©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

L
7615
JH

SPIXIANA

Zeitschrift für Zoologie

Tropische Regenwälder
– eine globale Herausforderung –

Herausgegeben von
W. Engelhardt und E. J. Fittkau
Schriftleitung: L. Tiefenbacher

SMITHSONIAN
JAN 18 1985
LIBRARIES

Generaldirektion der Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns
und
Zoologische Staatssammlung München, 1984

SPIXIANA	Supplement 10	München, 1. November 1984	ISSN 0343-5512

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

SPIXIANA

ZEITSCHRIFT FÜR ZOOLOGIE

herausgegeben von der

ZOOLOGISCHEN STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN

SPIXIANA bringt Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der Zoologischen Systematik mit Schwerpunkten in Morphologie, Phylogenie, Tiergeographie und Ökologie. Manuskripte werden in Deutsch, Englisch oder Französisch angenommen. Pro Jahr erscheint ein Band zu drei Heften. Umfangreiche Beiträge können in Supplementbänden herausgegeben werden.

SPIXIANA publishes original papers on Zoological Systematics, with emphasis on Morphology, Phylogeny, Zoogeography and Ecology. Manuscripts will be accepted in German, English or French. A volume of three issues will be published annually. Extensive contributions may be edited in supplement volumes.

Redaktion – Editor-in-chief
Priv.-Doz. Dr. E. J. FITTKAU

Schriftleitung – Managing Editor
Dr. L. TIEFENBACHER

Manuskripte, Korrekturen und Besprechungsexemplare sind zu senden an die

Manuscripts, galley proofs, commentaries and review copies of books should be adressed to

Redaktion SPIXIANA
ZOOLOGISCHE STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN
Maria-Ward-Straße 1 b
D-8000 München 19, West Germany

(ab 1985:
Münchhausenstraße 21, D-8000 München 60)

SPIXIANA – Journal of Zoology
published by
The State Zoological Collections München

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tropische Regenwälder
– eine globale Herausforderung –

Herausgegeben von
W. Engelhardt und E. J. Fittkau

Schriftleitung: L. Tiefenbacher

Generaldirektion der
Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns
und
Zoologische Staatssammlung

München, 1984

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die vorliegenden Beiträge sind erweiterte Niederschriften der Referate, die anläßlich eines Regenwald-Symposiums vom 12. 9.–13. 9. 1983 im Rahmen der IV. Internationalen Gartenbauausstellung (IGA) in der Bundesrepublik Deutschland (München, 28. April bis 9. Oktober 1983) gehalten wurden.

Wissenschaftliche Leitung des Symposiums:
Prof. Dr. W. Engelhardt
Generaldirektor der Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns, München
Priv.-Doz. Dr. E. J. Fittkau
Direktor der Zoologischen Staatssammlung, München

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

SPIXIANA	Supplement 10	85–96	München, 1. November 1984	ISSN 0343-5512

Problematik und Folgen von Ackerbau und Viehzucht im tropischen Regenwald

Von R. Binsack

Abstract

Crop and Livestock Farming

Overall, there are about 1.2 billion hectares of tropical rain forests in the world. This very dense evergreen type of vegetation with its richness in species is determined far more by the prevailing climate (high rainfall and high temperatures year round) than by the existing soils. On about $^4/_5$th of the area, the soils are strongly weathered and leached, the remainder consisting of alluvial or sandy and shallow soils; the proportion of dark, alkaline soils only amounts to about 2%.

When the virgin forest is cleared and burned, the mineralized nutrients often only suffice for 2 to 3 successive crops; a further part of the forest consequently has to be cleared. Although this shifting cultivation is very labour intensive, it is harmless from an ecological point of view provided the interim periods of rest permit the regrowth of the forest. However, the possibilities of permanent crop farming are greatly limited due to the unfavourable chemical characteristics of most of the soils (soil acidity, nutrient deficiency, low nutrient and water storage capacity, high iron and aluminium contents harmful to the crops). The high rainfall (generally 1 500–3 000 mm p. a.), great rain intensity and alternation of intensive solar radiation and cloudiness are unfavourable for crop farming in general and for grain production in particular. Although these drawbacks can be mitigated through certain measures (e. g. direct drilling, a rotation of foliate crops, continuous soil coverage (mulching), rock phosphate fertilizing, use of *mycorrhiza* fungi and rhizobium bacteria), they cannot be entirely eliminated.

Grassland does provide a permanent soil cover and protect the soil against the direct effects of sun, rain and wind, but this type of land use is problematic because of the low nutritional value of the forage produced and the high energy requirements of the cattle for maintaining their body weight and temperature. As a result the meat and milk production per animal or per ha is generally far lower than in the temperate latitudes. In addition, there are certain diseases (e. g. bovine trypanosomiasis) and parasites which considerably restrict cattle farming in the humid tropics. To a certain degree, the keeping of zebu cattle or water buffalo offers a solution, especially since these animals can also be used to perform work. However, zebu meat is hardly accepted in the industrialized countries, so that exports to these countries are very limited.

In contrast, agroforestry, i. e. the combination of agriculture and forestry, offers a multitude of possibilities. Already the thinning out of the virgin forest and interplanting with cocoa, for instance, permits an agroforestry type of land use without any ecological disadvantages. The combination of tree or shrub crops (e. g. cocoa, coffee, guaraná, pepper, papaya, banana, hevea, oil palm, Brazil nut) with timber producing shade trees deserves an equally favourable rating. Crop farming is possible in only a few cases, e. g. in strips in between the above permanent crops or in the first years after clearing, and on smaller areas which are tended intensively (especially with respect to the supply of humus).

1. Überblick

Zunächst einige Zahlen:

Die Tropen umfassen weltweit knapp 5 Mrd. ha, die sich vom Klima her ganz grob so unterteilen lassen: etwa ein Viertel sind aride Regionen (0–4,5 Monate mit mehr als 100 mm Niederschlag pro Monat), etwa die Hälfte erhält Regen nur in bestimmten Jahreszeiten (4,5–9,5 Monate), und das letzte

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Viertel sind die eigentlichen humiden Tropen mit 9,5–12 Monaten, in denen es mehr als 100 mm regnet. Regional verteilen sich diese etwa 1,2 Mrd. ha wie folgt: 646 Mio. ha oder 54% entfallen auf Amerika, 348 Mio. ha oder 20% auf Asien und 197 Mio. ha oder 17% auf Afrika (1).

2. Die Böden des tropischen Regenwaldes

Im Bereich des tropischen Regenwaldes weist das Klima ganzjährig hohe Niederschläge und Temperaturen auf. Die sehr dichte, artenreiche, immergrüne Vegetation schützt den Boden gegen Regen, Sonne und Wind; zugleich nutzt sie die wesentlichen Elemente für das Pflanzenwachstum (wie Wasser, Wärme, Licht, Sauerstoff, Kohlenstoff, Nährstoffe) durch raschen Umschlag sehr gut aus. Es ist ein praktisch geschlossenes System, das jedoch nur bei großflächiger Verbreitung funktioniert. Der Boden spielt hierbei praktisch keine Rolle. Anscheinend gibt es sogar eine negative Beziehung: Je ärmer der Boden, desto reicher an Arten ist die Pflanzenwelt darüber (7).

