

**WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG
GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN**



**ANMERKUNGEN ZUR STANDÖRTLICHEN BEWERTUNG
DER BÖDEN KALIMANTANS**

BREMERHAVEN, MÄRZ 1999

KORRESPONDENZ:

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen
Geschäftsstelle am Alfred-Wegener-Institut für
Polar- und Meeresforschung
Postfach 12 01 61
D-27515 Bremerhaven

Tel ++49 471-4831-723
Fax ++49 471-4831-218
Email wbg@awi-bremerhaven.de
Homepage <http://www.wbgu.de>

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINE SITUATION	3
2	ÜBERSICHT DER BODENKUNDLICHEN STANDORT-BEDINGUNGEN KALIMANTANS.....	4
2.1	EINLEITUNG	4
2.2	HÄUFIGSTE BODENTYPEN KALIMANTANS UND IHRE EIGENSCHAFTEN.....	6
3	ANMERKUNGEN ZUR NACHHALTIGEN NUTZBARKEIT DER WALDFLÄCHEN AUF BORNEO.....	14
4	ZUSAMMENFASSUNG	23
5	ERHÖHUNG DES BRANDRISIKOS DURCH DIE NUTZUNGSART TROPISCHER REGENWÄLDER.....	24

1 Allgemeine Situation

Das rapide Bevölkerungswachstum auf den standörtlich begünstigten Inseln mit Böden vulkanischer Herkunft hat bewirkt, daß die dort vergleichsweise hohe Tragfähigkeit überschritten wurde. Die daraus resultierenden Probleme der Überbevölkerung haben dazu geführt, daß eine Wanderungsbewegung ausgelöst wurde und daß die Regierung Indonesiens großangelegte Umsiedlungsprogramme nach Kalimantan aufgelegt hat. Das Ziel war klar erkennbar. Die vier Provinzen Kalimantanans umfassen rund ein Drittel der Landfläche Indonesiens, werden aber von nur knapp 5 % der Bevölkerung bewohnt.

Bis vor wenigen Jahren war die riesige Fläche Borneos fast ausschließlich von dichten Tropenwäldern und Sumpfwäldern bedeckt. Mit dem Beginn der kommerziellen Holznutzung im Verein mit Transmigrationsprojekten, der unkontrollierten Zuwanderung und der Nutzung von Bodenschätzen erfolgte binnen weniger Jahre eine weitgehende Umgestaltung der Primärvegetation. Auf großen Flächen stocken nun holzwirtschaftlich genutzte Wälder, die sich in unterschiedlichen Phasen der Regeneration befinden. Dazu kommen große Rodungsflächen für die Schaffung von Land für die einwandernden Siedler, aber auch zunehmend Rodungen für den Anbau von Plantagen. Überprägt werden diese gezielten Eingriffe in die Vegetation durch den fahrlässigen oder auch kriminellen Umgang mit Feuer. Allein im Jahr 1998 brannte erneut eine Waldfläche von der Größe des Saarlandes ab.

Die Einführung nicht angepaßter Nutzungsstrategien der zumeist aus Java und Sulawesi eingewanderten Siedler, das Durchbrechen langfristiger "Schonphasen" im Rahmen des Wanderfeldbaus, die Einrichtung nicht-standortgerechter Plantagen oder Intensivkulturen sowie die größtenteils nicht nachhaltig gestaltete Forstwirtschaft haben überall im Lande Umweltschäden und Degradationserscheinungen der Ökosysteme oder ihrer Komponenten sichtbar werden lassen, die im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung des Landes nicht toleriert werden können.

Die landwirtschaftliche und forstliche Erfahrung des größten Teils der eingewanderten Bevölkerung beruht auf der Nutzung von nährstoffreichen Böden vulkanischen

Ursprungs. Daher sind wesentliche Gründe für die negativen Folgen der Landnutzung Kalimantanans in der Nichtbeachtung der anderen Standortbedingungen, vor allem der nährstoffarmen Böden zu sehen (MacKinnon et al. 1996). Nährstoffausstattung der Böden und standörtliche Vielfalt sind bei der Planung und Durchführung staatlicher und privater Entwicklungsprojekte aufgrund mangelnder Information bisher nicht hinreichend berücksichtigt worden.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen die standörtlichen Besonderheiten Kalimantanans verdeutlichen, um darauf aufbauend Empfehlungen für künftige Entwicklungsvorhaben abzuleiten.

2 Übersicht der bodenkundlichen Standortbedingungen Kalimantanans

2.1 Einleitung

Kalimantan ist gekennzeichnet durch Tagestemperaturen zwischen 25 und 35°C, durch jährliche Niederschlagsmengen zwischen 1.800 und 5.000 mm und relative Luftfeuchtigkeiten um 85 %. Dies sind Klimabedingungen, bei denen Bodenentwicklungsprozesse, aber auch Degradationsprozesse wie Erosion, Nährstoffauswaschung und Versauerung rasch ablaufen und über lange Zeiträume abgelaufen sind.

Ausgangsmaterial der Böden in Kalimantan sind überwiegend sedimentäre Ablagerungen des Tertiärs und alte Tiefen- und Ergußgesteine, deren Textur vom Ton bis zum Sand reicht. Die gröber texturierten Sedimente sind verhältnismäßig arm an verwitterbaren, nährstoffliefernden Mineralen. Aufgrund der variablen Hangmorphologie der überwiegend hügeligen Ebenen treten erosionsbedingt kleinräumig starke Unterschiede in der stofflichen Ausstattung der Ausgangssubstrate der Bodenbildung auf, die nur durch detaillierte Aufnahmen erkennbar und abgrenzbar sind, die aber für die zukünftige Nutzung und Nutzbarkeit von großer Bedeutung sind.

Von dieser verbreiteten Landschaftsform lassen sich die z. T. breiten Talebenen und Küstenzonen abgrenzen, in denen sedimentationsbedingt zwar nährstoffreichere Substrate abgelagert wurden, die aber oft hydrologische Probleme aufweisen und in denen es aufgrund von reichlicher Wasserzufuhr und Wasserstau zu Moorbildungen und teilweise mächtigen Torfablagerungen gekommen ist.

