

56. *Smeds, H.*: Är Finlands landsbygd överbefolkad? Ekon. samf. tidskr. 1951 (= Publ. inst. geogr. univ. Hels. 14, Helsingfors 1951).
57. *Smeds, H.*: Svenska Österbotten. Vasatraktens kust- och skärgårdskommuner. Helsingfors (1953).
58. *Smeds, H.* u. *Mattila, J.*: Om utvecklingen av tätorter och landsbygd i Finland 1880—1930. Geogr. Ann. 1941.
59. *Sommerschield, F.* (Hsg.): Den Svenska folkstammen i Finland. Helsingfors 1940.
60. Statistisk Årsbok för Helsingfors stad, jährlich.
61. Statistisk Årsbok för Finland, jährlich.
62. Statistiska undersökningar av språkförhållandena i Sydvästra Finland. In: Album utgivet av Åbo avdelning II, Helsingfors 1911.
63. Svensk Bygd i Finland. Helsingfors 1949.
64. Svensk i Finland. Ställning och strävanden. Helsingfors 1914.
65. Svensk-Finland. Bilder från Svenskbygden i Nyland, Åboland, Österbotten och Åland. Stockholm 1944.
66. *Tunkelo, A.*: Yrke och språk. Statistiska Översikter 1933.
67. *Tuominen, O.*: Das Einflußgebiet der Stadt Turku im System der Einflußgebiete SW-Finnlands. Fennia 1949.
68. *Tuominen, O.*: Suomen menekialueet. Summary: Marketing Areas in Finland. Sininen kirja 1952/53. Helsinki 1953.
69. *Tuominen, O.*: Toiminnallisista alueista. Referat: Über funktionale Gebiete. Terra 1954.
70. *Tuominen, O.*: Zur Geographie der Erwerbe in Finnland. Fennia 1954.
71. *Wahlbeck, L.*: Om inkomstnivåns geografi i Finland år 1950. 2 Bde. (= Ekonomi och samhälle, Skrifter utg. av Svenska Handelshögskolan Nr. 2). Helsingfors 1955.
72. *Wallén, H.*: Språkgränsen och minoriteterna i Finlands svenskbygder omkr. 1600—1865. Akad. Avhandl., Åbo 1932.
73. *Waris, H.*: Työlaisyhteiskunnan syntimen Helsingin pitkäsillan pohjoispuolelle, I. Summary: The Rise of a Workingman's Community on the North Side of the Long Bridge of Helsinki. Historiallisia Tutkimuksia 1932.
74. *Waris, H.*: Huvudstadsamhället. In: Helsingfors stads historia III (1809—1875), Bd. 2, Helsingfors 1950.
75. *Waris, H.*: Suomalaisen yhteiskunnan rakenne (Die soziale Struktur Finnlands). Helsinki, 2. Aufl. 1952.
76. *Westermarck, N.*: Svenska Österbottens jordbruk och befolkningsförhållanden i socialekonomisk belysning. Acta Agralia Fennica 1953.
77. *Wiklund, K. B.*: Språken i Finland 1880—1900. Ymer 1905.
78. *Wuorinen, J. H.*: Nationalism in Modern Finland. Diss. New York 1931.
79. Vår svenska stam på utländsk mark. Svenska öden och insatser i främmande land. Bd. II. Stockholm 1952.
80. *Smeds, H.*: The Distribution of Urban and Rural Population in Southern Finland 1950. Fennia 1957.

## DER EINFLUSS DES BRANDRODUNGSBAUS AUF DAS GEFÜGE DES TROPENWALDES UND DIE WASSERFÜHRUNG DER STRÖME, UNTERSUCHT AM BEISPIEL NORDTHAILANDS

Von Fritz Loetsch

Mit 13 Bildern, 3 Karten und 3 Diagrammen

*The Effects of Shifting Cultivation on the Composition of Tropical Forest and the Regimes of Rivers: A Study of Northern Thailand.*

*Summary:* This paper deals with the effects of shifting cultivation on the composition of the tropical forest in the northern provinces of Thailand seen from the aspect of forestry. The evaluation of the data of the 1956/57 forest census leads to the following conclusions.

1. Of the areas covered by the two types of forest, "mixed deciduous monsoon forest" and "semi-evergreen broadleaf forest", 55% is at present unproductive land as regards forestry as a result of shifting cultivation by burning.

2. *Tectonia grandis* (teak), economically the most important tree species for export, is unable, or at best only very slowly able, to recolonize the sites lost through shifting cultivation by burning. The secondary forest of the type "mixed deciduous monsoon forest" which establishes itself on the burnt land is for decades, if not centuries, void of teak. The phenomenon of island-like occurrence of teak within its appropriate type of forest is a result of earlier clearing by fire. *Tectonia grandis* may be taken as an example to show that shifting cultivation not merely reduces the quantity of timber production for a long time, but that a most valuable type of timber is gradually obliterated from its natural habitat. The present area of the

mixed deciduous monsoon forest which contains teak comprises merely 45% of the original.

3. Of the areas above 1,000 m of altitude which originally were certainly almost completely wooded, only a third can now be considered as unimpaired mountain broadleaf or coniferous forests; two-fifths are clearings at present used agriculturally or old clearings of nomadic mountain tribes, and a quarter are savannas whose origin is probably largely a result of earlier shifting cultivation. Shifting cultivation by burning, which at these altitudes has been greatly on the increase over the past 25 years, has already had its effects on the regimes of the rivers. Even if the damage resulting therefrom is as yet not directly tangible, since rice cultivation could be adjusted to the changed regimes of the rivers, the evident increase of floods already shows that an extremely dangerous situation will develop in the future.

From the aspect of forestry the judgement on shifting cultivation by fire is thus as follows: the damage of shifting cultivation on the composition of the forest has already reached a disastrous degree as far as Thailand is concerned, and from a hydrological point of view future danger is also clearly discernible.

At the North Pacific Congress of Science in Bangkok in 1957, the subject under consideration was shifting cultivation and the damage it causes. Two points of view emerged

quite clearly. On the one side it was said that shifting cultivation would certainly not give rise to the unfavourable consequences attributed to it, on the other side the detrimental changes it causes in soil and climate were emphasized.

In view of this clash of opinions it seems important to draw attention to two points in particular.

1. When speaking of shifting cultivation by burning a distinction should always be made between that with an established rotation cycle and only a one year utilization for agriculture, and another one without an established cycle and an agricultural utilization of possibly more years. As far as shifting cultivation is practised reasonably, systematically and with protection of the soil in mind, as for instance in the Philippines (5), the islands of Melanesia (1), the Ivory Coast (3), in Sarawak (7) and the Belgian Congo (24), a long-term damage of the soil cannot be discerned directly and such shifting cultivation can possibly be pursued for centuries without causing serious damage to agriculture. If, however, an unsystematical shifting cultivation, merely governed by momentary considerations, is practised, allowing only short recovery periods of the areas between the periods of agricultural utilization, which in turn sometimes even last for a number of years without interruption, then an irreparable damage of the soil is the result.

2. Seen from the aspect of forestry, shifting cultivation is always seriously criticised since it involves the burning and wasting of valuable timber. This may not be important as long as wood is plentiful and the potentiality or necessity of a regulated utilisation of the forests does not yet exist. As far as the mixed deciduous monsoon forest of northern Thailand is concerned, the author hopes to have shown that in this case shifting cultivation must be seen from the aspect of its damage to forestry because of the importance of the timber resources for the further economic development of the country.

To act according to the principles of forestry means to plan the utilization of woodlands on the basis of a long-term programme of lasting maximum production of usable timber. But the thinking and acting according to the principles of forestry have made their appearance only fairly recently.

It is true that forestry authorities do exist in the developing countries of the Far East, but principles of forestry have not yet become an integral part of the national life of Thailand. Amongst the city dwellers as well as the country people the prevailing attitude still is, one hostile to the woodlands. Even in parliament it is difficult for the forestry authorities to find sympathy for their memoranda to set aside forest reserves, to restrict the completely unregulated shifting cultivation and unlicensed tree felling. There is a resistance to forestry as there has been to the introduction of technical advances of any kind, and only a general rise in the level of education will, after a time, be a remedy for that.

The author is quite aware that particularly in Thailand shifting cultivation will continue and cannot be stopped during the next few decades. It might, however, still be possible to prevent the danger of a complete extermination of teak if means and ways are found to limit shifting cultivation to the mixed deciduous monsoon forest without teak trees and to urge the people to plant young teak trees in the clearings which could be made obtainable from yet to be established nurseries of the Ranger Stations; that is the so-called Taungya Plantation system which was developed in Burma. Only the future can tell whether it will be possible to apply such measures in Thailand successfully, or whether the haphazard shifting cultivation will reduce the teak production of Thailand more and more.

## Inhalt

### Einführung in die Problemstellung und einige allgemeine Daten über Thailands Waldformationen.

- I. Das Ausmaß des Brandrodungsbaus und der durch ihn nachweislich hervorgerufenen Waldstrukturänderungen im Areal unter 1000 m von fünf Provinzen im Norden Thailands.
- II. Untersuchungen über den Einfluß des Brandrodungsbaus auf das Vorkommen von *TECTONA GRANDIS* im gemischten, laubabwerfenden Monsunwald Nordthailands.
  - a) Die Eigentümlichkeit des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS*.
  - b) Ist das inselartige Vorkommen von *TECTONA GRANDIS* als naturgegeben anzusehen?
    - 1) *TECTONA GRANDIS* als tolerante Holzart
    - 2) Die Vorratsstruktur des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes Thailands führt zu einer Arbeitshypothese
  - c) Versuch einer Erklärung des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS* durch früheren Brandrodungsbau
    - 1) Der biologische Verjüngungsradius von *TECTONA GRANDIS* und der übrigen Holzarten des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes
    - 2) Die Bambusen als pflanzensoziologische Weiser
    - 3) Die Verteilung des teaktragenden und nichtteaktragenden gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes auf die einzelnen Provinzen
  - d) Zusammenfassung und Auswertung der Untersuchungen über die Erklärung des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS*
- III. Der Brandrodungsbau im Gebiet des immergrünen Berglaubwaldes Thailands (Höhen über 1000 m)
- IV. Der Einfluß des Brandrodungsbaues im Einzugsgebiet des Mae Nam Chao Praya auf die Wasserregulierung des Stromes.
- V. Schlußzusammenfassung.

## Einführung

Von März 1955 bis Juli 1957 war ich insgesamt 21 Monate als Experte für Waldinventur der 'Food and Agriculture Organization of the United Nations' (FAO) in Thailand. Ich habe während vieler Reisen und Expeditionen fast das ganze Land kennengelernt und mir auch Einblicke in verschiedene Nachbarländer verschaffen können. Da mir die thailändische Regierung einen Mitarbeiterstab von 35 siamesischen Forstleuten und Offizieren zur Verfügung stellte, das im Jahre 1953 geflogene Luftbildmaterial zur Bearbeitung greifbar war und die Hollerithmaschinen des Thai Economical Council die Auswertung des statistischen Großzahlmaterials ermöglichten, wurde ich in den Stand gesetzt, im Norden Thailands auf einem Gebiet von 62 000 km<sup>2</sup> in den Provinzen Lampang, Lampon, Chiangmai, Chiengrai und Prae, dem Herzen des teaktragenden Areals Thailands, eine Waldinventur durchzuführen (s. Karte 3).

Der Ausgangspunkt meiner Arbeiten zur Waldinventur in Nordthailand war die Sorge des Thai Royal Forest Departments um das rapide Dahinschwinden der Holzvorräte, wobei ganz besonders *TECTONA GRANDIS* (Teak) als wertvollste und auch bedeutendste Exportholzart Thailands im Vordergrund stand. Die Waldinventur sollte Klarheit über den vorhandenen Stand des Holzvor-

rates und seines Zuwachses bringen und die Ursachen des starken Vorratsrückgangs feststellen

Ich fand zwei Hauptursachen für das rapide Schwinden der thailändischen Holzvorräte:

1. Besonders nach dem Kriege hat der illegale Einschlag von Teak, also derjenige, der nicht durch das Thai Royal Forest Department kontrolliert wird, erschreckenden Umfang angenommen. Nur etwa 40% des Gesamteinschlages kommen auf das Konto der staatlich anerkannten Lizenzträger und 60% verschwinden illegal. Ähnliche, wenn auch nicht so gravierende Tendenzen sind bei anderen Holzarten festzustellen. Die Ursachen hierfür sind in einer besonderen inneren Struktur des Landes zu suchen und berühren nicht den in dieser Arbeit angeschnittenen Fragenkomplex.
2. Die starke Bevölkerungszunahme (heute beträgt die Bevölkerungsdichte 39 Köpfe pro km<sup>2</sup>, welche sich in den letzten 30 Jahren verdoppelt hat und weiterhin zunimmt) führt zu steigendem Landhunger. Die im Überschwemmungsbau dauernd nutzbaren Flächen reichen nicht mehr aus. Neu gegründete Familien suchen sich zusätzliches Land in den Wäldern und nutzen es im Brandrodungsbau. Im Norden des Landes baut man nach der Brandrodung im wesentlichen Bergreis zusammen mit Mais und einigen Gemüsearten an, während im Süden, Osten und auch im zentralen Thailand daneben noch sog. „Cashcrops“ wie Gummi, Zuckerrohr und Tapioka angebaut werden. Nach Beendigung der landwirtschaftlichen Nutzung (zwischen einem Jahr und ca. 25 Jahren, letzteres beim Gummi) sind die Bodenkräfte erschöpft und man überläßt die Fläche dann wieder sich selbst. Es entsteht neuer Landbedarf und neue Rodungen werden durchgeführt. Auf diese Weise wird der wertholzerzeugende Wald immer mehr zurückgedrängt und die Holzvorräte schwinden.

Selbstverständlich ist der Brandrodungsbau in Thailand schon uralte, jedoch scheint es, daß er besonders in den letzten Jahrzehnten eine erhebliche Zunahme erfahren hat. Seine jedem Reisenden sofort auffallende Hinterlassenschaft sind die sich immer mehr vergrößernden Imperatragrassteppen und der gestrüppähnliche Sekundärwald, bestehend aus Bambusen, Weichhölzern und in den kürzlich verlassenen Brandrodungen (Old Clearings) meist noch ohne nennenswerten Nachwuchs an Werthölzern.