Trotzdem müssen wir uns mit dem Boden beschäftigen, da er für andere Nutzungsarten, wie für Akkerbau und Grünlandwirtschaft entscheidend wichtig ist.

Von der genannten Fläche (1,2 Mrd. ha), die weltweit im Bereich des tropischen Regenwaldes liegt, sind etwa 920 Mio. ha oder 78% stark verwitterte und ausgewaschene Böden, 146 Mio. ha oder 13% sind alluviale Böden, etwa 80 Mio. ha oder 7% sind trockene Sande und flachgründige Böden, und nur 24 Mio. ha oder 2% sind dunkle, basenreiche Böden (1).

Für das Amazonasgebiet in Lateinamerika liegen besonders genaue Angaben vor. Danach teilen sich 160 Mio. ha des immergrünen tropischen Tiefland-Regenwaldes, die näher untersucht wurden, wie folgt auf die verschiedenen Boden-Ordnungen auf (2):

Tabelle 1: Verbreitung einiger großer Bodengruppen im tropischen Regenwald des Amazonasgebiets (Mio. ha)

	schlecht entwässert	gut entwässert: 0-8	8-30	>30% Gefälle
Oxisols	-	34,7	18,0	7,0
Ultisols	11,3	34,0	3,0	0,1
Entisols	24,0	2,7	2,0	3,8
Alfisols	-	0,2	-	-
Inceptisols	4,2	3,2	0,9	0,2
Spodosols, Mollisols, Vertisols	9,0	1,9	1,2	0,1

Die Oxisols sind in der Regel tiefgründige, sesquioxidreiche, gut entwässerte Böden von guter Struktur. Der Tongehalt ist manchmal sehr hoch, die Kationenaustauschkapazität liegt trotzdem sehr niedrig. Der Gehalt an Basen und Nährstoffen einschließlich Phosphor ist sehr gering. Phosphor wird jedoch nicht so stark festgelegt wie in den Oxisols der brasilianischen Savanne (Cerrado).

In der Ordnung der Ultisols finden sich gut und schlecht entwässerte Böden, als Folge starker Silikatverwitterung und eines mit der Tiefe zunehmenden Tongehalts; in diesem Falle ist auch der Al-Gehalt sehr hoch. Beide Böden sind sauer und wenig fruchtbar, um nicht zu sagen unfruchtbar.

Die Ordnung der Entisols und Inceptisols enthält nicht oder schwach entwickelte Böden, hier meist alluviale Böden, die vornehmlich entlang der sedimentführenden Weißwasserflüsse entstanden sind. Der Gehalt an Ton, seine Austauschkapazität, die Basensättigung, der Gehalt an Nährstoffen usw. hängt natürlich im wesentlichen vom Einzugsgebiet des jeweiligen Flusses ab. Manche dieser Böden sind tiefgründig, nährstoffreich und weisen eine fast alkalische Reaktion auf.

Die Spodosols sind besser bekannt als Podsole. Sie kommen in größeren Ausdehnungen vor allem entlang dem Rio Negro vor, einem Schwarzwasserfluß, wie der Name besagt. Diese Böden sind äußerst unfruchtbar und sehr anfällig gegen Erosion; sie sollten daher am besten unter ihrer natürlichen Vegetation verbleiben.

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Analysenwerte einiger typischer Böden im tropischen Regenwald des Amazonasgebiets (2) und einiger mitteleuropäischer Böden (10)

Tiefe cm	Ton %	Sand %	pH-Wert (Wasser)	org. Substanz %	AK mval/100g	Sättigung in % der AK Al	Ca	Mg	K	Na	Mn
Oxisol (Manaus, Brasilien)											
0- 8	76	15	4.6	3.2	3.3	33	52	9	6	-	-
8- 22	80	12	4.4	1.5	1.4	79	14		7	-	-
22- 50	84	8	4.3	1.2	1.5	80	13		7	-	-
50-125	88	7	4.6	0.5	1.2	81	16		3	-	-
Ultisol (Yurimaguas, Peru)											
0- 7	15	67	4.0	2.6	2.6	31	61	4	4	-	-
7- 48	23	57	3.5	0.9	5.0	64	32	2	2	-	-
48- 67	25	57	3.5	0.9	5.4	82	15	2	1	-	-
67-157	29	57	3.5	0.7	6.1	87	10	2	1	-	-
Entisol (Amapá, Brasilien; Flußaue des Rio Cupixi)											
0- 20	41	30	4.8	2.0	2.7	33	26	33	8	-	-
20- 70	38	38	4.9	0.9	2.3	39	26	31	4	-	-
70-130	66	31	5.1	0.9	2.6	8	38	53	1	-	-
Mollisol (Iquitos, Peru; Flußaue des Rio Amazonas)											
0- 10	24	13	6.0	2.6	14.3	-	77	22	1	-	-
10- 50	20	19	6.1	1.4	15.5	-	67	23	10	-	-
50-120	10	36	6.3	0.7	9.3	-	73	25	2	-	-
primärer Pseudogley (Waldwiese)											
0- 3	23	4	4.4	8.3	7.9	23	64	6	4	3	n.b.
3- 20	21	7	4.7	2.5	6.1	21	65	10	2	2	n.b.
20- 30	26	10	4.8	0.9	5.1	22	60	12	2	4	n.b.
30- 50	35	6	4.3	0.6	8.8	52	34	9	2	3	n.b.
50- 80	40	10	4.3	0.5	10.9	61	27	7	2	3	n.b.
Pseudogley (Forstnutzung)											
0- 10	18	22	7.5	5.0	18.9	10*	64	24	-	2	n.b.
10- 30	20	23	7.3	2.1	7.8	22*	52	22	-	4	n.b.
30- 80	44	18	7.6	0.3	12.8	0	32	61	3	4	n.b.
80-110	66	5	7.9	0.6	14.3	0	38	57	2	3	n.b.
Pseudogley (Weidenutzung)											
0- 20	23	24	6.2	5.3	10.7	2	87	7	2	1	1
20- 36	26	24	5.9	0.9	7.1	9	69	16	2	1	3
36- 60	32	22	5.6	0.3	9.8	21	40	35	2	1	1
60- 90	30	22	5.7	0.2	-	-	-	-	-	-	-
Parabraunerde (Ackernutzung)											
0- 28	18	14	6.1	2.1	18.4	29**	55	7	7	1	1
28- 58	23	10	6.9	1.1	18.2	15**	69	12	2	1	1
58- 76	30	8	7.2	1.0	19.2	6**	80	10	2	1	1
76- 90	34	6	7.7	1.0	22.1	-	86	11	1	1	1

* = H ** = Al + H

Im Amazonasgebiet gibt es auch einige tiefgründige, gut entwässerte Böden mit hoher natürlicher Fruchtbarkeit. Sie werden teilweise für Kakaopflanzungen genutzt, mit gutem Erfolg. Für den Anbau kurzlebiger Nahrungskulturen eignen sie sich besser als jeder andere Boden.

