©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über den tropischen Urwald.

Von

Prof. Dr. G. Haberlandt
in Graz.

Vortrag, gehalten den 24. November 1897.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

In seinen zahmen Xenien hat sich Goethe über die bildlichen Darstellungen der indischen Götterwelt bekanntlich nichts weniger als begeistert ausgesprochen:

„Nicht jeder kann alles ertragen,
Der weicht diesem, der jenem aus;
Warum soll ich nicht sagen:
Die indischen Götzen, die sind mir ein Graus."

Und ferner:

„Auch diese will ich nicht verschonen,
Die tollen Höhl-Excavationen,
Das düst're Troglodyten-Gewühl,
Mit Schnauz' und Rüssel ein albern Spiel;
Verrückte Zierat-Brauerei.
Es ist eine saub're Bauerei,
Nehme sie niemand zum Exempel,
Die Elephanten- und Fratzentempel!
Mit heiligen Grillen trieben sie Spott,
Man fühlt weder Natur noch Gott!"

Wäre es Goethe vergönnt gewesen, den indischen, den tropischen Urwald zu schauen, so hätte sein ästhetisches Urtheil über die indischen Götterbilder wahrscheinlich ganz anders gelautet. Denn das Maßlose,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Formlose, anscheinend Unnatürliche der indischen Phantasie ist nur das getreue Spiegelbild der Natur, vor allem der Pflanzenwelt, unter deren überwältigendem Eindruck der altindische Geist seine Götterbilder ersonnen hat. In der That ist der Gesammteindruck, den der tropische Urwald auf den mit europäischen Schönheitsidealen verwachsenen Besucher ausübt, zunächst ein unerhörter, abstoßender, in hohem Grade peinlicher. Wie oft ist mir in der ersten Zeit meines Aufenthaltes in den Tropen der wissenschaftliche Genuss, die Naturforscherfreude an einer neuen Pflanzengestalt verdorben worden, indem mein ästhetisches Gewissen das Protestieren nicht lassen konnte. Wenn aber irgend einer dieses vermeintliche ästhetische Gewissen in kürzester Frist zum Schweigen gebracht hätte, so wäre es Goethe gewesen. Sein Geist, der unermüdlich Jahrzehnte lang mit liebevollster Sorgfalt den mannigfachen Wandlungen der Pflanzengestalt nachspürte und ihre Gesetzmäßigkeit zu ergründen suchte, er hätte auch die gewaltige, räthselvolle Schönheit des tropischen Urwaldes voll erfasst, in dem die Metamorphose der Pflanzen ihre höchsten Triumphe feiert.

Ich habe den tropischen Urwald, und zwar den tropischen Regenwald, auf dessen flüchtige Schilderung ich mich beschränken muss,[1]) zuerst auf der

[1]) Eine ausführliche, von den Standpunkten der allgemeinen Botanik ausgehende Schilderung des tropischen Ur-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Insel Singapore an der Südspitze der Halbinsel Malakka kennen gelernt, später dann in der Niederung zwischen Batavia und Buitenzorg auf der Insel Java, am Fuße des erloschenen Vulcanes Salak bei Buitenzorg, und endlich am genauesten in der Umgebung von Tjibodas am Abhange des Gedeh, wo mein verehrter Freund und College Dr. Treub, der Director des botanischen Gartens zu Buitenzorg, eine botanische Urwaldstation gegründet hat, die wohl auf der ganzen Erdenrunde nicht ihresgleichen findet. Es ist ein höchst eigenthümliches Gefühl, wenn man sich aus dem Dickicht des Urwaldes mit den zusammengerafften botanischen Schätzen direct in das wohleingerichtete Laboratorium begeben kann, wo schon das Mikroskop bereitsteht, wo eine kleine botanische Bibliothek das Bestimmen der Pflanzen erleichtert, und wo man sogar das im tropischen Regenwalde sehr kühne Wagestück riskieren darf, Pflanzen fürs Herbarium einzulegen und zu trocknen.

Wenn der Pflanzengeograph vom tropischen Regenwalde spricht, so will er mit dieser Bezeichnung sagen, dass der Charakter dieser Vegetationsformation in erster Linie durch die großen, oft kolossalen

---

waldes, sowie der tropischen Vegetation überhaupt, habe ich in meinem Buche „Eine botanische Tropenreise. Indomalayische Vegetationsbilder und Reiseskizzen. Leipzig, Verlag von W. Engelmann, 1893“ entworfen. Der hier abgedruckte Vortrag ist in verschiedenen Punkten ein kurzer Auszug aus jenem Werke.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Niederschlagsmengen bedingt wird, die sich mehr oder minder gleichmäßig über das ganze Jahr vertheilen. In Buitenzorg auf Westjava, welches allerdings einer der regenreichsten Orte des indomalayischen Archipels, ja selbst der ganzen Erde ist, beträgt die jährliche Niederschlagsmenge im Durchschnitt rund 450 *cm*, d. i. fast viermal so viel als in dem regenberüchtigten Salzburg, das eine jährliche Niederschlagsmenge von 116 *cm* aufweist. Dabei kommen in Buitenzorg 15—24 Regentage auf den Monat. Zur Zeit des Westmonsuns, vom October bis Ende Februar, regnet es zuweilen 8—14 Tage hindurch täglich, und zwar sind es immer mächtige Gewitterregen, meist wahre Wolkenbrüche, welche den Nachmittag ausfüllen und in dieser Zeit eine Niederschlagsmenge von 4—10 *cm* herabbefördern. So tauchen nicht nur die Wurzeln der Pflanzen in ein unerschöpfliches Wasserreservoir, auch die grünen Laubmassen werden den größten Theil des Tages über von einer wasserdampfgesättigten Atmosphäre umspült. In der mittleren Bergregion, etwa von 1500 bis 2500 *m*, ist auf Westjava die Regenmenge zwar eine weitaus geringere, dafür werden aber sämmtliche oberirdische Pflanzenorgane das ganze Jahr hindurch von dichten Wolkenschleiern umhüllt; alles trieft vor Nässe, und in mancherlei Anpassungen nähert sich die Flora des Nebelwaldes den typischen Wasserpflanzen.

Was die Temperaturverhältnisse betrifft, unter denen der tropische Regenwald gedeiht, so be-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ansprucht er keineswegs sehr hohe Temperaturen. In Buitenzorg beträgt die mittlere Jahrestemperatur allerdings 25° C., das mittlere obere Jahresextrem aber bloß 30·1° C., in Wien 33·5° C. In Tjibodas, das etwa 100 *m* tiefer liegt als die Spitze des Sonnwendsteins (1425 *m* Seehöhe), betrug zur Zeit meiner Anwesenheit im Februar 1892 die Temperatur um 7 Uhr morgens rund 16° C., nachmittags 2 Uhr 20° C., abends um 9 Uhr 17° C. Das sind natürlich Schattentemperaturen. Aber auch in der Sonne waren die Temperaturen trotz der schon ziemlich bedeutenden Seehöhe relativ niedrig. Mein Schwarzkugelthermometer zeigte zur Mittagszeit in Tjibodas nie mehr als 40 bis 50° C., in Buitenzorg 56—58° C. Im botanischen Garten zu Graz habe ich an dem gleichen Instrumente an heißen Hochsommertagen nahe dieselben Maximaltemperaturen abgelesen. Offenbar ist es der bedeutend größere Wasserdampfgehalt der Atmosphäre und infolge davon ihr größeres Absorptionsvermögen, welches diese relativ niedrigen Sonnentemperaturen verständlich macht. In Tjibodas herrscht also, bloß 7 Breitengrade südlich vom Äquator, jahraus jahrein ein prächtiges europäisches Maienwetter, und seine milden Frühlingstemperaturen sind hoch genug, um die strotzende Fülle einer echt tropischen Urwaldvegetation zu ermöglichen. In der Gleichmäßigkeit dieser Temperaturen liegt das Geheimnis ihres Einflusses auf das Pflanzenleben. Die bloße Thatsache, dass Anpassungen an die Frostwirkung und die durch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sie bedingte Winterruhe überflüssig sind, ist hier das Entscheidende. Es ist gar nicht auszudenken, welche Verheerungen alljährlich eine einzige strenge Frostnacht selbst in den kühleren Bergwäldern der Tropenzone bewirken würde. Todt wäre alles, von den höchsten Waldriesen an bis herab zum kleinsten Lebermoose, und auf den vermodernden Trümmern einer ungezählte Jahrtausende alten Flora würde nach Jahrzehnten und Jahrhunderten eine neue Flora erstehen, gemischt aus den Resten der alten mit neu eingewanderten Pflanzenarten. So mag einst beim Beginne der Eiszeit die erste Frostnacht katastrophenartig über die tropischen Urwälder Europas hereingebrochen sein.

