

Biologische Forschungen in Indien.

Von

Prof. Dr. Hans Molisch.

Vortrag, gehalten am 26. März 1930.

Unverhofft kommt oft. Dieses alte Sprichwort hat sich in meinem Leben oft bewahrheitet, auch in bezug auf meine weiten Reisen. Vor 33 Jahren weilte ich pflanzenphysiologischer Studien halber auf Java und kehrte über China und Japan nach Europa zurück. Als ich im Februar 1898 Yokohama verließ, ahnte ich wahrlich nicht, daß ich 24 Jahre später wieder nach Japan zurückkehren werde, um hier, einer Einladung der kaiserlich japanischen Regierung folgend, an der Universität Sendai als Lehrer und Forscher zu wirken und die botanische Abteilung eines zu errichtenden großen biologischen Instituts wissenschaftlich einzurichten und auszugestalten.

Als ich nach dreijährigem Aufenthalt im Reiche der aufgehenden Sonne dieses verließ, fiel es mir nicht im Traum ein, daß ich vier Jahre später noch einmal das Glück haben werde, den Zauber der Tropen zu genießen und Indien genauer kennenzulernen. Der bekannte indische Gelehrte Sir J. Ch. Bose lud mich ein, nach Kalkutta zu kommen, mit dem Ersuchen, in seinem großen Institute zu forschen und seinen Schülern Vorlesungen zu halten. Ich zögerte trotz meines vorgerückten Alters keinen Augenblick, dieser mich so ehrenden Berufung Folge zu leisten, und am 15. November 1928 war ich bereits in Kalkutta eingetroffen, von Sir Bose und seinen Schülern auf das herzlichste begrüßt und willkommen geheißen.

Was ich in Indien erlebt, erschaut und erforscht habe, das findet der Leser in meinem jüngst erschienenen Buche¹⁾ niedergelegt. In meinem heutigen Vortrage kann ich der Kürze der Zeit wegen über meine wissenschaftlichen Forschungen nur einen kleinen Ausschnitt geben, und ich beginne gleich mit einem Problem, das mich lange beschäftigt hat, nämlich mit der

1. Gewinnung des Zuckersaftes aus Palmen.

Viele Palmen, so die Kokos-, Arenga-, Dattel-, Palmyrapalme u. a., scheiden, wenn ihre Blütenstände verletzt oder der Stamm unterhalb der Krone verwundet wird, reichlich Zuckersaft aus. Man hat früher allgemein angenommen, daß dieses Bluten der Palmen als eine Folge des Wurzeldruckes zu betrachten sei, wie das im heimischen Klima bei Anbruch des Frühlings nach Verwundung eintretende Bluten der Birke, des Weinstocks und Ahorns.

Schon vor 33 Jahren habe ich auf Java die Ausscheidung von Zuckersaft aus der Kokos- und der Arengapalme untersucht und mich davon überzeugt, daß diese Absonderung mit dem Wurzeldruck nichts zu tun hat, sondern daß das Gewebe des Blütenstandes und seine Nachbarschaft den osmotischen Herd darstellt, der den Saft auspreßt. Auch konnte ich schon damals zeigen, daß nicht, wie in Reisebeschreibungen allgemein

¹⁾ Molisch H., „Als Naturforscher in Indien“, Jena 1930, Verlag G. Fischer.

zu lesen war, einfaches Abschneiden des Blütenkolbens genügt, um aus der Palme Zuckersaft zu gewinnen, sondern daß die Pflanze erst auf einen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen ausgeübten Wundreiz mit einem reichlichen Safterguß antwortet. So fand ich es bei der Kokos- und der Palmyrapalme auf Java.¹⁾