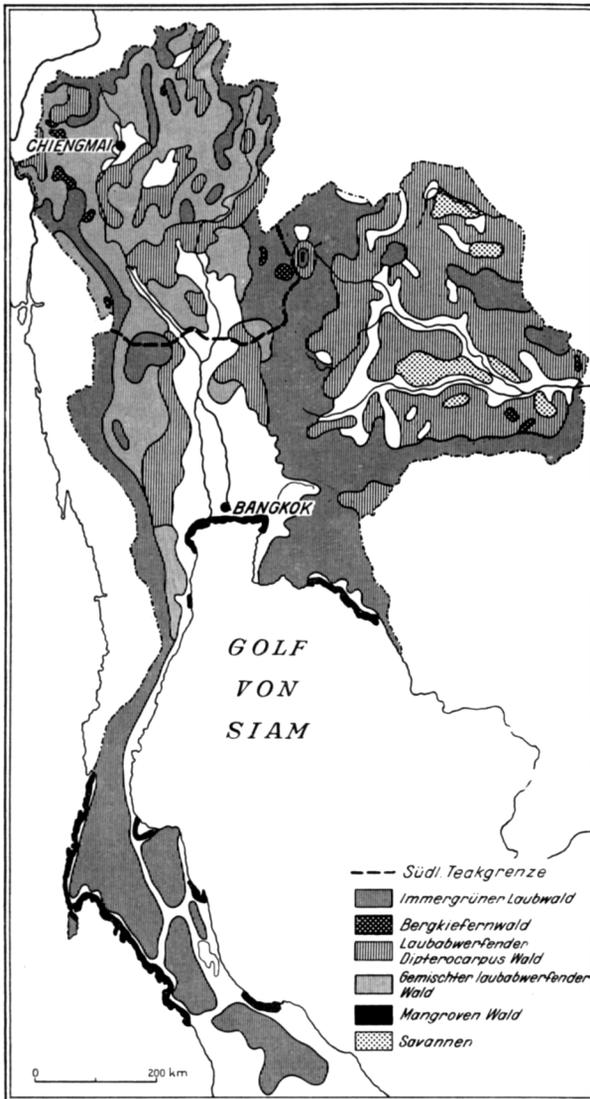
Die nachfolgende Arbeit will die Ergebnisse auswerten, die die Waldinventur hinsichtlich des Einflusses des Brandrodungsbaus auf die Strukturveränderungen des thailändischen Waldes erbracht hat. Bezüglich der Methodik der Waldinventur sowie weiterer Ergebnisse daraus darf ich auf

meine Veröffentlichungen hinweisen (14, 15, 16 und 17).

Zum besseren Verständnis sei einiges zur allgemeinen forstlichen Lage Thailands vorausgeschickt. Über die Bodenverhältnisse liegt eine wertvolle Arbeit von *Pendleton* (21) vor. Generell ist zu den Böden zu sagen, daß sie zu einem großen Teil nur als mittelmäßig hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Pflanzenproduktion anzusehen sind. Viele der Felsen und Böden sind den auswitternden Naturkräften, die in den Tropen besonders intensiv sind, lange ausgesetzt gewesen. Da topographisch viele Teile Thailands, besonders der Nordosten und Zentralthailand, niedrig liegen und nur wenig Relief besitzen, haben die Erosionen in ihren verschiedenen Formen beim Transport von verwitterten Mineralien und Pflanzenrückständen von den Hügeln und Bergen zu den kultivierbaren landwirtschaftlichen Niederungsflächen keine so bedeutende Rolle gespielt wie bei geologisch jüngeren Böden.

Klimatisch steht der Hauptteil Thailands unter dem Einfluß der Monsunwinde. Man unterscheidet daher eine Regenzeit, die im allgemeinen im Mai beginnt und im Oktober aufhört. Daran schließt sich die kühlere Trockenzeit an, welche im Februar von der heißen Trockenzeit abgelöst wird. Diese klimatischen Unterscheidungen gleichen sich auf der Halbinsel mit zunehmender Annäherung an den Äquator und steigender Jahresniederschlagsmenge immer mehr aus.

Die Karte 1 zeigt in groben Umrissen die Verteilung der wesentlichsten Waldformationen Thailands. Der erste Blick weist darauf hin, daß das, was man gemeinhin als Wald bezeichnet, in Thailand reichlich vorhanden zu sein scheint. Nach siamesischen statistischen Angaben wird das Bewaldungsprozent mit 60 angegeben, worin jedoch die weiten Areale des Sekundärwaldes und der ‚Old Clearings‘ mit einbegriffen sind. Auf Karte 1 sind unter dem Begriff „immergrüner Laubwald“ der tropische immergrüne Regenwald, der halbimmergrüne Laubwald und der immergrüne Berglaubwald zusammengefaßt worden, welche insgesamt ca. 30% des thailändischen Waldareals ausmachen. Der tropische immergrüne Regenwald allein dürfte hieran zu  $\frac{3}{4}$  beteiligt sein. Der Berglaubwald ist nur in den Höhen über 1000 m Meereshöhe anzutreffen, also in dem nördlichen Teil Thailands und entlang des Rückens der hinterindischen Zentralkordillere, welche die natürliche Grenze zu Birma bilden. Der tropische immergrüne Regenwald kommt besonders in Zentralthailand im Südosten des Landes bis an den Golf von Siam und auf der Halbinsel von Kra vor. Der halbimmergrüne Laubwald befindet sich nur im



Karte 1: Übersichtskarte zu den wichtigsten Waldformationen Thailands

gebirgigen Norden des Landes und ist dem tropischen immergrünen Regenwald recht verwandt. Die Hauptträger des obersten Stockwerkes sind genau wie im immergrünen Regenwald die Dipterocarpaceen (*DIPTEROCARPUS ALATUS*, im Gebirge vielfach auch *DIPTEROCARPUS COSTATUS* und *HOPEA ODORATA*). Der halbimmergrüne Laubwald steht meist im Talgrund auf feuchten, tiefgründigen Böden, oft jedoch auch, wie z. B. in der Provinz Chiengrai, deckt er großflächige Ebenen, die gute Bodenbedingungen aufweisen. Diese Waldformation entspricht dem Umstand, daß im Norden Thailands nur ca. 1500 mm Jahresniederschläge fallen, während in den Nordostprovinzen der Chantaburi-Region etwa

2000 mm und auf der Halbinsel Kra etwa 2500 mm jährlicher Niederschlag fällt. Im halbimmergrünen Laubwald werfen einige Holzarten während der Trockenzeit das Laub ab (daher: halbimmergrün). Diese Waldformation erzielt auch nicht die Höhe des Holzmassengehalts des echten tropischen Regenwaldes.

Der laubabwerfende Dipterocarpuswald hat den größten Flächenanteil am Waldareal Thailands mit etwa 47%. Er steht auf trockenen, humusarmen, flachgründigen Böden, in denen der Prozeß der Laterisierung schon stark fortgeschritten ist. Die Bäume (meist *DIPTEROCARPUS OBTUSIFOLIUS* und *D. TUBERCULATUS*, *PENTACME SIAMENSIS* und *SHOREA OBTUSA*) sind fast immer nur kurzschäftig (15—25 m hoch). Der für das immergrüne Dschungel typische tropische Unterwuchs fehlt hier fast völlig. Das hauptsächlichste Vorkommen des trockenen Dipterocarpwaldes ist das Korat-Plateau im Nordosten des Landes (700—1000 mm Jahresniederschlag). Ferner kommt diese Waldformation auf besonders trockenen Lagen in Zentralthailand und im Norden des Landes vor.

Die Domäne des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes ist der Norden Thailands. Er ist forstlich deswegen von größter Bedeutung, weil er das „grüne Gold“ Hinterindiens (*TECTONA GRANDIS*) enthält. Das Gesamtvorkommen dieser Waldformation wird auf reichlich 20% des gesamten Waldareals Thailands geschätzt. Meist löst er, von den tief eingeschnittenen Tälern aus ansteigend, den halbimmergrünen Wald auf den Mittelteilen der Hänge ab. Diese Waldformation ist bezüglich Bodengüte und Feuchtigkeitsgrad in mehrere Unterformationen eingeteilt worden, die jedoch hier nicht interessieren, da in allen *TECTONA GRANDIS* vorkommt.

Mangrovenwälder umsäumen die Küsten der Halbinsel und bei Bangkok und in der Chantaburi-Provinz den Golf von Siam.

Bergkiefernwälder treten vereinzelt im Norden auf (noch nicht 1% am Gesamtwaldareal) und werden in Meereshöhen bis zu 700 m von *PINUS MERKUSII* und in den höheren Lagen von *PINUS KHASYA* gebildet.

I. Das Ausmaß des Brandrodungsbaus und der durch ihn nachweislich hervorgerufenen Waldstrukturänderungen im Areal unter 1000 m von fünf Provinzen im Norden Thailands.

Zunächst ein Wort zum Begriff „Brandrodungsbau“. Wie Conklin (5) mit Recht feststellt, trifft der englische Ausdruck „Shifting Cultivation“ nicht völlig den Kern der Sache. Kennzeichnend für die in den gesamten Tropen der Erde ge-

bräuchliche landwirtschaftliche Primitivkultur ist das Abbrennen von vorher gefälltten Waldbäumen während der Trockenzeit und anschließend das mehr oder weniger lange Liegenlassen der Flächen im Zustand einer Brache bis zur nächsten landwirtschaftlichen Nutzung. Conklin führt daher im Englischen den Ausdruck „Swidden Agriculture“ ein, wobei „Swidden“ ein englisches Dialektwort ist und soviel wie „Burned Clearing“ bedeutet. Im Deutschen ist „Swidden Agriculture“ am besten mit „Brandwirtschaft“ zu übersetzen. Wenn ich trotzdem den Ausdruck Brandrodungs-

nichts über die vorangegangene Vernichtung des Waldbestandes aussagt. Der lokale Sprachgebrauch für den Brandrodungsbau in den verschiedenartigen tropischen Ländern ist außerordentlich mannigfaltig (z. B. Milpa in Zentralamerika, Taungya in Birma, Tamrai in Thailand, Ladang in Indonesien, Kaingin in den Philippinen u. a. m.).

Irgendein traditions- oder auch kulturbedingtes System des Wechsels zwischen Brachland und Anbau, wie es in der Weltliteratur für andere Tropengebiete beschrieben wird (z. B. 1, 3, 5, 7, 12 und 24), konnte ich in Thailand nicht feststel-



Karte 2: Waldformationskarte des Mae Pan Waldes (Provinz Prae) im Maßstab ca. 1 : 80 000

Die durch den Mae Pan Wald erst kürzlich angelegte Straße führt von Dhen Chai nach Sukotai. Die Straße ist zu beiden Seiten von regellos angelegten frischen Brandrodungen umsäumt. Der nichtteaktragende gemischte, laubabwerfende Monsunwald ist völlig regellos in das teaktragende Areal der gleichen Waldformation eingestreut.

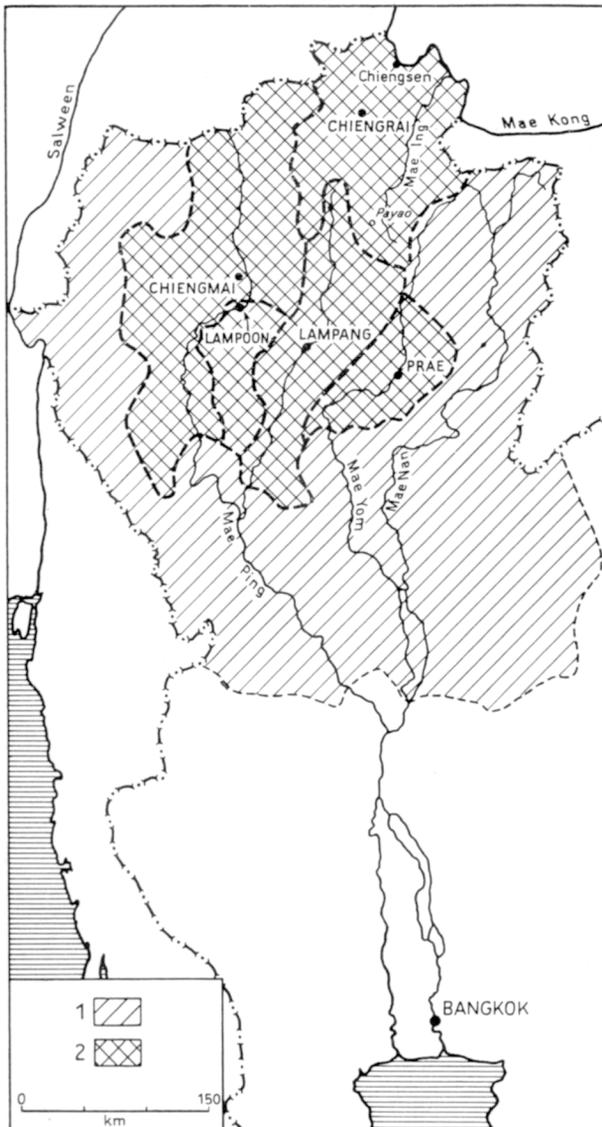
bau benutze, so folge ich dem bisherigen forstlichen Sprachgebrauch, wenngleich er für Thailand nicht ganz korrekt ist, da die Bäume keineswegs gerodet werden, sondern die Wurzelstöcke und oft auch einzelne lebendige oder tote Überhälter auf der Fläche belassen werden. Der Begriff Brandwirtschaft allein ist mir nicht ausreichend, da er

len. Die Rotation findet völlig regellos statt, wobei der Nutzen des Augenblicks die wichtigste Rolle spielt. Typisch ist besonders, daß durch Straßen neuerschlossene Gebiete sehr bald von Bauern völlig regellos besiedelt werden, die die Wälder zu beiden Seiten der Straße im Brandrodungsbau planlos zerstören (s. auch Karte 2).

Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Landklassifikation des Areal unter 1000 m Seehöhe der Provinzen Nordthailands, in denen ich die Waldinventur durchgeführt habe (siehe auch Karte 3). Die in landwirtschaftlicher Dauernutzung stehenden Flächen (meist Bewässerungsreisbau) umfassen 9,8% des Gesamtareals, während die zum Zeitpunkt der Inventur in Feldbau befindlichen Brandrodungen 3,5% ausmachen.

Von der Gesamtsumme der zur Inventurzeit festgestellten landwirtschaftlichen Flächen (7023 km<sup>2</sup>) waren somit 1839 km<sup>2</sup> oder etwa

1/4 im Brandrodungsbau bewirtschaftet. Dieses Zahlenverhältnis ist bezeichnend für die bereits charakterisierte allgemeine Situation in Nordthailand: Während die Bewässerungsreisbauflächen sich im wesentlichen in den drei Becken um Chiangmai, Chiengrai und Lampang befinden (siehe auch Karte 1), sind die Brandrodungsflächen besonders in den daran angrenzenden Wäldern zu suchen oder befinden sich in neu entstandenen Dorfsiedlungen in den Wäldern selbst. Entlang der Flußläufe werden z. T. auch kleinere Bewässerungsreisfelder neu angelegt, jedoch in der Hauptsache wird in diesen Neusiedlungen Brandrodungsbau betrieben.



