

Zwei Konzepte zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität in den humiden Tropen – die „Yurimaguas Technologie“ und das „Ecofarming“-Modell. Versuch eines Vergleichs

**Two concepts to increase the agricultural productivity in the humid tropics – the „Yurimaguas technology“ and the „Ecofarming“-model.
Attempt of a comparison**

Von Dieter Prinz*

1. Einleitung

Unter den vielen Konzepten, deren Ziel eine Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität in den Tropen ist, seien hier zwei ziemlich extreme Ansätze dargestellt:

1. die, von US-amerikanischen Wissenschaftlern im peruanischen Amazonasgebiet entwickelte, sog. „Yurimaguas-Technologie“, ein „high input“-Konzept, und
2. das in der Bundesrepublik Deutschland viel diskutierte „Ecofarming“-Modell als typisches Beispiel für ein „low input“-System.

Die Begriffe „high/low input“ geben Auskunft über die Höhe des Einsatzes an zugekauften Betriebsmitteln; genauer, wenn auch sprachlich nicht besser, wären die Bezeichnungen „high/low external input“. Hierbei ist in erster Linie an Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel, Saatgut, im weiteren Sinne auch an verbesserte Geräte und landwirtschaftliche Maschinen zu denken.

Diese Ausführungen beziehen sich auf den Trockenfeldbau annueller Kulturen auf den zonalen Böden der humiden Tropen, d.h. den Oxisolen und Ultisolen.

* Dr. Dieter Prinz, Institut für Pflanzenbau und Tierhygiene in den Tropen und Subtropen der Universität Göttingen.

Anschrift: Grisebachstraße 6, D-3400 Göttingen

Nach Angaben der FAO muß die Nahrungsmittelproduktion in den Tropen in den nächsten 20 Jahren um 60% steigen, um die gegenwärtige, zweifellos schlechte, Versorgungslage auch nur aufrecht zu erhalten. Die Anbaufläche pro Kopf der Bevölkerung halbiert sich beinahe im Zeitraum 1971/75 bis zum Jahr 2000 (Abb. 1 BARNEY, 1980).

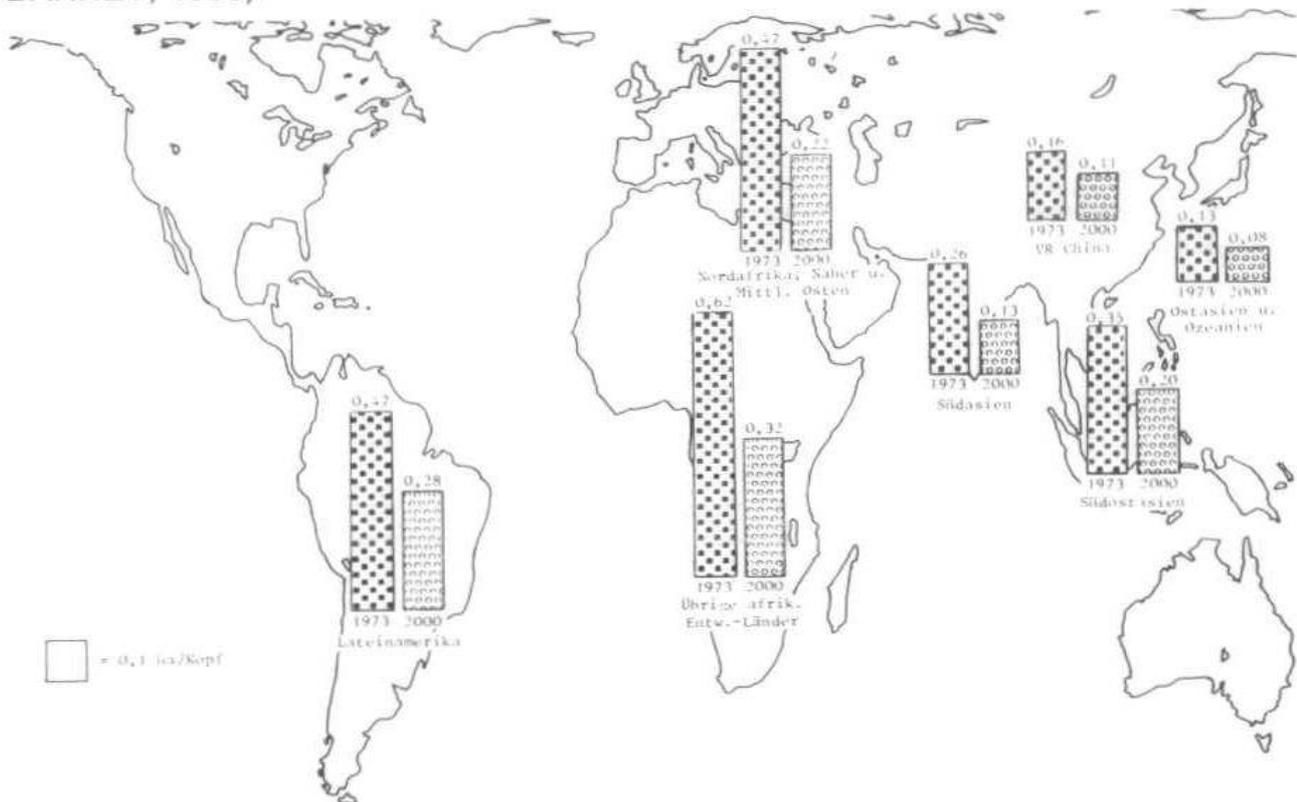


Abb. 1. Anbaufläche/Kopf in Entwicklungsländern; linke Säule: \emptyset 1971/75, rechte Säule: Prognose für das Jahr 2000, basierend auf einem realen Wachstum der Anbaufläche um 9,3%

Quelle: Nach Daten in BARNEY 1980

Je geringer die Erträge auf den schon bewirtschafteten Flächen steigen, desto mehr Regenwald muß gerodet werden – mit allen ökologischen Konsequenzen (Erosion, Klimabeeinflussung, Verlust von Genmaterial etc.). Es besteht daher der starke Zwang zur Steigerung der Flächenproduktivität, nicht zuletzt zur Versorgung der ständig wachsenden Städte.

Das am weitesten verbreitete, traditionelle Anbausystem dieser Tropenzone war der Wanderfeldbau (shifting cultivation). Dieses ökologisch gut angepaßte System ist bei zunehmender Besiedlungsdichte nicht mehr tragfähig. Es muß ersetzt werden, wenn nicht der vollständige Verlust der Bodenproduktivität in vielen Gebieten – und damit eine Verelendung der Bevölkerung – in Kauf genommen werden sollen.

