

“Alles unter einem Dach”

Tropen- Schaugewächshaus



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Botanischer Garten der Universität Freiburg
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg
Tel.: 0761 2032872
Fax.: 0761 2032880
www.botanischer-garten.uni-freiburg.de

Öffnungszeiten:

Freiland	Täglich	08:00 bis 18:00 Uhr
Gewächshäuser	Montag bis Donnerstag Sonn- und Feiertag	12:00 bis 16:00 Uhr 14:00 bis 16:00 Uhr (Letzter Einlass jeweils 15:45 Uhr)

Inhalt

Im Tropenhaus vertretene Regionen	4
Klimatische Bedingungen in den Herkunftsgebieten	5
Tropische Regenwälder	6
Urwaldriesen	7
Bäume der mittleren Höhengschicht	8
Kleine nur wenige Meter hohe Bäume	9
Unterwuchs	10
Waldlichtungen	13
Laubbildung	16
Vogel- und Fledermausbestäubung	17
Lianen, Epiphyten und Würger	20
Ökosystem des Regenwalds	26

Vertretene Regionen

Im Tropenhaus wachsen bei einer Minimaltemperatur von 20 bis 25 °C und einer relativen Luftfeuchte von ca. 70 % Pflanzen aus den äquatorialen immerfeuchten, gleichwarmen Klimazonen

- des Amazonas/Orinoko-Beckens,
- des Kongos,
- Kameruns und
- Gabuns,
- sowie des indo-malaysischen Tieflandes.



Blick ins Mittelbeet des
Tropen-Schaugewächshauses

Klimatische Bedingungen in den Herkunftsgebieten

Als Tropen bezeichnet man die äquatoriale Zone zwischen den Wendekreisen der Sonne (zwischen $23,5^\circ$ nördlicher und südlicher Breite). Hier steht die Sonne das ganze Jahr über fast im Zenit und zweimal im Jahr sogar genau im Zenit, wodurch die Sonneneinstrahlung ganzjährig sehr hoch ist. Als **eigentliche Tropen** wird der schmalere Gürtel zwischen dem 10. nördlichen und südlichen Breitengrad definiert. Dieses Gebiet ist von einer großen Gleichmäßigkeit der klimatischen Bedingungen im Jahresverlauf geprägt. Die Temperaturen liegen hier das ganze Jahr über zwischen 25 bis 28°C . Die jährliche Niederschlagsmenge ist hoch (2.000 - 5.000 mm, max. 10.000 mm) und fällt nahezu gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt. Auch die Tageslängen ändern sich kaum im Jahresverlauf. Zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang vergehen ca. 12 Stunden. Da die täglichen Schwankungen der mittleren Temperatur größer sind als die jährlichen Schwankungen spricht man von einem Tageszeitenklima (im Gegensatz zum Jahreszeitenklima in den gemäßigten Breiten).

Zur Regenzeit regnet es in den eigentlichen Tropen fast täglich am Nachmittag oder frühen Abend. Dieses Phänomen wird Zenitalregen genannt und entsteht durch die enorme Sonneneinstrahlung in den Mittagsstunden, wenn die Sonne im oder fast im Zenit steht. Zu dieser Zeit bilden sich täglich Quellwolken, die dann kilometerhoch aufsteigen. Hierbei kühlen sie sich dann ab und regnen dann gegen Nachmittag wieder ab, wobei es häufig auch zu starken Gewittern kommt. Durch die großen Niederschlagsmengen und die starke Verdunstung entsteht zudem eine sehr hohe relative Luftfeuchte von 95 - 100% . Im Vergleich dazu die Werte von Freiburg: Jahresdurchschnittstemperatur $+10,4^\circ\text{C}$, jährliche Niederschlagsmenge ca. 930 mm, relative Luftfeuchte 40 - 70% .

In den tropischen Randzonen zwischen dem 10. und 23. nördlichen bzw. südlichen Breitengrad zeigen die Tagesdurchschnittstemperaturen dagegen schon merkliche Schwankungen im Jahresverlauf (zwischen 20 und 28°C). In diesen Gebieten sind die Niederschläge auf eine Sommerregenzeit konzentriert (über 2000 mm pro Jahr). Allerdings fällt

hier selbst in der Trockenzeit monatlich immer noch mehr Regen als im regenreichsten Monat in Deutschland.



Im Tropen-Schaugewächshaus werden alle Pflanzen täglich mit Wasser besprüht.

Tropische Regenwälder

Die tropischen Regenwälder haben sich in den Gebieten entwickelt, in denen es mindestens 9,5 niederschlagsreiche Monate pro Jahr gibt. Sie zeichnen sich durch eine außerordentliche Artenvielfalt aus. Dabei sind in der alten und neuen Welt durch Konvergenz sehr ähnliche Waldstrukturen entstanden, die sich erheblich von der Struktur unserer heimischen Wälder unterscheiden. So finden sich in den tropischen Regenwäldern häufig über 100 verschiedene Baumarten pro Hektar. In den natürlichen (bzw. naturnah bewirtschafteten) Wäldern Europas kommen nur ca. 10 verschiedene Baumarten pro Hektar vor. Dabei

werden in den tropischen Regenwäldern auch heute noch jährlich neue Baumarten entdeckt, die zuvor noch niemand beschrieben hat.