Wenn ich Ihnen, meine verehrten Anwesenden, zunächst nun die allgemeine Physiognomie des tropischen Urwaldes mit einigen Worten schildern soll, so muss ich mit dem Eingeständnis einer großen Enttäuschung beginnen, die mir, wie so manchem anderen, der tropische Urwald anfangs bereitet hat. Ich meine da nicht jenes ästhetische Unbehagen, von dem ich früher gesprochen habe. Es ist vielmehr, wenn ich so sagen darf, eine botanische Enttäuschung, die aber, wenn man über sie nachgedacht hat, zu den lehrreichsten Folgerungen führt und in sich den Schlüssel für das richtige Verständnis der Physiognomie des Tropenwaldes birgt. Diese Enttäuschung besteht kurz gesagt darin, dass man statt des erwarteten tiefen Urwaldschattens selbst im dichtesten Baumgewirre ein

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

lichtes Halbdunkel findet, weit lichter als in unseren Buchenwäldern, geschweige denn im finsteren Tannenforste. Die Laubmassen sind verhältnismäßig viel schwächer entwickelt als in unseren heimischen Wäldern, die Bäume sind meist weit ärmer an Laubblättern als bei uns. Wenn ich an die spärliche Belaubung der stolzen Rasamalahbäume zurückdenke, die im Urwalde von Tjibodas ihre weißen Säulenstämme weithin durch das Dickicht leuchten lassen, so kann ich das Befremdende dieses Eindruckes noch heute nicht los werden.

Wie erklärt sich nun diese auffallende Erscheinung? Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir uns die physiologische Function des grünen Laubblattes ins Gedächtnis zurückrufen. Das grüne Laubblatt ist das wichtigste Ernährungsorgan der Pflanze. In den tausenden von chlorophyllhaltigen Zellen, aus denen es der Hauptsache nach besteht, vollzieht sich unter dem Einflusse des Lichtes der fundamentalste aller Ernährungsvorgänge, die Umwandlung unorganischer Nahrungsstoffe in organische Substanz. Die Kohlensäuremoleküle, welche das Laubblatt aus dem umgebenden Luftmeere bezieht, werden in den grünen Blattzellen durch die strahlende Energie des Lichtes zertrümmert, der Sauerstoff wird wieder ausgeschieden, der Kohlenstoff aber zurückbehalten. Er verbindet sich dann mit den Elementen des aufgenommenen Wassers, mit Wasserstoff und Sauerstoff zu einem Kohlehydrat, zu Zucker und Stärke. Freilich mangelt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

uns noch jede Einsicht in den Chemismus dieses Assimilationsprocesses. Wir kennen bloß die Anfangs- und Endglieder der ganzen Kette von chemischen Verbindungen, welche beim Assimilationsprocesse eine Rolle spielen. Wir wissen bloß, dass das grüne Laubblatt aus Steinen Brot zu bereiten vermag, das Wie wird uns wahrscheinlich noch lange ein Räthsel bleiben.

Mit der Production von Kohlehydraten, von Zucker und Stärke, ist aber die Ernährungsthätigkeit des grünen Laubblattes noch nicht erschöpft. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass auch die für den Aufbau des Organismus so wichtigen Eiweißsubstanzen wenigstens der Hauptsache nach in den Laubblättern erzeugt werden.

Das grüne Laubblatt behält nun die von ihm gebildeten organischen Substanzen nicht für sich. Sie werden vielmehr aus ihm abgeleitet und zum Aufbau neuer Organe, zur Ernährung und zum Wachsthum aller nicht grünen Pflanzentheile, der Stämme, Zweige, Wurzeln, Blüten und der Früchte verwendet. In diesem Sinne ist also das Laubblatt als das wichtigste Ernährungsorgan der Pflanze aufzufassen.

Es ist nun leicht einzusehen, dass die Anzahl der zur Ernährung einer bestimmten Pflanze, z. B. eines Baumes, nothwendigen Laubblätter zu ihrer Leistungsfähigkeit im umgekehrten Verhältnisse steht. Je leistungsfähiger ein Blatt zufolge seiner inneren Constitution und der Gunst der äußeren Verhältnisse ist, je mehr Zucker, Stärke und Eiweißsubstanzen es in einem

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

bestimmten Zeitraume zu bilden vermag, desto geringer wird die Zahl dieser grünen Arbeiter sein, mit denen die Pflanze ihr Auslangen findet. Wenn unsere mitteleuropäischen Waldbäume ein so dichtes Blätterdach aufweisen, ohne das wir uns einen gesunden, kräftigen Waldriesen gar nicht vorstellen können, so ist das nicht etwa der Ausdruck strotzender Lebenskraft, der Lust zu grünen. Es ist vielmehr die Noth, die Ungunst unseres nordischen Klimas, die den Baum zwingt, möglichst zahlreiche Laubblätter zu entfalten. Er hat mit der Kürze des nordischen Sommers zu rechnen, mit der ganzen Launenhaftigkeit des Wetters unserer sogenannten gemäßigten Zone, mit zahlreichen trüben und kalten Tagen, an denen die Ernährungsthätigkeit der Blätter sehr herabgesetzt, wenn nicht ganz sistiert ist. So muss die geringe Leistungsfähigkeit des einzelnen Laubblattes durch ihre große Anzahl wieder wettgemacht werden.

Um wie vieles günstiger ist der tropische Waldbaum daran! Das einzelne Laubblatt ist schon an und für sich leistungsfähiger, da es in der Regel dicker, chlorophyllreicher ist als das Laubblatt unserer Bäume. Die intensivere Durchleuchtung seitens der Tropensonne und des auffallend lichten, weißen Tropenhimmels ermöglicht es eben, dass das grüne Blattgewebe dickere Schichten bildet, ohne dass die inneren Zellagen zu wenig Licht empfangen. Und statt weniger Monate, wie bei uns, arbeitet das tropische Laubblatt das ganze Jahr hindurch mit gleicher Energie

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

weiter. Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, dass seine assimilatorische Leistungsfähigkeit die eines Laubblattes unserer mitteleuropäischen Flora um ein Vielfaches übertrifft. Der Tropenbaum kommt also mit viel weniger Laubblättern aus, ihm genügt ein Maß der Belaubung, das unserem verwöhnten Auge spärlich, ja ärmlich erscheint.

Neben der geringeren Anzahl der Blätter begünstigt auch häufig ihre Stellung eine ausgiebige Durchleuchtung des tropischen Urwaldes. Bei unseren Bäumen sind die Blätter meist so orientiert, dass sie möglichst viel Licht auffangen und infolge dessen auch abhalten. Die Blätter der Tropenbäume nehmen dagegen, um eine zu starke Besonnung hintanzuhalten, ungemein häufig eine geneigte oder selbst senkrechte Lage ein und lassen so einen großen Theil des Lichtes ungehindert zwischen sich durchfallen. Auch durch die spiegelnden, glänzenden Blattspreiten wird eine beträchtliche Lichtmenge hinab in das Dickicht des Unterholzes geworfen. Die zahllosen grellen Glanzlichter des Tropenlaubes sind für die Urwaldvegetation überhaupt von größter physiognomischer Bedeutung. Das blitzt und funkelt, wenn die Sonne scheint, wie von grünen Edelsteinen, oder, um mich noch treffender, wenn auch weniger poetisch auszudrücken, wie von grün lackierten Blechscheiben. Um so trübseliger ist dann der Eindruck, wenn der Himmel bewölkt ist und die melancholisch dunkelgrünen Localfarben des Laubes zur Geltung kommen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bevor ich nun zu den Consequenzen übergehe, welche die eigenartigen Belaubungsverhältnisse des tropischen Urwaldes für seine allgemeine Physiognomie mit sich bringen, möchte ich noch mit einigen Worten bei der Physiologie des tropischen Laubblattes verweilen. Neben den Untersuchungen über die Assimilationsthätigkeit des Laubblattes haben sich die Pflanzenphysiologen seit jeher besonders eingehend mit der Transpiration, der Abgabe von Wasserdampf, seitens des Pflanzenlaubes beschäftigt. Dieses Interesse war und ist um so größer, als seitens zahlreicher Forscher, wenn auch nicht unwidersprochen, die Ansicht vertreten wird, dass die Transpiration eine geradezu unentbehrliche Voraussetzung für eine ausgiebige Ernährungsthätigkeit des Laubblattes bilde. Man stellt sich nämlich vor, dass der durch die Transpiration eingeleitete Wasserstrom, der die Pflanze von den Wurzeln bis hinauf in die Laubblätter durchzieht, zugleich das Vehikel für den Transport der mineralischen Nährstoffe bildet, ohne die überhaupt keine andauernde Assimilation stattfinden kann. Je energischer die Assimilation, desto mehr Nährsalze sind erforderlich, desto ausgiebiger muss die Transpiration sein, um ihren Transport einzuleiten. — Entsprechen nun die Transpirationsverhältnisse im tropischen Regenwalde, wo die Assimilation, die Schaffung organischer Substanz, mit verschwenderischer Energie vor sich geht, der eben erwähnten Annahme? Diese Frage war es unter anderen, welche ich während meines Auf-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

