

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	110 (1959)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Über die waldbauliche Forschung im tropischen Urwald
<b>Autor:</b>	Lamprecht, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-765096">https://doi.org/10.5169/seals-765096</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Fig. 3. a) *Formations végétales* dans les régions basses de la forêt ombrophile (rain forest)

1. succession sur les rochers (différente suivant la qualité de roche)
2. climax (depuis longtemps stable, différente suivant la qualité du sol)
3. rang de forêts humides, l'humidité du sol augmente progressivement de 2 à 4
4. succession de tourbière
5. cycle de la végétation des alluvions
6. succession des mangroves (seulement fragmentaire dans le nord du Pérou)

b) *Groupes de station*

1. bas étage montagnard sur sol rocheux
2. terre ferme non immersée
3. eau souterraine en augmentation progressive
4. tourbe contenant de l'eau pauvre en substances nutritives
5. zone riveraine à crues riches en matières nutritives
6. côte marine, riche en vase.

Les formations de climax sont très différentes les unes des autres suivant leur station sur du terrain argileux, sur du limon, sur du sable limoneux, sur du sable pur.

D. Weber

## Über die waldbauliche Forschung im tropischen Urwald

Von H. Lamprecht

Oxf. 228.81 (213)

(Aus dem Instituto de Selvicultura ULA, Mérida, Venezuela)

Ueberall dort, wo der naturgemäße Wirtschaftswald als Ziel angestrebt wird, ist die Urwalforschung zu einer wesentlichen Grundlage der waldbaulichen Lehre und Praxis geworden. In weiten Tropengebieten kann jedoch heute, und vielleicht noch für lange Zeit, aus den verschiedensten Gründen, nicht an eine intensive waldbauliche Bestandesbehandlung gedacht werden. Es stellt sich daher die Frage, ob die waldbauliche Erforschung des tropischen Urwaldes gegenwärtig überhaupt sinnvoll und berechtigt sei. Eine direkte Uebertragung und Verwertung allfälliger Untersuchungsergebnisse wird vorläufig nicht in größerem Umfange möglich sein. Aus der Augenblickslage heraus und rein utilitaristisch betrachtet, ist daher die waldbauliche Forschung im Tropen-Urwald kaum zu rechtfertigen.

Vor kurzem hat Leibnig (7) in meisterhafter Weise dargestellt, wie falsch und gefährlich es auch in der Waldbauwissenschaft wäre, die Forschungsaufgaben nur nach ihrer unmittelbaren «Nützlichkeit» zu beurteilen. Das Studium des tropischen Naturwaldes trägt nicht nur seine

Berechtigung in sich selbst, sondern wird zur Verpflichtung für jeden in der Forschung tätigen Tropenwaldbauer, sobald wir es als Teilgebiet der waldbaulichen Grundlagenforschung betrachten. Es ist leicht zu verstehen, daß gerade die Erforschung des natürlichen Tropenwaldes wesentlich dazu beitragen kann, «das Fundament der Waldbaulehre zu vertiefen, zu verbreitern und zu festigen» (Leibundgut loc. cit.). Der Wald als Lebensgemeinschaft ist zweifellos der vollendetste Ausdruck der Schöpfung innerhalb des Pflanzenreiches. Zu optimaler Verwirklichung kommt er jedoch nur unter den günstigen Bedingungen des Tropenklimas, so daß im Vergleich zum Tropenwald alle Waldformationen weniger begünstigter Zonen immer irgendwie «unvollständig» sind und, bis zu einem gewissen Grade, als «Spezialisten» betrachtet werden müssen. Der natürliche Ausgangspunkt jeglicher Grundlagenforschung ist der «Normalfall», weil sich an ihm die allgemein gültigen Regeln und Gesetzmäßigkeiten am klarsten erkennen lassen. Die Forstwissenschaften und, vor allem die vorzugsweise zweckgerichtete Waldbauforschung, haben sich aus leicht erklärlchen historischen Gründen bisher vorwiegend mit «Spezialisten» beschäftigt. Um so dringender und berechtigter ist die Forderung, daß die moderne Waldbauwissenschaft, deren Forschungsziel «in der Gewinnung neuer Einsichten und Erkenntnisse über Tatsachen und Zusammenhänge im ganzen Beziehungsgefüge „Wald“» (Leibundgut loc. cit.) besteht, das Studium des tropischen Urwaldes in ihr Arbeitsprogramm aufnimmt.