Die Übersichtskarte, die der Weltbodenkarte der FAO (Maßstab 1:5.000.000) entnommen ist, zeigt, daß die Bodengesellschaft Borneos durch "Acrisols" geprägt ist, die den größten Teil der Fläche einnehmen. In tieferen Lagen finden sich weiter "Ferralsols", "Histosols", "Podzols", "Arenosols", "Luvisols" und "Fluvisols", um die wichtigsten Bodentypen zu nennen (s. Abb. 2.1-1). Die Karte zeigt lediglich das Muster der Verteilung der Böden in kleinem Maßstab. Diese Information mag jedoch genügen, um einen Überblick über die Anteile der vorhandenen Böden zu erlangen. Für die standortgerechte und nachhaltige Nutzung der Böden ist es jedoch zwingend erforderlich, die kleinräumige Verteilung der Böden zu kennen, da nur so deren natürliches Potential als wichtige Größe in zukünftige Entwicklungsprogramme eingebracht werden kann.

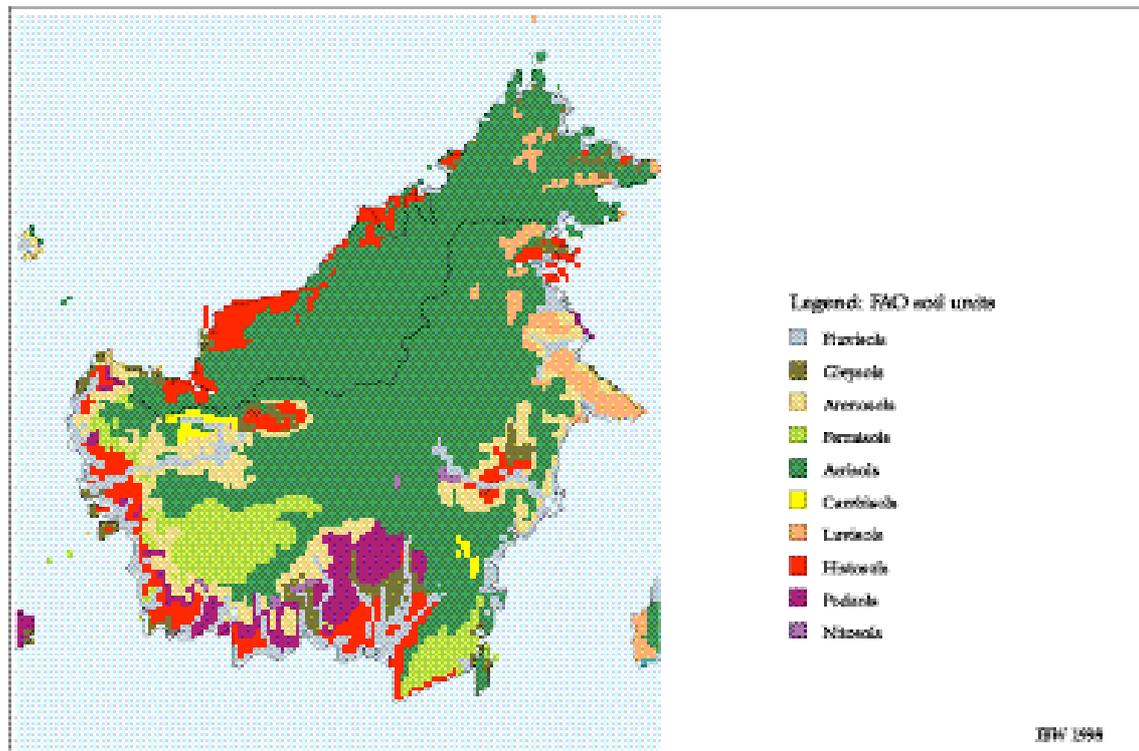


Abb. 2.1-1: Bodenübersichtskarte von Kalimantan

Quelle: Digital Soil Map of the World, FAO 1995

Eine wichtige Aufgabe wird es daher sein, die Bodenaufnahme in Kalimantan wesentlich zu verbessern, damit Konzepte von nachhaltiger Landnutzung auf eine sichere Basis gestellt werden. Ein Beitrag der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung Kalimantanans könnte in der Unterstützung der Bodenaufnahme mit "modernen Methoden" wie der inversen Kartierung mittels GIS bestehen.

2.2 Häufigste Bodentypen Kalimantanans und ihre Eigenschaften

Zum besseren Verständnis der Situation werden die dominierenden Bodentypen kurz charakterisiert und anschließend hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit bewertet.

ACRISOLS

Acrisols sind sehr alte tropische Böden mit einem deutlich ausgeprägten tonhaltigen B-Horizont. Sie sind gekennzeichnet durch Basensättigungen von weniger als 50 %. Aufgrund von Verwitterungs- und Auswaschungsprozessen über sehr lange Zeiträume sind

ihre Nährstoffvorräte und ihr Nährstoffnachlieferungsvermögen weitgehend erschöpft. Aufgrund des dichten, tonhaltigen B-Horizontes ist die Durchwurzelbarkeit des Unterbodens teilweise eingeschränkt. Werden Acrisols landwirtschaftlich genutzt, so sind die Erträge sehr gering. Dies liegt zum einen an dem generell vorhandenen Stickstoffmangel, zum anderen in dem Auftreten toxischer Ionen des Al, Mn und Fe. Durch entsprechende Maßnahmen wie Kalkung und Düngung können die Mängel beseitigt werden, allerdings ist dies mit hohen Kosten verbunden. Auch der Anbau von Forstplantagen ist eingeschränkt, da aufgrund von Nährstoffexporten und Entkopplungsprozessen die wenigen Nährstoffe rasch kritische Werte erreichen (Mackensen, 1998). Viele der Acrisols sind sehr erosionsanfällig. Bei unsachgemäßer Nutzung der Wälder oder bei nicht angepaßten landwirtschaftlichen Praktiken wird der nährstoffreichere Oberboden abgetragen. Zurück bleibt der unfruchtbare Unterboden, dessen Nutzbarkeit aufgrund physikalischer und chemischer Mängel noch weiter eingeschränkt ist (Wenzel et al. 1998).

