

# Das Tropenhaus des Botanischen Institutes der Universität Basel

## Erste Folge: Die Bäume

von C. Farron, Basel

Manuskript eingegangen am 15. Juni 1979

Die tropische Welt übt auf jedermann eine Faszination aus, hauptsächlich der Regenwald mit seinen riesigen Bäumen, Lianen und hübschen Epiphyten. Klimatisch ist diese Welt durch ihre Regelmässigkeit gekennzeichnet: hohe Niederschläge, hohe Luftfeuchtigkeit, ohne Wind in den unteren Vegetationsschichten.

Wenn man die Flora der Schweiz mit der irgendeines tropischen Landes vergleicht, ist Verschiedenes anders. Bei uns machen die Gehölze – ich denke nicht nur an Bäume – ungefähr einen Zehntel der Flora aus. Alle anderen Pflanzen sind Stauden und Kräuter. In einem Land mit tropischem Regenwald hingegen ist dieses Verhältnis umgekehrt: 80–90% der Arten sind Gehölze, ein schöner Bruchteil davon sind Baumriesen, und nur 10–20% der Arten sind Kräuter, Stauden und Epiphyten.

Wären die Begründer der Pflanzenklassifikation, z. B. LINNÉ oder JUSSIEU in den Tropen geboren anstatt in Europa, und hätten sie von dort aus ihre Systeme entwickelt, wäre das Bild des Pflanzensystems ganz anders, und vielleicht natürlicher als aus einem Gebiet der temperierten Breitengrade geworden.

Einem Menschen aus den Tropen, der nie in Europa war, würden die Bäume der temperierten Zone sonderbar auffallen: durch ihr begrenztes Wachstum, durch ihre sonderbaren Jahrringe, dadurch, dass sie während des Winters kein Laub tragen, und dass sie nur einmal im Jahr blühen können. Das alles gibt es im tropischen Regenwald nicht.

Diese Erscheinungen können im Tropenhaus auch in einem gewissen Ausmass beobachtet werden. Neben Bromeliaceen, Orchideen und Aronstabgewächsen finden sich dort auch Sträucher und Bäume. Diese erlauben uns, ein gewisses Bild des Regenwaldes zu erhalten. Das einzige, was man nicht nachahmen kann, ist die kürzere Tagesdauer im Sommer; im Winter können die Tage durch zusätzliche Lampen verlängert werden, die die Belichtung künstlich zu einem zwölfstündigen Tag ergänzen. Auch die Luft wird befeuchtet; sie wird besonders gereinigt durch eine Filtereinrichtung, so dass man sagen darf, man genieße in diesem Tropenhaus die beste Basler Luft. Man kann sich auch ein Bild der Tropen machen, ohne sich den lästigen Mücken, Ameisen, Spinnen und Schlangen auszusetzen. Die Schädlinge, wie «rote Spinne» usw., werden regelmässig ausgemerzt. Vielleicht wären für die Bestäubung der Blüten Ameisen am Platz, aber da praktisch immer nur ein Exemplar einer Pflanzenart vorhanden ist, ist eine Bestäubung durch andere Individuen der gleichen Art (Kreuzbestäubung) unmöglich.

Nun können wir im Tropenhaus (Abb. 1) einige Eigenschaften der tropischen Pflanzenwelt näher anschauen, anhand von ausgewählten Beispielen:



Abb. 1: Das Tropenhaus des Botanischen Institutes der Universität Basel.



Abb. 2: *Goethea strictiflora* Hook.

*Goethea strictiflora* Hook., ein Strauch der Malvengewächse, lebt praktisch ohne Verzweigung, mit einem Schopf endständiger Blätter. Abbildung 2 zeigt die eigentümliche Erscheinung der Stammblütigkeit (Cauliflorie), welche in den temperierten Gebieten sehr selten vorkommt (z. B. beim Judasbaum, (*Cercis siliquastrum* L., Fam. Caesalpiniaceae). Die Blüten oder Blütenstände entspringen direkt auf dem Stamm mit mehrjährigem Holz. Die dünne Borke erlaubt den Seitentrieben, sich später zu Blüten zu entfalten. Auch beim Kakaobaum (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) kann man dasselbe beobachten, die Kakaofrüchte entstehen aus sehr kleinen Blüten, die an gewissen Stellen des Stammes auswachsen.