enthaltes zu Buitenzorg auf Westjava durch eine größere Anzahl von Transpirationsversuchen zu beantworten suchte.[1]) Das Ergebnis konnte mich nicht überraschen. Bei diffuser Beleuchtung, wie sie im tropischen Urwalde herrscht, bleibt die Gesammttranspiration mindestens um das Zwei- bis Dreifache hinter den Transpirationsgrößen zurück, wie sie in unserem mitteleuropäischen Klima gewöhnlich sind. Die enorm hohe Luftfeuchtigkeit ist es, welche in feuchten Tropengebieten die Transpiration so sehr herabsetzt. Es müssen hier demnach den Pflanzen noch andere Mittel zu Gebote stehen, die einen ausgiebigen Transport von Nährstoffen aus den Wurzeln an die assimilierenden Blätter hinein ermöglichen. Eines dieser Mittel ist die Ausscheidung tropfbar-flüssigen Wassers durch eigene Wasserausscheidungsorgane, durch Hydathoden, wie ich sie genannt habe. Das eingehende Studium des Baues und der Function dieser merkwürdigen Apparate, die in einem gewissen Sinne mit den Schweißdrüsen vergleichbar sind, bildete die zweite

---

[1]) Vgl. G. Haberlandt, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das tropische Laubblatt. I. Über die Transpiration einiger Tropenpflanzen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. CI, Abth. I, 1892. II. Über wassersecernierende und -absorbierende Organe. Ebenda, Bd. CIII, Abth. I, 1894 und Bd. CIV, Abth. I 1895. Vgl. ferner G. Haberlandt, Über die Größe der Transpiration im feuchten Tropenklima. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXXI, 1897.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Aufgabe, die ich mir während meines Aufenthaltes in den Tropen gestellt hatte.

Schon bei vielen unserer einheimischen Pflanzen beobachtet man nach feuchten, warmen Sommernächten an gewissen Stellen der Laubblätter, meist an den Blattzähnen, ausgeschiedene Wassertropfen, die leicht mit Thautropfen verwechselt werden können. Viel häufiger tritt uns diese Erscheinung im tropischen Regenwalde entgegen, an Bäumen und Sträuchern sowohl, wie an krautigen Gewächsen. Im Lianenquartier des Buitenzorger Gartens sind beispielsweise die *Salacia*- und *Conocephalus*-Arten wahre Regensträucher. Morgens zwischen 6 und 7 Uhr triefen oft ihre Laubblätter ober- und unterseits vor Nässe, und schon bei leichter Berührung der Zweige fällt ein förmlicher Regenschauer zur Erde nieder. Ein einziges Blatt von *Conocephalus ovatus* scheidet in einer Nacht 2—3 *g* Wasser aus, und zwar fast reines Wasser; die chemische Untersuchung ergibt nur einen sehr geringen Gehalt an organischer Substanz und unverbrennlichen Bestandtheilen. So ergänzt und ersetzt die reichliche Wassersecretion die stark verminderte oder sistierte Transpiration, der dadurch eingeleitete Saftstrom ersetzt den Transpirationsstrom und reißt in genügender Menge gelöste Nahrungsstoffe mit sich, die dann von den assimilierenden Blättern zurückbehalten werden.

Nach dieser Abschweifung auf das rein physiologische Gebiet kehre ich zu den Consequenzen zurück,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

welche die mit den Belaubungsverhältnissen zusammenhängende ausgiebigere Durchleuchtung des tropischen Urwaldes für seine Biologie und Physiognomie nach sich zieht. Diese bessere Durchleuchtung gestattet einer Unzahl von Pflanzen, auch die unteren Räume des Waldes auszunützen. Es entsteht das unentwirrbare Dickicht des Unterholzes, welches wieder für die Lianen die nöthigen Stützpunkte schafft, um zu vollständig ungeschmälertem Lichtgenuss zu gelangen. Und auch in den Kronen der Bäume ist die Beleuchtung stark genug, um zahllose Pflanzen aus der Wirrnis am Boden hinauf ins Geäste der Urwaldbäume zu locken und sie zu Scheinschmarotzern, zu Epiphyten werden zu lassen. So bewirkt nun das unbeschreibliche Neben-, Über- und Durcheinander zahlloser Pflanzengestalten und Pflanzenorgane den Eindruck vollkommenster Raumausnützung. In treffender Weise hat dies Junghuhn, der classische Monograph der Insel Java und ihres Pflanzenlebens, mit den Worten ausgedrückt, dass der tropische Wald einen Abscheu vor dem leeren Raume, einen wahren Horror vacui habe.

Für die Physiognomie des Tropenwaldes ist ferner der riesige Artenreichthum an Holzgewächsen, Sträuchern sowohl wie Bäumen, charakteristisch. Nach einer ungefähren Schätzung des Oberförsters Koorders, welcher seit einigen Jahren mit der systematisch-floristischen Erforschung der Waldflora Javas beschäftigt ist, kommen auf dieser Insel allein etwa 1500

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wildwachsende Baumarten vor, wobei bloß die größeren Formen berücksichtigt sind. So begegnet man im Urwalde auf Schritt und Tritt einer anderen Species, einer anderen Art der Verzweigung, anderen Formen und Farben der Belaubung, und nur in den höheren Regionen der Bergwälder dominieren häufig bestimmte Arten und Gattungen, doch niemals so sehr, dass wirklich geschlossene Bestände zustande kommen. Diesen charakteristischen Zug der Tropenvegetation kann man schon vom Meere aus, wenn man längs der Küsten dahinfährt, sehr deutlich beobachten. Die Contouren des Waldes erscheinen schon aus weiter Ferne ganz ungleichmäßig zerrissen und zerfranst, immer wieder ragen einzelne Kronen von sonderbaren, oft ganz phantastischen Formen über die unteren Laubmassen empor. Die eigenthümliche Unruhe, die in diesen Contouren liegt, nimmt immer mehr zu, je mehr man sich dem Walde nähert, sie theilt sich jetzt auch den Farben mit, die alle Nuancen des Grün umfassen, dazwischen rothe, braune und gelbe Farbentöne, durchschnitten von hellen, im Sonnenlicht oft blendend weißen Stämmen, welche wie schlanke Säulen emporragen.