Mit diesen Erfahrungen ausgerüstet, kam ich nach Britisch-Indien, wo namentlich die indische Dattelpalme (*Phoenix silvestris*) und die Palmyrapalme (*Borassus flabelliformis*) zu Millionen für die Zuckersaftgewinnung herangezogen werden. Wenn man aus der indischen Dattelpalme Zuckersaft erhalten will, so werden in den oberen Teilen des Stammes etwa 12—20 Blätter, und zwar, wenn man zum erstenmal zapft, in Mannesbrusthöhe samt der braunen, netzartigen Scheide entfernt, so daß der Stamm hier auf einer Seite in einer Länge von etwa 25 cm und in einer Breite von 30 cm in weißlicher Farbe nackt zutage liegt. Nun wird die Wundstelle durch vertikal abgetragene Späne glatt gemacht, so daß man die Ansatzstellen der entfernten Blätter nicht mehr erkennt. Merkwürdigerweise kommt aus der ganz frisch bereiteten Wunde kein Saft hervor, obwohl zahlreiche Gefäße geöffnet sind; erst wenn die Abtragung der Späne wiederholt durch eine

¹⁾ Molisch H., „Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei“, 5. Auflage, Jena 1922, p. 60.

Woche erfolgt, beginnt der Saft zu fließen. Ich konnte also zu meiner Befriedigung bestätigt sehen, daß auch bei der Gewinnung des Zuckersaftes aus der indischen Dattelpalme ein fortgesetzter Wundreiz notwendig ist, wenn die Pflanze mit einem Safterguß antworten soll, genau so wie ich es vor 32 Jahren an der Kokos- und Arengapalme auf Java erkannt habe. Noch bevor der Saft zu tropfen beginnt, macht man an der bloßgelegten Stelle einen V-förmigen, nach abwärts laufenden Einschnitt, an dessen spitzen Ende ein etwa 10 cm langes, rinnenartiges Bambusstäbchen so eingesteckt wird, daß der Saft durch die Rinne abgeleitet wird und in das Auffanggefäß abtropfen kann. Dieses ist nicht, wie auf Java, ein weites Bambusrohr, sondern ein krugförmiges irdenes Gefäß, dessen Gestalt auf der Tafel I, Abb. 1 und 2, ersichtlich ist.

Nach meinen Beobachtungen gibt eine Dattelpalme täglich etwa 3 Liter Saft durch beiläufig drei Monate. Das macht etwa 270 Liter. Nimmt man an, daß eine Dattelpalme während ihres ganzen Lebens etwa 30 mal angezapft wird, so liefert sie während ihres ganzen Lebens beiläufig 8100 Liter süßen Saft oder, wenn der Saft durchschnittlich 10⁰/₀ Zucker enthält, rund 800 Kilogramm Zucker.

Wenn man bedenkt, daß die Dattelpalme zu Millionen in einem großen Teil von Indien gezogen wird, so geht schon daraus die außerordentlich große wirtschaftliche Bedeutung dieser Palme hervor. Ähnliches gilt von der Palmyrapalme.

Der frische Zuckersaft der Dattelpalme hat einen süßen und angenehmen Geschmack und wirkt, wenn er schon zu gähren beginnt, erfrischend und prickelnd. Er lockt zahlreiche Näscher an: Ameisen, Bienen, Schmetterlinge, Käfer, Vögel und die großen Fledermäuse oder Fliegenden Hunde.

2. Über die Farbenwandlung einiger Blüten.

Eine der wunderbarsten und auffallendsten Erscheinungen in den Tropen ist die Farbenänderung der Blüten mancher tropischer Pflanzen während ihrer verhältnismäßig kurzen Lebensdauer. Ich will gleich einige Beispiele besprechen:

Hibiscus mutabilis. Die *Hibiscus*-Arten der Tropen bilden einen wunderbaren Schmuck der Gärten, denn ihre Formen und ihre Farbenpracht lassen nichts zu wünschen übrig.

In Kalkutta lernte ich die Blüten der genannten *Hibiscus*-Art in gefüllter Form kennen. Früh morgens waren die Blüten — sie erreichen die Größe eines mäßig großen Apfels — schneeweiß, am Abend desselben Tages aber tief rot.

Im botanischen Garten von Kalkutta sah ich am Ufer des Ganges einen strauchartigen Baum von *Hibiscus tiliaceus* mit sehr großen Blüten, die, wenn sie sich öffnen, eine kanariengelbe, wenn sie sich schließen, eine lachsrote Farbe annehmen.

Brunfelsia, ein zu den Scrophularineen gehöriger

Strauch, bringt schneeweiße Blüten hervor, die sich tags darauf gelb färben.