2. Die Yurimaguas-Technologie

Nach den nicht unbeträchtlichen Erfolgen der „Grünen Revolution“ auf den fruchtbaren, basenreichen Böden der Tropen lag der Gedanke nahe, mit Hilfe

westlicher Agrartechnologie zu versuchen, auch die bis dahin als weitgehend unfruchtbar geltenden Oxisole und Ultisole der (humiden) Tropen in Kultur zu nehmen. Aus dieser Idee heraus wurde die „Yurimaguas-Technologie“ entwickelt, erprobt im peruanischen Teil des Amazonas-Beckens (NCSU, 1974–1978/79; SANCHEZ, 1979; SANCHEZ et al., 1982; VILLACHICA, 1978). Geplant und durchgeführt wurden diese Aktivitäten von der North Carolina State University (NCSU, USA) in Zusammenarbeit mit der US Agency for International Development und peruanischen Agrarforschungsorganisationen. Die Arbeiten in Yurimaguas begannen 1971. Ziel war der permanente Anbau von annuellen Nahrungskulturen ohne Brache.

Yurimaguas liegt etwa 5° südl. Br., 184 m üNN; die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen 2100 mm. Vorherrschende Bodenart ist ein gut drainierender Ultisol: pH 4,0, hohe Al-Konzentrationen, Mangel an P, K und verschiedenen Mikronährstoffen.

2.1 Das Anbausystem in Yurimaguas

Reis, Mais, Maniok, Soja, Erdnuß, Batate und Augenbohne (*Vigna unguiculata*) waren die wichtigsten Kulturen, zu denen auch zahlreiche Sortenversuche angestellt wurden (Abb. 2). Die Standard-Fruchtfolgen waren Reis – Mais – Soja,

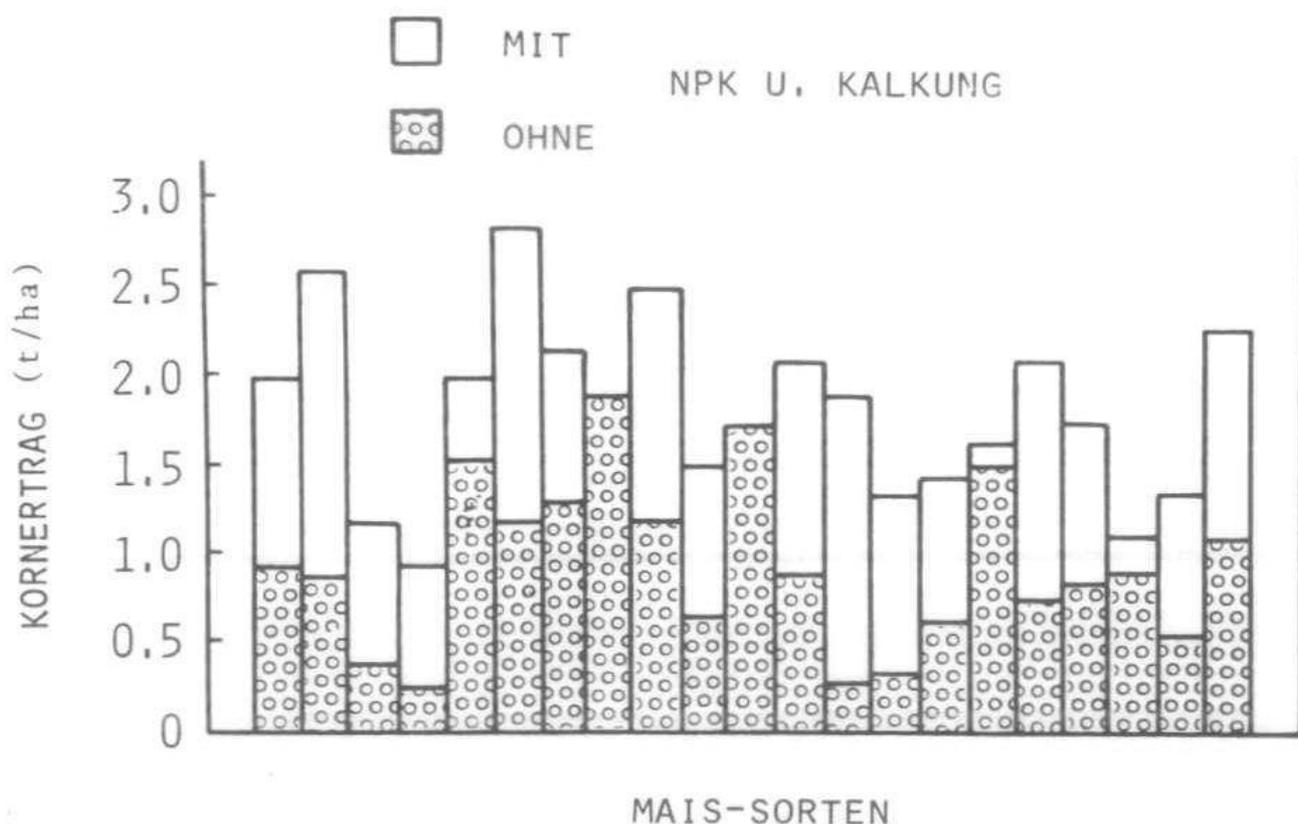


Abb. 2: Ertragsleistung von 21 Maissorten in Yurimaguas/Peru.

Ähnlich große Unterschiede in der Reaktion auf natürliche und verbesserte Standortbedingungen traten auch bei den anderen Kulturpflanzen auf. Quelle: NCSU, 1980

Reis – Erdnuß – Soja und Reis – Mais – Erdnuß. Pro Jahr wurden drei Kulturen angebaut; eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung wurde angestrebt, d.h. die Bedeutung des Bodenschutzes erkannt und berücksichtigt. Um den starken Ertragsrückgang nach der Brandrodung aufzuhalten, wurde gekalkt und, entspre-

chend den Ergebnissen der Bodenanalysen, mineralisch gedüngt. Hierbei entsprachen die zugegebenen Mengen etwa denen, die auf Ultisolen in den USA den entsprechenden Kulturen gegeben wurden (Tab. 1).