Die Ergebnisse einiger Bodenanalysen, dargestellt in Tabelle 2, mögen das Gesagte verdeutlichen.

Die wesentlichen Merkmale der überwiegend vorkommenden armen Böden sind somit Bodensäure, P-Mangel, sehr niedrige Austauschkapazität, sehr geringe Basensättigung, Aluminium-Toxizität (bei vielen Kulturen etwa ab 60%, bei Leguminosen etwa ab 20% Al-Sättigung). Weiterhin besteht ein Mangel an den Nährelementen N, K, S, Mg, B, Cu, Zn und anderen. Der Mangel an diesen Elementen ist nicht nur bei kurzlebigen Nahrungskulturen, sondern auch bei Dauerkulturen und sogar im nativen Urwald sichtbar. Die wenigen Untersuchungen reichen für eine flächenmäßige Darstellung jedoch nicht aus.

Aus diesen und ähnlichen Untersuchungen ergeben sich einige wesentliche Fakten, wie: die Austauschkapazität der vorherrschenden Oxisole und Ultisole (und damit deren Fähigkeit zur Nährstoff-

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
bindung) ist äußerst gering, der Anteil der Aluminium-Ionen sehr hoch und nimmt mit der Tiefe noch zu; die Fruchtbarkeit der Auenböden ist sehr unterschiedlich, viele eignen sich jedoch durchaus für intensiven Ackerbau. Auch europäische Böden unter Wald weisen ungünstige chemische Verhältnisse auf, zeigen aber im Vergleich zu tropischen Waldböden meist einen höheren pH-Wert, höhere Austauschkapazität und eine niedrigere Al-Sättigung. In natürlichen Systemen besteht eine starke Beziehung zwischen den Komponenten Klima, Boden und Vegetation.

3. Einige Angaben zu Rodungsverfahren

Soll das Gelände, auf dem tropischer Regenwald steht, als Ackerland oder Grünland genutzt werden, muß zunächst die vorhandene Vegetation beseitigt werden. Dafür gibt es verschiedene Verfahren, wie Schlagen und Brennen, Roden und Wegschieben, Abscheren und Brennen, mit der Kette abräumen und brennen, und andere.

Verschiedene Untersuchungen in Afrika und Lateinamerika haben gezeigt, daß das traditionelle Verfahren (Schlagen und Brennen) nicht nur billiger, sondern auch weniger schädlich ist als die mechanischen Verfahren. Die Beziehungen zwischen Rodung, Bodenbearbeitung und Erosion wurden u. a. am IITA in Afrika untersucht, mit folgendem Ergebnis (3):

Tabelle 3: Einfluß der Rodungsverfahren auf Wasserabfluß und Bodenerosion.

Säuberungsverfahren	Wasserabfluß (mm)	Bodenverlust (t/ha/Jahr)
Traditionell	2.6	0.01
Handrodung - ohne Bearbeitung	15.5	0.4
Handordung - konv. Bearbeitung	54.3	4.6
Scherblatt - ohne Bearbeitung	85.7	3.8
Baumschieber - ohne Bearbeitung	153.1	15.4
Baumschieber - konv.Bearbeitung	250.3	19.6

Beim traditionellen Verfahren bleibt der Oberboden mitsamt der sehr wichtigen organischen Substanz an Ort und Stelle, die Bodensäure und Aluminium-Sättigung nehmen ab, Basensättigung und Nährstoffgehalt nehmen zu. Im Mittel von 32 Proben aus einem Versuch in Peru (4) entsprach die Asche aus einem 17 Jahre alten Sekundärwald einer NPK-Düngung von 67-6-38 kg/ha und einer Kalkung mit 0,25 t/ha Dolomitkalk; zugleich wurden dem Boden etwa 4 t/ha Trockenmasse und beachtliche Mengen an den Spurenelementen Mangan, Eisen, Kupfer und Zink zugeführt. Diese durchaus positiven Wirkungen blieben aus, wenn die natürliche Vegetation mit dem Bulldozer gerodet und beiseitegeschoben wurde. Im Verein mit einer erheblichen Bodenverdichtung sind die Erträge der nachfolgenden Kulturen (Reis, Cassava, Mais, Sojabohnen und Guinea Grass) zu verstehen: Sie erreichten auf den maschinell gerodeten Flächen ohne Düngung nur etwa $^1/_3$, mit Düngung etwa $^1/_2$ der Erträge der konventionell (durch Schlagen und Brennen) gesäuberten Flächen.

Aber auch diese Ergebnisse gelten nicht allgemein. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen in Topographie, vorhandener Vegetation, Infrastruktur, Verfügbarkeit von Handarbeit und Maschinen, Preisen und Kosten sind derart groß, daß vor jeder Rodung die gegebene Lage sehr genau aufgenommen und das jeweils optimale Säuberungsverfahren (land clearing method) sorgfältig festgelegt werden muß.

4. Ackerbau im tropischen Regenwald

Ackerbau ist der Anbau landwirtschaftlicher Kulturen (wie Reis, Mais, Weizen, Erdnuß, Buschbohnen, Sojabohnen; Kartoffeln, Rüben, Cassava), deren Wachstumszeit in der Regel zwischen 4 und

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
10 Monaten liegt, hintereinander auf demselben Stück Land. Dieser sog. permanente Ackerbau ist im gemäßigten Klima möglich und üblich, sofern gewisse Regeln beachtet werden, wie: Erhaltung einer günstigen Bodenstruktur (vor allem Vermeiden von Verdichtungen), Wechsel der Kulturarten (zumal einige mit sich selbst nicht verträglich sind), Zufuhr fehlender Makro- und Mikronährstoffe, Bekämpfung bzw. Vermeidung von Unkrautwuchs sowie von Schäden durch Krankheiten und Insekten. Es gibt einige Gegenden in Deutschland, die nachweislich seit etwa 2000 Jahren ständig als Ackerland genutzt werden, und die Erträge sind heute höher als je zuvor. Die zumindest früher übliche Einheit von Ackerbau und Viehwirtschaft in demselben Betrieb hat den permanenten Ackerbau wesentlich erleichtert (geschlossenes System).