In der Umgebung von Faltha sah ich oft den Strauch *Capparis horrida* mit weißen und roten Blüten bedeckt. Bei genauerer Beobachtung zeigte es sich, daß die Blüten beim Aufbrechen weiß waren, den nächsten Tag aber sich rot färbten.

Quisqualis indica ist ein zu den Combretaceen gehöriger Strauch. Wenn seine Blüte sich öffnet, erscheint sie weiß, den nächsten Tag aber nimmt sie an der Innenseite der Blumenkrone eine tiefrote Farbe an.

Franciscaea latifolia stammt aus Peru und Brasilien, wird aber in Indien in Gärten gerne gezogen. Die Farbenwandlung der Blüten ist eine sehr auffallende, denn sie sind zuerst blauviolett, werden aber nach und nach schneeweiß. Bei *Hibiscus mutabilis* schlug die Farbe von Weiß in Rot um, bei *Franciscaea* aber ist es umgekehrt, hier geht die Farbe von Blauviolett in Weiß über.

Als ich diese Beobachtungen machte, erinnerte ich mich, daß ich schon vor vielen Jahren in Wien fand, daß die Wurzeln von Maiskeimlingen, die in Nährlösung oder Brunnenwasser, dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, gezogen wurden, sich infolge von Anthozyanbildung sich rot färbten, jedoch nur so weit, als sie aus dem Wasser emporragten oder höchstens knapp darunter. Die tiefen, ins Wasser reichenden Teile blieben farblos. Die Ursache der Rotfärbung

war der freie Sauerstoff der Luft, nur da, wo dieser in genügender Menge vorhanden war, trat die Rotfärbung der Wurzeln ein.

In Erinnerung dieser Beobachtung an Maiswurzeln kam mir der Gedanke, daß vielleicht auch bei der Farbänderung der *Hibiscus*-Blüte und anderer Anthozyanführender Blüten der Sauerstoff eine Rolle spielen und die Rotfärbung unterbleiben dürfte, wenn sie nach ihrer Öffnung dem freien Sauerstoff entzogen würden. Ich machte daher am 19. März 1929 folgenden Versuch: Eine weiße Blüte von *Hibiscus* wurde der Länge nach halbiert. Die eine Hälfte wurde in einen mit Wasser gefüllten, 24 cm hohen Glaszylinder bis zum Grunde untergetaucht, so daß eine Wassersäule von 21 cm darüberlag. Es wurde sorgfältig darauf geachtet, daß der Blüte keine Luftblasen anhängen. Die andere Hälfte tauchte nur mit dem Blütenstiel an der Oberfläche in das Wasser. Bei dieser Anordnung war also die eine Hälfte der Blüte im Wasser tief untergetaucht, die andere aber dem Sauerstoff der Luft leicht zugänglich. Der Versuch begann um 7 Uhr morgens, die Temperatur war 25—29° C. Schon um 2 Uhr nachmittags war der Unterschied im Verhalten der beiden Blüten auffallend, noch auffallender um 5 Uhr nachmittags. Die Blütenhälfte an der Luft war tief karminrot, die untergetauchte hingegen war schneeweiß geblieben.

Als dieser Versuch mit dem Unterschiede wiederholt wurde, daß dem Wasser einige Kubikzentimeter

Wasserstoffsperoxyd zugesetzt wurden, war, da dieses freien Sauerstoff abspaltete, zu erwarten, daß sich auch die untergetauchte Blüte rot färben wird. Das war auch tatsächlich der Fall.

Die geschilderten Versuche zeigen, daß für die Entstehung des roten Farbstoffs oder Anthozyans der *Hibiscus mutabilis*-Blüten freier Sauerstoff unbedingt notwendig ist.

3. Die kurze Lebensdauer der einjährigen Pflanzen in den Tropen.

In Kalkutta werden in der Zeit von November bis April unsere einjährigen Gartenpflanzen mit Vorliebe in Gärten und Parks gezogen: *Phlox*, *Verbena*, Nelken, *Tropaeolum majus*, Rittersporn, Astern, Stiefmütterchen, Löwenmaul, *Cosmos*, *Gaillardia*, *Helianthus* u. a.

