

# Ueber den Ursprung der Blumen.

Von

Dr. Hermann Müller.



Blumen heißen nach deutschem Sprachgebrauche Blüthen, welche durch Farbe oder Wohlgeruch oder beides zugleich unsere Aufmerksamkeit auf sich lenken. Daß die deutsche Sprache solche Blüthen mit einem besonderen Ausdruck belegt hat, macht es wahrscheinlich, daß schon unseren in der Natur heimischen Ahnen der Gegensatz zwischen augenfälligen, angenehm riechenden und unscheinbaren, geruchlosen Blüthen zum Bewußtsein gelangt ist, daß sie also auch schon unscheinbare und geruchlose Blüthen beobachtet haben. Die romanischen Sprachen haben unsere Unterscheidung von Blüthe und Blume nicht, was darauf hinweist, daß der romanische Stamm unscheinbare und geruchlose Blüthen ursprünglich wohl völlig übersehen oder wenigstens nicht der Beachtung werth gehalten haben mag. Wenn sich in dieser Eigenthümlichkeit unserer Sprache eine tiefere Naturauffassung der germanischen Rasse ausspricht, so ist es vielleicht nicht Zufall, daß es ein Deutscher war, der „das Geheimniß der Natur im Baue und Befruchtung der Blumen entdeckte.“

Die von Sprengel\*) aufgestellte, von Darwin neuerdings tiefer begründete Blumentheorie, deren Grundzüge in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift, in der Besprechung des neuesten Darwin'schen Werkes, kurz dargelegt sind, erklärt uns in der That in ebenso einfacher als befriedigender Weise, welche Bedeutung die dem Menschen angenehmen Eigenschaften der Blumen für das Leben der Pflanzen selbst haben. Sie zeigt uns, daß dieselben Farben und Wohlgerüche, welche uns und schon unsere Ahnen mit gewissen Blüthen befreundet haben, auch die natürlichen Befruchter dieser Blüthen, die Insekten und insbesondere die Bienen und Schmetterlinge, mit denselben befreundeten und zu ihrem unbewußten Liebesdienste an denselben veranlassen. Im Allgemeinen decken sich daher die Ausdrücke Blumen, d. h. dem Menschen wohlgefällige Blüthen, und Insektenblüthen, d. h. den Insekten angenehme und durch Insektenvermittlung eine Kreuzung getreuer Individuen erfahrende Blüthen. Sie

\*) Chr. Conr. Sprengel, das entdeckte Geheimniß der Natur im Baue und in der Befruchtung der Blumen. 1793.

decken sich, so weit unser Wohlgefallen an Farben und Gerüchen mit dem der blumenbesuchenden Insekten übereinstimmt. Für biologische Betrachtungen empfiehlt es sich daher, mit geringer Abänderung des üblichen Begriffes, mit dem kurzen, einem Jedem geläufigen Worte Blumen überhaupt alle diejenigen Blüthen zu bezeichnen, welche für Befruchtung durch Insekten (in wärmeren Ländern auch durch Vögel) ausgerüstet sind. In diesem Sinne gebraucht umfaßt der Ausdruck Blumen z. B. auch jene uns widerlichen Blüthen, welche durch bleiche oder bläulichrothe Farben und Asgeruch Asfliegen an sich locken und von denselben befruchtet werden.

Was läßt sich nun über den Ursprung der Blumen Zuverlässiges feststellen?

Wie sehr auch die Erkenntniß des verwandtschaftlichen Zusammenhanges der Pflanzen=Ordnungen und =Familien, die Klarlegung der Hauptverästelungen des Pflanzenstammbaumes, noch in den ersten Anfängen begriffen ist, darüber ist unter den Pflanzenforschern wohl kein Zweifel mehr, daß die unterste Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs von den Zellenpflanzen (Algen, Pilzen, Moosen) dargestellt wird, daß aus dieser die Gefäßkryptogamen oder Stockpflanzen (im Sinne M. Braun's), Farne, Schachtelhalme, Bärlappe u. a., sich entwickelt haben, daß aus ungleichsporigen Stockpflanzen die Archispermen\*) (Gymnospermen), bei uns durch die Nadelhölzer vertreten, hervorgegangen sind, daß endlich die Metaspermen\*) (Angiospermen), d. h.

alle unsere Blüthenpflanzen mit Ausnahme der Nadelhölzer, die veränderten Abstammlinge von Archispermen sein müssen.

Blumen begegnen wir zum ersten Male bei den Archispermen, und zwar in einem einzigen Beispiele, bei der wunderbaren Welwitschia. Auf der darauf folgenden höchsten Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs dagegen, bei den Metaspermen, finden wir die weit überwiegende Mehrzahl der Blüthen für Kreuzung durch Insekten ausgerüstet, also zu Blumen geworden. Wir werden daher die der geschlechtlichen Fortpflanzung dienenden Organe und ihre stufenweise Umbildung in allen diesen aufeinander folgenden Entwicklungsstufen des Pflanzenreichs ins Auge fassen müssen, um über den Ursprung der Blumen eine bestimmte Vorstellung zu gewinnen.

und weiblichen Zapfen der Cycadeen als Blüthen, ihre Schuppen als „identische“ Blätter betrachtet werden, nur daß die einen die Organe der männlichen Keimbereitung (Pollensäcke), die andern die der weiblichen, nackte Samenthülsen, tragen. Diese Auffassung der Cycadeenblüthen erscheint mir viel ungewisser und natürlicher als diejenige Strasburger's, welcher die männlichen Zapfen als Blüthen, die zum Verweheln ähnlichen weiblichen als Blüthenstände betrachtet. In Bezug auf die Coniferen und Gnetaceen dagegen muß es, wie auch M. Braun zugiebt, als eine noch offene Frage gelten, ob die zuerst auftretende Knospentenumhüllung dem Fruchtknoten oder der Knospenhülle (integumentum) der Angiospermenblüthe entspricht. So lange aber diese Frage noch nicht entschieden ist, scheinen mir die Strasburger'schen Bezeichnungen Archispermen und Metaspermen vor den früher üblichen Gymnospermen und Angiospermen den Vorzug zu verdienen, weil sie nur die unbestrittene Thatsache ausdrücken, daß die erstere der beiden Abtheilungen die ursprüngliche ist, die letztere dagegen von ihr abstammt.

\*) M. Braun hat in einer besonderen Abhandlung: „Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen“ (Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften. Berlin 1875. S. 241—377) diejenige Auffassung sehr eingehend begründet, nach welcher die männlichen

Da wir müssen sogar noch tiefer, bis zur gemeinsamen Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs, bis zu den einfachsten kernlosen Urwesen, den Moneren Häckel's, hinabsteigen, um die geschlechtliche Fortpflanzung bis zu ihren ersten Anfängen zu verfolgen.