Tabelle 1. Düngeempfehlungen in Yurimaguas für die Fruchtfolgen Reis – Mais – Soja oder Reis – Erdnuß – Soja

Art	Menge/ha	Häufigkeit
Kalk	3 t	alle 3 Jahre
Stickstoff	80–100 kg	nur zu Mais + Reis
Phosphor	25 kg	zu jeder Kultur
Kali	80–100 kg	zu jeder Kultur
Magnesium	25 kg	zu jeder Kultur
Kupfer	1 kg	alle 1–2 Jahre
Zink	1 kg	alle 1–2 Jahre
Bor	1 kg	jedes Jahr
Molybdän	20 g	zu Leguminosen-Saat

Quelle: Sanchez et al. 1982

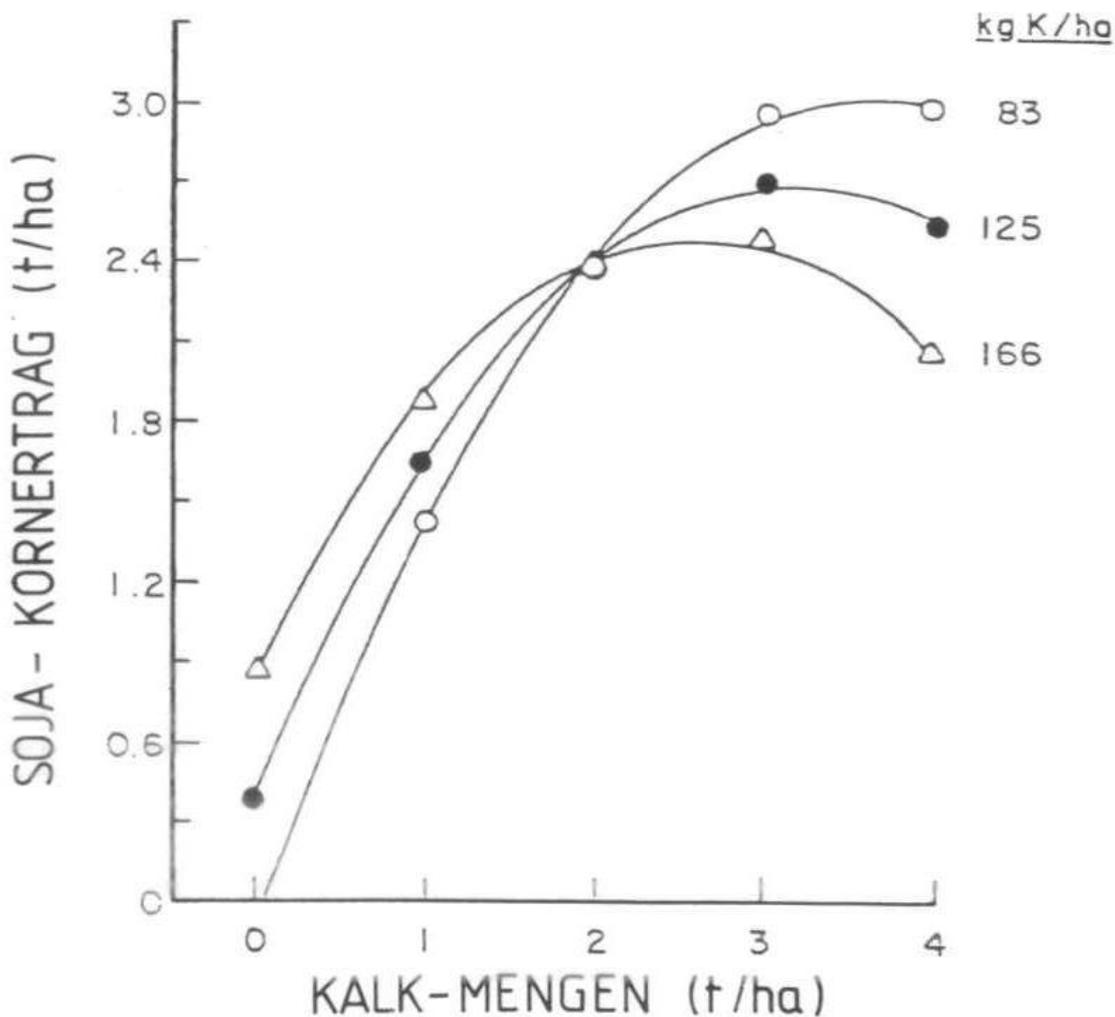


Abb. 3: Die Reaktion der Kulturpflanzen auf Kalkzugabe und die Interaktion zwischen Kalkung und Mineraldüngung wurden in zahlreichen Experimenten in Yurimaguas untersucht.

Quelle: Villachica, 1978

Die Höhe der Kalkung wurde bestimmt vom pH-Wert des Bodens und den Bedürfnissen der Pflanzen und lag meist im Bereich 1 t/Jahr·ha. Der Zusammenhang zwischen zugegebener Kalkmenge und dem Bedarf an Makro- und Mikronährstoffen wurde in zahlreichen Experimenten untersucht (Abb. 3).

Durch Kalkung und mineralische Düngung stieg der pH-Wert des Bodens im Verlauf von 8 Jahren von 4,0 auf 5,7 und verdoppelte sich die Kationenaustauschkapazität. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff konnte ab dem 2. Jahr auf 1,55% (vor dem Brennen 2,13%) gehalten werden.

Bodenverdichtungen, die sich nach 1 Jahr Kultur zeigten, konnten durch bessere Bodenbearbeitung und Belassen von Ernterückständen auf den Feldern gemildert werden. Experimente mit Mulch (8 t/ha Frischmasse) ergaben, daß bei gedüngten Feldern kein oder gar ein negativer Effekt auftrat, während auf ungedüngten Feldern z.T. beträchtliche Ertragssteigerungen zu verzeichnen waren.