Karte 3: Das natürliche Verbreitungsgebiet von *TECTONA GRANDIS* im Norden Thailands (1) und das Areal der Provinzen, die von der Waldinventur 1956/57 erfaßt worden sind (2)

Tab. 1

Landklassifikation des Areal unter 1000 m Seehöhe der Provinzen Lampang, Lamphoon, Chiangmai, Chiengrai und Prae (Ergebnis einer Kombination zwischen Luftbildinterpretation und terrestrischer Probenahme)

	km <sup>2</sup>	%
Laubabwerfender, gemischter Monsunwald		
a) mit Vorkommen von <i>TECTONA GRANDIS</i>	10 962	20,8
b) Plantagen von <i>TECTONA GRANDIS</i>	14	—
c) ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	9 629	18,3
Halbimmergrüner Wald Nordthailands	5 794	11,0
Immergrüner Berglaubwald ( <i>CASTANOPSIS, QUERCUS</i> )	155	0,3
Bergkiefernwald	493	0,9
Laubabwerfender <i>DIPTEROCARPUS</i> Wald		
a) auf tiefgründigen Lehmen	973	1,8
b) auf trockenen, flachgründigen Böden	12 772	24,2
Verlassene Brandrodungen noch ohne Sekundärwald	3 009	5,7
Brandrodungsflächen unter Kultur	1 839	3,5
Beständig landwirtschaftlich genutzte Flächen	5 184	9,8
Sonstige Nichtholzbodenflächen (Siedlungen, Gewässer, Sümpfe, Felsen etc.)	1 936	3,7
	52 760	100

Die in Tab. 1 als „verlassene Brandrodungen noch ohne Sekundärwald“ (Old Clearings) bezeichnete Flächengruppe beträgt 5,7%. Sie umfaßt diejenigen Flächen, auf denen noch keinerlei Baumnachwuchs festgestellt wurde und welche im wesentlichen mit *IMPERATA CYLINDRICA*, *EUPATORIUM ODORATUM* oder Bambusarten (meist *OXYTENANTHERA*) bewachsen sind. Von diesen Old Clearings wird sich sicherlich, falls keine erneute Brandwirtschaft erfolgt, ein beträchtlicher Teil wieder im Laufe absehbarer Zeit in Sekundärwald verwandeln, nicht oder zumindest äußerst erschwert jedoch die mit *Imperata-*

gras bedeckten Flächen, welche nach *Pit Hampananda* (19) für Gesamtthailand heute auf 1 Mill. ha oder 3 % des Waldareals eingeschätzt werden.

Selbst wenn der nicht immer eintretende günstige Fall der Wiederbesiedlung verlassener Brandrodungen mit Sekundärwald vorliegt, ist damit vom forstlichen Standpunkt aus der durch Zerstörung wertvoller Nutzhölzer entstandene Schaden noch keineswegs geheilt. Auch in den Tropen benötigen die Werthölzer lange Zeiträume, um schlagreif heranzuwachsen. So braucht z. B. *TECTONA GRANDIS* je nach Bodengüte 100—160 Jahre, um einen schlagreifen Brusthöhendurchmesser von 70 cm zu erreichen.

Tab. 2

Flächenanteile der verschiedenen Stadien der Zerstörung zweier Waldformationen Nordthailands durch Brandrodungsbau (Ergebnisse der Luftbildinterpretation)

	km <sup>2</sup>	%
Gemischter, laubabwerfender Wald und halbhimmergrüner Wald, bestockt mit hohen Bäumen und deutlich auf dem Luftbild erkennbaren Kronen	14 017	44,8
Sekundärwald nach Brandrodung, jedoch noch ohne hohe Bäume und erkennbare Kronen	12 382	39,7
Verlassene Brandrodungen, noch ohne Sekundärwald	3 009	9,6
Brandrodungsflächen, z. Z. in landwirtschaftlicher Kultur	1 839	5,9
Total	31 247	100

Eine Beurteilung über das Ausmaß der Schäden am Waldvorrat ist daher nur möglich, wenn man Flächenangaben über jenen Anteil des Sekundärwaldes erhält, der noch keine nennenswerten schlagreifen Nutzhölzer produziert.

Während man bei der terrestrischen Inventur wegen der Sichtbehinderung durch dichten Unterwuchs äußerst schwer verschiedene Entwicklungsstufen des Sekundärwaldes unterscheiden kann, hilft hier das Luftbild. Die Luftbildinterpretation ließ den Sekundärwald jüngeren Stadiums (noch ohne höhere Bäume und auf dem Luftbild erkennbaren Kronen) vom Wald älterer Entstehung (mit hohen Bäumen und ausgeprägten Kronen) unterscheiden. Da im Norden Thailands in dem Areal unter 1000 m im wesentlichen der gemischte, laubabwerfende Monsunwald und gelegentlich der halbhimmergrüne Wald, dort, wo er nicht in eng eingeschnittenen, unzugänglichen Tälern, sondern z. B. in Chingrai auf flacher Exposition in größeren Arealen vorkommt, zum Brandrodungsbau herangezogen wird, habe ich die Ergebnisse dieser beiden Waldformationen aus der Luftbildinterpretation in Tab. 2 zusammengestellt. Hier tritt

nun klar zutage, welche Wunden der Brandrodungsbau dem Vorratsgefüge dieser beiden Waldformationen beigebracht hat, da die Flächengrößen des Sekundärwaldes, welcher noch für lange Jahrzehnte keinerlei schlagreifes Holz liefern wird, festgestellt werden konnten. Der aus dem Luftbild erkennbare Anteil des Sekundärwaldes ist mit 12 382 km<sup>2</sup> fast genauso groß wie der noch intakte Wald der beiden Waldformationen 14 017 km<sup>2</sup>. Addiert man zu den 12 382 km<sup>2</sup> die durch terrestrische Inventur festgestellten, kürzlich verlassenen Brandrodungsflächen und jene Flächen, die sich im Inventurjahr in landwirtschaftlicher Kultur befanden, so ergibt sich ein Gesamtareal von 17 230 km<sup>2</sup> oder 55,2 % an der gesamten Waldfläche, welches dem Brandrodungsbau in den letzten Jahrzehnten ausgesetzt gewesen ist und in seiner forstlichen Produktionskraft um mindestens ein Jahrhundert zurückgesetzt wurde.

Für den gemischten, laubabwerfenden Monsunwald Nordthailands ist es bei der Beurteilung der durch Brandrodungsbau hervorgerufenen Schäden weiterhin noch von großer Bedeutung, ob die wertvollste Holzart, *TECTONA GRANDIS*, überhaupt imstande ist, sich in absehbarer Zeit die Sekundärwaldflächen zurückzuerobern. Die folgenden Untersuchungen sind daher der Frage gewidmet, ob und inwieweit *TECTONA GRANDIS* durch den Brandrodungsbau aus ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet verdrängt worden ist.

## II. Untersuchungen über den Einfluß des Brandrodungsbaus auf das Vorkommen von *TECTONA GRANDIS* im gemischten, laubabwerfenden Monsunwald Nordthailands

### a) Die Eigentümlichkeit des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS*

Das hauptsächlichste Teakgebiet Thailands liegt zwischen 97°30' und 101°20' östlicher Länge sowie 20°30' und etwa 16° nördlicher Breite. Es gibt noch einige Teakvorkommen, die bis 15°, ja sogar noch etwas südlicher anzutreffen sind, die aber keine wesentliche Rolle spielen. Auf der Karte 1 ist die südliche Begrenzungslinie des natürlichen Vorkommens von Teak eingezeichnet. Das thailändische Teakgebiet hat Anschluß im Osten an Laos (in Kambodja kommt Teak nur im nördlichsten Teil und verhältnismäßig wenig vor) und im Norden und Westen an Birma. Die drei Länder Thailand, Birma und Laos stellen das Kerngebiet des natürlichen Teakvorkommens dar. Westlich an Birma anschließend sind dann über Indien noch Ausläufer des Teakvorkommens zu verzeichnen.

Das Hauptvorkommen von Teak in Thailand liegt unterhalb der Meereshöhe von 750 m. Als einige seltene Ausnahmefälle konnte ich Teak entlang des Weges Muang Fang/Chiengrai bis zu 900 m feststellen. In Indien und Birma steigt die Verbreitungsgrenze von Teak wesentlich höher hinauf (4).

In den Höhenlagen zwischen 100 und 750 m über dem Meere kann man im Norden Thailands ganz grob drei pflanzensoziologisch völlig verschiedene Waldformationen unterscheiden:

den halbimmergrünen tropischen Laubwald,  
den gemischten, laubabwerfenden Monsunwald und  
den trockenen, laubabwerfenden Dipterocarpwald.

Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß der laubabwerfende, gemischte Monsunwald mit insgesamt 39,1% den größten Flächenanteil des Areal unter 1000 m bei den fünf untersuchten Provinzen Nordthailands einnimmt. Der laubabwerfende Dipterocarpwald folgt mit 26% und der halbimmergrüne Wald mit 11% Flächenanteil.

Die in den Jahren 1956/57 durchgeführte Waldinventur ergab für den gemischten laubabwerfenden Monsunwald eine eigenartige Feststellung: Etwa die Hälfte der Fläche dieser Waldformation (10 962 km<sup>2</sup>) enthält *TECTONA GRANDIS*, während in der anderen Hälfte (9629 km<sup>2</sup>) *TECTONA GRANDIS* überhaupt nicht vorkommt (vgl. Tab. 1). Um diese Zahlen voll interpretieren zu können, muß eine kurze Erklärung ihrer Entstehung eingefügt werden.

Die Bestimmung der Zugehörigkeit von Waldflächen zu einer bestimmten Waldformation wurde bei der Inventur in folgender Weise ermittelt: Nach dem Trakt Unit System (15, 16) wurden 2 108 Probetrakte über das gesamte Landareal ausgelegt. Jeder Probetrakt umfaßt ein Quadrat mit der Seitenlänge 480 m. Auf jeder Seite des Quadrats wurden im Abstand von 40 m 12 Probeflächen in einer Größe von 0,05 ha ausgemessen. In ihnen wurde der stehende Holzvorrat ermittelt. Zu jeder Probefläche wurde die zugehörige Waldformation festgestellt. Bei der Unterscheidung, ob die Probe zum gemischten, laubabwerfenden Monsunwald mit oder ohne *TECTONA GRANDIS* gehörte, wurde ein zusätzliches Kriterium eingeführt: Selbst dann, wenn im Probekreis 0,05 ha kein Teak (vom Sämling bis zum starken Baum) enthalten war, wurde diese Probefläche noch in das teaktragende Areal eingereicht, wenn im Umkreis von 25 m um den Probeflächenmittelpunkt Teak vorhanden war. Für die Zuweisung einer Probefläche zum teaktragenden Areal des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes war somit eine Probegröße von ca. 0,2 ha zuständig.

Bei der Inventur fiel immer wieder auf, daß entlang der Traktseiten im gemischten, laubabwerfenden Monsunwald die Probeflächen mit und ohne Teak nicht zufällig und wahllos miteinander abwechselten, sondern oft halbe und auch ganze Traktseiten, ja oft auch ganze Trakte ohne Teak waren, während dementsprechend umgekehrt dasselbe bei den Flächen mit Teak festzustellen war.

Dieses Ineinandergreifen von größerem teaktragendem und nichtteaktragendem, gemischtem, laubabwerfendem Monsunwald konnte kartennäßig am Beispiel des Mae-Pan-Waldes (Provinz Prae) gezeigt werden (s. Karte 2).

Im Mae-Pan-Wald wurde von mir zu Versuchszwecken eine 7,5%ige Flächenaufnahme eines Waldes von ca. 6 250 ha durchgeführt. Es fand eine Lineartaxe mit einem Linienabstand von 200 m statt. Entlang der Linien wurden die verschiedenen Waldformationsgrenzen mit dem Meßband ausgemessen. Durch Verbinden der Grenzpunkte gleicher Waldformationen entstand eine Waldkarte (Karte Nr. 2). Der Mae-Pan-Wald ist hinsichtlich seines Teakholzgehaltes der Spitzenwald Thailands. Der gesamte Flächenanteil des gemischten, laubabwerfenden Waldes beträgt dort 62%, wovon 37% auf die Waldformation mit Teak und 25% auf jene ohne Teak fallen (14). Das gesamte Areal des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes beträgt etwa 3 900 ha, wovon 1 500 ha ohne Teak und 2 400 ha mit Teak bestockt sind. Die 1500 ha ohne Teak verteilen sich auf größere und kleinere Flächen von ca. 250 ha Größe an der Westgrenze des Reviers bis herunter auf 10 bis 15 ha große Inseln im Revierinnern. Bemerkenswert muß hierzu noch, daß kleinere Inseln des nichtteaktragenden, gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes bis zu 1 ha zwar vorkamen, aber zeichnerisch nicht erfassbar waren.

Das gleiche Phänomen des inselartigen unregelmäßigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS* hat man im gemischten, laubabwerfenden Wald Birmas und auch Indiens vorgefunden. So schreibt z. B. *Troup* (25, S. 11): „Unglücklicherweise ist der Ausdruck ‚teaktragender Wald‘ ein etwas elastischer Ausdruck, denn Teak kann in isolierten Flecken und einzelnen Bäumen gefunden werden, die voneinander getrennt sind durch Wald eines ähnlichen Typs, welcher jedoch kein Teak enthält. Trotzdem mag das Ganze immerhin als teaktragend angesehen werden, weil es mehr oder weniger homogen ist und hinsichtlich des Typs fähig ist, Teak zu produzieren.“ Für die laubabwerfenden Wälder von Kanara im Bombay-Distrikt stellt *Garland* (8) ähnliches fest.

Die gesamte Situation des laubabwerfenden, gemischten Monsunwaldes im autochthonen Teakgebiet Hinterindiens und Vorderindiens ist daher folgendermaßen zu umreißen: In der Waldformation, die naturgemäß dazu imstande wäre, *TECTONA GRANDIS* die notwendigen Lebensmöglichkeiten zu bieten, kommt diese Holzart z. T. in größeren, z. T. auch in kleineren Flecken, Streifen und Inseln vor. Es stellt sich nunmehr die Frage, ob dieses inselartige Vorkommen von *TECTONA GRANDIS* als primäre Naturgegebenheit zu betrachten ist, oder ob *TECTONA GRANDIS* durch irgendwelche Einflüsse aus seinem ursprünglichen Lebensraum verdrängt wurde und deshalb heute nur noch auf den „Inseln“ anzutreffen ist.

b) Ist das inselartige Vorkommen von *TECTONA GRANDIS* als naturgegeben anzusehen?

1. *TECTONA GRANDIS* als tolerante Holzart. *Troup* (25) und *Bourke-Borrows* (4) stellen übereinstimmend fest, daß *TECTONA GRANDIS* keineswegs geeignet ist, als Charakterholzart für biologische Untertypen des gemischten, laubabwerfenden Waldes zu gelten. Die Waldinventur 1956/57 konnte dies erneut bestätigen. Teak kommt nicht nur in sämtlichen der von *Troup* beschriebenen Subtypen des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes vor, sondern es vergesellschaftet sich sogar in Übergangszonen mit den typischen Holzarten des trockenen, laubabwerfenden Dipterocarp-Waldes (wie z. B. *DIPTEROCARPUS TUBERCULATUS*, *PENTACME SIAMENSIS* u. a.) und kommt auf der anderen Seite auch manchmal zusammen mit den Holzarten des halbimmergrünen Regenwaldes vor (*DIPTEROCARPUS ALATUS*, *D. COSTATUS*, *HOPEA ODORATA* etc. (siehe Tab. 3 und 4). Diese große Toleranz von Teak gegenüber den verschiedenen Bodenverhältnissen und Begleitholzarten hätte bei einer über große Zeiträume sich aufbauenden Schlußwaldformation wohl mit Sicherheit dazu geführt, daß

*TECTONA GRANDIS* mehr oder weniger zahlreich über dem gesamten Areal seines Lebensraumes vorgekommen wäre und nicht diese eigentümlichen und regellosen Flächen des heutigen teaklosen laubabwerfenden, gemischten Monsunwaldes ausgespart hätte. Die erstaunliche Tatsache, daß in Thailand, Birma und Indien *TECTONA GRANDIS* innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes größere Flächen, die anscheinend völlig regellos mit den teaktragenden Flächen verzahnt sind, gar nicht bedeckt, steht demnach in absolutem Gegensatz zur biologischen Toleranz von Teak.