FERRALSOLS

Ferralsols sind die bekannten, tiefgründig verwitterten Tropenböden, die durch eine rote Farbe und große Uniformität gekennzeichnet sind. Sie enthalten quasi keine verwitterbaren Minerale mehr und weisen aufgrund des dominierenden Tonminerals Kaolinit nur eine geringe Austauschkapazität für Kationen auf. Das gut drainierende Bodenprofil kann mehrere Meter mächtig sein und weist durch Eisen- und Aluminiumhydroxide und -oxide eine stabile Struktur auf. Aufgrund der geringen Nährstoffvorräte ist die natürliche Fruchtbarkeit dieser Böden ebenfalls gering. Nur dort, wo höhere Humusgehalte auftreten, ist die Fruchtbarkeit günstiger einzustufen.

Durch die günstigen physikalischen Eigenschaften werden Ferralsols häufig landwirtschaftlich genutzt. Dies ist jedoch nur dann nachhaltig erfolgreich durchzuführen, wenn die Nutzung mit anorganischer oder organischer Düngung einhergeht. Problematisch sind die Mängel an Ca, Mg und K, die häufig auftretende Fixierung des Phosphors als Fe- und Al-Phosphate und die im Untergrund auftretende Al-Toxizität. Neben der Zufuhr von Kalk und Nährstoffen ist die Humuswirtschaft ein wichtiger Bestandteil zur

Nutzung dieser Böden. In einigen Regionen weisen die Ferralsols auch Schwefel- und Zinkdefizite auf, die es zu beseitigen gilt.

HISTOSOLS

Histosols sind durch organische Auflagen (Torflagen) von mindestens 40 cm Mächtigkeit gekennzeichnet. In einigen Regionen kann die Torflage aber auch mehrere Meter erreichen. Ursache für die Torfbildung ist die Wassersättigung dieser Böden, die den Zutritt von Sauerstoff verhindert und damit den Zersetzungsprozess der organischen Substanz bremst oder verhindert. Bei den Histosols in Küstennähe können im mineralischen Untergrund Sulfide gespeichert sein, die bei Entwässerung unter Bildung von Schwefelsäure oxidiert werden können. Ein generelles Problem von Histosols besteht in dem Umstand, daß sie für die landwirtschaftliche Nutzung entwässert werden müssen. Mit dem dadurch verbundenen Zutritt von Sauerstoff setzt eine Mineralisierung (Abbau) der organischen Substanz ein, d.h. ein Verlust der Bodensubstanz. Je nach Qualität der organischen Substanz kann dieser Prozess unterschiedlich rasch verlaufen, so daß das erforderliche Entwässerungssystem der oxidationsbedingten Oberflächenabsenkung ständig angepaßt werden muß.

Histosols weisen häufig auch Nährstoffmängel auf. Insbesondere Spurenelemente sind aufgrund hoher Bindungsintensitäten nicht in ausreichender Menge verfügbar. Eine nachhaltige Nutzung, soweit dieser Begriff hier überhaupt anwendbar ist, der Histosols erfordert hohe und kontinuierliche Ansprüche an das Wasser- und Nährstoffmanagement. In jedem Fall tritt durch die Nutzung ein Abbau der organischen Substanz und damit eine Profilverkürzung ein, den es bei der Entwicklung von Strategien zu berücksichtigen gilt.

PODZOLS

Podzols in den Tropen entstehen auf sehr silikatarmer Sanden. Organische Substanz sowie Eisen- und Aluminiumspezies werden aus dem Oberboden ausgewaschen und reichern sich nach Ausfällung im B-Horizont an. Die extrem nährstoffarmen Böden tragen nur eine spärliche Vegetation und sollte als potentielle Schutzstandorte nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden.

ARENOSOLS

Arenosols sind grobtexturierte Sandböden mit nur schwacher Färbung. Sie haben nur ein geringes Vermögen Wasser zu speichern, und auch die Nährstoffversorgung ist geringer als bei anderen Böden. Hinzu kommen noch Defizite bei der Ausstattung mit Spurenelementen. Unter Wald hat sich in einem historischen Entwicklungsprozess Humus angereichert, der eine ausreichende Nährstoffversorgung der Vegetation sichert. Werden die Bäume gefällt, kommt es zu empfindlichen Störungen des Nährstoffhaushaltes. Aufgrund der groben Textur sind die Böden außerdem sehr erosionsanfällig. Unangepasste Nutzung führt daher rasch zur Degradation. Oft entstehen dann arme Grasvegetationen, deren Überführung in andere Nutzungsformen ökonomisch zweifelhaft ist. Eine Sukzession zum Sekundär- und Primärwald ist wenn überhaupt, nur in sehr langen Zeiträumen möglich.

LUVISOLS

Wie die Acrisols weisen auch die Luvisols einen tonreicheren B-Horizont auf. Im Gegensatz zu den erstgenannten Böden liegt die Basensättigung der Luvisols jedoch über 50 %, und die Nährstoffausstattung ist entsprechend besser. Auch treten toxische Ionen nicht oder nur in geringeren Konzentrationen auf. Wenn nicht steile Hänge oder ein hoher Steingehalt die Bodenbearbeitung limitieren, sind diese Böden für die landwirtschaftliche Nutzung gut geeignet. Durch Düngung lassen sich auf diesen Böden hohe Erträge erzielen. Bei hohen Tongehalten im Unterboden kann es zu Problemen hinsichtlich des Wasserhaushaltes und der Durchwurzelung kommen, daher ist eine genaue Ansprache der Profile notwendig.

FLUVISOLS

Diese Böden haben sich in verhältnismäßig jungen Sedimenten in Flußtätern, Deltas, ehemaligen Seen oder Küstenregionen gebildet. Entsprechend der Erosions- und Sedimentationsbedingungen gibt es eine große Vielfalt in den Ausgangsmaterialien und deren stofflicher und mineralischer Ausstattung. Fluvisols sind häufig für die landwirtschaftliche Nutzung gut geeignet und werden vielfach intensiv für diese

Zwecke genutzt. Ein Problem stellt die Anpassung der Nutzung an das Hydroregime dar, denn oft müssen periodisch auftretende Überschwemmungen oder große Fluktuationen des Grundwassers bekannt sein und mit in die Nutzungsstrategien einbezogen werden. Auch kann die häufig große räumliche Variabilität der Sedimente die Nutzung in starkem Maße erschweren. In Küstengebieten kann das schon erwähnte Auftreten von Sulfiden die Nutzung der Fluvisols beeinträchtigen oder gar verhindern.