Was geschieht jedoch, wenn man eine derartige Nutzung unter den Boden- und Klimabedingungen des tropischen Regenwaldes einführt? Zunächst ist der Boden zwangsläufig zeitweise, d. h. zwischen der Ernte der einen und der Aussaat der nächsten Kultur ungeschützt der Einwirkung von Regen, Sonne und Wind ausgesetzt. Selbst wenn die Ackerkulturen auf dem Feld stehen, ist der Boden wesentlich weniger geschützt als unter Wald. Die häufigen und starken Niederschläge durchwaschen den Boden und führen lösliche Bestandteile (wie Kieselsäure und Nährstoffe, aber auch Ton und Humus) weg; sie werden gelegentlich im Unterboden abgelagert. Die für die Struktur besonders wichtigen Verbindungen von Ton, organischer Substanz und Eisenoxiden werden gelöst, die Struktur zerfällt in kiesähnliche Einzelaggregate. Der Boden erodiert selbst bei geringer Geländeneigung, zumal die Regenintensität und die Größe der Regentropfen höher sind als im gemäßigten Klima. Die starke Sonneneinstrahlung heizt die Bodenoberfläche auf (in 2,5 cm Tiefe werden oft Temperaturen von 50° C gemessen, gegenüber etwa 26° C unter Wald); das bekommt weder den Pflanzenwurzeln noch den Bodenlebewesen einschließlich den Mikroorganismen. Da die ton- und humusarmen Böden wenig Wasser speichern können, leiden die Kulturen unter Wassermangel selbst bei kurzen Trockenperioden, die auch in den humiden Tropen recht häufig auftreten. Die meisten Ackerkulturen vertragen weder Bodensäure noch höhere Aluminium-Werte und verlangen hohe Mengen an Makro- und Mikrostoffen. Ein Ausgleich durch Kalkung und Düngung ist aber nur in einem eng begrenzten Rahmen möglich, weil die meisten typischen Böden, wie bereits ausgeführt, eine geringe Speicherfähigkeit für Kationen (also Ca, Mg, K) haben und wichtige Anionen (vor allem P) festlegen (8). Die meist starke Bewölkung ist günstig für die Bildung von Pflanzenmasse (auch in Form von Unkräutern!), aber weniger günstig für die Entwicklung von Körnern; in einer ähnlichen Richtung wirken die hohen Nachttemperaturen, die die unproduktive Veratmung von tagsüber gebildeten Stoffen fördern. Werden größere Flächen gerodet, bilden sich Konvektionsströmungen aus, also starke Winde, die örtlich sehr starke Regenfälle verursachen, aber auch Austrocknung, Bodenabtrag und Verwehungen zur Folge haben.

Alle diese Faktoren bewirken ein rasches Absinken der Erträge der Ackerkulturen, nachdem die positiven Effekte des Brennens und des Ascheauftrags verpufft sind. Oft lohnt sich nur ein drei- oder viermaliger Anbau, d. h. der Boden wird nur 2 oder 3 Jahre lang genutzt. In weiten Teilen des tropischen Regenwaldes, vor allem in Afrika, schlägt und brennt der Anbauer nun ein neues Stück Wald und überläßt das alte dem natürlichen Aufwuchs. In der Regel sind 8–15 Ruhejahre bis zur nächsten Nutzung nötig.

Dieses Verfahren der Bodennutzung (Brandrodungs-Wanderfeld-Hackbau, im englischen shifting cultivation bzw. bush fallow system) wird nach Schätzungen der FAO (9) auf etwa 3,6 Mrd. ha in Afrika, Südamerika, Ozeanien und Südostasien angewendet. Es sichert im wesentlichen die Ernährung von 250 Mio. Menschen oder etwa 8% der Weltbevölkerung. Es gibt sehr viele Varianten dieses Verfahrens. Als ein Beispiel mag eine Untersuchung dienen, die 1971 unter 347 derartigen Familien auf den Philippinen durchgeführt wurde (9). Danach hatte jede Familie im Durchschnitt 6,2 Personen = 2,6 Arbeitskräfte. Die durchschnittliche Betriebsgröße betrug 4,18 ha, wovon 0,7 ha jährlich gerodet wurde. Eine Fläche von 1,32 ha wurde ständig mit kurzlebigen Ackerkulturen (vornehmlich Wurzelfrüchte wie Süßkartoffeln, aber auch Reis und Gemüse) sowie mit längerlebigen und Dauerkulturen (wie Bananen, Kaffee und Avocado) bebaut. Hinzu kommen Flächen für gelegentliche Beweidung. Jede Familie hielt im Durchschnitt 2,5 Rinder, 0,6 Wasserbüffel, 2,0 Schweine, 0,8 Ziegen und 8,1

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Hühner. Die Erträge betrugen 5,6 t/ha Süßkartoffeln, 3,2 t/ha Kartoffeln, 1,1 t Reis beim ersten und 970 kg/ha beim zweiten Anbau in demselben Jahr.

Vom ökologischen Standpunkt her ist der Brandrodungshackbau recht ungefährlich, da immer nur kleine Flächen ackerbaulich genutzt werden und die Wurzeln der vorherigen Vegetation im Boden bleiben und diesen gegen Erosion schützen. Auch ist die Nutzungsdauer meist zu gering, als daß sich irreversible Schäden am Boden einstellen könnten. Die wesentlichen Nachteile dieses Verfahrens liegen in dem sehr hohen Arbeitsaufwand bei sehr geringer Arbeitsproduktivität; nach Untersuchungen in Afrika (3) müssen 40–60% der verfügbaren Mann/Tage für die Rodung und 20–30% des gesamten Arbeitsaufwandes für die Unkrautbekämpfung aufgewendet werden. Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß nur geringe Mengen an Nahrungsmitteln für den Markt erzeugt werden.

Gefährlich in verschiedener Hinsicht wird die Sache jedoch dann, wenn durch die Zunahme der Bevölkerung oder der Ansprüche die Ruhezeiten verkürzt und die Anbauzeiten verlängert werden. Steigende Aufwendungen (vor allem an Arbeitszeit), sinkende Erträge und Bodenerosion sind normalerweise die Folgen – ein Teufelskreis, der sich oft zu einem Endpunkt schließt, nämlich Verlust des Bodens und Abwanderung der Menschen. Die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Brandrodungs-Feldbaus sollen im letzten Teil dieses Vortrags behandelt werden, da sie mit Ackerbau nur noch wenig zu tun haben.

In diesen Teil gehören jedoch gründliche Versuche mit permanentem Ackerbau, die seit 1971 im peruanischen Teil des Amazonasgebiets durchgeführt werden, und zwar gemeinsam von der North Carolina State University (NCSU/USA) und dem Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA/Peru).