Obwohl die waldbauliche Forschung im Tropenwald nicht durch die unmittelbare Anwendbarkeit ihrer Ergebnisse «gerechtfertigt» werden muß, ist damit selbstverständlich keineswegs gesagt, daß sie nicht trotzdem häufig genug schon heute von großem praktischem Nutzen sein kann. Viele tropisch-waldbautechnische Probleme lassen sich wohl überhaupt nur durch das Studium des natürlichen Waldes in ihrer Gesamtheit lösen. Als Beispiel sei das Verhalten von *Cedrela mexicana* genannt, eine Baumart, die vom südlichen Mexiko bis nach Brasilien verbreitet ist. Auf den ersten Blick scheint sie klimatisch und edaphisch wenig anspruchsvoll, da sie in ökologisch recht unterschiedlichen natürlichen Waldformationen gedeiht. Trotzdem ist es bisher nicht gelungen, diese wertvolle Baumart mit waldbaulichen Methoden erfolgreich zu verjüngen. Saaten (natürliche und künstliche) und Pflanzungen entwickeln sich in den ersten 2–3 Jahren meist gut, gehen dann aber regelmäßig ein. Obwohl die ersten Versuche bereits 50 Jahre zurückliegen (Trinidad), sind die wirklichen Ursachen des Versagens nicht bekannt. Die bisherigen Untersuchungen und Experimente haben zu keinerlei schlüssigen Ergebnissen geführt, wahrscheinlich vor allem deshalb, weil immer nur einzelne Faktoren oder Faktorenguppen (z. B. Bodenchemie, Bodenstruktur, Pilz- und Insektenbefall, Schattenerträgnisse bzw. Lichtbedürftigkeit usw.) analysiert wurden. Das «*Cedrela*-Rätsel» wird offenbar nur dann gelöst werden, wenn man diese Baumart

in dem ganzen Faktorenkomplex ihrer natürlichen Umwelt studiert und dort in ihren gesamten Lebensäußerungen zu erfassen vermag.

Vor dem Eintreten auf weitere Beispiele scheint es mir zweckmäßig, kurz die Begriffe «Tropenwald» und «tropischer Urwald» klarzustellen, um möglichen Mißverständnissen vorzubeugen. Als *Tropenwald* werden gewöhnlich alle Waldformationen innerhalb der Wendekreise oder besser innerhalb tropischer Klimagebiete bezeichnet. Dieser Tropenwald ist aber weder floristisch noch physiognomisch, noch sonstwie eine einheitliche Lebensgemeinschaft, sowenig wie etwa «der Wald der gemäßigten Zonen». Die tropischen Waldformen sind mindestens so mannigfaltig und unterschiedlich wie jene, obwohl aus der Literatur meist nur der tropische Regenwald und die ausgesprochenen Trockengehölze näher bekannt sind<sup>1</sup>. Zwischen diesen beiden Extremen, die ihrerseits auch schon wieder Sammelbegriffe darstellen, gibt es eine Großzahl durchaus eigenständiger und leicht unterscheidbarer Waldformationen von flächenmäßig oft ganz beträchtlicher Ausdehnung. So unterscheidet beispielsweise H u e c k (3) allein im tropischen Südamerika 9 verschiedene Waldregionen und nicht weniger als 25 Unterregionen, die durch Waldformationen charakterisiert sind, welche unseren Waldgesellschaften (Assoziationen, Subassoziationen) weit übergeordnet sein dürften. Wenn daher im folgenden auch weiterhin vom Tropenwald schlechthin gesprochen wird, so handelt es sich dabei immer um grobe Verallgemeinerungen, die im gegebenen Einzelfall durchaus unzutreffend sein mögen.

Häufig wird der Begriff *Urwald* für die Tropen wenig klar gefaßt, indem Tropenwald und Urwald beinahe synonym verwendet werden. Viele tropische Waldgebiete sind zwar noch weitgehend unbekannt und nicht bewirtschaftet, aber Urwälder im eigentlichen Sinne des Wortes, d. h. menschlich absolut unbeeinflußt, sind sie sehr oft nicht mehr. Auch in spärlich oder gar nicht besiedelten Gegenden hat der Mensch viel häufiger als gemeinhin angenommen, irgendwie und irgendwann die natürliche Vegetation verändert, sei es auch nur als streifender Jäger (Jagdfeuer!), sei es als nomadischer oder halbnomadischer Hirte oder Ackerbauer<sup>2</sup>. Oft waren und sind die menschlichen Einwirkungen zu geringfügig oder zu sporadisch, um den natürlichen Aufbau, die floristische Zusammensetzung und den Lebenslauf des Waldes wesentlich zu beeinflussen. Derartige urwaldnahe Bestände findet man in den Tropen noch auf riesigen Flächen. An ihnen läßt sich der Lebenshaushalt des ursprünglichen Waldes

<sup>1</sup> Eine gewisse Ausnahme bilden die asiatischen Monsunwälder, die wegen ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung (Teak!) häufiger erwähnt werden.