Nebenversuche mit Gründüngung zeigten, daß auch ohne Kalkung und Mineraldüngung beachtliche Erträge zu erzielen waren (Abb. 4), allerdings bei erheblichem Arbeitsaufwand und unter Verzicht auf eine Kultur oder auf eine andere Fläche. Die Mengen an aufgebracht Frischmasse lagen bei 8 t/ha; die darin

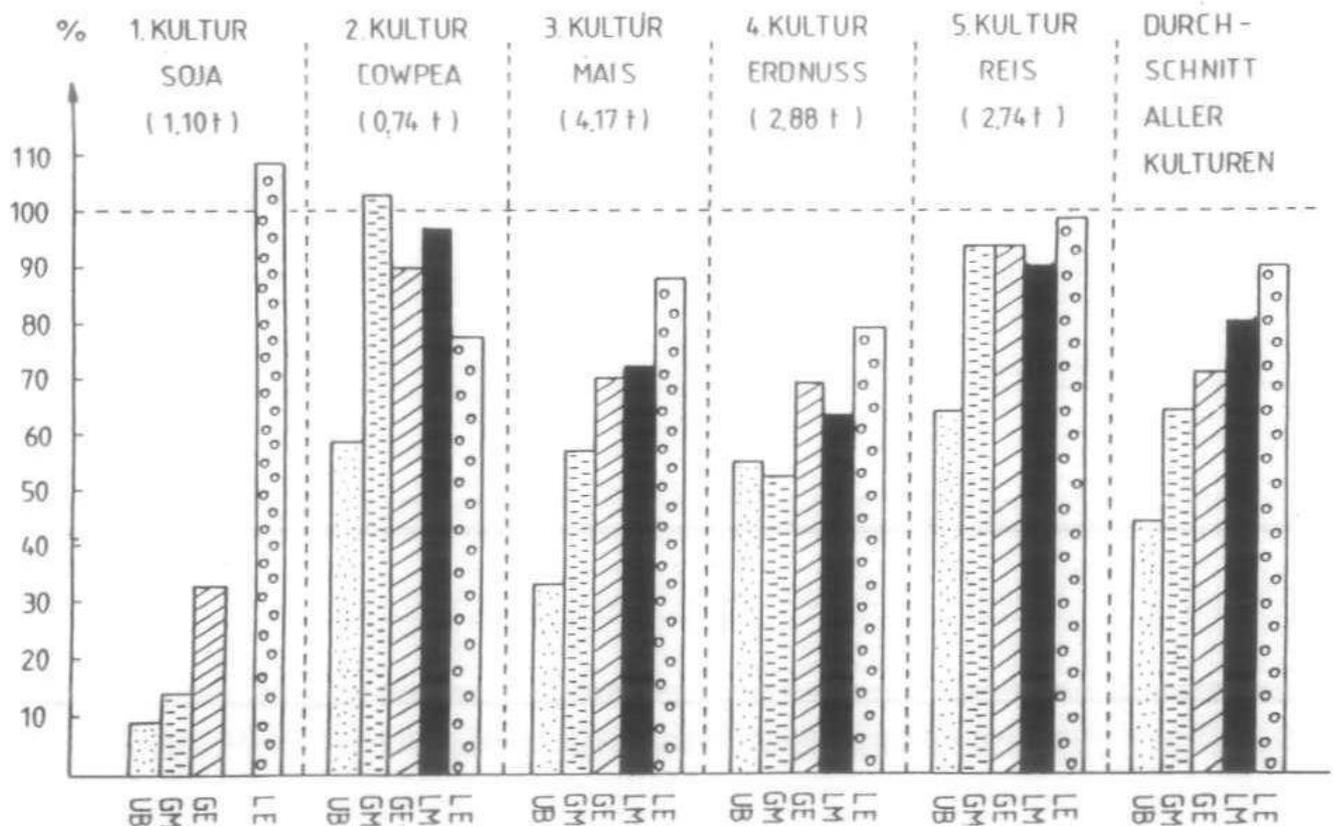


Abb. 4. Wirkung von Gras- und Leguminosenbiomasse in Form von Mulch und Gründüngung auf den Ertrag einer Soja-Augenbohne-Mais-Erdnuß-Reis-Fruchtfolge. Die Ertragszahlen (t/ha) geben die Höhe des Ertrages des gekalkten und mineralisch gedüngten Variante wieder; die 100%-Linie entspricht der Ertragshöhe dieser Variante

Legende: UB = unbedeckter Boden, GM = Grasmulch, GE = Gras eingearbeitet, LM = Leguminosenmulch, LE = Legum. eingearbeitet

Quelle: Nach Daten in NCSU 1980

enthaltenen NPK-Mengen betragen bei *Panicum maximum* 23:3:21 kg/ha, bei *Pueraria phaseoloides* 45:3:30 kg/ha (Sanchez u. Salinas, 1981).

Der Pflanzenschutz basierte auf präventiven Maßnahmen (gute Fruchtfolge, Verwendung hochertragfähiger und gleichzeitig resistenter Sorten etc.) und dem Einsatz von Insektiziden. Die Unkrautbekämpfung erfolgte mechanisch, resp. von Hand.

2.2 Erträge und Wirtschaftlichkeit

Die Erträge auf der Versuchsstation lagen recht hoch (Durchschnitt von 8 Jahren: 7,8 t Kornertrag/ha-Jahr), aber auch auf den von Mitarbeitern beratenen Bauernbetrieben wurden Erträge erzielt, die das 6 bis 10fache der traditionell wirtschaftenden erreichten (Durchschnittswerte: 3 t Reis, 4,5 t Mais, 2,6 t Soja, 1,8 t Erdnuß pro Hektar und Jahr).

Nach Angaben der NCSU ist der permanente „high external input“-Anbau für Kleinbauern in der Umgebung von Yurimaguas profitabel. Mit einem Darlehen von 150 \$ könne das Familieneinkommen eines 1,5 ha-Betriebes auf das 4fache (z.B. von 750 \$ auf etwa 3000 \$) gesteigert werden (Sanchez et al., 1982). Diese Angaben dürften kaum zu verallgemeinern sein.

2.3 Bedingungen für den erfolgreichen Einsatz der Yurimaguas-Technologie

Marktnähe, eine gut geführte landwirtschaftliche Versuchsstation, ein Labor für Bodenuntersuchungen und ein effizientes Beratungswesen gelten als Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz dieser „high external input“-Strategie. Ernsthafte Erosionsprobleme traten bisher nicht auf, u.a. weil auf ebenem Gelände angebaut wird. Bei großflächigem Einsatz oder Anbau an Hängen ist mit erheblichen Erosionserscheinungen zu rechnen.

3. Das Ecofarming-Modell

Vor dem Hintergrund des Scheiterns westlicher Entwicklungsmodelle in weiten Teilen der 3. Welt und angesichts zunehmender Umweltprobleme sowohl in Entwicklungs- als auch Industrieländern entwickelte sich in den 70er Jahren dieses Jahrhunderts die ECODEVELOPMENT-Bewegung, die auch in mehreren ECO-FARMING-Ansätzen ihren Ausdruck fand.