Die richtigste Vorstellung von dem gewöhnlichen Typus der tropischen Waldbäume werden Sie, meine verehrten Anwesenden, gewinnen, wenn Sie sich eine mächtige Eiche vorstellen, deren knorrig verzweigtes Astwerk nur spärlich belaubt ist und von einem riesig hohen, lichten Säulenstamme getragen wird. Im

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

westjavanischen Bergwalde gehören thatsächlich verschiedene Eichenarten mit ganzrandigen Blättern und stark abgeplatteten Früchten zu den häufigsten Waldbäumen. Auch der herrliche Rasamalah *(Liquidambar altingiana)*, der „Fürst der Wälder", wie ihn Junghuhn genannt hat, gehört diesem Typus an. Sein lichter Säulenstamm theilt sich erst in der Höhe von 25—30 *m* in mehrere Äste. Ausgewachsen erreicht der Baum im Durchschnitt eine Höhe von circa 50 *m*. Unsere Eichen und Buchen würden mit ihren höchsten Wipfeln nicht einmal bis zur Höhe ragen, in der sich der Rasamalahstamm erst zu verzweigen beginnt. — Andere gleichfalls häufige Typen tropischer Baumformen sind die pinienartigen Schirmbäume, die aus mehreren ganz flachen, übereinander gelagerten Laubschirmen zusammengesetzten Etagenbäume, der durch senkrecht aufstrebende Seitenäste charakterisierte Candelaberbaum und endlich die von Säulenwurzeln gestützten, breitausladenden, groß- und schwerlaubigen Feigenbäume, die man seit altersher als verehrungswürdige Repräsentanten pflanzlicher Lebensfülle betrachtet und bewundert hat. Die wenigsten Besitzerinnen eines Blumentisches ahnen, dass ihr wohlgepflegtes *Ficus*-Stämmchen, das schon stattlich genannt wird, wenn es ein Dutzend Blätter aufweist, ein verkümmerter Herkules in der Wiege ist, der in seiner indomalayischen Heimat allmählich zu einem wuchtigen Riesen heranwächst. Im weiten Umkreise um den dicken, doch nicht eben hohen Stamm

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

werden die mächtigen Äste von einem ganzen Labyrinth von starken Stütz- oder Säulenwurzeln getragen. Zu tausenden und tausenden entsprießen diese Wurzeln als dünne, zarte Fäden dem Astwerk und hängen anfänglich in langen Strähnen aus der Krone herab. Einzelnen gelingt es, in das Erdreich zu dringen. Und von diesen sind es wieder bloß einige, die sich zu mächtigen Stämmen verdicken. Allein die Bildungskraft des Baumes ist so unerschöpflich, dass schließlich doch ein ganzer Säulenwald entsteht. Der berühmte Banyanenbaum im botanischen Garten zu Calcutta, der mehr als hundert Jahre alt ist, besaß vor zehn Jahren 232 Säulenwurzeln, darunter solche bis zu 4 *m* Umfang, während der eigentliche primäre Stamm einen Umfang von 14 *m* aufwies. Der Umkreis der ganzen Krone misst gegen 300 *m*. Der botanische Garten von Buitenzorg besitzt ein riesiges Exemplar von *Ficus elastica*, unserem Blumentisch-Ficus, und eine prachtvolle Allee von Waringinbäumen *(Ficus Benjamina)*, zwischen deren zahllosen Säulenwurzeln die ganze Garnison von Buitenzorg und Batavia ihr Lager aufschlagen könnte.

Die *Ficus*-Bäume besitzen, sowie auch zahlreiche andere Vertreter der tropischen Waldflora, noch eine andere Art von Luftwurzeln. Es sind dies die sogenannten Bretter- oder Tafelwurzeln, die, der Basis des Stammes entspringend, sich in weitem Umkreise über die Erdoberfläche dahinschlängeln. An ihrer Ansatzstelle sind diese mächtigen Tafeln nicht

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

weniger als 1—2 *m* hoch.[1]) Sehr häufig gabeln sie sich und verwachsen an seitlichen Berührungsstellen miteinander, so dass langgezogene Nischen oder Cisternen entstehen, in denen sich Regenwasser und reichlicher Humus ansammelt. Ihre Hauptaufgabe besteht aber darin, eine mechanische Versteifung des Stammes herzustellen und ihn so vor dem Umbrechen oder Entwurzeltwerden im Sturme zu schützen. Der Javane, welcher eine merkwürdige Veranlagung dafür besitzt, der Gestaltungskraft der heimischen Pflanzenwelt bei der Anfertigung seiner Werkzeuge und Geräthe als Mitarbeiterin heranzuziehen, hat natürlich die mannigfache Verwendbarkeit der Tafelwurzeln nicht übersehen. Wo die Bretter im Walde wachsen, ist bald eine Tischplatte hergestellt, und die beiden scheibenförmigen Räder der Büffelkarren sind häufig von gleicher Herkunft.

In das Dickicht des Unterholzes des tropischen Urwaldes möchte ich Sie, meine verehrten Anwesenden, lieber nicht führen. Wir wollen uns damit begnügen, von einem der bequemen Waldpfade aus, welche Director Treub im Urwalde von Tjibodas aushauen liess, einige Blicke nach rechts und links zu werfen. Bogig neigen sich beiderseits die 3—4 *m* hohen

---

[1]) Die brettförmige Gestalt der Tafelwurzeln kommt durch einseitig, nämlich oberseits überaus stark gefördertes Dickenwachsthum des Holzkörpers der Wurzeln zustande. Vgl. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, II. Aufl. 1896, S. 514.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Elettaria-Büsche mit ihren lichtgrünen, zart transparenten Blattflächen über den Pfad. Zu unseren Füßen breiten Begonien ihre oft silberfleckigen Blätter aus. Riesige Laubmoose beschatten die phantastischen Blüten einer zwerghaften Erdorchidee *(Corysanthes)*. In höheren Lagen fesseln unser Auge die scharlachrothen Blüten der javanischen Alpenrose *(Rhododendron javanicum)*. Am liebsten aber weilt der Blick auf den märchenhaft zarten Blattschirmen der Baumfarne, der Alsophilen, wie ich sie lieber nach ihren häufigsten Vertretern nennen möchte, denn der Ausdruck Baumfarn oder Farnbaum ist viel zu schwerfällig zur Bezeichnung dieser reizenden Pflanzengestalten. Zu den Palmen, mit denen man sie vergleichen könnte, verhalten sie sich wie etwa der Mond zur Sonne. Während die Palmenkronen ihre größte malerische Wirkung im vollen Sonnenglanze ausüben, entfaltet das lichte, mattgrüne Blattgefieder der Alsophilen seinen größten Zauber im Silberlichte des Mondes. Mit diesen Worten habe ich in meinem Buche „Eine botanische Tropenreise“ den Eindruck wiederzugeben versucht, den ich in den mondhellen Februarnächten in Tjibodas von diesen Pflanzenformen empfangen habe.

Zu den bekanntesten Charakterzügen des tropischen Urwaldes gehört sein Reichthum an Lianen,[1]) worunter wir alle die kletternden, rankenden, klim-

[1]) Eine ausführliche Monographie der Lianen vom biologischen und anatomischen Standpunkte aus verdanken wir H. Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

menden und windenden Pflanzen des Waldes zu verstehen haben. Während in Mitteleuropa bloß wenige holzige Kletterpflanzen vorkommen, wie der Epheu, das Geisblatt, die Waldrebe, hat man die Artenzahl der Lianen in den Tropenländern auf 2000 und darüber geschätzt, worunter die Mehrzahl verholzte Stämme aufweist. Es gibt kaum eine größere Abtheilung des Pflanzenreiches, die nicht auch kletternde Repräsentanten aufweisen würde. Bei den Wasserfällen von Tjiburrum im Gedehgebirge traf ich einen schlanken Schachtelhalm an, dessen dünne Zweige sich über 2 *m* hoch im Dschungel emporwanden; das amerikanische *Equisetum giganteum* soll sogar eine Länge von 10—12 *m* erreichen. Auch Farnlianen sind häufig. Die windenden Blattstiele von *Lygodium articulatum* auf Neuseeland werden sogar 15—30 *m* lang. Unter den höchst entwickelten Pflanzen, den Phanerogamen, treten uns selbst in solchen Familien Lianen entgegen, deren typische Physiognomie ein lianenartiges Wachsthum vollständig auszuschließen scheint; wer zum erstenmale von kletternden Gräsern, Cacteen und Palmen hört, der hat das Gefühl, als ob die Natur mit solchen Pflanzenformen sich selbst widersprechen würde.