<sup>2</sup> Die Tatsache, daß eine zahlenmäßig geringe und primitive Bevölkerung einen mehr oder minder deutlichen Einfluß auf den Wald ausüben kann und meist auch ausübt, mahnt zu höchster Vorsicht bei der Beurteilung sogenannter unberührter Urwaldreste in den seit Jahrhunderten, auch in ganz abgelegenen Gegenden, in jeder Hinsicht viel stärker exponierten europäischen Wäldern.

studieren, und sie sind durchaus geeignete Objekte für die waldbauliche Grundlagenforschung, sofern die Möglichkeit anthropogener Einflüsse und ihrer eventuellen Folgen grundsätzlich immer in die Fragestellung einbezogen und abgeklärt wird. Für unsere Zwecke darf daher der Urwaldbegriff dahin erweitert werden, daß er auch die sporadisch und oberflächlich menschlich beeinflußten Wälder miteinschließt, soweit sie in Aufbau, Zusammensetzung und Lebensablauf nur ganz unwesentlich vom unberührten Naturwald abweichen. Wir werden jedoch weiter unten sehen, daß die klare Abgrenzung oftmals außerordentlich schwierig ist.

Der tropische Urwald ist als Gegenstand der waldbaulichen Forschung ausgesprochenes Neuland. Die sich stellenden Fragen und Probleme sind derart zahlreich und vielgestaltig, daß ein einzelner Forscher sich unmöglich mit allen auseinandersetzen kann. Die vernünftige Beschränkung auf einige als wesentlich erkannte Punkte ist unumgänglich, wenn man eine letztlich unfruchtbare Zersplitterung vermeiden will. Forschungsgegenstand und konkrete Fragestellung bestimmen ihrerseits weitgehend die Forschungsmethoden, die in den Tropen ebenfalls erst erarbeitet werden müssen. Praktische Erfahrungen an Ort und Stelle fehlen und die in den gemäßigten Zonen erprobten Verfahren lassen sich allzuoft nicht ohne weiteres auf die ganz andersartigen Tropen übertragen.

Wir stehen somit tatsächlich in jeder denkbaren Hinsicht am Beginn. Zwar verdanken wir der oftmals unter schwierigsten Bedingungen geleisteten Pionierarbeit von Botanikern, Zoologen, Pflanzengeographen, Forstleuten usw. viele außerordentlich wertvolle Teilkennnisse. Gewöhnlich wurde aber der Wald immer nur aus einem bestimmten und daher begrenzten Gesichtsfeld betrachtet, z. B. als Objekt für botanische Sammlungen, als Lebensraum für bestimmte Tierarten, als wirtschaftlich interessante Holzquelle. Eine waldbauliche Forschung, die den «Wald» als Gesamtheit zu erfassen versucht, hat bisher in den Tropen kaum bestanden. Irgendwelche gesicherten Ergebnisse waldbaulicher Grundlagenforschung liegen daher noch nicht vor. Ich möchte aber im folgenden trotzdem versuchen, einige mir als wesentlich erscheinende Forschungsrichtungen kurz zu skizzieren und einige möglicherweise brauchbare Forschungsmethoden zur Diskussion stellen. Die Auswahl ist willkürlich, Vollständigkeit kann und soll keineswegs angestrebt werden. Zudem stammen die Erfahrungen, auf die sich meine Ausführungen stützen, ausschließlich aus den südamerikanischen Tropen (vorwiegend Venezuela) und sind daher schon geographisch von beschränkter Gültigkeit.

\*

Grundsätzlich kann die waldbauliche Forschungstätigkeit gerichtet sein entweder auf die Zustandserfassung oder die Entwicklungserfassung des tropischen Urwaldes. Statische und dynamische Forschung lassen sich

häufig kaum voneinander trennen, oftmals sind sie zu kombinieren, um zum angestrebten Ziel zu gelangen. Im Prinzip sollten sie jedoch auseinandergehalten werden.

Eine grundlegend wichtige Aufgabe der Zustandsforschung ist die Klassierung der tropischen Waldgesellschaften. Ueber die Notwendigkeit dieser Arbeit herrscht wohl kein Zweifel, dagegen kann man sich mit Recht fragen, ob ihre Durchführung nicht besser der Pflanzensoziologie, Pflanzengeographie und -ökologie überlassen bleibt. Wo die genannten Wissenschaften bereits über die nötigen Unterlagen verfügen, wird die waldbauliche Forschung sich ihrer selbstverständlich bedienen. In den Tropen hat jedoch die nicht ausschließlich zweckgebundene naturwissenschaftliche Arbeit kaum begonnen und kann jedenfalls vorläufig nur ausnahmsweise die geforderte Hilfeleistung bieten. Es ist daher keineswegs überraschend, daß bisher vorwiegend Forstleute oder forstlich zumindest stark interessierte Forscher die ersten brauchbaren Tropenwaldklassierungen geschaffen haben. Bisher wurden vorwiegend die zwei folgenden Methoden angewandt:

- a) die Klassierung der Vegetation nach Klimatypen;
- b) die Klassierung der Vegetation nach ihrem Aspekt und Aufbau (Physiognomie).