Es war mir aufgefallen, wie rasch der Lebenslauf vom Keimling bis zur Fruchtbildung sich in den Tropen abwickelt im Vergleich zur Lebensdauer derselben Pflanzen im gemäßigten Klima Mitteleuropas.

In Wien setzt man junge Pflänzchen von *Tropaeolum majus* Anfang Mai ins Freie, diese kommen im Juni und Juli zur Blüte, sie fruchten und setzen ihre Vegetation weiter fort, bis sie der erste Herbstfrost, wenn nicht schon früher, vernichtet. Ihr Lebenskreis spielt sich also in sechs Monaten ab. In Kalkutta ist das ganz anders. Hier setzt man die Keimlinge im Dezember aus, im Januar kommen sie schon zur Blüte, fruchten und im Februar beginnt das Laub schon zu vergilben

und abzusterben. Der Vegetationszyklus wickelt sich bei *Tropaeolum* in den Tropen etwa in $2\frac{1}{2}$ —3 Monaten ab, er dauert also etwa nur halb so lang als im gemäßigten Klima Mitteleuropas.

4. Piuri oder Indischgelb.

Einer der beliebtesten und verbreitetsten Obstbäume in Indien ist der Mangobaum, *Mangifera indica*. Seine Frucht zähle ich zu den köstlichsten Tropenfrüchten. Doch nicht von diesen will ich sprechen, sondern von dem merkwürdigen Verfahren, aus den Blättern dieses Baumes durch Vermittlung der Kühe einen sehr geschätzten Farbstoff, das Indischgelb oder Piuri, zu gewinnen. Er dient als Malerfarbe für Aquarelle und auch als Anstrichfarbe für Türen, Geländer und verschiedene andere Gegenstände. Sehr merkwürdig ist die Art und Weise, wie dieser Farbstoff gewonnen wird. Er wird hauptsächlich in dem Bezirke Monghyr aus dem Urin der Kühe dargestellt, die ausschließlich mit den Blättern des Mangobaumes gefüttert werden. Man gibt den Kühen gleichzeitig sehr wenig Wasser, und jeder Tropfen des Harns wird sorgfältig gesammelt und dann bis zum Sieden erhitzt. Infolge des Kochens wird der Urin mehr und mehr konzentrierter, und schließlich läßt er eine gelbe, erdige Masse zurück, die als Piuri in den Handel kommt.

Für die Gewinnung dieses gelben Farbstoffs werden gewöhnlich alte Kühe verwendet, die bereits aufgehört haben, Milch zu geben. Sie leben dann noch selten

mehr als zwei Jahre bei diesem einseitigen, unnatürlichen Futter.

Eine Kuh liefert durchschnittlich täglich 3—4 Liter Urin, woraus man etwa 56 g Piuri gewinnt.

Da die Kühe bei dieser Ernährung sichtlich leiden, wurde die Erzeugung von Piuri durch Vermittlung der Kühe behördlich verboten, und die Beschaffung dieses gelben Farbstoffs auf dem bisherigen Wege hat in Indien tatsächlich aufgehört. Der wesentliche Bestandteil des Piuri ist das Kalzium-, bzw. Magnesiumsalz der Euxanthinsäure, die durch Erhitzen mit Wasser in Euxanthon und eine Aldehyd-Alkoholsäure die Glykuronsäure zerfällt.

Wiechowski¹⁾ hat gezeigt, daß schon im Blatte des Mangobaumes eine Muttersubstanz — er nennt sie Mangin — vorhanden ist. Diese konnte aus den Blättern als ein gelblich kristallisierender Farbstoff vom Schmelzpunkt 273° und der Formel $C_{19}H_{18}O_{11}$ gewonnen werden.

Ich selbst konnte das Mangin mikrochemisch in den verschiedenen Organen des Baumes, im Blatt, Stamm, Blütenstand und in der Wurzel durch verschiedene Reaktionen nachweisen und den Ort des Vorkommens in den genannten Organen bestimmen.

¹⁾ Wiechowski W., „Über die Muttersubstanz des Indischgelb“, in: Archiv für exper. Pathologie und Pharmazie, Bd. 97.