2. Die Vorratsstruktur des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes Thailands führt zu einer Arbeitshypothese. In Tab. 3 sind die Vorratsstrukturen des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes mit und ohne *TECTONA GRANDIS* einander gegenübergestellt, wobei nur die Bäume von 30 cm Brusthöhendurchmesser an aufwärts gemessen wurden. Die gefundenen Durchschnitte basieren auf 53 578 Probeflächen = 2 178,9 ha aufgemessenen Wald-

Tab. 3 Vorratsstruktur der Bäume über 30 cm Brusthöhendurchmesser im gemischten laubabwerfenden Wald Nordthailands (Durchschnitte aus 53 578 Probeflächen)

Untere Fällungsgrenze, Umfang in Brusthöhe cm	Holzart	Anzahl der Bäume je km <sup>2</sup> im Waldtyp			Holzmasse je km <sup>2</sup> im Waldtyp		
		mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	%	ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	%
213	<i>TECTONA GRANDIS</i>	1078	—	907			
200	<i>PTEROCARPUS MACROCARPUS</i>	138	93	232	10,5	145	6,6
200-250	Holzartengruppe 1)	23	119	42	1,9	206	9,4
150	<i>LAGERSTROEMIA CALYCVLATA</i>	113	130	123	5,6	148	6,8
150	<i>TERMINALIA MUCRONATA</i>	172	146	158	7,2	141	6,5
150	<i>XYLIA KERRII</i>	287	163	314	14,3	166	7,6
150	<i>TERMINALIA TOMENTOSA</i>	162	} 396	145	} 21,6	364	} 16,7
150	Holzartengruppe 2)	329		329			
100	<i>PENTACME SIAMENSIS</i>	213	} 272	210	} 21,3	278	} 12,7
100	Holzartengruppe 3)	262		255			
ohne Fällungsgrenze	nicht nutzbares Weichlaubholz	497	934	386	17,6	736	33,7
	Holzvorrat ohne Teak	2196	2253	2194	100	2184	100
	Gesamtvorrat	3274	2253	3101		2184	

Bemerkung: Die Species der Holzartengruppen 1), 2) und 3) siehe Tab. Nr. 4. Die Holzmasse ist in Kubikmeter HOPPUS angegeben.

Tab. 4 Holzarten mit einem geringeren Vorkommen als 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> im gemischten laubabwerfenden Wald

	a) nur im Waldtyp mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	b) nur im Waldtyp ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	In beiden Waldtypen a u. b
Holzartengruppe 1) Fällungsgrenze 200–250 cm			<i>AFZELIA XYLOCARPA</i> <i>ANISOPTERA GLABRA</i> <i>BUTEA FRONDOSA</i> <i>DIPTEROCARPUS</i> <i>ALATUS</i> <i>DIPTEROCARPUS</i> <i>COSTATUS</i> <i>HOPEA ODORATA</i> <i>MANGIFERA SPP.</i> <i>SCHOUTENIA HYPO-</i> <i>LEUCA</i> <i>TETRAMELES NUDI-</i> <i>FLORA</i>
Holzartengruppe 2) Fällungsgrenze 150 cm	<i>ACACIA CATECHU</i> <i>FAGRAEA FRAGRANS</i> <i>LAGERSTROEMIA</i> <i>FLOSREGINA</i>	<i>MICHELIA CHAMPACA</i> ( <i>TERMINALIA TO-</i> <i>MENTOSA</i> *)	<i>AILANTHUS FAUVE-</i> <i>LIANA</i> <i>ARTOCARPUS LAKO-</i> <i>OCHA</i> <i>BOMBAX INSIGNE</i> <i>CASTANOPSIS SPP.</i> <i>CEDRELA TOONA</i> <i>CHUKRASIA TABU-</i> <i>LARIS</i> <i>DALBERGIA CULTRATA</i> <i>DALBERGIA DON-</i> <i>GNAIENSIS</i> <i>DIPTEROCARPUS</i> <i>OBTUSIFOLIUS</i> <i>DIPTEROCARPUS</i> <i>TUBERCULATUS</i> <i>GARUGA PINNATA</i> <i>LAGERSTROEMIA</i> <i>TOMENTOSA</i> <i>MESUA FERREA</i> <i>MILLETTIA LAU-</i> <i>CANTHA</i> <i>QUERCUS SPP.</i> <i>SANDORICUM INDI-</i> <i>CUM</i> <i>SCHLEICHERA TRI-</i> <i>JUCA</i> <i>SHOREA FLORIBUNDA</i> <i>SPONDIAS PINNATA</i> <i>STERCULIA SPP.</i> <i>TERMINALIA CHEBULA</i>

areals. Bei dieser großen Probenanzahl sind die errechneten Mittelfehler verhältnismäßig gering: Sie betragen z. B. für 907 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> Teakvorrat im teaktragenden Areal  $\pm 5\%$ , für 3101 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> Gesamtholzvorrat im teaktragenden Areal  $\pm 3,5\%$  und für 2184 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> Gesamtvorrat im nichtteaktragenden Areal  $\pm 4\%$ . Die Gesetzmäßigkeiten, die aus dem Vergleich dieser Vorratsstrukturen nachfolgend abgeleitet werden sollen, sind daher mit ausreichender Wahrscheinlichkeit als signifikant zu bezeichnen.

Zunächst ist festzustellen, daß im teaktragenden Areal dieser Waldformation *TECTONA GRANDIS* sowohl nach Stammzahl als auch nach Holzmasse etwa ein Drittel Anteil am Vorratsgefüge unter

mehr als 100 Mischholzarten hat. *TECTONA GRANDIS* ist also mit Abstand gegenüber allen ihren Mitholzarten die vorherrschende Hauptholzart in dieser Waldformation.

Dies ist ein Beweis dafür, daß die seit etwa reichlich 100 Jahren stattfindende Teakexploitation diese Holzart nicht aus der Waldformation verdrängen kann. Die Vorratsinventur des thailändischen Teak hat ergeben, daß der Nachwuchsvorrat bis hinab zu den Sämlingen im teaktragenden Areal in genügender Menge vorhanden ist, so daß die Teakexploitation sicherlich nicht, wie es Garland (8) für Indien befürchtete, am Zurückdrängen von Teak aus exploitierten Flächen verantwortlich zu machen ist. Wenn nur einige

Tab. 4 (Fortsetzung)

	a) nur im Waldtyp mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	b) nur im Waldtyp ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	In beiden Waldtypen a u. b
Holzartengruppe 3) Fällungsgrenze 100 cm	<i>HYDNOCARPUS ILICIFOLIA NUNCLEA ORIENTALIS STRYCHNOS SPP.</i>	<i>AZADIRACHTA INDICA CASSIA BAKERIANA CASSIA SIAMEA (PENTACME SIA- MENSIS)*) PINUS MERKUSII TREWIA NUDIFLORA</i>	<i>ADINA CORDIFOLIA ALBIZZIA LUCIDA AMOORA POLY- STACHYA ANOGEISSUS ACU- MINATA BERRYA MOLLIS CASSIA FISTULA DALBERGIA OLIVERI DILLENIA SPP. DIOSPYROS MOLLIS EUGENIA SPP. GMELINA ARBOREA IRVINGIA MALAYANA KYDIA CALICYNA MELANORRHOEA USITATA PARINARIUM ANA- MENSE PINUS KHASYA SHOREA OBTUSA SINDORA SIAMENSIS VITEX CANESCENS VITEX LIMONIFOLIA</i>
Anzahl der Holzarten un- ter 100 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	6 Holzarten	8 Holzarten — 2 Holzarten *) 6 Holzarten	50 Holzarten + 2 Holzarten *) + 4 Holzarten mit mehr als 100 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> 56 Holzarten

Bemerkung: Die beiden mit \*) unter Spalte b aufgeführten Holzarten kommen im Waldtyp a mit mehr als 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> vor, sind daher ebenfalls in beiden Waldtypen vertreten.

Ergebnis: Summe aller nutzbaren Holzarten beider Waldtypen	= 68
davon nur im Waldtyp mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	= 6 8,8 %
davon nur im Waldtyp ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	= 6 8,8 %
davon in beiden Waldtypen	= 56 82,4 % 100 %

Exemplare als Samenträger zurückgelassen werden, stellt sich eine Verjüngung von Teak unter Teak zweifellos immer ein. Da sich nur für das starke Teakholz die hohen Fällungs- und Transportkosten lohnen, bleibt immer noch genug mittelstarkes Teakholz zurück, um die natürliche Verjüngung zu gewährleisten. Außerdem ist in Thailand seit etwa 1900 gesetzlich vorgeschrieben, daß etwa 20% der starken Teakbäume über 70 cm, die als fällungsreif bezeichnet werden, im Walde belassen werden müssen. Ferner müssen alle einzelnen Teakbäume und jene, die auf Bergrücken usw. stehen, ebenfalls geschont werden. Trotzdem fast in jedem Jahre Bodenfeuer in der Trockenzeit einen großen Teil der Teaksämlinge oberirdisch abbrennen, reichert sich die Wurzel im Laufe der

Jahre so stark mit Nährstoffen an, daß sie schließlich imstande ist, einen einjährigen Schuß von derartiger Stärke und Höhe zu bilden, welcher dem Bodenfeuer erfolgreich widerstehen kann. Das Phänomen des inselartigen Vorkommens kann daher weder durch die Exploitation noch durch die Bodenfeuer erklärt werden.

Betrachten wir nunmehr die Vorratsstruktur der übrigen Mischholzarten. Tab. 3 führt einzeln nur jene Holzarten auf, die jede für sich mehr als 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> aufweisen. Die übrigen Holzarten sind in Tab. 3 nach einem nur forstlich interessierenden Merkmal (Mindestumfang zur gesetzlichen Fällungserlaubnis) gruppiert worden. Aus Tab. 3 geht hervor, daß von den sechs Holzarten, die jede für sich mehr als 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> im teakra-

genden Areal enthalten, vier davon, nämlich *PTEROCARPUS MACROCARPUS*, *LAGERSTROEMIA CALYCVLATA*, *TERMINALIA MUCRONATA* und *XYLIA KERRII*, auch wieder zur Spitzengruppe des nichtteaktragenden, gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes gehören. Die beiden restlichen Holzarten, *TERMINALIA TOMENTOSA* und *PENTACME SIAMENSIS*, kommen auch im nichtteaktragenden Areal vor und liegen dort unter der 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>-Grenze.

Die Höhe des Vorrats ohne Teak nach Stammzahl wie auch nach Masse ist in beiden Waldtypen fast gleich (2194 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> im teaktragenden Areal gegenüber 2184 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> im nichtteaktragenden Areal). Auffallend ist jedoch, daß die verwertbaren Holzarten und Holzartengruppen mit Ausnahme von *LAGERSTROEMIA CALYCVLATA* und der Holzartengruppe 1 im nichtteaktragenden Areal z. T. wesentlich geringere Prozentanteile der Holzmassen aufweisen als im teaktragenden. Das Um-

gekehrte ist jedoch festzustellen bei den nichtnutzbaren Weichlaubhölzern, die im nichtteaktragenden Areal 32% an der Gesamtholzmasse und im teaktragenden Areal nur 17,6% daran ausmachen.

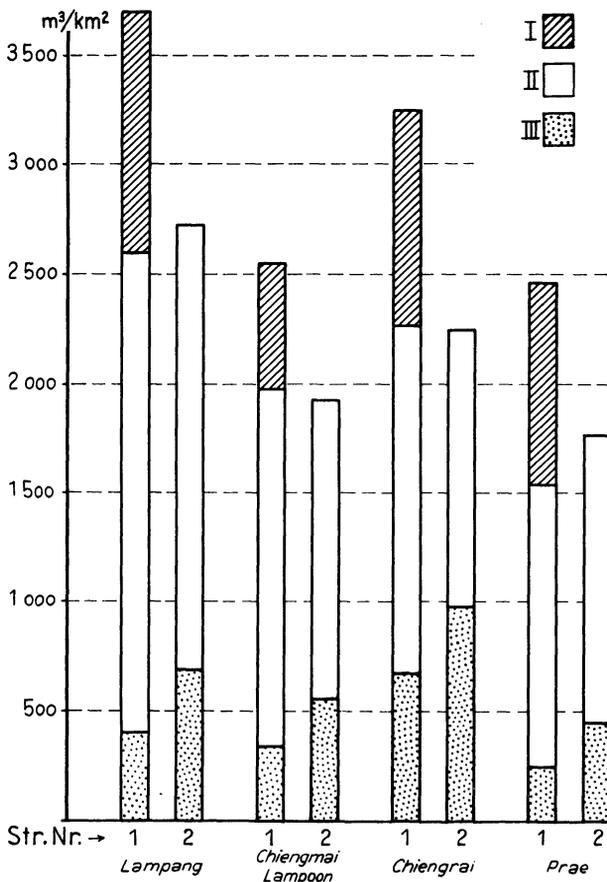
In Diagramm 1 sind die Vorratsstrukturen je km<sup>2</sup> dieser beiden Typen noch einmal für die einzelnen Provinzen gezeigt worden. Es stellt sich heraus, daß die eben aufgezeigten Gesetzmäßigkeiten nicht nur im Durchschnitt aller untersuchten Provinzen vorhanden sind, sondern nachweisbar auch für jede einzelne Provinz.

Der Weichholzanteil des teaktragenden Areals ist bei jeder einzelnen Provinz erheblich geringer als derjenige des nichtteaktragenden Waldtyps (schraffierte Säule).

Die Holzmassen der beiden Waldtypen (alle Holzarten zusammengenommen, jedoch ohne *TECTONA GRANDIS*) sind innerhalb der einzelnen Provinzen einander fast gleich (oberes Ende der weißen Säulen). Größere Schwankungen treten nur zwischen den Provinzen auf und sind aus standortlichen Gründen erklärbar. Der Teakvorrat des teaktragenden Waldtyps addiert sich gewissermaßen zusätzlich zu dem Vorrat der anderen Holzarten hinzu (die schwarzen Säulen des Graphikons). Tab. 4 gibt eine Liste derjenigen Holzarten, die weniger als 100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> aufweisen und in Tab. 3 zu Gruppen zusammengefaßt worden sind. Von 68 insgesamt vorhandenen verwertungsfähigen Holzarten kommen 56 in beiden Waldtypen zugleich vor und nur je 6 in jedem der beiden einzelnen Waldtypen. Interessant ist hierbei, daß diese letzteren zwölf Holzarten zu den absolut seltenen gehören, von denen keine einzige ein pro mille an der Gesamtstammzahl des betreffenden Waldtyps erreicht. Infolgedessen ist das getrennte Vorkommen dieser zwölf Holzarten in den beiden Waldtypen nur als Zufallstreffer zu werten und besitzt keine Signifikanz für etwaige pflanzensoziologische Schlüsse. Dagegen läßt das gleichzeitige Vorkommen von 82% aller Holzarten in beiden Waldtypen den Schluß zu, daß es sich beim gemischten laubabwerfenden Monsunwald Nordthailands, sei es mit oder ohne *TECTONA GRANDIS*, um eine pflanzensoziologische einheitliche Waldformation handelt.