Man kann in Reisebeschreibungen sehr oft von den prächtigen Blattguirlanden, den blumengeschmück-

---

Lianen, im besonderen der in Brasilien einheimischen Arten, I. und II. Theil. Jena 1892 und 1893.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ten Festons lesen, mit denen sich die Lianen von Krone zu Krone schlingen. Derartige Schilderungen werden aber mehr von der dichterischen Phantasie dictiert als von wirklicher Naturbeobachtung. Die Blätter und Blüten der Urwaldlianen entfalten sich meist in so schwindelnder Höhe, dass kein menschliches Auge sie mehr von dem Laube der Tragbäume zu unterscheiden vermag. Für den allgemeinen physiognomischen Eindruck sind vielmehr vor allem ihre tau- und kabelartigen Stämme maßgebend, welche bald schnurgerade emporsteigen, bald pendelartig aus der Höhe herabhängen, hier in mächtigen Bogenlinien, von Baum zu Baum sich fortschlingen, dort am Fuße des Stützbaumes ein verworrenes Durcheinander von Schleifen und Schlingen bilden.

Die Ähnlichkeit der Lianenstämme mit Tauen und Kabeln, welche jedem Besucher des Tropenwaldes sofort auffällt, ist keineswegs eine bloß äußerliche. Die besondere Art und Weise, wie der Lianenstamm auf Festigkeit beansprucht wird, ist es gewesen, wodurch jene Ähnlichkeit auf dem Wege allmählicher Anpassung erreicht worden ist. Der Lianenstamm wird nämlich wie ein Tau zunächst auf Zugfestigkeit beansprucht, indem er bei hängender Stellung die eigene Last zu tragen hat, bei bogigem Verlaufe von den im Winde schwankenden Ästen, an denen er sich befestigt hat, gezerrt und gezogen wird. Dazu kommt, dass die langen Lianenstämme im hohen Grade auch biegungsfähig sein müssen, um vom Sturme, dessen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Angriffen sie infolge des Schwankens der Stützäste ausgesetzt sind, nicht geknickt und zerbrochen zu werden. Auch die Liane selbst verändert fortwährend ihre Lage, indem die älteren Kletterorgane ihren Dienst versagen, der Stamm ins Rutschen geräth und theilweise auf den Boden herabgleitet. Dabei werden die Stämme zu jenen Schleifen und Schlingen verbogen, von denen vorhin die Rede war. Wie armsdicke Riesenschlangen von 100—300 *m* Länge liegen in zahllosen Windungen die glatten Stämme der kletternden Rotangpalmen im indomalayischen Urwalde auf dem Boden umher.

Am mannigfaltigsten spricht sich die Anpassungsfähigkeit der Lianen begreiflicherweise in ihren Klettereinrichtungen aus. Als ich mich im Dschungel von Singapore zum erstenmale einer Gruppe von Rotangpalmen in friedlichster Absicht näherte, da wurde mir zunächst der Tropenhelm vom Kopf gerissen, von einigen anderen Unfreundlichkeiten gar nicht zu reden. Ich war in den Bereich der 1—2 *m* langen Klettergeißeln gekommen, überaus biegsamen und elastischen Fortsätzen der gefiederten Blattstiele, an denen sich zahlreiche, eisenharte, nach rückwärts gekrümmte Widerhaken befinden. Das Tragvermögen der aus festestem Bastgewebe bestehenden Geißeln muss ein ganz kolossales sein. „Ein Pferd könnte man daran emporziehen“, meinte Director Treub im Scherze, als ich die Tragfähigkeit dieser Angelschnüre annähernd zu berechnen versuchte. Die Rechnung hat ihm so

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ziemlich Recht gegeben, da sie ein Tragvermögen von 12—15 Metercentner ergeben hat. Da diese Geißeln sehr biegsam sind, so werden sie vom Winde mit Leichtigkeit auf das Geäste der Stützbaume hinaufgeschleudert und ankern sich da sofort mit ihren zahlreichen Widerhaken so fest, dass sie kein Sturm mehr losreißen kann.

Von einer überraschenden Mannigfaltigkeit sind die Greif- und Haftorgane der eigentlichen Rankenpflanzen. Im einfachsten Falle dienen die holzigen Zweige und Äste selbst als Ranken, indem sie sich in zahllosen Verschlingungen um die Stützen herumwickeln und gordische Knoten bilden, die nur das Dschungelmesser durchhauen kann. Unter den eigentlichen Ranken sind die Haftscheiben- und Uhrfederranken von besonderem Interesse. Auch die reizbaren Kletterhaken dürfen nicht unerwähnt bleiben, die, wenn sie den Stützzweig umkrallt haben, infolge des Druckes stark in die Dicke wachsen und so die Stütze noch fester umklammern.

Mit einigen Worten möchte ich noch die Art und Weise schildern, wie die kletternden Sprosse der Lianen ihre Stützen suchen und finden. Ich will mich hiebei bloß auf die Schlingpflanzen beschränken, bei welchen der oberste Theil des Sprosses, welcher die Stütze sucht, eine geneigte oder horizontale Stellung einnimmt und sich infolge eines eigenthümlichen Wachsthumsvorganges langsam im Kreise herum bewegt. Der Durchmesser dieses Kreises, des Tastfeldes,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wie man es nennen könnte, beträgt bei unseren einheimischen Schlinggewächsen meist nur wenige Centimeter, bei tropischen Formen mit mächtigen Langtrieben aber 1—2 *m*. So sucht und tastet der schlingende Spross seine nächste Umgebung förmlich ab, um eine Stütze zu finden. Von Stunde zu Stunde ändert sich die Lage der kreisenden Äste, die wie riesige Polypenarme nach stützenden Ästen und Zweigen suchen. Man denkt sich unwillkürlich, welch phantastischen, unheimlichen Anblick es bieten müsste, wenn alle diese weit vorgestreckten Schlingäste plötzlich mit hundertfacher Geschwindigkeit ihre großen Kreise beschreiben würden.

Die weitgehende Raumausnützung des tropischen Regenwaldes spricht sich besonders auffallend in seiner epiphytischen Vegetation[1]) aus. Der biologische Begriff der Epiphyten wird Ihnen, meine verehrten Anwesenden, sofort klar werden, wenn ich Sie an die Flora alter Schindel- und Strohdächer erinnere, oder noch besser, an die Flora alter Kopfweiden, die ja so häufig von einer stattlichen Anzahl krautiger, ja selbst holziger Epiphyten bewohnt werden. Da wachsen auf den alten Baumstrünken verschiedene Compositen, wie der Löwenzahn, die Schafgarbe u. a., allerlei Gräser,

---

[1]) Vgl. A. F. W. Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888. Ferner K. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, I. Theil, III. Epiphyten. Marburg 1889. M. Treub, Sur le *Myrmecodia echinata* Gaudich. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. III, 1883.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Erdbeere, Nachtschatten, Sauerklee, ferner auch kleine Fichten, Birken und Ebereschen. Jede Pflanze, deren Samen mit entsprechenden Verbreitungseinrichtungen versehen sind, kann gelegentlich zu einem Epiphyten werden, wenn sie sich der veränderten Situation betreffs des Substrates nur halbwegs anzubequemen vermag. Eine unerlässliche Voraussetzung ist bloß, dass der Wind oder beerenfressende Vögel den Samen auf der rauhen Rinde des Baumes aussäen. Aus solchen bloßen Gelegenheits-Epiphyten sind im tropischen Urwalde allmählich echte Gewohnheits-Epiphyten geworden.

In populären Reisebeschreibungen werden diese Gewächse oft als Schmarotzerpflanzen bezeichnet, womit ihnen jedoch ein entschiedenes Unrecht zugefügt wird. Echte Schmarotzerpflanzen ernähren sich immer ganz oder theilweise von den organischen Baustoffen, die ihr Wirt produciert, und die sie demselben durch eigene Saugorgane entziehen. Unsere Mistel, Kleeseide, Schuppenwurz sind Beispiele von echtem Parasitismus. Die Epiphyten dagegen entziehen den Zweigen und Ästen ihrer Tragbäume weder rohen Nahrungssaft, noch organische Substanzen, sie besitzen ihre eigenen grünen Assimilationsorgane, ihr ernährungsphysiologischer Haushalt ist ganz unabhängig von dem ihres Wirtes. Man könnte sie demnach höchstens als Platz- oder Raumparasiten bezeichnen. Die meisten Epiphyten sind deshalb für ihren Tragbaum ganz unschädlich. Nur die größten Formen können für ihre

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wirte durch Lichtentzug oder auf grob mechanische Weise verderblich werden. Hieher gehören vor allem die baumwürgenden Feigenbäume, deren eigenthümliche Lebensweise darauf beruht, dass sie zweierlei Wurzeln zu bilden vermögen. Zunächst sendet der Epiphyt eine oder mehrere kräftige Nährwurzeln, die sich später zu stützenden Säulen verdicken, direct in das Erdreich hinab. Dann bildet er überaus zahlreiche zugfeste Haftwurzeln, die den Stamm des Stützbaumes immer dichter umstricken. Da diese Haftwurzeln vielfach fest miteinander verwachsen, so kommt allmählich ein festes Gitterwerk zustande, welches den Stützbaum buchstäblich erdrückt. Der Stamm vermodert, und die gegitterte Wurzelröhre des Baumwürgers ist jetzt fest genug, um sich selbständig aufrechtzuerhalten. Zuweilen bricht der abgestorbene, morsche Stützbaum entzwei, bevor noch der Würger genügend erstarkt ist; in abenteuerlicher Weise hängt dann das vermoderte Stammstück, von den Klammerwurzeln umfasst und getragen, neben dem aufrechten Stumpfe herunter.