In der That lassen sich schon bei den Moneren wenigstens die ersten Spuren geschlechtlicher Fortpflanzung nachweisen, ob schon Häckel selbst den Moneren ausschließliche Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege zuschreibt. Der von Häckel beobachtete orangerothel Urschleimstern (*Protomyxa aurantiaca*) nämlich spaltet sich, nachdem er durch Wachstum eine gewisse Größe erreicht, sich in Kugelform zusammengeballt und eine schützende Hülle um sich herum abgefordert hat, in zahlreiche Spaltungsstücke, die mit einer Geißel versehen, aus der gesprengten Hülle hervortreten und selbstbeweglich umherschwimmend neue Wohnsitze gewinnen, darauf die Geißel einziehen und als junge Schleimsterne anöbenartig umherkriechen.

Wenn nun, wie Häckel angiebt, zwei oder drei dieser jungen *Protomyxa*-Schleimsterne zu einem neuen Individuum verschmelzen, so kann der Vortheil dieses physiologischen Vorganges offenbar nur darin gesucht werden, daß die verschmelzenden jungen Schleimsterne verschiedenen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesenen Eltern entstammen und dadurch, wenn auch für uns unwahrnehmbar, irgend welche Verschiedenheit der Lebensäußerung erlangt haben, und daß eben durch das Zusammenwirken dieser verschiedenen Lebensäußerungen das aus der Verschmelzung hervorgehende Individuum gesteigerte Anregung zu weiteren Lebensäußerungen empfängt. Von der deutlich ausgeprägten geschlechtlichen Fortpflanzung würde hiernach die Verschmelzung junger

*Protomyxa*-Schleimsterne nur dadurch verschieden sein, daß eine Arbeitstheilung der verschmelzenden Protoplasma Körper, ein Gegensatz zwischen kleineren, beweglicheren, männlichen, und an Bildungstoff reicheren, trägeren, weiblichen, noch nicht vorhanden ist, daß vielmehr jeder der bei der Verschmelzung betheiligten Protoplasma Körper nach einander diese beiden Zustände durchläuft.

In dem Verschmelzen mehrerer jungen *Protomyxa*-Schleimsterne zu einem neuen Individuum dürfen wir sonach die älteste und ursprünglichsie Form geschlechtlicher Fortpflanzung vermuthen. Und die Entwicklung eines schwanzförmigen Anhanges dürfen wir als die denkbar einfachste und thatsächlich ursprünglichsie, schon bei den Moneren aufgetretene Abänderung betrachten, durch welche Protoplasma-Individuen befähigt wurden, selbstthätig durch das Wasser zu schwimmen, um anderen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesene Protoplasma-Individuen aufzusuchen und mit denselben zu neuen, kräftigeren und entwicklungsfähigeren Individuen zu verschmelzen.

Aus der gemeinsamen Wurzel der Moneren hat sich die unendliche Mannigfaltigkeit einerseits der Thier-, andererseits der Pflanzenformen entwickelt, und die Urform des mit schwanzförmigem Anhang selbstthätig umherschwimmenden Protoplasma-Individuums hat sich in den Spermazellen mit bewundernswerthler Treue einerseits bis zu den höchsten Entwicklungsstufen des Thierreichs, andererseits durch die ursprünglich wasserbewohnenden Abtheilungen des Pflanzenreichs hindurch vererbt. Weshalb durch das ganze Thierreich und weshalb im Pflanzenreiche nur auf die niederen, ursprünglich wasserbewohnenden Abtheilungen, das erklärt sich wohl hinreichend dar-



aus, daß die landbewohnenden Thiere sich frei von der Stelle bewegen und daher sich gegenseitig auffuchen können, wogegen die landbewohnenden Pflanzen fest an die Scholle gebunden sind. Im Wasser nämlich kann die Selbstbeweglichkeit frei umherschwimmender Befruchtungskörper offenbar ebensowohl bei festgewachsenen als bei frei umherschwimmenden Arten der gelegentlichen Kreuzung getrennter Individuen genügen, und sie ist in der That bei allen der ursprünglichen Wasserlebensweise tren gebliebenen Organismen die einzige Art der Kreuzungsvermittlung geblieben, wenigstens wenn wir das Wort Befruchtungskörper im weitesten Sinne nehmen und darunter nicht nur Spermazellen, sondern auch selbstständiger Ortsbewegung fähige Spermaträger (Medusen, Hektotylus) und die ganzen zur Kreuzung sich auffuchenden Individuen begreifen. Beim Uebergange von der Wasser- zur Landlebensweise dagegen konnte natürlich die Selbstbeweglichkeit schwimmender Spermazellen nur in dem Falle als der Kreuzung genügende Befruchtungsform erhalten bleiben, wenn entweder, durch Begattung, die Spermazellen in Berührung oder unmittelbare Nähe der zu befruchtenden Eizellen gebracht wurden (Landthiere), oder wenn an die Scholle gebundene Organismen, wenigstens während der Befruchtungszeit, das Wasser als Mittel der Schwimmbewegungen ihrer Spermazellen benutzen konnten, und das war nur bei Pflanzen möglich, die hinlänglich niedrig an wenigstens zeitweise dem Wasser ausgesetzten Standorten wachsen. Nach meiner Ansicht gibt diese einfache und unabweiße Betrachtung von einer höchst auffallenden und schon vielfach erörterten, aber meines Wissens noch niemals erklärten Erscheinung in der Entwicklung des Pflanzenreichs, nämlich von

der Verschiebung der geschlechtlichen Vereinigung nach dem ersten Zugenleben hin, welche sich bei der Vergleichung der Moose und Stockpflanzen scheinbar herausstellt, eine ganz befriedigende Erklärung. Ich will deshalb dasjenige, was sich über den Uebergang der Pflanzen von der Wasser- zur Landlebensweise mit größter Wahrscheinlichkeit behaupten läßt, hier etwas eingehender auseinandersetzen.

Die ursprünglichsten Pflanzen waren wasserbewohnende Algen. Die erste dünne Pflanzendecke, von welcher in einer uralten Erdgeschichtsperiode, von deren organischem Leben uns die Gebirgsschichten keine Kunde überliefert haben, die aus dem Ocean hervorgetauchten Festlandmassen zum ersten Male ergrünt, wurde ohne Zweifel ebenfalls von Algen gebildet, und diese konnten jedenfalls auf den noch häufig überflutheten Flächen, welche sie besiedelt hatten, die ererbte Kreuzungsart durch selbstbeweglich umherschwimmende Spermazellen noch ziemlich unbehindert fortsetzen.