Am Kakaobaum und an *Brownea coccinea* Jacq. (Mimosengewächse), die im Februar bis März purpurrote Blütenstände entfalten, kann man eine andere Erscheinung beobachten, das sogenannte Laubschütten. Der Laubwechsel entsteht nicht in einer bestimmten Jahreszeit, sondern ist durch interne, vererbte Mechanismen festgelegt. Ich zitiere BÜNNING (1956): «Bei manchen Arten wachsen die Blätter während der Entfaltung plötzlich sehr rasch; ihre Fläche vergrößert sich sprunghaft. Die Bildung der Festigungselemente, also namentlich der Adern im Blatt, hält hiermit nicht Schritt, ebenso wenig auch die Entstehung des Blattgrüns. So hängen die jungen Blätter, oft sogar ganze Triebe, schlaff und weisslich blass, bei manchen Arten auch vom roten Farbstoff (Anthozyan) gefärbt, aus den Ästen herunter; das Laub wird «ausgeschüttet» (Abb.3). Erst im Verlauf einiger Tage wird dann das System der Blattadern fertiggestellt und das Blattgrün gebildet.» Diese Einrichtung ist nur im immerfeuchten Klima möglich. In trockenem Klima wären die Blätter abgestorben.

Im allgemeinen findet man in den Tropen wenig stark eingeschnittene Blätter, die meisten sind ganzrandig, auch bei den gefiederten Blättern bleiben die Fiedern ganzrandig. Viele Blätter, wie die von einigen Feigenbaumarten, zeigen an ihren Spreiten eine Trüfelspitze, die zum Ablauf des Regenwassers beiträgt, z.B. *Ficus religiosa* L. (Abb. 4).

Die Tropenwelt bietet nicht nur grösseren Artenreichtum als temperierte Gebiete, sondern auch eine viel grössere Anzahl an Bauplänen (Architektur) von Bäumen. Wo der tropische Regenwald noch erhalten geblieben ist, scheint er uns wie ein Museum, das neben neuen Formen in der Evolution auch uralte beherbergt. Die «alten Meister» dieses Museums wären z. B. die Baumfarne, die sich schon in der Karbonzeit (vor etwa 300 Mio Jahren), und die Palmfarne, die sich schon in der Jurazeit (vor etwa 150 Mio Jahren) entwickelt hatten.

Als allgemeine Regel der Architektur dürfte gelten, dass die Bäume im tropischen Regenwald weniger verzweigt sind als diejenigen der gemässigten Gebiete. In den Tropen kann man die Gesetzmässigkeiten des Baumwachstums viel besser untersuchen. Zwar richtet sich das Studium nicht auf die Baumriesen, die einen komplizierten Bau zeigen, sondern auf die Jugendphasen der Bäume, die man in einer Baumschule oder in einem Gewächshaus jahrelang mitverfolgen kann. Damit lassen sich schematische Darstellungen über den Wachstumsmodus erarbeiten. Diese Forschungen sind von reisenden Botanikern in den Tropen sonderbarerweise wohl zu oft vernachlässigt worden. Erst in letzterer Zeit widmen sich Botaniker diesen Problemen, und ich möchte die Bücher von F. HALLÉ, R.A.A. OLDEMAN und P.B. TOMLINSON (H.O.T. abgekürzt) (1978) als Arbeitsbasis für die Beschreibung einiger Bäume des Tropenhauses benützen. Wir übernehmen von den Autoren den Begriff «Architektur», denn er erklärt besser als ein anderer Formbegriff, z. B. Struktur oder Lebensform, den vererbten Wachstumsmodus



Abb. 3: Laubschütten von *Brownea coccinea* JACQ.