Auch bei einer anderen kolossalen Pflanzengestalt, der Orchidee *Grammatophyllum speciosum*, ist es die Anpassungsfähigkeit der Luftwurzeln, welche den Epiphytismus ermöglicht. Das erste, was uns bei Betrachtung dieses Epiphyten auffällt, ist ein lichter Wurzelkranz, welcher aus tausend und abertausend kammförmig verzweigten Luftwurzeln geflochten ist und den Stamm des Tragbaumes wie ein kolossaler Wulst

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

umgibt. Der Durchmesser dieses Wulstes beträgt je nach der Dicke des Baumstammes 2—3 *m*, seine Dicke 50—80 *cm*, seine Höhe über 1 *m*! An den spitzigen, steifen Wurzelenden spießen sich abgefallene Blätter und andere Pflanzentheile auf; die Regengüsse schwemmen sie immer tiefer in das Wurzelgeflechte hinein, und so sammeln sich darin allmälig beträchtliche Massen von Humus an, welche nun von den Nährwurzeln der Pflanze durchwuchert werden. Starke Haftwurzeln, deren Enden man unterhalb des humussammelnden Wurzelkranzes hervortreten sieht, befestigen die große Last des Epiphyten am Stamme des Tragbaumes. Oberhalb des Wurzelkranzes hängen nach allen Seiten die S-förmig gebogenen, mehrere Meter langen Zweige mit ihren breiten, bandförmigen Blättern herunter. Wenn sich darüber noch 50—60 Blütenstände von mehr als 2 *m* Länge mit circa 5000 großen Blüten erheben, dann erreicht der Gesammtdurchmesser dieser Orchidee eine Größe von 4—5 *m*!

Es sei mir gestattet, bei dieser Gelegenheit eine Bemerkung über die Dimensionsverhältnisse tropischer Pflanzenarten einzuschalten. Gewöhnlich wird in Reisewerken immer wieder nur auf die oft so gewaltige Größe der Pflanzengestalten in den Tropen hingewiesen. Ich habe bereits in meiner „Botanischen Tropenreise“ erwähnt, dass dies eine ganz einseitige Charakteristik ist. Nicht nur viel größere Pflanzenformen kommen dort innerhalb eines bestimmten Verwandtschaftskreises vor als bei uns, auch viel kleinere

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Formen sind nicht selten, und manche Tropenpflanze bleibt weit hinter den kleinsten Verwandten zurück, die sie in der gemäßigten Zone besitzt. Auf denselben Tragbäumen, die im botanischen Garten zu Buitenzorg das riesige *Grammatophyllum* tragen, kommt der Rinde dicht angeschmiegt noch eine andere epiphytische Orchidee vor, das *Taeniophyllum Zollingeri*, ein winziges Pflänzchen, dem Laubblätter vollständig fehlen, und das nur vermittels einiger bandförmiger grüner Luftwurzeln zu assimilieren vermag. Noch ein anderes Beispiel: die zwerghafte Erdorchidee *Corysanthes*, die im Urwalde von Tjibodas nicht selten vorkommt, begnügt sich mit einem einzigen dicht an das Erdreich gepressten Laubblatt, das durch Form und Zeichnung an ein kleines Blatt unseres Alpenveilchens erinnert. Daneben ganz kurz gestielt die einzige Blüte. Wir sehen also, dass in den Tropen die specifischen Größen der einzelnen Pflanzenarten in den verschiedenen Ordnungen und Familien innerhalb viel weiterer Grenzen schwanken als in unserer Zone. Auch in der Existenzmöglichkeit ausnehmend kleiner Formen äußert sich die Gunst der äußeren Lebensbedingungen in den Tropen, sowie die Mannigfaltigkeit der Anpassungen, welche die tropische Pflanzenwelt auszeichnet.

In der Kunst des Humussammelns, durch die uns bereits das vorhin besprochene *Grammatophyllum* auffiel, haben es auch einige große epiphytische Farne sehr weit gebracht. Im Urwald bei Tjibodas trifft man

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

im Geäste der Bäume, ja selbst an Lianenstämmen sehr häufig den großen Vogelnestfarn, *Asplenium nidus*, an, dessen zahlreiche Blätter gegen unten zu dicht zusammenschließen und so einen großen, doch seichten Trichter bilden, ein grünes Blätternest, worin vermoderndes Blattwerk und Zweige sich anhäufen und schließlich eine ganz beträchtliche Humusschicht bilden. In dieses selbstgesammelte Erdreich wachsen die Nährwurzeln des Farnes hinein und finden hier ebenso reichlich Wasser und Nahrung, als ob die Pflanze unten auf dem Boden wachsen würde. So kann der Farn gewaltige Dimensionen erreichen. Ich habe Exemplare gesehen, deren Blätter über 2 *m* lang waren. Würde man ein solches Blattnest in die Mitte eines größeren Wohnzimmers stellen, so würden die Blattspitzen ringsum bis an die Wände reichen.

Auf einer noch höheren Anpassungsstufe stehen jene epiphytischen Farne, bei denen die Function des Humussammelns eigens gestalteten Nischenblättern übertragen wird, welche sich von den grünen Laubblättern sehr auffallend unterscheiden. Von rundlicher oder nierenförmiger Gestalt, pressen sich diese Nischenblätter mit ihren unteren und seitlichen Rändern dicht an den Stamm des Tragbaumes an, während der obere Rand des Blattes bauchig vorgewölbt ist. So kommt eine humussammelnde Nische zustande, in welche die Nährwurzeln hineinwachsen. Dann werden erst die großen, geweihartig verzweigten oder gefiederten Laubblätter entwickelt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Eine wichtige Lebensfrage für alle phanerogamen Epiphyten ist das Problem der Wasserversorgung, denn eine Pflanze, die das Wasser nicht aus dem Erdboden beziehen kann, ist in dieser Hinsicht selbst im tropischen Regenwalde übel daran. Es werden besondere Einrichtungen nothwendig, um die auffallenden Regentropfen möglichst rasch aufzusaugen oder in eigenen Reservoiren aufzuspeichern, aus denen dann nach Bedarf geschöpft werden kann. In ersterer Hinsicht sind die weißen, silberglänzenden Luftwurzeln vieler epiphytischer Orchideen zu erwähnen, die mit einem eigenthümlichen Capillarapparat überzogen sind, der so wie Fließpapier die auffallenden Wassertropfen rasch aufsaugt. Und was dann die Ausbildung großer Wasserreservoire betrifft, so möchte ich bloß ein Beispiel besprechen, das schon vor mehr als zweihundert Jahren die Aufmerksamkeit des ersten Botanikers auf sich gelenkt hat, der den indomalayischen Archipel wissenschaftlich durchforschte.