Die erstere arbeitet mit Klimafaktoren (z. B. Faktor Lang) oder graphischen Methoden (z. B. Klimatogramm nach Gaußen), während die physiognomische Richtung auf äußere Merkmale, wie Aufbau, Struktur, phänologische Erscheinungen usw., abstellt. Die uns viel vertrautere floristische Gesellschaftsanalyse spielte in den Tropen bisher keine Rolle und wird in näherer Zukunft auch kaum zu größerer Bedeutung gelangen. Die rein praktisch-methodischen Schwierigkeiten ihrer Anwendung sind vorläufig zu groß. Mit Hilfe der verfügbaren Klimadaten können bestenfalls die Großformationen des Tropenwaldes gegeneinander abgegrenzt werden, bei der Definition der forstlich viel wichtigeren Untergruppen oder Typen muß die Methode versagen, da die Vegetation ja immer die Resultante aller lokal wirkenden Standortsfaktoren ist und keinesfalls nur von Mitteltemperaturen und durchschnittlichen Niederschlägen bestimmt wird. Es bleibt die Einteilung nach physiognomischen Merkmalen, die meiner Meinung nach bis auf weiteres die besten praktischen Möglichkeiten bietet für eine waldbaulich genügend feine und einwandfreie Klassierung der Tropenwälder. Der von Beard (1) nach rein physiognomischen Gesichtspunkten ausgearbeitete Bestimmungsschlüssel für die südamerikanischen Tropenwälder beweist, trotz einiger Mängel, eindeutig die grundsätzliche Anwendbarkeit des Verfahrens. Ein erster systematischer Versuch mittels physiognomisch-floristischer Luftbildinterpretation zu einer brauchbaren Tropenwaldklassierung zu kommen, liegt aus Surinam (2) vor. Die Idee ist bestechend und falls sich diese mit den modernsten Mitteln arbei-

tende Methode in der Praxis wirklich bewährt, ist ihr unbedingt eine große Zukunft sicher.

Für die Waldformationen wichtige physiognomische Merkmale (häufig von eindeutigem Differentialcharakter) sind u. a. die Horizontal- und Vertikalgliederung der Bestände (Höhen, Stufigkeit, Schichtung, Mischungsart und -form usw.), die Periodizität der Lebenserscheinungen (Blattfall und Blatterneuerung, Blühen und Fruchten usw.), auffällige Anpassungsscheinungen an spezielle Standortsbedingungen (z. B. Atemwurzeln, Stelzwurzeln der Mangroven, Träufelspitzen an Blättern in ständig hochfeuchter Atmosphäre). Die aufgezählten Kriterien sind verhältnismäßig leicht und mit den in der waldbauwissenschaftlichen Forschung üblichen Methoden zu erfassen. Teilweise haben sie zudem eine über die Waldgliederung weit hinausgehende Bedeutung, wie beispielsweise die Strukturerhebungen, die wichtige Einblicke in den Lebensablauf des Urwaldes vermitteln oder das Studium der Blüh- und Fruchtzeiten, ohne deren Kenntnis eine geordnete Saatgutbeschaffung nicht denkbar ist. Ich trete daher nicht auf die als bekannt vorauszusetzenden Methoden der physiognomischen Forschung ein, sondern möchte nur kurz erwähnen, daß speziell bei der Darstellung der komplizierten Strukturverhältnisse des Tropenwaldes das gezeichnete Bestandesprofil eine unentbehrliche Hilfe bedeutet. Ueber die Aufnahmetechnik und die Auswertung tropischer Waldprofile habe ich anderweitig ausführlich berichtet (6).

Die Waldklassierung ist nur solange Zustandserfassung, als sie nicht nach dem Woher und Wohin der einzelnen Waldgesellschaften fragt. Jeder Waldbauer muß und wird sich diese Fragen jedoch stellen. Er betritt damit das als dynamisch bezeichnete Gebiet der tropischen Urwalforschung. Die Zustandserfassung vermittelt uns immer nur Augenblicksbilder von zeitlich beschränkter Gültigkeit, während die dynamische Forschung die Momentaufnahmen zum gesuchten Ganzen verbindet, in dem der Wald in allen Lebensphasen, in jeder seiner Entwicklungsstufen, in seinem vollen Lebensablauf, kurz als das gesamte «Beziehungsgefüge Wald» erscheint und verstanden werden kann. Es gebührt daher in der waldbaulichen Grundlagenforschung der dynamischen Richtung der Vorrang vor der statischen, d. h. deren Ergebnisse lassen sich nur sinnvoll interpretieren, wenn sie als Ausschnitte aus einer ununterbrochenen Bildfolge verstanden werden.

Trotzdem sind die Entwicklungstendenzen und der Lebensablauf der natürlichen Tropenwälder außerordentlich wenig erforscht. Es wird angenommen (8), daß sie sich über lange geologische Zeiträume (in vielen Fällen seit dem Tertiär) in Zusammensetzung und Aufbau nicht wesentlich

Bild 1

Palmenreicher Urwaldbestand vom Typ Galeriewald in den venezolanischen Llanos. In der Bildmitte eine gut geformte *Cedrela mexicana*.





