apice productum, folia floralia lanceolata fissa vel inciso dentata suprema lineari lanceolata longiuscula subdentata; sepala flava 2.7 mm longa 1.1—1.2 mm lata fere aequalia acutiuscula vel obtusiuscula plus minus elliptica; petala flava 3 mm longa 1.2—1.3 mm lata obovato cuneata, antherae 1.2 mm longae; siliculae breves ellipsoideae nondum maturae 2 mm longae, stylo 0.7—0.8 mm longo terminatae, in pedicellis tenuibus ad 12 mm longis patentes.

Krzyszowice „ad vias“ cum *R. silvestri* (Jabłoński).

Caule superne costato (nec anguloso) foliis ambitu oblongis, cau-

linis sessilibus, floralibus angustis longiusculis, siliculis brevibus ellipsoideis, stylo longiusculo etc *R. amphibiae* respondens; caule hirtulo, foliis etiam superioribus pinnatifidis et floribus minoribus *R. silvestri* propior. Ab ambabus caule inferne tereti et foliis caulinis manifeste auriculatis diversa.

A *R. amphibia* × *silvestri* Wimm. (sub *Nasturtio*) valde diversa.

Roripa silvestris × *amphibia*. *R. sodalis* n. Exemplum absque parte basali. Caulis 37 cm longus erectus duriusculus hirtulus teres superne leviter costatus rubicundus superne ramosus; folia etiam floralia pinnatisecta inaequaliter inciso dentata paulo firma, inferiora petiolata media et superiora basi auriculata sessilia brevia, auriculis parvis, segmenta lateralia remotiuscula oblonga vel lanceolata, foliorum supremorum linearia integra; sepala flava obtusa ovalia fere aequalia 2.5 mm longa 1.1—1.3 mm lata; petala flava 3 mm longa 1.5 lata obovato cuneata, antherae 1.1 mm longae; siliculae breves ellipsoideae nondum maturae 2 mm longae, stylo 0.6—0.8 mm longo terminatae, in pedicellis ad 8 mm longis patententes.

Krzeszowice „ad vias“ cum *R. silvestri* et *R. amphibia* × *sub-silvestri* a Jabłoński lecta.

Caule hirtulo, forma foliorum et floribus *R. silvestri*, foliis exceptis inferioribus sessilibus brevibusque et siliculis cum stylo longiusculo *R. amphibiae* respondens.

A *R. amphibia* × *silvestri* Wimm. (sub *Nasturtio*) et *R. silvestri* × *amphibia* Rouy et Fouc. Fl. de France I p. 207 (sub *Nasturtio*) diversissima.

Roripa terrestris × *silvestris*. *R. oslawiensis* n. Exemplum 50 cm altum; caulis inferne lignescens solidus sparse hirtulus a basi ramosus arcuato erectus excepta basi angulatus; folia caulina distincte auriculata, inferiora pro parte obovata sessilia lyrato pinnatifida vel subfissa: lobis lateralibus approximatis, cetera aequae ac superiora petiolata elongata pinnatisecta segmento terminali satis distincte maiore sublyrata: segmentis lateralibus 4—5 iugis distantibus oblongis vel lanceolatis paucidentatis, suprema minora inferne cuneata paucifida; sepala flava obtusiuscula vel acutiuscula fere aequalia oblonga vel anguste oblonga 2.2—2.5 mm longa 0.7—0.9 mm lata; petala flava 3 mm longa 1.2—1.7 mm lata obovato cuneata, antherae 1 mm longae; siliculae breves oblongae adhuc iuveniles 2—2.5 mm longae (circ. 0.6 mm latae), stylo 0.7—0.8 mm longo terminatae, in pedicellis tenuibus ad 9 mm longis patententes.

Oslawy Białe distr. Kołomyja „in fossis“ (Wołoszczak).

Caule basi lignescenti, foliis caulinis inferioribus partim obovatis sessilibusque ceteris aequae ac superioribus (pinnatisectis) sublyratis, floribus dilutioribus, siliculis brevibus et stylo longiusculo *R. terrestri*, caule superne angulato et foliis caulinis maxima ex parte pinnatisectis petiolatis *R. silvestri* propior.