In der Tab. 2.2-1 sind die Hauptbegrenzungen der fünf wichtigsten tropischen Böden zusammengefaßt(Kauffman et al. 1997). Die Tab.2.2-1 zeigt, daß neben den hier nicht aufgeführten Fluvisols die Luvisols die besten Eigenschaften für eine mögliche landwirtschaftliche Nutzung aufweisen. Die in Kalimantan am verbreitetsten auftretenden Acri- und Ferralsols weisen als Limitierung sehr niedriges Rückhaltevermögen und geringe Verfügbarkeit von Nährstoffen, oft hohe Al-Toxizität und mäßiges Wasserspeichervermögen auf. Arenosols und Podzols weisen die schlechtesten Eigenschaften bezüglich einer landwirtschaftlichen Nutzung auf und bedürfen massiver meliorativer Eingriffe, sollen sie nachhaltig genutzt werden.

Diese äußerst knappe Übersicht über die in Kalimantan überwiegend vertretenen Böden soll verdeutlichen, daß der größte Teil der Fläche von Böden eingenommen werden, die z. T. sehr erhebliche Limitierungen für eine landwirtschaftliche Nutzung, aber auch für eine intensive Forstwirtschaft, aufweisen. Da sowohl in den Ober- wie auch in den Unterböden die Nährstoffausstattung gering ist, kommt der organischen Substanz als Speicher und Mittler von Nährstoffen eine entscheidende Rolle zu. Daher muß der Menge und Qualität der organischen Substanz bei zukünftigen Bodenaufnahmen ein größeres Augenmerk geschenkt werden als dies bisher der Fall war. Die organische Substanz stellt aber auch einen äußerst labilen Pool in den Ökosystemen dar, der bei Nutzungsänderungen leicht zerstört werden kann, wenn es zur Entkopplung der beiden Hauptprozesse Nährstoffaufnahme und Biomasseproduktion sowie Bestandsabfall und Mineralisierung kommt.

Tabelle 2.2.-1 Major constraints of dominant soils of the humid tropics, Kauffman, Sombroek and Mantel, 1998

land quality	FERR	ACRI	LUVI	CAMB	AREN/PODZ
soil moisture	x	x	x		xxx
nutrient availability	xxx	xxx		xx	xxx
nutrient retention	xxx	xx	x	xx	xxx
aluminium toxicity	xx	xx		x	x
Mechanisation			x		
erosion hazard			x		
x	= moderate	FERR = Ferralsols		CAMB = Cambisols	
xx	= serious	ACRI = Acrisols		AREN = Arenosols	
xxx	= very serious	LUVI = Luvisols		PODZ = Podzols	

The qualitative degree of limitation reads as follows:

no	= no constraint or limitation, no yield reduction
weak	= slight limitation, slight yield reduction
moderate	= moderate limitation, moderate yield reduction
serious	= severe limitation, clear yield reduction
very serious	= very severe limitation, strong yield reduction or no yield.

Nutzungsstrategien, die auf Nachhaltigkeit zielen, müssen daher der Entkopplung der Stoffkreisläufe und dem Abbau der organischen Substanz entgegenwirken. Dies gilt sowohl für rein agrarische Systeme als auch für Systeme der Agro-Forestry und der Forstwirtschaft. In jedem Fall müssen dafür die Standortbedingungen und damit die Bodenbedingungen genau bekannt sein. Darüber hinaus bedarf es der intensiven Ausbildung der Farmer, damit sie ihre nichtangepaßten Techniken aufgeben und sich nachhaltigen Nutzungskonzepten öffnen. In vielen Fällen müssen vorhandene Defizite in der Nährstoffausstattung der Böden vorab ausgeglichen werden, um eine längerfristige Nutzung mit ausreichenden Erträgen zu ermöglichen, oder es müssen toxische Substanzen durch pH-Anhebung unwirksam gemacht werden.

Die relativ fruchtbaren Luvisols und Fluvisols, aber auch, soweit sie nicht zu mächtig sind, unter bestimmten Voraussetzungen die Histosols, weisen weit weniger Probleme

hinsichtlich der landwirtschaftlichen Nutzung auf als Acrisols, Ferralsols, Arenosols und Podzols. Da die ökologischen Beschränkungen der letztgenannten Böden nicht leicht zu beheben sind, sollten sich die Aktivitäten der Regierungen, Planer und Nutzer vorerst auf die relativ kleinen Flächen der o. g. "Gunstböden" konzentrieren, da auf diesen Böden am ehesten und mit geringerem Aufwand eine nachhaltige Landnutzung erreicht werden kann. Um dies zu realisieren, muß durch einen integrierten Ansatz die Verbreitung der Böden und deren Potential für die Landnutzung erfaßt werden. Für die jeweiligen Standorte müssen Nutzungsstrategien entwickelt werden, die sich am Leitbild der multifunktionellen Bodennutzung orientieren (s. Kasten 2.2-1), und durch Zusammenarbeit mit Planern und der Regierung muß eine gezielte Erschließung und Besiedlung der "Gunststandorte" erfolgen. Nutzungen, die über die Gunststandorte hinausgehen müssen in standörtlich angepaßte extensive Konzepte eingebettet werden, um den Erhalt oder die Regradation von "ärmeren" Böden zu gewährleisten.

Kasten 2.2-1 Thesen zum Leitbild der multifunktionellen Bodennutzung

THESE 1

Eine ökosystemgerechte Bodennutzung führt zur Verminderung der Stoffbelastung von Nachbarsystemen durch die

- Reduktion von Entkopplungsprozessen des Stoff- und Energieumsatzes
- Bereitstellung qualitativ hochwertigen Grundwassers
- Synchronisation der Abbau-, Umbau- und der Aufbauprozesse lebender und toter Biomassen
- Minimierung der Bodendegradation

Leitsatz: Erhaltung oder Wiederherstellung der Regelungsfunktion der Ökosysteme

THESE 2

Eine ökosystemgerechte Bodennutzung führt zur Sicherung der biotischen Diversität auf Arten- und Biotopniveau und damit verbunden zu erhöhter Elastizität und Resilienz der Ökosysteme durch die