Die Station Yurimaguas liegt auf etwa 5° südlicher Breite 184 m über NN; der Jahresniederschlag beträgt etwa 2 100 mm, Topographie eben, Boden Ultisol mit pH 4,0, hohe Al-Konzentration, Mangel an P, K und verschiedenen Mikronährstoffen. Als optimale Fruchtfolgen erwiesen sich Reis – Mais – Soja und Reis – Erdnuß – Soja, d. h. 3 Kulturen pro Jahr. Bei einem Aufwand von 3 t Kalk pro ha (alle drei Jahre), 25 kg Phosphor und 80–100 kg/ha Kali (zu jeder Kultur) sowie 80–100 kg/ha Stickstoff (zu Reis und Mais) unter Ausgleich des Mangels an Magnesium, Kupfer, Zink, Bor und Molybdän wurde im Durchschnitt von 8 Jahren ein Kornertrag von 7,8 t pro ha und Jahr erzielt. Wesentliche Parameter der Bodenfruchtbarkeit verbesserten sich im Laufe der Zeit (5).

Diese Ergebnisse scheinen zu beweisen, daß selbst im tropischen Regenwald auf nährstoffarmen und sauren Böden ein permanenter Ackerbau möglich und wirtschaftlich ist. Trotzdem ist fraglich, ob diese Erfahrungen ohne weiteres auf die praktische Landwirtschaft und auf andere Regionen übertragen werden können. Denn offenbar müssen einige wesentliche Voraussetzungen erfüllt sein, wie: ein gut funktionierender Versuchs- und Beratungsdienst, aufgeschlossene Bauern, ständige Versorgung mit Produktionsmitteln zu annehmbaren Preisen, und andere. Darüber hinaus ist völlig offen, welche Wirkungen dieses System auf Klima, Vegetation und Boden hat, wenn es großräumig angewendet werden sollte.

5. Einige Folgen des Ackerbaus im tropischen Regenwald

Es besteht durchaus die Gefahr, daß großräumiger Ackerbau im Gebiet des tropischen Regenwalds das Klima in ähnlicher Weise verändert, wie das heute in Südbrasilien (Subtropen) bereits zu beobachten ist. Die brasilianischen Bundesstaaten Mato Grosso do Sul, São Paulo (vor allem der Süden), Paraná (Norden und Westen) sowie Paraguay (westlich des Rio Paraná) wiesen vor 50 Jahren noch weite, zusammenhängende Gebiete dichten Urwalds auf. Dann wurden größere Flächen gerodet und Kaffeeplantagen angelegt, zunächst im Süden des Staates São Paulo, etwa ab 1930 auch im Norden des Staates Paraná, und zwar auf sehr tiefgrundigen, nährstoffreichen terra roxa-Böden. Nahrungskulturen, vor allem Reis, Mais, Bohnen wurden vor allem zwischen den Reihen der Kaffeesträucher angepflanzt. Das Klima scheint sich etwa 40 Jahre lang nicht wesentlich geändert zu haben; milde Fröste traten etwa

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
einmal in 7 Jahren auf. Etwa ab 1960 wurde mit zunehmender Intensität jedoch der Urwald auch in jenen Regionen gerodet, die von Boden oder Klima her für den Kaffeeanbau nicht geeignet waren, vor allem im Westen von Paraná, in Mato Grosso do Sul und in Paraguay. Hier wurde intensiver, hochmechanisierter Ackerbau eingeführt, vor allem der Anbau von Sojabohnen und Mais im Sommer und Weizen im Winter. In den letzten 10 Jahren etwa hat sich das Klima meßbar und spürbar verändert: Statt der früher gleichmäßig über das ganze Jahr verteilten Niederschläge (mit einem Maximum in den Sommermonaten) treten nun stark ausgeprägte Regen- und Trockenzeiten auf, deren Beginn, Dauer und Intensität sich nicht vorhersehen lassen; der Temperaturbereich wird größer, und zwar sowohl die Jahres- wie die Tagesamplitude, d. h. es ist im Sommer und tagsüber heißer, im Winter und nachts meist kälter als früher. Fröste treten häufiger und stärker auf; in Nordparaná in manchen Wintern 3 Fröste von minus 3–5°C. Das verträgt kein Kaffee; der Kaffeebau geht daher denselben Weg über Minas Gerais nach Espirito Santo zurück. In Nordparaná gibt es heute praktisch keinen Kaffeebau mehr; an seiner Stelle wird intensiver Ackerbau betrieben, der eine gewaltige Bodenerosion zur Folge hat und die genannten Klimaveränderungen noch intensiviert. Diese Klimaveränderungen machen den Ackerbau heute bereits zu einem Lotteriespiel, und zwar auf Böden, die zu den besten der Welt zählen. Ohne jeden Zweifel wäre der Ackerbau auf den nährstoffarmen und sorptionsschwachen Böden des Amazonasgebiets oder Afrikas noch weit stärker von derartigen Änderungen des Klimas betroffen.

Ein weiterer Hinweis findet sich in den USA. In Florida wurden vor Jahrzehnten arme Böden nach Rodung des Urwalds in Ackerkultur genommen. Offenbar ist jedoch der erhebliche Aufwand an Produktionsmitteln für Düngung, Pflanzenschutz usw. nicht wirtschaftlich, denn auf diesen Böden werden jetzt zunehmend Dauerkulturen angelegt. Diese Nutzungsart entspricht Boden und Klima offenbar besser als der permanente Ackerbau.

6. Grünlandwirtschaft und Tierhaltung im tropischen Regenwald

Das Futter für Großtiere, also Rinder und Büffel, wird normalerweise auf Dauergrünland erzeugt. Diese Art der Bodennutzung eignet sich auf den ersten Blick sehr gut für den tropischen Regenwald, da

- Grünland eine Dauerkultur ist, die den Boden ständig bedeckt und schützt,
- die hohen Temperaturen und Niederschläge eine im Jahresablauf gleichmäßig hohe Futterproduktion ermöglichen,
- eine Futterkonservierung für kalte oder trockene Jahreszeiten praktisch nicht nötig ist,
- die Produkte Milch und Fleisch im wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen und nur geringe Mengen an bodenbürtigen Elementen enthalten.

Auf den zweiten Blick werden jedoch die Nachteile deutlich, vor allem die folgenden (12):

- Das schnelle Wachstum der Futterpflanzen und die in der Regel nährstoffarmen Böden ergeben eine geringe Futterqualität und geringen Nährwert. Der Energiegehalt des Grünfutters reicht in der Regel nur für die Erhaltung des Tieres und eine geringe Produktion an Milch oder Fleisch aus.
- Für höhere Leistungen ist die Zugabe von Kraftfutter nötig, das meist aus Ackerkulturen stammt und daher im tropischen Regenwald nicht oder nur zu unwirtschaftlich hohen Preisen zu haben ist.
- Die anhaltend hohen Umwelttemperaturen und die Luftfeuchtigkeit liegen weit über der für das Rind optimalen Komfortzone (Temperatur 13–18°C, Luftfeuchte 60–70%), was bei europäischen Milchkühen eine um mindestens 30% geringere Leistung zur Folge hat.
- Einige im tropischen Regenwald endemische Krankheiten, in Afrika vor allem die tierische Schlafkrankheit (Trypanosomiasis), aber auch Parasiten, Würmer und Fruchtbarkeitsstörungen verbieten oder verteuern die Rinderhaltung.