5. Interessante Bäume.

In Indien begegnet man oft Bäumen, die sich durch eigentümliche Wurzeln, durch sogenannte Bretterwurzeln auszeichnen (Tafel III, Abb. 3). Bei gewissen tropischen Bäumen finden sich an den unteren Teilen des Stammes vorspringende Leisten, die nach unten in seitlich zusammengedrückte brettartige Wurzeln übergehen, höchst auffallende Bildungen, die zur ausgezeichneten Befestigung des Stammes im Boden dienen. Ich fand solche Bretterwurzeln bei *Bombax malabaricum*, *Casuarina equisetifolia*, *Ficus elastica*, *Shorea robusta* und *Sterculia*-Arten.

Ein höchst auffallender Baum, der im botanischen Garten von Kalkutta die Aufmerksamkeit jedes Pflanzenfreundes wachruft, ist ein *Ficus bengalensis*, dessen sämtliche Blätter in Tüten oder Aszidien umgewandelt sind, d. h. der basale Teil der Blattspreite ist nach rückwärts umgeschlagen und zu einer Art Becher verwachsen (Tafel II, Abb. 4). In diesen kann man einige Kubikzentimeter Wasser eingießen, ohne daß es abfließt. Der Baum ist etwa ein Stockwerk hoch und trägt fast nur Tütenblätter. Bei genauerer Betrachtung aber fand ich einen kleinen Ast, der die großen, normalen Blätter des *Ficus bengalensis* trug. Dies macht es wahrscheinlich, daß wir es in diesem Baume mit einer sprungartigen Variation, mit einer Mutation zu tun haben. Von diesem Standpunkte wäre es interessant, darüber Versuche anzustellen, ob sich die abnorme Form des Blattes auch durch Samen vererbt.

Die Bäume *Brownea hybrida*, *Amherstia arisa*, *Saraca indica* und *Cynometra polyandra* zeigen eine höchst auffallende Erscheinung, die der Direktor des botanischen Gartens in Buitenzorg, M. Treub, mit dem treffenden Ausdruck „Ausschütten des Laubes“ bezeichnet hat (Tafel III, Abb. 5). Bei *Brownea arisa* sieht man hier und da zwischen den grünen, vollends entwickelten Sprossen solche mit schlaff herabhängenden Blättern, die von weitem ganz bleich, bei näherer Betrachtung hell-schokoladenbraun mit grünen Flecken erscheinen. Es macht den Eindruck, als ob man ein welkes Blätterbüschel vor sich hätte, aber es handelt sich hier nicht um ein Welken, sondern um ein junges, noch plastisches Gewebe, das erst mit der Zeit seine endgültige feste Ausbildung erlangt.

6. Über das häufige Vorkommen von ombrophilen Pflanzen und Träufelspitzen in der Flora von Darjeeling.

Durch die Untersuchungen von Wiesner, Jungner und mir wurde gezeigt, daß die in regenreichen Gebieten wachsenden Pflanzen gewöhnlich durch leichte und schnelle Benetzbarkeit der Oberseite ihrer Blätter ausgezeichnet sind. Die Folge davon ist, daß die auf die Blätter auffallenden Regentropfen sich sehr rasch ausbreiten, von der Spitze ablaufen und das Blatt dadurch für die Transpiration rasch tauglich machen.

Um dieses Abrinnen des Wassers noch zu erleichtern und zu beschleunigen, enden viele Blätter

TAFEL I.



Abb. 1. Die indische Dattelpalme, *Phoenix silvestris*. Der Stamm zeigt die Wunde und darunter den Krug, in den der Saft hineintropft.



Abb. 2. *Phoenix silvestris*. Ein Mann besteigt den Stamm, um unter der tropfenden Wunde den Krug zu befestigen.

TAFEL II.



Abb. 4.

Ficus bengalensis, ein Baum, der anstatt normaler Blätter ausnahmsweise nur tütenartige, sogenannte Aszidien, trägt.



Abb. 5. *Brownea arisa* zeigt unten das „Ausschütten des Laubes“.