Aus solchen auf das Land übergesteckten Algen müssen sich, wenn wir die individuelle Entwicklung als kurze Wiederholung der Stammesentwicklung betrachten dürfen, die Laub- und Lebermoose entwickelt haben; auch deren Lieblingswohnplätze, in tiefen Hohlwegen, an feuchten Felsabhängen, Grabenwänden u. s. w., werden zeitweise von Wasser überfluthet, und die Moosrasen, welche diese Standorte bekleiden, sind allezeit niedrig genug, um bei zeitweiser Ueberfluthung den Spermazellen Gelegenheit zu geben, durch selbstthätiges Umherschwimmen zu den sich öffnenden flaschenförmigen Gebilden, welche die Eizellen umschließen, zu den sogenannten Archegonien, und durch deren mit Schleim erfüllten Halskanal zu der befruchtungs-

fähigen Eizelle selbst zu gelangen. Auch für die Moose hat daher keine Nöthigung vorgelegen, die ursprüngliche, vielleicht schon von den Moneren her ererbte Kreuzungsart zu verlassen.

Etwas anderes ist es mit den Farnkräutern, Schachtelhalmen und Verwandten, die sich, nach ihren Vorkieimen zu schließen, aus blattlosen Lebermoosen entwickelt zu haben scheinen. Sie waren wohl die ersten Pflanzen, welche sich zu hoch in die Luft aufstrebenden Stämmen entwickelten; sie waren es, welche das dem Meere entstiegene, erst mit Algen, dann mit grünem Moos-teppich sich bekleidende Festland zum ersten Male mit üppigen Wäldern bedeckten. Den Boden, aus welchem diese ersten Wälder emporwuchsen, müssen wir uns als häufigen Ueberfluthungen ausgesetzt vorstellen; schon die massenhaften Zusammenhäufungen von zusammengeschwemmten Farnen, Calamiten, Sigillarien und Lepidodendren in den Schieferthonschichten der Steinkohlenformation nöthigen uns zu dieser Vorstellung. Während nun die flach auf der Erde sich ausbreitenden Moose sich zu immer höher ragenden Pflanzenformen ausbildeten, konnte natürlich die Kreuzung getrennter Individuen durch frei umherschwimmende Spermazellen immer nur in demjenigen Lebensalter und Entwicklungsstadium erfolgen, in welchem die Pflanze der zeitweisen Ueberfluthung noch ausgesetzt blieb. Die Weiterentwicklung zu immer höheren und höheren Pflanzenstößen konnte sich also nicht zwischen das Keimen der Sporen und die geschlechtliche Vereinigung getrennter Individuen einschalten; die auf Schwimmen eingerichteten Spermazellen wären ja sonst immer höher und höher in die Luft gerückt, ihre Lebensverrichtung wäre schon mit dem ersten Anfange dieses Emporrückens unmög-

lich gemacht worden. Nur wenn die Weiterentwicklung erst nach vollzogener Kreuzung erfolgte, sich also zwischen die geschlechtliche Vereinigung und Sporen-Entwicklung einschaltete, vermochten sich die dem zeitweise überrieselten Boden flach angebrückten und durch schwimmende Spermazellen sich kreuzenden Lebermoose zu hoch in die Luft ragenden Pflanzenstößen zu entwickeln. Damit scheint mir das ganze Räthsel der scheinbaren Verschiebung der geschlechtlichen Vereinigung nach dem früheren Jugendleben hin, wenigstens, soweit es sich aus dem Vergleiche der Moose einerseits, der Farne und Schachtelhalme andererseits ergibt, gelöst.

Die Verschiebung innerhalb dieser Klassen ist in der That nur eine scheinbare. Es ist wahr: bei den Laubmoosen entwickeln sich die Eizellen und Spermazellen erst, nachdem der beblätterte Laubmoosstengel sich gebildet hat, auf diesem, und aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich nur die Sporenkapsel, bei den Farnen und Schachtelhalmen dagegen entwickeln sich die Eier und Spermazellen schon vor Stengeln und Blättern auf dem Vorkieime, und aus der befruchteten Eizelle gehen erst Stengel und Blätter und schließlich auch Sporenkapseln hervor. Wenn man daher Laubmoose und Farne oder Schachtelhalme als aufeinander folgende Glieder derselben Entwicklungsreihe ansieht, so muß man allerdings den Eindruck bekommen, als wenn die geschlechtliche Vereinigung sich nach dem Jugendalter hin verschoben hätte. Farne und Schachtelhalme haben sich aber keineswegs aus Laubmoosen, sondern, nach ihren Vorkieimen zu schließen, aus blattlosen Lebermoosen mit dem Thallus aufstiegender oder eingebetteten Anthereidien (d. h. Spermazellen-Kapseln) und Archegonien entwickelt; bei ihrer stufenweisen Entwicklung braucht also

keine Verschiebung der Blüthezeit nach dem früheren Jugendalter hin stattgefunden zu haben, sondern die geschlechtliche Vereinigung erfolgt vielleicht noch heute bei Farnen und Schachtelhalmen auf derselben Entwicklungsstufe, auf welcher sie bei ihren Stammeltern schon erfolgt ist, als sie noch Lebermoose waren und in der Blüthe den Gipfelpunkt ihrer Entwicklung erreichten. Wir dürfen sonach bei den heutigen Farnen und Schachtelhalmen die ganze Entwicklung von der Spore bis zur Eizelle, abgesehen von vielleicht nachträglich erworbenen Anpassungen, als von ihren Stammeltern, den Lebermoosen ererbt, die ganze Entwicklung dagegen von der befruchteten Eizelle bis zur Bildung von Sporenkapseln als seit dem Ueberholen jener Stammeltern neu erworben betrachten.

Wie ein Rückblick auf das bisher Erörterte ergibt, umfaßt die unterste Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, die der Zellenpflanzen, die ursprünglichen Wasserbewohner und ihre auf das Festland übergesiedelten Abkömmlinge, soweit sie niedrig genug blieben, um auf dem Gipfel ihrer Entwicklung überfluthet und durch schwimmende Spermazellen gekreuzt werden zu können. Die zweite Entwicklungsstufe, die der Stodpflanzen, umfaßt, wenn wir von einer Berücksichtigung der wasserbewohnenden Stodpflanzen vorläufig absehen, diejenigen Abkömmlinge der ersten, welche sich, nachdem die Kreuzung durch schwimmende Spermazellen erfolgt ist, über ihr Ueberfluthungsniveau emporheben und den Gipfel ihrer Entwicklung also erst nach erfolgter geschlechtlicher Vereinigung erreichen. Die dritte Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, die der Archispermen, ist dadurch erreicht worden, daß die allmählich auf trockenere Wohnsitze vorrückenden Stodpflanzen sich

der Kreuzung durch Vermittelung des Windes angepaßt und dadurch von zeitweiser Ueberfluthung des Standortes während ihres Jugendzustandes gänzlich unabhängig gemacht haben.