2



geändert haben, weil sie durch die Eiszeiten nicht, oder doch nur in den Hochgebirgen, betroffen wurden. Die rezenten Sukzessionen sind wenigstens in ihren ersten Phasen in großen Zügen bekannt. Nach natürlicher oder künstlicher Waldzerstörung stellt sich in kürzester Zeit ein Pionierbestand von Lichtbaumarten (Sekundärwald) ein. Die betreffenden Arten sind speziell ausgerüstet für die rascheste Besetzung von Blößen. Immer zeichnen sie sich durch häufige und große Samenproduktion aus und besitzen in der Regel flugfähige Samen von hoher und zeitlich langdauernder Keimkraft. In manchen Fällen geht jedoch die «Anpassung» offenbar noch viel weiter. So haben wir kürzlich festgestellt, daß im Feuer oder kochendem Wasser erhitzte Samen von *Ochroma lagopus*, einer typischen Sekundärart, viel besser und rascher keimen als unbehandelte<sup>3</sup>. *Ochroma lagopus* schafft sich auf diese Weise glänzende Möglichkeiten zur beinahe explosionsartigen Besiedelung von Waldbrandflächen.

Die verhältnismäßig gleichförmigen Lichtbaumbestände werden allmählich von schattenertragenden Arten unterwandert und wahrscheinlich ebenso allmählich durch sie ersetzt. Doch schon hier beginnen die ungelösten Fragen. Unsere Kenntnisse reichen häufig noch keineswegs aus, um einen alten Sekundärwald mit Sicherheit vom ursprünglichen Primärwald zu unterscheiden. Eine klare Abgrenzung ist jedoch nicht nur wissenschaftlich unbedingt erforderlich, sondern auch praktisch von größter Bedeutung. So hängt die Wahl der waldbaulichen Behandlung selbstverständlich weitgehend davon ab, ob der betreffende Bestand sich erst in Entwicklung zur Klimax befindet oder ob er den Endzustand bereits erreicht hat.

Oft ist es immerhin möglich, einen alten Sekundärwald einwandfrei als solchen zu erkennen an Hand von irgendwelchen Resten früherer menschlicher Tätigkeit, wie Hausruinen, Ueberreste von Bewässerungsanlagen, verwilderter Kaffee oder Kakao (letzterer im tropischen Amerika aber auch spontan!), auffällige Häufigkeit von kurzschaftigen, breitkronigen Exemplaren von Arten, die als Schattenbäume in Pflanzungen Verwendung fanden (besonders *Samanea saman*). Hie und da lassen auch ge-

<sup>3</sup> Die Publikation der genauen Versuchsergebnisse ist gegenwärtig in Vorbereitung.

### Bild 2

Mangroven-Urwald am karibischen Meer bei Puerto Cabello (Venezuela). Die Mangrove bildet im Gegensatz zu den meisten übrigen tropischen Waldgesellschaften häufig Reinbestände, wobei verschiedene Baumarten für die verschiedenen Sukzessionsstadien charakteristisch sind. Im Bild: Reinbestand von *Laguncularia racemosa*.

### Bild 3

Subandiner Gebirgs-Urwald (ca. 2900 m ü. M.) in Venezuela, ausgezeichnet durch die Häufigkeit und das üppige Gedeihen riesiger Baumfarne (hier *Cyathea* sp.) und seinen Epiphytenreichtum.

Alle drei Aufnahmen: Lamprecht.

schichtliche Daten und Ereignisse einigermaßen sichere Rückschlüsse zu. Bei einiger Aufmerksamkeit findet man erstaunlich häufig solche und ähnliche Sekundärwald-«Indizien» in Wäldern, die auf den ersten Blick absolut ursprünglich scheinen. Trotzdem bleiben immer noch genug vorläufig nicht lösbare Zweifelsfälle übrig, besonders, wenn es sich um natürliche Sekundärwälder handelt.

