

54
27
E. G.

MONATSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Aus dem Jahre 1875.

43
7204

Mit 17 Tafeln.



BERLIN 1876.

BUCHDRUCKEREI DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (G. VOGT)
NW. UNIVERSITÄTSSTR. 8.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG.
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Nachtrag.

22. April. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Braun legte folgende Abhandlung vor:

Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen
erläutert durch die Stellung dieser Familie im
Stufengang des Gewächsreichs.

(Schluss.)

Zwischen Phanerogamen und Cryptogamen besteht eine Kluft, über welche in der jetzigen Pflanzenwelt kein Übergang zu finden ist, und welche durch die untergegangenen Pflanzen der Vorwelt zu überbrücken bis jetzt gleichfalls nicht gelungen ist. Nur einige hüben und drüben vorragende Pfeiler scheinen die einstige Verbindung beider Ufer anzudeuten. Zu diesen gehören auf der phanerogamischen Seite ohne Zweifel die Cycadeen. Nach der Fortpflanzungsweise unzweifelhafte Phanerogamen weisen sie doch durch zahlreiche Eigenthümlichkeiten rückwärts nach der Cryptogamenwelt, besonders nach den Farnen hin, ja es ist selbst leichter, sich den einstigen Zusammenhang derselben mit diesen vorzustellen, als den Zusammenhang mit irgend welchen Abtheilungen des phanerogamischen Gebietes. Die von Link behauptete Verwandtschaft der Cycadeen mit den Monocotylen beruht lediglich auf einer oberflächlichen Habitusähnlichkeit mit den Palmen, die genauer betrachtet weit geringer erscheint als die Ähnlichkeit mit den Farnen. Strasburger nennt die Cycadeen, um das Seltsame, was in seiner Erklärung der weiblichen Blüthe derselben liegt, abzuschwächen, eine „isolirte Bildung“. Als solche stehen sie wohl in der Jetztwelt da, aber in der Vorwelt spielten sie eine grosse Rolle

und waren einst mit den Coniferen, mit welchen sie von gleichem Alter zu sein scheinen, die hauptsächlichsten, ja vielleicht die einzigen Vertreter der Phanerogamen.¹⁾ Es kommt ihnen daher ohne Zweifel eine wesentliche Bedeutung im Stufengang des Pflanzenreichs zu und man ist zum Voraus berechtigt, nicht etwas Absonderliches, sondern etwas im directen Fortgang der Entwicklung Liegendes zu erwarten.

Heben wir sogleich den wesentlichsten und für die phylogenetische Betrachtung wichtigsten Punkt hervor, durch welchen sich die Verwandtschaft der Cycadeen mit den höheren Cryptogamen ausspricht, nämlich das proembryonale Verhalten derselben. Zwar sind die betreffenden Verhältnisse hier weit weniger erforscht als bei den Coniferen, aber doch genügend, um eine grosse Über-

¹⁾ Während von lebenden Cycadeen nach De Candolle's Prodrusus (XVI. II) nur 9 Gattungen mit 76 (zum Theil zweifelhaften) Arten beschrieben sind, denen noch etwa 20 neuerlich entdeckte beizufügen sein mögen, beträgt die Zahl der fossilen, grossentheils den älteren und mittleren Gebirgsformationen angehörigen nach W. Ph. Schimper (Paléontologie végétat. II) 18 Gattungen mit 175 Arten. Ausser diesen sämmtlich nach den Blättern bestimmten werden noch besonders aufgeführt die Reste von Stämmen in 7 Gattungen mit 26 Arten, von männlichen und weiblichen Blüthen (Zapfen) in 5 Gattungen mit 15 Arten und endlich die fraglich hieher gerechneten Samen in 5 Gattungen mit 69 Arten. Über die letzteren, die früher räthselhaften „Carpolithen“ der älteren Formationen, hat neuerlich Ad. Brongniart (Ann. d. sc. nat. 5. Sér. XX) wichtige Aufschlüsse gegeben, indem er zahlreiche Arten derselben, welche in der Steinkohlenformation von St. Etienne in verkieseltem Zustande gefunden wurden, nach ihrem inneren Bau beschreibt und nachweist, dass dieselben bei aller Mannigfaltigkeit des Baus (er unterscheidet 17 verschiedene Gattungen) sich sämmtlich als orthotrope Samen erweisen, welche ohne Zweifel von Cycadeen, Coniferen und anderen untergegangenen Ordnungen gymnospermischer Gewächse, zu welchen er im Widerspruch mit Goldenberg und anderen Forschern auch die Sigillarien rechnet, abstammen. Die Cycadeen treten ebenso wie die Coniferen zuerst in der Steinkohlenzeit auf, allerdings zunächst in noch zweifelhaften Formen (*Cordaites* s. *Pycnophyllum*), welche von anderen Autoren, namentlich von E. Weiss (fossile Flora der Steinkohle und des Rothliegenden im Saar-Rhein-Gebiete) fraglich den Monocotylen zugezählt werden, wogegen jedoch der Bau des Stammes und der Samen dieser Gewächse spricht.

einstimmung derselben in beiden Familien erkennen zu lassen. Wir wissen, dass den Cycadeen ein schon vor der Befruchtung im Innern des Eikerns sich entwickelnder Vorkeim (nach der bei den Phanerogamen üblichen Terminologie ein zum Zellkörper sich entwickelnder Embryosack) zukommt, an dessen oberem, der Spitze des Eikerns zugekehrtem Ende sich 3 bis 6¹⁾ kreisförmig geordnete und durch Parenchym getrennte, von vier eine Rosette bildenden Halszellen²⁾ gekrönte Archegonien (früher nach R. Brown „Corpuscula“ genannt) befinden. In beiden Beziehungen stimmen diese Archegonien mit denen vieler Coniferen überein, in der Trennung durch Parenchym z. B. mit *Pinus*, *Taxus*, *Ginkgo*³⁾ (auch *Ephedra*), in der Bildung der Halszellen gleichfalls mit *Pinus*⁴⁾, *Taxus*⁵⁾, *Juniperus communis*. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass die genauere Vergleichung der verschiedenen Gattungen der Cycadeen in dieser Beziehung noch mehrere Modificationen aufweisen wird, analog denen, welche von den Coniferen bekannt sind. Ebenso lässt sich vermuthen, dass die Centralzelle des Archegoniums, wie es Strasburger bei den Coniferen entdeckt hat⁶⁾, auch bei den Cycadeen an der Spitze eine Kanalzelle absondert, wiewohl eine directe Beobachtung hierüber noch nicht vorliegt. Es sind dies sämmtlich Eigenthümlichkeiten, in welchen die Cycadeen ebenso wie die Coniferen den höheren Cryptogamen, den sog. Gefässcryptogamen, näher stehen als den angiospermischen Phanerogamen. Beide gehören somit jenem merkwürdigen Grenzgebiete der Phanerogamen an, auf welchem die proembryonale Entwicklung ein deutliches, wenn auch im Innern des Samens verschlossenes Prothallium (Keimlager) erkennen lässt, eine Eigenschaft, durch welche sie uns den Schlüssel geben einerseits zum

1) Beobachtet bei *Cycas*, *Encephalartos*, *Macrozamia* und *Zamia* von Mirbel, Gottsche, Karsten, de Bary (bot. Zeit. 1870, S. 589).

2) Bei *Zamia muricata* befinden sich nach Karsten über jedem Corpusculum 3 — 4 eigenthümlich gebildete Zellen (Abhandl. der Berl. Akad. 1856, S. 206).

3) Strasburger, Conif. t. XIII, f. 52. 53.

4) Hofmeister, vergleich. Unters. t. XXVIII, f. 9. 10. 11.

5) Daselbst t. XXXII, f. 1 — 3.

6) Strasburger, Die Befruchtung bei den Coniferen, Jena 1869.

Verständniss der proembryonalen Natur des Keimsacks der höheren Phanerogamen und anderseits durch die Mittelstufe der mit mehr oder weniger frei sich entwickelndem Prothallium versehenen höheren Cryptogamen zur richtigen Deutung der früher so paradoxen Moospflanze, so wie auch der sämtlichen thallogischen Bildungen der niederen Cryptogamenwelt. Denn es bilden diese Verhältnisse eine zusammenhängende Kette, in welcher die ersten und letzten Glieder nichts gemein zu haben scheinen, die mittleren aber erkennen lassen, dass alle einer gesetzmässig fortschreitenden Reihe angehören. Und zwar spricht sich das Gesetzmässige derselben darin aus, dass am Anfang der Reihe das proembryonale Leben vorherrscht, ja zunächst allein vorhanden ist, während im Fortgang das embryonale (d. i. das von der Embryobildung ausgehende) stufenweise zunimmt, das proembryonale dagegen in gleichem Masse abnimmt, zuletzt bis zur völligen Unscheinbarkeit und Verborgenheit herabsinkend, doch niemals völlig verschwindend.¹⁾ Da jeder

¹⁾ Celakovsky in einer inhaltsreichen Abhandlung über die verschiedenen Formen und die Bedeutung des Generationswechsels (in den Schriften der Böhm. Ges. der Wissensch. März 1874, S. 22) stellt dies so dar, als ob bei den Phanerogamen der erste Lebensabschnitt, den ich als den proembryonalen bezeichnet habe (von ihm als „Protophyt“ bezeichnet), ganz in den zweiten (den „Antiphyten“) aufgenommen, eine Aufeinanderfolge zweier Generationen (ein Generationswechsel) desshalb hier nicht mehr anzunehmen sei. Giebt man aber zu, was Celakovsky selbst nicht bestreitet, dass der proembryonale Zellkörper der gymnospermen Phanerogamen, in welchem sich die Copuscula bilden, wesentlich dasselbe ist mit dem archegonienbildenden Prothallium der höheren Cryptogamen, so muss man auch den Embryosack der angiospermen Phanerogamen als Vorkeim gelten lassen. Dass sich derselbe erst nach geschehener Befruchtung einer Tochterzelle (des Keimbläschens) zum Gewebekörper (Endosperm) ausbildet, entspricht ganz dem Gesetze der zunehmenden Beschleunigung, mit welcher das Pflanzenleben auf seiner höchsten Stufe von der proembryonalen zur embryonalen Entwicklung zueilt. Abgesehen von dem Unterschiede in der Zeit des Eintritts ist der Zellbildungsprozess im Keimsack der Angiospermen wesentlich derselbe, wie in dem der Gymnospermen und ebenso in dem letzterem so ähnlichen Prothallium von *Isoëtes*, beginnend, mit freier Zellbildung, durch Zelltheilung sich fortsetzend. In vielen Familien, namentlich sympetaler Dicotylen, tritt, wie Hofmeister gezeigt hat, sogar von Anfang an Zelltheilung ein, wie beim Pro-

dieser beiden Abschnitte des pflanzlichen Lebenskreises, der der proembryonalen sowohl als der der embryonalen Entwicklung, mit einer besonderen Keimzelle beginnt, somit eine eigene Generation darstellt, so erscheint dieses Gesetz als das des embryonalen Generationswechsels oder, um mich eines von Haeckel¹⁾ trefflich gewählten Ausdrucks zu bedienen, der embryonalen Metagenese¹⁾,

thallium der Farne, ein Umstand, welcher beweist, dass man das Endosperm der Angiospermen nicht als ein Aggregat von unbefruchteten Keimbläschen (als „Schwestergeneration der Eizelle“ Celak. S. 23) betrachten kann. Überdies kommt es auch bei einer Gattung cryptog. Gewächse (*Selaginella*) vor, dass ein Theil des Prothallium-Gewebes erst nach der Befruchtung angelegt wird, welchen Theil Pfeffer (in Hanstein, bot. Abhandl. 4. Heft S. 24) desshalb allein als Äquivalent des Endosperms der Angiospermen betrachtet wissen will. Da jedoch dem Keimsack die proembryonale Bedeutung auch dann nicht abgesprochen werden kann, wenn er sich niemals zu einem Gewebekörper entwickelt, wenn selbst jede Spur einer anderen Zellbildung als die der Keimbläschen ausbleibt, wie dies z. B. bei *Canna* der Fall ist (Hofmeister. Beitr. zur Kenntn. d. Embryobild. II. S. 707), so können alle diese Verschiedenheiten doch nur als Modificationen in der Ausbildung des Keimlagers von untergeordneter Bedeutung betrachtet werden. Celakovsky führt zu Gunsten seiner Auffassung an, dass der Keimsack nicht wie die Spore aus der Viertheilung einer Mutterzelle hervorgehe, sondern nur eine Gewebezelle des Eikerns sei, die als solche nicht als gleichwerthig mit der Spore betrachtet werden könne. Der Keimsack dürfe nur der Sporenmutterzelle verglichen werden und sei wie diese eine Schlusszelle der alten Pflanze, nicht eine Anfangszelle der neuen. Man wird den ersten Theil dieser Behauptung zugeben können ohne dem zweiten beizustimmen, denn der Keimsack verhält sich in seiner einem Schmarotzer vergleichbaren Entwicklung in einer Weise selbstständig gegen das Gewebe des Eikerns, dass man ihn mit allem Recht als die Urzelle eines beginnenden neuen Lebens betrachten kann. Dieselbe Betrachtung kann man auch auf die Sporenmutterzellen anwenden, jedoch mit dem Unterschiede, dass in dem einen Falle die Urzelle direct zum Vorkeim wird, in dem andern dagegen einen nochmaligen Zelltheilungsprozess eingeht, welcher den Zweck hat, zur Aussaat geeignete Tochter-Urzellen hervorzubringen, während sie selbst untergeht. Wo das Bedürfniss der Aussaat eintritt, da finden wir auch bei den Phanerogamen dieselbe Theilung der Urmutterzelle, nämlich bei der Bildung des Pollens.

¹⁾ Generelle Morphologie II, 88. Wie „Metamorphosis“ die Reihe der

eines Gesetzes, welches als ein Grundgesetz der pflanzlichen Entwicklung im Einzelnen wie im Ganzen betrachtet werden kann. Unter den mannigfaltigen Formen, in denen der Generationswechsel im Entwicklungskreise des Pflanzenlebens vorkommt, ist der hier bezeichnete der ursprünglichste und wichtigste, dem gegenüber alle anderen Fälle als untergeordnete und minder wesentliche erscheinen. Mit Recht sagt daher Sachs¹⁾, dass die Lehre vom Generationswechsel (er versteht darunter eben nur den hier besprochenen) die Aufgabe habe, die Hauptabschnitte der Entwicklungsgeschichte aller Pflanzen, welche Sexualorgane erzeugen, auf ein einziges Schema zurückzuführen, und er hätte wohl auch diejenigen, welche keine Sexualorgane besitzen, mit einschliessen können, denn gerade diese bilden den naturgemässen Anfang der Reihe. Auch Celakovsky²⁾ hebt diese Art des Generationswechsels, welche er als die des gegensätzlichen (antithetischen) von allen anderen Arten scharf unterscheidet, besonders hervor und hat sie wohl vorzugsweise im Sinn, wenn er sagt: „Im Generationswechsel³⁾ spricht sich nicht nur eine Verjüngung der Art innerhalb

Gestaltungsstufen (Formationen) bezeichnet, durch welche der Entwicklungskreis des specifischen Lebens am ungetheilten Individuum vollendet wird, so „Metagenesis“ die Reihe der Generationen, d. i. der besondern Individuen, welche als Träger der Formationen zu dem gleichen Zwecke erforderlich sind.

¹⁾ Lehrb. d. Bot. 4. Aufl. S. 234.

²⁾ In der oben angeführten Abhandl. S. 27. 28.

³⁾ Dasselbst S. 10 — 12. Wenn ich auch dem oben gebrauchten Ausdruck „embryonaler Generationswechsel“ das Wort nicht reden will, da ihm der Vorwurf der Zweideutigkeit gemacht werden kann, so nehme ich doch an der Bezeichnung „antithetischer Gener.“ Anstoss, da es sich in der That nicht um einen Gegensatz, sondern um einen Vor- und Nachsatz, um eine bestimmte Folge von Entwicklungserscheinungen handelt. Man kann zwar einen Gegensatz darin finden, dass die erste Generation aus einer unbefruchteten, die zweite aus einer befruchteten Keimzelle hervorgeht, allein der Eintritt der Befruchtung ist nur das Mittel zur Überführung der Entwicklung in ein weiteres Stadium, das an und für sich nicht als Gegensatz des vorausgehenden betrachtet werden kann. Bei der Parthenogenese fällt dieser Gegensatz ganz weg und der von Farlow (bot. Zeit. 1874. S. 180) beschriebene directe Übergang vom Prothallium zur beblätterten Farnpflanze zeigt

ihrer Entwicklung, sondern auch das Andenken an die einstigen Entwicklungen der Pflanzenwelt im Grossen und Ganzen und an die Fortbildung neuer Typen aus.“

In Anbetracht der Unsicherheit und Verwirrung¹⁾, in welche die Lehre vom Generationswechsel nicht bloss der Pflanzen, son-

deutlich, dass beide Generationen nur Stufen einer fortschreitenden Entwicklung sind. Im Gegensatz des antithetischen fasst Celak. alle anderen Arten des Generationswechsels unter dem Namen des „homologen“ zusammen. Allein auch diese Bezeichnung trifft nicht überall zu, da auch in manchen Fällen des antithetischen Generationswechsels beide Generationen einen homologen Bau besitzen, wie z. B. bei den Hymenomyceten, deren Fructifications-träger doch auch nur als thallogische Bildung betrachtet werden kann, oder bei der Algengattung *Coleochaete*, bei welcher der kleine thallogische Zellkörper der zweiten Generation überdies Zoosporen hervorbringt, welche mit den vom Thallus der ersten Generation erzeugten völlig übereinstimmen. Andererseits giebt es Fälle untergeordneten Generationswechsels, bei welchen die morphologische Beschaffenheit der aufeinanderfolgenden Generationen nicht als eine homologe betrachtet werden kann, so z. B. wenn die beblätterte Moospflanze als seitliche Sprossgeneration aus dem thallogischen Protonema hervorgeht. (Nach Hermann Müller, Sporenvorkeime und Zweigvorkeime der Laubmoose, 1874, scheint zwar das Protonema der Moose in mancher Beziehung nur eine einfachere Form des blattbildenden Moosstengels zu sein, dass man es aber nicht ganz mit demselben identificiren darf, zeigt am besten die abweichende Form desselben bei *Sphagnum*.) Wählt man statt der besprochenen Benennungen die Ausdrücke „primärer“ und „secundärer“ Generationswechsel, so sagt man wenigstens nichts Unrichtiges.

¹⁾ Zum Beleg möge Folgendes dienen. Die bekannte Erscheinung der Sprossfolge bei den Phanerogamen, deren wesentliche Übereinstimmung mit dem Generationswechsel der Thiere ich genügend dargethan zu haben glaubte (Verh. d. Akad. 1853), wird von fast allen neueren Autoren nicht als solcher anerkannt, wiewohl sie mehr als jede andere Art des vegetabilischen Generationswechsels mit dem thierischen übereinstimmt, indem sie, wie dieser von einer befruchteten Keimzelle (Ei) ausgeht. Haeckel (Gen. Morph. II. 104) trennt sie von der Metagenesis unter dem Namen Strophogenesis (Generationsfolge) und Strasburger (phyl. Meth. 20) lässt sie nicht einmal als solche gelten. Auch der primäre (antithetische) Generationswechsel der Pflanzen, welchen Sachs (4. Aufl.) allein als ächten Generationswechsel behandelt, und den auch Haeckel (der die Farne und Schafthalme als Beispiel anführt) zur Metagenesis rechnet und (unter Met. productiva) mit der

dern auch der Thiere durch die neueren Bemühungen, die mannigfaltigen Erscheinungen desselben zu ordnen und phylogenetisch abzuleiten, gerathen ist, mögen noch einige weiter abschweifende Bemerkungen über diesen namentlich für die pflanzliche Lebensgeschichte so wichtigen Gegenstand gestattet sein. Der primäre Generationswechsel der Pflanzen ist eine dem Pflanzenreich ausschliesslich zukommende, dem Thierreich völlig fremde Erscheinung, daher ist es nicht zu verwundern, dass die Bedeutung desselben, indem man sich von den im Thierreich vorkommenden Verhältnissen nicht losmachen konnte, nicht blos von den Zoologen missverstanden, sondern selbst von den Botanikern, obgleich alle zum Verständnisse nöthigen Punkte klar gelegt waren, bis in die neuste Zeit nicht allgemein erfasst wurde. Nur hieraus kann man es erklären, dass Haeckel¹⁾ im Generationswechsel der Farne, Moose u. s. w. einen Fall von Metagenesis regressiva vermuthet. Offenbar, sagt er, erkläre sich das Paradoxe desselben

Mehrzahl der Fälle des thierischen Generationswechsels zusammenstellt, wird von Strasburger vom Generationswechsel ausgeschlossen und als Strophogenesis in einem von Haeckel abweichenden Sinne unterschieden. Celakovsky hat sich das Verdienst erworben, den zerstückelten Generationswechsel in seinem ganzen Zusammenhang wieder hergestellt und eine scharfe Begriffsbestimmung desselben gegeben zu haben: nur am Schlusse seiner Abhandlung (S. 42) wird er sich selbst ungetreu, indem er gleich den Gegnern, die er bekämpft, für die verschiedenen Arten des Generationswechsels, welche nach seiner eigenen Darstellung unter einem Genusnamen vereinigt bleiben mussten, verschiedene Genusnamen in Vorschlag bringt (Metagenesis, Strophogenesis, Antigenesis).

¹⁾ Gener. Morphol. II, 94. Die Unterscheidung des fortschreitenden (progressiven) und rückschreitenden (regressiven) Generationswechsels findet sich S. 91 entwickelt. Der erstere wird aus dem Übergang der Monogenie zur Amphigenie (z. B. bei Trematoden, Hydromedusen), der letztere durch Rückschlag der Amphigenie in die Monogenie (z. B. bei den Blattläusen) erklärt. So begründet der Unterschied beider Arten an und für sich sein mag, so ist doch nicht zu übersehen, dass bei beiden Arten der Generationscyclus mit dem befruchteten Ei beginnt und im Verlauf zur monogenen Fortpflanzung zurücksinkt, somit beide in gewissem Sinne regressiv sind, während das umgekehrte Verhalten der Pflanzen den einzigen in jedem Sinne progressiven Generationswechsel darstellt.

am besten durch die Annahme, dass die früheren Stammältern dieser Organismen sich ausschliesslich geschlechtlich fortpflanzten. Wie diese Erklärung, die für die wechselnden Generationen der Blattläuse und anderer Gliederthiere wahrscheinlich sein mag, auf Moose und Farne Anwendung finden soll, ist völlig dunkel. Strasburger glaubt das Wunderbare, dass bei farnähnlichen Gewächsen die auf dem tieferen Entwicklungsstadium gebliebene Generation, das Prothallium, die geschlechtliche Differenzierung zeigt, dadurch entfernen zu können, dass er bei diesen Gewächsen, ebenso wie bei den Moosen, überhaupt die Existenz zweier Generationen nicht anerkennt, sondern die vermeintlichen Generationen als individualisierte Glieder einer Generation betrachtet.¹⁾ „Generation“ ist freilich ein dehnbarer Begriff; man kann die ganze Pflanzenwelt einer geologischen Periode eine Generation nennen und auch die einzelne Zelle. Handelt es sich aber um Generationswechsel, so wird die Generation durch ein morphologisches oder physiologisches Individuum repräsentiert und die Vergleichung der Fälle setzt eine Auffassung des Individuellen in gleichem Sinne voraus. Zwei sich folgende Erzeugnisse, die aus zwei verschiedenen Keimzellen, das eine aus der unbefruchteten Spore, das andere aus dem befruchteten Ei entspringen, können aber weder morphologisch noch physiologisch als Ein Individuum, daher auch

¹⁾ Strasburger (phylogen. Method. S. 17) unterscheidet der Verschiedenheit des Ursprungs nach 1) Metagenese (ächter Generationswechsel), welche dadurch entstehen soll, dass ursprünglich gleiche Generationen verschieden werden und sich zu einem Entwicklungsganzen zusammenziehen; 2) Strophogenese (Entwicklungswechsel), welche aus der Spaltung und Individualisierung der Glieder einer ursprünglich einfachen Generation abgeleitet wird. Ich glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass weder das Eine noch das Andere im Pflanzenreich zu finden ist. Was insbesondere den primären Generationswechsel der Pflanze betrifft, welchen Haeckel zur Strophogenese rechnet, so zeigt die ganze Erscheinungsreihe desselben, deren wesentliche Abstufungen durch die Namen *Nostoc*, *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Coleochaete*, *Moose*, *Farne*, *Selaginella*, *Gymnospermen*, *Angiospermen* angedeutet werden können, aufs Deutlichste, dass die zweite Generation nicht einer Spaltung der ersten, sondern dem Hinzukommen einer neuen Bildung, dem Fortschreiten zu einer über die erste Generation hinausgehenden höheren Entwicklung ihren Ursprung verdankt.

nicht als eine Generation betrachtet werden; auch liegt durchaus kein Grund vor, diese zwei Generationen phylogenetisch aus der Spaltung einer Generation abzuleiten. Die Strasburger'sche Erklärung sucht eine Paradoxie wegzuräumen, setzt aber eine viel grössere an deren Stelle in der Behauptung, dass ein aus einem besonderen geschlechtlichen Zeugungsact hervorgehender Lebensabschnitt keine besondere Generation sei. Man kann überhaupt nur so lange etwas „Paradoxes“ oder „Wunderbares“ in der Entwicklungsgeschichte der Farne und Moose sehen, als man dieselbe mit der zoologischen Brille betrachtet¹⁾. So lange die Moose die einzigen Cryptogamen waren, deren Befruchtungsverhältnisse man kannte, schienen sie allerdings durch den Umstand, dass bei denselben aus der befruchteten Zelle nicht eine neue Moospflanze, sondern ein zweiter Abschnitt der Entwicklung, die eigenthümliche Moosfrucht, hervorgeht, dass somit die Befruchtung mitten in den Lebenscyclus selbst hinein fällt, eine ganz seltsame Ausnahme von dem nach der damaligen Vorstellung allgemeinen Gesetze der geschlechtlichen Fortpflanzung zu machen. Als dann die Befruchtungsorgane der Farne und verwandten Gewächse an einer Stelle entdeckt wurden, wo man sie am wenigsten erwartet hatte, nämlich an dem aus der Spore sich entwickelnden thallusartigen Keimgebilde, da schloss sich ein zweites Glied an das erste an, aber wie die Kette fortgeführt und abgeschlossen werden könne, blieb noch immer ein Räthsel. Doch habe ich schon damals, noch ehe die Verhältnisse der Befruchtung und Embryobildung der Gymnospermen genügend bekannt und für das Verständniss reif waren, die Vermuthung ausgesprochen, dass von diesen aus der bis dahin dunkle Zusammenhang in der Fortpflanzung der Phanerogamen und

¹⁾ Vom pflanzlichen Standpunkt aus scheinen gerade diejenigen Gewächse eine Ausnahme vom allgemeinen Gesetz zu machen, bei welchen die zweite Generation keine andere Entwicklung hat als den Reifungsprozess der Spore selbst (*Vaucheria*, *Spirogyra*, *Mucor*). Man kann sie als Gewächse mit einzelliger zweiter Generation betrachten. Am thierähnlichsten unter allen verhalten sich die Fucaceen und Diatomaceen, bei welchen die Eizelle sofort nach der Bildung (und Befruchtung) in eine der Mutterpflanze gleiche (der Analogie nach erste) Generation auswächst, somit jeder Ansatz zu einer zweiten Generation fehlt.

Cryptogamen seine Enträthselung finden werde¹⁾, und meine Voraussagung ist durch die bald darauf erschienenen „vergleichenden Untersuchungen“ Hofmeister's (1851) glänzend in Erfüllung gegangen. In der Zusammenfassung der Resultate, wie sie am Schluss dieses Epoche machenden Werkes (Rückblick S. 139) gegeben ist, fehlt kein wesentlicher Punkt zum einheitlichen Verständniss der im Pflanzenreich vorkommenden Fortpflanzungsverhältnisse und so hoch die neueren und neusten Entdeckungen namentlich im Gebiete der niederen Cryptogamen (Algen, Florideen, Pilze) auch angeschlagen werden mögen, sie konnten doch nur zur Bestätigung des allgemeinen Gesetzes des embryonalen Generationswechsels, wie es Hofmeister festgestellt hat, dienen.²⁾ Aber noch immer wollten die auf fremdem Gebiet entstandenen Vorstellungen nicht zur Ruhe gelangen, noch spukten die Moosfrüchte im Ammengewande, die Farnprothallien als flatternde Blüten, die Archegonien in Pistillar- oder Eiknospenverkleidung und dergleichen mehr. Ich habe mich in meiner Schrift über Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne* (1860) bemüht, diese Trugbilder durch eine eingehende Betrachtung über die vermeintlichen Blüten der Cryptogamen (S. 236) zu verscheuchen und am Schlusse derselben (S. 257) einige phylogenetische Fragen gestellt, an deren

¹⁾ Verjüngung in der Natur (gedruckt 1848 — 1849, im Buchhandel 1851) S. 327.