Das Wasser konnte natürlich als Mittel der Kreuzung getrennter Individuen erst dann überflüssig werden, wenn andere natürliche Uebertragungsmittel der männlichen Befruchtungskörper, erst neben ihm, dann statt seiner, in Wirksamkeit getreten waren. Als solche sind, außer dem Wasser, überhaupt nur der Wind und lebende Thiere vorhanden. Durch lebende Thiere aber konnten die männlichen Befruchtungskörper nicht übertragen werden, so lange sie selbstthätig schwimmende Spermazellen waren. Als einzige Möglichkeit für die Uebertragung der Stodpflanzen auf trockene Standorte bleibt also die Anpassung ihrer männlichen Befruchtungskörper an die Uebertragung durch den Wind übrig. Aber auch diese mußte ihre sehr großen Schwierigkeiten haben. Denn man wird kaum eine Formumwandlung der selbstthätig umherschwimmenden Spermazellen auszusinnen vermögen, durch welche dieselben hätten in den Stand gesetzt werden können, ebensowohl activ, im Wasser schwimmend, als passiv, von der bewegten Luft getragen, zu den Eizellen anderer Stöcke zu gelangen. Eine solche directe Anpassung der schwimmenden Spermazellen an die Uebertragung durch den Wind konnte überdies schon deshalb kaum zu Stande kommen, weil dieselben ja durch die Natur ihrer Standorte vor der Einwirkung des Windes in hohem Grade geschützt sein mußten. Denn die schwimmenden Spermazellen traten ja dicht an der Bodenoberfläche aus den Antheridien hervor, und zwar an Stellen, die theils durch die Bodengestaltung des Standortes (in



Bertiefungen, an geschützten Abhängen), theils durch eine sie überragende Vegetation von Stockpflanzen gegen den freien Zutritt bewegter Luft geschützt waren.

Somit scheint diejenige Anpassung der männlichen Befruchtungskörper an Uebertragung durch den Wind, welche sich thatsächlich vollzogen hat, überhaupt die einzig mögliche gewesen zu sein. Gewisse ungleichsporige Stockpflanzen, welche eine überreiche Menge frei in die Luft hervorragender Mikrosporangien erzeugten und aus den ebenfalls frei in die Luft ragenden Makrosporangien, noch bevor dieselben zur Erde fielen, einen Flüssigkeitstropfen ausschieden, mögen zum ersten Male die Möglichkeit einer Kreuzung getrennter Individuen durch den Wind dargeboten haben, indem von einer Anzahl von dem Winde losgerissener und fortgeführter Mikrosporen einzelne von den Flüssigkeitstropfen der Makrosporangien aufgefangen wurden und dann ihre selbstbeweglichen Spermazellen unmittelbar in die noch auf dem Pflanzenstocke feststehenden Archegonien der Makrosporen eindringen ließen. Dieselben Stockpflanzen, welchen zuerst solche Kreuzung durch den Wind zu Theil wurde, haben ohne Zweifel noch viele Generationen hindurch neben derselben die ererbte Kreuzungsart beibehalten; denn diese konnte natürlich erst dann überflüssig werden und eingehen, nachdem die Kreuzung durch Vermittlung des Windes durch Ausprägung geeigneter Abänderungen zu voller Wirksamkeit gelangt war.

Welche Abänderungen können es nun gewesen sein, die beim Vorrücken der Stockpflanzen auf trockenere Standorte den Wind als Vermittler ihrer Kreuzung in volle Wirksamkeit treten ließen? Die thatsächlich vorliegenden Unterschiede, einerseits zwischen den gleichsporigen und ungleichsporigen Stock-

pflanzen, andererseits zwischen den letzteren und den Archispermien, geben uns darüber hinreichende Auskunft.

Gewiß mit vollstem Rechte werden die ungleichsporigen Stockpflanzen als Mittelstufe zwischen den gleichsporigen Stockpflanzen und den Archispermien betrachtet. Während der Vorkeim der Farne und Schachtelhalme noch als vielleicht unverkürzte Wiederholung der Entwicklung ihrer Stammeltern, blattloser Lebermoose, angesehen werden kann, stellen uns die nur wenig aus der geplatzten Sporenhülle heraustretenden oder gänzlich in derselben eingeschlossen bleibenden Vorkeime der ungleichsporigen Stockpflanzen unverkennbar eine immer mehr verkürzte Wiederholung der Entwicklung der Stammeltern dar, und es ist leicht zu erkennen, welche Veränderung der Lebensbedingungen zu dieser Verkürzung und zugleich zur Ausbildung besonderer männlicher und weiblicher Sporen führen mußte. Je spärlicher nämlich beim allmählichen Trocknerwerden des Festlandes oder beim Vorrücken der Stockpflanzen auf trockenere Standorte die zeitweise Ueberrieselung des Bodens mit Wasser wurde, um so weniger fanden die lebermoosartigen Vorkeime den geeigneten Boden zu ihrer Entwicklung, um so mehr mußte sich diese Entwicklung auf die Leistung ihres nothwendigen Lebensdienstes, die Ermöglichung der Kreuzung durch Erzeugung von Eizellen und selbstbeweglichen Spermazellen, beschränken, und diese Beschränkung war jedenfalls in noch höherem Grade möglich, wenn eine Arbeitsteilung in weibliche und männliche Sporen hinzutrat, da letztere aus noch viel winzigeren Vorkeimen die zur Kreuzung nöthigen Spermazellen zu erzeugen vermochten.

Dieselben Abänderungen aber, welche die Stockpflanzen befähigten, auch auf spärlich

überrieseltem Boden sich anzusiedeln, ermöglichen und begünstigen zugleich eine gelegentliche Kreuzung derselben durch den Wind, wenn sie auch keineswegs die einzigen Vorbedingungen für eine solche waren. Vor allem mußte ja natürlich die Arbeitstheilung in kleine männliche und große weibliche Sporen sich bereits vollzogen haben, ehe Mikrosporen durch den Wind auf Makrosporangien geführt werden, ehe also überhaupt irgend welche Stockpflanzen durch Vermittelung des Windes gekreuzt werden konnten. Die Mikrosporen konnten ferner, wenn sie einmal durch den Wind auf Makrosporangien geführt wurden, um so leichter eine Befruchtung in denselben bewirken, je rascher sie ihre Spermazellen erzeugten. Und die Makrosporen konnten um so leichter, während sie noch am Pflanzenstocke saßen, durch angewellte Mikrosporen befruchtet werden, je mehr sich ihre Vorkeimentwicklung beschränkt hatte, in je jugendlicherem Alter sie also Archegonien mit befruchtungsfähigen Eizellen hervorbrachten. Aber außer diesen durch spärliche Ueberrieselung des Bodens bedingten Abänderungen mußte die Ausscheidung eines Flüssigkeitstropfens aus dem Makrosporangium, oder irgend eine andere das Auffangen zugewelter Mikrosporen bewirkende besondere Abänderung aufgetreten sein, ehe eine Befruchtung durch Vermittelung des Windes erfolgen konnte. War eine solche an den durch Trockenheit des Bodens bedingten Grenzen des Verbreitungsbezirkes der Stockpflanzen einmal aufgetreten, so mußten dann nicht nur die eben genannten, eine Kreuzung durch den Wind überhaupt ermöglichenden, sondern auch alle weiterhin auftretenden, dieselbe begünstigenden Abänderungen durch Naturzüchtung erhalten werden und zur Ausprägung einer neuen Pflanzenfamilie führen,

welche, frei von der Concurrenz ihrer Stammeltern, sich ungehindert über die trocknen Landschaften ausbreitete und dieselben zum ersten Male mit schattigen Wäldern überkleidete.