Hinsichtlich der Waldstruktur gibt es ebenfalls große Unterschiede. Im Vergleich zu den heimischen Wäldern, die sich aus lediglich einer Baumschicht, einer Strauchschicht und einer Krautschicht zusammensetzen, sind die tropischen Regenwälder mit mindestens drei verschiedenen Baumschichten, die zum Teil ineinander übergehen, viel komplexer strukturiert. Auch die Vielfalt der Wuchsformen ist in den Regenwäldern mit einer Fülle von verschiedenen Aufsitzer- und Kletterpflanzen viel höher als in den Wäldern der gemäßigten Zonen.

Urwaldriesen

Mit 50-80 m Höhe überragen einzelne Urwaldriesen das geschlossene Laubdach. Ihre Verzweigung beginnt erst oberhalb der Krone der übrigen Bäume. Beispiele im Tropen-Schaugewächshaus sind der Kanonenkugelbaum (*Couroupi-ta guianensis*), der seinen Namen wegen seiner hartschaligen bis zu 20 cm großen runden Früchte trägt und der als Holzlieferant wichtige Mahagonibaum (*Swietenia mahagoni*), der am Naturstandort im Regenwald mächtige, meterhohe Brettwurzeln ausbildet. Diese für viele Bäume des tropischen Regenwaldes typischen oberirdischen Wurzelstrukturen dienen der besseren Verankerung der riesigen Bäume und verbessern die Sauerstoffaufnahme, die im feuchten, kaum durchlüfteten Urwaldboden oft problematisch für die Bäume ist.



Die Dimensionen der Urwaldriesen können im Tropen-Schaugewächshaus nur erahnt werden und zeigen sich nur in den realen tropischen Regenwäldern wie hier in Französisch-Guyana.

Bäume der mittleren Höhengschicht

Die Bäume der mittleren Höhengschicht haben meist eine Höhe von 20-30 m und bilden ein dichtes, geschlossenes Laubdach (aus dem die einzelnen Urwaldriesen herausragen). Hier ist die Artenvielfalt am größten. Zu dieser Baumkategorie gehören im Tropen-Schaugewächshaus verschiedene Feigenarten (Gattung *Ficus*), wie zum Beispiel die als Zimmerpflanze beliebte Birkenfeige (*Ficus benjamina*). Die Blätter der tropischen Feigenarten laufen häufig in eine sogenannte Träufelspitze aus, die das Abfließen des Regenwassers von der Blattfläche erleichtert und dadurch das Wachstum von Algen oder Moosen auf den Blättern verringert. Im Tropen-Schaugewächshaus ist dies besonders gut bei den Blättern der Pappel-Feige (*Ficus religiosa*) zu sehen. Bei dieser Art ist die Träufelspitze sogar wie eine Regenrinne gekielt. Die Pappel-Feige wird übrigens auch als „Bodhibaum“ in der buddhistischen Kunst als Symbol für Buddha verwendet.



Blatt einer Pappel-Feige (*Ficus religiosa*) mit gekielter Träufelspitze

Auf den ersten Blick mag es paradox erscheinen, dass die Blätter der tropischen Feigenarten (und vieler anderen für die mittlere Baumschicht typischen Baumarten) als Regenwaldbäume Anpassungen an Trockenheit zeigen. So sind sie z.B. häufig von einer dicken verdunstungsvermindernden Wachsschicht überzogen. Das liegt daran, dass die direkt besonnten Blätter der Urwaldriesen und der Bäume der mittleren Baumschicht während der Mittagszeit einer extremen Sonneneinstrahlung ausgesetzt und dadurch trotz der täglichen Regenfälle vorübergehend von Trockenheit bedroht sind.

Weitere zu dieser mittleren Schicht gehörende Bäume im Tropen-Schaugewächshaus sind der Brasilianische Kautschukbaum (*Hevea*

brasiliensis)¹, der als Kautschuklieferant genutzt wird, und der Leberwurstbaum (*Kigelia africana*), dessen Name sich von seinen an langen Stielen hängenden wurstförmigen Früchten ableitet.

Kleine nur wenige Meter hohe Bäume

Die untere Baumschicht wird von kleinen, nur wenige Meter hohen Bäumen gebildet. Diese wachsen unter ganz anderen Bedingungen als die Bäume der oberen Schichten. Hier kommt viel weniger Sonnenlicht an und es herrscht eine konstante und hohe relative Luftfeuchte von 97-100 %. Typische Pflanzen dieser Baumschicht im Tropen-Schaugewächshaus sind die 1-2 m hohe *Clavija macrophylla*, einige Palmen- und Schraubenspalmenarten (Gattung *Pandanus*) sowie *Goethea cauliflora* und der Kakaobaum (*Theobroma cacao*)¹. Die beiden letztgenannten Arten sind auch Beispiele für Stammlütigkeit (Kauliflorie, siehe auch Seite 18/19).



Clavija macrophylla gehört zu den kleinen Bäumen der untersten Baumschicht.