²⁾ Das Wichtigste in dieser Beziehung ist die Nachweisung, dass die Urzelle der zweiten Generation nicht in allen Fällen eine selbstständig sich ablösende Keimzelle ist, indem in mehreren Ordnungen der Thallophyten (Florideen, Hymenomyeten, Ascomyceten) die zweite Generation aus einer im Zusammenhang mit dem Gewebe bleibenden Zelle, welche befruchtet wird, durch Sprossbildung hervorgeht, sowie anderseits, dass die Befruchtung nicht bei allen Thallophyten durch unmittelbare Vereinigung der Geschlechtszellen (Eizellen und Spermatozoidien), sondern in vielen Fällen durch blosse Anlegung (oder Anwachsung) unbeweglicher Befruchtungszellen, entweder freier Spermarien (Florideen, Hymenomyeten, Flechten) oder fest-sitzender schlauchförmiger „Pollinodien“ (*Erysiphe*, *Penicillium*, *Ascobolus* und andere Ascomyceten) vor sich geht, wobei der befruchtende Einfluss oft noch von einer Zelle zur anderen fortgeleitet werden muss (Florideen), wie auch bei den angiospermischen Phanerogamen die Wirkung des Pollenschlauchs vom Keimsack auf das Keimbläschen weiter geleitet wird.

Beantwortung die vom Thierreich herübergerommenen Ansichten geprüft werden möchten. Es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn ich darauf noch einmal hinweise, da die betreffenden Verhältnisse in der That so complicirt sind und so wunderbar ineinander greifen, dass man sich leicht in denselben verwirrt. Es zeigt sich dies sofort, wenn man die beiden Generationen des embryonalen Generationswechsels benennen will. Die Zoologen bezeichnen die erste Generation als Amme; aber wenn auch dieser Ausdruck für die erste Generation der Pflanzen nicht minder bezeichnend wäre, so muss man ihn doch wegen der wesentlichen Verschiedenheit des Vorganges in beiden Reichen vermeiden. Die einfache Bezeichnung geschlechtliche und ungeschlechtliche Generation wird leicht missverstanden und ist nicht ausreichend. Die geschlechtliche Generation ist die ungeschlechtlich erzeugte, die ungeschlechtliche die geschlechtlich erzeugte. Diese Ausdrücke sind bestimmter, aber abgesehen davon, dass es Parthenogenesis giebt, ist die Beziehung zum Generationswechsel in denselben nicht ausgedrückt, so dass sie gleichfalls nicht befriedigend erscheinen. Die von der zweiten Generation erzeugten, ungeschlechtlich sich entwickelnden Keimzellen wurden bei den Cryptogamen Sporen genannt, daher nennt Sachs die sie erzeugende Generation im Gegensatz zur geschlechtlichen die sporenbildende. Allein das vielsinnige Wort Spore deutet schon im Namen Keimzellen an, welche ausgesäet werden, und lässt sich, wie schon früher bemerkt, auf den Keimsack der Phanerogamen nicht ohne Zwang anwenden. Celakovsky nennt diese Generation von den Moosen und Florideen ausgehend die Fruchtgeneration¹⁾, was schon für die Farne, deren ganze vegetative Entwicklung dieser Generation angehört, sich befremdend ausnimmt, bei den Phanerogamen dem Sachverhalt und Sprachgebrauch gänzlich widerspricht, zumal wenn man bedenkt, dass es diöcische Pflanzen giebt. Wenn auch die zur geschlechtlichen Verbindung bestimmten Zellen ausnahmslos der ersten Generation angehören, so kann doch auch die zweite nicht schlechthin geschlechtslos genannt werden, da die der ersten Generation des nächsten Cyclus zufallende Geschlechtsthätigkeit schon in der zweiten des vorausgehenden Cyclus mehr oder weni-

¹⁾ Allerdings mit Ausschluss der Phanerogamen. (Vergl. oben.)

ger vorbereitet werden kann, und zwar in um so ausgedehnterem Masse, je mehr dieser Generation die Entwicklung zufällt und je abgekürzter die der ersten Generation ist. In gewissen Fällen, wie bei den Farnen, ist allerdings die zweite Generation geschlechtlich ganz indifferent, in anderen Fällen tritt bereits eine wenn auch morphologisch noch nicht erkennbare geschlechtliche Differenzirung der Sporen ein, deren Keimungsproducte theils männlich theils weiblich sind, wie z. B. bei den Equisetaceen, bei vielen Florideen und (nach Van Tieghem) bei *Coprinus*. Auf einer weiteren Stufe wird eine Differenzirung der Sporen sowie der Behälter, in welchen sie gebildet werden, auch morphologisch bemerkbar, wie dies die Rhizocarpeen und Selaginellen zeigen, bis endlich bei den Phanerogamen die vollkommenste geschlechtliche Differenzirung der vorbereitenden Organe sich in der Bildung männlicher und weiblicher Blütenblätter, ja selbst gesonderter männlicher und weiblicher Blüten oder Blütenstände und zuletzt sogar männlicher und weiblicher Pflanzenstöcke ausspricht, wodurch die Entwicklung der zweiten Generation mehr oder weniger, ja zuletzt in ihrer ganzen Ausdehnung geschlechtlich afficirt erscheint. Man muss daher nach einer anderen, die Geschlechtsverhältnisse nicht berührenden Bezeichnung der beiden Generationen suchen. Eine solche finden wir bei Celakovsky in den Ausdrücken *Protophyt* und *Antiphyt*. Über den *Antiphyten* (Gegenpflanze) habe ich schon oben meine Bedenken ausgesprochen, ich würde daher eher *Protophyt* und *Hysterophyt* gelten lassen, wenn nicht *Phyton* das Ganze der Pflanze bezeichnete. Zudem haben wir schon *Protophyten* und *Hysterophyten* in anderem Sinne. Ich komme daher wieder zu meiner ersten Bezeichnung *proembryonale* und *embryonale* Generation zurück. Nimmt man an dieser Anstoss, so kann ich als sprachlich vollkommen zutreffend die Ausdrücke *archegone* und *epigone* Generation vorschlagen.¹⁾

Was nun schliesslich den untergeordneten Generationswechsel betrifft, so tritt er ebensowohl innerhalb der ersten als innerhalb der zweiten Hauptgeneration des primären Generationswechsels auf,

¹⁾ Der Conflict mit dem „*Archeogonium*“ hält mich davon nicht ab, da dieser Ausdruck mir überflüssig und abzuschaffen scheint, denn die *Archeogonien* sind nichts anderes als *Oogonien*.

von denen die eine oder die andere eine Generationsreihe darstellen kann. Niemals findet dies, soweit ich die Fälle übersehe, in beiden zugleich statt. Wir finden den untergeordneten Generationswechsel bei den Bryophyten (Thallophyten und Moosen) bloss in der archegonen, bei den Cormophyten (Gefässcryptogamen) und Anthophyten (Blüthenpflanzen) bloss in der epigonen Abtheilung. In den mannigfaltigsten Verschiedenheiten findet er sich bei den Thallophyten, bald durch wiederholte Keimzellenbildung, bald durch Sprossbildung oder abwechselnd auf beide Arten vermittelt¹⁾. Keimzellenwechsel, wie ich es kurz ausdrücken will, (Biontenwechsel bei Celakovsky l. c.²⁾) kommt nur bei Thallophyten vor und ermöglicht die merkwürdige Erscheinung des heteröcischen Generationswechsels mancher Pilze; nur Sprosswechsel findet sich (zwei bis dreigliedrig) bei den Moosen³⁾ in der arche-

¹⁾ Bei gewissen Rostpilzen, z. B. bei dem Rost des Getreides (*Puccinia graminis*), dessen heteröcischer Generationswechsel in dem Berberitzenrost gipfelt, durchläuft die Entwicklung, unter der zwar noch nicht bewiesenen, aber wahrscheinlichen Voraussetzung, dass eine der der Flechten vergleichbare geschlechtliche Fortpflanzung statt findet, fünf Generationen, von welchen die vier ersten der archegonen Abtheilung angehören, die fünfte der epigonen: I. 1. Mycelium mit Uredo-Sporen; 2. Mycelium mit Puccinia-Sporen (Teleutosporen); 3. Promycelium mit Sporidien; 4. Mycelium von *Aecidium* mit Spermogon- und Spermatienbildung; II. 5. aus dem problematischen Carpogon hervorgehende Peridien mit den Ketten der *Aecidium*-Sporen. Der Übergang von 1 zu 2 und von 4 zu 5 geschieht durch Sprossbildung, der von 2 zu 3 und von 3 zu 4 durch Keimzellenbildung.

²⁾ Den Ausdruck Biontenwechsel gebrauche ich nicht, weil er zuviel sagt und keinen Gegensatz zum Sprosswechsel bildet. Biontenwechsel ist nämlich in der Haeckel'schen Terminologie einerlei mit Generationswechsel in dem von Haeckel beschränkten Sinne und kann (gener. Morph. II, 88) durch Theilung, Knospung oder Keimbildung statt finden, nur müssen die hiedurch gebildeten Theile, welche unter Anderem auch Sprosse sein können, sich ablösen und im getrennten Zustande fortleben. Es wird also auch der Sprosswechsel ein Biontenwechsel sein, wenn die Sprosse sich ablösen, und dass dies auch für die Pflanzen gilt, wird ausdrücklich angeführt (l. c. 90). Ob im Pflanzenreich solche Fälle vorkommen, ist eine Frage, auf die ich später zurückkomme.

³⁾ *Hypnum* und andere pleurocarpische Moose haben, vorausgesetzt, dass die Laubsprosse als Seitenzweige des Protonema's entspringen, einen vierglie-

gonen, bei den Cormophyten (selten) und Anthophyten (häufig, 2—5gliedrig) in der epigonen Abtheilung¹⁾.

Dass der Sprosswechsel der Phanerogamen es ist, welcher mehr als jeder andere dem Generationswechsel der Thiere entspricht, habe ich bereits bemerkt und will es noch eingehender versuchen, ihn als wirklichen Generationswechsel den neueren Darstellungen gegenüber zu rechtfertigen. In beiden Gebieten sehen wir dieselbe Reihe von Erscheinungen, einen Cyclus, der mit einer aus der befruchteten Eizelle hervorgehenden Generation beginnt und erst in der letzten Generation²⁾ zur Entwicklung der die geschlechtliche Fortpflanzung vorbereitenden Organe zurückführt, bei den Thieren noch weiter bis zur Eibildung, bei den Pflanzen zur Bildung der Vorkeimzelle, welche die Mutterzelle der Eizellen ist; in beiden Gebieten treffen wir eine analoge Vertheilung der Lebensarbeit an die aufeinander folgenden Generationen. Im Thierreich ist zwar die Art des Überganges von einer Generation zur anderen verschiedenartig, aber in den zahlreichsten Fällen, wie sie namentlich bei den Quallen mit polypenartigen Ammen, den Hydroiden oder Hydrozoen, vorkommen, gehen die der ersten nachfolgenden Generationen ganz ebenso als Sprosse aus einander hervor, wie es bei den Pflanzen der Fall ist, und schon in Steenstrup's für die Lehre vom Generationswechsel grundlegender Schrift (1842) werden mehrere derartige Fälle zur Illustration des Generationswechsels aufgeführt³⁾. Ob die successiven Generationen in

drigen Generationswechsel: I. 1. Protonema, 2. die sterilen verlängerten Laubsprosse, 3. die Seitenknöspchen, welche die Archegonien und Antheridien enthalten, II. 4. das Fruchtgebilde.

¹⁾ Näheres hierüber in meiner Abhandlung über das Individuum der Pflanze (Abhandl. der Berl. Akad. d. Wiss. 1853, namentlich S. 70 u. f.)

²⁾ Mit wenigen, zum Theil noch nicht ganz aufgeklärten Ausnahmen, bei welchen zwei geschlechtliche Generationen vorkommen, wie bei den Nematoden *Leptodera appendiculata* (beschrieben von Claus 1869) und der vielleicht in dieselbe Gattung gehörigen *Ascaris nigrovenosa* Leukart, und in ganz anderer Weise bei dem von Haeckel (1865) beschriebenen wunderbaren Wechselverhältniss der früher generisch unterschiedenen Medusen *Carmarina* und *Cunina*.

³⁾ *Diplura Fritillaria* (Coryne Steenstr.) und *Gonothyraea Lovenii* Allm. (als *Campanularia geniculata*).

Verbindung bleiben, oder ob die letzte vor ihrer völligen Ausbildung sich ablöst und ihr Leben noch eine Zeit lang frei schwimmend oder kriechend fortsetzt, ist von untergeordneter Bedeutung, da der ganze Vorgang im Übrigen derselbe ist und die Natur und Bedeutung der Sprosse, wenn sie auch in dem einen Falle zu einer höheren Entwicklung gelangen als im anderen, durch ihre Ablösung nicht wesentlich geändert wird. Es wird dies namentlich dadurch bestätigt, dass bei nächst verwandten, derselben Familie angehörigen Gattungen, die einen eine bleibende, die anderen eine sich ablösende letzte Generation besitzen¹⁾. Ganz dasselbe Verhältniss würde sich bei den Pflanzen wiederholen, wenn sich Beispiele von Sprosswechsel mit sich ablösenden Sprossen nachweisen liessen, für welche Fälle Haeckel ausdrücklich den ächten Generationswechsel anerkennt²⁾. Als einen annähernden

¹⁾ Vergl. Alexander Agassiz, illustr. catal. of the Mus. of comp. Zool. II. Northamerican Acalephs 1865; Hinks, British Hydroid Zoophytes 1868; Allmann, Monograph of gymnoblastic or tubularian Hydroids 1871. Ich führe einige Beispiele an:

Familie	Schlussgeneration bleibend	frei
Podocorynidae	<i>Stylactis, Cionistes</i>	<i>Podocoryne</i>
Corynidae	<i>Coryne</i>	<i>Syncorine, Diplura</i>
Eudendriidae	<i>Eudendrion</i>	<i>Bougainvillea</i> (schwimmend) <i>Clavatella</i> (kriechend)
Tubulariidae	<i>Tubularia</i>	<i>Endopleura</i>
Campanulariidae	<i>Campanularia, Gonothyraea</i>	<i>Obelia</i>

Podocoryne carnea und *Stylactis Sarsii* sind abgesehen von dem Verhalten der Schlussgeneration so ähnlich, dass sie von Sars für verschiedene Zustände derselben Art gehalten wurden!

²⁾ Gen. Morphol. II. 90 u. 106. „Als ächten Generationswechsel, als wirkliche Metagenesis können wir bei den Phanerogamen nur jene Fälle auffassen, in denen sich Brutknospen (Bulbi, Bulbilli etc.) selbstthätig vom Stocke ablösen und also wirklich monogen erzeugte neue Bionten bilden (z. B. *Lilium bulbiferum*, *Dentaria bulbifera* etc.)“ In Beziehung auf die hier ge-

Fall, einen Fall „gleichsam beginnender Individualisirung“ der Sprosse führt Strasburger nach Mohl zwei von Liebmann in Mexico beobachtete *Cuscuta*-Arten an, deren zusammengehäufte Blüthensprosse abgelöst von den fadenartigen Stengeln und mit Saugwarzen befestigt an der Nährpflanze vegetiren sollen¹). Allein dieses Beispiel ist nicht treffend, denn es sind nicht die Blüthensprosse selbst, welche mit Saugwarzen befestigt sind, sondern die Stengeltheile, von welchen die Blüthenzweigchen entspringen, während der vorausgehende und nachfolgende Theil des Stengels abgestorben ist. Es ist also doch immer noch ein kleiner Theil der ersten Generation als Träger der zweiten übrig. Passender würde die Anführung von *Vallisneria* sein, deren sich zur Zeit der Entfaltung ablösende und schwimmend ihren Blütenstaub austreuende männliche Blüten von Haeckel als ein Beispiel „partieller Bionten“ angeführt werden²). Die männlichen Blüten der

nannten Beispiele ist jedoch zu bemerken, dass die Vermehrung durch Bulbille bei denselben keinen Generationswechsel bedingt, sondern nur die Wiederholung des ganzen Lebenscyclus (mit Ausnahme der ersten Embryonalzustände) bezweckt, ähnlich wie die Samenbildung, welche in der That durch die Bulbillbildung bei manchen Pflanzen ganz überflüssig gemacht wird, so dass sie nur höchst selten eintritt, wie dies namentlich bei *Dentaria bulbifera* der Fall ist.

¹) Vergl. H. v. Mohl, bot. Zeit. 1870, S. 153; Strasburger, phylog. Meth. S. 21 und Engelman, generis *Cuscutae* species (1860), p. V, 7 u. 72. — Aus den angeführten Stellen der letztgenannten Schrift ersieht man, dass diese Erscheinung lange, ehe Mohl darauf aufmerksam machte, bekannt war und selbst in unseren botanischen Gärten an mehreren *Cuscuta*-Arten beobachtet worden ist. Von den zwei Liebmann'schen Arten steht die eine (*C. strobilacea*) nach der Beschreibung der *C. glomerata* Choisy sehr nahe, von welcher Engelman ausdrücklich sagt: „caules filiformes aurantiaci tum (d. h. zur Zeit der Blütenentwicklung) prorsus evanuerunt.“

²) Gener. Morphol. I, S. 335. *Vallisneria* würde somit nach der Haeckel'schen Eintheilung einen Fall von Biontenwechsel d. i. ächtem Generationswechsel bieten. Aber mit demselben Recht müssten wir auch dem Apfelbaum einen solchen zuschreiben, weil der Apfel noch lebend und längere Zeit haltbar vom Baume fällt, während nach morphologischen Grundsätzen der Apfelbaum keinen Generationswechsel besitzt, da er zu den einachsigen Gewächsen gehört.

Vallisneria sind Seitensprösschen aus der Achse eines Blütenköpfchens, dessen tragender Schaft in der Achsel eines Laubblattes der grundständigen Rosette steht; sie bilden somit die letzte Generation einer dreigliedrigen Sprossfolge. Der Umstand, dass sie sich zuletzt ablösen, verändert ihr Verhältniss zu dieser in keiner Weise. Während in diesem Falle die letzte Generation im abgelösten Zustande ein sehr vergängliches Leben führt, giebt es andere Fälle der Sprossfolge mit Ablösung, bei welchen umgekehrt die erste Generation der vergängliche Theil ist, indem sie zur Zeit der Ablösung der fortdauernden zweiten zu Grunde geht. Hieher gehören einige ausdauernde Gewächse, deren erster, aus dem Samen hervorgehender Hauptspross nicht selbst zur Blüthe gelangt, sondern Seitensprosse ausschickt, welche sich von dem früh absterbenden Hauptspross ablösen und getrennt von demselben (meist im zweiten Jahr oder durch wiederholte Sprossbildung noch später) zur Blüthe gelangen. So bei *Physalis Alkekengi*, deren Verhalten ich früher beschrieben habe¹⁾, und ebenso in der Regel bei *Solanum tuberosum*. Ähnliche Verhältnisse finden sich nach Irmisch bei *Mentha arvensis*²⁾, *Stachys palustris*³⁾ und *Convolvulus sepium*⁴⁾. Bei *Cirsium arvense*⁵⁾ entspringen die zur Blüthe gelangenden Sprösslinge als Adventivknospen aus den Wurzeln der blüthenlos absterbenden Samenpflanze. In allen diesen Fällen, denen analoge, zum Theil von nahe verwandten Pflanzen, an die

1) Verjüng. S. 33. Der Hauptspross von *Physalis Alk.* trägt ausser den Cotyledonen nur schwächliche Laubblätter, die Seitensprosse beginnen mit Niederblattbildung und schreiten später zur Laub- und Blütenbildung fort. Der Generationswechsel ist also zweigliedrig. Bei der Kartoffel geht der Niederblattspross meist nicht direct in den Laub- und Blüthenspross über, sondern schickt aus den Achseln der Niederblätter seines knolligen Endstückes Sprosse empor, die nach einigen Niederblättern Laubblätter, (unsichtbare) Hochblätter und Blüten tragen. Der Generationswechsel wird dadurch dreigliedrig.

2) Irmisch, Beiträge zur Morphol. V. Labiaten (Abh. der nat. Ges. z. Halle III, 2. Quartal) S. 64. Auch hier ist der Generationswechsel dreigliedrig. Ähnlich verhält sich nach meinen Beobachtungen *Mentha silvestris*.

3) Das. S. 77.

4) Irmisch, in bot. Zeit. 1857, S. 435.

5) Das. S. 461, 492.

Seite gestellt werden können, bei denen eine Ablösung nicht statt findet, hängt die Ablösung der Sprosse mit dem Absterben der Mutterpflanze zusammen; sie schliessen sich daher nahe an eine bei Pflanzen von längerer Lebensdauer gewöhnliche Erscheinung an, nämlich an die des Absterbens der früher gebildeten Theile des Pflanzenstocks, welche mit der Verjüngung desselben gleichmässig fortschreitet. So bei zahlreichen Pflanzen mit überirdisch oder unterirdisch kriechenden Stengeln (*Lysimachia Nummularia*, *Anemone nemorosa*, *Paris*, *Carex arenaria*), oder mit sogenannter „radix praemorsa“ (*Succisa*, *Bistorta*, *Tormentilla*, *Geum*), so wie bei den meisten Zwiebelgewächsen und knollenbildenden Orchideen. Es haben demnach die zuletzt angeführten Fälle offenbar eine geringere Übereinstimmung mit der im Thierreich vorkommenden Ablösung von Sprossen als der von *Vallisneria* berichtete, aber sie mögen wie dieser zeigen, dass Ablösung oder nicht Ablösung das Wesentliche des Generationswechsels nicht berührt.

Wenn nun entschieden werden soll, ob der Sprosswechsel in allen seinen Formen, sei es mit oder ohne Trennung der Sprosse, ein Generationswechsel sei oder nicht, so wird zunächst die Frage zu beantworten sein, ob der Spross überhaupt und ob er im ansitzenden und abgelösten Zustande in gleichem Sinne als Individuum betrachtet werden darf. Der Erörterung dieser Frage habe ich eine frühere Abhandlung gewidmet¹⁾, deren Ergebniss zwar keine neue Lehre bringen konnte, wohl aber die alte schon von Erasm. Darwin aufgestellte Lehre von der individuellen Natur des Sprosses zu befestigen, consequent durchzuführen und in ihren Folgen darzustellen geeignet sein konnte. Die daselbst eingehend entwickelte Auffassung des Sprosses hat auch bei neueren Autoren mehrfache Zustimmung gefunden, namentlich tritt ihr Haeckel²⁾ vom morphologischen Standpunkte aus bei, indem er den Spross der Pflanze dem Individuum der Wirbel- und Gliederthiere gleichsetzt; seine Auffassung weicht nur darin ab, dass er den Spross³⁾

1) Das Individuum der Pflanze (Abh. d. Ak. d. Wiss. 1853).

2) Gener. Morphol. I, 319 und II, 105.

3) Haeckel nennt den Spross Blastus, was zu manchen anderweitigen Verwendungen dieses Wortes nicht gut passt; in der Schimper'schen Terminologie heisst er Phyas, ein System von Sprossen Phyasma.

und die entsprechende thierische Individualität, die er als Person (Prosopon) bezeichnet, nicht als das alleinige Individuum, sondern als eine bestimmte Stufe der Individualität, nach seiner Eintheilung als die fünfte Ordnung der Individuen, betrachtet, welcher als sechste der Stock (Cormus) übergeordnet ist. Allein davon kann bei der vorliegenden Frage zunächst abgesehen werden, da es sich bei derselben nur um eine der Haeckel'schen Ordnungen, den Spross, handelt. Nach der angegebenen Bedeutung, welche Haeckel dem Spross einräumt, sollte man nun die volle Anerkennung der Sprossfolge als Generationswechsel erwarten, man wird daher überrascht, vom physiologischen Standpunkte aus die der Gleichstellung von Spross und Person anscheinend völlig widersprechende Behauptung entwickelt zu finden, dass die Sprossfolge der Phanerogamen kein Generationswechsel sei, dass vielmehr „der gewöhnliche Zeugungskreis der Phanerogamen“ (H. spricht, wie aus dem Zusammenhang erhellt, von dem mit wesentlicher Sprossfolge verknüpften Entwicklungscyclus) ebensogut als ein „einfacher, hypogener“ (d. h. ohne Generationswechsel verlaufender) zu betrachten sei, wie derjenige der Wirbelthiere¹⁾, was er durch eine Parallele des Entwicklungsganges (der Zeugungsacte) der dicotylen Phanerogamen und der Vertebraten zu erläutern sucht²⁾. Dieser Widerspruch erklärt sich durch die Haeckel'sche Unterscheidung von morphologischem und physiologischem Individuum, von welchen das letztere als allein für den Generationswechsel maßgebend betrachtet wird³⁾. Als physiologisches Individuum (Bion) betrachtet er jedoch nicht, wie man vielleicht erwarten konnte, die über die morphologische Begrenzung hinausgehende, alle zur vollständi-

¹⁾ Gener. Morph. II, 105. 108. Was in der angeführten Stelle der „gewöhnliche“ Zeugungskreis genannt wird, ist zwar ein häufiger, aber keineswegs der gewöhnliche Fall, als welcher vielmehr die Stockbildung ohne Generationswechsel d. h. durch unwesentliche Sprosse (Wiederholungs- und Bereicherungssprosse) betrachtet werden muss.

²⁾ Die gegebene Parallele bricht jedoch auf Seite der Vertebraten gerade da ab, wo auf Seite der Pflanzen die Sprossbildung und somit die Möglichkeit des Generationswechsels beginnt, bietet deshalb für die Beurtheilung des letzten keinen Anhalt.

³⁾ Gen. Morph. II, 88. 104.

gen Repräsentation der Species erforderlichen, zusammenhängenden oder getrennten, successiven oder simultanen Generationen umfassende höhere Lebenseinheit¹⁾, sondern eine gleichfalls räumlich abgeschlossene Repräsentation der Species, nämlich diejenige einheitliche Formerscheinung, welche im Stande ist, sich für kürzere oder längere Zeit selbst zu erhalten, eine eigene gesonderte Existenz zu führen²⁾. Der morphologische Werth eines in diesem Sinne aufgefassten physiologischen Individuums kann sehr verschieden sein, denn einerseits erhält jedes beliebige abgelöste Stück des Organismus, wenn es die Fähigkeit hat, eine Zeit lang lebensfähig zu bestehen, Anspruch auf den Namen eines physiologischen Individuums oder Bion's³⁾, andererseits muss auch eine ganze Familie auseinander hervorgehender Individuen („Personen“) als ein solches betrachtet werden, wenn oder so lange die Individuen verbunden bleiben. So wird z. B. im pflanzlichen Gebiete bald der Spross, wenn er für sich allein auftritt, bald die Sprossfamilie (der Stock), wenn sie zusammenhängend bleibt, bei niederen Gewächsen bald die einzelne Zelle, bald die Zellfamilie als Bion bezeichnet werden müssen. Eine von einer solchen Auffassung des physiologischen Individuums ausgehende Scheidung der innerhalb des Entwicklungsganges der Species (des Eikreises) möglichen

¹⁾ Was ich hier meine, umfasst noch etwas mehr als das Haeckel'sche „genealogische“ Individuum (Gen. Morph. II. 26). Ich möchte es das biologische nennen.

²⁾ Das. I, 266. 332; II, 4. Das physiologische Individuum ist nach H. ein in seiner Entwicklung veränderliches, sein Hauptcharacter ist die Selbsterhaltung; das morphologische dagegen wird als eine im Momente der Beurtheilung unveränderliche Gestalt aufgefasst, als ein fertiges und abgeschlossenes Ganzes, von dem man nichts wegnehmen, das man nicht theilen kann, ohne sein Wesen zu vernichten. Sein Hauptcharacter ist die Untheilbarkeit. Da dasselbe physiologische Individuum im Laufe seiner Entwicklung den Werth verschiedener Stufen des morphol. Individuums annehmen kann und, wenn es in seiner Vollendung einer höheren morphologischen Ordnung angehört, annehmen muss, erscheint eine solche Beschränkung der Auffassung des letzteren auf einen bestimmten Moment der Entwicklung nothwendig. Das Bedenkliche einer solchen Beschränkung gerade vom morphologischen Standpunkte bedarf keiner Ausführung.

³⁾ Das. II, 335 („partielles Bion“).

zwei Fälle: 1. Hypogenesis (nebst Strophogenesis), wenn die sich folgenden Bildungsabschnitte einem und demselben physiologischen Individuum angehören, und 2. Metagenesis (Generationswechsel), wenn die sich folgenden Bildungsabschnitte den Werth von physiologischen Individuen besitzen, erscheint in consequenter Durchführung als eine durchaus künstliche; sie reisst das natürlich Zusammengehörige auseinander und verbindet anderseits durchaus Fremdartiges. Sie muss z. B. in einigen Fällen die Sprossfolge der Phanerogamen als Metagenesis anerkennen (*Vallisneria*, *Physalis* etc.), in der Mehrzahl der Fälle sie unter Hypogenesis (Strophogenesis) verweisen¹⁾; sie muss ferner den embryonalen Generationswechsel der Florideen und Pilze von dem der Farne und Moose abtrennen und ersteren unter Hypogenesis stellen. Auf der anderen Seite muss sie den genannten Generationswechsel der Florideen und Pilze mit dem gewöhnlichen (continuirlichen) Sprosswechsel der Phanerogamen zusammenbringen. Zu einer naturgemässen Auffassung und Eintheilung des Generationswechsels wird man nur dadurch gelangen können, dass man das physiologische Individuum im Sinne Haeckel's mit seiner einseitigen Rücksichtnahme auf getrenntes Bestehen fallen lässt und auf das morphologische Individuum zurückgeht, welches, wenn es überhaupt ein Individuum sein soll, immer zugleich ein entsprechend physiologisches sein muss²⁾. Die Rücksicht auf den morphologischen

1) Es ist kaum zu bezweifeln, dass man die Strophogenesis in manchen Fällen künstlich in Metagenesis umwandeln kann, nämlich durch frühzeitige Ablösung der zum Blühen bestimmten Sprosse, was z. B. bei manchen *Linaria*-Arten, bei welchen der Blütenstand nicht am Hauptspross, sondern an hypocotylen Adventivsprossen erscheint, wohl gelingen möchte.