Als solche weiterhin aufgetretene Abänderungen, welche die Kreuzung durch den Wind begünstigt und endlich völlig gesichert haben, dürften folgende zu betrachten sein: Die Entwicklung der Makrosporenvorkeime, welche ihre ursprüngliche Bedeutung verloren hatten, wurde noch mehr und mehr verkürzt. Da die Makrosporen nun für immer vereinigt blieben, so wurden alle diejenigen Bildungen, welche die schützende Umhüllung und besondere Ausstattung der einzelnen Makrosporen bewirkten, überflüssig, und fielen zunehmender Verkümmern anheim. Dagegen wurde eine schützende Umhüllung der im jugendlichen Zustande frei der Luft ausgesetzten Makrosporangien nothwendig oder wenigstens vortheilhaft und gelangte durch Natursauslese zur Ausprägung. Indem diese Umhüllung als umschließender Ball bis weit über den Gipfel des Makrosporangiums (Knospenterns) emporwuchs, ehe sie sich in eine engere Oeffnung zusammenzog, bewirkte sie zugleich, daß der vom Makrosporangium (Knospentern) zur Blüthezeit ausgeschiedene, darauf verdunstende oder wieder aufgefangte Flüssigkeitstropfen die von ihm aufgefangenen, vom Winde zugeführten Mikrosporen in einer wohlumschlossenen Raum dicht über dem Gipfel des Makrosporangiums zusammenführte. Durch diese Umwandlungen wurde aus dem Makrosporangium der ungleichsporigen Stockpflanzen die Samentknope der Archispermien, in welcher, da eine Vielheit weiblicher Befruchtungskörper zu einem einzigen sich verschmolzen hatte, von vorn herein durch diese Verschmelzung der Anlaß zu stufenweise



weiterer Verkümmernng der nutzlos gewordenen Individuen gegeben war. Die Reduktion der Makrosporen (Embryosäcke) auf eine einzige hat sich schon bei den Archispermien vollendet, während wir endlich bei den Metaspermien auch von den Archegonien (Corpusculis) der einzigen übrig gebliebenen Makrospore des (Embryosacks) nur noch ein einziges erhalten und selbst dieses auf eine oder zwei Zellen (Keimbläschen), nämlich die Eizelle und in der Regel noch eine zweite, die „Kanalzelle“, reducirt sehen.

Weniger umfassenden Umbildungen durch Naturzüchtung waren die männlichen Befruchtungskörper unterworfen, da eben nicht die Mikrosporangien, sondern nur die einzelnen Mikrosporen die Möglichkeit darboten und thatsächlich dazu gelangten, vom Winde losgerissen auf die weiblichen Befruchtungskörper übertragen zu werden. Während daher bei den weiblichen Befruchtungskörpern die Anpassung an Kreuzung durch den Wind eine zwiefache Reduktion einer Mehrzahl von Individuen auf die Einzahl zur Folge hatte, nämlich 1) die der Makrosporen desselben Makrosporangiums, 2) die der Archegonien derselben Makrospore, konnte bei den männlichen Befruchtungskörpern nur eine einzige solche Reduktion statt finden und fand thatsächlich statt: Die nutzlos gewordene Zerspaltung des Mikrosporen-Protoplasmas in Vorkinzellen und zahlreiche Spermazellen ging ein, die ebenfalls nutzlos gewordene Selbstbeweglichkeit und Schwimnfähigkeit des nun einheitlich bleibenden männlichen Protoplasmas ging gleichfalls ein, und so wurde die Mikrospore zum Pollenkorn, und dieses wurde bei den Coniferen durch flügelartige Anhänge zu noch leichterem Uebertragung durch den Wind befähigt. Außer dieser Umbildung der ein-

zelnen Makrosporangien und Mikrosporen sind die kolossale Steigerung der Zahl der von einem Pflanzenstocke erzeugten Pollenkörner, ihre und der Samentnospen (Makrosporangien) dem Winde ausgesetzte Stellung, und in vielen Fällen (bei Coniferen) die Entwicklung immer höher in die Luft emporragender Baumstämme als die Kreuzung durch den Wind sichernde und deshalb durch Naturzüchtung ausgeprägte Eigenthümlichkeiten der Archispermien zu betrachten. So stellt uns denn die dritte Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, die Klasse der Archispermien, eine Pflanzengesellschaft dar, welche durch die soeben erörterten neu erworbenen und zugleich durch Getrenntgeschlechtigkeit und andere von den ungleichsporigen Stocpflanzenererbte Eigenthümlichkeiten in wirksamster Weise für die Kreuzung durch den Wind ausgerüstet und dadurch zur Besiedelung von Bergeshöhen und trockenen Festlandsstrichen befähigt ist.

Wir sind damit zu demjenigen Punkte gelangt, wo der Ursprung der Blumen anhebt. Nachdem nämlich die Archispermien die Erzeugung einer überschwenglichen Pollenmenge in dem Grade gesteigert hatten, daß dadurch ihre Kreuzung durch den Wind unausbleiblich geworden war, konnte es nicht ausbleiben, daß ihrer Nahrung wegen in der Luft umherfliegende Insekten, die Dieses und Jenes auf seine Genießbarkeit probirten, auch dazu kamen, die bequemen erreichbaren nährstoffreichen Pollenkörner der Archispermien zu verzehren, ja daß manche Insekten diese ergiebige und concurrenzfreie Nahrungsquelle mit Vorliebe benutzten. Die hervorstechende Farbe der frei in die Luft ragenden Antheren erleichterte ihnen dabei ohne Zweifel in hohem Grade das Auffinden der gesuchten Speise, wie wir ja noch heute zahlreiche windblüthige Pflanzen

nur durch die Farbe ihrer Antheren Pollen suchende Insekten an sich locken sehen. Aber da die Archispermen, in Folge ihrer Herkunft, sämmtlich getrennt-geschlechtlich waren, so konnten ihnen die ihre Antheren plündernden Insekten den unbewußten Liebesdienst der Kreuzung nicht erweisen, so lange nicht Abänderungen der Archispermenblüthen eintraten, welche entweder männliche und weibliche Befruchtungsorgane in derselben Blüthe vereinigten oder die Insekten auch zum Besuche der weiblichen Blüthen veranlaßten. Und auch wenn solche die Kreuzung durch Insekten ermöglichende Abänderungen eintraten, konnten sie bei Pflanzen, deren Kreuzung durch den Wind gesichert war, selbstverständlich durch Naturzüchtung nur dann erhalten und zu neuen, für Kreuzung durch Insekten ausgerüsteten Pflanzenformen ausgeprägt werden, wenn der Uebergang von der Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit für das Leben der Pflanze mit einem bedeutenden Vortheile verknüpft war. Da nun thatsächlich von der aus den Archispermen hervorgegangenen, jetzt vorherrschenden, höchsten Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, den Metaspermen, die weit überwiegende Mehrzahl für die Kreuzung durch Insekten ausgerüstet ist, so dürfen wir nicht zweifeln, daß der Uebergang von der Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit in der That von außerordentlichem Vortheile für die Pflanzen gewesen sein muß. Die Natur dieses Vortheils müssen wir also uns klar zu machen suchen, wenn wir uns von dem Ursprunge der Blumen eine klare Vorstellung bilden wollen.