¹ Siehe auch Infobroschüre „Nutzpflanzen im Botanischen Garten Teil 2: Schaugewächshäuser“

Unterwuchs

Die Fülle der Pflanzen in den verschiedenen Baumschichten der immergrünen tropischen Regenwälder absorbiert über 98 % des einstrahlten Sonnenlichts. Am Boden kommt nur ein Bruchteil davon an, sodass die krautigen Pflanzen im Unterwuchs mit viel weniger Licht auskommen müssen als die Pflanzen der Krautschicht unserer heimischen Wälder. Hinzu kommt, dass es keine Jahreszeit gibt, in der alle Bäume gleichzeitig ihr Laub abwerfen. In den Wäldern gemäßigter Breiten können verschiedene krautige Arten die Zeit zu Beginn des Frühjahres, in der die Laubbäume noch kahl sind, für Wachstum und Blüte nutzen. Diese Frühjahrsblüher besitzen Zwiebeln oder Knollen, die in der kurzen Zeit, in der vor dem Laubaustrieb der Bäume noch genügend Licht auf den Waldboden gelangt, über die Photosynthese mit Nährstoffen "gefüllt" werden. Wenn es nach dem Laubaustrieb am Boden wieder dunkler wird, ziehen die Frühjahrsblüher ihre Blätter wieder ein und überdauern als Zwiebel (zum Beispiel Bärlauch) oder Knolle (zum Beispiel Aronstab) bis zum nächsten Frühjahr im Boden. In den immergrünen tropischen Regenwäldern dagegen herrscht am Waldboden ganzjährig tiefer Schatten. Daher kann man an den Blättern der im Unterwuchs der tropischen Regenwälder lebenden Pflanzen eine Reihe von Anpassungen an das Leben im Schatten beobachten. Viel Arten bilden z.B. besonders große Blätter. Hintergrund ist, dass eine bestimmte Blattform und -größe immer einen Kompromiss zwischen optimaler Wassereinsparung und Photosynthese darstellt. Kleine Blätter verdunsten weniger Wasser als große Blätter, fangen aber auch weniger Sonnenlicht ein. Am Boden der Regenwälder sind die Wasserverfügbarkeit im Boden und die Luftfeuchte meist gleichbleibend sehr hoch, sodass die Ausbildung besonders großer zarter Blätter hier nicht zu Wasserstress führt, aber die Nutzung von möglichst viel des raren Sonnenlichts ermöglicht.

Bei vielen Arten erscheinen die Blätter zudem in einem auffällig kräftigen und dunklen Grün. Dies ist auf ein besonders dicht gepacktes Blattgrün (Chlorophyll) zurückzuführen und stellt eine weitere Anpassung an den Lichtmangel dar. Bei manchen Arten im Unterwuchs der Regenwälder fallen außerdem Blätter mit hellen Streifen oder Flecken auf („Variegation“). Diese Muster, die man auch als gezielt gezüchtete „Panaschierung“ bei vielen Zierpflanzen findet, treten hier natürlich auf.

Ihre genaue Funktion wird noch diskutiert. Möglicherweise machen die Streifen oder Flecken die Blätter für die meist farbenblinden blattfressenden Wirbeltiere der Regenwälder weniger gut sichtbar, da die Blattform durch die Muster optisch „aufgelöst“ wird. Zudem könnten sie eine Optimierung der Photosynthese bewirken, indem sie Lichtenergie mit anderen Wellenlängen als das Blattgrün (Chlorophyll) absorbieren und dann an das Photosynthese-System weiterleiten. Die kräftigen dunklen Farben, die Musterungen und Größe der Blätter und ihr geringer Lichtbedarf machen viele dieser Arten zu beliebten Zimmerpflanzen. Beispiele im Tropen-Schaugewächshaus sind die Begonien (Gattung *Begonia*), Kanonierblumen (Gattung *Pilea*), Flamingoblumen (Gattung *Anthurium*) und Dieffenbachien (Gattung *Dieffenbachia*).



Die krautigen Pflanzen im Unterwuchs der Regenwälder zeigen viele Anpassungen an ein Leben im Schatten. Ihre Blätter sind oft besonders groß, dunkelgrün und mit Streifen oder Flecken gemustert.

Oben (von links): *Alocasia sandieriana*, *Anthurium crystallinum*, *Calathea roseopicta*
 Unten (von links): *Begonia masoniana*, *Calathea lancifolia*, *Caladium bicolor*

An feuchten, halbschattigen Standorten im Unterwuchs der tropischen Wälder der Alten Welt wachsen auch verschiedene *Amorphophallus*-Arten, die zur Familie der Aronstabgewächse (Araceae) gehören. Allen Arten ist gemeinsam, dass sie sich während einer Ruhephase in eine unterirdische Knolle zurückziehen. Aus dieser treibt dann ein einzelnes Blatt aus, das aus einem langen Stiel und einer großen häufig geteilten Blattspreite besteht und dadurch wie ein „Bäumchen“ wirkt. Der Blattstiel ist mit Flecken besetzt, die je nach Art unterschiedlich gefärbt und geformt sind. Man nimmt an, dass diese Flecken den Flechtenbewuchs auf Baumstämmen nachahmen, weshalb Tiere den Blattstiel für ein holziges Stämmchen halten und einen Bogen darum machen.

Je nach Art bildet sich während oder nach der Blattentwicklung ein imposanter Blütenstand, der von einem trichterförmigen Hochblatt umgeben ist und einen starken Aasgeruch ausströmt, von dem Aaskäfer angelockt werden. Die Insekten werden von der Pflanze getäuscht – sie halten den Blütenstand für Aas und legen ihre Eier in ihm ab. Dabei bestäuben sie die darin verborgenen Blüten. Die Larven finden nach dem Schlüpfen jedoch kein Futter vor und verhungern. Bei der berühmten Titanwurz (*Amorphophallus titanum*) kann der Blütenstand bis über 3 m hoch werden. Sollten Sie einmal beim Betreten des Tropen-Schaugewächshauses einen unangenehmen Aasgeruch feststellen haben Sie wohl das Glück, den Zeitpunkt der seltenen Blüte einer *Amorphophallus*-Art erwischt zu haben...