- Vielfalt der Ökosysteme in ihrer zeitlichen und räumlichen Anordnung
- standortgerechte Pflanzenartenwahl
- Schaffung von Mischbeständen
- Vermeidung von Bodenverdichtungen bzw. Sanierung von Strukturschäden
- Erhaltung oder Wiederherstellung stabiler chemischer Bodenzustände
- Sicherung der standörtlichen Vielfalt
- Einrichtung nicht genutzter Ausgleichsflächen und Schutzzonen
- Weitestgehende Vermeidung des Einsatzes von Bioziden

Leitsatz: Erhaltung oder Wiederherstellung der Lebensraumfunktion von Ökosystemen

THESE 3

Eine ökosystemgerechte Bodennutzung führt zu einer Produktion, bei der Energie- und Stoffumsätze optimiert werden. Das wird erreicht durch die

- Reduzierung von Stoff- und Energieverlusten (Kreislaufwirtschaft)
- Eliminierung bzw. Ausgleich von Stoffdefiziten
- Reaktivierung oder Förderung von Prozessen der Selbstregulation
- Optimierung des Pflanzen- und Bodenschutzes
- nachhaltige und ressourcenschonende Bewirtschaftung

Leitsatz: Langfristige Erhaltung oder Wiederherstellung der Nutzungsfunktion von Ökosystemen unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Gegebenheiten.

THESE 4

Eine ökosystemgerechte Bodennutzung führt zur sozialen Stabilisierung ländlicher Gesellschaften und dient dem Wohl der gesamten Bevölkerung durch die

- Sicherung von Arbeitsplätzen und Einkommen
- Erhaltung ländlicher Kulturlandschaften
- Erhaltung der Erholungs- und Freizeitnutzung
- Bewahrung des kulturellen Erbes

Leitsatz: Erhaltung oder Wiederherstellung der Kultur- und Sozialfunktion von Ökosystemen.

Neben dieser nutzungsbezogenen großmaßstäblichen Standortaufnahme sollte parallel eine Aufnahme der schutzwürdigen Zonen erfolgen und deren Erhalt oder Wiederherstellung in die Planung integriert werden.

3 Anmerkungen zur nachhaltigen Nutzbarkeit der Waldflächen auf Borneo

Die Waldflächen Borneos werden heute genutzt durch:

- A) selektiven Holzeinschlag,
- B) Umwandlung in Holzplantagen,
- C) Umwandlung in Agrarplantagen
- D) Umwandlung in permanente und annuelle Kulturflächen

Betreiber von A bis C sind Konzessionäre, Firmen und Großbetriebe. D erfolgt teils durch irreguläre (wilde) Siedler, teils im Rahmen des staatlichen Transmigrationsprogramms, in dem ebenfalls Kleinbetriebe entstehen.

Nur in A bleibt der Naturwald mit Ausnahme der von der Erschließung betroffenen Flächen in seiner Grundstruktur erhalten. Die anderen Nutzungen führen zu einer vollständigen Änderung der Ökosysteme.

A) SELEKTIVER HOLZEINSCHLAG

Diese Nutzung erhebt den Anspruch naturnaher Waldbewirtschaftung. Die Holzentnahme wird durch das Indonesian Selective Cutting System geregelt. Meist wohl mäßig gut kontrolliert (von geschützten Personen aber straflos durchbrochen), wird in dieser Nutzung die Struktur des Primärwaldes weitgehend erhalten. Unsicherheiten bestehen hinsichtlich der Ruhephasen, welche erforderlich sind, damit gewünschte Baumarten wieder in schlagfähige Dimensionen hineinwachsen. Im System sind dies 35 Jahre, pessimistische Schätzungen belaufen sich auf 70 Jahre. Dies hängt auch von der waldbaulichen Pflege in dieser Zeit ab, zu der Firmen verpflichtet sind, die bisher aber eher extensiv betrieben wird.

Neuere Nutzungsstrategien (reduced impact logging) können durch umsichtiges Fällen der Bäume und vorsichtigen Transport die Schäden in den Beständen auf ein Drittel reduzieren. Diese Nutzung wird aber nur an Demonstrationsprojekten praktiziert.

1. Gefährdung der Nachhaltigkeit:

a) Brandanfälligkeit durch Schlagabraum: Durch die selektive Nutzung erhöht sich der Totholzanteil im System (Reste der gefällten Bäume, durch die Fällung geschädigte oder abgestorbene Bäume), welche den genutzten Wald sehr brandanfällig werden lassen. Echte Waldbrände (im Gegensatz zu dem Brand nach Kahlschlag) sind fast ausschließlich auf genutzte Waldflächen beschränkt. Der Wald regeneriert sich, aber bedarf nach Waldbränden wesentlich längerer Ruhephasen als dies bei der selektiven Nutzung der Fall ist.

Echte Waldbrände sind offensichtlich sehr selten und auf extrem trockene Jahre beschränkt. Zu diesem Thema s. Anlage "Erhöhung des Brandrisikos durch die Nutzungsart tropischer Regenwälder".

b) Die Biodiversität wird in jedem Fall beeinträchtigt. Allerdings wird wegen der Reichhaltigkeit an ökonomisch attraktiven Baumarten im Dipterocarpaceen-Wald (im Vergleich zu den afrikanischen und südamerikanischen Feuchtwäldern) eine längerfristige Beeinträchtigung der Nutzung durch Baumentnahme nicht erwartet, obwohl - aus ökonomischen Gründen - eine Anreicherungsplantzung (mit besonders erwünschten Baumarten) empfohlen und z.T.verlangt wird.

Maßnahmen gegen 1 und 2: Anlage von nicht genutzten Wald-Korridoren oder Netzwerken. Ausreichende Schonzeiten.

2. Bodenerosion und -verdichtung auf den logging tracks

Abgesehen von der negativen Auswirkung der Erosion auf die Gewässer (Sedimentfracht, Verschlickung) und Biologie, auch mögliche Stauwerke, wird die nachteilige Behinderung der Regeneration auf den tracks zu einer allmählich Verringerung der effektiven (ökonomisch nutzbaren) Waldfläche führen. Die Auswirkungen sind immer vorhanden, werden aber unterschiedlich bewertet.

Maßnahmen: Schonende Extraktionsverfahren (Kartierung und Planung der Entnahme, Seilzugverfahren). Angepaßte Wegenetze.

3. Kostendeckende Holzpreise

Das gtz-Projekt zur Förderung der nachhaltigen Waldwirtschaft in Ost-Kalimantan (SFMP) soll Wege aufzeigen, wie eine solche Nutzung ökologisch und sozial verträglich ökonomisch praktiziert werden kann.