Roripa silvestris × *subpalustris*. *R. wislokiensis* m. Exempla herbarii duo, 25—32 cm alta; rhizoma repens, caulis adscendens a medio vel a basi ramosus angulatus usque ad apicem pilis brevissimis crassiusculis papillatis hirtulus; folia elongata pinnatisecta ad 6 iuga, inferiora distincte lyrata, caulina petiolata basi breviter auriculata partim in eodem exemplo exauriculata, segmenta lateralia ovata oblonga in foliis superioribus etiam anguste oblonga inaequaliter partim inciso dentata; sepala flava subaequalia oblonga vel ovalia obtusa vel obtusiuscula 2.2 mm longa 0.8—1.2 mm lata; petala flava 2.5—3 mm longa 1.2—1.5 mm lata obovato cuneata, antherae 0.9—1 mm longae; siliquae quamquam valde iuveniles iam longiusculae anguste lineares stylo brevi terminatae.

Strzyżów ad flumen Wisłok (Holzer).

Rhizomate repenti, caule hirtulo, foliis caulinis petiolatis, auriculis parvis partim nullis, floribus maiusculis et siliquis linearibus *R. silvestri*, foliis elongatis inferioribus lyratis *R. palustri* respondens

O zmianach w budowie dróg rodnych myszy w życiu pozamacicznym. — Über Änderungen im Bau der Ausführwege des weiblichen Geschlechtsapparates der Maus während ihres postembryonalen Lebens.

Mémoire

de M. **STANISLAS POWIERZA**,

présenté par M. K. Kostanecki m. t. dans la séance du 6 Mai 1912.

(Planches XI — XIII).

A. Einleitung.

Die Frage der Schwangerschaft bei den Säugern und beim Menschen befindet sich bis in die letzte Zeit hinein immer noch auf der Tagesordnung wissenschaftlicher Erörterungen. Nicht allein die Physiologie, sondern sogar die reine Morphologie der Gravidität und der mit ihr zusammenhängenden Prozesse weisen in ihrer wissenschaftlichen Bearbeitung noch mancherlei Lücken auf, deren Ausfüllung dringend geboten erscheint, wenn wir ein vollständiges und klares Bild der diesbezüglichen Erscheinungen gewinnen wollen. Jedoch in Anbetracht gewisser methodologischer Schwierigkeiten und großer Schwankungen und Unterschiede in der Struktur verschiedener Säugetiergruppen ist die Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse nicht ganz leicht. Daraus ergibt sich aber, daß gerade erst die genaueste Kenntnis der Einzelheiten innerhalb der verschiedenen Tiergruppen es uns ermöglicht, zu allgemeineren Fragen überzugehen und schließlich das Ganze des Problems zu erfassen.

Dabei muß bekanntlich der physiologischen Betrachtung die Kenntnis der Morphologie der betreffenden Organe vorausgehen. Und da auch in dieser Hinsicht, wie ich eben hervorgehoben habe, die Lücken in unseren Kenntnissen noch außerordentlich zahlreich sind, so kann es uns nicht verwundern, daß die Forschungen in

der besagten Frage sich bis heute zumeist auf die morphologische Seite derselben erstrecken. Auch meine Beobachtungen verliefen in dieser Richtung, wobei ich mich auf die Untersuchung der Ausführwege nur einer einzigen Art von Säugetieren beschränkte.

Als Untersuchungsmaterial verwendete ich die weiße Maus, welche eine Abart der Hausmaus ist — *Mus musculus var. alba*. Infolge der Leichtigkeit, mit der sich diese Tiere züchten lassen, dienten sie schon sehr häufig zu Studien über den Bau der weiblichen ableitenden Wege des Geschlechtsapparates sowie über diejenigen Erscheinungen, welche sich innerhalb der diese Wege bildenden Organe abspielen.

Angaben, die sich ausschließlich nur auf den anatomischen und histologischen Bau der Geburtswege geschlechtlich ausgereifter Mäuse beziehen, finden wir in den Arbeiten von Beddard (1), Gage (10), Gerhardt (11), Schaffer (27) und Sobotta (30, 31). Bei anderen Autoren finden wir wiederum hauptsächlich Angaben über Änderungen, welche die Geburtswege der Maus in gewissen Perioden des Geschlechtslebens erleiden. Änderungen im Uterus während der Schwangerschaft finden Berücksichtigung in den Arbeiten von Burckhard (3), Clivio (5), Duval (6), Ercolani (8), d'Erchia (7), Frommel (9), Kolster (15), Nussbaum (22) und Pujiula (23), während das Puerperium mit spezieller Berücksichtigung der Regeneration der Uterusschleimhaut und der Uterusdrüsen von Burckhard (4), Rathcke (24) und Strahl (38, 39) bearbeitet worden ist. Die zyklischen Änderungen, welche während des Geschlechtslebens des ausgereiften Weibchens im Bau der Scheide auftreten, wurden beschrieben von Königstein (17), Lataste (18), Moreau (21), Retterer (25) und Tafani (40). Schließlich finden wir noch einige Angaben über den Bau der Geburtswege oder über Änderungen derselben gelegentlich in Arbeiten solcher Autoren, deren Hauptaufgabe in dem Studium des Befruchtungsvorganges, des Furchungsprozesses oder der embryonalen Entwicklung der Maus bestand [Melissinos (19), Selenka (28, 29), Sobotta (32, 33, 34, 35, 36, 37) und Tafani (40, 41)].