2) Jede morphologische Einheit, welche irgend wie auf den Rang eines Individuums Anspruch machen kann, muss ausreichende physiologische Begabung haben, zu bestehen und sich am Leben zu erhalten, ob in Abhängigkeit und Zusammenhang mit andern Individuen oder getrennt und unabhängig, ist von untergeordneter Bedeutung, da auch die unzweifelhaftesten Individuen häufig nur im Zusammenhang bestehen können. So der Embryo der Phanerogamen in seiner ersten Lebenszeit, so die Moosfrucht, deren physiologische Individualität nicht bestritten wird, da sie wie der Embryo aus einer Eizelle entsteht, welche aber bis zur völligen Reife von der Moospflanze ernährt wird und zu keiner Zeit von ihr getrennt bestehen kann, welche sogar physiolo-

Werth der Individuen ist namentlich bei dem untergeordneten Generationswechsel der Pflanzen unerlässlich und es wird von diesem Standpunkte aus nicht weiter bezweifelt werden, dass alle Fälle, in welchen die Individuen der durch ungeschlechtliche Fortpflanzung verbundenen Generationsreihe als Sprosse entstehen, die Sprosse mögen zusammenhängend bleiben oder sich trennen, doch nur eine unzerreissbare Art des Generationswechsels darstellen. So bei den stockbildenden Thieren und ebenso bei den stockbildenden Pflanzen, sofern nämlich eine durch Arbeitstheilung bedingte Differenzirung aufeinander folgender Sprossgenerationen eintritt¹⁾.

gisch unselbstständiger ist als die durch Sprossbildung gebildeten meist ablösbaren Zweige der Moospflanze. Viele vegetative Sprosse von Gefässcryptogamen und Phanerogamen lösen sich von selbst ab (*Struthiopteris*, *Cystopteris bulbifera*, *Fragaria*, *Lilium bulbiferum*), sind also nach H. Bionten; andere, zahlreichere lösen sich niemals von selbst, können aber künstlich getrennt eine selbstständige Existenz erlangen, diese werden nach H. wenigstens als virtuelle (potentielle) Bionten gelten können (Gener. Morph. I. 359); wieder andere lassen sich abgelöst schwer oder gar nicht am Leben erhalten, wie die meisten directen Blüthensprosse. Wo ist die Grenze? Warum sollen nicht auch diese, ebensogut wie die untrennbare Moosfrucht, „Bionten“ sein? Wenn man von dem unmöglich festzuhaltenden Kriterium des getrennten Bestehens absieht, so wird man anerkennen müssen, dass jedes morphol. Individuum in seiner Weise auch ein physiologisches ist und dass alsdann Haeckel's physiologisches Individuum lediglich als eine Zusammenfassung aller Arten morphologischer Individuen erscheint.

¹⁾ Wenn man verschiedene Ordnungen von Individuen unterscheidet, von denen die einen den anderen untergeordnet sind, so wird man auch entsprechende Abstufungen des Generationswechsels zulassen müssen. Der Versuch dies durchzuführen möchte für die Lehre vom Individuum nicht unpriesslich sein. Was die Pflanze betrifft, so können meines Erachtens höchstens drei verschiedene Abstufungen angenommen werden:

1. Der Generationsw. der Zellen, der Individuen im Schleiden'schen Sinne. Da die Zellen durch eine Art von Fortpflanzungsprozess (Tochterzellen in Mutterzellen) gebildet werden, so lässt sich die ganze zuletzt wieder zum Anfang zurückkehrende Entwicklung auch des complicirtesten Organismus als ein Zellen-Generationscyclus betrachten.

2. Der Generationsw. der blattbildenden Stengeltheile oder, wie ich ihn

Auf die phylogenetische Bedeutsamkeit des Generationswechsels ist schon vielfach hingewiesen worden und neuerlich hat auch Celakovsky an der bereits angeführten Stelle dieselben betont. Der Generationswechsel bietet eine Fülle merkwürdiger Beispiele eines an die Fortpflanzung geknüpften, oft sprungweisen Übergangs von niederen zu höheren organischen Gestaltungen. Carus¹⁾ findet in ihm einen Wegweiser zur Verknüpfung verschiedener Typen und eine Beziehung zur organischen Schöpfungsreihe und Kölliker²⁾ benutzt ihn als Anhaltspunkt für seine Theorie der Entwicklung durch heterogene Zeugung. Das Besondere des embryonalen Generationswechsels scheint hierbei noch nicht gewürdigt worden zu sein und doch weist gerade dieser den Pflanzen eigenthümliche Vorgang noch tiefer in den Urzustand des Organischen zurück als die Embryologie der Thiere. Es liegt nahe, nach der Beziehung des embryonalen Generationswechsels zur Genesis des Pflanzenreichs, ja der organischen Natur überhaupt zu fragen und es bie-

kurz bezeichnen will, der Blätter (der Generationswechsel der Pflanzen im Sinne Steenstrup's).

3. Der Generationsw. der Sprosse. Da Sprossbildung eine Art der Fortpflanzung ist, so kann er nicht bestritten werden.

Ein Generationswechsel von Pflanzenstöcken scheint nicht vorzukommen. Metameren und Antimeren im Sinne Haeckel's lassen sich bei den Pflanzen nicht wohl unterscheiden, denn die Blätter mit den zugehörigen Stengeltheilen sind beides zugleich; sie sind Metameren, insofern sie als successive Glieder auftreten, sie sind Antimeren, insofern sie sich nach dem Gesetz der Ausweichung mehr oder weniger gegenüber stellen, wobei Quirl- oder Spiralstellung keinen wesentlichen Unterschied bedingt. Die Auffassung der blattbildenden Stengelglieder als Individuen und somit der darauf gegründete Generationswechsel steht übrigens auf schwachen Füßen, denn man kann in keiner Weise behaupten, dass die Aufeinanderfolge derselben auf einem Fortpflanzungsprozesse beruhe. Auch ist es eine falsche Vorstellung, dass der Stengel gegliedert sei; er ist (bei allen höheren Gewächsen) durchaus ungegliedert und die Anwesenheit der Blätter bringt nachträglich nur dann eine Gliederung hervor, wenn die Blätter umfassend sind. Mit den Leibesgliedern der Glieder- und Wirbelthiere sich lässt die Stengelgliederung der Pflanzen nicht zu vergleichen.

¹⁾ Zur näheren Kenntniss des Generationswechsels, 1849.

²⁾ Über die Darwin'sche Schöpfungstheorie, 1864.

ten sich ungesucht einige Gedanken als Versuche zu einer Antwort. Es ist einleuchtend, dass die Pflanze nicht durch einen geschlechtlichen Zeugungsprozess entstanden sein kann. Wie sie noch jetzt die Kraft besitzt ihren Leib durch Überführung unorganischer Stoffe in organische Form zu bilden, so muss sie ursprünglich, wenn auch in möglichst einfacher Form, durch eine erste Organisation unorganischen Stoffes, also älternlos und ungeschlechtlich entstanden sein. Die Erreichung eines geschlechtlichen Gegensatzes trat wahrscheinlich erst nach lange andauernder Fortbildung durch ungeschlechtliche Vermehrung, verbunden mit der Entwicklung einer Mannigfaltigkeit niederer Pflanzenformen, ein und wurde zum Wendepunkt entschiedeneren Fortschrittes, der sich, wie wir aus dem im gegenwärtigen Pflanzenreich erhaltenen Stufengang vermuthen können, unmittelbar an die geschlechtliche Zusammenwirkung als Fortentwicklung in einer zweiten Generation anschloss, gleichsam um der Gefahr, den gewonnenen Standpunkt durch sofortige Rückkehr zum Anfang des Entwicklungskreises zu verlieren, zu entgehen. Und so wiederholte es sich auf allen weiteren Stufen der fortschreitenden Entwicklung bis in die jetzige Zeit. Die erste Generation beginnt noch jetzt, wenn wir von den schon besprochenen Ausnahmen absehen, durchgängig mit einem ungeschlechtlich erzeugten Keim, die geschlechtliche Thätigkeit tritt im Laufe der Entwicklung selbst (bei den niederen Pflanzen später, bei den höheren früher) ein und führt die Pflanze in ein zweites Stadium höherer Entwicklung hinüber, nach dessen Verlauf stets wieder die Rückkehr zum ungeschlechtlichen Anfang statt findet. So mag es wohl erlaubt sein, in dem eigenthümlichen Anfang des Entwicklungscyclus der Pflanze mit einem ungeschlechtlich erzeugten Keim eine Erinnerung an die Urzeugung der Pflanze zu finden. Anders muss man sich den Anfang der Entwicklung des Thierreichs denken, denn das Thier bedarf der organischen Nahrung, kann also nicht unmittelbar als solches aus der unorganischen Natur hervorgegangen sein; sein Dasein setzt das der Pflanze voraus. Ist es, wie angenommen werden kann, aus einer oder mehreren pflanzlichen Urformen hervorgegangen, so ist es denkbar, dass diese bereits geschlechtliche Entwicklung, wenn auch der einfachsten Art, besaßen, und das Thier somit einem geschlechtlichen Zeugungsakt seinen Ursprung verdankte. Damit scheint überein-

zustimmen, dass alle entschieden thierischen Geschöpfe¹⁾ geschlechtliche Ausbildung besitzen und ihre Entwicklung stets mit der befruchteten Eizelle beginnen.

Mit der Einsicht in die Eigenthümlichkeit des embryonalen Generationswechsels der Cycadeen, sowie der Coniferen, ist die systematische Stellung dieser Familien an der unteren, den Cryptogamen zugewendeten Grenze der Phanerogamen ein für allemal entschieden; die noch hie und da beliebte Einreihung oder Unterordnung derselben unter die Dicotylen erscheint daher durchaus verwerflich. Die Beschaffenheit des Pollens bestätigt dieses Ergebniss. Während die Pollenkörner aller übrigen Phanerogamen einzellig sind, bestehen sie bei den Cycadeen, ebenso wie bei den Coniferen, aus mehreren Zellen, einer grossen Hauptzelle und einer Reihe von 2 bis 3 kleineren Basalzellen, welche ins Innere der Hauptzelle hineinragen, von welchen Zellen nur eine den Pollenschlauch bildet. Es ist dies wieder eine Eigenthümlichkeit, welche an die Cryptogamen erinnert und zwar an die Beschaffenheit der männlichen Sporen (Microsporen) der Rhizocarpeen und Selaginellen, welche bei ihrer Umgestaltung in ein kümmerliches Androprothallium, gleichfalls eine, selten 2 sterile Basalzellen bilden, während der grössere obere Theil sich zum Spermatozoidien-bildenden Antheridium entwickelt²⁾. Der Pollen von *Cycas* ist von de Bary³⁾ beschrieben worden, nach dessen Angabe er zwei Basalzellen („Nebenzellen“) besitzt; dasselbe soll bei den Pollenkörnern von *Encephalartos*, *Zamia* und *Ceratozamia* der Fall sein. Juranyi⁴⁾ be-

¹⁾ Allerdings machen einige aus dem Thierreich kaum auszuschliessende Ordnungen niederer Organismen, welche Haeckel in das Mittelreich der Protisten gestellt hat, wie die Moneren, Radiolarien und Polythalamien, hiervon eine Ausnahme. Allein auch diese wird man, da man sie nach ihrer Ernährungsweise (man denke an *Vampyrella* und *Protomonas Amyli*) nicht als Repräsentanten der Urform des Organischen betrachten kann, aus pflanzlichen Urformen, und zwar aus ungeschlechtlichen, ableiten müssen.

²⁾ Vergl. Pfeffer in Hanstein, bot. Abhandlungen, I, 4. Heft.

³⁾ In bot. Zeitung 1870, S. 577.

⁴⁾ In Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. VIII, S. 382, t. 31—33.

obachtete bei *Ceratozamia longifolia* (= *Mexicana*) 3 Basalzellen. Nach beiden Autoren ist es die grosse Hauptzelle, welche (wie unter den Coniferen bei *Cupressus*) zum Pollenschlauch auswächst. Nach den mir von Dr. Magnus freundlichst mitgetheilten Untersuchungen des Pollens einiger Cycadeen des hiesigen botanischen Gartens zeigt *Zamia Skinneri* und *Leiboldii* nur 2 Basalzellen, während *Lepidozamia Peroffskyana*¹⁾ stets deutlich deren 3 unterscheiden lässt. Auch *Stangeria paradoxa* stimmt im Bau des Pollens mit den übrigen Cycadeen überein, doch konnte die Zahl der Basalzellen nicht sicher ermittelt werden.

Es lässt sich zum Voraus erwarten, dass die Cycadeen bei einer so entschiedenen Ähnlichkeit in den proembryonalen Verhältnissen auch in den späteren Entwicklungsstadien noch manche Anklänge an die höheren Cryptogamen zeigen. Dass sich dies in der That so verhält, ist zwar hinreichend bekannt, doch lässt sich darüber noch einiges Nähere angeben. Was zunächst den Embryo der Cycadeen betrifft, so zeigt derselbe durch seine Ausbildung innerhalb des Samens einen ächt phanerogamischen Character, ist aber durch seine Veränderlichkeit merkwürdig. Während für Jussieu und De Candolle die Beschaffenheit des Embryos ein Character von höchster Bedeutung für die Systematik war, weil, wie sie sagten, der Embryo das Ziel der ganzen Entwicklungsgeschichte sei²⁾, erscheint sie uns dem proembryonalen Verhalten gegenüber

1) Bei der im Februar d. J. in den Sitzungsber. der naturf. Freunde gegebenen Mittheilung, in welcher ich diese von Regel beschriebene angeblich mexikanische Cycadee nach Vorgang von Miquel als identisch mit der australischen *Macrozamia Denisonii* betrachtete, war mir die neuste Veröffentlichung Regel's im Februarheft der Gartenflora noch nicht bekannt. Regel vereinigt hier zwar beide genannten Pflanzen in der Gattung *Lepidozamia*, unterscheidet sie jedoch als Arten und besteht auf der Verschiedenheit des Vaterlandes. Ich habe seither Gelegenheit gehabt eine bereits nicht mehr ganz junge *L. Denisonii* zu untersuchen, welche ich von unserem alten Exemplare der *L. Peroffskyana* nicht für verschieden halten kann. Die Angabe, dass letztere mexikanischen Ursprungs sei, ist um so unwahrscheinlicher, als alle übrigen Cycadeen der neuen Welt von denen der anderen Welttheile generisch verschieden sind.

2) Vergl. Jussieu, genera plant. p. XLIV und De Cand. théorie élément. (2 edit.) p. 83. Die Embryobildung gehört übrigens nicht dem Ziel,

bereits als ein Character untergeordneten Ranges, und wenn auch die von Jussieu auf die Zahl der Cotyledonen gegründeten Abtheilungen im Allgemeinen natürliche sind, so kann doch die Zahl der Cotyledonen nicht als constanter und entscheidender Character derselben betrachtet werden. Dafür dienen zahlreiche Fälle von Dicotylen mit einem Cotyledon, sowie von Dicotylen und Monocotylen ohne Cotyledonen als Beleg¹⁾, besonders aber zeigt es sich bei den Gymnospermen, welche ungeachtet der Häufigkeit der Zweizahl der Keimblätter doch nicht unter die Dicotylen gerechnet werden können, und unter diesen wieder bei den Cycadeen in ganz eigenthümlicher Weise. Der Keimling von *Zamia* besitzt nach Richard²⁾ zwei gleichgrosse, unten getrennte, nach oben zu verwachsene Cotyledonen, welche nach Karsten (bei *Z. muricata*) einen ringsum freien Rand besitzen, so dass der Anschein zweier getrennter Cotyledonen entstehe. Der Keimling von *Cycas* zeigt dagegen nach Richard's Darstellung³⁾ zwei ungleichlange, zu unterst beiderseits getrennte, weiter nach oben verwachsene und zu oberst wieder getrennte Cotyledonen. Bei *Macrozamia spiralis* hat nach Schacht das Ende des längeren Keimblatts die Gestalt eines gefiederten „Wedels“ mit mindestens 7 angedrückten Fiederblättchen auf jeder Seite, bleibt jedoch auch beim Keimen im zusammengekrümmten Zustande im Endosperm verborgen, wie dies bei allen Cycadeen der Fall zu sein scheint. Eine ähnliche Entwicklung der Blattspreite eines Keimblatts ist im ganzen Bereiche der Phanerogamen nicht bekannt⁴⁾ und dürfte selbst beim ersten Blatt der Farne, dass oft schon in mehrere Läppchen getheilt

sondern dem Anfang der Pflanze an und ist sogar bereits das zweite Stadium in der Entwicklung derselben.

1) Schon zu Jussieu's Zeit waren, abgesehen von manchen irrigen Angaben, welche seiner Eintheilung entgegen gehalten wurden, einige solcher Fälle bekannt. Jussieu bezeichnet sie in einer Anmerkung (Gen. plant. p. XLIV) als „assertiones itinerata observatione confirmandae.“

2) Mém. sur les Conif. et Cycad. t. 28, f. U. V.

3) Ebend. t. 26, f. 3.

4) Fiederartig- oder handförmig gelappte oder wenigstens dreilappige, aber nicht vollkommen getheilte Cotyledonen kommen bekanntlich bei *Tilia*, *Erodium*, *Lepidium sativum* vor.

ist¹⁾ kaum vorkommen. Nach van Tieghem's Beobachtungen²⁾ kommen endlich auch Keimpflänzchen mit einem einzigen scheidenartigen Cotyledon und zwar, wie es scheint, nicht selten, so wie solche mit 3 Cotyledonen vor, so namentlich bei „*Zamia spiralis*“³⁾, bei welcher von vier Keimpflänzchen zwei mit zwei ungleichen, eines mit drei und eines mit nur einem Cotyledon versehen war, und bei *Ceratozamia Mexicana*, bei welcher von fünf Keimpflanzen⁴⁾ drei nur einen, die anderen beiden zwei sehr ungleiche Cotyledonen besaßen. Aus diesen leider noch ziemlich spärlichen Beobachtungen scheint hervorzugehen, dass in der Bildung der Keimblätter der Cycadeen eine anderwärts kaum wiederzufindende Unbestimmtheit herrscht, ebensowohl in der Zahl derselben (1 — 3), als in der Ausbildungsweise (bald mehr niederblattartig, bald in ungewöhnlichem Grade laubartig). Es kann dies wohl als ein Zeichen ursprünglicher, noch nicht einseitig festgestellter, zwischen monocotylem und dicotylem Verhalten schwankender Bildung gedeutet werden.

Nach den Keimblättern tritt eine scharfe Sonderung von Niederblatt und Laubblattbildung ein und zwar mit schroffem Übergang von der einen zur anderen Formation, indem nur sehr selten Zwischenformen, Niederblätter mit rudimentärer Laubspreite an der Spitze, gefunden werden. Die Niederblätter, welche früher irrtümlich bald für Deckblätter der „Wedel“ (vermeintlicher Phyllocladien), bald für Nebenblätter derselben gehalten wurden, treten

1) Vergl. *Pteris serrulata* bei Kaulfuss, Wesen der Farrenkräuter, t. I, f. 35—41.

2) In der mir unbekanntem Übersetzung des Sachs'schen Lehrbuchs der Botanik, angeführt in Sachs, Lehrb. 4. Aufl. S. 491 in der Anm. 2.

3) *Zamia spiralis* Salisb. ist = *Macrozamia spiralis* Miq., doch scheinen in den Gärten verschiedene Cycadeen unter diesem Namen vorzukommen, weshalb es zweifelhaft ist, ob die von van Tieghem angeführte dieselbe ist mit der von Schacht dargestellten, welche letztere nach der Gestalt der Fiederblättchen des ersten Laubblattes die ächte *Macrozamia spiralis* zu sein scheint.

4) Nach van Tieghem hybride Keimpflanzen von *Cerat. Mexicana* und *longifolia* Brong., allein *C. longifolia* ist nach Miquel's späterer Ansicht von *C. Mex.* nicht specifisch verschieden.

in periodischem Wechsel mit den Laubblättern auf¹⁾ und übertreffen an Zahl innerhalb der einzelnen Perioden die Laubblätter meist bedeutend. Sowohl die Zahl der Niederblätter, als die der Laubblätter nimmt in diesem Wechsel mit dem Alter und der Kräftigkeit der Stämme zu, so dass z. B. junge Exemplare von *Cycas* nur je ein Laubblatt in jeder Periode hervorbringen, alte Exemplare 20 bis 30, ja selbst über 40, wobei die Zahl der vorausgehenden Niederblätter über 100 beträgt. Dieser Wechsel beginnt schon bei der keimenden Pflanze und zwar so, dass die Niederblattbildung sich entweder direct an die Cotyledonen anschliesst oder ein Laubblatt vorausgeht, welchem die ersten Niederblätter folgen. Das Erstere findet sich nach den Darstellungen von Petit Thouars²⁾ und Richard³⁾ bei *Cycas* mit 5—8 dem einzigen Laubblatt der ersten Periode vorausgehenden Niederblättern, bei *Lepidozamia* nach meinen Beobachtungen mit 3, bei einer von Miquel⁴⁾ beobachteten *Encephalartos*-Art mit 2 Niederblättern⁵⁾; den anderen Fall zeigt nach Poiteau⁶⁾ und Karsten⁷⁾ die Gattung *Zamia*. Die Niederblätter der Cycadeen sind stets schuppenförmig, mehr oder weniger zugespitzt, ebenso wie die Laubblätter nur einen kleinen Theil des Stamms umfassend, in der Gestalt einigermaßen an die Zwiebelschuppen der Lilien erinnernd, bald dick und hartfleischig, zuletzt holzig (*Encephalartos*, *Lepidozamia*), bald mehr lederoder hautartig (*Zamia*, *Stangeria*, *Bowenia*), entweder stehen bleibend und mit den gleichfalls stehenbleibenden Grundstücken der Laub-

¹⁾ In den Mittheilungen über *Lepidozamia* (Sitzungsberichte der naturf. Freunde vom 16. Febr. 1875) habe ich einiges Nähere hierüber angegeben.

²⁾ Hist. d. végét. rec. sur les îles d. France, la Réunion et Madag. (1804) t. I.

³⁾ Mém. sur les Conif. et Cyc. t. 25, f. 4.

⁴⁾ Linnaea XXI, t. 6.

⁵⁾ Auch bei *Dioon edule* gehen den ersten Laubblättern mehrere Nbl. voraus, doch konnte ich die Zahl an einer schon zu weit vorgerückten Keimpflanze nicht genau bestimmen. Die Zahl der Laubblätter der ersten Periode betrug 3.

⁶⁾ Annales de l'instit. hortic. de Fromont, I (1829), p. 215. (Keimung von *Zamia pumila*. Nach Poiteau soll nur ein Cotyledon vorhanden sein.)

⁷⁾ Organogr. Betracht. der *Zamia muricata* (Abh. d. Berl. Ak. 1857), t. II, f. 1.

blätter den eigenthümlichen Schuppenpanzer bildend, welcher die Stämme von *Cycas*, *Encephalartos*, *Lepidozamia*, *Ceratozamia* auszeichnet, bald früher oder später abfallend, so dass der Stamm völlig entblösst wird, wie bei *Zamia* und am frühesten und auffallendsten bei *Stangeria* und *Bowenia*. Die Niederblattbildung scheint allen Cycadeen ohne Ausnahme zuzukommen, und unterscheidet dieselben in auffallender Weise von den Farnen, welchen Niederblattbildung fast ganz fremd ist. Ich kenne sie nur in zwei Fällen, nämlich an den Ausläufern von *Struthiopteris*¹⁾ und in ganz anderer Weise an den Bulbillen von *Cystopteris bulbifera*, doch werden sich diesen wohl noch andere Fälle anreihen.

Die mächtig entwickelten Laubblätter bilden ebenso wie bei den Farnen und Palmen mit gestauchtem Stamm eine bald wenigblättrige bald vielblättrige Laubkrone oder Rosette und bedingen dadurch (in Verbindung mit ihrer gefiederten Form) mit beiden genannten Familien eine gewisse habituelle Ähnlichkeit. Sie bilden zusammen mit den Niederblättern eine fortlaufende Spirale, deren Beschaffenheit sich an den Stämmen mit persistenter Blattbasis nach den Parastichen leicht bestimmen lässt. Ich fand stets Verhältnisse aus der Hauptkette der Blattstellungen, um so complicirtere, je grösser der Reichthum der Blätter ist. An jüngeren Stämmen von *Cycas circinalis* fand ich $\frac{1\frac{3}{4}}$, an älteren, ebenso an solchen von *Encephalartos horridus*, *Altensteinii* und *Lepidozamia Peroffskyana* $\frac{2\frac{1}{5}}$; an alten Stämmen von *Dioon edule* und *Cycas revoluta* zählte ich $\frac{3\frac{4}{9}}$ und an einem besonders dicken Stamm letzterer Art (der über 1 Fuss Durchmesser hatte) unzweifelhaft $\frac{5\frac{5}{4}}$. Die Basis der Laubblätter hat ungefähr dieselbe Umfangsbreite (Peribasis) wie die Niederblätter d. i. eine geringe, aber doch eine ansehnlichere, als bei der grossen Mehrzahl der Farne, deren Blattstiel an der Basis nicht erweitert, sondern meist im Gegentheil verdünnt ist. Sie hat die Form einer dick geschwollenen Schuppe und bleibt bei der Mehrzahl der Gattungen am Stamme stehen, während der Blattstiel sich von ihr abgliedert (*Cycas*, *Encephalartos*, *Lepidozamia*, *Ceratozamia*) oder auch unregelmässig sich zerfasernd abfault (*Macrozamia*). Bei zwei Gattungen, *Zamia* und *Ceratozamia*, hat der Schuppentheil des Blattes am oberen Rande jederseits

¹⁾ Verjüng. S. 115.

einen Seitenzipfel, nach Art der sogenannten angewachsenen Nebenblätter, dessen Innenrand mehr oder weniger auf die Vorderfläche des Schuppentheiles hereingreift, bei *Ceratozamia* in höherem Grade als bei *Zamia*. Bei diesen zwei Gattungen sind auch die Niederblätter zum Theil dreispitzig¹⁾. Denkt man sich die kleinen Stipularzipfel dieser Cycadeen zu grösseren Ohren ausgebildet und die nach vorn übergreifenden Ränder zu einer zusammenhängenden Wand (einer sogenannten *stipula intrafoliacea*) vereinigt, so würde man eine Bildung erhalten, ähnlich der bekannten merkwürdigen Stipularbildung der Marattiaceen²⁾, welche Familie der Farne auch durch den breiten Blattfuss den Cycadeen ähnlicher ist als die der Polypodiaceen. Die Blattspreite ist bei allen lebenden Cycadeen gefiedert, bei einer Gattung (*Bowenia*) doppelt gefiedert, und zwar tritt die Fiedertheilung schon bei den ersten Laubblättern der Keimpflanze ein. So hat z. B. das erste Laubblatt von *Zamia pumila* nach Poiteau zwei Paare von Fiederblättchen, das erste von *Cycas circinalis* nach Richard jederseits 8—9, von denen ein oder zwei unterste auf kleine Stacheln reducirt sind; an dem ersten Laubblatt einer Keimpflanze von *Dioon edule* zählte ich sogar auf der einen Seite 29, auf der andern 30 Fiedern. An erwachsenen Pflanzen erreicht die Zahl der Blattfiedern oft eine bedeutende Höhe, ist jedoch nach den Gattungen und Arten sehr verschieden, im Allgemeinen geringer bei den Gattungen *Zamia*³⁾, *Bowenia*, *Stangeria*⁴⁾, grösser bei *Encephalartos* und *Macrozamia*, am grössten bei *Dioon*⁵⁾, *Cycas* und *Lepidozamia*⁶⁾. Den Laubblättern der meisten Cycadeen fehlt ein Gipfelblättchen; so namentlich bei *Zamia* und *Ceratozamia*, bei welchen ein kurzes Stachelspitzchen die Stelle desselben vertritt; bei *Encephalartos*, *Macro-*

1) „Perulae saepe prope apicem utrinque dentatae“ A. De Cand. in Prodr. XVI. 2. 539.

2) Vergl. Sachs, Lehrb. 4. Aufl. S. 412.

3) Bei *Zamia Skinneri* jederseits 4—8; bei *Z. furfuracea* 2—13; *Z. integrifolia* 7—16.

4) Bei *Stangeria paradoxa* 8—15 Paare.

5) Bei *Dioon edule* jederseits 80—100.