Zusammenfassend läßt sich aus diesem Vorratsstrukturvergleich des nichtteaktragenden mit dem teaktragenden Waldtyp des gemischten, laubabwerfenden Waldes ableiten, daß die von *Troup* oben bereits erwähnte Behauptung zu Recht besteht: Die Waldformation „gemischter, laubabwerfender Wald“ ist in ihrer Gesamtheit fähig, Teak zu produzieren, da pflanzensoziologisch eine einheitliche Waldformation vorliegt. Der Versuch, das inselartige Vorkommen von Teak als naturgegeben zu betrachten, scheidet daher. Genauso wenig ist eine Erklärung durch die Exploitation oder die Bodenfeuer stichhaltig.

Offenbar gibt aber der auffallende Unterschied des Anteiles der Weichlaubhölzer an beiden Waldtypen den ersten Fingerzeig für eine brauchbare Erklärung. Das Charakteristikum mancher Weichlaubhölzer ist ihre Fähigkeit, als Pionierhölzer kahle Flächen als erste wieder zu besiedeln. Im



Diagr. 1: Vorratsstrukturvergleich des gemischten laubabwerfenden Monsunwaldes mit Teak mit jenem ohne Teak in den untersuchten Provinzen

thailändischen Wald entstehen kahle Flächen fast nur durch Brandrodungsbau. Wird eine Brandrodungsfläche nach der landwirtschaftlichen Nutzung wieder als Brache liegengelassen, so stellen sich, wie bereits beschrieben, zunächst Gräser, Kräuter und Bambusen ein, denen bald raschwüchsige, meist dichtes Buschwerk bildende Euphorbiaceen (z. B. *TREMA AMBOINENSIS*) und Ulmaceen (z. B. *MALLOTUS COCHINCHINENSIS*) folgen. Unter dem Schutze des Bambus- und Buschvorwalds finden sich als erste die leichtsamigen Kompositen (z. B. *HIBISCUS*-, *MORINDA*- und *FICUS* SPP.), so daß der junge Sekundärwald außerordentlich reich an Weichhölzern ist.

Erst später wachsen die übrigen Holzarten nach. Es liegt also auf Grund des Vorherrschens der Weichlaubhölzer im nichtteaktragenden Typ des gemischten, laubabwerfenden Waldes die Vermutung nahe, daß das Phänomen des inselartigen Auftretens des nichtteaktragenden, gemischten, laubabwerfenden Waldes durch früheren Brandrodungsbau zu erklären ist.

Diese Vermutung führt zur Formulierung einer Arbeitshypothese, die auf ihre Stichhaltigkeit hin durch weitere Untersuchungen geprüft werden müßte. Sie lautet: Vor einer nachweisbaren menschlichen Einwirkung ist das gesamte Areal des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes in Nordthailand mit einer Waldformation bedeckt gewesen, die durchgängig auch *TECTONA GRANDIS* in mehr oder weniger hohem Anteil enthielt. Sehr wahrscheinlich wird *TECTONA GRANDIS* sogar überall die überwiegende Hauptholzart gewesen sein. Mit zunehmender Bevölkerungsdichte, welche etwa parallel mit dem von Yünnan her vor etwa 1000 Jahren beginnenden Eindringen der Thais geht, wurde die Urbevölkerung (die Khmers) aus den fruchtbaren Talniederungen um Chiengrai, Lampang und Chiengmai verdrängt und wanderte langsam in die waldbedeckten Berge, wo nur der Brandrodungsbau zum Anbau des Bergreises möglich war. Durch die vielen Kämpfe, die die Thais gegen ihre Nachbarn (die Burmesen und auch die Kambodjaner, die Nachkommen der alten Khmers) im Laufe der Zeit führten, wurden viele der dörflichen Waldsiedlungen wieder zerstört bzw. dann später neue Dörfer an anderen Orten gegründet. Die Folge davon war, daß sich der gemischte, laubabwerfende Wald allmählich die durch Brandrodung kahlgelegten Flächen wieder eroberte, wobei sich an der Rückkehr alle Holzarten beteiligten mit Ausnahme von *TECTONA GRANDIS*, deren Verjüngungsradius zu klein ist, um bereits in Jahrzehnten oder wenigen Jahrhunderten auf die verlassenen Flächen wieder zurückzukehren.

c) Versuch einer Erklärung des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS* durch früheren Brandrodungsbau.

1. Der biologische Verjüngungsradius von *TECTONA GRANDIS* und der übrigen Holzarten des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes. Die verhältnismäßig schwere flügellose Frucht von *TECTONA GRANDIS* kann nicht durch Wind transportiert werden. Bergwässer und Regenfluten rollen die runde Teakfrucht zu Tal. Weite Transportstrecken können daher nur unter Mitwirkung des Wassers erreicht werden. Die Arealverbreitung von Teak ist daher beschränkt und auf die Wasserströmungen angewiesen. Auf Ebenen und flachgeneigtem Gelände verjüngt sich Teak nur unter Teak mit einem wahrscheinlich nicht sehr großen Verjüngungsradius. Genauere Untersuchungen hierüber sind leider noch nicht angestellt worden. Im Gegensatz dazu vermögen die Früchte vieler anderer Holzarten des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes, wie z. B. *LAGERSTROEMIA CALYCVLATA*, *TERMINALIA*-, *PTEROCARPUS* SPP. und besonders die Weichhölzer, mit Hilfe des Windes weite Strecken zurücklegen.

*TECTONA GRANDIS* braucht zur Jugendentwicklung viel Licht. Da sich nach dem Verlassen der Brandrodungsflächen der Boden sehr rasch mit einer dichten Decke von Pflanzen bedeckt, ist es dem lichtfordernden Teak selbst auch dann nicht möglich zu wachsen, wenn Samen auf den Boden gelangen. Die ersten Entwicklungsstufen der „Old Clearings“ zum Sekundärwald liefern somit dem Teak sehr ungünstige Keimungs- und Jugendwachstumsbedingungen, die sich erst bessern, wenn sich der ältere Sekundärwald gebildet und die dichte Bodenbedeckung aufgelockert hat. Demgegenüber sind die Jugendwachstumsbedingungen fast aller anderen Holzarten des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes nicht so exklusiv lichtfordernd. Sie können daher in den jüngeren Stadien des Sekundärwaldes erfolgreicher Fuß fassen als *TECTONA GRANDIS*.

Die Rückbesiedlung verlorengegangener Gebiete ist daher für *TECTONA GRANDIS* weit schwieriger und langwieriger als für die übrigen Holzarten des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes.

Es war mir außerordentlich wertvoll, daß der thailändische Forstbotaniker P. Smitinand, Royal Forest Department, Bangkok, meine Arbeitshypothese vom botanischen Standpunkt der Verbreitungsfähigkeit der Holzarten aus voll bejaht. Ihm verdanke ich viele der im Vorstehenden mitgeteilten botanischen Einzelheiten hierüber.

2. Die Bambusen als pflanzensoziologische Weiser. Anlässlich der Waldinventur

1956/57 wurde auf jeder der über 100 000 Probestflächen die vorwiegende Bambusart bestimmt. Somit wurde jede Probestfläche (0,05 ha) einer Bambusart zugeteilt bzw., wenn kein Bambus vorkam, fiel sie in die Nullkategorie. Aus der Vielzahl der Bambusarten wurden nur Mai Rai (*OXYTENANTHERA ALBOCILIATA* und *O-NIGROCILIATA*), Mai Sang (*DENDROCALAMUS SPP.*) und Mai Bong (*BAMBUSA TULDA*) unterschieden. Die übrigen Bambusarten wurden einer gemeinsamen Kategorie zugewiesen. In der Tab. 5 sind einige Ergebnisse dieser Bambusinventur zusammengestellt worden. Der Interpretation dieser Ergebnisse muß vorausgeschickt werden, daß Mai Rai als die häufigste in Nordthailand vorkommende Bambusart mit Vorliebe sich dann einstellt, wenn eine Brandrodung sich selbst überlassen wird. Die übrigen Bambusarten sind verhältnismäßig selten als Neuansiedler auf den Kahlflächen vorzufinden. Mai Sang ist als sicheres Anzeichen für ein gutes Teakwachstum anzusehen (z. B. 4, S. 8). Zwischen *TECTONA GRANDIS* und den *Dendrocalamus*arten besteht eine gute Lebensgemeinschaft.

Tab. 5 zeigt zunächst, daß der laubabwerfende Dipterocarpwald den geringsten Anteil an Bambus besitzt (95% der Probestflächen ohne Bambus). Auch im halbimmergrünen Wald haben wir auf 66,6% der Probestflächen keinen Bambus gefunden. Die kürzlich verlassenen Brandrodungen zeigten 71,3% der Probestflächen ohne Bambus. Von den dort vorgefundenen Bambusarten jedoch überwiegt Mai Rai mit 21,6%, während die übrigen Arten eine unbedeutende Rolle spielen.

Die Domäne des Bambus im Norden Thailands ist der gemischte, laubabwerfende Monsunwald. Es ist interessant festzustellen, daß in dem Waldtyp mit *TECTONA GRANDIS* Mai Rai mit 19,5% anzutreffen ist, während in jenem ohne *TECTONA GRANDIS* 39,9% oder genau der doppelte Prozentanteil der Probestflächen gegenüber dem Waldtyp ohne Teak mit Mai Rai bestockt ist. Genau umgekehrt liegen die Dinge bei Mai Sang. Hier besitzt der laubabwerfende Monsunwald mit Teak 36,2% der Probestflächen, jener ohne Teak nur 18,6%.

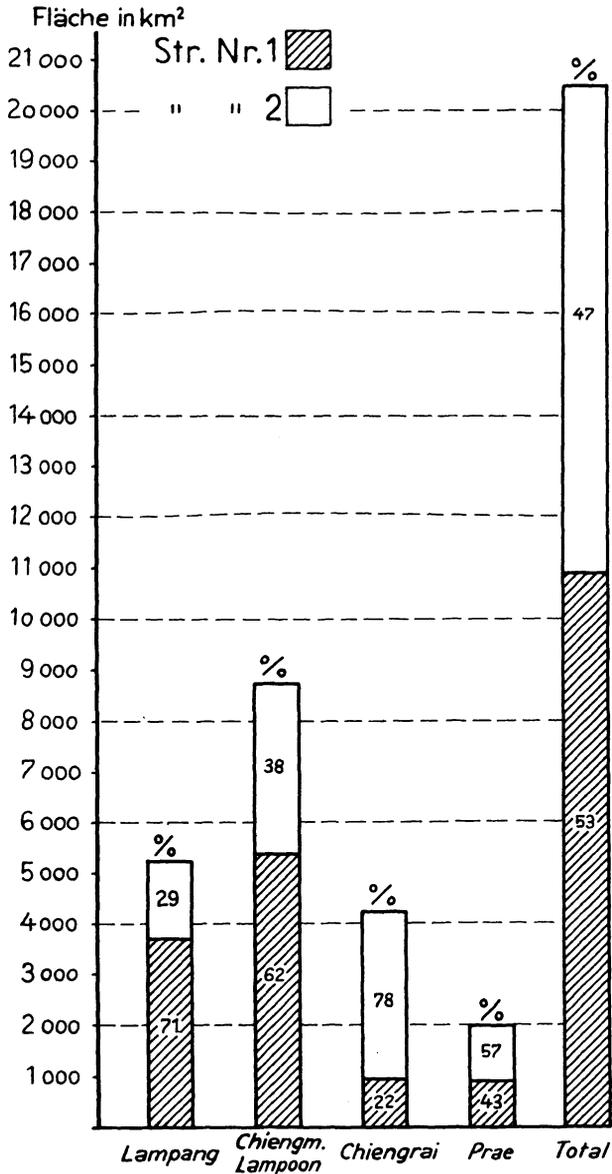
Die Teakplantagen besitzen nur einen Flächenumfang von 14 km<sup>2</sup> und sind daher in ihrer Größenordnung kaum erwähnenswert. Die darin mit Abstand vorherrschende Bambusart ist Mai Rai (35,7%), eine Tatsache, die wiederum die oben schon festgestellte Vorliebe der Oxytenantherarten für die Besiedlung von Freiflächen zeigt.

Dies Ergebnis der Bambusinventur stellt somit eine wesentliche Stütze der oben aufgestellten Arbeitshypothese dar: der laubabwerfende, gemischte Monsunwald ohne *TECTONA GRANDIS* weist mit seinem hohen Anteil an Mai Rai darauf hin, daß er ein jüngerer Entwicklungstyp ist als der teaktragende Wald. Vor nicht allzu langer Zeit muß dieser Wald durch Neubesiedlung von Kahlflächen entstanden sein, weil Mai Rai noch in der überwiegenden Mehrzahl vorhanden ist. Auf der anderen Seite deutet der immerhin beträchtliche Prozentsatz von 18,6% des Mai Sang darauf hin, daß die Böden des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes ohne Teak auch imstande sind, Teak zu

Tab. 5 Anteile der Bambusarten an einigen Waldformationen Thailands

Waldformation	Fläche in km <sup>2</sup>	Prozentanteile der verschiedenen Bambusarten				
		ohne Bambus %	Mai Rai %	Mai Sang %	Mai Bong %	andere Bambusen %
Laubabwerfender, gemischter Monsunwald mit <i>TECTONA GRANDIS</i>	10962	28,2	19,5	36,2	8,3	7,8
ohne <i>TECTONA GRANDIS</i>	9629	18,3	39,9	18,6	12,1	11,1
<i>TECTONA GRANDIS</i> Plantagen	14	57,1	35,7	—	—	7,2
Verlassene Brandrodungen noch ohne Sekundärwald	3009	71,3	21,6	1,3	3,8	2,0
Halbimmergrüner Wald	5794	66,6	10,8	9,9	4,2	8,5
Laubabwerfender <i>DIPTEROCARPWALD</i>	13745	92,0	3,5	2,0	1,0	1,7

Erklärung: Mai Rai = *OXYTENANTHERA ALBOCILIATA* UND *O. NIGROCILIATA*  
 Mai Sang = *DENDROCALAMUS SPP.*  
 Mai Bong = *BAMBUSA TULDA.*



Diagr. 2: Flächengrößen des gemischten laubabwerfenden Monsunwaldes mit Prozentanteilen der Teak bzw. kein Teak enthaltenden Areale in den untersuchten Provinzen

produzieren, wenn es nur die Möglichkeit besitzt, sich das verlorengegangene Areal wieder zu erobern.

3. Die Verteilung des teaktragenden und nichtteaktragenden, gemischten laubabwerfenden Waldes auf die einzelnen Provinzen. Auf Karte Nr. 3 wurde das Inventurgebiet im Norden Thailands und die Lage der dabei erfaßten Provinzen dargestellt.

Die Provinz Chiengrai liegt im Nordosten des Landes. In ihr liegt am Mae Kong die Stadt Chiengsen, welche die erste Hauptstadt der Thais auf ihrem Vordringen nach Süden gewesen ist.

Das Diagramm Nr. 2 veranschaulicht die Flächenanteile vom teaktragenden und nichtteaktragenden gemischten, laubabwerfenden Monsunwald der einzelnen Provinzen.