Die Sicherung der Befruchtung durch den Wind ist bei den Archispermen, wie wir gesehen haben, durch außerordentlich massenhafte Pollenentwicklung erreicht worden, und diese genügt zwar wohl, um

Individuen desselben mehr oder weniger geschlossenen Bestandes, aber nicht, um weit von einander entfernt stehende Individuen zu kreuzen. Nur sehr ausnahmsweise mögen die von der Luft getragenen Pollenkörner auch einmal auf weibliche Blüthen eines weit entfernt stehenden Individuums gelangen. Daß überdieß, wenn während der Blüthezeit dieselbe Windrichtung herrscht, die Kreuzung aller äußersten Individuen auf der Windseite unterbleibt, mag als Nachtheil der Windblüthigkeit noch am wenigsten ins Gewicht fallen. Jedenfalls sind aber die windblüthigen Archispermen 1) zu einer kolossalen Pollenverschwendung genöthigt; 2) vermögen sie im Allgemeinen nur in einigermaßen geschlossenen Beständen vorzurücken und sind nicht im Stande, in einzelne frei werdende Plätze der Nachbargebiete sich einzudrängen; 3) wird ihnen der Vortheil einer Kreuzung mit unter ganz anderen Lebensbedingungen aufgewachsenen Individuen nur ausnahmsweise zu Theil.

Man sieht leicht ein, daß der Uebergang zur Insektenblüthigkeit in allen drei Beziehungen den Pflanzen von entscheidendem Vortheil sein mußte; denn: 1) Wenn der Blütenstaub sich Insekten anheftet, die durch ein so mächtiges Interesse wie die eigene Ernährung zum Besuche zahlreicher Blüthen derselben Art getrieben werden, so ist außer dem den Insekten sich anheftenden und von ihnen auf die Narben anderer Blüthen übertragenen, und dem dabei nutzlos verstreuten nur noch so viel Pollen erforderlich, als die übertragenden Insekten zu ihrer Ernährung bedürfen. Ganze Wolken von Blütenstaub, welche eine windblüthige Pflanze dem Winde anvertrauen muß, wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit Kreuzung getrennter Individuen erfolgen soll, werden also durch den Ueber-

gang zur Insektenblüthigkeit erspart, und das mußte für die Pflanzen von größtem Vortheile sein. 2) Trotz dieser Ersparniß wird die Kreuzung getrennter Individuen durch den Uebergang zur Insektenblüthigkeit eine viel gesichertere. Die Insekten, welche mit bestimmten Blüthen als ergiebigen Nahrungsquellen einmal vertraut sind, halten sich gern andauernd an dieselben und suchen sie, in der Luft umher fliegend, auch in größerer Entfernung auf. Insektenblüthler vermögen daher nicht nur in geschlossenen Schaaren in noch unbesetzte Landstriche vorzudringen, sondern auch in schon dicht besetzten Nachbargebieten einzelne frei gewordene Stellen zu besetzen oder im Einzelkämpfe sich neue Plätze zu erobern. Darin, daß solche einzelne Vordringlinge an verschiedenen Punkten ganz verschiedenen günstigen und feindlichen Einflüssen, namentlich aber ganz verschiedenen Combinationen von Einwirkungen sie umgebender Pflanzen und Thiere sich anzupassen haben, ist offenbar ein Hauptgrund zu suchen, weshalb mit dem Uebergange zur Insektenblüthigkeit, mit der Entstehung der Blumen, die Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen sich so außerordentlich gesteigert hat, und an die Stelle einförmiger Nadelwälder ein aus den mannigfachsten Arten bunt zusammengewirkter Pflanzenteppich getreten ist. Die gesteigerte Möglichkeit, neue Wohnsitze zu gewinnen, wenn auch oft nur unter erheblicher Abwanderung ererbter Eigenthümlichkeiten, ist aber unstreitig für die von der Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit übergehenden Pflanzen ebenfalls ein bedeutender Vortheil gewesen. 3) Wie die Darwin'schen Versuche beweisen, ist es ein außerordentlicher Vortheil für eine Pflanze, sowohl in Bezug auf die Kräftigkeit, als in Bezug auf die Fruchtbarkeit ihrer Nach-

kommen, wenn sie mit einem frischen Stocke, d. h. mit einem nicht verwandten und unter ganz anderen Lebensbedingungen aufgewachsenen Individuum, gekreuzt wird. Und diesen außerordentlichen Vortheil, der ihnen durch Vermittlung des Windes gewiß nur selten zu Theil wird, sichern sich die Pflanzen ebenfalls durch den Uebergang zur Insektenblüthigkeit.

Diesen durchgreifenden Vortheilen gegenüber darf jedoch ein leicht verhängnißvoll werdender Nachtheil nicht unerwähnt bleiben, mit welchem der Uebergang zur Insektenblüthigkeit fast unvermeidlich verknüpft war. Während nämlich die zur Kreuzung eines einigermaßen dichten Bestandes von Windblüthlern erforderliche Luftbewegung während der Blüthezeit derselben wohl kaum jemals fehlen wird, können bestimmte Insektenarten sehr leicht während der ganzen Blüthezeit einer Blume durch schlechtes Wetter am Besuche derselben verhindert sein, so daß die Pflanze einer Kreuzung dann vollständig verlustig geht. Während ferner der Wind ohne Wahl über die ganzen mit Pflanzen bedeckten Flächen dahin streicht und allen Windblüthlern in gleicher Weise als Uebertrager ihres Pollens dient, sind die Insektenblüthler von der Wahl ihrer Besucher und der Concurrenz, welche ihnen andre Insektenblüthler machen, in hohem Grade abhängig und können daher auch einmal bei nicht besonders ungünstigem Wetter verblühen, ohne eine Uebertragung ihres Pollens durch Insekten zu erfahren. Mit völligem Ausbleiben der Befruchtung aber würde eine insektenblüthig gewordene Art erlöschen müssen.