6) Bei *Lepidozamia Peroffskyana* im Berl. bot. Garten jederseits 70—100, im Vaterland nach Ferd. v. Müller bis 120.

zamia und *Lepidozamia* ist die Endspitze oft schon etwas verlängert, mitunter ein kümmerliches Endblättchen darstellend. Die Arten der Gattung *Cycas* verhalten sich verschieden: bei *Cycas revoluta* und *angulata* ist meist nur eine stielartige stechende Spitze ohne oder mit sehr schmalem Spreitenrand vorhanden, während *Cycas circinalis* gewöhnlich ein Endblättchen besitzt, welches den Seitenblättchen an Grösse gleichkommt. Normal ist ein grosses, die obersten Fiederblättchen an Länge übertreffendes Endblättchen bei *Stangeria paradoxa* vorhanden. Bei *Cycas* und *Stangeria* wird das Endblättchen zuweilen von dem letzten Seitenblättchen in einer Weise gedrängt, dass der Anschein einer dichotomen Blattspitze entsteht. Bei *Bowenia* fehlt am Ende des Mittelstiels (der rhachis primaria) zwischen den letzten Fiedern erster Ordnung jede sichtbare Fortsetzung; nur eine kleine abgeflachte Schwiele trennt die beiden Fiederstiele; dagegen endigt der Mittelstiel der Fiedern (die rhachis secundaria) mit einem wohl entwickelten Endblättchen. Die Blattfiedern stehen sich häufig genau gegenüber, so namentlich die obersten zu den Seiten der terminalen Stachelspitze bei *Zamia*, was nicht für einen sympodialen Bau des Blattes spricht, welchen Sachs vermuthet¹⁾. In der Regel sind die Blättchen ungetheilt, nur bei einigen *Encephalartos*-Arten (*E. horridus*) kommen solche mit 1 — 2 Seitenlappen vor, von welchen der stärkste oder allein vorhandene auf der äusseren (basiskopen) Seite steht. Ausnahmsweise habe ich auch bei *Zamia* und *Bowenia* zweilappige Blättchen gesehen und von *Macrozamia spiralis* führt F. v. Müller eine varietas *diplomera* an „segmentis plurimis ultra medium vel basin tenus divisis“. Die Fiederblättchen sind meist sitzend und zwar entweder mit breiter oder wenig verschmälerter Basis befestigt, an der Spindel eine Strecke weit herablaufend bei *Cycas* und *Lepidozamia* und den oberen Fiedern von *Stangeria*, herab- und zugleich auch etwas hinauflaufend bei *Dioon*; oder am Grunde stärker zusammengezogen und zwar noch etwas wenig herablaufend bei *Macrozamia*, nach oben und unten etwas vorgezogen bei *Encephalartos*. Stärker stielartig zusammengezogen aber ohne Gliederung sind sie bei *Bowenia*, mehr oder weniger stielartig zusammengezogen und mit schwielig verdicktem, eine schwerlösliche Gliederungsstelle bildendem Fuss

¹⁾ Lehrb. d. Bot. 4. Aufl. S. 493.

versehen bei *Zamia*. Bei einer von Wallis in Neu-Granada entdeckten Art dieser Gattung (*Z. Wallisii* Veitch) erreicht der Stiel des Blättchens die ausserordentliche Länge von 9 Centim.

Zu den wichtigsten Eigenthümlichkeiten der Cycadeen gehört die Nervatur der Blättchen. Sie findet sich in einfachster Weise bei *Cycas*, wo jedes Fiederblättchen von einem einzigen Nerven durchzogen ist. Bei *Dioon* besitzt jedes Blättchen mehrere (bis 15) Nerven, welche gesondert aus der Spindel hervortreten, zuerst wegen der nach oben und unten vorgezogenen Basis des Blättchens etwas convergirend, bald aber in paralleler Richtung und ohne jede Theilung das Blättchen durchziehend, die äussersten schon etwas unterhalb der Spitze desselben im Rande erlöschend. Einen noch strengeren Parallelismus zeigen die gleichfalls meist einfachen Nerven der fossilen Gattung *Pterophyllum*¹⁾, indem die Blättchen vom Grunde an gleiche Breite besitzen. Bei *Lepidozamia* sind die Fiederblättchen am Grunde etwas zusammengezogen und ist die Zahl der eintretenden Nerven schwierig zu unterscheiden; sie schien mir jedoch kaum geringer zu sein als im weiteren Verlauf, in welchem meist 12 Nerven sichtbar sind, an denen ich niemals eine Theilung wahrnehmen konnte. Die dem Rande benachbarten Nerven sind etwas schwächer als die mittleren und verschwinden der Reihe nach, so dass in die sehr verschmälerte Spitze nur noch 4 Nerven auslaufen. Bei den Gattungen *Macrozamia*, *Encephalartos*, *Ceratozamia*, *Zamia* und *Bowenia*, welche sämmtlich eine zusammengezogene Basis der Blättchen besitzen, findet Gabeltheilung der Nerven statt, um so reichlicher, je stärker sich die Blättchen nach oben verbreitern. Ganz gewöhnlich tritt eine erste Theilung dicht an der Übergangsstelle der Nerven in die breitere Fläche ein, aber auch im weiteren Verlauf wiederholen sich die Theilungen, zuweilen selbst noch in der Nähe des Randes, in welchen die Nervenenden einlaufen. Diesen Gabelungen ist es zuzuschreiben, dass die Zahl der in einer bestimmten Querlinie sichtbaren Nerven im unteren schmälern Theile des Blättchens geringer ist, als im mittleren breiteren. Als ein Beispiel einer Cycadee mit schmalen Blättchen, welche Nervenheilung zeigt, hebe ich *Macrozamia cylin-*

¹⁾ In der von Schimper angenommenen Beschränkung. Vergl. Paléont. végét. II, 133. Tab. 70, f. 7.

dracea (hort.) hervor. Die linienförmigen Blättchen einer noch jungen Pflanze zeigen nur 2 eintretende Nerven, die durch Theilung auf 7 vermehrt in den unregelmässigen Zähnen der gleichsam abgebissenen Spitze der Blättchen endigen. Bei *Encephalartos Hildebrandtii*¹⁾ unterscheidet man am Grunde des Blättchens 4 Nerven, in der halben Länge desselben 15—18; bei *E. Altensteinii* unten 8, in der Mitte ungefähr 24; bei *Ceratozamia Miqueliana* ebenso am Grunde 6—8, in der Mitte ungefähr 24; bei *Zamia Skinneri* am Grunde 6, in der Mitte ungefähr 24. Zählt man bei dieser Art die im ganzen Umfang in den Rand eintretenden Nervenenden, so findet man deren 36—38, was eine zwei- bis dreimalige Zweitheilung jedes Nerven anzeigt. Bei *Z. furfuracea* zählte ich bei 8 in die Basis eintretenden Nerven im Umfang 62 Enden, was eine fast vollständige dreimalige Zweitheilung anzeigt. Am schönsten kann man die Theilung der Nerven bei der bereits erwähnten *Z. Wallisii*²⁾ verfolgen, bei welcher die Nerven kräftiger, stärker divergirend und weiter abstehend sind als bei irgend einer anderen Art. Der verlängerte Stiel des Blättchens lässt von aussen die Nerven nicht unterscheiden, zeigt aber im Querschnitt 4 Leitbündel. Wo die Nerven beim Eintritt in die Spreite sichtbar werden, hat sich diese Zahl bereits verdoppelt und man wird leicht versucht eine noch grössere Zahl anzunehmen, da ein Theil derselben sich schon dicht am Grunde der Spreite weiter spaltet. Im Umfang eines untersuchten Blättchens von besonderer Grösse zählte ich 72 in den Rand einlaufende Nervenenden. Bei *Bowenia* endlich tritt ein einziger Nerv in jedes Blättchen ein, durch dessen wiederholte Theilung 32 oder mehr Nervenenden entstehen, von denen jedoch nur 4 das stark zugespitzte Ende erreichen. An-

¹⁾ Beschrieben im index semin. hort. Berol. von 1874.

²⁾ Das mir von dem Entdecker dieser Art mitgetheilte Fiederblättchen, von welchem obige Zahlen entnommen sind, besitzt mit Einschluss des Stiels eine Länge von 0,53 M., wovon auf den Stiel 0,08, auf die ovale, am Grunde etwas herzförmige, oben zugespitzte Spreite 0,45 kommen. Die Breite beträgt 0,265 M. Es sind dies Maasse, welche Alles, was bisher in der Gattung *Zamia* bekannt war, weit übertreffen. Botanische Gärten werden in nächster Zeit Gelegenheit haben, diese merkwürdige Pflanze aus der Gärtnerei von James Veitch in London zu beziehen.

scheinend ganz abweichend von allen übrigen Gattungen der Familie verhält sich *Stangeria*. Gipfel- und Seitenblättchen haben einen kräftigen Mittelnerve, von welchem in fiederartiger Anordnung dicht aneinander gedrängt parallele Seitennerven (Secundärnerven) unter fast rechtem Winkel ausgehen, welche ungetheilt oder einfach gabelig, seltener an dem einen oder anderen Zweig, noch seltener an beiden zum zweitenmal gegabelt sind. Zuweilen fließen beide Gabelspitzen gegen den Rand des Blättchens hin wieder zusammen, gleichsam eine längliche Insel in ihrem Verlauf bildend. Will man diese Nervatur mit der der anderen Cycadeen in Verbindung setzen, so denke man sich eine *Stangeria* mit einfachem Blatt und unterbreche die Reihe der Secundärnerven, indem man sie gruppenweise in Segmente vereinigt. Man wird auf diese Weise ein fiedertheiliges Blatt darstellen, das (abgesehen von der häufigen Zweitheilung der Nerven) mit dem von *Pterophyllum* übereinstimmt. *Stangeria* würde dann gleichsam ein doppelt gefiedertes *Pterophyllum* mit verschmolzenen Segmenten darstellen. Das einfache *Stangeria*-Blatt mit dem Übergang in das fiedertheilige *Pterophyllum*-Blatt ist in der That kein blosses Gedankending, es existirte in der Vorwelt als *Anomozamites*, einer von Schimper¹⁾ auf *Pterophyllum inconstans* und ähnliche Arten gegründeten Gattung, deren Blätter theils ungetheilt, theils fiedertheilig, theils von gemischter Beschaffenheit sind.

Es sind nach dem Vorstehenden drei Eigenthümlichkeiten der Nervatur der Cycadeen hervorzuheben: 1. das gänzliche Fehlen der Anastomosenbildung²⁾; 2. die Häufigkeit der dichotomen Theilung; 3. die Gleichwerthigkeit sämtlicher Nerven (mit Ausnahme von *Stangeria*). Durch 1 unterscheiden sich die Cycadeen von der grossen Mehrzahl der Dicotylen und Monocotylen, von letzteren bei oberflächlicher Ähnlichkeit noch bestimmter durch 2 und 3. Unter den angiospermischen Phanerogamen wird man überhaupt vergeblich nach Nervaturverhältnissen suchen, welche mit denen der Cycadeen übereinstimmen, wogegen die Vergleichung mit eini-

¹⁾ Paléont. végét. II. p. 140. Abbildungen findet man in Schenk, foss. Flora d. Grenzsichten d. Keupers und Lias (1867) auf Taf. 37.

²⁾ Dies gilt auch von *Bowenia* und ist darnach eine Angabe in Schimp. Paléont. (II. 122) zu berichtigen.

gen Coniferen nahe liegt, namentlich mit *Dammara* und *Nageia* (*Podocarpus* sect. bei Endl.), bei welchen die Nervatur des ganzen Blattes wesentlich dieselbe ist mit der des Blättchens von *Zamia* und *Encephalartos*; ferner mit *Ginkgo*, dessen Nervatur sich der der Blättchen von *Bowenia* nahe anschliesst. Noch zahlreichere Anknüpfungspunkte zeigt die Nervatur der Farne, indem bei einem grossen Theil derselben die Anastomosen gleichfalls fehlen, nicht bloss bei zahlreichen Polypodiaceen, sondern namentlich auch bei allen Osmundaceen und den Marattiaceen mit Ausnahme von *Kaulfussia*. Ebenso ist die Dichotomie der Nerven in einzelnen Theilen des Blattes oder selbst im ganzen Blatte (*Schizaea*, *Rhipidopteris*, *Hecistopteris*) den Farnen nicht fremd und findet sich auch in den Blättchen von *Marsilia*, hier jedoch durch Anastomosen complicirt. Was insbesondere *Stangeria* betrifft, so kommen ähnliche Nervaturen in vielen Gattungen lebender Farne vor, z. B. bei *Pteris*, *Lomaria*, *Acrostichum*, *Aconiopteris*, *Olfersia*, ferner *Marattia*, *Angiopteris* und *Danaea*, so wie bei zahlreichen fossilen Farnen, welche man nach der Nervatur in die Gruppe der Neuropteriden zusammengestellt hat und von welchen einige, z. B. *Danaeopsis* Heer¹⁾, auch in der Form des Blattes der *Stangeria* so ähnlich sind, dass man sie, ehe die Fructification bekannt wurde, als *Stangerites* bestimmen konnte. Die Gattung *Thinnfeldia* Ett. stimmt nach Schenk's Untersuchungen²⁾ überdies in der Beschaffenheit der Epidermis und der Stomata mit den Cycadeen überein, so dass sie von ihm selbst früher diesen zugezählt wurde. Das gewöhnlichere Verhalten der Cycadeen mit gleichwerthig-vielnervigen Fiederblättchen (*Zamia* etc.) ist unter den lebenden Farnen ausser *Botrychium Lunaria* kaum vertreten, wohl aber findet sich eine annähernd ähnliche Nervatur der Blattsegmente bei mehreren Farngattungen der Vorwelt, namentlich bei *Odontopteris*, *Nilssonia* und *Otopteris*, von welchen die zwei letztgenannten früher gleichfalls für Cycadeen gehalten wurden und zum Theil noch gehalten werden³⁾.

1) Vergl. *Danaeopsis marantacea* in Schimp. Paleont. vég. t. 37.

2) Foss. Flora der Grenzsichten d. Keupers und Lias S. 105 u. f. Taf. 26. 27. 28.

3) Bei *Nilssonia*, welche grosse Ähnlichkeit mit *Pterophyllum* besitzt, ist die Fructification entscheidend; *Otopteris*, deren Fructification noch nicht

Weitere Anknüpfungspunkte bietet auch die Knospenlage der Laubblätter, deren auffallende Ähnlichkeit mit der der Farne¹⁾ und gänzliche Verschiedenheit von der der Palmen bei *Cycas* schon von Rheede²⁾ beschrieben und abgebildet wurde und für Linné wohl ein Grund gewesen sein mag, die von ihm früher unter die Palmen gestellte Gattung *Cycas* in die Ordnung der Filices zu versetzen³⁾. Doch ist die Ähnlichkeit mit der Knospenlage der Farne nicht vollständig, da bei *Cycas* nur die Fiederblättchen aufgerollt sind, das Blatt im Ganzen aber völlig gerade ausgestreckt ist, während bei den Farnen umgekehrt gerade die Aufrollung des ganzen Blattes das Constante, eine besondere Aufrollung der Fiedern dagegen bei manchen einfach gefiederten Farnen, wie z. B. bei *Aspidium falcatum*, *Asplenium marinum*, *Nephrolepis* etc., nicht oder nur sehr schwach vorhanden ist. *Cycas* ist übrigens die einzige Gattung der Familie, von welcher eine Aufrollung der Fiederblättchen an gerader Spindel bekannt ist; bei einigen anderen, nämlich *Zamia* (wenigstens der Mehrzahl der Arten nach) und *Ceratozamia* ist umgekehrt das Blatt im Ganzen mit der Spitze mehr oder weniger eingekrümmt oder schwach gerollt, während die Fiederblättchen gerade gestreckt sind. Bei *Stangeria* ist die Spitze des Blattes nach der Beschreibung „abrupte secus petiolum reflexa“. Die stärkste, wahrscheinlich auch auf die primären Fiedern sich erstreckende Einrollung sah ich bei *Bowenia*⁴⁾. Dagegen ist so-

ganz sicher gestellt ist, wird in Schimper's Pal. vég. II. p. 167 unter dem Namen *Otozamites* Fr. Braun auch jetzt noch unter die Cycadeen gestellt, während Schenk l. c. S. 135 sie mit Entschiedenheit den Farnen zuzählt. Ich komme auf die Stellung dieser Gattung noch einmal zurück.

¹⁾ Vergleicht man z. B. eine bereits ausgestreckte Fieder von *Angiopteris*, deren einzelne Fiederblättchen noch aufgerollt sind, mit einem jungen in der Aufrollung begriffenen Blatt von *Cycas*, so ist die Ähnlichkeit auffallend.

²⁾ Hortus Malabaricus III (1682) t. 15.

³⁾ „Foliatio circinalis more Filicum“ Codex Linnaeanus p. 1020. Dieselbe Stellung unter den Farnen weist auch Jussieu (gen. plant. 1789 p. 16) den Cycadeen an, während wir bei Adanson (Familles des plantes 1763, II. p. 25) *Cycas* mit dem indischen Namen *Todda pana* unter den Palmen finden.

⁴⁾ Das einzige von mir in der Aufrollung beobachtete Blatt durfte nicht zerstört und konnte in seiner weiteren Entwicklung nicht verfolgt werden.

wohl das ganze Blatt als seine Theile (Spindel und Blättchen) gerade gestreckt bei *Dioon*, *Lepidozamia*, *Encephalartos*, *Macrozamia*?¹⁾, und einem Theil der *Zamia*-Arten, z. B. *Z. Skinneri*. Bei allen diesen, ebenso wie bei den *Zamia*-Arten mit eingebogenem Blatt und bei *Ceratozamia* sind die Blättchen flach, wogegen sie bei *Stangeria* der Länge nach gefaltet sind. Sind die Blättchen flach, so legen sie sich vorwärts (nach der Bauchseite des Blatts) aneinander und decken sich ziegelartig, „vernatione imbricativa“, wie überall angegeben wird. Dass aber diese Deckung eine ober-schlächtige ist, d. h. vom Rücken aus gesehen der untere (basiskope) Rand des Blättchens den oberen (acroskopen) des vorausgehenden deckt²⁾, ist bisher nicht beachtet worden, und doch ist dies einer der merkwürdigsten Charactere der Cycadeen. Denn fast alle übrigen fiederblättrigen Gewächse, welche überhaupt eine Deckung zeigen, sowohl die schon erwähnten Farne mit flachen

¹⁾ Es fehlen mir über diese Gattung eigene Beobachtungen. A. De Candolle (Prodr. VVI. II. 534) characterisirt sie „vernatione rhachis et segmentorum stricta imbricativa“, nur von der Section *Parazamia* (nicht *Paradenia*) Miq. heisst es „vernatio folii subspiralis“. Dagegen giebt Miquel (over de Cycadeen in Nieuw Holland) bei *Encephalartos* §. 1 *Macrozamia* an „folia vernatione spiraliter torta“ und bei §. 3 *Parazamia* unter der einzigen dahin gehörigen Art (*E. Pauli Guilielmi* F. Müll.) „folia vernatione et serius etiam subspiraliter torta“. Was die genannten Autoren unter „vernatio spiraliter torta“ verstehen, ist nicht klar; ich vermuthe aber, dass es sich bei dieser Angabe um eine ganz andere, von der Knospelage wesentlich verschiedene Erscheinung handelt, nämlich nm die am entwickelten Blatte auftretende schraubenförmige Drehung der Spindel, nach welcher *M. spiralis* den Namen hat, und welche bei *M. Pauli Guilielmi* (*M. plumosa* hort.) so bedeutend ist, dass die Fiederblättchen ringsum an der Spindel in spiraliger Ordnung zu stehen scheinen.

²⁾ Eine solche Deckung ist die Folge einer meist kaum bemerkbar schiefen Insertion der Basis der Fiedern und zwar in der Art, dass die Insertionslinie sich mit dem acroskopen Ende der Mittellinie der Bauchseite der Spindel annähert. Man überzeugt sich davon leicht bei *Dioon*, wo von der Bauchseite gesehen das hinauf laufende (acroskope) Ende der Insertion das herablaufende (basiskope) der vorausgehenden Fieder übergreift. Weiter fortgesetzt würde diese Neigung der Insertionslinie dazu führen, den Rücken der Fiedern nach oben zu kehren.

oder schwach eingekrümmten Fiedern oder Fiederchen¹⁾ (Polypodiaceen, Osmundaceen), denen sich auch *Marsilia* anschliesst, als auch die dicotylen Phanerogamen, bei welchen die Blättchen in der Knospelage flach sind²⁾, haben unterschlächtige Deckung. Es sind mir ausser den Cycadeen von dieser Regel bis jetzt nur wenige Ausnahmen vorgekommen, nämlich aus dem Gebiet der Farne bei *Botrychium*, in Beziehung auf welche Gattung ich auf die schönen Zeichnungen Roepers³⁾ verweisen kann⁴⁾, und unter den dicotylen Phanerogamen bei *Comptonia Boronia alata*⁵⁾ und einem Japanischen Holzgewächs, welches der Gattung *Zanthoxylon* anzugehören scheint⁶⁾. Mit der Nachweisung eines solchen Unter-

1) Besonders gute Beispiele bieten *Aspidium (Cyrtomium) falcatum* und *Nephrolepis exaltata* nebst den verwandten Arten. Bei *N. imbricata* ist die unterschlächtige Deckung auch noch im völlig entwickelten Zustande sichtbar, ebenso bei *Lomaria inflexa* und bei den zierlichen Arten der Gattung *Jame-sonia* (Kunze Fil. t. 71 und 133).

2) So bei den Mimoseen, *Guajacum*, *Tribulus*, *Porliera*. Auch viele Compositen zeigen trotz der zerspaltenen Blattfiedern die unterschlächtige Deckung deutlich, z. B. *Achillea*, *Chrysanthemum carneum*, *Centaurea alpina*. Die grosse Mehrzahl der Dicotylen mit gefiederten Blättern ist zur Bestimmung der Deckungsverhältnisse nicht geeignet, weil die Fiederblättchen zusammengefaltet sind (*Papilionaceae*, *Cassia*, *Tamarindus*, *Gleditschia*, *Rosa*, *Sorbus*, *Rhus*, *Ailanthus*, *Melianthus*, *Dictamnus*, *Juglans*, *Pastinaca*, *Jasminum*, *Fraxinus*, *Dahlia*, *Datisca*), oder gerollt, und zwar mit den Rändern nach innen (*Sambucus*, *Carya*), seltener nach aussen (*Phellodendron*); aber auch bei diesen stellt sich nicht selten nach der Entfaltung eine unterschlächtige Deckung her (*Pastinaca*, *Cassia*, *Gleditschia*), welche sich namentlich in der Schlafelage zeigt.

3) Bot. Zeitung 1859, Taf. XII, Fig. 4. 5. 7. 10. 11. 13. 14.

4) Ein zweites Beispiel aus dem Gebiet der Farne liefert vielleicht die Gleicheniaceengattung *Stromatopteris* Mett., doch kann ich es nicht sicher feststellen, da mir Jugendzustände fehlen.

5) Auch *Ruta* zeigt eine wegen Einkrümmung der Ränder minder deutliche oberchlächtige Deckung.

6) Könnte vielleicht *Z. piperitum* D. C. sein. Eine nähere Bestimmung ist nicht möglich, da das Exemplar des botanischen Gartens seither erfroren ist. Eine ausgedehntere Vergleichung der Arten der Gattung *Zanthoxylon* war mir noch nicht möglich.

schiedes in der Imbrication der Fiedern der Cycadeen und der Farne (mit Ausnahme von *Botrychium*) ist zugleich ein neuer Anhaltspunkt zur Entscheidung über gewisse fossile Pflanzen, deren Stellung bisher zwischen beiden schwankend war, gegeben.¹⁾

Ich schliesse an die Betrachtung der Blätter eine Bemerkung über die Stellung der an Cycadeenstämmen nicht selten vorkommenden Seitenknospen an. Nach Mettenius²⁾ stehen dieselben bei *Cycas* und *Dioon* seitlich vor der Mittellinie des Tragblatts, dem Rande näher als der Mitte. Ich hatte Gelegenheit einige solche Knospen an einem alten absterbenden Stamme von *Cycas revoluta* zu untersuchen, wonach ich die Angabe von Mettenius bestätigen und beifügen kann, dass dieselben über der anodischen Seite des Blatts (in den beobachteten Fällen Niederblatts) stehen. Eine derartige mehr oder weniger an den Rand des Tragblatts gerückte Stellung der Knospen ist in Verbindung mit zweizeiliger Blattstellung³⁾ sowohl bei Cryptogamen als bei Phanerogamen nicht selten; in Verbindung mit spiraliger Blattstellung ist sie mir

¹⁾ Wenn die bei Schenk l. c. Taf. 34, F. 3. 4. 5. 6 von *Otopteris Bucklandii* (*Otozamites brevifolius* Fr. Braun) gegebenen Abbildungen, von denen eine auch in Schimper's Paléont. auf Taf. 45, F. 12 wiedergegeben ist, wie Schenk und Schimper annehmen, die Rückenseite des Blattes darstellen, so ist die Frage über dieses Fossil zu Gunsten der Farne entschieden. Dagegen dürfte *Zamites gracilis* Kurr (foss. Flora d. Juraformat. Würtemb. Taf. I, F. 3), welchen Schimper (Paléont. II, p. 171) gleichfalls unter *Otozamites* stellt, wie auch Schenk vermuthet, eine wirkliche, der Schimper'schen Gattung *Ptilophyllum* zuzuzählende Cycadee sein, vorausgesetzt, dass die gegebene Abbildung die Oberseite des Blatts darstellt.

²⁾ Beiträge zur Anat. d. Cycadeen in d. Abh. der Sächs. Gesellsch. d. W. 1860, S. 594.

³⁾ Gewöhnlich bei niederliegendem Stengel, wobei die Blätter sich auf der Oberseite desselben genähert sind, die Knospen eine rein seitliche Stellung behaupten (*Acorus*, *Monstera*, *Butomus*, *Polypodii* sp., *Marsilia*, *Pilularia*), oder bei rein seitlicher Stellung der Blätter die Knospen nach unten genähert sind (*Hydrophyllum*, *Hymenophyllaceae* plur., *Davallia*, *Humata*). Vrgl. Mettenius, über Seitenknospen von Farnen, 1860. Bei freien horizontalen Zweigen findet sich auch der Fall, dass die Ursprungsstellen der Blätter nach unten convergiren, während die Knospen eine genau seitliche Stellung besitzen (*Fagus*, *Olmedia*).

nur bei Farnen und Moosen bekannt. Es mag ein zufälliges Zusammentreffen sein, dass die Knospen sich auch bei diesen auf der anodischen Seite des Blatts befinden, wie ich es namentlich bei *Struthiopteris*¹⁾ beobachtet habe und wie es bei den Moosen, bei den grösseren *Hypnum*-Arten (*giganteum*, *cuspidatum* etc.) schön zu sehen ist²⁾. Miquel vermuthet, die Knospenbildung an alten Cycadeenstämmen möchte zusammenfallen mit der von Faldermann³⁾ beobachteten Bildung junger Pflänzchen aus abgelösten und in die Erde gesetzten Schuppen (Niederblättern oder wahrscheinlicher Schuppentheilen der Laubblätter). Dies ist jedoch unbegründet; die von mir beobachteten Stammknospen reichten deutlich zwischen den Schuppen bis zur Oberfläche des Stamms hinab und Mettenius verfolgte ihren Ursprung bis in die Tiefe der Rinde, wo sie den Gürteln der Gefässbündel gleichsam aufsasssen. Übrigens ist eine wiederholte Untersuchung beider Erscheinungen sehr wünschenswerth. Die Fähigkeit abgelöster Blattfüsse Adventivknospen zu erzeugen erinnert an die den Gärtnern wohlbekannte gleiche Fähigkeit der mit fleischigen Nebenblättern versehenen Blattfüsse der Marattiaceen.

Der Stamm der Cycadeen ist meist niedrig, dick und plump, zuweilen fast kugelig und theilweise in der Erde versteckt (*Encephalartos septentrionalis*, *Zamia Wallisi*), selten zu bedeutenderer Höhe

1) Die unterirdischen Ausläufer von *Struthiopteris* entspringen neben der schmalen, in senkrechter Richtung ausgedehnten Insertionsstelle des benachbarten Blattes.

2) Nach den Untersuchungen von Leitgeb (Wachsthum von *Sphagnum* in d. Sitzungsber. d. Wien. Ak. LIX, März 1869 und Rauter's Studien über *Hypnum* in den Mitth. des nat. Vereins zu Gratz 1874) findet dieses Verhältniss bei den Moosen eine genügende Erklärung, die sich jedoch auf Gewächse höherer Ordnung nicht anwenden lässt.

3) Vergl. Faldermann, über die Vermehrung der Cycadeen aus den Schuppen ihrer bereits abgestorbenen Stämme in den Verhandl. des Vereins für Gartenbau in den Preuss. Staaten von 1827. — F. machte seine Beobachtungen an *Encephalartos horridus*; in den Trans. of the hort. soc. of Lond. VI, 1826, p. 501 giebt er einen Holzschnitt, nach welchem zwei Knospen aus einer Schuppe entstehen. Anderweitige Beobachtungen über Knospenbildung an Stämmen und selbst an Wurzeln von Cycadeen findet man bei Mettenius, l. c. zusammengestellt.

sich erhebend, wie dies in den Gattungen *Cycas*¹⁾ und *Lepidozamia*²⁾ vorkommt, in den meisten Fällen einfach, seltener mit wenigen nahe am Grunde entspringenden Zweigen (*Encephal. Hildebrandtii*, manche *Zamia*-Arten), seltener noch oben in kronleuchterartige Arme getheilt, wie es Rheede von *Cycas circinalis* abbildet³⁾. Dem äusseren Ansehen nach haben die durch stehenbleibende Blattfüsse und Niederblattschuppen getäfelten Cycadeenstämme eine entschiedene Ähnlichkeit mit den gleichfalls durch Blattnarben oder Stielreste getäfelten Stämmen der Baumfarne, eine weit grössere als mit den geringelten oder mit geschlossenen Scheidenresten bekleideten Stämmen der Palmen. Auch die beträchtliche und frühzeitige Umfangszunahme dicht unter dem fortwachsenden Scheitel, während ein späteres Dickenwachsthum kaum bemerkbar ist, erinnert so bedeutend an das Verhalten der Farnstämme, dass Mohl den Cycadeen ebenso wie den Farnen eine „vegetatio terminalis“ zuschrieb und Endlicher sie in seinem System⁴⁾ unter Cormophyta acrobrya mit den Farnen und sonstigen Gefässcryptogamen zusammenstellte. In Beziehung auf den anatomischen Bau sprach sich Mohl⁵⁾ dahin aus, dass der Cycadeenstamm „als eine völlige Mittelbildung zwischen dem Stamm der Baumfarne und der Coniferen“ erscheine, wogegen Mettenius⁶⁾ den Vergleich mit dem

1) *Cycas circinalis* erreicht nach Rheede 10 Meter, *C. Normanbyana* nach Ferd. v. Müller (Fragm. phytogr. Australiae VIII, t. 1) 20 Fuss, *C. media* R. Br. nach demselben 70 Fuss Höhe.