Absolut ungenügend sind wir weiterhin über das Werden und Vergehen im Klimaxwald unterrichtet. Auch im tropischen Schlußwald darf der Endzustand keineswegs als ein starres Beharren in einer festen Gleichgewichtslage aufgefaßt werden, sondern viel eher als immerwährendes Pendeln innerhalb der allerdings weitgehend festen Grenzen von Erneuerung (Verjüngungsphase) und Zerfall (Altersphase). Wenn keine Katastrophen eintreten, reihen sich die einzelnen Lebensstadien derart lückenlos und kleinflächig aneinander und ineinander, daß sie kaum oder gar nicht auseinanderzuhalten sind. Zudem ist denkbar, daß im tropischen Urwald die Lebensabläufe der verschiedenen Baumarten ein und desselben Bestandes zeitlich nicht gleichgeschaltet sind, wodurch das Gesamtbild noch viel schwerer entzifferbar und die Forschung jedenfalls vor ganz neue und außerordentlich schwierige Probleme gestellt würde. Da es sich dabei um vorläufig durch nichts bewiesene Vermutungen handelt, möchte ich ein anderes Beispiel herausgreifen, um wenigstens ein Problem der waldbaulichen Forschung im tropischen Klimaxwald kurz zu beleuchten. Wie hat man sich den Lebensgang der Lichtbaumarten, speziell in der Verjüngungsphase, im Schlußwald vorzustellen? Die Beantwortung dieser Frage ist auch wirtschaftlich bedeutungsvoll, denn viele der wertvollsten tropischen Arten sind mehr oder minder lichtbedürftig (*Cedrela* spp., *Mahagoni* usw.). In den verschiedensten Waldtypen stellt man immer wieder fest, daß die Lichtbaumarten zwar im Starkholz vorhanden sind, im Stangenholz fast fehlen, und sich im Jungwuchs nur selten finden. Ansammlung ist oftmals reichlich vorhanden, verschwindet aber meist im ersten oder spätestens zweiten Lebensjahr aus Lichtmangel. Sorgfältige Auszählungen von *Cedrela mexicana* und *Swietenia macrophylla* in ausgedehnten Waldgebieten der Halbinsel Yucatán (Mexiko) ergaben durchgehend einen ausgesprochenen Mangel an Bäumen unter 30–40 cm BHD. Eigene Untersuchungen, teilweise an anderen Baumarten in Venezuela führten zu analogen Ergebnissen (4). Ähnliche Beobachtungen liegen aus afrikanischen und asiatischen Tropenwäldern vor (siehe z. B. Richards (8) S. 43 ff.). Zu geringer Nachwuchs wurde auch bei schattenertragenden Arten festgestellt, offenbar aber weniger ausgeprägt und häufiger als bei lichtbedürftigen.

Es gibt mehrere Theorien, die die beschriebene Erscheinung zu erklären versuchen. Eine der ersten und wichtigsten ist die sog. Mosaiktheorie von Aubréville, der annimmt, daß zugleich mit dem klein-

flächig stattfindenden Generationenwechsel auch ein Wechsel der Baumartengarnitur erfolgt, wobei sehr unterschiedliche floristische Kombinationen auf ein und demselben Standort auftreten können. Die Mosaiktheorie darf schon deshalb keine Allgemeingeltung beanspruchen, weil sie den tatsächlich zu beobachtenden Verjüngungsmangel bestimmter Baumarten auf sehr großen Flächen nicht zu erklären vermag. Huguet und Mitarbeiter (4) glauben, daß die von ihnen untersuchten Wälder auf Yucatán gar keine Klimaxformationen sind, sondern alte Sekundärwälder auf ehemals landwirtschaftlich benutzten Böden, deren Reichtum an Mahagoni und *Cedrela* im Laufe der Entwicklung zur Klimax natürlicherweise stark absinkt. Die Autoren begründen ihre These mit geschichtlichen Vorkommnissen, die dieselbe im Falle Yucatán und für die angeführten Baumarten tatsächlich zu bestätigen scheinen. Es wäre aber verfehlt, eine lokal wahrscheinlich gültige Erklärung zu verallgemeinern und überall dort auf anthropogene oder natürliche Sekundärwälder zu schließen, wo die eine oder andere Baumart in den schwachen Durchmesserklassen untervertreten scheint. So betont gerade Aubréville, daß seine Aufnahmen, auf denen er die Mosaiktheorie aufbaut, aus unberührten Klimaxwäldern stammen. Meine eigene, vorläufige Arbeitshypothese lautet zusammengefaßt (Einzelheiten siehe 5):

Der Nachwuchs vieler Baumarten scheint nur auf den ersten Blick ungenügend — ganz fehlt er nach allen Beobachtungen kaum je — in Wirklichkeit vermag er die Erhaltung der Art in den bisherigen natürlichen Proportionen durchaus sicherzustellen. Ich gehe dabei von der Annahme aus, daß die wenigen Individuen, die zufällig und nur in langen Intervallen Gelegenheit bekommen, aus der Unterschicht aufzusteigen, sehr rasch nach oben durchstoßen und auch in einer verhältnismäßig kurzen Zeit intensiven Wachstums ihre praktisch endgültigen Dimensionen erreichen. Einmal in der Oberschicht angelangt und ausgewachsen, vermögen sie sich über sehr lange Zeiträume dort zu behaupten. Auf diese Weise ließe sich die Anreicherung gewisser Arten in den Starkholzklassen zwangslässig erklären. Die herrschenden Bäume wären zudem zwar dimensionsmäßig ziemlich homogen, nach individuellem Alter aber außerordentlich uneinheitlich. Unter natürlichen Verhältnissen sterben im Urwald gewöhnlich nur die ältesten Bäume, d. h. auch auf großen Flächen müßten gleichzeitig immer nur ganz wenige abgängige Individuen der gleichen Art ersetzt werden, wozu der spärliche natürliche Nachwuchs durchaus ausreichen würde. Die Annahme, daß im Starkholz Dimension und Alter nicht mehr einigermaßen parallel laufen, ist jedoch vorläufig unbewiesen, so daß im Grunde keine der aufgeführten Theorien das Problem des Lebensablaufes der lichtbedürftigen Arten im Klimaxwald einwandfrei und endgültig zu erklären vermag.