Je nach Jahreszeit sind im Tropen-Schaugewächshaus folgende *Amorphophallus*-Arten in Kübeln ausgestellt:

Amorphophallus titanum, Heimat: Sumatra

Amorphophallus myosuroides, Heimat: Laos

Amorphophallus albus, Heimat: China

Amorphophallus bulbifer, Heimat: Nordostindien

Amorphophallus konjac, Heimat: Südostasien

Amorphophallus paeoniifolius, Heimat: Südostasien und tropische Pazifische Inseln

Einige Arten dienen auch als Nahrungslieferanten. Aus den Knollen von *Amorphophallus konjac* (Teufelszunge, Konjakwurzel) werden z.B. in Japan Nudeln („Shirataki“ oder „Konjak Nudeln“) hergestellt. Die Knollen von *Amorphophallus paeoniifolius* („Elefantenkartoffel“) werden dagegen meist zu Püree verarbeitet.



Je nach Jahreszeit sind im Tropen-Schaugewächshaus verschiedene *Amorphophallus*-Arten ausgestellt. Links: Wie ein Bäumchen wirkendes Blatt von *Amorphophallus bulbifer* mit geflecktem Blattstiel, Rechts: in ein Hochblatt eingehüllter, Aasfliegen anlockender Blütenstand von *Amorphophallus rivieri*.

Waldlichtungen

Lichtbedürftige Arten besiedeln vor allem die Waldränder und -lichtungen. Diese Lichtungen entstehen, wenn Bäume aufgrund von Krankheiten oder Alter zusammenbrechen und sind mosaikartig über den Regenwald verteilt. Sie spielen eine wichtige Rolle in der Dynamik der tropischen Regenwälder, da hier ganz andere Arten wachsen als im dunklen Unterwuchs. Dazu gehören z.B. verschiedene Bananenarten (Gattung *Musa*). Manche Arten können bis zu 7 m hoch werden, obwohl sie über keinen verholzten Stamm verfügen. Stattdessen bilden sie „Scheinstämme“ aus, die aus ineinander geschachtelten Blattscheiden bestehen. Bananen stammen ursprünglich aus Ostasien und werden

heute in den ganzen Tropen kultiviert (z.B. verschiedene Obstbananen oder die Textilbanane *Musa textilis*)².

Weitere Beispiele für lichtliebende Arten der Waldlichtungen im Tropen-Schaugewächshaus sind der Riesenbambus (*Dendrocalamus giganteus*) aus Burma, verschiedene Palmenarten (z.B. Ölpalme, *Elaeis guineensis* oder die kletternde Palmenart *Desmoncus orthacanthos*) sowie Schraubenpalmenarten (*Pandanus utilis*, *Pandanus pygmaeus* und *Pandanus tectorius*).



Der Riesenbambus (*Dendrocalamus giganteus*) (oben links), die Fischschwanzpalme (*Caryota mitis*, oben rechts mit Früchten) und die Schraubenpalme (*Pandanus utilis*, unten rechts) besiedeln gestörte Stellen im Wald, an denen mehr Licht bis zum Boden dringt als im geschlossenen Wald.



² Siehe auch Infobroschüre „Nutzpflanzen im Botanischen Garten Teil 2: Schaugewächshäuser



Auch viele Bananenarten sind typische Lichtungsbesiedler.

Oben links: Blüten und Früchte einer Wildform der Banane (*Musa acuminata*). Oben rechts: Blütenstand der Paradiesbanane (*Musa x paradisiaca*), von der die meisten nach Europa exportierten Bananensorten stammen.

Unten links: Blüten und Früchte der Textilbanane (*Musa textilis*), die hauptsächlich als Lieferant für Blattfasern („Manilahanf“) genutzt wird.

Laubbildung

Weil in den immerfeuchten Tropen während des ganzen Jahres ein sehr gleichmäßiges Klima herrscht, kommt es nicht wie in unseren Breiten zu einem durch Temperatur und Tageslänge synchronisierten Laubabwurf zu einer bestimmten Jahreszeit. Der Laubabwurf und die Lauberneuerung der verschiedenen Baumarten und einzelner Bäume derselben Art erfolgen über das ganze Jahr verteilt. Sogar innerhalb eines einzelnen Baumes finden sich oft gleichzeitig belaubte und kahle Abschnitte. Da der Holzzuwachs durch den Belaubungszustand reguliert wird, kommt es auch nicht zur Ausbildung von Jahrringen im Holz. Stattdessen entstehen entsprechend der Knospenentfaltung der einzelnen Baumteile unregelmäßige Zuwachszonen im Holz. Durch das Fehlen von Jahrringen ist es daher äußerst schwierig, das Alter eines tropischen Baumes zu bestimmen.