2) *Lepidozamia Peroffskyana (Denisonii)* soll nach Ferd. v. Müller 16—20, die davon zweifelhaft verschiedene *L. Hopei (Katakidozamia Hopei Hill.)* 60 Fuss erreichen.

3) Hort. Malab. III, t. 20. Der abgebildete Stamm theilt sich in bedeutender Höhe in 5 abstehende Arme. Die von Karsten l. c. t. I gegebene Figur von *Zamia muricata* zeigt einen niedrigen Stamm, der sich in 3 Arme theilt. Die Entstehung solcher Verzweigungen ist noch nicht untersucht, aber das ganze Ansehen derselben deutet auf wirkliche Zweigbildung und hat nichts an sich, was an Dichotomie erinnert.

4) Genera plantarum, 1836.

5) Über den Bau des Cycadeenstamms in den Denkschr. d. Münchner Akad. d. Wiss. X. (1832) S. 429.

6) Beiträge zur Anat. d. Cycad. (Sächs. Ges. der Wissensch. 1860).

Farnstamm nicht für gerechtfertigt hält, dagegen eine wesentliche Übereinstimmung mit dem Typus des Dicotylenstammes und insbesondere eine grosse Ähnlichkeit mit dem Bau der Coniferen findet. Doch hat er selbst manche Eigenthümlichkeiten des Cycadeenstammes beschrieben, welche den meisten Dicotylen so wie den Coniferen fremd sind, namentlich den Mangel der Jahresringe, das Auftreten accessorischer Holzringe in der Rinde¹⁾, den sonderbaren Verlauf der Markscheidenbündel, welche umfassende Gürtel in der Rinde bilden, bevor sie in die Blätter eintreten, die ungewöhnliche Structur, welche die Bündel beim Eintritt in den Blattstiel annehmen, indem ein centripetaler Xylemtheil sich innerhalb des an Stärke abnehmenden oder ganz verschwindenden centrifugalen einschiebt²⁾. Man kann diesen Eigenthümlichkeiten noch das Vorkommen besonderer im Mark zerstreuter Bündel (namentlich bei *Encephalartos*) beifügen. Was die Cycadeen in Beziehung auf die Structur des Stammes von den Farnen wesentlich unterscheidet, ist die denselben mit fast allen anderen Phanerogamen gemeinsame radiale Nebeneinanderlagerung von Phloëm und Xylem, während in den Bündeln der meisten sog. Gefässcryptogamen das Xylem von Phloëm rings umgeben ist. Doch ist dies kein allgemein gültiger Unterschied, wie die Equisetaceen und Ophioglosseae zeigen, welche nach Russow im Bau der Leitbündel dem Phanerogamentypus folgen und von welchen namentlich die letzteren in dieser Beziehung eine gewisse Ähnlichkeit mit den

¹⁾ So namentlich bei *Cycas* und *Encephalartos*. Mohl bezweifelt mit Unrecht das Vorkommen von mehr als 2 Holzringen und hält deshalb die Figur von Rheede (l. c. tab. 8), welche in einem ungefähr 0,28 M. dicken Stamme von *Cycas circinalis* 7 Holzringe darstellt, für ungenau. Allein Miquel (Linnaea XVIII. 1844) bildet einen etwas dünneren Stamm derselben Art mit fast eben so vielen, aber zum Theil unvollständig entwickelten und stellenweise ineinander fließenden Ringen ab. An einem Stamm von *Cycas media* von 0,25 M. Dicke fand ich selbst 8 Holzringe. Ein von Göppert (fossile Flora d. Permisch. Form. Taf. 63, f. 2) gegebener Querschnitt von *Encephalartos longifolius* zeigt auf der einen Seite 4, auf der andern 5 Holzringe.

²⁾ Vergl. auch Russow, vergleichende Untersuchungen über Leitbündelcryptogamen S. 154, t. XI, f. 42.

Cycadeen zeigen¹⁾. Weitere derartige Fälle scheinen unter den fossilen Pflanzen vorzukommen z. B. bei *Sigillaria*²⁾, wenn diese Gattung anders zu den sporenbildenden Pflanzen gehört, denen sie nach den ihr von Goldenberg zugeschriebenen Fruchtföhren gewöhnlich beigezählt wird³⁾. Es ist überhaupt zu hoffen, dass sich unter den Resten der Vorwelt mit fortschreitender Kenntniss derselben die Verbindungsglieder der jetzt geschiedenen Typen des Stammbaus immer deutlicher herausstellen werden. Ich erinnere namentlich an *Stenzelia* Göpp. (*Medullosa elegans* Cotta), eine Gattung von zweifelhafter systematischer Stellung, welche Göppert als ein Prototyp betrachtet, in welchem sich die Structur der Farne, Monocotylen und Coniferen vereinigt findet⁴⁾.

Die Cycadeen haben eine Hauptwurzel, die sich zu einer mächtigen Pfahlwurzel ausbildet; sie unterscheiden sich dadurch von allen Gefässcryptogamen. Hierin, so wie im Bau und der Entwicklungsweise der Wurzel stimmen sie nach Strasburger's⁵⁾ und Reinke's⁶⁾ Untersuchungen vollkommen mit der Wurzel der Coniferen überein und gehören dem besonderen Typus der Gymnospermenwurzel an. Ausser der Hauptwurzel und ihren racemösen Verzweigungen kommen jedoch noch besondere Luftwurzelgebilde bei den Cycadeen vor, welche schmarotzerähnlich an den der Oberfläche der Erde sich nähernden Wurzelzweigen⁷⁾ in mehr oder weniger aufgerichteter Stellung erscheinen und durch gedrungene, büschelige Verästelung mit angeschwollenen stumpfen Enden

1) Vergl. Russow l. c. S. 117, T. X, f. 18.

2) Vergl. A. Brongniart, observat. sur la structure du *Sigillaria elegans* (Archiv. du Museum d'hist. nat. 1839).

3) Schimper, Paléont. végét. II, p. 105.

4) Göppert, foss. Flora d. Permischen Format. S. 218, T. 38. 39.

5) Die Coniferen und Gnetaceen (1872) S. 358.

6) Morpholog. Abhandlungen (1873) S. 11.

7) Miquel (Linnaea XXI, 1848, S. 563, t. VI) giebt eine Darstellung von aufrechten, einfachen, an der Spitze ein vielhöckeriges Köpfchen bildenden Adventivwurzeln, welche bei einem keimenden *Encephalartos* dicht unterhalb der Cotyledonen hervorbrechen. Ob die Vergleichung dieser Gebilde mit den späteren Luftwurzeln begründet ist, bedarf wohl noch einer weiteren Untersuchung.

ein eigenthümliches korallenähnliches Ansehen erhalten. Diese wohl zuerst von Miquel erwähnten¹⁾, von Schacht²⁾, Strasburger³⁾ und Reinke⁴⁾ genau beschriebenen Gebilde zeichnen sich durch dichotome (auch wohl trichotome) Theilung aus, was von Strasburger⁵⁾, Reinke⁶⁾ und Bruchmann, welcher ähnliche dichotomirende Seitenwurzeln als abnorme Bildung bei *Pinus silvestris* beobachtet hat⁷⁾, als ein bedeutsamer Anklang an die Wurzelbildung der Lycopodien, Selaginellen und Isoëten bezeichnet, ja von Bruchmann gerade zu als eine Rückschlagserscheinung betrachtet wird. Doch hat man diesen Gebilden, welche den dichotomen, korallenartigen Auswüchsen der Erlenwurzel auffallend ähnlich sind, wohl zu viel Bedeutung beigelegt, denn Reinke hat im Inneren derselben nicht bloss Pilzmycelien, sondern auch eine *Nostoc* ähnliche Alge (*Anabaena*) beobachtet⁸⁾ und Bruchmann hat ebenso in den dichotomirenden Kieferwurzeln Pilzmycelien gesehen. Reinke hält es daher nicht für undenkbar, dass diese Dichotomirungen der Ausdruck eines durch Schmarotzer erzeugten krankhaften Zustandes seien, ähnlich wie nach Woronin bei der Erle, und Janczewski⁹⁾ behauptet dies mit Bestimmtheit, geht aber jedenfalls zu weit, wenn er das Vorkommen normaler Dichotomie bei Phanerogamen-Wurzeln ganz in Abrede stellt, da die handförmigen Knollenwurzeln mancher Orchideen

1) Monograph. Cycadearum 1842, p. 6. Miquel führt sie von *Encephalartos* an, Schacht von *Cycas*, *Zamia*, *Ceratozamia*. Ich habe sie im hies. botanischen Garten besonders stark entwickelt bei *Lepidozamia* beobachtet.

2) Flora 1853, No. 17, S. 262, t. IV, f. 11—23.

3) Conif. etc. S. 359.

4) Morphol. Abhandl. S. 12.

5) Conif. etc. S. 360.

6) Götting. Nachrichten 1871, S. 532.

7) Bruchmann, über die Wurzeln von *Lycopodium* und *Isoëtes*, 1874, S. 51—53.

8) Morphol. Abhandl. S. 12.

9) Bot. Zeit. 1874, S. 116.

(z. B. *Orchis latifolia*), wie schon Schacht¹⁾ angegeben hat, unzweifelhafte Beispiele von Dichotomie geben.

Gehen wir zu den Blüten der Cycadeen über, so ist zunächst zu bemerken, dass sie bei dieser Familie stets zweihäusig sind, was bei den Coniferen nur bei dem kleineren Theil der Gattungen, bei den mit zweierlei Sporen versehenen Gefäßcryptogamen niemals der Fall ist. Über die männliche Blüte der Cycadeen, ebenso wie der Coniferen, bestehen kaum noch Differenzen, wir können daher eine ganze Reihe früherer Auffassungsweisen, wie sie Mohl in einer Dissertation vom Jahr 1837 zusammengestellt hat²⁾, namentlich alle diejenigen, nach welchen die sogenannten männlichen Zapfen und Kätzchen als Blütenstände betrachtet wurden, als antiquirt bei Seite lassen. Es ist zur Zeit wohl allgemein anerkannt, dass die männlichen Zapfen der Cycadeen, ebenso wie die männlichen Kätzchen der Coniferen (mit Ausnahme der zusammengesetzten von *Cephalotaxus*) einfache Blüten sind, Blüten der rohesten Art, denen die umhüllenden Blattformationen (Kelch und Krone) fehlen und an deren verlängerter Blütenachse in unbestimmter Zahl Blätter sitzen, welche, trotz ihrer von den Staubblättern höherer Gewächse abweichenden Gestaltung, da sie den Pollen erzeugen, doch als Staubblätter betrachtet werden müssen. Es wurde dies zuerst von R. Brown³⁾ ausgesprochen, bestimmter ausgeführt von Mohl⁴⁾ und neuerlich auch von der anatomischen Seite begründet von Strasburger⁵⁾.

Die Stellung der männlichen Blüte wird von manchen Autoren, ebenso wie die der weiblichen, für terminal gehalten; so von

1) Flora 1853, S. 262.

2) H. v. Mohl, vermischte Schriften S. 45. 50. Speciell für die Cycadeen könnte den 6 von ihm aufgeführten Erklärungsweisen eine 7te beigefügt werden. Dieselbe könnte etwa lauten: „Der männliche Zapfen ist eine beblätterte Achse; die Blätter tragen auf der Unterfläche 2- bis 5-männige Blüten, welche daselbst als Adventivknospen entstehen.“

3) Character and descript. of *Kingia* (1827). (Ray Society, Miscell. bot. works of R. Brown, Vol. I, 433.)

4) Vermischte Schrift. S. 57.

5) Conif. S. 249. Vrgl. auch Eichler, Blüthendiagramme S. 57 und Sachs, Lehrb. d. Bot. 4. Aufl. S. 493.

Karsten¹⁾, nach dessen Beschreibung die nach einander an demselben Stamm erscheinenden Blüten einer sympodialen Zweigfolge angehören würden, und von Sachs, welcher, wenn mehrere Blüten fast gleichzeitig auftreten, eine gabelige Verzweigung vermutet. Dagegen entscheidet sich de Bary²⁾ nach Untersuchung eines im Halleschen botanischen Garten im Jahre 1870 zur Blüthe gekommenen männlichen Stammes von *Cycas Rumphii* für die seitliche Stellung. Auch bei *Lepidozamia Peroffskyana* fand ich im vorigen Jahre die scheinbar terminale männliche Blüthe deutlich neben der Terminalknospe³⁾. Als unzweifelhaft terminal kann nur die weibliche Blüthe von *Cycas* betrachtet werden. Die Zahl der einer Blüthe angehörigen Staubblätter ist stets eine bedeutende, oft sehr grosse. Bei *Lepidozamia Peroffskyana* zählte ich über 600, und *Cycas* besitzt wohl eine noch grössere Anzahl; *Zamia pygmaea*, welche dem andern Extrem angehört, zeigte ungefähr 100. Die Anordnung derselben ist in manchen Fällen der der Blätter am Stamm ähnlich, einem der höheren Glieder der Hauptkette angehörig, häufiger dagegen bewegt sie sich in den mehr oder weniger entfernten Seitenketten und ist dann meist eine zweiumläufige, in welchem Falle sie im Wechsel mit den der Zahl der Orthostichen nach zunächst liegenden Stellungen alternirender Quirle auftritt, wie dies auch sonst im Pflanzenreich z. B. bei Lycopodien, Cacteen, im kolbigen Blütenstand einiger Araceen, Banksien u. s. w. sehr gewöhnlich ist. Die Orthostichen sind bei gerader Zahl genau senkrecht; bei ungerader meist ein wenig schief in der Richtung der Grundspirale. Die Stellung der Staubblätter ist durchschnittlich eine etwas höhere, d. h. sie zeigt eine grössere Zahl von Orthostichen als die der Schuppen der weiblichen Zapfen derselben Art. Ich gebe nachstehend eine Übersicht der bei beiden Geschlechtern beobachteten Fälle, wobei einige Angaben von Karsten, Unterhuber⁴⁾, Strasburger, so wie die von Eichler⁵⁾ meist

1) Über *Zamia muricata* S. 202.

2) Bot. Zeitung 1870, S. 574—477.

3) Vrgl. Sitzungsb. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde vom 16. Februar 1875. Genauere Untersuchungen über diese Verhältnisse nach reicherm Material sind reisenden Botanikern im Vaterland der Cycadeen zu empfehlen.

4) Verhandl. d. zool. bot. Vereins zu Wien 1870, S. 229.

5) Blüthendiagramme I, S. 58.

nach Beobachtungen Warming's verzeichneten mit aufgenommen und durch die Anfangsbuchstaben der Beobachter kenntlich gemacht sind.

Was die Bezeichnungsweise betrifft, so bediene ich mich für die Divergenz-Brüche des kurzen Wegs, wiewohl es bei der bisherigen Beurtheilung der Frage nach dem l. u. k. Weg¹⁾ noch nicht beachtete und gewürdigte Momente giebt, welche darauf hinweisen, dass der l. W. positive (genetische), der kurze nur negative Bedeutung hat. Der Gebrauch der Ausdrücke nach dem k. W. hat aber den Vortheil, dass man die analogen, namentlich die in der Zahl der Umläufe übereinstimmenden (isobatischen) Verhältnisse der Formel leichter entnehmen kann. Die beigefügte Bezeichnung nach den charakteristischen Zeilen hat das Bequeme, dass sie sich an die Bestimmungsweise der Verhältnisse anschliesst und in der Zurückführung der Zahlenreihen zugleich die Kette und das Gebiet anzeigt, welchem dieselben angehören. Für die Quirlstellungen habe ich, um ihr Verhältniss zu den benachbarten Spiralstellungen zu veranschaulichen, statt den umständlicheren, zugleich die Prothese enthaltenden Ausdrücken

$$\frac{1+\frac{1}{2}}{3} \text{ oder } \frac{1-\frac{1}{2}}{3}, \frac{1+\frac{1}{2}}{4} \text{ oder } \frac{1-\frac{1}{2}}{4} \text{ u. s. w.,}$$

die einfacheren, bloss die Stellung innerhalb des Quirls, aber doch so, dass man die Zahl der durch Alternation der Quirle entstehenden Orthostichen daraus ersieht, berücksichtigenden Ausdrücke ($\frac{2}{6}, \frac{2}{8}$ u. s. w.) angewendet.

¹⁾ Vergl. Hofmeister in bot. Zeit. 1867, No. 5, 6, 7.

Blattstellung	Männliche Blüthe	Weibliche Blüthe
<p>A. Complicirte Verh. aus der Hauptkette</p> <p>1. 2. 3. 5. $\frac{1\frac{3}{4}}{3\frac{3}{4}}$</p>	<p><i>Encephalartos Altensteinii</i> <i>Macrozamia Preissii</i> <i>Zamia media</i>¹⁾</p>	<p><i>Enceph. horridus</i> (W. ♂ oder ♀?)</p>
<p>2. $\frac{2\frac{1}{5}}{5}$</p>	<p><i>Enceph. caffer</i> <i>Lepidozamia Peroffskyana</i></p>	<p><i>Enceph. caffer</i></p>
<p>3. $\frac{5\frac{5}{144}}{144}$</p>	<p><i>Cycas „sphaerica“</i> (W)</p>	<p>—</p>
<p>B. Abweichende Verh. innerhalb des Gebiets der Hauptkette</p> <p>2. 5. 7. 12 = $\frac{5}{1\frac{1}{2}}$</p>	<p><i>Zamia Fischeri</i> }²⁾ <i>Z. media</i></p>	<p>—</p>
<p>C. Complic. Verh. aus der ersten Nebenkette</p> <p>1. 3. 4. 7. $\frac{1\frac{3}{4}}{4\frac{3}{4}}$</p>	<p><i>Enceph. cycadifolius</i>³⁾</p>	<p>—</p>

Blattstellung	Männliche Blüthe	Weibliche Blüthe
1. 6. 7. 13 = $\frac{2}{13}$	<i>Z. tenuis</i> <i>Stangeria paradoxa</i> ⁵⁾ <i>Z. muricata</i> (K) <i>Z. media</i> <i>Z. tenuis</i> <i>Z. Leiboldii</i> <i>Z. fusca</i>	—
0. 7. 7. 14 = $\frac{2}{14}$	<i>Z. Leiboldii</i> <i>Z. fuscata</i> <i>Z. Pöppigii</i> (E) <i>Ceratozamia Miqueliana</i> <i>C. brevifrons</i> + <i>robusta</i> (W)	—
0. 7. 8. 15 = $\frac{2}{15}$	<i>Z. Leiboldii</i> <i>(Z. fuscata)</i> <i>Z. Skinneri</i>	—
0. 8. 8. 16 = $\frac{2}{16}$	<i>Z. fuscata</i> ⁶⁾	—
1. 9. 10. 19 = $\frac{2}{19}$	<i>Ceratoz. brevifrons</i> (♂? sec. W.♀)	—
0. 10. 10. 20 = $\frac{2}{20}$	<i>C. Mexic. longifolia</i> (W)	—
1. 10. 11. 21 = $\frac{2}{21}$	<i>C. brevifrons</i> (W)	—

1. 11. 12. 23 = $\frac{2}{3}$	<i>C. Mexicana</i> (Mettenius mspt.)	—
0. 13. 13. 26 = $\frac{2}{6}$	<i>Dioon edule</i>	—
0. 14. 14. 28 = $\frac{2}{8}$	<i>D. edule</i>	—
1. 18. 19. 37 = $\frac{2}{7}$	<i>D. edule</i>	—

1) Einmal gesehener Ausnahmefall statt der gewöhnlicheren $\frac{2}{3}$ St. Betrachtet man in diesem Fall $\frac{1\frac{3}{4}}$ als eine etwas gedrehte $\frac{5}{3}$ St., so hat man einen von den Fällen, wo die gleiche Zahl der Orthostichen durch verschiedene Stellungenverhältnisse hervorgebracht wird. Wechsel von $\frac{5}{3}$ und $\frac{2}{3}$ kommt auch sonst vor z. B. nicht selten bei *Echinocactus* und *Echinopsis*-Arten sowie in den Ähren von *Banksia*. Analoge Fälle sind mir noch aus vielen anderen Familien bekannt, namentlich von Coniferen, so z. B. in der männlichen Blüthe von *Pinus Austriaca* 9. 9. 18 und 8. 10. 18, im Zapfen von *Picea excelsa* 5. 13. 18 und 7. 11. 18 (= $\frac{7}{8}$ und $\frac{5}{8}$), desgleichen 13. 34. 47 und 18. 19. 47 etc., ferner in der Stellung der Laubblätter von *Cordylina Baueri* $\frac{7}{8}$ und $\frac{5}{8}$, in der Stellung der Carpiden von *Geum Canadense* 21. 21. 42 und 20. 22. 42 u. s. w. Am häufigsten kommen sie in den Schuppenpanzern der Calameen-Früchte vor, worüber ich in Martius, genera et species Palmarum, Näheres mitgetheilt habe.

2) Je einmal gesehene Ausnahme, stellvertretend für abwechselnde sechszählige Quirle (6. 6. 12). Also wieder ein Fall nach Art der in der vorausgehenden Anmerkung berührten.

3) Wahrscheinlich nur ein Ausnahmefall statt $\frac{2}{5}$.

4) Karsten giebt für die weibliche Blüthe 5 bis 8 Zeilen an; wenn deren 5 vorhanden sind, sind sie wahrscheinlich schief und es ist dann vielleicht eine höhere St. der Kette, wie ich es einmal bei *Z. media* beobachtet habe.

5) *Stangeria* zeigte an demselben Zapfen im unteren Theile $\frac{2}{11}$, im oberen $\frac{2}{12}$.

6) *Z. fuscata*. Ein Zapfen zeigte von unten nach oben aufeinanderfolgend $\frac{2}{16}$, $\frac{2}{14}$, $\frac{2}{13}$.

Leider fehlt es in unseren botanischen Gärten an Gelegenheit, die Aufnahmen in dem Maasse zu vervielfältigen, wie es wünschenswerth wäre, um die noch vorhandenen Lücken auszufüllen und die Variationskreise der einzelnen Arten genauer festzustellen.

Wenn man die Staubblätter der Cycadeen nach der gebräuchlichen Terminologie beschreiben will, kommt man in nicht geringe Verlegenheit; denn wie man die Ausdrücke *filamentum*, *anthera*, *connectivum*, *loculus* (theca) und *locellus* hier anwenden soll, ist nicht abzusehen. Es wird zweckmässig sein, diese Ausdrücke, mit denen man auch in manchen anderen Fällen, besonders bei den Coniferen, nicht auskommt, gänzlich bei Seite zu lassen.¹⁾ Wir können bei den Staubblättern der Cycadeen wie bei denen aller anderen Gewächse unterscheiden: 1. einen Staubblattstiel (der zuweilen fehlt), 2. eine Stblspreite mit zwei oft durch ein besonderes Mittelstück gesonderten Spreitenhälften, 3. die Staubsäcke, welche sich bald als freie Erhebungen auf der Fläche der Spreite befinden, bald (bei den meisten angiospermischen Phanerogamen) mehr eingesenkt einen Theil der einfachen oder durch Emergenz verdoppelten Spreite selbst bilden. Die Staubblätter der Cycadeen weichen weniger als die aller übrigen Pflanzen von den Blättern der vorausgehenden Formationen ab, sie zeigen, wie man sagen kann, einen noch mehr vegetativen Character. Sie besitzen eine ansehnliche schuppenförmige Spreite fast ohne oder mit einem starken, breiten Stiel; die frei entwickelten Staubsäcke²⁾ befinden sich in grösserer Zahl³⁾ stets auf der

¹⁾ Wir füllen fortwährend neuen Wein in alte Schläuche, indem wir neu gewonnene morphologische Einsichten in die althergebrachte Terminologie einzwängen. Ist einmal die Morphologie zu einem befriedigenden Abschluss gelangt, so wird eine gründliche Reformation der Terminologie ein dringendes Bedürfniss.

²⁾ Bei älteren Autoren wurden sie, von einer unrichtigen Auffassung der Blüthe ausgehend, hier wie bei den Coniferen als „Antheren“ bezeichnet und Strasburger nennt sie gelegentlich noch „Staubbeutel“, was zwar dem Wort nach sehr passend ist, aber der sonst gebräuchlichen Anwendung dieses Wortes widerspricht. Mohl, A. De Candolle, Eichler nennen sie „Staubfächer oder Pollenfächer, loculi oder loculamenta“, was wenig angemessen erscheint, wenn damit, wie bei den Cycadeen, frei entwickelte Behälter bezeichnet werden sollen. Ich gebrauche daher nach Sachs das Wort „Staub- oder Pollensack“, was für alle Fälle anwendbar ist und mit *coniangium* (analog *sporangium*) übersetzt werden kann. — ³⁾ *Lepidozamia Peroffskyana*

Rückenfläche der Spreite, deren sterile mehr oder weniger polsterartig verdickte Spitze bald abgeflacht (*Cycas*, *Lepidozamia*), bald schildförmig ausgebreitet ist (*Zamia*, annäherungsweise *Ceratozamia* und *Stangeria*). Sie bedecken die Fläche bald zusammenhängend und die ganze Breite einnehmend (*Cycas*, *Stangeria*, *Ceratozamia*, *Lepidozamia* mit Ausnahme der obersten und untersten Staubblätter), bald sind sie durch einen freien Mittelstreifen in 2 Partien (*areae*) getrennt (*Macrozamia* meist, *Zamia*) oder fast ganz nach den Rändern geschoben (*Z. Skinneri*, *fuscata*). Die wichtigste Eigenthümlichkeit ist jedoch die, dass sie zu 2 bis 6 in regelmässige Gruppen, die man Häufchen (*Sori*) nennen kann, vereinigt sind¹⁾. Sie sind fast sitzend oder mit einem kurzen einseitigen Stielchen versehen; die Stiele der einer Gruppe angehörigen Säckchen sind genähert oder selbst zusammenhängend, wie es Karsten von *Zamia muricata* abbildet²⁾. Die Säckchen selbst sind meist länglich und vom Anheftungspunkt in centrifugaler Richtung ausgebreitet, nach der Mittellinie auf der Oberseite aufspringend, so dass die Spalten der Säckchen eines Häufchens strahlig von einem Mittelpunkt auslaufen oder, wenn nur 2 Säckchen vorhanden sind, sich in einer Linie befinden. Die Form derselben ist zuweilen fast kugelig (*Zamia Leiboldii*, *Ceratozamia*), häufiger länglich (besonders stark verlängert bei *Stangeria*), gewöhnlich stumpf und abgerundet (*Zamia tenuis*, *Stangeria*) oder etwas spitz (*Lepidozamia*), selbst schnabelartig zugespitzt (*Zamia media*). Nach Strasburger's Beobachtungen an *Zamia Fischeri* scheint jeder Sorus einen

hat deren gegen 1000, *Stangeria paradoxa* über 100, *Zamia tenuis* 12—20, *Z. fuscata* und *Skinneri* 4—10 (2 bis 5 auf einer Seite).

¹⁾ Sie sind nicht „saepius 3—4 stellatim conjuncti“ zu nennen, sondern normaliter, da einzeln stehende Säckchen nur hie und da unter den gruppirten vorkommen und als Ausnahme betrachtet werden müssen. Ich habe mich davon bei allen Gattungen überzeugt mit Ausnahme von *Bowenia*, deren Blüthe ich nicht untersuchen konnte und von welcher auch die Beschreibungen hierüber nichts aussagen. Ich fand meist 4—6 vereinigt bei *Cycas*, *Lepidozamia* und *Stangeria*, nur 2—3 bei *Zamia*.

²⁾ l. c. t. I, f. 7. Die Darstellung ist jedoch insofern ungenau, als die Aufspringlinien der 2 Säckchen nicht auf der abgewendeten Seite sich befinden, wie die Figur angiebt, sondern auf der zugekehrten.

besonderen, an desselben Basis erlöschenden Bündelzweig zu erhalten¹⁾).

Die Eigenthümlichkeiten der Staubblätter der Cycadeen sind kurz gefasst folgende: 1. sie haben zahlreiche Staubsäcke, welche 2. als freie Auswüchse erscheinen, sich 3. auf der Rückenseite der schuppenartigen Spreite befinden und 4. in Gruppen (sori) zusammengestellt sind. In allen diesen Punkten sind sie verschieden von den Staubblättern der angiospermischen Phanerogamen, welche 1. nur 2 oder häufiger 4 Staubsäcke besitzen²⁾, die 2. nicht als freie Auswüchse (Excrescenzen), sondern als Anschwellungen (Protuberanzen)³⁾ der Spreitenfläche und zwar 3. nicht auf dem Rücken,

¹⁾ Conif. u. Gnetac. S. 249.

²⁾ Staubblattspreiten mit einem einzigen Pollensack, ächt einfächerige Antheren, kommen (mit Ausnahme von *Najas minor*) wahrscheinlich nicht vor; was man so nennt, sind entweder ächt zweifächerige Antheren (*Amarantaceae* nonnullae), oder durch halbseitige Ausbildung zweifächerige, die eigentlich vierfächerig sein sollten (*Marantaceae*), oder vierfächerige, welche durch Spaltung in zwei zweifächerige getrennt erscheinen (*Adoxa*, *Malva*, *Betula*), oder endlich vierfächerige, deren beiderseitige Doppelfächer an der Spitze der Spreite ineinander münden (*Cucurbitaceae*, *Verbasceae*). In allen diesen Fällen entsteht der Schein der Einfächerigkeit dadurch, dass sich zwei Fächer mit einer gemeinsamen Spalte öffnen.