Die oben erwähnte Annahme läßt sich deshalb nicht schlüssig bewei-

sen, weil noch keine sichere Methode existiert zur einwandfreien Altersbestimmung der Tropenbäume, die bekanntlich meist keine Jahresringe bilden. Häufig lassen sich zwar mehr oder minder deutliche Wachstumsringe im Holz erkennen, aber es ist nicht bekannt, ob sie irgendwie periodisch gebildet werden, und wenn ja, welchen Zeitabschnitten sie gegebenenfalls entsprechen könnten.

Wir stoßen damit auf ein weiteres Problem der waldbaulichen und, ganz allgemein, der forstlichen Forschung in den Tropen. Studien über den Wachstumsgang einzelner Bäume, bestimmter Arten, ganzer Bestände, Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse in den verschiedenen Lebensphasen usw. sind im Tropenwald außerordentlich viel schwieriger als in den gemäßigten Breiten. Vorläufig bietet die Errichtung von Dauer-Probeflächen wohl die einzige zuverlässige Möglichkeit, das Wachstum im Tropenwald zu erforschen. Ich brauche nicht näher auszuführen, wie kompliziert und zeitraubend ein solches Vorgehen auch unter günstigsten Verhältnissen ist. Wenn es nicht gelingt, ganz neue Methoden auszuarbeiten, werden wir jedenfalls noch auf lange Zeit hinaus sehr ungenügend unterrichtet bleiben über die Alters- und Wachstumsverhältnisse im tropischen Urwald.

\*

Die Liste der unbeantworteten Fragen, die die Waldbauforschung dem tropischen Urwald zu stellen hat, ließe sich beinahe beliebig verlängern. Was wissen wir im Grunde über seinen Nährstoffhaushalt, der derart großartig organisiert ist, daß er eine hochproduktive Vegetation auf armen und ärmsten Böden unbegrenzt zu erhalten vermag, auf den gleichen Böden, die nach ganz kurzfristiger landwirtschaftlicher Benutzung endgültig erschöpft sind? Warum treten im ganzjährig feuchten Regenwald periodisch laubwerfende Arten auf? Und umgekehrt, wie decken die immergrünen Baumarten in wechselseichten Gebieten ihren hohen Wasserbedarf während der monatelangen Trockenzeit? Welchen Zwecken dienen die riesenhaften Brettwurzeln vieler Regenwaldbäume? Warum findet man diese Erscheinung fast nur im Regenwald der Tieflagen und viel seltener oder gar nicht in anderen Waldtypen? Wie schützen sich die Hochgebirgsarten z. B. *Polylepis sericea* gegen die in jedem Zeitpunkt während des ganzen Jahres möglichen Fröste, die sie mit absoluter Sicherheit auch mitten in der Vegetationsperiode treffen?

Fragen über Fragen und keine Antworten oder doch nur tastende Versuche zu Antworten. Angesichts dieser Sachlage erübrigts es sich, ein weiteres Mal darauf hinzuweisen, daß jeder Versuch einer Uebersicht über die waldbauliche Erforschung des Tropen-Urwaldes notgedrungen und in hohem Maße unvollständig und lückenhaft sein muß. Trotzdem hoffe ich, daß es mir in etwa gelungen sei, einige Notwendigkeiten und Möglichkeiten der tropenwaldbaulichen Urwalforschung aufzuzeigen und das

Faszinierende dieser Pionierarbeit wenigstens anzudeuten, die den Forscher jeden Tag vor neue Probleme und Schwierigkeiten stellt, ihm aber auch täglich neue Horizonte eröffnet und neues Wissen schenkt. Mehr als den angestrebten Zweck hat die vorliegende Skizze erfüllt, wenn der oder jener Vorschlag, die eine oder andere Anregung sich als brauchbar erweisen und damit zur Aufhellung beitragen könnten, auch nur eines der vielen Rätsel des unbekannten tropischen Urwaldes.

## Résumé

### A propos de la recherche sylvicole dans les forêts vierges tropicales

Partout où l'on cultive des forêts conformément aux principes naturels, les recherches sur les forêts vierges constituent une base pour l'enseignement et la pratique sylvicoles. Il y a des risques et dangers de s'écartez trop de ces fondements et, d'autre part, des avantages nombreux découlent de leur application.

En ce qui concerne les forêts tropicales, une nécessité s'impose de nos jours, celle d'analyser, du point de vue sylvicole, les différents facteurs du milieu, qui agissent sur la végétation, dans leur ensemble, afin de pouvoir connaître les exigences vitales des essences en vue de déterminer le traitement. Cette méthode a l'avantage d'être plus rapide que celle qui consiste à étudier chaque facteur séparément et, dans l'état actuel du développement, les impératifs de la production exigent de faire vite. Par exemple, on possède encore à l'heure actuelle peu de renseignements sur certaines essences forestières, p. ex. *Cedrela mexicana*, une essence précieuse, même si les recherches sur son tempérament et ses exigences ont débuté il y a une cinquantaine d'années.