Eine weitere Besonderheit tropischer Bäume ist die Laubschüttung. Sie entsteht, wenn das Blattwachstum während der Knospenentfaltung so schnell voranschreitet, dass die Versorgung mit Festigungselementen (=Blattadern) und Blattgrün (=Chlorophyll) nicht zeitgleich erfolgen kann. Das so entstehende Schüttellaub ist deshalb weißlich-rotgefärbt und hängt schlaff herab. Erst einige Tage später ergrünen die jungen Blätter und festigen sich. Laubschüttung stellt möglicherweise einen Schutz der empfindlichen jungen Blätter vor mechanischer Belastung durch die starken tropischen Regenschauer dar. Zudem wird eine Wirkung als Fraßschutz diskutiert, da die schlaffen hellen Blätter auf blattfressende Tiere möglicherweise unattraktiv wirken. Schüttellaub kann im Tropen-Schau-gewächshaus häufig beim Kakaobaum (*Theobroma cacao*) und bei der Birkenfeige (*Ficus benjamina*) beobachtet werden.



Laubschüttung beim
Kakaobaum
(*Theobroma cacao*)

Vogel- und Fledermausbestäubung

Aufgrund der im Jahresverlauf nahezu konstanten klimatischen Bedingungen blühen viele tropische Pflanzenarten über das ganze Jahr verteilt. Daher kommen als Bestäuber auch Vögel oder Fledermäuse in Frage, die das ganze Jahr hindurch Nahrung benötigen und nicht nur einige Monate, wie unsere Insekten. Den meisten der Blüten kann man ansehen, von welcher Tiergruppe sie bestäubt werden. Da der Geruchssinn bei den meisten Vögeln nur wenig ausgebildet ist, duften Vogelblüten nicht. Sie locken ihre Bestäuber mit roter Farbe an und produzieren große Nektarmengen. Im tropischen Amerika werden die Blüten vor allem von Kolibris bestäubt, die mit ihrem typischen und einzigartigen Schwirflugh „auf der Stelle“ fliegend Blütennektar trinken können. Das „Gegenstück“ zu den Kolibris in den Tropen der Alten Welt sind (unter anderem) die Nektarvögel (= Honigsauger“). Diese benötigen allerdings eine Sitzgelegenheit, um an den Nektar der Blüten zu gelangen. Schauen Sie doch einmal nach roten Blüten im Tropenschaugewächshaus, und überlegen Sie, ob sie wohl von in der Luft schwirrenden Kolibris oder sich hinsetzenden Nektarvögeln bestäubt werden. Beispiele für vogelbestäubte Blüten sind u.a. der Baum der Reisenden (*Ravenala madagascariensis*), verschiedene *Heliconia*-Arten und einige Passionsblumen (*Passiflora* sp.). Bei den Blüten des Puderquastenstrauches (*Calliandra haematocephala*) und des Zylinderputzers (*Callistemon rigidus*) kann man noch eine weitere Besonderheit im Zusammenhang mit der Bestäubung durch Vögel beobachten. Sie locken ihre Bestäuber mit einer Vielzahl von auffälligen, rot gefärbten und aus der Blüte weit herausragenden Staubblättern und nicht durch Blütenblätter an.



Der Puderquastenstrauch (*Calliandra haematocephala*) und der Zylinderputzer (*Callistemon rigidus*) werden von Vögeln bestäubt, die durch die zahlreichen auffälligen roten Staubblätter angelockt werden.



Die Blütenfarbe Rot zieht vor allem Vögel als Bestäuber an. Kolibris können den Blütennektar trinken, in dem sie im Schwirrfly vor der Blüte „in der Luft stehen“ bleiben. Für andere Vögel (z.B. Nektarvögel) bieten die Blüten eine Sitzgelegenheit.

Oben (von links): *Aphelandra flava*, *Brownea ariza*, *Pavonia multiflora*
 Unten (von links): *Clerodendrum magnificum*, *Caesalpinia pulcherrima*,
Hibiscus schizopetalus

Fledermausblüten dagegen sind meistens unauffällig gefärbt (weißlich oder grünlich), aufgrund der Größe und des Gewichtes der Bestäuber besonders groß und derb und duften nachts. Dabei produzieren sie ebenfalls große Pollen- und Nektarmengen und hängen oft an langen Stielen aus der Baumkrone herab (=Geißelblütigkeit), wie z.B. beim Leberwurstbaum (*Kigelia africana*) (siehe auch die kletternde Kaktus „Königin der Nacht“ im Sukkulenten-Schaugewächshaus).

Ein weiteres Phänomen, das fast nur bei tropischen Pflanzen zu finden ist, ist die Stammblütigkeit (Kauliflorie), bei der die Blüten direkt aus dem Stamm oder aus dicken Ästen hervorbekommen. Kauliflorie wird teils

als Schutz der Blüten vor den heftigen tropischen Regenfällen, teils als Anpassung an Vogel- oder Fledermausbestäubung angesehen, da Stammblüten nicht durch Blätter verdeckt und so für diese Bestäuber leichter zugänglich sind.



Unter Stammblütigkeit (Kauliflorie) versteht man das Hervorbrechen der Blüten (bzw. später der Früchte) direkt aus verholzten Ästen oder Stämmen. Viele Stammblüten werden durch Vögel oder Fledermäuse bestäubt. Bei manchen Arten handelt es sich auch um eine Anpassung an die Ausbildung großer, schwerer Früchte, die von dünnen Zweigen nicht getragen werden könnten (z.B. beim Kakaobaum).