³⁾ Was ich hier als Protuberanzen und Excrescenzen bezeichne, sind verschiedene Arten der Erhebung aus der Oberfläche des Blatts (oder Stengels), zu welchen als andere Arten auch noch die Haare (Trichome), als die einfachste Form, und die Emergenzen (im Sinne von K. Schimper 1832, nicht von Cramer, Warming und Celakovsky), als die vollkommensten, gehören. Für Alle zusammen möchte ich den Hanstein'schen Ausdruck Epiblastem verwendet wissen, jedoch nicht im Sinne des Urhebers desselben, sondern in dem von Celakovsky (Flora 1874, S. 130), nur noch etwas weiter gefasst. Was ich als Excrescenz bezeichnet habe, heisst bei Sachs (Lehrbuch, 4. Aufl. S. 164) und Warming (Widenscab. Meddelelser 1872) Emergenz. Über Emergenz im ursprünglichen Sinne, was man auch als Überspreitung bezeichnen kann, findet sich eine Andeutung in meiner Schrift über Verjüngung (S. 68), einiges Weitere in der Abhandlung über Sileneen (Flora 1843, No. 22) und in einer Mittheilung von Wydler über Verdoppelung der Blattspreite (Flora 1852, No. 47).

sondern auf der Bauchseite derselben auftreten¹⁾). Ähnlicher den Cycadeen sind die Staubblätter der Coniferen. Sie treten auch hier

¹⁾ Die sogenannten „Antherae extrorsae“ verdienen eine eingehendere Bearbeitung; nach meinen Erfahrungen scheinen sie keine Ausnahme von der Regel zu machen. Gegen Mohl's (vermischt. Schrift. 42) Vermuthung und Eichler's (Blüthendiagr. 57) Annahme, dass bei denselben die Staubsäcke (Fächer) wie bei den Cycadeen und Coniferen der Rückseite angehören, spricht der Umstand, dass introrse und extrorse Antheren durch Mittellieder in einer Weise verbunden sind, dass man eine Grenze zwischen beiden nicht ziehen kann, worin ich Neumann (bot. Zeit. 1854) beistimme, jedoch ohne die Folgerungen in Beziehung auf die Lage des Randes der Staubblätter für richtig zu halten. Die Schleiden'sche Erklärung durch stärkere Entwicklung des Connectivs auf der Rückenseite in dem einen, auf der Bauchseite in dem anderen Fall wird als richtig gelten können, wenn auch noch Anderes mit in Betracht kommt. Die von Bischoff (Lehrbuch der Bot. I. 323) aufgestellte und auch von Mohl (l. c.) im Allgemeinen als richtig erkannte Ansicht, dass beide Pollensäcke der Antherenhälfte sich auf der Oberfläche des Staubblatts befinden, wird durch viele normale und abnorme Übergangsbildungen zwischen Blumenblatt und Staubblatt (bei *Tulipa*, *Rosa*, *Nigella*, besonders aber bei *Nuphar* und *Nymphaea*, namentlich *N. Lotus*) augenscheinlich bestätigt, allein die wahre Beschaffenheit der gewöhnlichen jederseits zweifächerigen Antherenbildung wird damit noch nicht genügend erklärt. Zahlreiche Beobachtungen an in Laubblatt übergehenden Staubblättern (vergl. z. B. Engelmann, de antholysi, t. V, f. 6. 7 von *Torilis Anthriscus*, so wie ähnliche von Peyritsch, Bildungsabweich. von Umbelliferen, und Müller Argov., struct. d. anth. d. *Jatropha Pohlana*, abgebildete Fälle, denen ich meine unedirten Zeichnungen der Staubblätter eines vergrüntem *Tropaeolum majus* beifügen kann), so wie auch an manchen petaloidisch afficirten Staubblättern, weisen darauf hin, dass die 4 Staubsäcke einer Anthere nicht einer einfachen, sondern einer durch Emergenz verdoppelten und dadurch vierflügeligen Blattspreite angehören, die 2 vorderen (der Mittellinie der Bauchseite näheren) den Emergenzflügeln, die 2 hinteren (entfernteren) den ursprünglichen Blattflügeln. Daraus folgt aber weiter, dass nach dem Gesetz der Umkehrung der Flächen, welches alle Emergenzen (auch die der Unterfläche! vergl. die vielbesprochenen „genähten“ Blätter von *Aristolochia Siphon* und die zuerst von Morren beschriebene auf der Aussenseite verdoppelte Corolle gewisser Spielarten von *Gloxinia formosa* und *Mimulus luteus*) beherrscht, die vorderen (mittleren) Pollensäcke auf der unteren Fläche der Emergenzflügel (welche ihre Bauchfläche ist!) liegen,

bei manchen Gattungen in Vielzahl auf (6 — 20 bei *Araucaria*, 8 — 15 bei *Dammara*, 5 — 8 bei *Taxus*, 4 — 5 bei *Taxodium*, *Sequoia*, 3 — 4 bei *Cypressus*, *Thuja*, *Juniperus*, 3 bei *Cunninghamia*, 2 — 3 bei *Cephalotaxus*), während ihre Zahl bei anderen beständig auf 2 herabsinkt (*Ginkgo*, *Podocarpus*, *Dacrydium*, *Pinus* im weitesten Sinn); ihre Entwicklung ist gleichfalls eine mehr oder weniger freie (*Araucaria*, *Dammara*, bei denen sie herabhängende schlauchförmige Säcke bilden, *Ginkgo*, *Cypressus* etc., wo sie weniger verlängert oder fast kugelig sind) oder in anderen Fällen weniger von der Spreite gesonderte (*Pinus*), überall aber gehören sie der Rückenseite des Staubblatts an, was in den meisten Fällen augenscheinlich ist (*Araucaria*, *Dammara*, *Cunninghamia*, *Cypressus* etc.), aber auch in den Fällen, wo man sie für rein seitlich halten könnte, wie bei den Abietineen, durch Bildungsabweichungen bewiesen wird¹⁾. Nur eine Eigenschaft der Cycadeen fehlt den Staubsäcken der Coniferen, nämlich die gruppenweise Vereinigung derselben, wenn man nicht etwa die 2 Reihen der Säckchen von *Araucaria*, deren Spalten einander zugewendet sind (wie bei *Angiopteris*) als einen einzigen Sorus betrachten will.²⁾ Die zuletzt erwähnte Eigenthümlichkeit des Cycadeen-Staubblatts führt zur Vergleichung der Farne, namentlich solcher, deren Sori aus einer kleineren, ungefähr bestimmten Zahl von Sporangien bestehen, wie es bei den Gleicheniaceen und Marattiaceen der Fall ist. Die Ähnlichkeit der dickwandigen, nach der Mitte des Sorus zu aufspringenden Sporangien der letzteren mit den Pollensäcken der Cycadeen ist in der That eine überraschende und auch die Entwicklungsgeschichte der

beide Pollensäcke einer Hälfte also gegeneinander antitropisch (und dadurch symmetrisch) sind. Eine ungefähre Vorstellung dieses Verhältnisses giebt eine Figur der Neumann'schen Abhandlung (l. c. t. IX, f. 7), welche eine extrorse Anthere darstellt, aber ebenso in umgekehrter Stellung als introrse betrachtet werden kann.

¹⁾ Mohl, vermisch. Schrift. S. 52, t. I, woselbst Übergänge der Staubblätter in Hochblätter (Bracteen) von *Picea alba* beschrieben sind. Ich habe diese Erscheinung auch an *Larix europaea* und *Pinus Taeda* beobachtet.

²⁾ Vgl. Sieb. et Zucc., Fl. Jap. II, t. 140 (von *Arauc. excelsa*) und Eichler in Mart. Flor. Bras. Fagc. 34, t. III (von *Arauc. Brasiliiana*).

betreffenden Theile, die wir für die Marattiaceen durch Russow¹⁾, Tschistiakoff²⁾ und Luerssen³⁾, für die Cycadeen durch die minder vollständigen Untersuchungen von Juranyi⁴⁾ kennen, bedingt wohl keinen bedeutenden Unterschied, wenn auch, wie es scheint, bei den Marattiaceen (wenigstens nach der Darstellung von Luerssen) die Epidermis bei der Bildung der Sporangien die Hauptrolle spielt, während bei den Cycadeen eine tiefer greifende Gewebemasse betheilt zu sein scheint. Die Marattiaceen-Gattung *Angiopteris*, welche wegen der getrennten Sporangien bei der Vergleichung mit den Cycadeen zunächst in Betracht kommt, weicht durch die länglichen, aus zwei Reihen von Sporangien gebildeten Sori ab, dagegen stimmt die zuerst von Zenker, neuerlich von Strasburger⁵⁾ bis in die anatomischen Einzelheiten beschriebene fossile Gattung *Scolecopteris* durch die kreisförmige Anordnung von 4—5 am Grunde durch einen kurzen gemeinsamen Stiel getragenen Sporangien in der vollkommensten Weise mit dem Verhalten der Cycadeen überein; selbst die geschnäbelte Gestalt der Sporangien findet sich bei den Pollensäcken der Cycadeen wieder (*Zamia tenuis*)⁶⁾.

Die weiblichen Fortpflanzungsorgane stimmen in ihrem Bau mit den männlichen in einer Weise überein, dass die Homologie

¹⁾ Vergleich. Untersuch. der Leitbündel-Cryptogamen S. 110.

²⁾ Matériaux pour servir à l'hist. de la cellule végétale (Ann. d. sc. nat. Sér. 5, T. XIX).

³⁾ Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Farnsporangien II. Abth. (Mittheil. aus dem Gesamtgeb. d. Bot. von Schenk und Luerssen. Bd. II).

⁴⁾ Über Bau und Entw. d. Pollens von *Ceratozamia longifolia* (Pringsheim's Jahrb. VIII, S. 385).

⁵⁾ Über *Scolecopteris* Zenker, einen fossilen Farn aus der Gruppe der Marattiaceen (Jen. Jahrb. 1873, VIII, p. 81, Taf. II).

⁶⁾ Die Familie der Marattiaceen ist in der Jetztwelt auf wenige Gattungen beschränkt, unter welchen eine einzige (*Kaulfussia*) kreisförmige Anordnung (verwachsener) Sporangien zeigt, aber das Vorkommen fossiler Stämme, welche den Bau der Marattiaceen besitzen (*Psaronius*), so wie das öftere Vorkommen sternförmig gruppirter Sporangien an fossilen Blattresten (*Asterocarpus*, *Hawlea*) machen es nicht unwahrscheinlich, dass diese Familie in der Vorwelt eine bedeutendere Rolle gespielt hat.

im Ganzen und in den einzelnen Theilen unverkennbar ist. Bei manchen Gattungen, wie *Zamia* und *Ceratozamia*, sind die weiblichen und männlichen „Zapfen“ im äusseren Ansehen zum Verwechseln ähnlich. Wenn auch die ersteren etwas grössere und meist etwas einfacher angeordnete Schilder tragen, so ist eine sichere Unterscheidung doch nur möglich, wenn man untersucht, ob an dem versteckten Theile derselben Pollensäckchen oder Eichen¹⁾ vorhanden sind. Die genauere Betrachtung zeigt dann allerdings, dass von den bei beiden Geschlechtern an der Spitze schildförmig abgeflachten Blättern die des weiblichen Zapfens einen längeren Stiel besitzen, indem die zwei seitlich herabhängenden Eichen den Raum in Anspruch nehmen, welcher bei denen des männlichen Zapfens bereits spreitenartig ausgehnt und mit Pollensäckchen besetzt ist. Dieser Unterschied ist noch bemerkbarer bei *Macrozamia* und *Encephalartos*, bei denen die weit herab schuppenartig ausgebreiteten männlichen Blätter kaum gestielt sind, während die weiblichen mit einem langen schmalen Stiele versehen sind²⁾. Nach Strasburger's Untersuchungen³⁾ an *Zamia Fischeri* ist der Verlauf der Bündel in den Schuppen beider Geschlechter wesentlich der gleiche und von der Art, dass man diese Theile für nichts anderes als für Blätter halten kann⁴⁾. Man wird somit auch die Schuppen des weiblichen Zapfens ebenso wie die des männlichen für Blätter und zwar für eitragende d. i. für Fruchtblätter, den ganzen Zapfen aber für eine

1) Die Zweifel, welche gegen die Einatur dieser Theile erhoben worden sind, werde ich im Folgenden besprechen.

2) Vgl. die Abbildungen bei Heinzel, *Macrozamia Preissii* (Act. nat. cur. Vol. XXI, P. 1, t. XII. XIII.) und Lehmann (novar. stirp. pugillus VI, t. III).

3) Conif. u. Gnetaceen S. 248, 249.

4) Es treten je zwei Bündel neben einander in jede Schuppe ein und zeigen innerhalb der Fläche derselben mehrere Zweitheilungen; sämtliche Bündel haben die Tracheen auf der Oberseite. Von Dr. Magnus gefertigte Präparate weiblicher Schuppen von *Zamia Skinneri* stimmen im Allgemeinen mit der Beschreibung Strasburger's überein, wenn sie auch im Verlauf der einzelnen Zweige etwas abweichen. Der Bündelverlauf erinnert an die Nervatur der Fiederblättchen der Laubblätter.

einfache weibliche Blüthe halten müssen. Bedeutender als bei den oben genannten Gattungen ist der Unterschied der männlichen und weiblichen Blüthe bei *Cycas*, indem bei dieser Gattung nur die männliche Blüthe in Zapfenform erscheint, die weibliche dagegen einen dichten Büschel langgezogener Blätter bildet, welche in eine spatelförmige oder eiförmige, gezackte oder gesägte (*C. circinalis*, *Rumphii*) oder tief fiederspaltige (*C. revoluta*, *inermis*), oft sehr lang zugespitzte (*C. Normanbyana*) Spreite auslaufen und an ihrem Stiel jederseits 2—5 (*C. circinalis*, *angulata*), oder 2—3 (*C. revoluta*, *inermis*, *media*) aufrechte Eichen tragen. *C. Normanbyana* mit jederseits einem einzigen stärker abstehenden Eichen schliesst sich schon näher an die anderen Gattungen an¹⁾. Dass auch hier die eitragenden Gebilde, die früher als Kolben (*spadices*) bezeichnet wurden, Blätter sind, hat schon Mohl²⁾ aus ihrem anatomischen Bau nachgewiesen³⁾, es ergibt sich aber auch aus dem Zusammenhang, in welchem sie in Beziehung auf Anordnung mit den Blättern der vorausgehenden Formationen stehen. Der Büschel der Fruchtblätter ist unzweifelhaft terminal, d. h. er gehört der Achse des Stamms an und vertritt die Stelle einer Laubkrone, indem ihm in ähnlicher Weise wie dieser eine Periode von Niederblättern vorausgeht, von denen die innersten länger gestreckten allmählig der Fruchtblattbildung sich annähern. Anfangs schliessen die Fruchtblätter zusammen und bilden einen dichten Kopf, später schlagen sie sich rosettenartig auseinander⁴⁾. In der Höhle, welche die noch zusammengeneigten Fruchtblätter bilden, erscheint als fortgesetzte Entwicklung der Stammspitze bereits eine niedergedrückt kugelige Niederblattknospe, deren äussere Niederblätter nach Rheedé's Darstellung an der Spitze kleine, an verkümmerte Blattspreiten erinnernde Anhänge zeigen. Durch diese Knospe wird die Bildung einer neuen, dem Centrum der weiblichen Blüthe entsprossenden Laubkrone eingeleitet. Die Gattung *Cycas* hat somit normal durchwachsende weibliche Blüthen, ein Fall, der im Gebiete der Phanerogamen nicht wieder vorkommt, aber an den

1) Ferd. v. Müller, fragmenta phytogr. Austral. VIII, t. 2.

2) Vermischt. Schrift. S. 431.

3) Ebenso Van Tieghem bei der Mehrzahl der Gattungen (Ann. d. sc. nat. T. X, 1869).

4) Hort. Malab. III, t. 16, 17, 18, 19.

periodischen Wechsel steriler und fertiler Blätter bei manchen Farnkräutern erinnert. Mohl führt als solches *Blechnum Spicant* an, aber noch viel ähnlicher verhält sich *Struthiopteris*, bei welcher die zusammenneigenden, über der Basis verbreiterten Stiele der fruchtbaren Blätter eine Höhle bilden, in deren Grunde man die Knospe der nächstjährigen Laubrosette findet. Es fehlen zur vollkommenen Ähnlichkeit nur die Niederblätter an der Grenze beider Formationen.

Die Cycadeen zeigen nach dem Angeführten die ursprünglichste Art getrennt-geschlechtiger Blüthen, eine Diclinie, welche nicht durch Verkümmern des einen Theiles aus der Monoclinie abgeleitet werden kann, sondern darin begründet ist, dass die Metamorphose noch nicht die Kraft besitzt, die Gegensätze der männlichen und weiblichen Blattformation in einer und derselben Entwicklungsfolge zusammenzufassen. Die ihrer Stellung in der Blüthe nach gleichen Blätter¹⁾ sind in der einen Blüthe Staubblätter, in der anderen Fruchtblätter. Unter den angiospermischen Phanerogamen kann *Salix* zum Vergleich dienen. Schon der Blütenstand ist ganz derselbe; die meist in der Zweizahl vorhandenen Staubblätter haben transversale Stellung, ebenso wie die beiden Fruchtblätter. Häufig vorkommende Abnormitäten zeigen den directen Übergang der einen in die anderen und die Möglichkeit der Umwandlung des einen Geschlechtes in das andere, ohne dass neue Theile hinzukommen. Übrigens sind Staubblätter und Fruchtblätter der Weiden unter sich weit verschiedener als die entsprechenden Theile der Cycadeen. Die Cycadeen erweisen sich daher auch in dieser Beziehung als Repräsentanten der untersten Stufe blüthenbildender Pflanzen²⁾.

¹⁾ „Männliche und weibliche Schuppen sind identische Blätter.“ Strasburger l. c. 249.

²⁾ Wenige Pflanzen zeigen die ursprüngliche Diclinie in so reiner Gestalt, wie die Cycadeen und Weiden. Am nächsten möchte sich *Carex* anschließen, bei welcher Gattung dieselben Übergänge von Fruchtblatt zu Staubblatt und umgekehrt vorkommen wie bei *Salix*, nur ist bei *Carex* die weibliche Blüthe in der Reihe der Sprossfolge um ein Glied weiter hinausgerückt als die männliche und der weibliche Blütenstand auf eine einzige Blüthe reducirt. In anderen Fällen ist Zahl und Anordnung der Fruchtblätter und Staubblätter eine verschiedene und die Ähnlichkeit der männlichen

Es haben aber bei den Cycadeen nicht bloss die Staub- und Fruchtblätter grössere gegenseitige Ähnlichkeit als bei anderen Gewächsen, sondern auch ihre Producte, die Pollensäckchen und Eichen. Die ersteren sind hier ebenso auf einzelne Punkte beschränkte Excrescenzen wie die letzteren, so dass man die einzelnen Pollensäckchen dem einzelnen Ovulum vergleichen kann, während die langgestreckten pollenbildenden Protuberanzen der angiospermischen Phanerogamen vielmehr die Stelle einer ganzen Reihe von Eiern vertreten, wie dies besonders durch gewisse gefüllte Tulpen augenscheinlich gemacht wird, bei welchen doppelgeartete¹⁾ Übergangsblätter vorkommen, deren Rand streckenweise mit continuirlicher Pollensackbildung, streckenweise mit Reihen dicht aneinandergedrängter Eichen besetzt ist. Gegen die Zusammenstellung der Pollensäckchen und Eichen als homologer, geschlechtlich differenzirter Gebilde könnte die verschiedene Stellung beider an den betreffenden Geschlechtsblättern der Cycadeen angeführt werden, bei ♂ auf dem Rücken, bei ♀ am Rande derselben. Man wird diesen Unterschied für wenig erheblich halten, wenn man die Staubblätter der *Zamia Skinneri* betrachtet, welche häufig jederseits nur zwei Staubsäckchen besitzen, die in der oberen Ecke der Spreite dicht unter dem schildförmigen Endstück dem Rande so sehr genähert sind, dass sie fast genau die Stelle des Eichens am Fruchtblatt einnehmen. Wie mannigfaltigem Wechsel des Ortes die der

und weiblichen Blüten schwindet mehr und mehr. So schon bei den vielmännigen Weiden und bei *Populus*, ferner bei *Juglans*, *Myrica*, *Ceratophyllum*, *Begonia* und in anderer Weise bei *Najas*. Die grösste Verschiedenheit der männlichen und weiblichen Blüthe zeigt vielleicht *Batis*, doch ist die Verwandtschaft dieser Pflanze dunkel, daher auch nicht mit voller Sicherheit zu bestimmen, ob sie dieser Art der Diclinie angehört. Viel häufiger als die ursprüngliche ist die aus Zwitterbildung hervorgehende abgeleitete Diclinie, bei welcher häufig noch die Spuren des unterdrückten anderen Geschlechts sichtbar sind, oder selbst bei derselben Pflanze Zwitter- und eingeschlechtige Blüten vorkommen, wie bei *Musa*, *Veratrum*, *Aruncus*, *Acer*, *Celtis*, *Coriaria* und anderen polygamischen Pflanzen. Eine weiter eingehende Untersuchung und Eintheilung der diclinischen Blüthe gehört übrigens zu den vielen Aufgaben der Zukunft.

¹⁾ Selbst Blätter, welche sich in drei Formationen theilen, Blumenblatt-, Staub- und Fruchtblattbildung, kommen vor.

Fortpflanzung dienenden Excrescenzen unterworfen sind, darüber belehren uns die Farne, deren zerstreute (*Parkeriaceae*, *Acrostichum*), oder in Häufchen (Sori) gesammelte Sporangien bald die ganze Unterfläche des Blatts, bald bestimmte Stellen derselben besetzen, aber auch am Rande (*Deparia*, *Hymenophyllaceae*, *Ophioglossum*) vorkommen oder selbst auf die Oberfläche übergreifen (*Polybotrya*, *Osmunda*) oder ihr allein angehören (*Botrychium*). Sogar bei Farnen, deren Sori normal der Unterseite oder dem Rande angehören, können sie ausnahmsweise auf der Oberfläche erscheinen¹⁾, wie bei gewissen Formen von *Scolopendrium vulgare*²⁾, bei *Polypodium anomalum*³⁾ und *Deparia Moorei*. Ähnliche Verchiedenheiten wiederholen sich in der Stellung der Eichen der Phanerogamen. Im Allgemeinen gehören sie, wie dies bei der Schliessung und Zusammenschliessung der Fruchtblätter zur eibergenden Fruchtknospe im Gegensatz zur Ausbreitung der sporangientragenden Blätter⁴⁾ nicht anders zu erwarten ist, der Bauchseite der Fruchtblätter an, in der Regel dicht am Rande (an randständigen Placenten) entspringend, seltener vom Rande entfernt (*Orobanche*), längs der Mittellinie (*Punica*, *Mesembrianthemum* ex p.) oder fast auf der ganzen Innenfläche zerstreut (*Gentianae* sp. *Butomeae*, *Hydrocharideae*, *Lardizabaleae*⁵⁾, *Nymphaeaceae*). Betrachtet man die zweiflügeligen wandständigen Placenten der Gesneraceen, Hydroleaceen, sowie mancher Gentianeen und Saxifrageen, welche beiderseits mit Eichen besetzt sind, als eingeschlagene Ränder der Fruchtblätter, so haben wir auch hier Beispiele des Übergreifens der Eichen auf die Rückenseite. Unzweifelhaft der Rücken-

¹⁾ Vrgl. Th. Moore, on some suprasoriferous ferns (Journ. of the Linn. soc. Vol. II, 1858, p. 129).

²⁾ Kommt bei mehreren schmalblättrigen, am Rande etwas eingeschnittenen Formen vor, die als *Sc. vulg. polyschides*, *marginatum*, *sculpturatum*, *Jacksoni* etc. cultivirt werden.

³⁾ *Polypodium anomalum* Hook. et Arn. (Journ. of Bot. VIII, 300 t. 11) ist wahrscheinlich nur eine abnorme Form einer (unbeschleierten?) *Aspidium*-Art aus der Gruppe des *A. aculeatum*.

⁴⁾ Nur *Marsilia* schliesst sich durch die auf der Bauchseite der fructificirenden Blatttheile versteckten Sporangien dem Verhalten der Phanerogamen an (Monatb. d. Ak. d. Wiss. 1872, S. 653).

⁵⁾ Vrgl. Agardh, theoria syst. plant. t. IV, f. 12 (von *Akebia*).

seite angehörige Placenten- und Eibildung hat K. Schimper¹⁾ an ausserhalb der normalen Fruchtknospen befindlichen Fruchtblättern von *Papaver somniferum* beobachtet und ich besitze selbst eine ähnliche Missbildung von *P. orientale*.

Eine andere Einwendung gegen die Homologie der Staubsäckchen und Eichen könnte der Beschaffenheit der letzten selbst entnommen werden. Wo im Gebiete der höheren Cryptogamen die erste Scheidung von männlichen und weiblichen Fortpflanzungszellen (Micro- und Macrosporen) eintritt, da findet in der Entwicklung beider, sowohl der Sporen als der betr. Behälter, eine so grosse Übereinstimmung statt, dass an der Homologie beider nicht gezweifelt werden kann. Ganz anders scheint es sich zu verhalten, wenn wir in das Gebiet der Phanerogamen übertreten, wo zwar das Pollensäckchen an und für sich und in der Bildungsweise der Pollenkörner dem Microsporangium ähnlich ist, dagegen der Bau des Ovulums mit Integument, Kern und Embryosack von dem eines Macrosporen-bildenden Sporangiums weit absteht. Wenn man jedoch erwägt, dass der wesentliche, in manchen Fällen allein und in allen Fällen zuerst vorhandene Theil des Ovulums der Eikern ist²⁾ und dass in diesem Kern eine Zelle (ausnahmsweise

¹⁾ Flora 1829, No. 27, S. 427.

²⁾ Dass die Integumente aus dem Nucleus entstehen und nicht umgekehrt der Nucleus aus einem der Integumente, oder, was dasselbe ist, dass der Nucleus die Spitze des Ovulums bildet, halte ich für eine unbestreitbare Thatsache, obgleich die von Brongniart, Cramer, Caspary und Celakovsky an vergrüntem Eichen gemachten Beobachtungen dem zu widersprechen scheinen. Ich bin überzeugt, dass diese Beobachtungen eine Erklärung zu lassen, welche sich mit den Resultaten der Entwicklungsgeschichte des normalen Eichens vereinigen lässt. Die Lehre von der Entstehung des Nucleus durch Neubildung oberhalb der Integumente, welche Celakovsky auf Warming gestützt vertritt, scheint mir lediglich auf dem Umstande zu beruhen, dass im oberen Theile des ursprünglichen Nucleus mitunter eigenthümliche Zelltheilungsverhältnisse eintreten, die jedoch eine scharfe Trennung von dem unteren Theile keineswegs rechtfertigen. Wenn auch der oberhalb der Integumente liegende Theil des ursprünglichen Kerns sich nach Bildung dieser als Kern im engeren Sinne constituirt, so giebt es doch manche Fälle, in welchen auch der unterhalb des Ursprungs eines oder zweier Integumente liegende Theil (der Eigrund) den Character des Kerns bewahrt und an den

auch zwei) sich ausscheidet, die einer Sporenmutterzelle vergleichbar ist und die, vermöge der eigenthümlichen Bestimmung des Keims der Phanerogamen nicht ausgesät, sondern in Verbindung mit der Mutterpflanze entwickelt zu werden, anstatt Aussaat-Keimzellen (Sporen) in sich zu bilden, selbst zur Keimzelle wird, so wird man anerkennen müssen, dass dies mit der eigenthümlichen Natur der Phanerogamen zusammenhängende Eigenthümlichkeiten sind, durch welche die ursprüngliche Homologie der Theile nicht aufgehoben wird. Es ist demnach auch vielseitig anerkannt worden, dass Pollensäcke und Eikerne entsprechende Theile sind; bei Warming ist es die Vergleichung der histologischen Entwicklung, bei Strasburger und Celakovsky sind es vorzugsweise phylogenetische Betrachtungen, welche zu dieser Gleichstellung geführt haben. Wenn noch irgend ein Zweifel in dieser Beziehung bestehen könnte, so müsste er beseitigt werden durch die von Salter¹⁾ an *Passiflora caerulea* (und *palmata*) und von Masters²⁾ an *Rosa arvensis* beobachteten im Kern Pollenkörner enthaltenden Eichen, welche sich im ersteren Falle in einer oben einseitig geöffneten Fruchtknospe, im anderen völlig unbedeckt an Übergangsgebilden zwischen Staub- und Fruchtblättern befanden. Was insbesondere die Cycadeen betrifft, so giebt Karsten³⁾ an, dass die Pollensäcke

Functionen desselben Theil nimmt, indem der Embryosack sich in diesem Theile bildet oder doch in denselben hineinragt. So bei *Canna* (Schleiden in Act. nat. cur. XIX, I, 1837, t. III, f. 29, t. IV, f. 32; Schleiden und Vogel, ebendas. XIX, II, 1838, t. XL, f. 7), bei *Pinus* (Hofmeist. vergl. Untersuch. t. XXVII u. XXVIII), und ebenso bei *Cycas* und *Zamia*, wovon nachher. Die schwierige Streitfrage über die Natur des Ovulums, auf die ich hier nicht weiter eingehe, findet sich ausführlich behandelt bei Cramer (Bildungsabweichungen S. 107) und neuerlich von Celakovsky in Flora 1874, No. 8 u. f. (über die morphologische Bedeutung der Samenknospe); bot. Zeit. 1875, No. 9—13 (Vergrünungsgeschichte der Eichen von *Alliaria*); bot. Zeit. 1875, No. 14 (zur Discussion über das Eichen). Die betreffenden Mittheilungen von Warming finden sich in bot. Zeit. 1874, No. 30.

¹⁾ Transact. of the Linn. Soc. XXIV, p. 143, t. XXIV.