On confond souvent les expressions «forêt tropicale» (Tropenwald) et «forêt vierge tropicale» (tropischer Urwald). La forêt tropicale comprend l'ensemble des formations forestières qui dépendent, pour leur existence et leur développement, principalement du climat des Tropiques ou qui lui sont directement soumises. Elles sont très variées de structure et d'aspect, bien qu'on n'entende parler le plus souvent que de la forêt dense humide sempervirente ou semi-caducifoliée ou de la forêt sèche dense (peuplements asiatiques de teck). Entre ces deux extrêmes, il existe plusieurs formations distinctes. H u e c k , par exemple, distingue, seulement pour l'Amérique du Sud tropicale, d'après les climats locaux, neuf différentes régions et vingt-cinq sous-régions qui correspondent à nos associations et sous-associations.

L'expression *forêt vierge tropicale* n'est pas très claire en elle-même et souvent *forêt tropicale* et *forêt vierge tropicale* sont prises comme synonymes. Mais en réalité, même dans les contrées chaudes, il existe aujourd'hui peu de forêts vierges au sens strict du terme, c'est-à-dire de forêts exemptes de toute influence humaine: là comme ailleurs, beaucoup de massifs ont été parcourus par les incendies, d'autres ont été contaminés par les peuplades nomades ou semi-nomades, etc. On rencontre toutefois, sporadiquement, de véritables forêts vierges.

Dans quelles directions doivent s'orienter les recherches présentes et futures à propos des forêts vierges et quelles sont les principales questions sylvicoles qui préoccupent le praticien chargé de la gestion des forêts tropicales?

Toute recherche d'ordre purement sylvicole devra se fonder sur une classification des associations forestières tropicales. Une telle classification pourra procéder soit à partir des types de climat (en utilisant le facteur de Lang, par exemple, ou les climatogrammes de Gaußsen) soit se baser sur la physiognomie: structure, composition, morphologie, phénologie, etc. On a déjà entrepris des classifications floristico-physiognomiques grâce à l'emploi de photographies aériennes et la méthode s'est révélée efficace. En ce qui concerne l'évolution et le rythme vital des forêts tropicales, peu de recherches ont été effectuées jusqu'à ce jour. Les recherches sur l'accroissement des tiges d'arbres individuelles, des espèces d'arbres, des peuplements, sur les relations de la croissance dans les différentes phases vitales sont aussi beaucoup plus difficiles à faire dans la forêt tropicale que sous nos latitudes moyennes.

Certaines questions sylvicoles concernant la forêt tropicale qui restent actuellement sans solution sont les suivantes: Que savons-nous de la valeur fertilisante de la forêt vierge tropicale, qui développe une végétation luxuriante sur des sols bien souvent très pauvres alors que ces mêmes sols, après une utilisation agricole de courte durée, ne deviennent pratiquement propres à rien? Pourquoi rencontre-t-on ici et là, dans la forêt dense humide dépourvue de saison sèche, des essences semi-caducifoliées parmi les essences sempervirentes? Et inversement, de quelles manières se protègent les essences sempervirentes qui s'installent dans les régions où existe une saison sèche bien caractérisée? Comment se protègent contre les gelées, qui surviennent à coup sûr en tout temps de l'année, des essences de haute altitude comme *Polylepis sericea*? Ce sont quelques-unes des énigmes de la forêt vierge tropicale que ce bref article n'a pas eu pour ambition de résoudre, mais seulement d'esquisser.

P.-E. Vézina

#### Literatur

1. Beard, J. S.: Climax vegetation in tropical America. Ecology 25, 127, 1944.
2. Dillewijn van, F. J.: Sleutel voor de interpretatie van begroeiingsvormen uit luchtfoto's 1:40.000 van het Noordelijk deel van Suriname. Paramaribo 1957.
3. Hueck, K.: Las regiones forestales de Sur América. Bol. Inst. For. Latinoamericano No. 2, Mérida 1957.
4. Huguet, L./Verduzco, J.: Economía forestal de Yucatán. Aus: Aprovechamiento de los recursos forestales. México D. F. (Banco de México) s. a.
5. Lamprecht, H.: Unos apuntes sobre el principio del rendimiento sostenido en la Ley Forestal y de Aguas Venezolana. Bol. Fac. Ciencias For. No. 10, 1956.
6. Lamprecht, H.: Ueber Profilaufnahmen im Tropenwald. Vorgelegt auf dem Kongreß des Int. Verb. Forstl. Versuchsanst. Oxford, 1956.
7. Leibundgut, H.: Ziele und Wege der waldbaulichen Forschung und Lehre. Schweiz. Z. f. Forstw. Nr. 1, 1958.
8. Richards, P. W.: The Tropical Rain Forest. Cambridge 1952.