In der Bundesrepublik Deutschland ist das von Professor K. Egger, Botanisches Institut der Universität Heidelberg, entwickelte Ecofarming-Modell das meistdiskutierte.

3.1 Ziele und Quellen

Es werden folgende Ziele angestrebt:

1. auf ökonomischem Gebiet:

„... eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität derart, daß möglichst viele Bedürfnisse im Lande selbst gedeckt werden und die Produktion von möglichst wenig störungsanfälligen Importen abhängt.“ Ein Unterziel dabei ist „eine vorrangige Subsistenzorientierung mit geringer Überschußproduktion für den Markt zur Deckung zusätzlicher Bedürfnisse“ (Egger, 1981, S. 2).

2. auf ökologischem Gebiet:

„... das ursprüngliche, natürliche ökologische Potential durch ein subtileres Gestalten des Landbaus unter Verzicht auf teure technische Hilfsmittel wieder in Wert zu setzen oder gar zu steigern“. Vier Unterziele dabei sind: (1) „Die ökophysiologische Stabilität, (2) der Biotopreichtum, (3) die biologische Diversität und (4) die gesamt-landschaftliche Attraktivität“ (Egger, 1981, S. 2 und 3).

Quellen für Lösungsansätze sieht man in autochthonen Anbausystemen (Insel Ukara/Viktoria-See, Usambara/Tansania, Kikuyu/Kenia z.B.), in der natürlichen Vegetation und in standortangepaßten Ansätzen der modernen Agrarentwicklung.

3.2 Die Anbaukonzeption

Folgende Elemente (in hierarchischer Reihenfolge) spielen in der Anbaukonzeption des Ecofarming eine besondere Rolle:

(1) „Vegetationsgestaltung

- Einbeziehung von Bäumen und Sträuchern im Ackerbau.
- Anlage hangparalleler Erosionsschutzstreifen und Gliederung des Betriebes in zahlreiche kleine Felder durch Hecken.
- Aufforstung der ärmsten und am meisten degradierten Böden.

(2) Mischfruchtssysteme im Wechsel mit Intensivbrache. (3) Organische Düngung. (4) Integrierte Viehhaltung. (5) Verbesserte Mechanisierung. (6) Ergänzende Minereraldüngung. (7) Integrierter Pflanzenschutz und selektive Unkrautbekämpfung“ (Kotschi et al., 1982, S. 24).

Die bisherigen Erfahrungen mit diesem Modell wurden vornehmlich in Berglagen Ostafrikas (Nyabisindu/Ruanda, Usambara-Berge/Tansania) gemacht. Für die humiden Tropen liegen, neben konkreten Vorschlägen von Egger (Egger, 1978), nur Erfahrungen mit einzelnen Elementen des Konzeptes in Projekten der Technischen Zusammenarbeit und in Forschungsinstitutionen vor. Für eine Landschaft in Kamerun schlägt Egger folgende agroforstlichen Anbauformen vor: (1) Anbau von Dauerkulturen (Kakao, Robusta-Kaffee) unter Schattenbäumen, (2) Anbau von krautigen ein- und mehrjährigen Nahrungspflanzen (Banane, Taro, Yams etc.) unter einem Schirm von Forst- und Obstbäumen („forêt verger dense“), (3) Anbau von vornehmlich annuellen Kulturpflanzen unter einem lichten Baumschirm („cultures vivrières sous forêt claire“) mit regelmäßigem Einschub einer Intensivbrache.

3.3 Erträge und ökonomische Bewertung

Verwertbare Daten über Erträge und ökonomische Bewertung im Ecofarming-System liegen bisher nur wenige vor.

Bei einem 3jährigen Versuch in Nyabisindu/Ruanda wurden nach 1 Jahr Intensivbrache und bei Zugabe von 15 t Stallmist folgende Maiserträge pro Hektar erzielt: 1. Saison: 2,8 t, 2. Saison: 1,4 t, 3. Saison: 1,3 t, 4. Saison: 1,0 t. Der Gesamtmaisertrag lag also bei 6,5 t/ha in 3 Jahren. Zum Vergleich: In Yurimaguas wurden (Annahme: zwei Kulturen/Jahr; Ø von 17 Ernten) 16,8 t/ha Mais in 3 Jahren geerntet.

Die starke Abhängigkeit der Erträge von der Düngerform wurden bei einem einsaisonalen Versuch in Nyabisindu deutlich (Tab. 2).

Tabelle 2. Maiserträge in Nyabisindu/Ruanda (Ecofarming-Ansatz)

Düngervarianten (kg/ha, t/ha)	Kornertrag (kg/ha)
NPK = 120 : 100 : 100	3044
NPK = 80 : 80 : 55 + 7 ¹ / ₂ t Stallmist	2600
15 t Stallmist	1254
15 t Stallmist + PK = 100 : 100	1186
PK = 100 : 100	660
Kontrolle (ungedüngt)	600

Für die Umstellungsphase von der traditionellen Landwirtschaft zum Ecofarming ist ein erheblicher Mehraufwand an Arbeit und Kapital notwendig, der kaum von Mehrerträgen natürlicher oder monetärer Art begleitet wird (Eilers, 1982). Erst nach etwa 8 Jahren kann das Ecofarming-Konzept als voll etabliert angesehen werden.

4. Vergleich beider Konzepte

Ein Vergleich der beiden weitgehend gegensätzlichen Systeme ist schwierig, nicht nur, weil ihre Ansätze so verschieden sind (Priorität der Ökonomie im „Yurimaguas“-Modell, Priorität der Ökologie im Ecofarming-Ansatz), sondern weil sie auch auf Standorten entwickelt wurden, die sich bezüglich naturräumlicher und sozioökonomischer Gegebenheiten stark unterscheiden. Da jedoch beide Konzepte den Anspruch auf Übertragbarkeit erheben, soll hier dennoch der Versuch eines Vergleiches gewagt werden.