Georg Everard Rumphius, in Hessen-Hanau geboren, trat im Jahre 1652 in die Dienste der niederländisch-ostindischen Compagnie, die ihn nach der Insel Amboina entsendete. Neben seiner Amtsthätigkeit gab er sich mit unermüdlichem Eifer der botanischen Durchforschung des Archipels hin. Im Jahre 1670 führte geistige und physische Überanstrengung seine Erblindung herbei, vier Jahre später verlor er bei einem Erdbeben seine Frau und seine jüngste Tochter, und nach weiteren drei Jahren zerstörte ein Brand

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

den größten Theil seiner Bücher, Handschriften, Zeichnungen und Sammlungen. Unverdrossen arbeitete Rumphius an der Ergänzung seines halbvernichteten Lebenswerkes. Endlich im Jahre 1692 konnte er die ersten sechs Bücher seines berühmten Werkes „Herbarium amboinense“ nach Holland schicken. Allein das Schiff, das sie trug, gieng unter. Zum Glücke war eine Abschrift vorhanden, und genau vor 200 Jahren, im Jahre 1697, gelangte endlich das ganze Werk nach Holland. Rumphius hat seine Drucklegung nicht erlebt. Fünf Jahre darnach starb er im Alter von 75 Jahren. Fast vier Decennien nach seinem Tode wurde das Werk in lateinischer und holländischer Sprache veröffentlicht. Es wird für immer ein leuchtendes Zeichen sein von genialer Naturbeobachtung und erhabener Unverdrossenheit eines deutschen Naturforschers!

In seinem „Herbarium amboinense“ hat Rumphius zum erstenmale eine epiphytische Pflanze beschrieben, die er als ein höchst sonderbares Spiel der Natur, als „Zoophyton“, eine Thierpflanze bezeichnet hat. Die Basis des mit derben, lederartigen Blättern besetzten Stammes ist zu einer stacheligen, fleischigen Knolle angeschwollen, die die Größe eines Menschenkopfes und darüber erreicht. Bei der leisesten Berührung der Knolle stürzen aus ihrem Inneren durch kleine Öffnungen auf der Unterseite unzählige kleine Ameisen hervor und greifen mit wahrer Todesverachtung den Störefried an. Zu hunderten liefen sie mir über

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Hände, als ich eine Anzahl von Knollen zur Conservierung in Spiritus herrichtete, und bissen natürlich nach Kräften. Doch war der Schmerz, den ihre Bisse verursachten, kaum der Rede wert, und so erscheint es auch sehr fraglich, ob der Schutz, der diesen Ameisenpflanzen aus den Gattungen *Myrmecodia* und *Hydnophytum* seitens der knollenbewohnenden Ameisen gewährt wird, den Pflanzen überhaupt einen Nutzen bringt. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme, dass diese Knollen riesige Wasserspeicher sind, aus welchen die transpirierenden Stämmchen in Perioden der Trockenheit Wasser schöpfen. Die zahlreichen Höhlen und Gänge im Inneren der Knolle, in denen die Ameisen wohnen, sind wahrscheinlich bloß Durchlüftungscanäle, welche das mächtige Knollengewebe mit der für die Athmung nothwendigen Sauerstoffmenge versehen.

Sie erlassen es mir, nach Besprechung einiger großen, auffallenden Epiphytenformen auch noch auf das Heer von kleinen und kleinsten Epiphyten einzugehen. Könnte man doch über die artenreiche Moos-, Algen- und Flechtenflora, die oft ein einziges älteres Laubblatt bedeckt, ein ganzes Buch schreiben. Dafür muss ich noch ausführlicher eine Frage beantworten, die wohl im Kreise dieser Versammlung bereits im Stillen aufgeworfen wurde: die Frage nach dem Blumenflor des Tropenwaldes.

Um die Blüten der tropischen Pflanzenwelt gerecht beurtheilen zu können, darf man nicht mit euro-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

päischen Gewächshaus-Erinnerungen und Gewächshaus-Erwartungen den Urwald betreten. Man darf nicht vergessen, dass, was die Tropenzone an Blütenpracht hervorzubringen vermochte, bereits in weitgehender Vollständigkeit und farbenprächtiger Concentration in unseren europäischen Gewächshäusern vereinigt worden ist. Die wunderbaren, häufig phantastisch schönen Blumen, denen wir hier begegnen, sind eben das Ergebnis einer höchst sorgfältigen ästhetischen Auslese. Die Unzahl der minder auffallend und unansehnlich blühenden Gewächse, die hat man in ihrer tropischen Heimat gelassen, und sie sind es, die dort die allgemeine Physiognomie des Blumenflors sehr wesentlich mitbestimmen. So weist z. B. die so formenreiche Familie der Orchideen circa 6000—10.000 Arten auf, von denen der größte Theil in den Tropen lebt. Die große Mehrzahl dieser tropischen Arten bringt Blüten hervor, die sich mit denen unserer einheimischen Orchideen an Größe und Farbenschönheit kaum messen können. Von meinem mehrmonatlichen Aufenthalt auf dem so orchideenreichen Java sind mir bloß drei Arten ihrer Blüten halber in dauernd lebhafter Erinnerung geblieben: ein epiphytisches *Dendrobium*, dessen blendend weiße Blütenstände einen sehr häufigen und um so märchenhafteren Schmuck der Baumstämme, oft auch der Palmen bilden, als ungefähr einmal im Monat fast sämmtliche Exemplare gleichzeitig blühen; dann die mächtigen, gelbrothen Blütenstände des schon früher beschriebenen *Grammatophyllum speciosum*, und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

endlich die duftigzarten, rosigen Falterblüten der *Phalaenopsis grandiflora,* die allerdings zu dem Schönsten gehören, was die tropische Pflanzenwelt an Blütenschmuck hervorbringt.

Im ganzen und großen macht der tropische Urwald den Eindruck der Blumenarmut. Es kann dies kaum überraschen, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Blütezeiten hier gleichmäßig über ein ganzes Jahr vertheilt sind, während auf unseren mitteleuropäischen Wiesen die meisten Pflanzen des Klimas halber zu gleicher Zeit, innerhalb weniger Wochen, blühen müssen. Dazu kommt noch, dass die pflanzendurchwucherten Räume des Tropenwaldes ihren Blütenflor oft erst in Regionen entfalten, wohin kein menschliches Auge mehr dringen kann. Wenn in einer beliebigen Urwaldpartie sämmtliche Blüten auf einmal abfallen würden, dann wäre man sehr erstaunt darüber, in welchen Blütenregen sich die vermeintliche Blumenarmut verwandeln würde.

Da die Blüten des tropischen Urwaldes im allgemeinen größere Anstrengungen machen müssen, um die die Fremdbestäubung vermittelnden Insecten anzulocken, so erscheint das Vorwiegen heller, leuchtender Blütenfarben leicht verständlich. Die Häufigkeit weißer, gelber, orangefarbiger und namentlich grellrother Blüten ist ein auffallendes Merkmal der tropischen Vegetation. Dasselbe steht auch damit im Zusammenhange, dass im Heere der Blumenbesucher die Schmetterlinge zwischen den Wendekreisen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

eine weit größere Rolle spielen als in unseren Gegenden. Die Tagfalter besitzen aber einen stark ausgeprägten Farbensinn und bevorzugen helle, lebhafte Blumenfarben. Auch das so häufige Vorkommen langröhriger Blumenkronen ist als Anpassung an den langen Schmetterlingsrüssel aufzufassen.

Eine bemerkenswerte Eigenthümlichkeit mancher Tropenblüten ist der Besitz von sogenannten Wasserkelchen.[1]) Dieselben wurden zuerst von Dr. Treub bei einem stattlichen Bignoniaceenbaume, *Spathodea campanulata*, nachgewiesen, später von Lagerheim, Kraus, mir und in jüngster Zeit namentlich von Koorders auch noch bei einigen anderen Pflanzen, die sehr verschiedenen Familien angehören. Bei *Spathodea campanulata* bilden im Knospenzustand der Blüte die seitlich fest verklebten Kelchblätter einen braunen, lederartigen Sack, welcher in einen Schnabel ausläuft. Dieser Sack ist prall gespannt, und wenn man ihn ansticht, so spritzt aus der Öffnung eine wässerige Flüssigkeit heraus, die das Innere des Sackes ganz ausfüllt und von zahlreichen schuppenförmigen Wasserdrüsen ausgeschieden wird. Die eingeschlossenen Blumen- und Geschlechtsblätter entwickeln sich also in einem förmlichen Wasserbade und sind so gegen Austrocknung auf

---

[1]) Vgl. M. Treub, Les bourgeons floraux du *Spathodea campanulata* Beauv. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. VIII, 1889; S. H. Koorders, Über die Blütenknospen-Hydathoden einiger tropischen Pflanzen. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XIV, 1897.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die denkbar beste Weise geschützt. Bei dem südamerikanischen Solanaceenstrauche, *Jochroma macrocalyx*, ist nach Lagerheim der Kelch bis zum Abfallen der Blüte prall mit Wasser gefüllt. Die Kolibris, welche die Blüten bestäuben, versuchen zuweilen, um auf bequemerem Wege Nektar zu holen, die Krone unten aufzuschlitzen. Dabei müssen sie aber zuerst den Kelch anbohren; da schießt ihnen nun rechtzeitig ein Wasserstrahl entgegen, der sie vom Honigdiebstahl gründlich abschreckt.