Aus ihr geht hervor, daß sich in der Provinz Chiengrai die größten Flächen mit nichtteaktragendem, gemischtem, laubabwerfendem Monsunwald (78%) finden. Teak kommt eigentlich nur entlang des Mae Ing Stromes und ostwärts von Payao vor. Hier und in der südlich davon liegenden Provinz Prae, welche mit 57% ebenfalls überwiegend nichtteaktragenden, gemischten, laubabwerfenden Monsunwald besitzt, haben vermutlich die vor den Thais zurückweichenden Khmers umfassende Brandrodungen schon vor mehr als einem halben Jahrtausend durchgeführt und diese Gewohnheit ist dann bis auf die Gegenwart stärker als in anderen Provinzen beibehalten worden. Die übrigen Provinzen besitzen einen wesentlich geringeren Anteil am Waldtyp ohne Teak. (Chiengmai/Lampon 38%, Lampang 29%). Es ist in diesem Zusammenhang interessant, daß der Anteil der Weichhölzer an der Vorratsstruktur in der Provinz Chiengrai der größte überhaupt ist (s. graphische Darst. Nr. 1).

Das eigenartige Vorherrschen des nichtteaktragenden Areals in der Provinz Chiengrai könnte sich somit durch die geschichtliche Entwicklung der Thais, erklären lassen, wenngleich diese Theorie aus Mangel an geschichtlichen Beweisen lediglich den Charakter einer unwiderlegten Vermutung besitzt.

d) Zusammenfassung und Auswertung der Untersuchungen über die Erklärung des inselartigen Vorkommens von *TECTONA GRANDIS*.

Es konnte gezeigt werden, daß

1. der gemischte, laubabwerfende Monsunwald mit und auch ohne Teak einer gemeinsamen pflanzensoziologischen Waldformation angehören.
2. Das tolerante Verhalten von *TECTONA GRANDIS* gegenüber Standortsverschiedenheiten und Gesellschaftsholzarten weist darauf hin, daß vor menschlichem Eingreifen im gesamten Verbreitungsraum *TECTONA GRANDIS* vorkam.
3. Exploitation und Bodenfeuer können *TECTONA GRANDIS* schwerlich aus Teilen seines Verbreitungsgebietes vertrieben haben.
4. Die Theorie der Entstehung des nicht Teak enthaltenden Waldtyps des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes als Sekundärwald nach vorherigem Brandrodungsbau wird gerechtfertigt durch
  - a) die Weichhölzer und
  - b) die Bambusen
 als pflanzensoziologische Weiser.
5. Die biologischen Eigenarten von Teak (kleiner Verjüngungsradius, hohe Lichtforderung im

frühesten Jugendstadium) erschweren die Rückbesiedelung.

6. Das überdurchschnittlich große Vorkommen des nichtteaktragenden Waldtyps in den Provinzen Chiengrai und Prae konnte aus der Geschichte des Eindringens der Thais nach Siam im Sinne der Brandrodungstheorie vermutlich gedeutet werden.

Da alle angestellten Untersuchungen der verschiedensten Richtungen übereinstimmend die Richtigkeit der unter II b 2 aufgestellten Arbeitshypothese stützen, so glaube ich nunmehr berechtigt zu sein, den stetigen Rückgang des teaktragenden Areals Thailands weitgehend auf das Konto des Brandrodungsbaus früherer Jahrzehnte und Jahrhunderte schreiben zu können. Bei der großen Bedeutung, welche die Holzart *TECTONA GRANDIS* wegen ihrer technischen Eigenschaften besitzt (als einzige Holzart der Welt schwindet sie nicht und ist daher sowohl für den Schiffsbau wie auch für jede Art von Außenverbau durch keine andere Holzart vollwertig ersetzbar), muß diese Feststellung, welche auch für die anderen Teak erzeugenden Länder Birma, Laos und Indien Gültigkeit haben dürfte, für die Beurteilung des Brandrodungsbaus in den teaktragenden Wäldern eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Diese Bedeutung wird für Thailand klar, wenn man die aus den Unterlagen der Waldinventur der fünf teaktragenden Provinzen abgeleitete Schätzung des gesamten ursprünglichen teaktragenden Areals Thailands vergleicht mit den Schätzungen verschiedener Autoren aus zurückliegenden Jahren und schließlich der eigenen Schätzung aus dem Jahre 1957. Es ergibt sich hieraus folgendes Bild des Zurückgehens des teaktragenden Areals:

Gesamtes teaktragendes Areal Thailands in km <sup>2</sup>	
Schlußwaldformation vor wesentlichem Brandrodungsbau	ca. 45 000 km <sup>2</sup>
Schätzung von <i>Bourke-Borrows</i> , 1927	27 000 "
Schätzung von <i>Mahapol</i> , 1954	23 000 "
Schätzung nach Inventur von fünf Provinzen, 1957 ( <i>Loetsch</i> )	20 000 "

Es ist nicht schwer, aus dieser Tabelle die weitere Entwicklung vorauszusagen: Wenn Thailand nicht in kurzer Zeit die jetzt noch vorhandenen teaktragenden Waldkomplexe zu Waldreservaten erklärt und ein weiteres Vordringen des Brandrodungsbaus verhindert, wird *TECTONA GRANDIS* in absehbarer Zeit nur noch auf unzugänglichen Steilhängen anzutreffen sein. Da der künstliche Anbau von *TECTONA GRANDIS* in Thailand noch völlig in den Anfängen steckt, wird Thailand seine Großzügigkeit gegenüber dem stetigen Fortschreiten der Brandrodung im teaktragenden Areal sehr bald damit bezahlen müssen, daß thai-

ländisches Teak vom Weltmarkt in absehbarer Zeit verschwindet.

### III. Der Brandrodungsbau im Gebiet des immergrünen Berglaubwaldes Thailands (Höhen über 1000 m).

In den fünf untersuchten Provinzen im Norden Thailands wurden für das Berggebiet über 1000 m Luftbildinterpretationen nach einem bestimmten Probenahmesystem (15) durchgeführt, die durch einige Exkursionen auf ihre Richtigkeit stichprobenartig überprüft wurden. Einige Ergebnisse dieser Luftbildinterpretation sind in Tab. 6 zusammengefaßt worden.

Tab. 6

Landklassifikation des Areals über 1000 m Seehöhe der Provinzen Lampang, Lamphoon, Chiengmai, Chiengrai und Prae (Ergebnis der Luftbildinterpretation)

	km <sup>2</sup>	%
Immergrüner Bergwald und Bergkiefernwälder	2 877	34,9
Baumsavannen	1 951	23,6
Verlassene Brandrodungen noch ohne sichtbaren Baumbestand	2 460	29,8
Brandrodungsflächen unter Kultur	962	11,7
	8 250	100

In diesen Regionen herrscht der immergrüne Berglaubwald vor, dessen Eichen (vielfach *QUERCATANOPSIS* von *CUS JUNGHUHNII*) und vielen anderen Holzarten begleitet sind. Die Bäume wachsen zu beträchtlicher Höhe und auch starkem Umfang heran. Besonders kennzeichnend für diese Waldformation ist der Epiphytenreichtum. Der Waldboden ist mit einer Humusschicht bedeckt, im Gegensatz zum immergrünen Regenwald der Ebenen Thailands, welcher selten nennenswerten Humus besitzt. Die Gipfel und auch die trockeneren Steinhänge sind mit *PINUS KHASYA* und in tieferen Lagen mit *PINUS MERKUSII* bedeckt, welche Höhen von 30 m und mehr erreichen. Eine reguläre Holznutzung des Bergwaldes findet z. Z. in Thailand wegen seiner Unzugänglichkeit noch nicht statt. Die Eingeborenen sammeln Früchte von Eichen und Kastanien und schlagen sich die kienigen Stücke aus den Kiefern zur Herstellung von Fackeln heraus. Neben dem Berglaubwald und den Bergkiefern findet sich noch eine dritte Waldformation, die die Siamesen Savannengraswald nennen. *Troll* hat für diesen lockeren Wald den Ausdruck „Baumsavannen“ benutzt (briefliche Mitteilung vom 25. 1. 1958), der mir treffender als die siamesische Formulierung erscheint. Der Baumwuchs ist wesentlich lichter, die Bäume sind kürzer, jedoch ist die Artenzusammensetzung derjenigen des immergrünen Berglaubwaldes ähnlich. Zum Unter-

schied von dem mit z. T. dichtem Unterwuchs an Buschwerk und Kräutern bestandenen Berglaubwald ist der Boden der Baumsavannen meist mit *IMPERATA CYLINDRICA* und anderen Grasarten bedeckt, die oft übermannshoch werden.

Über die Entstehung dieser Baumsavannen gehen die Ansichten auseinander. Vielfach sah man sie bisher als mehr oder weniger naturgegeben an. Mir fiel bei der Besteigung des Doi Sutep, nördlich von Chiangmai und auch auf anderen Expeditionen immer wieder auf, daß oft die Grenzen zwischen den Baumsavannen und dem immergrünen Berglaubwald in merkwürdig geraden Linien verlaufen, die in keinerlei Beziehung zu Bodenunterschieden oder Geländeausformungen stehen. Sehr oft ist keine Übergangszone zwischen diesen beiden Waldformationen zu finden, sondern die dichte Wand des Bergschungels grenzt direkt an die offene Baumsavanne an. Diese Beobachtung läßt vermuten, daß zumindest große Teile der Baumsavanne nicht natürlichen Ursprungs sind. Nur dort, wo die Baumsavanne die ausgesprochen trockenen Rücken und vorspringenden Nasen bedeckt, kann man sie mit einiger Sicherheit als autochthone Vegetationsform gelten lassen. Dort wechselt die schütterte Baumsavanne sich mit dem Bergkiefernwald, meist aus *PINUS KHASYA*, ab. Dieser Kiefernwald ist jedoch vielfach dichter bestockt als die Baumsavanne, da die Bergkiefer die Fähigkeit hat, sich gruppenweise im Grase zu verjüngen.

Die Flächengröße des intakten Berglaub- und Bergnadelwaldes beträgt 3 877 km<sup>2</sup> oder 34,9 % des gesamten Areals über 1000 m Seehöhe in den fünf untersuchten Provinzen, während die Baumsavannen 2 951 km<sup>2</sup> oder 23,6 % an Fläche einnehmen, also etwa  $\frac{2}{3}$  des Flächenumfangs des intakten Waldes. Dieser recht große Flächenanteil der Baumsavannen läßt ebenfalls vermuten, daß große Teile davon nicht autochthon sind, denn es erscheint nicht glaubhaft, daß  $\frac{1}{5}$  des gesamten Bergareals über 1000 m schon immer mit Baumsavannen bedeckt waren.

Durch die Luftbildinterpretation wurden 962 km<sup>2</sup> oder 11,7 % Brandrodungsflächen festgestellt, die z. Z. der Luftbildaufnahme (1953/54) gerade im Hackbau benutzt wurden. Ferner wurden 2 460 km<sup>2</sup> oder 29,8 % des gesamten Flächenareals ermittelt, die als sog. Old Clearings, d. h. kürzlich verlassene Brandrodungen, identifiziert werden konnten. Sie besitzen eine Bodenbegrünung, jedoch keinen feststellbaren Baumwuchs. Ob diese Bodenbegrünung Gras oder junger Baumwuchs war, konnte vom Luftbild her nicht unterschieden werden.

Die Interpretation dieser Landklassifikation des Areals über 1000 m führt zu der Feststellung, daß nur etwa  $\frac{1}{3}$  des gesamten Areals über 1000 m Seehöhe z. Z. der Inventur mit mehr oder weniger geschlossenen Schlußwaldformationen bedeckt war, während  $\frac{2}{3}$  des Areals Brandrodungsflächen bzw. Old Clearings sind. Der Rest (ca.  $\frac{1}{4}$ ) wird von Baumsavannen gebildet.

Die Brandrodungen in den Bergen über 1000 m sind das Werk der nomadisierenden Bergvölker. Es handelt sich hierbei um ca. 30 verschiedenartige Stämme, welche in dem Gebiet der Shanstaaten und in Laos, Birma, Vietnam und Nordsiam umherwandern. Es ist interessant, daß *Credner*, der Siam vor etwa 30 Jahren bereiste, auch damals schon ein erhebliches Zunehmen der Bergstämme feststellte (5 a). *Letourneux* (13) hat als am häufigsten vorkommenden Bergstamm die Meaus ge-

funden, welche gleichzeitig auch hinsichtlich der Brandrodung die gefährlichsten sind, weil sie die Brandrodungsflächen nicht nur ein Jahr, sondern meist drei bis fünf Jahre hintereinander bis zur völligen Verschwendung der Böden benutzen. Außerdem reihen sie ihre Brandrodungsschläge kontinuierlich aneinander, so daß das Bodenfeuer jedes Jahr auch wieder auf alle verlassenen Brandrodungsflächen übergreift. Damit wird eine Wiederverjüngung durch den Bergwald außerordentlich erschwert und die Verbreitung der Grassteppen gefördert.

Durch die besonders nach dem letzten Kriege entstandenen Unruhen in Birma und China hat sich das Eindringen der Bergstämme von Norden her nach Siam erheblich verstärkt, so daß ich im Jahre 1957 keinen höheren Bergrücken der untersuchten fünf Provinzen gefunden habe, auf welchem nicht Bergstämme leben. Selbst auf den verhältnismäßig niedrigen Bergen der Provinzen Lampang und Prae waren überall die Brandrodungsflächen der Bergstämme beim Überfliegen und auch vom Tale aus zu sehen. Fliegt man während der Trockenmonate Januar bis März über dieses Gebiet, so kann man oft trotz Sonnenschein die Berge nicht erkennen, weil sie infolge der vielen Brände in dichten Rauch eingehüllt sind. Der Rauch, der durch diese Brände hervorgerufen wird, ist oft so stark, daß z. B. die Stadt Chiangmai tagelang in Rauch eingehüllt ist, und ich es erlebt habe, daß das Flugzeug auf dem Flugfeld von Chiangmai wegen Sichtbehinderung durch Rauch nicht landen konnte.

Unter diesen Voraussetzungen der stetig zunehmenden Waldzerstörung des Areals über 1000 m durch die Bergstämme muß man die Entstehung der Baumsavannen noch einmal kritisch betrachten. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Beschreibung einer Besteigung des Doi Sutep vom Jahre 1911 (*Kerr*, 9). Von 900—1350 m Seehöhe hat er den immergrünen Bergwald festgestellt, der in engen Tälern und in der Nähe von Bächen besonders dichten Unterwuchs aufwies. In höheren Lagen bis nahe zum Gipfel (1650 m) hat er verschiedentlich an den Hängen und Graten grasige Baumsavannen gefunden, die z. T. mit *PINUS KHASIA*, z. T. auch mit Laubhölzern schütter bestockt waren. *Kerr* fand damals die Brandrodungsflächen meist in Höhen zwischen 600 und 1000 m und stellte fest, daß sie sich schnell wieder mit einem Sekundärwald bedeckten, dessen Zusammensetzung je nach Einfluß des Bodens, der Exposition und des benachbarten Baumbestandes variierte. Auf einigen Flächen fand er, daß sich *IMPERATA ARUNDINACEA* angesiedelt hatte und folgerte, daß dieses Gras wohl noch viele weitere Jahre bestehen würde. Seit dieser Besteigung von

*Kerr* sind fast 50 Jahre vergangen. Heute findet man zwar dieselben Waldtypen, aber ich kann mich nicht des Eindrucks erwehren, daß das Flächenausmaß der Baumsavannen jetzt doch ganz erheblich größer ist als es damals *Kerr* beschrieben hat. Heute beherrschen die Baumsavannen etwa von 1200 m an das ganze weite Gebiet bis zum Gipfel und werden nur gelegentlich durch Inseln und Streifen des Berglaubwaldes — besonders in feuchten Taleinschnitten — unterbrochen. Die Meaus, die nachweislich seit mindestens 15 Jahren in diesem Gebiet leben, gehen fast nie unter die 1000 m-Grenze herunter, sondern brennen nur in den höheren Lagen. Sie sind demnach zweifellos z. Z. *Kerrs*, der Brandrodungen vorwiegend zwischen 600—1000 m fand, noch nicht sehr häufig im Gebiet des Doi Sutep gewesen. Es erscheint mir daher sicher, daß die Baumsavannen im Laufe der letzten 50 Jahre ganz erheblich an Areal zugenommen haben, sei es als direktes Erbe der Brandkultur der Meaus oder als indirekte Folge der alljährlichen Brände (siehe auch *Fosberg* [6]).