In vorliegender Arbeit, deren Ergebnisse ich mitteilen will, bezweckte ich die Untersuchung des Baues der Ausführwege des weiblichen Geschlechtsapparates der Maus in denjenigen Perioden des postembryonalen Lebens, welche bisher von den soeben ange-

führten Autoren entweder vollständig übergangen oder noch nicht ganz genau erforscht wurden. Meine Beobachtungen umfassen einerseits die postembryonale Entwicklung der Tube, des Uterus und der Scheide, d. h. die in diesen Organen von der Geburt an bis zur geschlechtlichen Reife vorsich gehenden Änderungen, andererseits diejenigen Änderungen, welche im Bau dieser Organe im Zusammenhang mit der Funktion der Geburtswege in gewissen Perioden des Geschlechtslebens auftreten.

Anfänglich war es meine Absicht, die Studien ausschließlich nach der histologischen Richtung hin zu führen. Im Verlauf der Arbeit bin ich jedoch zu der Überzeugung gekommen, daß sogar gewisse rein anatomische Einzelheiten von den betreffenden Autoren entweder ungenau oder nicht ganz richtig dargestellt wurden. Aus diesem Grunde konnte ich nicht umhin, auch den anatomischen Bau mit zu berücksichtigen.

Vorliegende Arbeit habe ich unter der Leitung des Herrn Prof. E. Godlewski (jun.) ausgeführt, dem ich auch die Anregung zur Wahl des obigen Themas verdanke.

B. Untersuchungsmethoden.

Die für meine Untersuchungen notwendigen Entwicklungsstadien erhielt ich in der Weise, daß ich die in einzelnen Käfigen untergebrachten trächtigen Weibchen mehrmals am Tage beobachtete und kontrollierte und dann die Jungen vom Augenblick des Wurfs an gerechnet in entsprechenden Zeitintervallen tötete. Kam der Wurf am Tage zustande, so konnte er mitunter direkt beobachtet werden, und das Alter der Jungen war in diesem Falle ganz genau bekannt. In anderen Fällen ließ sich das Alter nur annähernd, und zwar bis auf 10 Stunden, bestimmen, was übrigens für meine Zwecke völlig genügte.

Was die reifen Tiere anbetrifft, so stützte ich mich zur Erlangung der entsprechenden Stadien auf die Beobachtungen Sobotta's und anderer Autoren.

Besonders wertvolle Angaben über das Geschlechtsleben der Maus finden sich in den Arbeiten von Sobotta.

Zwecks mikroskopischer Untersuchungen fixierte ich das frische

Material vorwiegend in gesättigter wässriger Sublimatlösung mit einem 5%-igen Zusatz von konzentrierter Essigsäure. Außerdem bediente ich mich zu diesem Zwecke mitunter auch der Flemming'schen und Zenker'schen Flüssigkeit. Nach Behandlung des fixierten Materials mit Alkoholen und Xylol bettete ich dasselbe ausschließlich in Paraffin ein, worauf ich aus demselben Serienschritte von 3, 5, 6 oder 9 μ herstellte. Die Schnitte färbte ich meistens mit Häma-laun (Mayer) oder mit Hämatoxylin (Böhmer) und Eosin. Mitunter wurden die Präparate mit Mucikarmin tingiert oder auch vor der Einbettung mit Boraxkarmin in toto durchgefärbt.