Zu den überraschendsten Eigenthümlichkeiten der tropischen Holzgewächse gehört das Hervorbrechen zahlreicher Blüten aus altem Holz, aus mehrjährigen Ästen und selbst aus dem Hauptstamme des Baumes. Tief unter der Rinde schlafende Knospen sind es, die einst vor vielen Jahren als Achselsprosse längst abgefallener Laubblätter angelegt worden sind, die nun nach langem Schlaf zu blühendem Leben erwachen. Das bekannteste Beispiel liefert der Cacaostrauch mit seinen kleinen röthlichen Blumenbüscheln. Bei der Caesalpiniaceen-Gattung *Brownea* hängen prächtig rothe Blütenstände vom Hauptstamme herunter. Am auffallendsten tritt aber die Erscheinung bei verschiedenen Feigenbäumen auf, sowie beim ganzblättrigen Brotfruchtbaume *(Artocarpus integrifolia)*, dessen kürbisgroße Früchte unmittelbar am Hauptstamme sitzen.

Begreiflicherweise ist schon oft die Frage aufgetaucht, was für ein biologischer oder sonstiger Vortheil mit der Stammbürtigkeit der Blüten und Früchte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zahlreicher Tropenbäume verknüpft sei? Den meisten Beifall hat wohl die Ansicht von Wallace gefunden, dass die an den Stämmen sitzenden Blüten leichter von ihren Bestäubern, den Schmetterlingen, aufgefunden werden, die häufig mit Vorliebe den Waldesschatten aufsuchen und nahe dem Boden umherfliegen. Ich glaube nicht, dass diese Erklärung richtig ist, denn die stammbürtigen Blüten sind häufig sehr unscheinbar und zeigen auch sonst keine Anpassungen an den Besuch von Schmetterlingen. Ich glaube vielmehr, dass hier nach einem tiefer liegenden, im Haushalte der Pflanze selbst wurzelnden Erklärungsgrunde zu suchen ist. Die tropischen Gewächse zeigen häufig eine viel weitergehende Differenzierung ihrer Organe und Organsysteme als unsere einheimischen Pflanzen. Die Ausbildung eigener Assimilationssprosse, denen ausschließlich die Function der Ernährung zukommt, ist eine gar nicht seltene Erscheinung. Bei den Bäumen mit stammbürtigen Blüten nimmt gewissermaßen die ganze Laubkrone einen solchen specifisch assimilatorischen Charakter an, und bei der schärferen Differenzierung der ernährungsphysiologischen Hauptfunction wird die Nebenfunction des Blühens und Früchtetragens den älteren Ästen und dem Hauptstamme übertragen. Ein räumliches Auseinanderhalten verschiedener Functionen mag sonach hier im Spiele sein.

Die größten Blüten des Urwaldes der großen Sundainseln entwickeln die merkwürdigsten aller pha-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nerogamen Schmarotzerpflanzen, die Rafflesien. Vergeblich sucht man an dieser Pflanzengattung nach Stengeln, Blättern und Wurzeln. Ihr ganzer Vegetationskörper hat sich in ein unregelmäßiges Geflecht von Zellfäden aufgelöst, welches wie ein Schmarotzerpilz die Stämme und Wurzeln der *Cissus*-Arten, auf denen die Pflanze schmarotzt, durchwuchert und aussaugt. Erst wenn die Pflanze zum Blühen gelangt, entpuppt sie sich als eine hochentwickelte phanerogame Pflanze. An der Wurzel der Wirtpflanze entstehen nussgroße, von dunkler, rissiger Borke umgebene Anschwellungen. Dann wird die Borkenhülle gesprengt. Es kommt eine Anzahl großer, schwarzbrauner, glänzender Blätter zum Vorschein, die sich dicht übereinanderlegen und das eigentliche Perianth einschließen. In diesem Stadium ist die Blüte nicht unzutreffend mit einem schwarzen Kohlkopf verglichen worden. Hat sich die Blüte endlich ganz entfaltet, dann sieht man in ihrer Mitte eine flache Urne, auf deren Grund eine scheibenförmige Säule die Staubblätter oder die Fruchtknoten trägt. Ringsherum stehen fünf riesig große Blumenblätter von mehr oder minder fleischrother, oft schmutzig blutrother Farbe, bedeckt von lichteren Flecken und Warzen. Der Durchmesser der Blüte beträgt jetzt, je nach der Art, ein Drittel bis zu einem ganzen Meter! Unwillkürlich wird man zu der Vermuthung gedrängt, dass Färbung und Größe der Blüten die blutigen Überreste eines vom Tiger zerfleischten Wildes nachahmen sollen, denn

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Blüte verbreitet einen starken Aasgeruch, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die zahlreichen Aasfliegen, welche die Blüte besuchen, als Fremdbestäuber fungieren.

Mit der Besprechung dieser fremdartigsten aller Pflanzenformen, denen wir im indomalayischen Urwalde begegnen, will ich meine Schilderungen abbrechen. Schon aus den flüchtigen Skizzen, die ich in meinem Vortrage entworfen habe, dürfte wenigstens andeutungsweise hervorgehen, dass das Maßlose, Formlose, das anscheinend gänzlich Ungeordnete des tropischen Urwaldes sich vor dem geistigen Auge des Naturforschers in ein harmonisches Lebensgetriebe auflöst. Der Kampf aller gegen alle, der hier in heftigster Weise zu herrschen scheint, ist nur ein Scheingefecht. In Wirklichkeit macht sich ein weitgehendes Sichineinanderfügen, eine große Mannigfaltigkeit wechselseitiger Anpassungen geltend. So herrscht nun in dieser verworrenen Pflanzenwildnis in hohem Maße ein Gleichgewicht aller Kräfte. Die Symbiose ist es, die dem tropischen Urwalde ihren lebensvollen Stempel aufdrückt.

Noch eine andere Erwägung allgemeinen Inhaltes drängt sich dem botanischen Forscher im tropischen Urwalde auf. Ihm fällt das treffende Gleichnis ein, durch welches der geistvollste Botaniker dieses Jahrhunderts, Karl von Nägeli,[1]) die Wirkungsweise

[1]) K. von Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

des Kampfes ums Dasein im Pflanzenreiche veranschaulicht hat. Er vergleicht die Pflanzenwelt einem mächtigen, reichverzweigten Baume, der eine ungeheure Triebkraft besitzt und, wenn er sich ungehindert entwickeln könnte, ein unermessliches Buschwerk von zahllosen verworrenen Zweigen und Ästen darstellen würde. Die Concurrenz und Verdrängung schneidet ihn nun als Gärtner fortwährend aus, nimmt ihm Zweige und Äste und gibt ihm ein wohlgegliedertes Aussehen. „Gleichwohl wäre der Baum, ohne die ewigen Nergeleien des Gärtners, allein noch viel weiter gekommen, zwar nicht an Höhe, wohl aber an Umfang, an Reichthum und Mannigfaltigkeit der Verzweigung.“

Im tropischen Urwalde nun, wo die Gunst der äußeren Vegetationsbedingungen die denkbar größte ist, da nergelt die sonst unerbittliche Gärtnerin, die Selection, in viel bescheidenerem Maße als beispielsweise in unserem Klima. Sie lässt vieles bestehen, was sie sonst schonungslos ausschneiden würde. Auch das minder Zweckmäßige, ja das Zwecklose konnte sich hier erhalten, weil seine Ausmerzung kein unbedingtes Erfordernis für die Fortexistenz der betreffenden Pflanzen war. Unzählige Blattgestalten und Verzweigungsformen, phantastisch-sinnlose Blütenmodelle und tausend andere morphologische Eigenschaften treten uns hier entgegen, die von nichts anderem Zeugnis ablegen als von der unerschöpflichen Schaffenskraft des „inneren Gestaltungstriebes“, dieses räthselhaften Kernes alles Lebendigen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Haberlandt Gottlieb Johann Friedrich

Artikel/Article: Über den tropischen Urwald. 129-170