Trotz der hervorragenden Vortheile, welche die Kreuzung durch Vermittlung der Insekten darbietet, haben daher nur diejenigen, eine solche ermöglichenden Wände-



rungen der Windblüthler durch Naturzüchtung ausgeprägt werden können, welche zugleich die in der Unsicherheit des Insektenbesuchs liegende Gefahr beseitigen. Nun konnten aber die getrenntgeschlechtlichen Windblüthler überhaupt nur auf zweierlei Weise zur Kreuzung durch besuchende Insekten geeignet werden: 1) indem die getrenntgeschlechtigen Blüthen zu Zwitterblüthen wurden, so daß die besuchenden Insekten, auch wenn sie nur auf Blüthenstaub ausgingen, doch auch die weiblichen Befruchtungsorgane berühren mußten; 2) indem sie zwar getrenntgeschlechtig blieben, aber auch in den weiblichen Blüthen ein Gemüßmittel darboten — wir kennen als solches nur Honig (Nektar), — durch welches die ursprünglich nur den Pollen nachgehenden Insekten veranlaßt wurden, beiderlei Blüthen gleichmäßig zu besuchen. Im ersteren Falle, wenn die Blüthen zwitterig wurden, war damit zugleich die Möglichkeit der Selbstbefruchtung und damit die einfachste und sicherste Beseitigung der Gefahr gänzlich ausbleibender Befruchtung gegeben. Im letzteren Falle, wenn in den getrenntgeschlechtigen Blüthen sich Honigabsonderung einstellte, welche die Insekten zu gleichmäßigem Besuche der männlichen und weiblichen Blüthen veranlaßte, konnte die Gefahr des gänzlichen Unbefruchtetbleibens nur unter besonders günstigen Umständen, durch äußerst wirksame Anlockung einer niemals gänzlich ausbleibenden Besucherschaar, beseitigt werden. Daher ist die Mehrzahl der Windblüthler nicht zur Insektenblüthigkeit gelangt, ohne zugleich zwitterblüthig zu werden. Nur äußerst wenigen ist dieß mit Beibehaltung der Getrenntgeschlechtigkeit, durch bloße Honigabsonderung gelungen. Von Pflanzen, welche durch Zwitterigwerden, ohne Honigabsonderung, zur Insektenblüthig-

keit gelangt sind, ist *Welwitschia* als einziger bekannter Insektenblüthler unter den Archispermien wohl das unzweideutigste und deshalb lehrreichste Beispiel. Ihre honiglosen Blüthen sind nur durch Zweigeschlechtigkeit, Ausbitung einer großen, mit Pappillen besetzten Narbe und vielleicht durch Klebrigwerden des Pollens (ich finde keine Bemerkung darüber) aus Windblüthen zu Insektenblüthen geworden. Ein ebenso unzweideutiges und lehrreiches Beispiel der anderen Art von Uebergang von Windblüthigkeit zu Insektenblüthigkeit bieten uns unsere Weiden, die Arten der Gattung *Salix*, dar, welche sich, wie ihr Vergleich mit der nächstverwandten Gattung *Populus* ergibt, lediglich durch Honigabsonderung in den eingeschlechtigen Blüthen und durch Klebrigwerden des Pollens einen nie ganz ausbleibenden Besucherkreis mannigfachster Insekten gesichert hat, aber freilich nur unter besonders günstigen Umständen und mit theilweisem Verzicht auf die Vortheile der Insektenblüthigkeit. Ein so reicher Insektenbesuch, wie er thatächlich stattfindet und zur Kreuzung der weiblichen Stücke mit den davon getrennten männlichen selbst bei wenig günstigem Wetter ausreicht, wird nämlich den Weiden bloß dadurch zu Theil, daß sie in einer Jahreszeit blühen, in der ihnen von anderen Blumen noch sehr wenig Concurrenz gemacht wird, und daß sie ihren Besuchern außer Honig eine außerordentliche Menge von Blüthenstaub darbieten. Der erstere dieser beiden günstigen Umstände nun würde selbstverständlich aufzuheben, wenn zahlreichere Windblüthler in gleicher Weise wie die Weiden insektenblüthig geworden wären, durch den anderen zahlreiche Besucher herbeilockenden Umstand aber, durch die Erzeugung einer außerordentlichen Pollenmenge, verzichtet *Salix*

auf einen Hauptvorteil, den sonst die Insektenblüthigkeit darbietet und der gerade in der Ersparung großer Pollenmengen besteht.

Die soeben erörterten Beispiele von zwei verschiedenen Arten des Uebergangs von Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit drängen uns unmittelbar zu der Frage: Ist die ganze Abtheilung der Metaspermen als von einer und derselben archispermischen Stammform abstammend aufzufassen, oder sind für verschiedene Zweige der Metaspermen verschiedene archispermische Stammformen anzunehmen? Aus dem biologischen Thatbestande allein läßt sich eine Entscheidung dieser für die Systematik höchst wichtigen Frage nicht gewinnen. Im günstigsten Falle werden vielleicht die genauesten morphologischen Vergleiche der den Archispermen noch am nächsten stehenden Metaspermen unter sich und mit den Archispermen den verwandtschaftlichen Zusammenhang erkennen lassen. Aber es kann wenigstens für eine klare Fragestellung bei diesen morphologischen Forschungen nur förderlich sein, wenn auch vom biologischen Gesichtspunkte aus versucht wird, die denkbaren Fälle aus einander zu legen und die für den einen oder andern sprechenden Wahrscheinlichkeitsgründe hervorzuheben.

Man könnte sich nun vorstellen:

### 1) Bei einheitlichem Ursprunge der Metaspermen:

a) eine archispermische Pflanze wäre im windblüthigen getrenntgeschlechtigen Zustande metaspermisch geworden und ihre Abkömmlinge wären zwar zum Theil windblüthig geblieben, hätten sich aber zum viel größeren Theil, einerseits durch Zwitterblüthigkeit, andererseits durch Honigabsonderung bei

fortdauernder Getrenntgeschlechtigkeit in Insektenblüthler verwandelt. Diese Annahme würde sehr gut die Getrenntgeschlechtigkeit aller derjenigen Metaspermen, in deren Blüthen sich keine Spur vorhergegangener Zwitterblüthigkeit erkennen läßt, als von archispermischen Stammeltern ererbt erklären. Sie würde natürlich zugleich die andere Annahme nöthig machen, daß der Uebergang zur Insektenblüthigkeit durch Zwitterwerden, unabhängig von einander, bei den Archispermen und bei den Metaspermen erfolgt sei.