Oben links: Früchte einer Feigenart (*Ficus auriculata*), oben rechts: Blütenstand von *Clavija macrophylla*, unten links: Blüte von *Goethea strictiflora*, unten rechts: Blüte und junge Frucht des Kakaobaumes (*Theobroma cacao*)

Lianen, Epiphyten und Würger

In den tropischen Regenwäldern gibt es eine große Vielfalt an Lianen und Epiphyten (Aufsitzerpflanzen). Lianen sind Kletterpflanzen, die im Boden keimen und wurzeln und andere Pflanzen als Stütze nutzen, um ans Licht zu gelangen. Dabei verankern sie sich an ihren Trägerpflanzen mit Hilfe von Haftwurzeln, windenden Sprossachsen oder Ranken. Letztere können u.a. aus umgebildeten Blättern, Blütenständen oder Sprossachsen entstehen. Die Spreizklimmer sind ein Sonderfall. Sie bilden keine speziellen Haftorgane (wie Ranken, windende Achsen oder Haftwurzeln) aus und bedienen sich der „einfachsten Klettermethode“, indem sie sich durch ausladende, oft mit rückwärtsgerichteten Haken versehenen Ästen abstützen und in der umgebenden Vegetation verhaften. Dies ist zum Beispiel bei einigen Bambusarten der Fall. Beispiele für mit Blattranken kletternde Arten im Tropen-Schaugewächshaus sind die Passionsblumen (Gattung *Passiflora*) und Bauhinien (*Bauhinia variegata* und *Bauhinia acuminata*). Die zu den Orchideengewächsen gehörende Vanille (*Vanilla planifolia*)³ klettert mit Haftwurzeln. Die am Kautschukbaum kletternde Pfeifenblume *Aristolochia maxima* verankert sich mit windenden Sprossachsen an ihrem Stützbaum.



Die Blüten der mit windenden Sprossachsen kletternden Pfeifenwinden (Gattung *Aristolochia*) sind zu Kesselfallen umgebildet. Sie strömen einen starken Geruch aus, der Insekten anlockt, die in die Kesselfallenblüte geraten und diese bestäuben. (links: Kesselfallenblüte von *Aristolochia maxima*, rechts: *Aristolochia gigantea*).

³ Siehe auch Infobroschüre „Nutzpflanzen im Botanischen Garten Teil 2: Schaugewächshäuser“



Blüten der mit Ranken kletternden Lianen *Bauhinia variegata* (oben links) und *Passiflora amethystina* (rechts)

Auch die Epiphyten entkommen dem Schatten am Boden der Regenwälder aufgrund ihrer besonderen Lebensweise. Wie die Lianen nutzen sie andere Pflanzen als Stützen. Im Gegensatz zu den Lianen keimen sie jedoch nicht im Boden sondern direkt auf den Ästen anderer Pflanzen. Da sie während ihrer gesamten Entwicklung keine Wurzeln mit Bodenkontakt ausbilden müssen sie sich buchstäblich „aus der Luft“ mit Wasser und Nährstoffen versorgen. Je nach Familienzugehörigkeit lösen die tropischen Aufsitzerpflanzen dieses Problem auf ganz unterschiedliche Weise. Die in den Regenwäldern mit vielen Arten vertretenen epiphytischen Orchideen besitzen entweder wasserspeichernde Sprossknollen (= Bulben, zum Beispiel *Cattleya*- und *Dendrobium*-Arten) oder „Luftwurzeln“ mit denen Wasser aufgenommen werden kann (zum Beispiel *Vanda*- und *Phalaenopsis*-Arten).

Eine weitere Familie mit vielen tropischen Aufsitzerpflanzen sind die Bromeliengewächse (Bromeliaceae). Diese sammeln Humus und Wasser in aus den Blättern gebildeten Trichtern. Spezielle Saugschuppen an den Blättern ermöglichen dann die Aufnahme des Wassers und der darin gelösten Nährstoffe. Beispiele für epiphytische Bromeliengewächse sind die als Zimmerpflanzen beliebten Gattungen *Guzmania*, *Billbergia* (Zimmerhafer), *Vriesia* und *Tillandsia*. Die stärksten Anpassungen an die epiphytische Lebensweise zeigt das „Louisiana-Moos“ (*Tillandsia usneoides*), das außer einer kleinen Keimwurzel gar keine Wurzeln mehr ausbildet. Diese Art versorgt sich mit Hilfe von über die ganze Pflanze verteilten Saugschuppen mit Wasser aus der Luftfeuchte und herangewehten Nährstoffen. Auch die Ananas gehört übrigens zu

den Bromeliengewächsen – als auf dem Boden wachsende Art ist sie jedoch keine Aufsitzerpflanze und damit eine Ausnahme in dieser Familie⁴.



Die Blätter epiphytischer Bromeliengewächse bilden Trichter, in denen sich Wasser und organisches Material sammeln, welches dann durch besondere Saugschuppen in die Pflanze aufgenommen werden kann. Links: *Neoregelia schultesiana*, rechts: *Neoregelia spectabilis* mit roten Blattspitzen.

Obwohl die Regenwälder von hohen Niederschlägen und einer hohen Luftfeuchte geprägt sind, ist die Wasserversorgung für Epiphyten ein begrenzender Faktor, da sie keinen Zugang zum Wasser im Boden haben. Daher haben viele Epiphyten Eigenschaften, die für an Trockenheit angepasste (xeromorphe) Pflanzen typisch sind⁵. Dies ist auch der Grund für das auf den ersten Blick paradox erscheinende Auftreten einiger Kaktusgewächse im Regenwald. In Anpassung an das Leben in Trockengebieten haben die Kakteengewächse Strukturen entwickelt, die ihnen im Laufe der Evolution auch die Besiedlung des Regenwaldes als Epiphyten ermöglicht haben. Hierzu gehören die ebenfalls als Zimmerpflanzen in vielen Zuchtformen beliebten Blattkakteen (Gattung *Epiphyllum*), Weihnachtskakteen (Gattung *Zygocactus*) und die verschiedenen *Rhipsalis*-Arten.