²⁾ Seemann, Journ. of Botany 1867, p. 319, t. 72, fig. B. Vergl. auch Masters, Teratolog. p. 185 (et p. 200).

³⁾ l. c. S. 250.

und Eichen in ihrer Entstehung die grösste Ähnlichkeit haben und ich habe von beiden Fehlgeburten gesehen, die völlig übereinstimmen. Man findet nämlich bei *Zamia* an der Basis wie an der Spitze der zapfenförmigen weiblichen Blüthe eine Anzahl unfruchtbarer, zum Theil zusammengewachsener Fruchtblätter; an der Grenzlinie der fruchtbaren und unfruchtbaren kommen öfters an der Stelle der Eichen zapfen- oder hornförmige Auswüchse vor, welche weder ein Integument besitzen, noch einen Keimsack im Innern bilden und offenbar auf einer frühen Bildungsstufe stehen gebliebene Eichen vorstellen. Ähnliche dichte hornförmige Verlängerungen habe ich seltener auch an den Staubblättern und zwar in der oberen Ecke der Spreite neben normalen Staubsäckchen gesehen.

Das Eichen der Cycadeen stimmt mit den einfacheren Eibildungen angiospermischer Phanerogamen (z. B. dem Eichen von *Juglans*) im Wesentlichen überein; es ist geradläufig und mit einer Hülle versehen. Bei *Cycas* fand de Bary in dem gewöhnlich für Kern gehaltenen Körper eine röhrenförmige Aushöhlung und in der Tiefe derselben eine kleine Erhebung, weshalb er bei dieser Gattung zwei Hüllen und einen äusserst kleinen Eikern annehmen zu müssen glaubt; ich vermüthe jedoch, dass er vielmehr eine spätere Aushöhlung des wirklichen Kernes vor sich hatte, wie sie Strasb. von *Gingko* und *Ephedra* beschreibt und abbildet¹⁾. Nach den mir von Dr. Magnus mitgetheilten Untersuchungen junger Eier von *Zamia Skinneri*²⁾ zeigt der Eikern dieser Art zu einer Zeit, wo das Integument bereits ganz über demselben zusammen-

¹⁾ Vergl. de Bary, bot. Zeit. 1870, S. 580, Taf. VIII, f. 7 und Strasburger, Conif. u. Gnetac. S. 15, t. II, f. 28 u. S. 77.

²⁾ Der von Dr. Magnus untersuchte weibl. Zapfen war gerade im Begriff zwischen den Schuppenblättern an der Spitze des Stamms hervorzubrechen. Die Fruchtblätter hatten eine Länge von nahezu 5 Mm. Die 1½ Mm. langen Eichen waren stumpf sechskantig mit 3 breiteren und 3 schmaleren Flächen, an der Spitze abgerundet ohne jede Vorragung. Das dicke Integument begann in der halben Höhe des Eichens. Der bereits geräumige Keimsack lag mit seinem grösseren Theile im Eigrund unterhalb des Ursprungs des Integuments und war noch nicht ganz mit Gewebe erfüllt. Weiteres im Folgenden. — Ältere 7—8 Mm. lange Eichen derselben Art zeigten eine röhrig vorgezogene Mikropylarspitze, ähnlich wie sie Richard, de Bary und Oudemans von *Cycas* dargestellt haben.

gezogen ist, weder im Längs- noch im Querschnitt irgend eine Spur einer röhri gen Aushöhlung, so dass wohl kein Zweifel darüber sein kann, dass bei *Zamia* nur ein einziges Integument vorhanden ist. Leider kennen wir die Entwicklungsgeschichte des Eichens der Cycadeen noch nicht und ist in den botanischen Gärten, selbst wenn man sich zur Zerstörung seltener Exemplare entschliessen wollte, das Material zur Untersuchung derselben schwierig zu beschaffen, da die Blüthen in dem geeigneten Jugendzustand tief zwischen den Schuppen der Stammspitze verborgen sind und nichts ihre Anwesenheit verräth. Es ist daher zur Zeit unbekannt, ob das Integument in ähnlicher Weise, wie es bei der Mehrzahl der Coniferen zuerst von Baillon und in grösster Ausdehnung von Strasburger nachgewiesen worden ist¹⁾, mit 2 in der frühesten Zeit getrennten Erhebungen (Primordien) beginnt²⁾, oder wie bei den angiospermischen Phanerogamen als geschlossener oder auch einseitiger Ringwall entsteht. Eine an mehreren *Zamia*-Arten gemachte Beobachtung macht es mir jedoch wahrscheinlich, dass das Integument der Cycadeen sich aus 3 oder selbst 4 zusammenfliessenden Primordien bildet³⁾. Bei *Z. muricata* fand ich nämlich an schon weit entwickelten (4 Mm. langen) citronenartig zugespitzten Eichen die Mikropyle deutlich von 3 aufgerichteten Läppchen begrenzt⁴⁾, von denen eines und zwar das von der Schuppe abgewendete (äussere) die zwei anderen seitlichen meist an Breite mehr oder weniger (zuweilen fast um das Doppelte) übertrifft. Einmal sah ich die 2 kleineren seitlichen Läppchen mit dem grösseren

¹⁾ Man vergleiche die ausführliche geschichtliche Darstellung in Strasburger's Werk.

²⁾ Jedoch nach Strasburger mit Ausnahme einiger Gattungen, namentlich *Biota* und *Podocarpus*, bei welchen das Integument (nach Str. der Fruchtblattkreis) als zusammenhängender Ringwall entsteht.

³⁾ Auch bei den Coniferen kommen, nach der Zahl der Kanten am reifen Samen zu urtheilen, wahrscheinlich solche Fälle vor (*Taxus*, *Ginkgo*), worauf ich bei einer früheren Gelegenheit (Monatsber. d. Ak. v. Oct. 1869) hingewiesen habe.

⁴⁾ Karsten (l. c. S. 206) nennt die Spitze des Eichens von *Z. muricata* drei- oder vierfältig; was er Falten nennt, sind wohl eben diese Lappen.

mittleren so zusammenfliessen, dass die Micropyle nur einen einzigen Einschnitt zeigte, und einmal fanden sich statt 3 nur 2 Lappen. Dieselbe Beschaffenheit der Mycropyte zeigten die von Dr. Magnus in einem jugendlicheren Zustand untersuchten Eichen von *Z. Skinneri*, nur waren die drei Lappen der Mikropyle nicht aufgerichtet, sondern an der noch stumpfen Spitze des Eichens fast horizontal zusammengeneigt, so dass die Mikropyle als eine dreischenkellige Spalte erschien; einmal trat noch ein kleiner vierter Lappen hinzu, dem grossen unpaarigen gegenüber stehend und zwischen die zwei seitlichen eingeklemmt. Die Lappen der Mikropyle entsprechen in ihrer Lage den 3 schmalen Seiten des ungleich sechsseitigen Eichens, so wie den 3 Bündeln, welche vom Grunde des Eichens aus in die Wand desselben eintreten und ungefähr in der Höhe des Ursprungs des Integuments sich nochmals theilen, so dass dieses letztere von 6 Bündeln durchzogen wird¹⁾. Endlich ist noch zu bemerken, dass der Keimsack von *Zamia Skinneri*, ähnlich wie es Oudemans und de Bary von *Cycas* abgebildet haben²⁾, zum Theil (bei *Cycas* fast ganz) unterhalb des Integuments dem Eigrund eingebettet ist.

Als Gesammtergebniss geht aus der Betrachtung der Blüten der Cycadeen hervor, dass dieselben von der rohesten uranfänglichsten Art sind³⁾, unter allen bekannten Blüten am wenigsten über die vegetativen Formationen erhoben⁴⁾, am nächsten sich den von der vegetativen Region noch weniger oder gar nicht abgesonderten Fructificationsverhältnissen der höheren Cryptogamen anschliessend. Die Vergleichung zeigt ferner, dass die Cycadeen

¹⁾ Der bei *Zamia Skinneri* beobachtete Verlauf der Bündel im Eichen stimmt mit dem von Strasburger (l. c. 248) von *Z. Fischeri* beschriebenen überein.

²⁾ Oudemans, archives Néerlandaises II, 1867, t. III; de Bary, bot. Zeit. 1870, t. VIII, f. 7.

³⁾ Man darf nicht sagen „von der einfachsten Art“, denn das Einfachere ist in der Natur wie in der Kunst häufig das Vollkommnere.

⁴⁾ Am wenigsten „metamorphosirt“, wie es Eichler (Diagr. 56) ausdrückt. Oersted will die Staubblätter und Fruchtblätter gar nicht als solche anerkannt wissen, sondern betrachtet sie als pollen- und eibildende Hochblätter (Deckblätter). Vergl. Widenscab. Medellelser 1868.

sich in Beziehung auf die männlichen Blüten den Cryptogamen mehr annähern als in Beziehung auf die weiblichen, indem die Staubblätter derselben in Gestalt und Anordnung ihrer Theile in der That mehr Ähnlichkeit mit den Sporangien-tragenden Blättern der Farne und Equiseten als mit den Staubblättern der angiospermischen Phanerogamen zeigen, wogegen die Fruchtblätter, abgesehen davon, dass sie offen sind und keine Narbe besitzen, in der Lage der Eichen mit der Mehrzahl der angiospermischen Phanerogamen übereinstimmen, noch mehr aber die Eichen selbst sich von der Sporangienbildung entfernen und dem allgemeinen Typus des Phanerogamenovulums anschliessen. Eichler sagt daher mit vollem Recht, dass die Cycadeen als „das Prototyp der Angiospermen mit blattbürtigen Eiknospen“ zu betrachten seien¹⁾. Die Auffassung der Cycadeenblüthe, wie ich sie im Vorausgehenden ausgeführt habe, erscheint einfach und ungezwungen, die der männlichen und weiblichen Blüthe steht im besten Einklang, sie schliesst sich rückwärts an cryptogamische Verhältnisse und vorwärts an die vollkommneren Blüten der Phanerogamen in einer Weise an, die in Beziehung auf den Gang der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreichs allen Anforderungen zu entsprechen scheint. Schwerlich würde man zu einer anderen Auffassungsweise gekommen sein, wenn man die Cycadeen in ihrer vermittelnden Stellung allein und ohne Rücksicht auf die Coniferen im Auge behalten hätte. Die Blüten der Coniferen dagegen zeigen so viel Ungewöhnliches, schwer mit den gewöhnlichen morphologischen Verhältnissen des Blütenbaus in Einklang zu Bringendes, dass man wohl begreift, wie verschiedenartige Auffassungen entstehen und ihre Vertheidiger finden konnten. Zunächst war es die Bail- lon'sche Entdeckung, dass die von R. Brown als Integument angesprochene Hülle des Eikerns bei der Mehrzahl der Coniferen in Form von zwei halbkreisförmigen Erhebungen (Primordien) entsteht, was mit der sonst bekannten Bildungsweise der Integumente unverträglich zu sein schien und zu der Annahme zurückführte, dass diese Hülle ein Pistill, dass sie aus zwei früh verschmelzenden Fruchtblättern gebildet sei. Bei den vielfachen Berührungspunkten, welche die Cycadeen ungeachtet grosser Verschiedenheit

¹⁾ Flora 1873, S. 270 und weiter ausgeführt: Diagramme S. 56.

in anderen Beziehungen mit den Coniferen zeigen und in welchen man eine nahe Verwandtschaft beider zu erkennen glaubte, schien es unabweisbar zu sein, die veränderte Betrachtung des Eichens trotz aller entgegenstehenden Bedenken auch auf die Cycadeen zu übertragen¹⁾. Es wird also zunächst die Frage aufzuwerfen sein, ob die erwähnte Entstehung aus 2 (oder selbst mehreren) Primordien mit der Natur eines Integumentes unverträglich ist. Ich glaube nicht, welcher Ansicht man auch in der Erklärung der Integumente folgen mag. Nach der Eiknospentheorie sind die Integumente umfassende, ringförmig geschlossene Blätter; der Bildungsanfang mit 2 Primordien ist aber durchaus kein hinreichender Beweis, dass auf diese Weise gebildete Hüllen nicht gleichfalls einfache Blätter sind, denn es giebt, wie Caspary gezeigt hat, Fälle, in denen unzweifelhaft einfache Blätter mit zwei Primordien beginnen²⁾. Wenn aber auch aus anderweitigen Gründen angenommen wird, dass die den Eikern umgebende Hülle der Coniferen aus zweien Blättern gebildet ist, so steht auch ein solches Verhalten mit der Auffassung der Hülle als Integument, wie ich schon früher bemerkt habe, nicht im Widerspruch, denn Zahl und Anordnung der Blätter ändern das Wesen einer Knospe nicht³⁾.

¹⁾ Man lese den betreffenden Abschnitt in Strasburger's Werk (S. 251) um sich zu überzeugen, dass es nicht ohne Widerstreben geschah.

²⁾ Caspary, de Abietinearum floris feminei structura (1861) p. 9, woselbst die Stipula von *Victoria* und *Euryale*, so wie das Vorblatt der Blüthe der Gräser (die innere Deckspelze), letztere nach Payer, angeführt werden. Als Beispiele, bei welchen das Blatt nicht nur bei seiner Entstehung, sondern Zeitlebens aus zwei getrennten Stücken besteht, kann ich anführen das Vorblatt am Grunde des Schaftes von *Paris quadrifolia*, das Vorblatt am Grunde der Laubspresse von *Libertia bromoides*, das Vorblatt des Ährchens (die erste Hüllspelze) von *Lolium temulentum* (nicht immer, aber häufig, vrgl. Roeper, der Taumellolch), das Vorblatt der Blüthe (die innere Deckspelze) bei den Gattungen *Triachyrum* Hochst. und *Diachyrium* Griseb. (plant. Lorentzianae p. 209).

³⁾ Eine Blüthe, deren Theile in unbestimmter Zahl einer ununterbrochenen Spirale folgen (*Trollius*, *Calycanthus*) ist nicht minder eine Blüthe als eine aus bestimmter Zahl von quirlständigen Theilen gebildete (*Circaea*, *Lilium* etc.). Ob eine vegetative achselständige Knospe mit einem unpaarigen, median nach hinten stehenden, dabei oft röhrenartig geschlossenen (*Jun-*

Noch viel weniger kann von Seiten der Brongniart-Cramer'schen Foliolartheorie, wie sie neuerlich von Celakovsky weiter ausgebildet und entwickelt worden ist, aus der zweitheiligen Entstehung der Hülle ein Einwand gegen die Annahme abgeleitet werden, dass solche Hüllen Integumente seien, denn nach dieser Theorie ist das Integument (wenn deren zwei vorhanden sind, das zuerst entstehende) eine tutenartige Ausbreitung eines zum Eichen sich umgestaltenden Fiederblättchens und kann als solche beliebig in zwei oder mehrere Lappen getheilt gedacht werden, wie denn Celakovsky selbst von vergrünten Eichen von *Alliaria* zwei- und mehrlappige Tuten abgebildet hat¹⁾.

Ausser dem zweilippigen Ursprung haben wohl noch andere Gründe bestimmend mitgewirkt, dem Ei der Coniferen und rückwirkend auch dem der Cycadeen statt des Integuments eine Decke aus Fruchtblättern zuzuschreiben. Ein solcher Grund findet sich namentlich in der Schwierigkeit bei der Annahme der Nacktsamigkeit der Coniferen überall das Fruchtblatt nachzuweisen, welchem die Eichen angehören, da die letzteren schon in den Fällen, in welchen sie deutlich axilläre Stellung haben, nur mit Zwang als aus einem Fruchtblatt entspringend betrachtet werden können, endlich aber in den Fällen terminaler Stellung überhaupt keine Blätter vorhanden sind, welche als Erzeuger der Eichen angesprochen werden könnten, zumal die zwei Lippen des fraglichen Integuments einen alternirenden Anschluss an das letztvorausgehende Blattpaar zeigen (*Taxus*, *Torreya*). Bei der grossen Verschiedenheit der Verhältnisse, welche die Coniferen in dieser Beziehung zeigen, besteht in der That für die Ovulartheorie eine nicht geringe Schwierigkeit und scheint sich eine Erklärung zu empfehlen, welche die Frage nach den Fruchtblättern der nackten Eichen dadurch entfernt, dass

cus) Vorblatt, wie bei den Monocotylen, oder mit einem transversalen Paar von Vorblättern, die sich gleichfalls zur Röhre vereinigen können (*Viburnum* *Opulus*), wie bei den Dicotylen, anhebt, bedingt keinen Unterschied in der Bedeutung dieser Knospen. Es dürften wohl ähnliche Unterschiede bei den Eiknospen vorkommen und mit dem Ursprung und der Lage derselben hier am Blattrand, dort in einer Blattachsel oder terminal, zusammenhängen, worauf die Richtung der 2 Primordien bei den Coniferen allerdings hindeutet.

¹⁾ Bot. Zeit. 1875, No. 9—12, Taf. II, f. 18. 19. 22. 23. 24. 38. 40. 45.

sie die Fruchtblätter in dem Integumente selbst nachzuweisen sucht. Da es aber auch bei den angiospermischen Phanerogamen, wiewohl nur in seltenen Fällen, terminale, somit nicht aus Fruchtblättern entspringende Eichen¹⁾ giebt, welche mit einem

¹⁾ Die Annahme im eigentlichen Sinne terminaler Eichen lässt sich mit der Foliolartheorie nicht wohl vereinigen, denn wenn man auch zugiebt, dass es in dem von Celakovsky entwickelten Sinne terminale (wiewohl nicht axile) Blätter giebt, so reicht dies doch zur Erklärung nicht hin, da die Eichen nach dieser Lehre stets nur den Werth von Blattfiedern besitzen sollen. Die Annahme einer „terminalen“ Blattfieder aus der Sohle eines unter der Achsenspitze stehenden Fruchtblatts mag zur Erklärung solcher Fälle hinreichen, in welchen das Eichen nachweisbar nur scheinbar terminal ist, wie bei den Compositen, aber nicht für solche, bei welchen es in einer Weise das Centrum einnimmt, welche durchaus keinen Anhalt giebt, es in eine nähere Beziehung zu einem der umgebenden Fruchtblätter zu bringen, wie z. B. bei den Polygoneen. Der Knospentheorie machen terminale Eichen keine Schwierigkeit. Aber die Frage, ob man die eine oder die andere Lehre vom Eichen mit der im Vorausgehenden entwickelten Auffassung desselben als einer dem Pollensäckchen homologen Excrescenz des Fruchtblatts vereinigen kann, bedarf wohl noch einer Auseinandersetzung. Die in den Gärten alljährlich sich wiederholenden Erscheinungen an der knospensüchtigen *Calliopsis tinctoria* (vgl. A. Braun und Magnus in den Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1870, S. 151) können uns hier einen Fingerzeig geben. Die bei dieser Pflanze in ungeheurer Menge am Stengel und spärlicher auch an den Blättern oberflächlich nach Art blosser Excrescenzen hervorwachsenden Gebilde zeigen alle möglichen Übergänge von stationären blattlosen Höckerchen oder Schwielen zu reich beblätterten und selbst Blüthe tragenden Sprösschen. In analoger Weise werden wir annehmen dürfen, dass Gebilde, die wir nach ihrem phylogenetischen Zusammenhang mit den blattständigen Sporangien der Cryptogamen und nach ihrer Beziehung zu den Pollensäckchen der Staubblätter als Excrescenzen der Fruchtblätter betrachten müssen, sich in ihrer weiteren Entwicklung zur Dignität blattbildender Vegetationspunkte erheben können, um durch Hervorbringung einiger scheidenartiger Blattgebilde den im Innern der Vegetationsspitze entstehenden Fortpflanzungszellen einen geeigneten Schutz zu gewähren. Es ist jedoch nicht meine Absicht mit diesen Bemerkungen eine abgeschlossene Ansicht über die Natur des Eichens auszusprechen. Selbst nach den jüngsten bedeutenden Arbeiten Celakovsky's über diesen Gegenstand erscheint mir das Thatsächliche der hier besonders in Betracht kommenden abnormen Veränderungen,

(*Juglans*¹⁾) oder zwei (*Polygonum*) Integumenten versehen sind, so ist auch von dieser Seite her ein Beweis für die Fruchtknotennatur der Eikernumhüllung nicht möglich. Der gewichtigste Einwand gegen die Gymnospermie der Coniferen wird von Strasburger schliesslich aus der Vergleichung derselben mit den Gnetaceen hergeleitet. Bei diesen findet sich eine doppelte oder dreifache Umhüllung des Kerns und zwar so, dass die äusserste nach Art der einfachen Hülle der meisten Coniferen aus zwei Primordien sich bildet, während die innere (*Ephedra*) oder die beiden inneren (*Gnetum*) als geschlossene Ringwälle entstehen. Da die äussere Hülle noch in anderen Beziehungen mit der einzigen der Coniferen übereinstimmt, so scheint es naturgemäss beide zu identificiren, die einfache oder doppelte innere Hülle der Gnetaceen dagegen als eine neu hinzukommende Bildung von anderer Bedeutung zu betrachten. Diese Auffassung wird noch unterstützt durch den Umstand, dass die Bildung der äusseren Hülle bei *Gnetum* der beiden inneren bedeutend vorseilt²⁾. Strasburger hält demnach die äussere Hülle der Gnetaceen, ebenso wie die einzige der Coniferen, für einen Fruchtknoten, die 1—2 inneren Hüllen derselben für Integumente. Nach allseitiger Erwägung scheint mir aber auch hier ein bündiger Beweis zu fehlen, da weder der zwei-

deren ich selbst sehr zahlreiche beobachtet habe, noch nicht so weit geklärt zu sein, dass man ein entscheidendes Urtheil darüber fällen kann. Nur als vorläufige Andeutung will ich daher noch beifügen, dass die bei manchen Vergrünungen randständiger Eichen vorkommenden, merkwürdigen und mit der Knospentheorie anscheinend unvereinbaren Übergänge des Eichens in Randlappen oder Fiederblättchen des Fruchtblatts (*Delphinium*, *Trifolium*) auch von diesem Standpunkte aus erklärbar sein dürften als Erscheinungen einer der centralen Constitution des Ovulums entgegenwirkenden, dasselbe in die Natur des Fruchtblatts zurückziehenden Metamorphose, wie dies auch Strasburger (l. c. 425) andeutet.

¹⁾ Die 2 Cotyledonen des Keimlings wechseln mit den 2 Fruchtblättern ab. Besteht die Frucht aus 3 Fruchtblättern, so sind meist auch 3 mit denselben abwechselnde Cotyledonen vorhanden. Es wäre wichtig zu wissen, ob das Integument hier vielleicht aus 2 (bis 3) Primordien gebildet wird; die Darstellung von Mirbel gehört bereits einem späteren Stadium an und genügt nicht zur Entscheidung.

²⁾ Strasb. l. c. t. 21, f. 25.

lappige Ursprung, noch die Ähnlichkeit im Bündelverlauf für die Identität der Hülle der Coniferen und der äusseren Hülle der Gnetaceen entscheidend sein können. Will man nicht sämtliche Hüllen der Gnetaceen für Integumente halten, so scheint es naturgemässer die äussere, welche keine Narbe trägt und somit jedenfalls nicht als Pistill functionirt, als eine Art von Perigon oder Involucellum zu betrachten, wie es von früheren Autoren geschehen ist, und die inneren Hüllen dem Integument der Coniferen gleich zu setzen. Strasburger selbst ist sich bewusst, dass alle angeführten Momente unzureichend sind, und findet die Entscheidung für seine Auffassung der Hülle des Conifereneis und der mit ihr für identisch gehaltenen äusseren Hülle der Gnetaceen zuletzt nur darin, dass sich nachweisen lasse, dass diese Hülle im weiteren Fortgang der Entwicklung des Pflanzenreichs zur Fruchtknospe der Angiospermen¹⁾ geworden sei. Allein gerade diesen Nachweis finde ich in seiner Darstellung in Wirklichkeit nicht, und wenn er möglich wäre, so könnte er sich nur auf die sehr wenigen Familien beziehen, welche ein terminales Eichen besitzen²⁾, nicht aber auf die ungeheure Mehrzahl derjenigen, bei welchen die Eichen aus den Fruchtblättern selbst entspringen, aber auch unter den ersteren ist keine einzige, für welche eine nähere Verwandtschaft mit den Coniferen und Gnetaceen behauptet werden könnte.

Die vorstehenden Bemerkungen haben nicht den Zweck, die Frage nach der Gymnospermie der Coniferen zur Entscheidung zu bringen; sie sollten nur andeuten, auf welchem Wege Strasburger zu dem Resultate gelangt ist, das er auch auf die Cycadeen angewendet hat; sie sollten die Überzeugung begründen, dass dieser Weg keineswegs ein unfehlbar sicher gestellter, jedenfalls aber, um zu den Cycadeen zu gelangen, ein Umweg, und, wie man auch in Betreff der Coniferen entscheiden möge, ein Irrweg ist.

¹⁾ Conif. u. Gnetac. S. 252.

²⁾ Piperaceen, Polygoneen, Juglandeen und Myricaceen, Plumbagineen? Die Loranthaceen, welche für die nächsten Verwandten der Gnetaceen gehalten werden, sind mir in dieser Beziehung zweifelhaft, da es mir wahrscheinlicher ist, dass man denselben mehrere in den placentaren Grund der Fruchtknospe eingesenkte Eichen zuschreiben muss als ein einziges centrales mit mehreren Embryosäcken.

Ehe ich versuche den einfachen Weg, der zum Verständniss der Cycadeen führt, zu zeichnen, muss ich jedoch den Umweg, von dem bisher nur der zweite Theil beschrieben wurde, auch in seinem ersten Theile verfolgen.

Strasburger¹⁾ leitet den gemeinsamen Stammbaum der Cycadeen, Coniferen und Gnetaceen von einem hypothetischen, noch der Cryptogamenwelt angehörigen Urstamm, den Lycoperideen, ab, bei welchen die in Beziehung auf Stellung der Fructificationsorgane entgegengesetzten Eigenschaften der Farne und Lycopodien vereinigt gedacht werden. Während den Farnen in dieser Beziehung das Analogon der weiblichen Blüthe, den Lycopodien das der männlichen Blüthe der Coniferen fehlt, sollen die Lycoperideen durch blattständige Microsporangien und achselständige Macrosporangien die Grundlage zur Entwicklung der männlichen und weiblichen Organe der Coniferen besitzen²⁾. Die Construction dieses Stammbaumes geht von der Voraussetzung aus, dass die Sporangien der Lycopodiaceen achselständig seien, wobei *Psilotum* durch 2 unter dem (dreifächerigen) Sporangium befindliche Blätter die Theile zeige, welche bei den Coniferen als Fruchtknotenhülle erscheinen. In einer späteren Abhandlung über Lycopodiaceen³⁾ giebt Strasb. eine modificirte Darstellung über die Art des Zusammenhangs der Coniferen mit den Lycopodiaceen, indem er zur Überzeugung gelangt, dass die Sporangien der Lycopodiaceen (mit Einschluss der Selaginellen) als blattbürtig zu betrachten seien. Den Ausgang der Entwicklungsreihe bilden nun die Farne, deren in Sori geordnete Sporangien bereits bei den Marattiaceen in verschiedenem Grad in gemeinsame Sporocysten zusammenschmelzen. Bei den Ophioglossean sind die Sporangien vollständig reducirt, die Sporocysten in das Blattgewebe aufgenommen und einem eigenen aus der Bauchfläche des Blatts entspringenden Segmente zugeheilt. Die so beschaffenen Sporocystenstände werden endlich

¹⁾ Conif. u. Gnetac. S. 261 — 267.

²⁾ Die Aufnahme der Cycadeen in diesen Stammbaum widerspricht zwar dem Character der Lycoperideen, erklärt sich aber aus der Meinung, dass es nicht zulässig sei, die Phanerogamen in ursprünglich getrennten Stämmen aus den Cryptogamen hervorgehen zu lassen.

³⁾ Bot. Zeit. 1873, No. 6. 7. 8, namentlich S. 84, 85.

bei den Lycopodien zu einer einzigen dem Basaltheile der Vorderfläche des Blatts aufsitzenden Sporocyste zusammengezogen. Bei *Tmesipteris* und *Psilotum* entsprechen die 2 -- 3 verbundenen Sporocysten einer Lycopodien-Ähre, jede Sporocyste repräsentirt ein sporenbildendes Blatt, indem der sterile Theil des Lycopodienblattes nicht zur Entwicklung kommt¹⁾. Eine solche Reduction macht eine noch weiter gehende denkbar in der Art, dass durch Zusammenfließen mehrerer seitlicher eine einzige terminale Sporocyste gebildet würde. In dieser Weise aufgefasst geben die Lycopodiaceen durch ihre blattbürtigen Sporocysten sowohl den Schlüssel zur Bildung der Staubblätter der Coniferen²⁾, als sie andererseits durch *Psilotum* den Vorgang andeuten, welcher zur axilen Stellung der weiblichen Blüthe geführt hat, und es wird denkbar, dass die Coniferen sich direct aus den Lycopodiaceen entwickelt haben.