4.1 Lösung produktionstechnischer Probleme

Hier stehen die pflanzenbaulichen Probleme im Vordergrund des Vergleichs, da in Yurimaguas das Versuchsprogramm die Tierhaltung nicht einschloß. Die landwirtschaftliche Produktion in den humiden Tropen wird häufig begrenzt durch die ungünstigen Eigenschaften der zonalen Böden dieser Zone, z.B. durch hohe Bodenazidität, Aluminium-toxizität, Phosphatfixierung, geringe Austauschkapazität, geringe Nährstoffreserven etc. Das Yurimaguas-Modell bietet, im Rahmen der von der Betriebswirtschaft gesetzten Grenzen, „maßgeschneiderte“ Lösungs-

möglichkeiten an, die das Ecofarming-Konzept nicht bieten kann. Andererseits ist der letztgenannte Ansatz imstande, gleich gute oder bessere Konzepte zur Erhöhung der organischen Substanz, Verhinderung von Trockenstreß (z.B. durch Mulchen) und Bodenerosion anzubieten, als es das andere Modell vermag. Bei der Verhinderung von Krankheits- und Schädlingskalamitäten im Pflanzenbau vertraut man im Ecofarming-Ansatz (durch Mischkultur, kleingliedrige Anbaustruktur, Biotopvielfalt etc.) mehr der Vorbeugung, im amerikansich-peruanischen Modell mehr der Bekämpfung (durch Pestizid-Einsatz). Die Tierintegration ist integraler Bestandteil des Ecofarming-Modells; da Stallhaltung (zur Gewinnung von Mist) Futterbau voraussetzt, kommt es, zumindest in Kleinbetrieben, leicht zu einer Konkurrenz mit den Nahrungskulturen (Lenzner u. Kempf, 1982).

4.2 Ökonomische Aspekte

Hohe Preise für landwirtschaftliche Produkte, Landmangel, knappe Arbeitskraftreserven und hohe Arbeitskosten sprechen für den Einsatz kommerzieller Betriebsmittel zur Erzielung einer hohen Flächen- und Arbeitsproduktivität. Sind dagegen die Produktpreise niedrig und die Kosten für die „external inputs“ z.B. durch Marktferne sehr hoch, so wäre ein Kreislaufsystem wie das Ecofarming, das eine hohe Ausnutzung der betriebseigenen Ressourcen anstrebt, angebracht. In die ökonomischen Betrachtungen sollten auch die Nebenprodukte einbezogen werden, die im „linearen“ Yurimaguas-Modell, das nur auf die Erzeugung einiger weniger Marktprodukte ausgerichtet ist, kaum, im ökologisch ausgerichteten System dagegen sehr reichlich vorhanden sind (Brenn- und Baumaterial, Früchte, Wildgemüse, Honig etc.). Zu den nicht oder nur schwer quantifizierbaren Werten, die jedoch auch Eingang in eine betriebswirtschaftliche Analyse finden sollten, gehören die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit (ansatzweise quantifizierbar durch die Regenwurmaktivität im Boden/Menge der Regenwurmausscheidungen an der Bodenoberfläche (IITA, 1980)), die Vermeidung von Bodenerosion, die Verhinderung einer Umweltverseuchung z.B. durch Pflanzenschutzmittel, den Erhalt von ausreichend großen Waldflächen bzw. Baumbeständen zur Vermeidung von Klimaänderungen etc. (Prinz, 1983).

4.3 Einsetzbarkeit der Modelle

Die humiden Tropen sind sehr ungleichmäßig besiedelt. In der Umgebung von Städten und auf Gunststandorten findet man größere Bevölkerungsdichten. Hier würden sich im Regelfall höhere Investitionen lohnen, also eine Landbewirtschaftung nach dem „Yurimaguas-Modell“ möglich sein. Für Standorte, die nach naturräumlichen Gesichtspunkten als marginal zu bezeichnen sind, ist weder das eine noch das andere der dargestellten Modelle anwendbar. Auch das Ecofarming-Konzept kann eine Erhöhung und Stabilisierung der Produktivität nur erreichen, wenn ein hoher Biomassen-Umsatz (zur Bereitstellung von Viehfutter, Mulchmaterial, Kompostmasse, Gründüngung etc.) gegeben ist.

4.4 Implementierbarkeit

Die Erfahrungen mit der „Grünen Revolution“ haben gezeigt, daß kurzfristig sich auswirkende, „überschaubare“ Neuerungen zumindest von den Betrieben, die über gewisse Reserven verfügen, schnell übernommen werden. Das Risiko steigt für den Bauern mit der Höhe der Investitionen und der Langfristigkeit der Veränderung. Die Risikobereitschaft nimmt mit zunehmender Verarmung der Bauern ab. Erheblich höhere Arbeitsbelastungen als bisher, vor allem, wenn sie die Verteilung der Arbeit zwischen Mann und Frau verändern, werden meist nur unter starkem wirtschaftlichem Druck akzeptiert.

Die Übernahme der Yurimaguas-Technologie scheint, wenn die Rahmenbedingungen gegeben sind, problemloser zu sein als die Akzeptanz des Ecofarming-Ansatzes. Die anfänglichen finanziellen Aufwendungen sind zwar nicht gering und das Risiko, daß das System durch falsches Management oder Schwierigkeiten bei

Tabelle 3. Vergleich der Konzepte „Yurimaguas-Technologie“ als Beispiel für ein „high external input“-System und „Ecofarming“ als Beispiel für ein „low external input“-System

	Yurimaguas-Technologie	Ecofarming
1. Produktionsprobleme		
– Verringerung der Bodenazidität/Al-Toxizität/P-Fixierung	+++	–
– Verbesserung der Nährstoffversorgung	+++	+
– Erhaltung der organischen Substanz	++	++
– Erhöhung der Austauschkapazität	+++	++
– Verhinderung von Bodenverdichtung	++	+++
– Minderung von Trockenstreß	+	++
– Vermeiden von Bodenerosion	–	+++
– Verhinderung von Krankheiten/Schädlings-Kalamitäten	+	++
2. Ökonomische Aspekte		+
– Hohe Flächenproduktivität	+++	
– Hohe Arbeitsproduktivität	+++	+
– Sinnvoll bei hohen „external input“-Kosten	+++	+++
– Sinnvoll bei hohen Arbeitskosten	–	
– Erzeugung von Nebenprodukten	+++	+++
3. Eignung/Einzusetzen		+
– Bei Landmangel	+	
– Auf marginalen Standorten	+++	+
– Auf Gunststandorten	+++	++
4. Implementierbarkeit		–
– Kurzfristig wirksame Anreize	++	
– Geringe zusätzliche Arbeitsbelastung	–	–
– Geringe finanzielle Aufwendungen	+	++
– Geringes Risiko	+	+
– Gute Erprobung des Systems	++	–
– Einfachheit der Übernahme, geringe Komplexität		+

Bewertung: + = positive Lösungsansätze oder Aspekte
– = keine Lösungsansätze, negative Aspekte

der ‚Input‘-Versorgung zusammenbricht, vorhanden, doch die kurzfristig wirksamen Anreize scheinen zu überwiegen. Mögliche soziale Folgen, wie sie im Zuge der Verwirklichung der Grünen Revolution auftraten, sind bei der Implementierung der Yurimaguas-Technologie noch nicht aufgetreten, jedoch auch nicht auszuschließen.