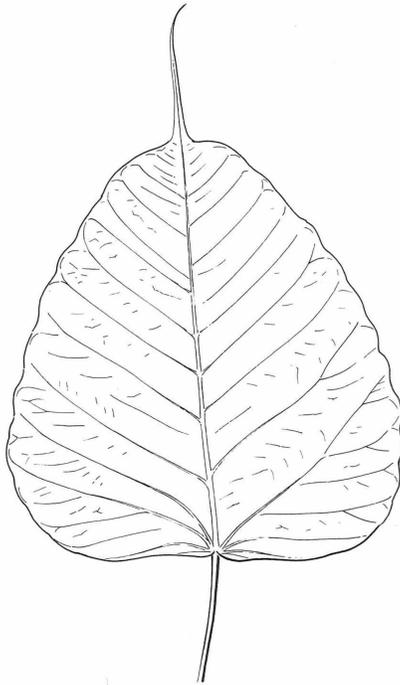


Abb. 4: *Ficus religiosa* L.

und Bauplan des Baumes. Die Architektur des Baumes ist das Ergebnis des Wachstums seiner ober- wie unterirdischen Vegetationspunkte. Die Beobachtungen stützen sich alle, direkt oder indirekt, auf diese Vegetationspunkte, ihre Struktur, den Rhythmus ihrer Tätigkeit und ihre Lebensdauer.

Die Ergebnisse werden in einem Schema dargestellt, das dem Begriff «architektonisches Modell» entspricht. Es zeigt sich immer, dass die Vorgänge nach einem präzisen, genetisch fixierten Programm ablaufen, bis zur totalen Entfaltung des Baumes, also bis er sexual reif ist.

Die Verzweigungen und die morphologischen Unterschiede der vegetativen Achsen sind die Bausteine, die uns erlauben, irgendeinen Baum in ein architektonisches Modell einzureihen. Diese Modelle, deren Namen modernen Botanikern gewidmet sind, werden in Kategorien zunehmender architektonischer Komplexität eingeteilt.

Man findet zunächst die zwei einfachen Modelle von HOLTUM (Abb. 5) und von CORNER (Abb. 6), die unverzweigte Bäume vertreten. Der Stamm ist niemals verzweigt. Das HOLTUM-Modell wäre das einer Palme, die einen endständigen Blütenstand hat, wie *Caryota urens* L., die im Tropenhaus 1978 blühte und fruchtete. Der Hauptstamm ist jetzt abgestorben. Diese Pflanze, wie auch *Echium* aus den Kanarischen Inseln, die Riesenlobelien aus den Bergen von Zentralafrika oder die Agaven, die überall kultiviert werden, heißen funktionell Hapaxanthe (einmal blühend, manchmal im Alter von 40 bis 100 Jahren). Diese Gewächse brauchen einen grossen Teil ihrer Biomasse zur Erzeugung von Samen. Bei *Corypha elata* Roxb. (Palme) sind es 15% des ganzen Trockengewichtes der Pflanze.

Das CORNER-Modell ist im Tropenhaus mit dem Melonenbaum (*Carica papaya* L.) vertreten. Er ist zwar kein Baum, sondern ein bis 5 m hohes Kraut mit einer Lebensdauer von kaum einem Jahr. Er ist gekennzeichnet durch den unverzweigten «Stamm» mit seitlichen Blütentrieben. Der Baumfarn *Cyathea australis* (R. Br.) Domin wäre ein weiteres Beispiel. Der weibliche Palmfarn *Cycas circinalis* L. folgt auch diesem CORNER-Modell, während die männliche *Cycas* (Abb. 7) dem CHAMBERLAIN-Modell angehört. Dieser Palmfarn ist charakterisiert durch einen endständigen Zapfen, der nach der Reife abfällt und durch einen Seitentrieb überholt wird. Das 3 bis 4 m hohe tropische Unkraut *Leea guineensis* G. Don zeigt die gleichen Merkmale und gehört ebenso zum CHAMBERLAIN-Modell (Abb. 8).