Hinzu kommen einige generelle Probleme, wie die Besitzverhältnisse, der Ausbildungsstand, religiöse oder emotionelle Barrieren. Auch ist nicht abzusehen, in welcher Richtung sich das Klima verän-

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
dert, sollte im Bereich des tropischen Regenwaldes die Grünlandwirtschaft großflächig eingeführt werden.

Hinzu kommen einige Eigenarten der Grünlandwirtschaft, die in den feuchten Tropen besonders deutlich hervortreten, nämlich

- die Anlage von Grünlandflächen,
- die Bewirtschaftung (Management) der Flächen,
- die vor- und nachgelagerten Bereiche.

Hierzu kurz einige Einzelheiten:

Zur Anlage: Normalerweise wird nach der mehrmaligen Ackernutzung etwas Gras-, und – wenn es hochkommt – auch Samen von Leguminosen eingesät. Ohne Düngung und Kalkung wächst etwas Futter, das nur für sehr geringe Produktionen an Fleisch und Milch ausreicht. Auch die Fezes und der Harn der Tiere sind keine Volldüngung; sie enthalten im wesentlichen Stickstoff und Kalium. Phosphor wird schnell der Faktor, der den Ertrag bestimmt. Nach einigen Jahren (oft nur 3 oder 4 Jahre) ist der Futterertrag derart gering, daß man die Fläche sich selbst überläßt oder – im besten Falle – Dauerkulturen anpflanzt. Natürlich gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, den Ertrag zu steigern und die Degradierung zu verlangsamen. Dazu gehört einmal die Wahl der Futterpflanzen (in der Regel eine Kombination von Gräsern der Gattungen *Andropogon, Brachiaria, Eragrostis, Hyparrhenia, Panicum, Paspalum, Pennisetum* mit Leguminosen wie *Centrosema, Desmodium, Leucanea, Phaseolus, Pueraria, Stylosanthes* und andere). In Europa übliche Futterpflanzen, wie Weidelgras und Weißklee, haben hier überhaupt keine Chance, da weder das Klima noch der Boden (auch nicht die Düngung) deren Ansprüche erfüllen kann. Kalkung hat in der Regel wenig Sinn, wegen der geringen Sorptionsfähigkeit des Bodens und der starken Auswaschung als Folge hoher Niederschläge. Besser ist schon die Anwendung von Rohphosphat, das in der Regel Ca, Mg und P enthält und bei hohem Si-Gehalt auch die P-Fixierung verringert und die Sorptionsfähigkeit etwas steigert.

Eine weitere Chance ist die Aussaat solcher Futterpflanzen, die an die gegebenen Bedingungen besonders gut angepaßt sind. Hier leistet das CIAT in Kolumbien, eines der etwa 12 Internationalen Zentren der Agrarforschung, eine vorbildliche Arbeit. Hier werden in den verschiedenen Regionen Lateinamerikas Pflanzen gesammelt und daraufhin getestet, ob sie als Futterpflanzen geeignet sind.

Zur Bewirtschaftung: Das richtige Management von Grünlandflächen ist weit schwieriger als der Ackerbau. Denn Boden, Vegetation, Klima und Tier und die Maßnahmen des Menschen wie Düngung, Kalkung, Reinigungsschnitt usw. bilden ein komplexes System; die Veränderung eines Faktors hat direkte Auswirkungen auf alle anderen. Im tropischen Regenwald scheint dieses System besonders labil zu sein. Der optimale Bereich z. B. für die Besatzdichte lag nach Untersuchungen des CIAT in Pucallpa/Peru bei traditioneller Bewirtschaftung und dem Gras *Hyparrhenia rufa* bei 1,8 GVE/ha, was einer Fleischproduktion von 227 g pro Tier und Tag bzw. 149 kg pro ha und Jahr entsprach (13). Bei einer verbesserten Wirtschaftsweise auf der Grundlage derselben Graminee und *Stylosanthes guianensis* sowie einer Düngung von 100 kg pro ha und Jahr mit Superphosphat lag die optimale Besatzdichte bei 2,6 GVE pro ha, wodurch 495 g Fleischzuwachs pro Tier und Tag oder 469 kg pro ha und Jahr erreicht wurden. Diese optimale Besatzdichte verändert sich aber im Laufe des Jahres; das Futter wächst nicht jede Woche genau gleichviel zu, es gibt auch im tropischen Regenwald Regen- und Trokkenzeiten, die Tiere werden größer und brauchen mehr Futter, oder einige werden verkauft und brauchen gar kein Futter mehr, und dergleichen. Es ist also sehr schwierig, die optimale Besatzdichte einzuhalten; hinzu kommt, daß im tropischen Regenwald sowohl Über- wie Unterbeweidung sich viel schneller und viel stärker auswirken als in den gemäßigten Klimaten: bei einem Unterbesatz kommen Unkräuter, aber auch Büsche und Bäume sehr schnell wieder hoch und verdrängen die Futterpflanzen; bei einem Überbesatz werden die Futterpflanzen bis auf die Wurzeln abgefressen, viele gehen ein, immer größere Stellen werden kahl, eine noch stärkere Durchwaschung und Bodenerosion sind die Folgen.

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Zu den vor- und nachgelagerten Bereichen: Sie spielen m. E. in der tierischen Produktion eine noch größere Rolle als im Ackerbau. Ich meine folgende Problemkreise: Auswahl und Kreuzung geeigneter Rinderrassen, also Tierzucht; natürliche oder künstliche Befruchtung; laufende Erhaltung der Tiergesundheit; Lagerung und Verarbeitung der Produkte; Organisation der Vermarktung, Preisbildung und Käuferkreis. Sie werden schnell erkennen, daß all diese Probleme in den humiden Tropen, noch dazu bei dünner Besiedlung und mangelhafter Infrastruktur, weit schwieriger zu lösen sind als in den gemäßigten Klimaten.

Einige dieser Probleme können gemildert werden, wenn man statt der Rinder (Gattung *Bos bovinus)* Wasserbüffel hält. Diese stellen wesentlich geringere Ansprüche an die Futterqualität, können offenbar auch überständiges Gras mit hohem Gehalt an Rohfaser verdauen und liefern nicht nur Milch und Fleisch, sondern auch Arbeit. Ihre bessere Anpassung an die gegebenen Bedingungen zeigte sich z. B. im folgenden Vergleich (13):

Tabelle 4: Wesentliche Produktivitätsindices für Wasserbüffel und Rinder im Amazonasgebiet.