⁴ Siehe auch Infobroschüre „Nutzpflanzen im Botanischen Garten Teil 2: Schaugewächshäuser“

⁵ Siehe auch Infobroschüre „Farnhaus“



Epiphytische Kakteengewächse.

Links: *Rhipsalis micrantha*, rechts: *Hatiora salicornioides*.

Eine ganz besondere Anpassung an die epiphytische Lebensweise hat sich bei den Urnenpflanzen (Gattung *Dischidia*) entwickelt. Neben ganz „normalen“ Blättern bilden diese Arten auch Blätter aus, die zu taschen- oder urnenartigen Behältern verwachsen (daher der Name). In diesen „Urnen“ leben Ameisen, die hier einen geeigneten Raum zum Nistbau vorfinden und organisches Material hinterlassen. Die Pflanze wiederum entwickelt kleine Wurzeln, die in die Blatturnen hineinwachsen und aus dem sich darin bildenden Humus Nährstoffe und Wasser aufnehmen.

Sowohl Lianen als auch Epiphyten nutzen ihre Trägerpflanzen lediglich als Stütze und entziehen ihnen kein Wasser und keine Nährstoffe. Sie sind daher keine Parasiten im eigentlichen Sinne. Sie schaden ihren Stützen höchstens durch ihr Eigengewicht und ihre Segelfläche, die die Windwurfanfälligkeit der Trägerpflanzen erhöht, oder, im Falle der Kletterpflanzen, durch eine erhöhte Zugänglichkeit der Blattkronen der Trägerpflanzen für blattfressende Tiere. Außerdem können sie bei starker Blattbildung ihre Trägerpflanzen beschatten. Erheblich gefährlicher für Trägerbäume ist allerdings ein Bewuchs mit sogenannten Hemiepiphyten, den Baumwürgern. Diese keimen zwar wie Epiphyten in den Kronen der Trägerbäume, entwickeln dann aber frei hängende und am Stamm des Trägerbaumes herabkriechende Luftwurzeln aus, die

schließlich den Boden erreichen und den Baumwürger mit Wasser und Nährstoffen aus dem Boden versorgen, was ihm ein schnelleres Wachstum ermöglicht. Im Laufe der weiteren Entwicklung verdicken sich die am Stamm des Trägerbaumes entlang wachsenden Luftwurzeln und verschmelzen miteinander. Häufig endet diese Entwicklung mit dem Absterben des Trägerbaumes, da seine Blätter von der Blattkrone des schnellwachsenden Baumwürgers beschattet werden, die Wurzeln des Würgers dem Boden in Konkurrenz zu den Wurzeln des Trägerbaums Nährstoffe entziehen und weil sein von den verschmelzenden Wurzeln des Baumwürgers eingeschlossener Stamm nicht mehr in die Breite wachsen kann (daher der Name „Würger“, auch wenn ein tatsächliches „Würgen“ durch Zusammenziehen der Luftwurzeln nicht nachgewiesen ist). An Stelle des abgestorbenen Trägerbaumes steht am Ende der Baumwürger als eigenständige Pflanze auf seinem aus den Luftwurzeln gebildeten meist hohlen Stamm.



Die epiphytischen Urnenpflanzen (Gattung *Dischidia*) leben am Naturstandort in Symbiose mit Ameisen, die die aus Blättern gebildeten Urnen der Pflanze besiedeln. Sie hinterlassen darin organisches Material, das dann von der Pflanze über kleine, in die Urne hineinwachsende Wurzeln aufgenommen werden kann.

Links: *Dischidia vialii* mit Blatturnen, rechts: aufgeschnittene Urne.

Viele Baumwürger-Arten gehören zu den Feigenbäumen der Gattung *Ficus* (Familie der Maulbeergewächse, Moraceae) oder der Gattung *Clusia* (Familie der Clusiaceae). Dabei handelt es sich um sogenannte fakultative Hemiepiphyten, die entweder in der Krone eines Trägerbaumes keimen und sich dann als Baumwürger entwickeln oder aber auch direkt im Boden keimen können. Im letzteren Fall bilden sie „normal“ im Boden wurzelnde Sträucher oder Bäume aus, die in höherem Alter aber ebenfalls Luftwurzeln produzieren, die entweder von den Ästen herabwachsen (im Tropen-Schaugewächshaus zum Beispiel an *Clusia torresii* im Mittelbeet zu beobachten) oder sogar am eigenen Stamm herabkriechen, was im Tropen-Schaugewächshaus gut an der großen Birkenfeige (*Ficus benjamina*) zu sehen ist.



Hemiepiphyten bilden Luftwurzeln aus, die bis zum Boden herabwachsen, sich in diesen einwurzeln und die Pflanze dann mit Wasser und Nährstoffen aus dem Boden versorgen. Links: verwachsene Luftwurzeln des Baumwürgers *Ficus benjamina*, rechts: Luftwurzeln des Aronstabgewächses *Philodendron bipennifolium*.