C. Ergebnisse eigener Untersuchungen.

I. Beiträge zur Anatomie der Ausführwege des weiblichen Geschlechtsapparates der Maus.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Säugetiere besteht der weibliche Geschlechtsapparat außer dem Eierstock aus drei sich kontinuierlich fortsetzenden Organen, und zwar: 1) dem Eileiter (der Tube, — *tuba uterina Fallopii*), 2) der Gebärmutter (*uterus*) und 3) der Scheide (*vagina*). Bei der Maus dagegen und noch einigen anderen Gattungen tritt zu diesem Komplex noch ein viertes Organ hinzu, die sog. *Bursa ovarica*. Die Berechtigung, letztere als einen Bestandteil der den weiblichen Geschlechtsapparat der Maus bildenden Organe anzusprechen, kann m. E. aus folgenden Tatsachen hergeleitet werden. Aus den Arbeiten von Beddard (1)¹⁾, Gerhardt (11) und Sobotta (34) wissen wir, daß die *Bursa ovarica* das Ovarium vollständig umgibt oder vielmehr abschließt, ohne durch irgend eine Öffnung mit der Bauchhöhle in Verbindung zu stehen. Sobotta gibt überdies an, daß bei der Maus die Eier nach dem Platzen der Graaf'schen Bläschen nicht sofort von der Tube ergriffen werden, sondern eine Zeitlang in dem von der Ovarialkapsel umfaßten Raume, dem von Sobotta sog. „Periovarialraume“, liegen bleiben. Dies läßt sich damit erklären, daß, wie Gerhardt (11) festgestellt hat, die Fimbrien hier bedeutend schwächer entwickelt sind als bei Tieren, bei denen die Ovarialkapsel kein völlig geschlossenes Täschchen bildet. Das Lumen, welches zwischen der Ovarialkapselwand und dem Ovarium (= Periovarialraum) vorhan-

¹⁾ Zitiert nach Gerhardt (11).

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

Ed. Janczewski. Suppléments à la Monographie des Groseilliers. IV. Hybrides nouveaux	Oct. 1911
H. Zapalowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXII partie	Oct. 1911
E. Godlewski (sen.). Über anaerobe Eiweißzersetzung und intramolekulare Atmung in den Pflanzen	Oct. 1911
A. Beck und G. Bikeles. Über die gegenseitige funktionelle Beeinflussung von Groß- und Kleinhirn	Nov. 1911
A. Beck und G. Bikeles. Über die sensorische Funktion des Kleinhirnmittelstücks (Vermis)	Nov. 1911
J. Zaczek. Über eine neue Form der Nervenendigungen in den Sinushaaren der Pferde	Nov. 1911
L. Popielski. Blutdruck und Ungerinnbarkeit des Blutes bei der Tätigkeit der Verdauungsdrüsen	Nov. 1911
A. Prazmowski. Entwicklungsgeschichte und Morphologie des Azotobacter chroococcum Beejer. Vorläufige Mitteilung	Déc. 1911
S. Udziela. Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem von Salamanderlarven (<i>Salamandra maculosa</i> Laur.)	Déc. 1911
L. Popielski. Weitere Untersuchungen über die Bedeutung der Aufhebung der Blutgerinnungsfähigkeit für die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen	Déc. 1911
J. Zajac. Der vertikale Schnitt des monokularen Sehraumes. (Weitere Untersuchungen über das monokulare Sehen)	Déc. 1911
K. Bialaszewicz. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Frosch- und Hühnerembryonen. Vorläufige Mitteilung	Janv. 1912
H. Zapalowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXIII partie	Févr. 1912
K. Kostanekci. Über eigentümliche Degenerationserscheinungen des Keimbläschens	Févr. 1912
B. Hryniewiecki. Ein neuer Typus der Spaltöffnungen bei den <i>Saxifragaceen</i>	Févr. 1912
Ch. Klecki. Action de l'émanation du radium sur la phagocytose des microbes	Mars 1912
A. Prazmowski. Azotobacter-Studien. I. Morphologie und Cytologie	Mars 1912
J. Dunin-Borkowski. Versuch einer chemischen Theorie der Hämolyse und der Hämagglutination	Mars 1912
W. Rothert. Über Chromoplasten in vegetativen Organen	Mars 1912

TABLE DES MATIÈRES.

Avril 1912.

	Page
W. ROTHERT. Über Chromoplasten in vegetativen Organen (Schluß)	241
R. HULANICKA. Recherches sur l'innervation des proéminences tactiles génitales de la femelle et de l'appareil fixateur du mâle de <i>Rana temporaria</i>	337
H. ZAPĄŁOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie. XXIV partie	345
St. POWIERZA. Über Änderungen im Bau der Ausführwege des weiblichen Geschlechtsapparates der Maus während ihres postembryonalen Lebens	349

Le «*Bulletin International*» de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A ... 8 K; Série B ... 10 K.

Les livraisons du «*Bulletin International*» se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie «*Spółka Wydawnicza Polska*»
Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix 2 K 30 h.