B) UMWANDLUNG IN HOLZPLANTAGEN

Indonesien wies bereits zwischen 1980 und 1990 nach China und Indien den größten Zuwachs an Plantagenflächen auf. Angesichts der abnehmenden Holzversorgung aus den Naturwäldern hat die indonesische Regierung in der laufenden Dekade ihre Anstrengungen in der Plantagenwirtschaft intensiviert. Bis zum Jahr 2000 ist die Anlage von über 6 Mill. ha Schnellwuchsplantagen geplant worden.

Holzplantagen können sinnvoll eingesetzt werden zur Zellstoff-, Holzkohle-, Industrie- und Wertholzproduktion, aber auch zur Wiederbewaldung degradierter Flächen, auf denen Plantagen partiell Schutzfunktion wahrnehmen können.

Folgende Problembereiche sind zu nennen:

1. Biodiversität

Holzplantagen sind als stark vereinfachte Systeme angelegt, geplant sind sie in der Regel als Monokulturen wegen der einfacheren Bewirtschaftung. Die Monokultur wird stets in ihrer Struktur und Funktion abgemildert durch den Zwischenwuchs von anderen, einheimischen Baumarten und eine spontane Bodenvegetation, die aus dem Samenpool der Böden aufwächst. Baumartenmischungen sind bei schnellwüchsigen Baumarten noch im Versuchsstadium, bei den selteneren Wertholzplantagen jedoch häufiger. Waldbaulich gibt es jedoch Grenzen in der Artenmischung. Häufig fehlen aber auch Erfahrungen mit dem Umgang mit tropischen Mischkulturen.

Bei den schnellwüchsigen Holzplantagen besteht ein zunehmender Trend zur Anwendung von Klonen. Von einigen Pflanzengenetikern wird vor einer drohenden genetischen Verarmung gewarnt, auch vor dem massenhaften Auftreten von Schädlingen.

2. Krankheiten und Schädlinge

Aus 1 ergibt sich eine Gefährdung durch Kalamitäten (Krankheiten und Schädlinge). Dies kann zu Ausfällen führen, doch ist dies Problem nicht grundsätzlich unlösbar. Schutzkorridore ungenutzten Naturwaldes (biodiversitätsförderlich) und ein mosaikartiges Nebeneinander verschiedener Plantagen-Baumarten kann bereits das Risiko verringern.

Der Umgang mit Plantagen sollte vorurteilsfrei diskutiert werden. Aus ökologischen Gründen gibt es Vorbehalte, die gegen die Produktions- und Qualitätsvorteile abgewogen werden müssen. Extreme sind sicher auszuschließen, aber Mischlösungen sollten in Betracht gezogen werden.

3. Bodendegradation

Wegen der hohen Zuwachs- und Abtriebsraten der schnellwachsenden Baumarten, aber auch der etwas langsamer wachsenden einheimischen Wertholzarten, stellt die Plantagenwirtschaft ein System intensiver Landnutzung dar. In der Plantagenwirtschaft entstehen hohe Nährstoffverluste durch den Ernteexport von Stammholz mit Rinde, aber auch durch Volatilisation (beim Brand des Abraums), Abspülung und Auswaschung beim Übergang von einer Rotation zur nächsten. Dies führt zur Erschöpfung der eher spärlichen Nährstoffvorräte vieler Böden Kalimantanans.

Die Intensität ihrer Landnutzung ist der Mehrzahl der Plantagenbetreiber in den Tropen meist noch nicht bewußt. Erst in jüngster Zeit mehren sich die Zeichen, daß die realen Zuwächse nicht den Erwartungen entsprechen und daß damit den finanziellen Planungsgrundlagen der Boden entzogen wird. Die Kosten für eine notwendige Kompensationsdüngung werden in der Regel bei der Anlage nicht berücksichtigt und sind häufig nicht finanzierbar.

Daß man in den Tropen in das Abenteuer intensiver Holzplantagen so unvorbereitet eingestiegen ist, liegt z.T. in dem aus den gemäßigten Breiten tradierten Verständnis, daß Bäume - bei richtiger waldbaulicher Pflege - allein (mehr oder weniger gut) wachsen. Dabei wurde allerdings übersehen, daß die europäische Fichten- oder Kiefernwirtschaft extensiv erfolgte, und daß die Einstellungen europäischer Förster angesichts der höheren Wuchsleistungen und der 10 bis 20fach schnelleren Rotationsfolgen in den Tropen zwangsläufig zu revidieren sind). Für die oben genannten Produktionsziele sind Holzplantagen unerläßlich. Es kann deshalb auch nicht ein sinnvolles Ziel sein, hoffnungsvoll auf den Zusammenbruch dieses Systems zu warten. Vielmehr müssen die ökologischen Grundlagen solcher Systeme erarbeitet und in die Praxis überführt werden.

Dem Problem nachlassender Erträge begegnen manche Plantagen mit einer nicht bedarfsorientierten Düngung mit den jeweils am Ort angebotenen Mischdüngern. Gleichzeitig läßt man durch Rindenexport, Bulldozer-Abräumung und/oder Verbrennen der Restbiomasse und intensive Bodenbearbeitung bei der Ernte große Nährstoffverluste zu. Wenn die Plantagenwirtschaft ökonomisch und ökologisch stabilisiert werden soll,

muß ein Ansatz zum Nährstoffmanagement entwickelt werden, der bei durchaus erhöhten Zuwachsraten die Nährstoffverluste niedrig hält und optimal ersetzt.

Das notwendige Nährstoff-Management hat zwangsläufig eine Erhöhung der Kosten zur Folge, die durch Einsparungen im Bereich der Management-Technik möglicherweise, aber nicht notwendigerweise kompensiert werden.