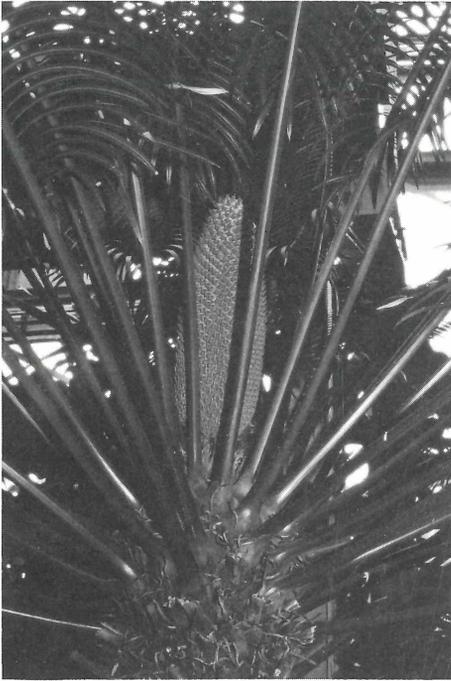


Abb. 7: *Cycas circinalis* L. ♂

Bananen- (*Musa*-) Arten gehören zum TOMLINSON-Modell (Abb. 9), das durch Stockausschläge gekennzeichnet ist. Jeder Ausschlag blüht nur einmal, aber er wird fortlaufend durch neue Schösslinge ersetzt. Die Dattelpalme gehört auch zu diesem Modell.

Als Verteter der verzweigten Palmen muss zuerst die Dumpalme *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. erwähnt werden, obwohl sie nicht in unserem Tropenhaus wächst. Man trifft sie in Ägypten und im Sahel-Gürtel. Sie gehört zum seltenen SCHOUTE-Modell, das uns ein rein dichotomisches Wachstum zeigt (Abb. 10).

Der Frangipani-Baum (*Plumeria alba* L., Apocynaceae, Hundsgiftgewächse), gerade am Eingang des Tropenhauses, gehört zum LEEUWENBERG-Modell. Es ist ein dreidimensionales Sympodium von orthotropen Achsen (Abb. 11 und 12). Der Drachbaum der Kanarischen Inseln entspricht ebenfalls diesem Modell.

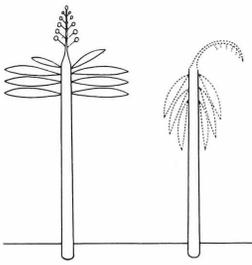


Abb. 5

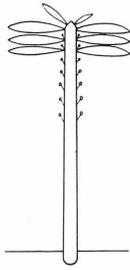


Abb. 6



Abb. 8

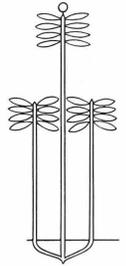


Abb. 9

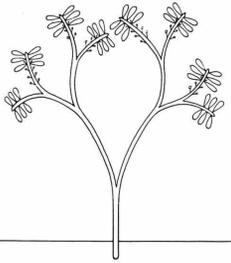


Abb. 10

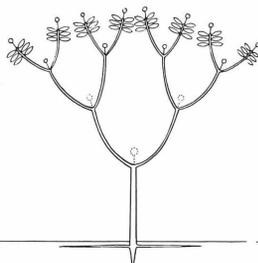


Abb. 11



Abb. 13

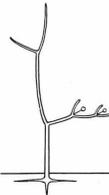


Abb. 14

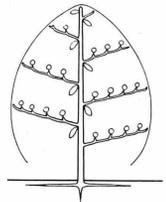


Abb. 16

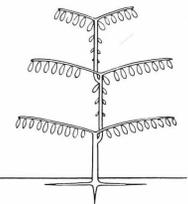


Abb. 17

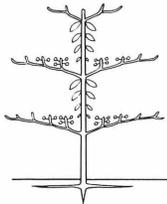


Abb. 19

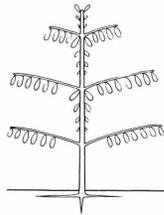


Abb. 20

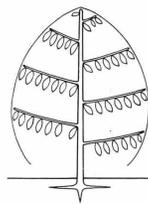


Abb. 21

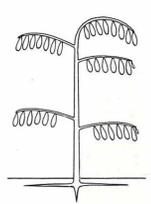


Abb. 22

Abbildungen nach Hallé et al. (1978), Springer Verlag.