Wasserwirtschaftlich haben die Baumsavannen eine ungünstige Wirkung. Die niederstürzenden Regenmengen werden von Baumkronen und Unterwuchs wenig aufgehalten, sondern gelangen sofort auf den Boden, wo sie, besonders in steileren Expositionen, oberirdisch zu Tal fließen, da kein aufsaugender Humus zur Speicherung vorhanden ist.

Zusammenfassend ergibt die Waldinventur 1957 daher folgendes Bild: 41,5 % des Gesamtareals über 1000 m sind nachweislich in den letzten Jahren durch Brandrodungsbau zerstört worden. Addiert man hierzu noch die Flächen der Baumsavannen, so ergibt sich eine Gesamtfläche von 5373 km<sup>2</sup> oder 65,1 % wasserwirtschaftlich ungünstigen Bergareals.  $\frac{2}{3}$  der ehemaligen Waldflächen der Berge sind heute nicht mehr in der Lage, die Wasserregulierung ausgleichend zu beeinflussen.

Diese durch den Brandrodungsbau und ihre sekundären Folgen hervorgerufenen Schädigungen stellen zweifellos für Thailand eine Gefahr hinsichtlich der Wasserregulierung der Ströme dar. Ich habe daher statistische Untersuchungen am Pegelstand des Mae Chao Praya angestellt, über die ich nachfolgend im Kap. IV berichten werde.

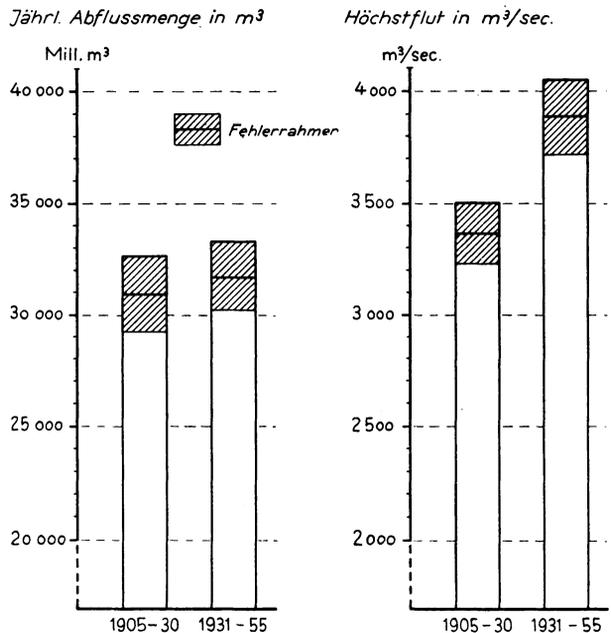
Um die Gefahr für die Zukunft abzuwenden, müßte von der thailändischen Regierung versucht werden, die Bergstämme sesshaft zu machen. Ein praktisches Beispiel für das Gelingen der Sesshaftmachung einiger Stämme (z. B. der *Mussö*) konnte ich in den Teeplantagen des siamesischen Kaufmanns *Prasidhi* (20) westlich von Chieng Dao feststellen. Privater Initiative war es hier gelun-

gen, die Bergstämme vom nomadisierenden Brandrodungsbau abzubringen. Unter einer geschickten Menschenführung bewiesen sich die *Mussö* als zuverlässige und treue Arbeitskräfte.

#### IV. Der Einfluß des Brandrodungsbaus im Einzugsgebiet des Mae Cha Praya auf die Wasserregulierung des Stromes.

Vom Thai Irrigation Department wurde mir freundlichst das Zahlenmaterial der Pegelstelle Wad-Tha-Hard zur Verfügung gestellt. Die Pegelstelle liegt in Chainat, 72 km unterstrom der Vereinigung der aus dem Norden kommenden Ströme zum Mae Nam Chao Praya. Die Daten umfassen die Periode von 1905—1955.

Da vorausgesetzt werden konnte, daß die Entwaldungen durch Brandrodungsbau infolge der Zunahme der Bevölkerung Siams in dem Areal unter 1000 m und der verstärkten Einwanderung der Bergstämme im Waldareal über 1000 m in letzter Zeit immer mehr zugenommen hat, wurde das Zahlenmaterial in zwei Gruppen zusammengefaßt: Die erste Gruppe umfaßte die Zeit von 1905—1930 und die zweite Gruppe die Jahre von 1931—1955. Zunächst wurde die jährlich abfließende Wassermenge untersucht und festgestellt, daß im Zeitraum 1905—1930 im Durchschnitt je Jahr 30925 Mill. m<sup>3</sup> Wasser und in der Periode 1931—1955 31722 Mill. m<sup>3</sup> Wasser oder 102,5 % von der Menge der vorangegangenen Periode im Chao Praya an der Pegelstelle vorbeigeflossen sind. (Vgl. Diagramm Nr. 3.) Die Unterschiede dieser



Diagr. 3: Wasserstandsmengen am Pegel von Chainat (Thailand)

beiden arithmetischen Mittel sind nur sehr gering, die Differenz daher statistisch nicht gesichert. Man kann hieraus folgern, daß die über das ganze Jahr verteilte Regenmenge im Durchschnitt der beiden Perioden ziemlich gleich war und daher auch in ziemlich gleicher Menge aus den Gebirgen in den Hauptstrom abfloß.

Anders wird die Situation, wenn man die je Sekunde durchströmenden Wassermengen des Chao Praya betrachtet, wobei die Hochfluten die interessantesten Aufschlüsse geben. Die mittlere Höchstmenge an m<sup>3</sup>/Sek. betrug im Jahresdurchschnitt der Periode 1905—1930 3 384 m<sup>3</sup>/Sek. und für die Periode 1931—1955 3889 m<sup>3</sup>/Sek. oder 115 % von der Periode 1905—1930 (rechte Spalte der graphischen Darstellung Nr. 3). Der Unterschied dieser beiden arithmetischen Mittel ist mit etwa 97 % Wahrscheinlichkeit als gesichert anzusehen. Die Erhöhung der Spitzenfluten um 15 % im Durchschnitt der letzten 25 Jahre ist somit mit großer Wahrscheinlichkeit kein Zufallsergebnis, sondern ist auf irgendeinen Einfluß zurückzuführen, der vor dieser Periode noch nicht bestand.

Da die Anzahl der Zyklone und Taifune, welche naturgemäß starken Einfluß auf die Hochflut haben, über beide Perioden recht gleichmäßig verteilt sind (26), so kann hierin nicht der Grund für die Zunahme der Hochflut in der letzten Periode gesucht werden. Sehr viel wahrscheinlicher ist es, daß die zunehmende Entwaldung verantwortlich gemacht werden muß. Der während der Regenzeiten in den Bergen Nordthailands fallende Niederschlag kann durch die immer mehr zurückgehende Urwaldfläche nicht mehr solange im Walde zurückgehalten werden wie bisher und fließt rascher zu Tal.

Dies stimmt auch mit den Beobachtungen überein, die ich auf vielen Expeditionen immer wieder

machen konnte. Dörfer, die früher am Ufer von kleinen Bergflüssen lagen, mußten verlassen werden, weil in der Regenzeit der Fluß höher answoll als früher. Auf der anderen Seite wurde oft von älteren Siamesen berichtet, daß vor 30—50 Jahren manche Flüsse auch während der Trockenzeit noch mit einem kleinen Boot befahrbar gewesen sind, die heute während der Monate Januar bis März nur schmale unbefahrbare Wasserrinne sind. Wenn die Erhöhung der Hochfluten in den kommenden Perioden durch weiter zunehmende Entwaldung noch mehr ansteigt, so kann diese Entwicklung für die lebenswichtige Reiskultur der siamesischen Tiefebene zu einer großen Gefahr werden. Steigen die Fluten zu rasch an, so kann die Reispflanze im Wachstum nicht folgen und „ertrinkt“.

Erosionsschäden durch Entwaldung sind in Thailand bis jetzt nur in den ersten Anfängen festzustellen. Die verlassenen Brandrodungsflächen im Bergland über 1000 m bedecken sich sofort wieder mit einem Pflanzenwuchs, der größere Erosionsschäden verhindert. Hinzu kommt noch, daß die Regenmengen in Thailand lange nicht so hoch sind wie z. B. in Indien und China. Die mittleren Regenmengen in den Gebirgen Thailands liegen zwischen 1000 und 1500 mm Jahresniederschlag, während in Indien und China bis zu 4000 mm Jahresniederschlag fällt.

Trotzdem sind erste Anzeichen beginnender Erosionsschäden und Verkarstungen besonders im Nordosten der Provinz Chingrai und der Provinz Mae Hong Sorn (Nordwestecke Thailands) festzustellen. Die Bergstämme haben hier streckenweise bis zu 100 % des Bergwaldes vernichtet und damit auch für Thailand den Beginn nachweisbarer Erosionsschäden eingeleitet. Lafont (11) hat für Vietnam nachgewiesen, daß dort durch die starke Entwaldung der Berge durch Brandrodung

#### Bildunterschriften

1. Teaksämling, der im Vorjahre durch Bodenfeuer seinen Sproß verlor, aus der Wurzel jedoch erneut kräftig aus-schlug. Mae Pan Wald, Provinz Prae, 1955.
2. Bergreis auf Brandrodungsfläche im teaktragenden Monsunwald. Einige, meist bereits abgestorbene Bäume sind auf der Rodungsfläche belassen worden. Mae Sai Kam Wald, Provinz Lampang, 1957.
3. Kürzlich verlassene Brandrodungsfläche, die sich im Vordergrund mit *Eupatorium* und im Hintergrund mit *Oxytenanthera* bedeckt hat. Die Begrünung nach Kahlschlag bildet eine dichte Bodenbedeckung, die für Teakkeimlinge zu wenig Licht auf den Boden durchläßt. Mae Pan Wald, Provinz Prae, 1955.
4. Aufnahme vom Flug über das Gebirge von Chiengmai nach Chiengrai, Sept. 56. Unregelmäßig verteilte Brandrodungsflächen der Bergstämme neben den verschiedenen Stadien der Wiederbegrünung nach dem Liegenlassen der Brandrodungsflächen.
5. 3/4 der Waldfläche des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes Thailands trägt eine Waldbodenbedeckung von Bambusen, von denen *Oxytenanthera* und *Dendrocalamus* spp. die Hauptrolle spielen. Im Vordergrund ein Stamm von *Tectona grandis*. Mae Pan Wald, Provinz Prae, 1955.
6. Ein Dorf der Meaus in 1200 m Meereshöhe auf dem Bergmassiv des Doi Sutep nördlich von Chiengmai. Im Hintergrund frische Brandrodungsflächen.
7. Eine steinzeitliche Reismühle der Meaus.



das „Sichöffnen“ der Wolken verhindert wird und die Niederschlagsmenge erheblich zurückgeht. Diese Gefahr scheint für Thailand z. Z. noch nicht spürbar zu sein wie die annähernde Gleichheit der jährlichen Gesamtwassermenge am Pegel von Chainat zwischen den beiden Perioden zeigt.

#### V. Schlußzusammenfassung.

Die vorstehenden Untersuchungen zeigten vom forstwirtschaftlichen Standpunkt aus den Einfluß des Brandrodungsbaus in den nördlichen Provinzen auf das Gefüge des Tropenwaldes auf. Die Auswertung des bei der Waldinventur 1956/57

angefallenen Zahlenmaterials ergab zusammenfassend:

1) Von den beiden Waldformationen „gemischter, laubabwerfender Monsunwald“ und „halbimmergrüner Laubwald“ sind 55 % durch den Brandrodungsbau in z. Z. forstlich unproduktive Flächen verwandelt worden.

2) *TECTONA GRANDIS* als wirtschaftlich wichtigste Exportholzart Thailands ist nicht oder zumindest nur außerordentlich langsam imstande, die ihr durch den Brandrodungsbau verlorengegangenen Flächen wieder zu besiedeln. Der entstehende Sekundärwald nach Brandrodungsbau in der Waldformation „gemischter, laubabwerfender Monsunwald“ ist für Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte frei von Teak. Das Phänomen des inselartigen Vorkommens von Teak innerhalb der ihr entsprechenden Waldformation konnte durch früheren Brandrodungsbau erklärt werden.

Es konnte an dem Beispiel von *TECTONA GRANDIS* gezeigt werden, daß der Brandrodungsbau nicht allein die Holzmassenerzeugung schlechthin auf lange Zeit zurückbringt, sondern daß diese wertvollste Holzart durch den Brandrodungsbau allmählich aus ihrem natürlichen Lebensraum vertrieben wird. Das heutige teaktragende Areal des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes beträgt nur noch 45 % des ursprünglichen.

3) Im Areal über 1000 m Seehöhe sind vom ursprünglich sicherlich fast voll bewaldeten Gesamtgebiet z. Z. noch  $\frac{1}{3}$  als intakte Berglaub- bzw. Nadelwälder anzusprechen.  $\frac{2}{5}$  sind Brandrodungsflächen z. Z. in Feldbau bzw. Old Clearings nomadisierender Bergstämme, und  $\frac{1}{4}$  sind Baumsavannen, deren Ursprung wahrscheinlich weitgehend auf früheren Brandrodungsbau zurückzuführen ist. Durch die sehr starke Zunahme der Brandrodungen in diesen Hochlagen innerhalb der letzten 25 Jahre zeichnet sich jetzt schon eine Veränderung der Wasserführung der Ströme ab.

Wenn auch die hier entstandenen Schäden im Augenblick noch nicht direkt fühlbar sind, weil der Reisanbau noch immer mit der Veränderung der Wasserführung der Ströme fertig wurde, so ist doch schon jetzt die Tendenz für eine sehr starke zukünftige Gefahr durch das nachweisbare Ansteigen der Hochfluten sichtbar.

Vom forstwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus ergibt sich somit für eine Beurteilung des Brandrodungsbaus folgende Konsequenz: Die Schäden des Brandrodungsbaus an der Waldstruktur haben für die thailändische Teakwirtschaft bereits ein verheerendes Ausmaß angenommen. Auch von der wasserwirtschaftlichen Seite zeichnet sich eine kommende Gefahr ab.