Mackensen (1998), kommt in einer Fallstudie in Ost-Kalimantan zu folgenden Schlüssen:

- a) Exportverluste von Nährstoffen mit der Ernte verringern die vorhandenen Vorräte der Ökosysteme im Durchschnitt um 20%. Bei einer theoretischen linearen Fortschreibung führt dies in 5 Rotationen zur vollständigen Erschöpfung. Bezogen auf einzelne Nährstoffe kann dieser Zustand wesentlich früher eintreten.
- b) Alternative Bewirtschaftungsmaßnahmen können die Nährstoffverluste in Schnellwuchsplantagen um die Hälfte reduzieren.
- c) Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Schnellwuchsplantagen auf den gegebenen Standorten ist eine Kompensation der Nährstoffverluste unumgänglich. Das erfordert Standortkenntnisse und eine Fachplanung, welche in den Betrieben in der Regel nicht vorliegt.
- d) Die nachhaltige Ernährungssicherung über Kompensationsdüngung stellt einen wichtigen betriebswirtschaftlichen Kostenfaktor dar und verringert die Rentabilität der Plantagen bis zu einem Punkt, wo diese u.U. für Investoren unattraktiv werden können.

Eine negative Entwicklung der Plantagenwirtschaft hätte für die Regionalentwicklung gravierende Folgen, zum einen müßten großflächig und irreversibel Naturwälder in Anspruch genommen werden, zum anderen hätte ein Zusammenbruch des Systems schwerwiegende soziale Folgen für die Menschen der Region. Regional wie national erfüllen die Plantagen einen wichtigen Zweck für die Produktion des nachwachsenden Rohstoffs Holz. Ihre Planung jedoch muß grundlegend revidiert werden.

C) UMWANDLUNG IN AGRARPLANTAGEN

Agrarplantagen (Ölpalmen, Hevea) haben in SO-Asien eine wesentlich längere Tradition als Holzplantagen. Ihr Management hat deshalb auch ein wesentlich höheres Niveau und ist auch deutlich auf Nachhaltigkeit angelegt. Das größte Problem liegt in dem Umwandlungsprozess selbst, weil auch hier in großem Umfang gebrannt wird. Dies ist genauer zu untersuchen, und es sollten alternative Formen der Umwandlung unter Nutzung des Schlagabraums entwickelt werden.

D) UMWANDLUNG IN ANNUELLE KULTURFLÄCHEN

Bei dem Betrieb von Kulturflächen gibt es ein ähnliches Problem wie in den Holz- und Agrarplantagen. Ohne Kompensation der Nährstoffverluste läßt sich ein permanenter Landbau nicht betreiben. In dem Nichtbefolgen der Nährstoffkompensation der überwiegend armen Böden auf Kalimantan liegt die Ursache für die weite Verbreitung von grasbestandenen Degradationsflächen ("alang-alang"): Von Java (mit seinen fruchtbaren Vulkanböden) geprägt, nutzen die eingewanderten Siedler die Böden so lange, bis der nachlassende Ertrag zur Aufgabe zwingt. Dann aber wächst keine hölzerne Erholungsbrache mehr auf, denn eine Kompensationsdüngung können die meist auf Selbstversorgung (Subsistenz) ausgerichteten Bauern nicht bezahlen. Unter diesem grundlegendem Problem leiden auch die meisten Transmigrationssiedlungen, soweit nicht ein alternatives Einkommen erwirtschaftet werden kann.

Als Lösung wurde in erster Linie der Anbau von Baumfrüchten vorgesehen, der aber eine z. T. recht komplizierte Vermarktungsstruktur erfordert, die häufig nicht von den Kleinbauern geleistet werden kann. Auch der Anbau von Bewässerungsreis wurde teilweise, auch großflächiger, als mögliche Lösung gesehen. Generell scheint es hier Probleme in der Unterstützung durch eine effiziente landwirtschaftliche Beratung zu geben. Ein grundsätzlicheres Problem läßt sich für die Reisprojekte auf Mooren erkennen. Auch in Deutschland mußte man im Rahmen der ausgedehnten Moor-Kultivierungen in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts die Erfahrung machen, daß durch die Nutzung (partielle Dränung, Kalkung) der Abbau der organischen Substanz

stark beschleunigt wird, die Oberflächen absinken, die physikalischen Eigenschaften des Torfs sich verschlechtern, und damit die Nachhaltigkeit der Nutzung in Frage gestellt wurde. Derartige Vorhaben benötigen eine intensive fachlich-wissenschaftliche Begleitung und benötigen einen hohen Aufwand an landeskulturellem Management.

Naßreisanbau in Kalimantan

Der Naßreisanbau hat in Indonesien eine lange Tradition, und die Bereitstellung des Hauptnahrungsmittels der Indonesier ist sicher auch von großer Bedeutung zur Sicherung der Ernährung. Um den steigenden Bedarf zu decken, soll daher auch in Kalimantan der Reisanbau gefördert werden. Ein Großprojekt auf weitgehend organischen Böden (Histosols) ist begonnen worden, um auf ca. 1 Mio. ha Naßreis anzubauen. Nicht nur aufgrund der oben genannten Beschränkungen, die sich aus der Wasserregulation, der Mineralisation und der Degradation der organischen Böden ergeben, ist der Anbau problematisch. Auch die Versorgung der Pflanzen mit den Nährstoffen N, P, K, Zn und Cu, z.T. auch Fe, bereitet Schwierigkeiten.

Nur mit einem ausgefeilten Bewässerungssystem (Be- und Entwässerung), spezieller Sortenwahl (und Züchtung) sowie Bodenbearbeitung und Düngung kann der nachhaltige Naßreisanbau auf Histosols in den Tropen mit mäßigem Erfolg betrieben werden. Unabdingbar ist dabei die weitgehende Erhaltung der dauernden Vernässung, um den Humusabbau zu vermeiden oder zu minimieren. Damit ist eine geringe Tragfähigkeit und ein stark verminderter Einsatz von Technik und Tieren verbunden.

Die Voraussetzungen für eine solche Nutzung ist in Kalimantan nicht in jeder Hinsicht gegeben und bedarf der sorgfältigen Prüfung.

Naßreisanbau auf anderen mineralischen Böden (Luvisols, Fluvisols, Acrisols, Ferralsols) sind weitaus weniger problematisch, zumal die periodische Überstauung der Böden einige ihrer Nachteile mindert. Mit entsprechendem Management und ausreichender Düngung sind auf diesen Böden Erträge von 3-5 t/ha-a durchaus

erreichbar. Den anzusiedelnden Bauern fehlt allerdings der Umgang mit diesen meist nährstoffarmen Böden. Entsprechend muß eine hinreichende Unterweisung vorangehen. Das Internationale Reisinstitut (IRRI) arbeitet mit dem Central Research Institute for Food Crops (CRIFC) in Bogor zusammen, um optimale Anbaumethoden und Züchtungen für Problemböden zu entwickeln.