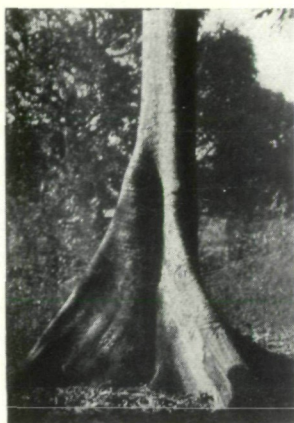


Abb. 3. *Bombax malabaricum*, Baum mit Bretterwurzeln.

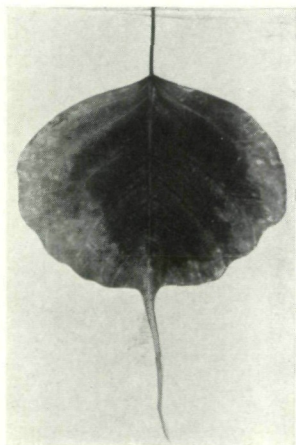


Abb. 6.
Ficus religiosa, Blatt mit „Träufelspitze“.

in eine auffallend lange Spitze, in die von Stahl genannte Träufelspitze (Tafel III, Abb. 6).

Darjeeling, eine 2000 m hochgelegene Stadt in der Nähe des Himalaja, und seine Umgebung ist durch häufige Regen, reichliche Nebelbildungen und ein ausgesprochen feuchtes Klima ausgezeichnet. Es war mir daher darum zu tun, nachzusehen, wie sich das Laub dem ausgiebigen Regen angepaßt hat und ob auch hier leichte Benetzbarkeit und Träufelspitzen anzutreffen sind.

Ich habe ein Hundert verschiedene Blütenpflanzen, die in den Wäldern von Darjeeling bis nach Nepal allenthalben anzutreffen sind, ganz wahllos, wie sie mir begegneten, auf ihre Benetzbarkeit geprüft, und es ergab sich, daß abgesehen von zwei Pflanzen, nämlich der *Iridee Montibretia* und dem *Hypericum Hookerianum*, alle oberseits leicht benetzbar waren. Die Untersuchung ergab also, daß 98% der Blätter der Blütenpflanzen in der Umgebung von Darjeeling sich oberseits durch leichte Benetzbarkeit auszeichnen.

Ich fand also für Darjeeling in einer Höhe von 2000 m dasselbe, was Stahl für das feucht-warme Tropenklima Javas feststellte, denn Nichtbenetzbarkeit gehört zu den Ausnahmen in dem erwähnten Tropenklima.

Dasselbe gilt auf Grund meiner eigenen Beobachtungen¹⁾ für die im Sommer feuchtwarmen Gebiete

¹⁾Molisch H., „Pflanzenbiologie in Japan“, Jena 1926, S. 192.

Japans, auch hier muß man lange suchen, bis man auf eine Ausnahme stößt. Wiesner hat darauf hingewiesen, daß die Pflanzen dem Regen gegenüber sich verschieden verhalten. Die einen erweisen sich als regenhold oder ombrophil, die andern als regenfeindlich oder ombrophob. Die ersteren ertragen lange künstlichen, andauernden Regen, während die letzteren solchem bald unterliegen. Hand in Hand mit der Ombrophilie geht nach dem genannten Forscher die leichte Benetzbarkeit des Laubes, ja beide stehen in ursächlichem Zusammenhange. Das ombrophile Laub verträgt die Aufnahme von Wasser von außen, das ombrophobe aber nicht, „es wehrt sich vielmehr in der Regel gegen eine solche Wasseraufnahme durch die Unbenetzbarkeit der Oberfläche“.

Das Laub der Waldpflanzen in Darjeeling trägt einen ausgesprochen ombrophilen Charakter an sich und zeichnet sich fast durchwegs durch leichte Benetzbarkeit der Blätter aus. Daß diese und Träufelspitzen häufig miteinander verbunden erscheinen, haben Stahl für das feuchtwarme Tropenklima und ich für Japan nachgewiesen. Es gilt dies auch in hohem Maße für die Waldflora von Darjeeling. Bei genauerer Beobachtung kann man hier leicht nachweisen, daß eine große Zahl phanerogamer Gewächse mehr oder minder deutliche Träufelspitzen besitzt, nicht wenige geradezu ideale.

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: 1930

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Biologische Forschungen in Indien. 87-102](#)