Es sei erwähnt, dass diese theoretischen Vorstellungen auch an Kräutern, Schlingern und fossilen Pflanzen angewandt werden können, z. B. das McCLURE-Modell, mit basitonischer Verzweigung. Dazu gehören einerseits die Bambusarten und andererseits *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc., ein bei uns in den Niederungen verbreiteter adventiver Knöterich (Abb. 13).

Die bis jetzt erwähnten Modelle sind alle unverzweigt oder ihre Verzweigungen sind senkrecht nach oben (orthotrop) gerichtet. Alle Teile, die mit einer Blüte oder einem Blütenstand enden, sind sogenannte Artikel, d. h. Stammteile, die sexual reif sind und Blüten bilden.



Abb. 12: *Plumeria alba* L.



Abb. 15: *Hura crepitans* L.

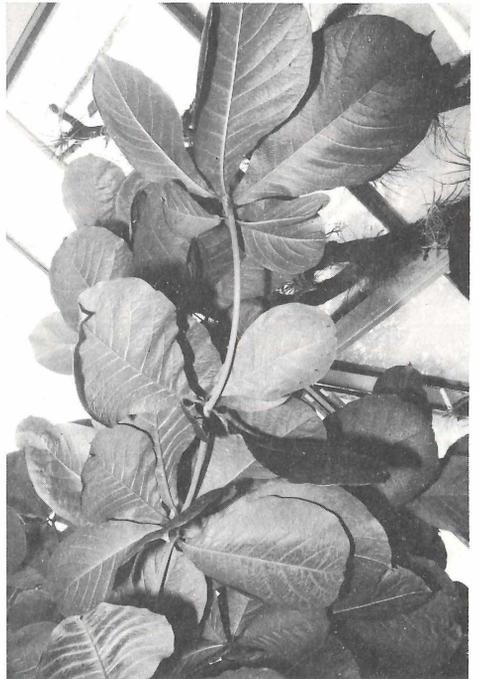


Abb. 18: *Terminalia catappa* L.

Was geschieht nun mit Bäumen, die eine kompliziertere Verzweigung haben? Da gibt es spezialisierte Pflanzenteile, die senkrecht (orthotrop) oder waagrecht (plagiotrop) wachsen. Schliesslich, und das entspricht den Verhältnissen unseres gemässigten Klimas, haben wir Pflanzenteile gemischter Natur, die unten orthotrop, oben aber plagiotrop sind. Diese Komplexität entspricht theoretisch einer Fülle von architektonischen Modellen, aber in Wirklichkeit sind es nur siebzehn Modelle; zwölf davon sind in unserem Tropenhaus vertreten. H.O.T. (1978), aber hauptsächlich H.O. (1970) haben wirklich in der Formenfülle der tropischen Baumwelt einen Leitfaden gefunden, der uns ebenso wichtig für die Pflanzenmorphologie scheint, wie etwa das Mendeleejev-System der Elemente für die Chemie.

Bei *Hura crepitans* L. (sand box tree, Wolfsmilchgewächs) (Abb. 14), einem Vertreter des KORIBA-Modells, kann man beobachten, wie sie im Gegensatz zum LEEUWENBERG-Modell (alle Artikel gleichwertig) zuerst gleichwertige Artikel erzeugt und dann später einer davon überragt und zum Stamm wird (Abb. 15). Trotz konsequentem Stutzen im Tropenhaus lässt sich an diesem Baum diese Erscheinung in vermindertem Mass noch beobachten.

*Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae) vertritt wie die Baumwolle das PETIT-Modell, bei dem ein Monopodium kontinuierlich wächst. Die Äste sind plagiotrop und tragen Blüten und Früchte (Abb. 16).