		Wasserbüffel	Rinder
Abkalberate (%)		60-70	40-50
Sterblichkeit (%)	im ersten Jahr	5-6	10-11
	im ersten u.zweiten Jahr	3-4	6-7
	ausgewachsene Tiere	1-2	2-3
Ausmerzrate		6	9
Schlachtalter (Jahre)		2-3	3,5-5
Schlachtgewicht (kg)		300-400	300-350
Milchproduktion (kg/Laktationsperiode)		1.000-1.400	800-1.200

Die Ausweitung der Büffelhaltung scheint somit die bessere Alternative zu sein.

Wegen der geschilderten grundsätzlichen Probleme der Großtierhaltung wird verständlich, daß von den 4–6 Mio. ha Grünland im Amazonasgebiet etwa 1 Mio. ha degradiert ist; andere Quellen nennen einen Anteil von 50%.

Es gibt jedoch einige Möglichkeiten, die Rinderhaltung mit der Nutzung von Dauerkulturen zu kombinieren. So gibt es z. B. in der Welt etwa 4,2 Mio. ha Kokospalmen, davon in Asien allein etwa 3,6 Mio ha. Nach Untersuchungen des Instituts für Tierproduktion der TU Berlin (11) ist es durchaus möglich, unter Kokospalmen nicht nur Nahrungskulturen anzubauen (wie Obst, Knollenfrüchte, Mais, Soja und Gemüse), sondern auch Rinder zu halten. Dabei können Vorteile anfallen, wie: Erschließung bisher nicht genutzter Ressourcen, Erzeugung von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, zusätzliches Einkommen, Schaffung von Arbeitsplätzen, Verwertung der Kokosrückstände, Erschließung marktferner Gebiete u. a. Natürlich gibt es auch Nachteile, wie: Wettbewerb um die Bodennährstoffe, Bodenverdichtung durch Beweidung, Gefahr der Bodenerosion bei Überstockung, Beschädigung von Neupflanzungen durch das Vieh, hohe Anforderungen an Management und Fachwissen.

Auf jeden Fall ist die Kombination zweier oder mehrerer Dauerkulturen eine gerade im tropischen Regenwald verfolgenswerte Art der Bodennutzung.

7. Die landwirtschaftliche Nutzung der Flußauen

Eingangs wurde erwähnt, daß im Bereich des tropischen Regenwalds etwa 146 Mio. ha = 13% der Fläche alluviale Böden sind. Diese finden sich vornehmlich im Bereich der großen Flüsse, wie Orinoco, Amazonas, Niger und Kongo sowie in deren Mündungsdelta.

Etwa die Hälfte dieser Fläche entfällt auf Amerika, je ein Viertel auf Afrika und Asien. Die Qualität dieser Böden ist sehr unterschiedlich, da sie vom Einzugsgebiet des jeweiligen Flusses bestimmt wird. Flüsse, die aus geologisch jüngeren Gebirgen wie den Anden oder dem Himalaya kommen, bilden daher in der Regel fruchtbarere Flußauen als solche aus alten, ausgewaschenen und erodierten Regionen,

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
wie in Zentralafrika. Einige dieser Flußauen sind sogar äußerst unfruchtbar, z. B. im Bereich des Mekong in Thailand und Vietnam. Hier, aber auch in Gambia, gibt es saure, sulfatreiche Böden, die bei Entwässerung und damit Belüftung Schwefelsäure bilden, die den pH auf Werte von 2 oder 3 absenkt. Sie scheiden damit für eine landwirtschaftliche Nutzung aus.

Die Nutzung der alluvialen Böden wird mehr vom Bevölkerungsdruck des jeweiligen Landes als von deren Qualität bestimmt. So finden wir in Flußauen Indonesiens Bevölkerungsdichten bis zu 1000 Menschen pro qkm und einen sehr intensiven Ackerbau, am Mittellauf des Amazonas dagegen nur wenige Menschen pro qkm Flußaue und eine recht extensive Nutzung als Acker- und Weideland. In der Regel ist es jedoch möglich, die Intensität der Nutzung zu steigern und mehr Nahrungsmittel oder andere Produkte vom ha zu erzeugen, als derzeit üblich. Hier sind auch sehr arbeitsintensive Verfahren des Ackerbaus und der Tierhaltung möglich und wirtschaftlich, wenn hohe Niederschläge und Temperaturen mit nährstoffreichen Böden zusammentreffen.

Dabei ist ein besonderer Vorteil, daß diese Flächen über die Flüsse als natürliche „Wasserstraßen" leicht zu erreichen sind, so daß der Bau von Erdstraßen mit all seinen Aufwendungen und Nachteilen in der Regel nicht nötig ist. Auch ökologische Schäden sind kaum zu befürchten, da diese Regionen meist nicht bewaldet sind und selbst Fehler in der Bearbeitung oder Nutzung von der nächsten Überschwemmung gnädig überdeckt werden. Vorsicht ist jedoch dort geboten, wo Galeriewälder einen permanenten Ackerbau verhindern. Hier kommen allenfalls agroforstliche Nutzungssysteme in Frage.

Ein grundsätzliches Problem für die Nutzung dieser Flußauen ist ihre Abhängigkeit vom Einzugsbereich der jeweiligen Flüsse. Rodungen, Bau von Talsperren, Änderung der Bodennutzung usw. wirken sich direkt in den tieferliegenden Flußauen aus, und zwar in der Regel negativ. Das Ausbleiben der Sedimentfracht, das höhere Auflaufen des Hochwassers oder Überschwemmungen zur Unzeit sind nur einige Nachteile, die der Bauer in den Flußauen in Kauf nehmen muß, ohne sie beeinflussen zu können.

8. Dauerkulturen und kombinierte Nutzungssysteme

An die Bedingungen des tropischen Regenwalds besser angepaßt erscheinen jene Anbausysteme, die seit einigen Jahren aufgrund sorgfältiger Erhebungen des tatsächlichen Pflanzenbaus einer bestimmten Region entwickelt werden. Das Ziel dieser Systeme besteht darin, den Boden und seine Ertragskraft zu erhalten (indem er ständig durch eine Pflanzendecke geschützt wird), die Erzeugung von Nahrungsmitteln, Exportprodukten und Feuerholz so weit als möglich mit biologischen Verfahren zu steigern und nicht nur die Familie des Bauern zu versorgen, sondern auch den Markt zu beliefern. Dabei geht man bewußt von der Monokultur oder dem Anbau verschiedener Kulturen hintereinander ab und versucht, mehrere Kulturen gleichzeitig anzubauen. Derartige Verfahren werden nicht ohne Grund gerade im Bereich des tropischen Regenwalds von vielen einheimischen Bauern angewendet. Untersuchungen des IITA in Nigeria (6) haben eine erstaunliche Vielfalt der benutzten Kulturen (ca. 40 Arten) ergeben, so jeweils mehrere Getreidearten einschließlich Mais und Hirse, Körnerleguminosen, Wurzel- und Knollenfrüchte, Gemüse, Obst, Faserpflanzen, Kaffee, Kakao, Kokos und andere Palmarten. Ähnliche Ergebnisse brachte die Untersuchung einer Japanerkolonie im östlichen Amazonasgebiet in Brasilien zutage, die im Rahmen eines GTZ-Projekts durchgeführt wurde. Nach der Rodung des Urwalds oder Sekundärwalds werden normalerweise kurzlebige Kulturen (wie Reis, Bohnen, Soja, Melone) gemeinsam mit solchen einer mittleren Vegetationszeit angebaut, wie Pfeffer, Passionsfrucht, Papaya und Banane; sie stehen etwa 5 Jahre auf dem Feld. Eine Zeitlang werden diese miteinander kombiniert. Dann werden Kulturen mit langer Wachstumszeit hinzugenommen, wie Obstbäume, Kakao, Kaffee, Guaraná, Hevea (Gummibaum) und Nutzholz liefernde Baumarten. Sie stehen in der Regel mehr als 10 Jahre auf dem Feld (14).