Die bisherigen Erfahrungen mit ökologisch orientierten „low external input“-Modellen an Standorten, an denen sie traditionell nicht verankert waren, waren bisher nicht sehr positiv. Ihrer Verwirklichung standen nicht nur ungelöste „technische“ Probleme (z.B. Wahl der geeigneten Mischkultur-Partner), sondern vor allem Probleme der Übernahme entgegen. Hierzu zählen bei dem Ecofarming-Konzept (1) die hohe Komplexität des Systems, dessen volle Wirksamkeit nur im Zusammenspiel aller Einzelelemente erreicht wird, (2) die Langfristigkeit der Wirkungen, der kaum kurzfristigen Verbesserungen/Anreize gegenüberstehen, (3) die enorme Erhöhung der Arbeitsbelastung, zumindest in der Umstellungsphase, (4) Veränderungen der familiären Arbeitsorganisation und (5) der bislang unsichere Wirtschaftlichkeitsnachweis für den Einzelbetrieb (Eilers, 1982; Prinz, 1982). Die fehlende Vertrautheit vieler Ackerbauern mit der Tierhaltung kann ein weiteres Hindernis darstellen.

Beide Systeme sind noch nicht hinlänglich erprobt; allerdings liegen über das Yurimaguas-Modell erheblich mehr Versuchsdaten vor als über den Ecofarming-Ansatz.

Tabelle 3 stellt den Versuch dar, eine Bewertung beider Systeme in tabellarischer Form vorzunehmen. Die Zeichen und ihre Häufigkeit sollen nur Anhaltspunkte geben; der Wert oder Unwert der Systeme ist in einem solchen Schema bei weitem nicht vollständig erfaßbar.

Zusammenfassende Bewertung

Das Yurimaguas-Modell besticht durch seine hohe Flächenproduktivität (vgl. Abb. 1), es verbraucht/verschwendet jedoch sehr viel Energie (z.B. in Form von Stickstoff-Düngern) und nicht erneuerbare Ressourcen (z.B. Phosphat-, Kalidünger). Bei gegebenen Rahmenbedingungen (z.B. Marktnähe) ist es relativ einfach zu implementieren, beinhaltet jedoch ein gewisses Risiko für den Anbauer (z.B. bei Zusammenbrechen der Input-Versorgung) und für die Umwelt (z.B. Trinkwasserseuchung durch Pestizide).

Das Ecofarming-Modell zeichnet sich durch eine starke, von Kritikern als einseitig empfundene, Orientierung nach ökologischen Gesichtspunkten aus und schont Energiequellen und Ressourcen. Andererseits ist die Ertragsleistung gering und für viele Anbauprobleme (z.B. Hebung des pH-Wertes, Dichte des Baumüberbaus, Minderung der Wurzelkonkurrenz der Bäume) gibt es noch keine befriedigenden Antworten. Die Chancen für eine breite Implementierung dieses komplexen Systems dürften gering einzuschätzen sein.

5. Das Zwei-Phasen-Modell

Ein Betriebssystem in den Tropen soll

- betriebswirtschaftlich an den Standort angepaßt und volkswirtschaftlich vertretbar sein;

- die Bodenfruchtbarkeit erhalten und Umweltbelastungen vermeiden;
- eine hohe Flächenproduktivität zur Versorgung der wachsenden Bevölkerung und zur Schonung noch vorhandener Waldflächen aufweisen;
- möglichst wenig nicht erneuerbare Ressourcen verbrauchen z.B. durch Kreislaufwirtschaft.

Die vorgestellten Modelle erfüllen die oben genannten Forderungen nur teilweise. Ideal wäre ein Kreislaufsystem, das die betriebseigenen Ressourcen optimal nutzt, gleichzeitig aber ein hohes Produktionsniveau besitzt. In Kreislaufwirtschaften hängt die Höhe der Flächenproduktivität – neben der Qualität der Bewirtschaftung – von der Höhe des Biomassenumsatzes ab. In vielen Fällen könnte dieser Biomassenumsatz in einer Initialphase durch den Einsatz kommerzieller Betriebsmittel (Mineraldünger, Kalk, besseres Saat- und Pflanzgut, etc.) erheblich gesteigert und damit die Erträge auf ein höheres Niveau gebracht werden (Abb. 5). Ist ein höheres Ertragsniveau erreicht, sollte im Sinne einer Kreislaufwirt-