b) eine archispermische Pflanze (Gnetaceae?) wäre erst nach Erzeugung zweigeschlechtiger Insektenblüthen metaspermisch geworden. Dann würde sich die bei den Metaspermen so überwiegend häufig vorkommende Zweigeschlechtigkeit und Insektenblüthigkeit als von den Archispermen ererbt erklären lassen. *Welwitschia* könnte man dann entweder als Abkömmling desselben archispermischen Ur-Insektenblüthlers, oder auch als selbständig zur Insektenblüthigkeit gelangt auffassen. Alle diejenigen getrenntgeschlechtigen Metaspermen aber, in deren Blüthen sich keine Spur vorhergegangener Zwitterblüthigkeit erkennen läßt, müßten eben so gut wie diejenigen, deren männliche und weibliche Blüthen durch übereinstimmenden Bau und verkümmerte Ueberreste des anderen Geschlechts vorhergegangene Zwitterblüthigkeit bekunden, als Abkömmlinge zwitterblüthiger metaspermischer Insektenblüthler betrachtet werden. Die Weiden würden dann, wenn wir bis zu den Stockpflanzen zurückgehen, als Ahnenreihe erhalten: 1) getrenntgeschlechtige archispermische Windblüthler, 2) zwitterblüthige archispermische Insektenblüthler, 3) zwitterblüthige metaspermische Insektenblüthler,

4) getrenntgeschlechtige metaspermische Windblüthler, ähnlich *Populus*, um sich endlich aus diesen 5) in getrenntgeschlechtige metaspermische Insektenblüthler zu verwandeln. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme und vor Allem die Unmöglichkeit, so verschiedene männliche und weibliche Blüthen, wie sie sich bei *Corylus* und zahlreichen anderen windblüthigen Metaspermen finden, als aus gleichartigen Zwitterblüthen hervorgegangen vorzustellen, läßt, bei einheitlichem Ursprung der Metaspermen, kaum eine Wahl, die ersten Metaspermen als windblüthig und getrenntgeschlechtig anzunehmen.

## 2) Bei mehrfachem Ursprunge der Metaspermen

könnte man alle getrenntgeschlechtigen Metaspermen, welche keine Spur vorhergegangener Zwitterblüthigkeit zeigen, von getrenntgeschlechtigen, alle zwitterblüthigen Metaspermen von zwitterblüthigen Archispermen herleiten. Es wäre aber auch eine solche Mannigfaltigkeit anderer Annahmen möglich, daß es zu Nichts führen kann, diese Möglichkeiten auszuspinnen, so lange nicht morphologische Untersuchungen dieselben in enge Grenzen eingeschlossen und vor Allem, so lange dieselben nicht überhaupt einen mehrfachem Ursprung der Metaspermen wahrscheinlich gemacht haben.

Mag nun der Ursprung der Metaspermen einheitlich oder mehrfach gewesen sein, mag ferner die bei den Archispermen zuerst entstandene Umhüllung des Knospenerus sich bei den Metaspermen zur Knospenhülle oder zum Carpell ausgebildet haben, mag also die einfache oder doppelte Knospenhülle vor oder nach dem Carpell entstanden sein, aus dem, was wir über die ursprüngliche Beschaffenheit der Archispermen-

blüthe und über den Ursprung der Insektenblüthigkeit festgestellt haben, lassen sich wenigstens einige Schlüsse ziehen, welche für die Erkennung des verwandtschaftlichen Zusammenhanges der Metaspermfamilien hier und da mit Vortheil verwendet werden können: 1) Diejenigen getrenntgeschlechtigen Arten, deren männliche und weibliche Blüthen keine Spur des anderen Geschlechts und keine Uebereinstimmung im Bau zeigen, wie z. B. die Cupuliferen, haben wahrscheinlich ihre Getrenntgeschlechtigkeit von windblüthigen Archispermen ererbt. 2) Diejenigen getrenntgeschlechtigen Arten, deren männliche und weibliche Blüthen Spuren des anderen Geschlechts und Uebereinstimmung im Bau erkennen lassen, sind Abkömmlinge zwitteriger Insektenblüthler. Ebenso stammen auch 3) die zwitterigen Windblüthler (*Plantago*, *Gramineen* u.) von zwitterigen Insektenblüthlern ab.

Wir haben im Vorhergehenden den Ursprung der Blumen nur bis zu ihren ersten Anfängen verfolgt. Sobald dieselben aber einmal erreicht waren, sobald die Kreuzung irgend welcher Pflanzen einmal gänzlich von besuchenden Insekten abhängig geworden war, stand der weiteren Ausrüstung und Differenzirung derselben ein unabsehbar weites Feld offen. Die mannigfachsten Abänderungen konnten nun eine vollkommene Anpassung an die vorhandenen Lebensbedingungen oder eine Befestigung neuer, noch nicht ausgefüllter Stellen, welche durch die immer mannigfaltiger werdenden Wechselbeziehungen zwischen den Organismen bedingt waren, ermöglichen und dadurch zur Entstehung neuer Arten führen. Die den Windblüthlern eigenthümliche und nothwendige Pollenverschwendung konnte beschränkt werden, indem sich die Zapfen- oder Kästchenform zur einfachen Blumenform



zusammenzog. Die in der Luft umherfliegenden Insekten konnten durch Buntfärbung und Vergrößerung der Blüthenhüllen oder sonstige Steigerung der Augenfälligkeit oder durch Entwicklung von Gerüchen wirksamer angelockt werden. Honigabsonderung konnte die angelockten Besucher zu eifrigerer Wiederholung ihrer Besuche veranlassen. Besondere Flecken oder Linien um den Blütheneingang herum, besondere Anflugflächen, Rüsselführungen u. s. w. konnten den Besuchern die Auffindung und Gewinnung des Honigs erleichtern und damit zugleich ihre Befruchtungsarbeit fördern. Haare, Stacheln, spige Vorsprünge, klebrige Drüsen u. s. w. konnten die Blumen vor Entwendung des Honigs durch unnütze Gäste schützen. Besondere Gestaltungen und Entfaltungszeiten der Blüthenhülle konnten bestimmten Besuchern den ausschließlichen Genuß des Honigs sichern und dieselben dadurch

zu um so regelmäßigerem Besuche veranlassen. Bestimmte Stellung und Entwicklungsreihenfolge der Staubgefäße und Griffel konnten eine Kreuzung getrennter Stücke durch die besuchenden Insekten unausbleiblich machen. Alle diese und die mannigfachen sonstigen Abänderungen, deren bloße flüchtige Andeutung hier schon zu weit führen würde, konnten denjenigen Insektenblüthlern, an welchen sie auftraten, theils zum Siege über ihre Concurrenten, theils zur Besetzung neuer, noch concurrenzfreier Stellen des Naturhäushaltes verhelfen und mußten dann durch Naturauslese erhalten und ausgeprägt werden, und theils zu weiterer Vervollkommnung der einmal vorhandenen, theils zur Ausbildung immer neuer Blumenarten führen. Einzelne dieser Abänderungen und ihre Wirkung auf die Naturzüchtung der Blumen werde ich in späteren Aufsätzen klar zu stellen versuchen.