Eine ähnliche Vorstellung von dem Zusammenhang der Coniferen mit den Lycopodiaceen einerseits und den Angiospermen andererseits liegt einer Äusserung Eichlers³⁾ zu Grunde, in welcher er bemerkt, es scheine im Entwicklungsgang des Pflanzenreichs begründet zu sein, dass die Coniferen, wie sie in so mancher anderen Hinsicht den Übergang von den Cryptogamen zu

1) Ich kann diese Auffassung durch eigene Beobachtungen unterstützen. *Psilotum triquetrum* variirt im hiesigen botanischen Garten mit 2 bis 5 Sporangien an einem Zweigchen. Bei Vierzahl stehen sie im aufrechten Kreuz, bei Fünfzahl das unpaare nach vorn, was (wie bei Blüthen) mit der Convergenz der 2 vorausgehenden Blätter nach vorn zusammenstimmt. Einmal bildeten bei Vierzahl die zwei seitlichen Sporangien deutlich ein äusseres Paar, die 2 medianen ein inneres und in diesem Falle fehlten die 2 Blättchen, offenbar durch die 2 äusseren Sporangien ersetzt. In einem anderen Falle fand ich das eine Blättchen tief zweitheilig und in dem folgenden vierzähligen Sporangienkreis eine entsprechende Lücke, so dass ein Sporangium durch ein überzähliges Blättchen ersetzt zu sein schien. Die Zweigchen, welche die kleinen Ähren tragen, nehmen genau die Stelle von Blättern ein und folgen wie diese in $\frac{1}{3}$ St. aufeinander. Sie verhalten sich in dieser Beziehung genau wie die Bulbillzweige von *Lycopodium Selago*.

2) Die Lage der Staubsäckchen der Coniferen auf der Rückenseite des Staubblatts bietet bei dieser Ableitung noch eine Schwierigkeit.

3) Flora 1873, S. 245.

den Phanerogamen bilden, so auch im Geschlechtsapparat eine Mittelbildung zwischen Sporangien und Fruchtknoten zeigen müssten und eine solche biete eben das nackte Ovulum, was an einer anderen Stelle durch einen „Vorschlag zur Verständigung“¹⁾ noch etwas modificirt und dahin bestimmt wird, dass das critische Organ der Coniferen weder als Fruchtknoten noch als Ovulum betrachtet werden möge, sondern als ein Gebilde indifferenten, morphologisch noch nicht nach Angiospermentypus ausgeprägten Characters, das aber die Fähigkeit habe, sich durch weitere Metamorphose einerseits zum entschiedenen Ovulum (Cycadeen), anderseits zum typischen Fruchtknoten (Gnetaceen) zu entwickeln. Diese Darstellung unterscheidet sich von der vorher besprochenen Behauptung Strasburger's, dass die Hülle des Conifereneis zur Fruchtknospe der Angiospermen geworden sei, dadurch, dass Strasburger eben wegen dieses Überganges die Möglichkeit dieselbe als Integument zu betrachten bestreitet, während Eichler, wenn ich ihn recht verstehe, einen Fortgang vom Sporangium durch den nackten zu dem mit Integument bekleideten Eikern und schliesslich zum Fruchtknoten annimmt und zwar so, dass dasselbe Gebilde, welches das eine Mal Integument ist, das andre Mal zur Fruchtknotenhülle wird. Diese Betrachtung ist jedoch, wenn sie wirklich auf die Entstehung der Fruchtknospe der Angiospermen angewendet werden soll, weder morphologisch, noch phylogenetisch statthaft, denn es wird hiebei ganz ausser Acht gelassen, dass in der Regel das Ei aus dem Fruchtblatt entspringt, also nicht umgekehrt das Fruchtblatt aus dem dem Ei angehörigen (aus der Achse des Eis selbst entspringenden) Integument durch irgendwelche Metamorphose desselben abgeleitet werden kann. Die Coniferen machen nun allerdings eine Ausnahme von der Regel, indem ihre Eichen nicht aus Fruchtblättern entspringen²⁾, und einige wenige Familien der Angiospermen gleichen denselben in der centralen Stellung des Eichens. Diese wenigen Familien stehen jedoch, wie schon bemerkt wurde, in keiner näheren Verbindung mit

¹⁾ Blüthendiagr. S. 63.

²⁾ Ich will hiemit nicht behaupten, dass den Coniferen jedes Analogon der Fruchtblattbildung fehlt. Eine Entscheidung hierüber gehört zu den vielen schwierigen Fragen, welche bei den Coniferen noch zu lösen sind.

den Coniferen¹⁾ und auch bei ihnen werden wie überall die Fruchtknospen aus der Metamorphose der der Eibildung vorausgehenden Blätter zu erklären sein²⁾. Es möge noch die Bemerkung Raum finden, dass sowohl nach der Pistillartheorie der Coniferen und Cycadeen, als nach der Art, wie Eichler sich einen Übergang vom Ovulum zum Fruchtknoten denkt, die zuerst im Pflanzenreich auftretende Fruchtblatt- und Fruchtknospenbildung uns in einer Weise entgegentritt, wie wir sie phylogenetisch durchaus nicht erwarten können. Denn nur durch allmählig sich steigernde Differenzirung konnten die charakteristischen Besonderheiten dieser letzten Blattformation zur Ausbildung kommen. Man kann sich daher die ursprüngliche Fruchtblattbildung nur als eine von der vegetativen Blattbildung noch wenig verschiedene, daher noch gar nicht oder nur unvollkommen zur Fruchtknospe zusammenschliessende, als eine so zu sagen rohe, aber doch kräftig entwickelte darstellen, zu welcher Vorstellung nichts weniger passt, als das Integument der Coniferen und Cycadeen. Einem blossen Integument vergleichbare kümmerliche Fruchtknospen, bei welchen die Fruchtblätter in frühzeitigem oder ursprünglichem Zusammenschmelzen einen einzigen Samen eng umschliessen, finden sich in Familien, deren Blüten auch in anderer Beziehung reducirt erscheinen und welche den möglichst abgeschliffenen Endspitzen verschiedener Entwicklungsreihen, nicht dem Anfang derselben angehören, unter den Dicotylen hauptsächlich bei den von polypetalen Familien abstammenden Apetalen³⁾.

Schon bei Strasburger's Ableitung der Coniferen aus dem hypothetischen Lycopterideenstamm war es schwer erklärlich, dass die Cycadeen an diesem Stammbaum einen Platz finden konn-

1) Die Coniferen sind aller Wahrscheinlichkeit nach ein terminaler Typus, der sich nicht weiter entwickelt hat.

2) Ein Übergang von Integumenten in Fruchtblätter wäre eine rück-schreitende Metamorphose. Etwas annähernd hieher Gehöriges (Ovulum ex ovulo) habe ich früher erwähnt (Polyembr. u. Keimung v. *Caelebogyne* S. 164).

3) Sileneen — Chenopodiaceen; Malvaceen — Urticaceen; Magnoliaceen — Myristicaceen; Saxifrageen — Umbelliferen; Campanulaceen — Compositen; Liliaceen — Gramineen. Das scheinbar Unvollkommnere ist in allen solchen Fällen nicht das Ursprüngliche, sondern das Abgeleitete, Spätere.

ten; bei der späteren Ableitung von den Lycopodiaceen erscheint dies völlig unbegreiflich. Aber doch mussten sich nach Strasburger's Ansicht beide aus gemeinsamem Stamme entwickelt haben, „denn die Übereinstimmung im Bau der Blüthen ist zu auffallend, um eine andere Möglichkeit zuzulassen.“ Daher mussten denn auch die Ergebnisse der Untersuchung der Coniferen und Gnetaceen auf die Cycadeenblüthe übertragen werden. Zwar sind männliche und weibliche Zapfen der meisten Cycadeen „zum Verwechseln“ ähnlich, die Schuppen beider in allen Stücken ähnlich gebaute „identische“ Blätter, nur dass die einen die Organe der männlichen Keimbereitung (Pollensäckchen), die anderen die der weiblichen, die wie Eichen aussehen, tragen. Nun sollte man erwarten, dass die einen für Staubblätter, die anderen für Fruchtblätter, männliche wie weibliche Zapfen demgemäss für Blüthen erklärt würden. Dies trifft jedoch nur zur Hälfte zu, denn die Organe der weiblichen Keimbereitung müssen nach Analogie mit den Coniferen und Gnetaceen für Fruchtknoten (weibliche Blüthen) gehalten werden. Fruchtknoten sind aber aus Fruchtblättern gebildet, daher können die Blätter des Zapfens, welche die Fruchtknoten tragen, nicht selbst Fruchtblätter und ebenso der ganze Zapfen nicht wie der männliche eine Blüthe sein. Hiemit stossen wir aber auf einige Schwierigkeiten, wie Strasb. selbst anerkennt, da es misslich erscheint, dem mit Ausnahme der geschlechtlichen Entwicklung so völlig übereinstimmenden männlichen und weiblichen Zapfen eine ganz verschiedene Bedeutung zuzuschreiben, den einen als Blüthe, den anderen als Blüthenstand zu betrachten¹⁾. In dieser Lage sind zwei Auswege denkbar: entweder man sieht von dem Ergebniss, zu welchem der von den Farnen durch die Lycopodiaceen, Coniferen und Gnetaceen genommene Weg geführt

¹⁾ Man wird mir einwenden, dass auch bei den Coniferen eine Ähnlichkeit der männlichen Kätzchen und weiblichen Zapfen besteht, wiewohl beide (namentlich bei den Abietineen) unmöglich in gleicher Weise für Blüthen gehalten werden können. Ich erkenne das Gewicht dieses Einwandes an, muss mich aber mit der Bemerkung begnügen, dass man die Erklärung der Blüthe und des Blüthenstandes der Gymnospermen mit dem einfachsten und klarsten Fall, wie ihn die Cycadeen bieten, beginnen muss. Beim Fortgang zu den Coniferen werden sich unsere Ansichten über die letzteren noch etwas umgestalten müssen, um den richtigen Anschluss zu finden.

hat, ab und betrachtet die Cycadeen einfach so, wie man sie sicherlich betrachten würde, wenn es keine Lycopod., Conif. und Gnetac. gäbe, oder wenn man nichts von ihnen wüsste, und wie man sie sicherlich betrachten muss, wenn man sie direct von den Farne ableitet, in welchem Fall man nothwendig zur Annahme offener Fruchtblätter mit nackten Eichen und zur analogen Auffassung der männlichen und weiblichen Zapfen im Sinne einfacher Blüten geführt wird; — oder man betrachtet, wenn man an der Fruchtknotennatur der vermeintlichen Eichen festhält, auch den männlichen Zapfen als Blütenstand, indem man annimmt, dass die Schuppen desselben ebenso männliche Blüten tragen, wie die des weiblichen Zapfens weibliche. Die Gruppen kreisförmig geordneter Pollensäckchen liessen sich wohl als Kreise von Staubblättern einfachster Art, somit als männliche Blüten betrachten, die selbst in der Zahl der Theile (häufig 3) mit der muthmasslichen Zahl der Fruchtblätter der Cycadeen übereinstimmen würden. Strasburger wählt keinen dieser beiden Wege, sondern lässt die Discordanz der männlichen und weiblichen Zapfen bestehen und sucht sich über das Widerspruchsvolle seiner Auffassung durch eine Betrachtung hinwegzusetzen¹⁾, deren Sinn ich in Kürze so fassen zu können glaube: Die Fruchtknoten der Coniferen sind Knospen; ebenso die der Gnetaceen, bei welchen zur Fruchtknotenhülle die Eihülle hinzukommt. Da die Metaspermen (vulgo Angiospermen) sich phylogenetisch an die Gnetaceen anschliessen, müssen auch die Eichen dieser Knospen sein, da so übereinstimmend gebaute Organe nicht mehrfach unabhängig von einander entstanden sein können und auch die Entwicklungsgeschichte ihre Knospennatur bestätigt. Nun stehen aber die Eiknospen der Metaspermen häufig auf den Fruchtblättern und liefern hiemit den Beweis, dass stabile Knospen auf Blättern stehen können. Wenn dies für Samenknospen möglich ist, warum nicht auch für Fruchtknoten, die (als Knospen) denselben morphologischen Werth haben? Die Art, wie die Samenknospen auf die Blätter kommen²⁾, ist noch nicht aufgeklärt und es bleibt für die Cycadeen dieselbe Schwierigkeit, ob man die fraglichen Theile als Eiknospen oder als

1) Conif. u. Gnetac. S. 251.

2) Ebendas. S. 252, 428.

Fruchtknoten betrachtet. — Die zweite allgemeinere Schwierigkeit, auf welche Strasburger hiemit hinweist, ist wenig geeignet über die erste, speciell die Cycadeen betreffende hinaus zu führen. Mir scheint es, dass auch diese allgemeinere Schwierigkeit nur durch den phylogenetischen Umweg entstanden ist, welchen die Forschungen Strasburger's in dieser Beziehung genommen haben. Denn die Frage, wie die Eiknospen auf die Blätter kommen, erledigt sich, wenn man die betreffenden morphologischen Verhältnisse phylogenetisch verfolgt, auf die einfachste Weise, indem man die geschlechtliche Differenzirung der neutralen (die Potenz beider Geschlechter in sich tragenden) Keime in Verbindung mit der davon untrennbaren Differenzirung der sie erzeugenden Theile verfolgt, ausgehend von derjenigen Gruppe der höheren Cryptogamen, welche von allen die grösste, bedeutendste, morphologisch klarste ist und deren Verhältnisse sich am einfachsten mit denen der grossen Mehrzahl der Phanerogamen in Verbindung setzen lassen, der Farne. Die Vergleichung führt auf diesem Wege, trotz aller bestehenden Lücken, unfehlbar vom neutralen ebensolche Sporangien tragenden Blatt schliesslich einerseits zum Staubblatt, andererseits zum Fruchtblatt, und wie die Sporangien aus dem neutralen Blatte entspringen, so die Pollensäckchen aus dem Staubblatt, die Eichen aus dem Fruchtblatt. Ob diese als nackte Kerne auftreten oder sich mit Integumenten bedecken, ob sie zum Range von Knospen sich erhebend gedacht werden oder nicht, hat mit der Hauptfrage, wie sie auf das Fruchtblatt kommen, nichts zu thun. Nicht die Art, wie Sporangien, Pollensäckchen und Eichen auf die Blätter kommen, bietet somit Schwierigkeiten, sondern die Art, wie sie in manchen Fällen von diesen herunter kommen. Für die Lycopodiaceen hat Strasburger diese Schwierigkeit in der bereits erwähnten Abhandlung zu beseitigen und diese Familie mit den Farne in Einklang zu bringen gesucht, wie es in anderen Fällen und namentlich bei den Coniferen gelingen wird, sie zu überwinden, wird die Zukunft lehren.

Celakowsky hat es versucht, die Strasburger'sche Erklärung der Cycadeenblüthe direct von der Vergleichung der Farne aus zu unterstützen¹⁾. Es gäbe Beispiele genug, wo Knospen auf

¹⁾ Bot. Zeit. 1875, S. 219.

der Blattspreite oder am Blattstiele der Farne entspringen und so sähe er nichts Unwahrscheinliches darin, wenn bei den Cycadeen, welche von allen Phanerogamen den Cryptogamen am nächsten stehen, die Stellung der Blütenknospen auf Blättern (durch Metamorphose vegetativer Knospen) typisch geworden wäre. Ich bemerke hierüber zunächst, dass die Eigenschaft Sprosse an verschiedenen, theils bestimmten, theils unbestimmten Theilen des Blatts hervorzubringen oder unter Umständen hervorbringen zu können¹⁾, bei den Farnen keineswegs allgemein²⁾, noch weniger denselben eigenthümlich ist. Es wiederholt sich diese Eigenschaft in den aller verschiedensten Familien, als eine Besonderheit einzelner Arten, ohne jede weitere Beziehung zur natürlichen Verwandtschaft, daher sie auch für die Systematik ganz werthlos und zu phylogenetischen Ableitungen nicht brauchbar ist. Die Sprossbildung aus Blättern ist eine durchaus unwesentliche Erscheinung, inwiefern sie nicht in den Cyklus der zur Entwicklung und geschlechtlichen Fortpflanzung des Individuums gehörigen Vorgänge gehört, sondern (bei den Farnen ganz ebenso wie bei den Phanerogamen z. B. *Malaxis*, *Drosera*, *Cardamine*, *Bryophyllum*, *Begonia*) ein nebenhergehendes Hülfsmittel zu schnellerer Vermehrung darstellt³⁾, wie es deren noch andere giebt, z. B. Adventivsprossenbildung aus Wurzeln, Bulbilbildung in Blattachsen, welche in gleicher Weise ausserhalb des eigentlichen Lebenskreises liegen. Bei allen blattbildenden

1) Vergl. Polyemb. u. Keim. von *Caelebogyne* S. 181.

2) In Milde, *Filices Europae et Atlantidis* werden 26 Gattungen mit 127 Arten aufgeführt, wobei der Artbegriff im weitesten Sinne gefasst ist. Unter diesen befinden sich nur 4 Arten, bei welchen Sprossbildung auf Blättern vorkommt: *Adiantum caudatum* und *Capillus Junonis* mit Sprossbildung nahe der Spitze, *Woodwardia radicans* mit Sprossbildung auf der Unterseite, *Aspidium aculeatum* var. *proliferum* Th. Moore (nicht *A. proliferum* R. Br.) mit Sprossbildung auf der Oberseite der Spindel besonders zwischen den untersten Fiedern.

3) Es giebt allerdings einige wunderbare Monstra, bei welchen Adventivsprosse auf Blättern und Blattstielen als Blüten erscheinen und zwar ohne alle vorausgehenden anderweitigen Blattbildungen, Fälle, über welche neuerlich Caspary in den Schriften der phys. ökon. Ges. zu Königsberg XV. II (1874) S. 99 mit Taf. II gehandelt hat, aber auch diese Blüten sprosse sind ausserhalb des normalen Weges liegende, überflüssige Gebilde.

den Pflanzen ist die Achse der Träger der Metamorphose, die wenn auch nicht immer an derselben, doch an einer bestimmten Verkettung von Achsen zum Ziel geführt wird. Ein Sprosswechsel der seinen Weg durch das Blatt nähme, ist nicht bekannt und widerspricht der Bedeutung des Blattes oder mit anderen Worten: der wesentlichen Sprossfolge angehörige Sprosse entspringen niemals aus Blättern¹⁾. Die einzige Ausnahme von dieser Regel scheinen die Eiknospen zu machen, doch ist es in Wirklichkeit keine, denn wie man auch die Eichen betrachten möge, so gehören sie wesentlich mit dem Fruchtblatt zusammen, wie die Pollensäcke mit dem Staubblatt, und können nicht als eine über die Fruchtblattbildung hinausgehende höhere Formation, daher auch nicht als Glied eines Generationswechsels betrachtet werden. Die Berufung Strasburger's auf die Eiknospen spricht daher ebenso sehr gegen seine Auffassung der weiblichen Cycadeenblüthe, wie die Berufung Celakovsky's auf die vegetativen Sprossbildungen des Farnblatts.

Nach den vorstehenden Erörterungen kann ich das Ergebniss kurz zusammenfassen. Die Cycadeen stehen an der unteren, den

¹⁾ Ich muss mich hier der von Celakovsky (z. B. bot. Zeit. 1875, S. 219, wo gesagt wird: „Nichts ist verkehrter, als die morphologische Bedeutung von der relativen Stellung abhängig zu machen“) allzu geringschätzig behandelten „topischen Morphologie“ bis zu einem gewissen Grade annehmen. Wenn auch der Ort über die morphologische Natur der Theile nicht allein entscheidet, so kann doch nicht bestritten werden, dass die Bedeutung der Glieder im Allgemeinen durch die Stellung bestimmt wird, welche sie im Zusammenhang des Ganzen einnehmen. Ich will nicht an den thierischen Organismus erinnern, bei welchem Jederman zugeben wird, dass die Organe nach bestimmten räumlichen Beziehungen vertheilt und an ihren Ort gebunden sind, sondern an die analogen Verhältnisse bei der Pflanze. Stengel und Wurzel sind von Anbeginn an in bestimmter, nicht zu vertauschender Weise den beiden Polen der Embryokugel zugetheilt, das Blatt entspringt stets aus der Achse und nicht umgekehrt, die Fiederblättchen gehören den Seiten und nicht der Mittellinie des Blattes an, die Blattformationen folgen sich in einer bestimmten Reihenfolge, deren Gesetz durch das Vorkommen rückschreitender Metamorphose nicht beeinträchtigt wird und z. B. nicht gestattet, dass die Blumenkrone dem Kelch oder die Fruchtblätter den Staubblättern normal vorausgehen.

Cryptogamen zugewendeten Grenze der Phanerogamen; dies beweisen die proembryonalen Verhältnisse und die Pollenbildung, in geringerem Grade auch die Unbestimmtheit in der Zahl der Cotyledonen. Die vegetativen Verhältnisse erinnern vielfach an die der Farne, in keiner Weise an die der Lycopodiaceen: die Stammbildung mehr nach dem äusseren Habitus als nach dem inneren Bau, wiewohl die Ophioglosseae eine Anknüpfung erlauben; die Blätter durch Fiedertheilung, Nervatur und Knospenlage (durch Rollung an die Farne im engeren Sinn, durch unterschlächtige Deckung der Fiedern an *Botrychium*), so wie durch eine der der Marattiaceen vergleichbare Stipularbildung; die Knospen durch ihre Stellung neben der Blattmitte. Noch entschiedener schliesst sich die gleichsam noch unfertige und ungebundene Blütenbildung an die Fructificationsverhältnisse der Farne an. Die durchwachsende weibliche Blüthe von *Cycas* aus Fruchtblättern, welche von den Laubblättern wenig verschieden sind, die noch geringe Differenzirung der Staub- und Fruchtblätter, Zahl und Sorus-artige Anordnung der Staubsäckchen auf dem Rücken der ersteren (nach Art der Marattiaceen), desgleichen die Stellung der Eichen auf der offenen Blattspreite der letzteren: dies Alles sind unverkennbare Wahrzeichen, welche nach den Farnen hindeuten.

Ein genetischer Zusammenhang der Cycadeen mit den Farnen ist daher in hohem Grade wahrscheinlich. Die immerhin bedeutende Kluft zwischen beiden lässt sich unschwer vermitteln einerseits durch farnkrautähnliche Gewächse mit geschlechtlich differenzirten Sporangien und Sporen (Microsporen und Macrosporen) auf verschiedenen Blättern, andererseits durch cycadeenartige Gewächse mit unbehüllten (integumentlosen) Eichen. Beides mag als vorübergehende Zwischenstufe existirt haben, vielleicht auch unter den Resten der Vorwelt sich noch vorfinden, wiewohl schwer erkennbar. Für die phylogenetische Ableitung der Phanerogamen aus den Cryptogamen lassen die Cycadeen in der That nichts zu wünschen übrig; sucht man sich von den Farnen aus eine Übergangsform auszusinnen, so kann das Bild kaum anders ausfallen, als es die Cycadeen in Wirklichkeit darstellen. Doch hat dieser Übergang wahrscheinlich auf mehreren Linien stattgefunden; wie der Stammbaum der Cycadeen auf die Farne zurückführt, so der der Coniferen wahrscheinlich auf die Lycopodiaceen, und vielleicht hat es noch andere Übergangslinien gegeben, von denen wir keine

Ahnung haben, wofür der Umstand spricht, dass wir weder von den Cycadeen, noch von den Coniferen aus den Stammbaum der Phanerogamen direct fortzusetzen im Stande sind. Die Cycadeen machen übrigens in dieser Beziehung geringere Schwierigkeiten als die Coniferen, und wenn wir auch unter den lebenden Pflanzenfamilien keine finden, welche wir direct anknüpfen können, so lässt sich doch der Typus vollkommenerer Phanerogamenblüthen aus dem der Cycadeen leicht entwickeln. Man denke sich zunächst eine zwittrige Cycadeenblüthe durch Vereinigung von Staub- und Fruchtblättern an derselben Blütenachse (demselben Zapfen), die Staubbl. am unteren, die Fruchtbl. am oberen Theil¹). Man vereinfache dann die Staubblätter durch Reduction der Zahl und sonstige Umgestaltung der Pollensäcke, schliesse die offenen Fruchtblätter hülsenartig zusammen und versehe sie mit einer Narbe und lasse zuletzt einige den Befruchtungsblättern vorausgehende Blätter die Gestalt von Kelch- und Blumenblättern annehmen, so erhält man eine Blüthe, wie sie sich unter den Dicotylen z. B. bei den Magnoliaceen, unter den Monocotylen bei einigen Alismaceen finden, beides Familien, die zu den untersten in den betreffenden Entwicklungsreihen gehören.

Betrachtet man die Blüthe der Cycadeen in der von R. Brown begründeten Weise, die ich hier zu vertheidigen gesucht habe, so erscheint sie in jeder Beziehung klar und durch die Stellung der Familie im Stufengang des Gewächsreichs verständlich; betrachtet man sie dagegen in der Weise, zu welcher Strasburger durch seine Untersuchungen geführt wurde und welche ihm unvermeidlich schien, so trübt sich das Bild in allen seinen Zügen und wird namentlich vom phylogenetischen Standpunkte aus ganz unverständlich. Nach seiner Darstellung besäßen die Cycadeen:

1. Den höchsten Grad der Verschiedenheit männlicher und weiblicher Blüthen, wie er mit dem Character einer ursprünglichen, der niedersten Stufe angehörigen Blütenbildung nicht verträglich ist und kaum unter den reducirten Typen der letzten Ausläufer höherer Entwicklungsreihen vorkommt;

¹) Es ist sehr wahrscheinlich, dass es Abnormitäten giebt, welche diesen Fall darstellen, analog den bei Coniferen beobachteten.

2. eine in hohem Grade kümmerliche, aus fast von Anfang an verschmolzenen Fruchtblättern gebildete Fruchtknospe, die nicht als nächste Umbildungsstufe aus offenen sporangientragenden Blättern abgeleitet werden kann und in vergleichbarer Weise ebenfalls nur in den extremen Verzweigungen des Gewächsreichs sich finden lässt;

3. weibliche Blüten aus der Spreite fruchtblattähnlicher Blätter hervorsprossend, was im ganzen Gewächsreichs kein Analogon hat.

Ich halte es daher für einen Gewinn und insbesondere zur Förderung der phylogenetischen Einsicht in die Entwicklung des Gewächsreichs für wünschenswerth, wenn wir zu der früheren Auffassung zurückkehren dürfen; nachzuweisen, dass wir dazu wirklich berechtigt sind, war mein Bestreben.

Der Übergang vom offenen sporangientragenden Blatt zum geschlossenen Fruchtblatt ist kaum denkbar ohne die Mittelstufe des offenen eitragenden Blattes. Die ersten Pflanzen, welche Samen tragen, die Archispermen, müssen demnach Gymnospermen sein. In diesem Sinne ist die Gymnospermie bisher aufgefasst worden und selbst ein Gegner derselben¹⁾ spricht seine Überzeugung dahin aus, dass als Übergang von den Cryptogamen zu den Phanerogamen „ächte Gymnospermen mit offenen Carpell“ existirt haben müssen, die aber unter den ausgestorbenen Typen zu suchen seien. Nach meiner Überzeugung leben diese ächten Gymnospermen noch jetzt, mit Bestimmtheit in der Familie der Cycadeen, und wie ich glaube annehmen zu dürfen, auch in der der Coniferen.

¹⁾ Celakovsky, Flora 1874, S. 237.

Als Anhang füge ich die Diagnosen dreier im Jahre 1873 von Gust. Wallis in Neu-Granada entdeckter Cycadeen bei.

1. *Zamia Wallisii* (hort. Veitch). Stamm knollenartig, halb unterirdisch, meist nur ein einziges Laubblatt tragend. Blattstiel mit ziemlich starken zerstreuten Stacheln. Mittelstiel zwischen den obersten Blättchen in eine stehende Spitze auslaufend. Blättchen bei jungen Pflanzen ein einziges Paar bildend, bei älteren bis zu 8 Paaren, von ungewöhnlicher Grösse und Breite, deutlich gestielt (vgl. S. 323). Stiel des Blättchens ungefähr 2" lang; Spreite über fusslang, an jüngeren Pflanzen breit spatelförmig, gegen den Stiel verschmälert, bei älteren fast eiförmig (schaufelförmig), am Grunde etwas herzförmig, kurz zugespitzt und gegen die Spitze mit wenigen undeutlichen Zähnen. Die Nerven weit abstehend, wiederholt zweitheilig, in der Mitte des Blatts 25—45, auf der Oberseite rinnenartig vertieft, auf der Unterseite stark vorragend. (In der gemäßigten Zone. Blüten von dem Reisenden nicht beobachtet, daher die Gattung noch ungewiss.)

2. *Zamia obliqua* (A. Br.) Kleinere Art mit ziemlich schlankem Stamm und gleichzeitig mehreren Laubblättern. Blattstiel wehrlos. Blättchen an jungen Pflanzen in 2, an älteren in 4—6 Paaren, dünn und weniger hart, glänzend grün, länglich-eiförmig, etwas ungleichseitig, in einen kurzen Stiel verschmälert und in eine lange (schweifartige) Spitze auslaufend, in der oberen Hälfte gesägt mit sehr scharfgespitzten genäherten Sägezähnen. Nerven wiederholt zweitheilig, in der Mitte des Blättchens 25—30, nicht eingefurcht und unten kaum vorragend. (In der warmen Region.)

3. *Zamia montana* (A. Br.). Sehr kräftige Art mit einem im Alter (nach Angabe des Reisenden) 4—5 Fuss hohen, $\frac{3}{4}$ Fuss dicken, höckerigen Stamm, der gleichzeitig 4—5 Laubblätter entwickelt. Blattstiel mit kleinen zerstreuten Stachelchen besetzt. Blättchen an jungen Pflanzen in 2 Paaren, an älteren sehr zahlreich, die oberen dichter aneinandergerückt, hart und glänzend, breit lanzetförmig, bis 1 Fuss lang, 2 Zoll breit, am Grunde fast stielartig zusammengezogen, allmählig zugespitzt und an der Spitze etwas gezahnt. Nerven in der Mitte der Blättchens 20—25, et-

was abstehend, auf der Oberseite stark eingefurcht, auf der Unterseite kaum vorragend, so dass die Oberfläche kannellirt, die Unterseite geglättet erscheint. (In der höheren Berg-Region bei 7000 — 8000 Fuss.)

Alle drei Arten sind bei James Veitch in Cultur.