Durch Versuche und Untersuchungen, die an internationalen Instituten der Agrarforschung (wie dem IITA) in nationalen Forschungsorganisationen verschiedener Entwicklungsländer und auch in einigen GTZ-Projekten (in Mexiko, Costa Rica, Brasilien, Ruanda, Indonesien) laufen, bemüht man

©Zoologische Staatssammlung München; download: http://www.biodiversity-library.org/; www.biologiezentrum.at
sich um eine Weiterentwicklung dieser aus der Praxis entstandenen Anbauverfahren. Sie werden durch Fachausdrücke wie Mischkultur, Allee-Anbau, Stockwerksanbau gekennzeichnet. Wesentliche Komponenten sind die Verwendung von lebendem und totem Mulch zur Bodenbedeckung, der Einsatz von Unkräutern zur Erzeugung von Pflanzenmasse, der Anbau von Leguminosen zur Stickstoffgewinnung, die Förderung des Bodenpilzes *Mycorrhiza* zum Aufschluß von Bodenphosphor, die Düngung mit Rohphosphat zur Verbesserung des Bodens, des Bodenlebens und des Pflanzenwachstums, die Kompostierung organischer Abfälle, die Erzeugung von Biogas und viele andere mehr. Die Kombination mehrerer forstwirtschaftlicher Dauerkulturen mit der Tierhaltung und auch mit etwas Ackerbau ist hier am Platze. Eine wesentliche Aufgabe ist die Entwicklung von Geräten und einfachen Maschinen, die die Arbeitsleistung und Arbeitsproduktivität des kleinen und mittleren Bauern steigern und ihm erlauben, mehr zu erzeugen, als seine Familie braucht. Soziooekonomische Untersuchungen sind unentbehrlich für die Einführung neuer Anbautechniken und Anbausysteme in der landwirtschaftlichen Praxis. Denn was nützt alle Forschungs- und Entwicklungsarbeit, wenn die Bauern einer Region – aus welchen Gründen auch immer – nicht bereit oder nicht in der Lage sind, Neuerungen zu übernehmen.

Grundsätzlich ist die Arbeit an Anbauverfahren schwierig, da es sich immer um ein komplexes System ganz verschiedener Faktoren handelt, die sich gegenseitig beeinflussen und verändern. Die Zusammenarbeit nicht nur zwischen verschiedenen Disziplinen, sondern auch zwischen nationalen und internationalen Instituten der Agrarforschung ist ein absolutes Gebot. Die Forschung in dieser Region muß der Artenvielfalt des tropischen Regenwaldes entsprechen.

Literatur

(1) SANCHEZ, P. A. 1981: Suelos del tropico, IICA, San José, Costa Rica

(2) COCHRANE, T. T. and P. A. SANCHEZ 1982: Land, resources, soil and their management in the Amazon region: A state of knowledge report. – pp. 137–209 in: S. B. HECHT (ed.): Amazonia: Agriculture and land use research CIAT.-Cali, Kolumbien

(3) HARTMANS, E. H. and C. H. H. ter KUILE 1983: IITA's views on current and future trends in tillage in the humid and subhumid tropics, Fifth session of the FAO Panel of Experts on Agricultural Mechanization – Rome, April, 1983

(4) SEUBERT, C. E., P. A. SANCHEZ and C. VALVERDA 1977: Effect on land clearing methods on soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon jungle of Peru. – Trop. Agric. (Trinidad) **54**: 307–321

(5) NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY 1980: Agronomic-economic research on soils of the tropics. – Annual Report 1978–79, pp. 69–194, Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh, N. C. USA

(6) ter KUILE, C. H. H. 1983: Technological potentials for food production in the humid and sub-humid tropics of Africa. – Paper presented at the Conference on "Accelerating Agricultural Growth in Sub-Saharan Africa", Zimbabwe, 29. 8.–1. 9. 1983

(7) FITTKAU, E. J. 1982: Struktur, Funktion und Diversität zentralamazonischer Ökosysteme. – Arch. Hydrobiol. **95**(1): 29–45

(8) MOORMANN, F. R. and A. VAN WAMBEKE 1978: The soil of the lowland rainy tropical climates: Their inherrent limitations for food production and related climatic restraints. – Proc. 11th ISSS Congress. Papers Vol. 2 Univ. Alberta, Edmonton, Canada pp.: 271–291

(9) FAO 1974: Shifting cultivation and soil conservation in Africa. – FAO Soils bulletin **24**, FAO Rom

(10) INSTITUT FÜR BODENWISSENSCHAFTEN DER GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

©Zoologische Staatssammlung München;download: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

(11) WENIGER, J. H. und T. TEUSCHER 1979: Pilot-Projekt zur Untersuchung über die Integration der Tierproduktion in kleinbäuerlichen Betrieben mit Kokosanbau in Indonesien. – TU Berlin

(12) WENIGER, J. H. und T. TEUSCHER 1977: Agrarentwicklung auf Grenzstandorten. – Reihe: Studien Nr. IV/17. Fachbereich Internationale Agrarentwicklung, TU Berlin

(13) TOLEDO, J. M. and E. A. S. SERRAO 1982: Pasture and animal production in Amazonia. – pp. 281–309 in: S. B. HECHT (ed.): Amazonia: Agriculture and land use research CIAT. – Cali, Kolumbien

(14) STOLBERG-W., A. Graf zu und G. H. H. FLOHRSCHÜTZ 1982: Levantamento de plantios mistos na colônia agricola de Tomé-Açu-Pará. – EMBRAPA, CPATU Documentos, 6

Anschrift des Autors:
Dr. R. Binsack,
Kastanienstr. 9, D-6380 Bad Homburg 6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Spixiana, Zeitschrift für Zoologie, Supplement

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 010

Autor(en)/Author(s): Binsack R.

Artikel/Article: Problematik und Folgen von Ackerbau und Viehzucht im tropischen Regenwald 85-96