Auch innerhalb der Familie der Aronstabgewächse (Araceae) finden sich viele hemiepiphytische Arten. Sie gehören jedoch nicht zu den Baumwürgern. Sie starten als typische Hemiepiphyten zwar ihre Entwicklung als Aufsitzerpflanzen und entwickeln in späteren Stadien Luftwurzeln, die bis zum Boden herabwachsen und sich dort einwurzeln, bilden jedoch keinen Stamm aus verwachsenen Wurzeln. Hierzu gehören einige beliebte Zimmerpflanzengattungen wie zum Beispiel der

„Baumfreund“ Philodendron (Gattung *Philodendron*) oder das Fensterblatt (Gattung *Monstera*). Wie viele andere Hemiepiphyten können sie auch ohne Trägerbaum direkt im Boden wachsen.

Zum Abschluss sollen noch einige durch Blüten, Früchte oder Wuchs auffallende Arten Erwähnung finden, die zwar im Tropen-Schaugewächshaus kultiviert werden, jedoch nicht zur Flora der immerfeuchten tropischen Regenwälder gehören. Der Kaffeestrauch (*Coffea arabica* und *Coffea canephora*), dessen rote Steinfrucht (=Kaffeekirsche) die beiden, als Kaffeebohnen bezeichneten, coffeinhaltigen Samen enthält, wächst im mittelfeuchten, warmen Hügel- und Bergland bis zum 28. Breitengrad⁶. Die als Zimmerpflanze beliebten Drachenbäume (Gattung *Dracaena*) und Palmlilien (Gattung *Cordyline*) besiedeln weite, meist trockenere Gebiete der Tropen und Subtropen. Der Afrikanische Tulpenbaum (*Spathodea campanulata*) und der Flammenbaum (*Caesalpinia pulcherrima*) sind zwar in den trockenen Steppengebieten um den Äquator beheimatet, werden aber aufgrund ihrer beeindruckenden Blüten als Park- und Straßenbäume in vielen Gebieten der Tropen gepflanzt, („pantropische Parkflora“).

Ökosystem Regenwald

Die tropischen Regenwälder sind ein einzigartiges Ökosystem mit einer enormen Artenvielfalt, wobei noch längst nicht alle Pflanzen und Tiere bekannt sind. Sie haben zudem eine große Bedeutung für den Wasser- und Sauerstoffhaushalt als „Grüne Lunge“ und als „Reservoir“ für neue Nutz- und Heilpflanzen⁶.

Über Jahrtausende wurden die Regenwälder durch kleine nomadisierende Stämme genutzt, die mit der Natur lebten ohne sie zu zerstören. Kleinflächige Brandrodungsflächen wurden so angelegt und bewirtschaftet, dass sie keine Bedrohung für die Regenwälder darstellten⁷. Großflächige Brandrodungen (zum Beispiel durch Armutsflüchtlinge aus den Städten), intensive Nutzung als „Edelholzlieferanten“ und Abhol-

⁶ Siehe auch Infobroschüre „Nutzpflanzen im Botanischen Garten Teil 2: Schaugewächshäuser“

⁷ Siehe auch Infobroschüre „Französisch-Guyana-Schaugewächshaus“

zung zur Gewinnung von Agrarland zerstören heute die Regenwälder in einer unumkehrbaren Weise. Einmal vernichtet können sie sich nicht wieder regenerieren. Obwohl die Regenwälder eine der üppigsten und artenreichsten Vegetationsformen der Erde sind, wachsen sie auf einem sehr kargen Boden. In den gemäßigten Breiten zersetzt sich organisches Material wie das Herbstlaub nur langsam und ein großer Teil davon wird als Humus im Boden gespeichert. In den tropischen Regenwäldern wird dagegen aufgrund der hohen Temperaturen und der hohen Luftfeuchte alles organische Material, das auf den Boden fällt, sofort abgebaut und von den Wurzeln der Pflanzen wiederaufgenommen. So befinden sich alle Nährstoffe in einem ständigen Kreislauf zwischen Tieren und Pflanzen und der Boden selbst bleibt nährstoffarm. Bei Rodung geht der in den Pflanzen gespeicherte Nährstoffvorrat fast vollständig verloren. Die heftigen tropischen Regenfälle waschen die entwaldeten Flächen aus und schwemmen Mineralstoffe und Humuspartikel weg. Diese Erosionsprozesse werden durch die nun ungehindert einstrahlende Sonne, die die Bodenoberfläche richtiggehend „verbackt“, noch verstärkt. „Bestenfalls“ entwickeln sich auf den abgeholzten Flächen artenärmere Sekundärwälder mit dornigen Sträuchern, wenn nicht sogar Steppen oder fast pflanzenlose wüstenartige Gebiete entstehen. Über 50 % der tropischen Regenwälder sind schon durch Holzindustrie, Abholzung für Agrarflächen oder Bergbau vernichtet. Wenn die Zerstörung in diesem Tempo weitergeht, wird die einmalige Welt der tropischen Regenwälder in wenigen Jahrzehnten für immer verschwunden sein.

Herausgegeben vom Botanischen Garten der Albert-Ludwigs-
Universität Freiburg i. Br.

Direktor: Prof. Dr. Thomas Speck

Text: Thomas Speck & Friederike Gallenmüller

Layout & Herstellung: Katja Stauffer

Titelbild: Aufsitzerpflanze (epiphytische Bromelie) im Tropen-
Schaugewächshaus

2019 überarbeitet und erweitert