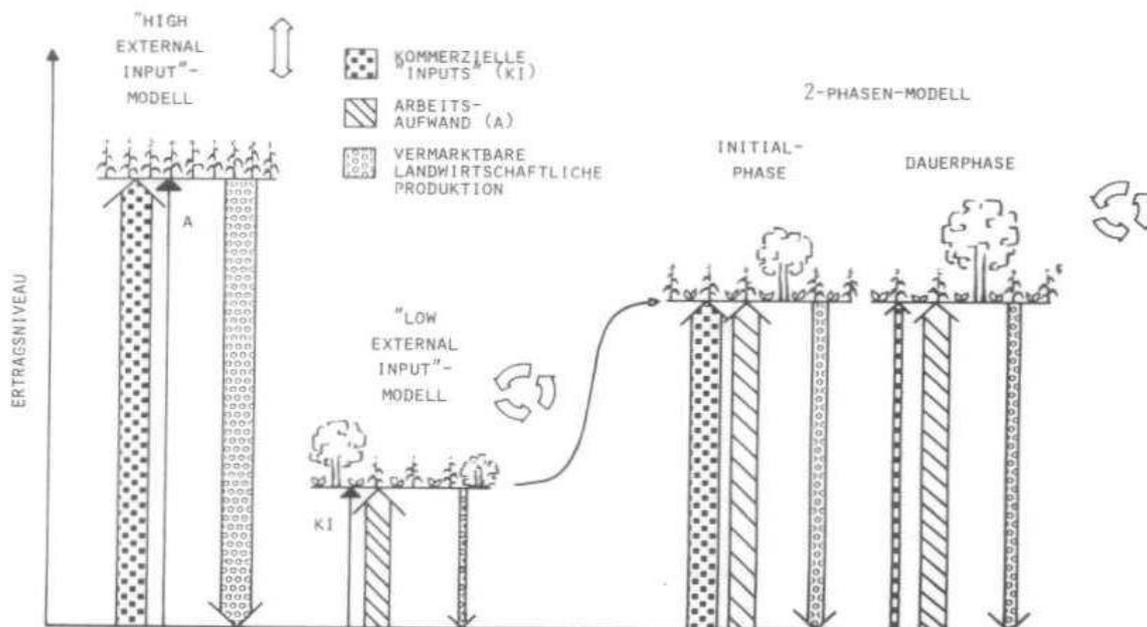


Abb. 5: Modelle zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität in den Tropen. Das linear angelegte „High-External-Input“ – Modell hat, im Gegensatz zum „Low-External-Input“ – Modell eine höhere Flächenproduktivität, allerdings auch einen hohen Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen. Ein Anheben des Ertragsniveaus des auf Kreislaufwirtschaft angelegten „Low-External-Input“ – Modells ist durch eine starke „Input“ – Zugabe in der Phase 1 möglich; in der Dauerphase erfolgt nur ein Ausgleich für die den Betrieb verlassenden Produkte. Länge und Breite der Säulen sind als Annäherung zu verstehen; sie variieren von Standort zu Standort.

schaft produziert werden; die Menge der Inputs (z.B. Futter, Mineraldünger), die dann zugekauft werden müssen, hängt weitgehend von der Menge der den Hof verlassenden Produkte ab. Dieses zwei-Phasen-Modell hätte den Vorzug

- einer höheren Flächenleistung;
 - schnellerer sichtbarer „Erfolge“ bei der Übernahme und damit den Vorzug einer leichteren Implementierbarkeit;
 - eines geringeren Verbrauches an Energie und nicht erneuerbarer Ressourcen.
- Dieses Modell ist ebenso wie die beiden anderen Konzepte auf eine gute Beratung und auf die Durchführung von Kreditprogrammen angewiesen.

6. Zusammenfassung

Zwei sehr unterschiedliche Modelle zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität in den humiden Tropen werden vorgestellt und bewertet: die im peruanischen Amazonasgebiet entwickelte „Yurimaguas-Technologie“ als Beispiel für ein „high external input“-Modell und das von Egger, Heidelberg, entwickelte Ecofarming-System, typisch für ökologisch ausgerichtete „low external input“-Systeme. Die wichtigsten Elemente der beiden Modelle, die hohe Flächenproduktivität des einen und die sparsame Verwendung von Energie und nicht erneuerbaren Ressourcen des anderen Modells, werden in einem Modell zusammengeführt, das als Zwei-Phasen-Modell bezeichnet und erläutert wird.

Summary

Two rather different systems for increasing the agricultural productivity in the humid tropics are presented and evaluated: the "Yurimaguas technology", developed in the Peruvian part of the Amazon basin, as example for a high-external-input model, and the "Ecofarming" system, propagated by Egger, Heidelberg (FRG), a typical ecology-oriented low-external-input farming system. The most important elements of both systems, i.e. the high land productivity of the first and the sparing use of energy and non-renewable resources by the other, are joined in a so called "two-phases-model".

Literaturverzeichnis

1. BARNEY, G. O. (ed.), 1980: Global 2000. Der Bericht an den Präsidenten. — 5. Aufl. Council on Environmental Quality and U.S. Foreign Office, Washington D.C. Zweitausendeins, Frankfurt/Main
2. EGGER, K., 1978: Projet de Développement Agricole du Sekié-Mbam. Etude sur l'amélioration des techniques culturales et du contrôle de l'érosion. — Forschungsstelle für Internationale Agrarentwicklung, Heidelberg
3. EGGER, K., 1981: Ökologischer Landbau (Ecofarming) als standortgemäße Bewirtschaftungsform in Rwanda. Entwurf einer Zusammenstellung der Anbaumethoden. — Forschungsstelle für Internationale Agrarentwicklung, Heidelberg
4. EILERS, K., 1982: Möglichkeiten und Grenzen der Kleinbauernförderung an tropischen Standorten durch ökologisch orientierten Landbau, dargestellt am Beispiel Ruanda/Ostafrika. — Diplomarbeit, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Witzenhausen
5. IITA, 1980: Annual Report. — International Institute for Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria
6. KOTSCHI, J., GROSSER, E. u. PFEIFFER, J., 1982: Fachseminar „Standortgerechter Landbau“. — Deutsche Stiftung für intern. Entwicklung, Feldafing
7. LENZNER, H.-K. u. KEMPF, G., 1982: Tierhaltung in Subsistenzbetrieben Rwandas (Zentralplateau). — Diplomarbeit. Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Witzenhausen.
8. NCSU, 1975, 1976, 1978, 1980: Agronomic-Economic Research on Soils of the Tropics — Annual Reports 1974, 1975, 1976/77, 1978/79. — North Carolina State University. Soils Science Department, Raleigh, N.C.

9. PRINZ, D., 1982: Ökologisch angepaßte Bodennutzung in den Usambara-Bergen Tansanias. — Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung Reihe I, Bd. 8, Tropeninstitut, Gießen
10. PRINZ, D., 1984: Erhaltung und Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität in den Tropen und Subtropen. — In: REHM, S. (Hrsg.): Grundlagen des Pflanzenbaus in den Tropen und Subtropen. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in Entwicklungsländern, 2. Aufl. Bd. 3, Ulmer, Stuttgart (im Druck)
11. SANCHEZ, P. A., 1979: Advances in the management of oxisols and ultisols in tropical South America. — In: GREENLAND, D. J. (ed.): Characterisation of Soils in Relation to their Classification and Management: Examples from Some Areas of the Humid Tropics. Oxford Univ. Press, London
12. SANCHEZ, P.A., BANDY, D. A., VILLACHICA, J. H., and NICHOLAIDES, J. J., 1982: Amazon Basin soils: Management for continuous crop production. — Science 216, 821—827
13. SANCHEZ, P. A. and SALINAS, J. G., 1981: Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. — Adv. in Agron. 34, 279—406
14. VILLACHICA, J. H., 1978: Maintenance of Soil Fertility under Continuous Cropping in an Ultisol of the Amazon Jungle of Peru. — Ph-D.-Thesis. North Carolina State University, Raleigh, N.C.