Der Kakaobaum (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) zeigt, dass der Stamm ein Sympodium orthotropischer Achsen ist und dass die Äste endständig sind (Abb. 17). Er scheint wie natürlich gestutzt. Das ist das relativ selten vorkommende NOZERAN-Modell.

Das AUBRÉVILLE-Modell, vertreten mit *Terminalia catappa* L. (Combretaceae, Langfadengewächse), hat plagiotrope Äste durch Apposition. Der Stamm ist monopodial mit rhythmischem Wachstum. Die Blattschöpfe sind hier sehr charakteristisch, jeder ist das Ende eines Artikels. Linné hat deswegen im Jahre 1759 diese Gattung *Terminalia* genannt (Bild von unten) (Abb. 18). Er wird auch Pagodenbaum genannt. Unsere Art ist oft an tropischen Stränden anzutreffen, wo sie sich über das Meer hinweg dank ihren mandelartigen Früchten verbreitet. Sie wird auch in den Tropen als Alleebaum geschätzt. Die Bombacacee *Pachira insignis* (L. f.) Savigny gehört auch zu diesem AUBRÉVILLE-Modell (Abb. 19).

Unsere Weisstanne, *Abies alba* Miller, gehört zum MASSART-Modell. Gegenüber dem AUBRÉVILLE-Modell hat sie plagiotrope Äste, aber nicht durch Apposition: Das rhythmische Wachstum des Stammes wird bei uns durch die Jahreszeiten bedingt, in den Tropen durch interne Faktoren (Abb. 20).

Das ROUX-Modell (z.B. der Kaffeebaum) (Abb. 21) ist durch kontinuierliches Wachstum des orthotropischen, monopodialen Stammes und der langlebigen Äste gekennzeichnet. *Gnetum gnemon* L. gehört auch zu diesem Modell, das in den Tropen weit verbreitet ist.

Das TROLL-Modell ist am häufigsten vertreten, in den Tropen sowie auch in unseren Breitengraden. Im Tropenhaus sind es *Annona muricata* L., Sauersack (Annonaceae), *Averrhoa carambola* L. (Karambolabaum, Oxalidaceae, Sauerkleegewächse) und *Delonix regia* (Bol. ex Hook.) Raf. (Flamboyant, Hülsenfrüchtler). Bei uns gehören die Buche (*Fagus sylvatica* L.) und die Linden (*Tilia*) zum TROLL-Modell: Durch seine Achsen gemischter Natur (zuerst plagiotrop, dann orthotrop) ist es gekennzeichnet (Abb. 22).

So hätten wir den Rundgang im Tropenhaus beendet und gleichzeitig versucht, dem Leser das Auge für die Vielgestaltigkeit des Baumwachstums zu öffnen.

### **Dank**

Ich danke Frau S. Bousani herzlichst für die Herstellung der Zeichnungen, Herrn Dr. U. Kienzle für die Überprüfung des deutschen Textes und dem Springer-Verlag für die Genehmigung der Übernahme einiger Abbildungen.

### **Summary**

The present article is a review of the book by HALLÉ, OLDEMAN and TOMLINSON, the first part of which concerns the tree forms in their structural characters, and an attempt to describe and enumerate what can be shown in a tropical glass house in temperate climate, finally we compare tropical and temperate trees.

### **Literatur**

- 1956 BÜNNING, E.: Der tropische Regenwald. Springer-Verlag, Berlin.  
1970 HALLÉ, F. et OLDEMAN, R.A.A.(H.O.): Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson, Paris.  
1978 HALLÉ, F., OLDEMAN, R.A.A., and TOMLINSON P.B. (H.O.T.): Tropical Trees and Forests, an Architectural Analysis. Springer-Verlag, Berlin.

#### *Adresse des Autors:*

Dr. Claude Farron, Kustos des Basler Botanischen Instituts der Universität, Schönbeinstrasse 6, CH-4056 Basel.