Auf dem IX. Pazifischen Wissenschaftlichen Kongreß 1957 in Bangkok stand das Thema des Brandrodungsbaus hinsichtlich der dadurch hervorgerufenen Schädigung zur Diskussion. Es bildeten sich klar zwei verschiedene Meinungsgruppen heraus. Die eine vertrat die Ansicht, daß der Brandrodungsbau doch sicherlich nicht die üblen Folgen zeitigen würde, die man ihm oft nachsagt, während die andere mit allem Nachdruck auf die durch den Brandrodungsbau hervorgerufenen nachteiligen Veränderungen des Bodens und des Klimas hinwies.

Angesichts dieses Widerstreits der Meinungen scheint es mir wichtig, auf zwei Dinge besonders hinzuweisen:

1) Man sollte grundsätzlich beim Brandrodungsbau unterscheiden zwischen einem solchen mit einem festgelegten Rotationsturnus und nur einjähriger Feldbenutzung und einem Brandrodungsbau ohne geregelte Rotation und einer eventuell sogar mehrjährigen Feldbenutzung. Sowie der Brandrodungsbau einsichtig, systemvoll und den Boden schonend durchgeführt wird (z. B. in den Philippinen [5], auf den melanesischen Inseln [1], an der Elfenbeinküste [3], in Sarawak [7] und im Belgischen

#### Bildunterschriften

8. Die Hütten der Meaus sind aus rohen Planken zusammengefügt. Im Hintergrund unberührter immergrüner Bergwald.
9. Die Meaus stammen aus China und leben seit mehreren tausend Jahren in den Bergen, die sie nomadisierend durchstreifen. Besonders in den letzten 30 Jahren hat ihr Zuzug von Norden her nach den thailändischen Bergen stark zugenommen.
10. Meaus bei der Arbeit auf einer Brandrodungsfläche. Im Vordergrund junge Mohnpflanzen zur Opiumbereitung.
11. Akhas, ein tibetoburmanischer Bergstamm in den Bergen an der burmesischen Grenze Maesai.
12. Baumsavannen in einer Meereshöhe von 1200 m am Massiv des Doi Sutep. Der Boden ist mit mannshohem *Imperatragras* bedeckt. Der schütterere Baumwuchs ist krüppelhaft. Hervorgerufen durch die Feuer der Brandrodungen brennen auch diese Flächen jedes Jahr mit ab.
13. Blick auf die Teeplantagen von Nai Prasidhi in einer Meereshöhe von 950 m etwa 15 km westlich von Chiang Dao. Nai Prasidhi hat durch Anlage von Teeplantagen auf ehemaligen Brandrodungsflächen, die er mit Hilfe eines Bergstammes (hier den Mussös) bewirtschaftet, ein richtunggebendes Beispiel für die in Thailand lebenswichtige Frage der zukünftigen Behandlung und Sesshaftmachung der Bergstämme gegeben.



Kongo [24]), ist die nachhaltige Schädigung des Bodens nicht mehr direkt nachweisbar und eine solche „Shifting Cultivation“ kann unter Umständen ohne wesentliche Schäden der nachhaltigen landwirtschaftlichen Erzeugung für Jahrhunderte durchgeführt werden. Sowie je-

doch das systemlose, nur von der Sicht des Augenblicks diktierte Vorgehen beim Brandrodungsbau vorherrscht (nur kurze Zwischenperioden zwischen den landwirtschaftlichen Kulturen und manchmal sogar mehrjährige hintereinanderfolgende Nutzungen auf der-

selben Fläche), stellen sich die irreversiblen Schädigungen des Bodens ein.

- 2) Eine Beurteilung des Brandrodungsbaus von der forstwirtschaftlichen Seite her führt zunächst immer zu einer schlechten Kritik, da wertvolle Bäume verbrannt und verschwendet werden. Dies mag dann nicht ins Gewicht fallen, solange Wald noch im Überfluß vorhanden ist und noch keine Möglichkeit und Notwendigkeit für eine forstliche Holznutzung gegeben ist. Am Beispiel des gemischten, laubabwerfenden Monsunwaldes Nordthailands habe ich zeigen können, daß hier die forstwirtschaftliche Beurteilung des Brandrodungsbaus von einschneidender Bedeutung für die wirtschaftliche Weiterentwicklung des Landes ist.

Forstwirtschaftliches Handeln schlechthin stellt ein geplantes Bewirtschaften von bewaldetem Land auf der Basis eines langfristigen Programms nachhaltiger Höchsterzeugung von nutzbarem Holz dar. Forstwirtschaftliches Denken und Handeln ist noch verhältnismäßig jung in der Welt.

In den Entwicklungsländern des Fernen Ostens gibt es bereits eine forstwirtschaftliche Organisation, doch ist das forstwirtschaftliche Denken in Thailand noch kein integrierender Bestandteil am nationalen Leben geworden. Noch herrscht sowohl bei der Stadt- als auch bei der Landbevölkerung eine waldfeindliche Einstellung vor. Die forstwirtschaftlichen Behörden finden selbst beim Parlament äußerst schwer Verständnis für ihre Eingaben um Bewilligung von Waldreservaten, um Einschränkung des völlig unregelmäßigen Brandrodungsbaus oder des illegalen Holzeinschlages. Mit der Forstwirtschaft verhält es sich ähnlich wie mit der Einführung technischer Errungenschaften aller Art: Es ist einfach bei all diesen Entwicklungsländern eine gewisse Reifezeit notwendig, verbunden mit einer „Basic Education“ der breitesten Volksschichten, ehe der forstwirtschaftliche Gedanke wirklich ein anerkanntes Allgemeingut einer Nation werden kann.

Ich bin mir völlig klar darüber, daß speziell in Thailand in den nächsten Jahren und Jahrzehnten der Brandrodungsbau nach wie vor betrieben werden wird und auch nicht abzustellen sein dürfte. Wenn man jedoch in Thailand Mittel und Wege dazu finden könnte, den Brandrodungsbau lediglich auf den gemischten, laubabwerfenden Monsunwald ohne Teak zu beschränken und gleichzeitig den Landleuten die Auflage erteilt, in die Brandrodungsflächen junge Teakpflanzen, erhalten von den neuanzulegenden Pflanzgärten der „Ranger Stations“ mit einzupflanzen, so dürfte durch diese in Birma entwickelte Technik der

„Taungya Plantation“ heute noch immer die Möglichkeit gegeben sein, die Gefahr des völligen Verdrängens von Teak einzudämmen. Ob derartige Wege in Thailand auf breiter Basis und durchgreifend beschränkt werden können oder ob der regellose Brandrodungsbau dazu beitragen wird, die Teakwirtschaft Thailands immer mehr zurückgehen zu lassen, wird erst die Zukunft lehren.

#### Literaturverzeichnis:

1. *Barran, J.*: The „Bush Fallowing“ System of Cultivation in the Continental Islands of Melanesia. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
2. *Bartlett, H. H.*: Possible Separate Origin and Evolution of the Ladang and Sawah Types of Tropical Agriculture. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
3. *Bergeroo-Campagne*: L'Agriculture Nomade de la Tribu des N'Dranouas en Côte-D'Ivoire. FAO-Publ. on Shifting Cultivation, Vol. I, 1950.
4. *Bourke-Borrowes, D.R.S.*: The Teak Industry of Siam. Bangkok 1927.
5. *Conklin, H.*: Hanunoo Agriculture in the Philippines. FAO-Publ. on Shifting Cultivation, Vol. II, 1957.
- 5a. *Credner, W.*: Siam, das Land der Thais. (Eine Landeskunde auf Grund eigener Reisen und Forschungen). Verlag: Engelhorn, Stuttgart, 1935.
6. *Fosberg, F. R.*: Tropical Pacific Grasslands and Savannas. s. o. Research Council, Washington, D. C., USA. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
7. *Freeman, J. D.*: The Methods of Land Usage Employed by the Iban of Sarawak in the Shifting Cultivation of Hill Rice. Department of Anthropology and Sociology. The Australian National University, Canberra, A. C. T., Australia, 1957. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
8. *Garland, E. A.*: The Methods of Management in the Mixed Deciduous Teak Bearing Forests of Kanara, Bombay Presidency. The Indian Forester, 1934, S. 819 ff.
9. *Kerr, A. F. G.*: Sketch of the Vegetation of Chiangmai (Siam). Royal Botanic Gardens, KEW. Bull. of Miscellaneous Information, 1911.
10. *Krit Samapuddhi*: The Forests of Thailand and Forestry Programs. Mitt. des Royal Forest Department, Bangkok/Thailand, 1957.
11. *Lafont, P. B.*: Slash and Burn Culture Methods among the Mountain Peoples of Central Viet-Nam. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
12. *Leach, E. R.*: Some Economic Advantages of Shifting Cultivation. University of Cambridge, England. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
13. *Letourneux, Ch.*: Report to the Government of Thailand on „Reforestation in Thailand“. FAO-Report No. 47, 1952.
14. *Loetsch, F.*: Inventory Methods for Tropical Forests. FAO-Report No. 545, 1956.
15. *Loetsch, F.*: A Forest Inventory in Thailand. Unasylva, Vol. 11, No. 4, 1957.
16. *Loetsch, F.*: Forest Inventory of the Northern Teak Bearing Provinces of Thailand. FAO-Report, 1958.
17. *Loetsch, F.*: The Teak Forests of Northern Thailand. World Crops, Vol. 10, No. 4, 1957.

18. *Marshall, C.*: Land Utilization in the Humid Tropics. Forest Service Malaya. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
19. *Pit Hampananda*: Reforestation of Imperata and other Waste Lands. Royal Forest Department, Thailand. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
20. *Pelzer, K. J.*: Agriculture in the Humid Tropics. Yale University, New Haven, Conn., USA. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
21. *Pendleton, R. L.*: Soils of Thailand. Soil Technology Advisor, Ministry of Agriculture, Thailand. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
22. *Prasiddhi Phumxusri*: Tea in Thailand. Me-Malai Farm, Chiangmai, Thailand. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
23. *Rue de la, F. A.*: Man's Influence on Tropical Vegetation. Paris, Frankreich. Ninth Pacific Science Congress, 1957, Bangkok/Thailand.
24. *Tondeur*: L'Agriculture Nomade au Congo Belge. FAO-Publ. on Shifting Cultivation, Vol. I, 1950.
25. *Troup, R. S.*: Teak Forests of Burma. The Indian Forest Records, 1911, S. 11.
26. —: General Situation of Floods and Draughts experienced in the Rivers of Thailand. Veröffentlich. aus dem Royal Thai Irrigation Department, 1956.

## CLIMATE AS RELATED TO THE JET STREAM IN THE ORIENT

*Glenn Trewartha*

With 9 figures.

### *Das Klima des Orients in seinem Verhältnis zum jet stream*

*Zusammenfassung:* Es bestehen ziemlich überzeugende Beweisgründe dafür, daß viele charakteristische Eigenschaften des Klimas von Ost- und Südasiens sich aus bedeutenden Veränderungen der Windsysteme, die im Zusammenhang mit Verlagerungen der jet streams stehen, ergeben. Für diese jahreszeitlichen Verlagerungen der jet streams spielen die Hochländer von Zentralasien eine bedeutende Rolle. Die Zerteilung der zonalen Westwinde während des Winters, wodurch ein jet stream von hoher Geschwindigkeit an der Südflanke des Himalaja fixiert wird, hat wichtige klimatische Wirkungen zur Folge. Durch den regenerierenden und steuernden Einfluß des jet auf atmosphärische Störungen werden die Winterniederschläge auf Nordindien-Pakistan und Südchina lokalisiert. Auf der äquatorialen Seite des Himalaja-jet rufen kräftige Abwinde die Trockenzeiten des Winters und Frühlings, besonders im Subkontinent, hervor. Der schwächere und örtlich weniger fixierte nördliche Arm des Winter-jet, nördlich der zentralen Hochländer gelegen, hat keine derartigen, die Winterniederschläge regionalisierenden Auswirkungen wie der mehr festgelegte südliche Arm. In der tibetanischen, leeseitigen Konvergenzzone zwischen den beiden Winter-jets liegt eine der kontinentalen Hauptregionen starker Zyklonogenese, wobei die dort entstandenen Störungen die Winterregen betont auf Südchina konzentrieren. Die ozeanischen Zentren der Zyklonogenese fallen mit den Winterlagen der beiden jets in der Nähe von Japan zusammen.

Gleichzeitig mit der Anfang Juni stattfindenden Verlagerung des südlichen jet von seiner Winterlage südlich des Himalaja zu einer, die nördlich der zentralen Hochländer verläuft, folgt ein schneller Vorstoß äquatorialer Luft über Süd- und Ostasien nach Norden, der seinerseits die Sommerregenzeit mit dem „Burst of Monsoon“ in Indien und dem Einsetzen der „Baiu Rains“ in Ostasien einleitet.

To an overwhelming degree regional climatology has been descriptive in character, while genesis or explanation has been neglected. This is a highly regrettable situation. A second disappointing feature is that climatic description has been based very largely upon averages of the climatic elements, while the dynamic weather element,

either in the form of the atmospheric disturbance as portrayed on the synoptic chart, or the more durable "grosswetter" situation, has been seriously neglected.

At no time, however, has climatology been so richly provided with the tools and methods required for climatic explanation as at present. Since a climate has its origin in physical processes of the atmosphere, it follows that the genetic climatologist is dependent upon atmospheric physics for insight into climatic qualities and distributions. As a consequence of the phenomenal strides made by meteorological science over the last two decades, a similar accelerated development in genetic climatology is capable of achievement. This paper is meant to provide a sample of how this new meteorological material can be made to function climatically.

One of the relatively new discoveries concerning the atmosphere and its circulation is the existence at high altitudes in the lower middle latitudes of the jet stream, or streams. Since its discovery less than 15 years ago, the jet stream and its effects upon weather have been the object of very intensive research. The effects are expressed in a variety of ways but chiefly through, (1) the jet's regenerative and steering effects upon cyclonic disturbances and (2) the strong subsidence which develops to the north and south of the jet axis. It has not been proven that the jet actually originates the atmospheric perturbations, but certainly they intensify and concentrate underneath the jet stream and their trajectories tend to follow its course, so that they are steered by it. The function served by the jet appears to be that of removing the air aloft which is rising in the convergent cyclonic system at lower levels. Since the jet stream represents a strong convergence of air

## Ergänzung zu ERDKUNDE XII/3, S. 186, Karte 2:

- 1 gemischter, laubabwerfender Monsunwald, teaktragend
- 2 wie 1, aber ohne Teak
- 3 halbbimmergrüner Wald
- 4 trockener Dipterocarpwald
- 5 Brandrodungen
- 6 ständige Reisfelder

Seite 193, Diagr. 1:

- I *Tectona grandis*
  - II verwertbare Hölzer, ausgenommen Teak
  - III unverwertbare Weichlaubhölzer
- Str. Nr. 1 = gemischter, laubabwerfender Monsunwald  
mit Teak
- Str. Nr. 2 = dasselbe ohne Teak

Seite 196, Diagr. 2:

- Str. Nr. 1 = gemischter, laubabwerfender Monsunwald  
mit Teak
- Str. Nr. 2 = dasselbe ohne Teak