Überflutete Reisböden (Paddy Soils) können sich durch entsprechende Bearbeitung und Wassermanagement auf hydromorphen Böden, aber auch auf oxischen Böden bilden. Während bei den erstgenannten das gesamte Profil anoxische Bedingungen aufweist, ist bei den letzteren nur der obere Abschnitt bis zur Pflugsohle anoxisch. Darunter treten oxische Bedingungen auf. Die Pflugsohle ist hoch verdichtet und wirkt als Wasserstauer.

Die Reispflanze ist gut an die Überflutungsbedingungen angepaßt. Der Wasserüberschuß verhindert unliebsame Konkurrenz durch Unkräuter. Im Wasser lebende Blaualgen und Farne sammeln Stickstoff und sichern die N-Versorgung der Pflanze. Mit dem Wasser werden Nährstoffe zugeführt, die die Verluste teilweise ausgleichen. Dies sind Faktoren, die die Bauern am Naßreisanbau festhalten lassen.

Eine wichtige entwicklungspolitische Aufgabe wäre es, die Möglichkeiten des Naßreisanbaus auf den mineralischen Böden zu erkunden und entsprechende Flächen auszuweiten, auf denen ein Anbau nachhaltig durchführbar ist. Auch hier sollte sich die Entwicklung auf die "Gunstböden" konzentrieren, da auf diesen der Anbau am erfolgreichsten ist.

Diese knappen Ausführungen sollen deutlich machen, daß auch auf den alten Landoberflächen, wie dies für Borneo zutrifft, Standorte zu finden sind, die eine nachhaltige Bodennutzung ermöglichen. Es sollte aber auch herausgestellt werden, daß für die unterschiedlichen Nutzungen sehr verschiedene Maßnahmen notwendig sind, die alle auf den Erhalt der Fruchtbarkeit zielen. Da der größte Teil der Böden nährstoffarm und versauert ist, sind alle Strategien, die auf das Abschöpfen eines natürlichen Potentials abzielen, schon nach sehr kurzer Zeit zum Scheitern verurteilt. Kompensationen von Nährstoffen oder die Beseitigung von Mängeln sind in allen Fällen vorzunehmen.

Wenn Rückschläge bei der zukünftigen Nutzung vermieden werden sollen, ist vorab eine flächendeckende detaillierte Standortaufnahme unumgänglich. Nur mit ihrer Hilfe können die "Gunststandorte" lokalisiert werden, auf denen mit einer nachhaltigen Landnutzung begonnen werden sollte.

4 Zusammenfassung

Eine nachhaltige Entwicklung der Landnutzung muß stärker als bisher die besonderen standörtlichen Gegebenheiten Kalimantanans berücksichtigen. Insbesondere die Verteilung und die Belastbarkeit der für die Landnutzung geeigneten Böden verdienen besondere Aufmerksamkeit. Ohne gezielte Erhebungen über die mit vertretbarem Aufwand zu nutzenden Böden und die Entwicklung standortgemäßer Nutzungsstrategien wird die Besiedlung Kalimantanans zu enormen Umweltschäden führen, die sich auch negativ auf die Versorgung der Bevölkerung auswirken wird.

Zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung auf Kalimantanan wären Schritte in folgenden Bereichen denkbar:

- Durchführung einer großmaßstablichen Kartierung der Böden und ihres Potentials für die Nutzung zur Holzproduktion, Plantagenwirtschaft oder Landwirtschaft
- Entwicklung nachhaltiger Nutzungsstrategien für die jeweiligen Bereiche
- Hilfe bei der Implementierung der jeweiligen Strategien, bis hin zur Organisation des Absatzes der Produkte

Durch den Einsatz moderner Techniken, wie der Fernerkundung, der inversen Kartierung und der Übertragung von Erfahrungen in anderen tropischen Regionen läßt sich dieser Bedarf mit vertretbarem Aufwand decken.

ANHANG

5 Erhöhung des Brandrisikos durch die Nutzungsart tropischer Regenwälder

1983 standen auf Borneo 6 Millionen ha Wald in Flammen, 1987 waren es 2 Millionen ha, und eine gleich große Fläche brannte auch 1997 ab, als eine riesige Rauchwolke den Himmel über Südostasien verdunkelte. Mehrere hundert Brandherde sind seit Beginn des Jahres 1998 gezählt worden und haben schätzungsweise bereits weitere 100.000 ha Wald vernichtet. Die Schäden, die dabei entstehen, sind enorm, denn die Bäume der feuchten Tropen sind sehr feuerempfindlich und weniger gut an Feuer angepaßt als die Eukalyptusbäume in Australien oder die Kiefern in Kalifornien, deren Verjüngung sogar auf das Feuer angewiesen ist.

Die Fragen, die in diesem Zusammenhang auftauchen, sind die, ob es sich bei den Bränden allein um natürliche Phänomene handelt oder ob auch der Mensch als Ursache in Betracht kommt und ob das Ausmaß der Brände in einem Zusammenhang mit der Nutzungsart der Wälder steht.

Generell kann festgestellt werden, daß Brände, entgegen landläufiger Auffassung, auch im Regenwald ein natürliches Phänomen sind, wenngleich Häufigkeit und Ausmaß sehr viel geringer sind als z.B. die Brände im borealen Bereich, dessen Wälder durch Feuer geprägt sind, oder in den Trockenwäldern, Savannen und mediterranen Buschländern. Die oberirdische Biomasse der Wälder stellt in periodisch oder sporadisch auftretenden Trockenperioden reichliche Nahrung für die Flammen dar. Es bedarf nur eines zündenden Funkens.

In den Naturwäldern (Primärwäldern) der feuchten Tropen treten Trockenzeiten vergleichsweise selten auf, häuft sich trockenes Brennmaterial auch aufgrund schnellen Abbaus kaum an, und der zündende Funke tritt nur selten auf. Doch können Blitze, langfristig brennende Kohleflöze oder Torflagen der natürliche Auslöser sein. Die Brandereignisse sind so selten und räumlich so begrenzt, daß die geschädigten Wälder sich

wieder regenerieren können, ohne daß Anpassungsstrategien der Bäume an das Feuer selbst erforderlich wären.

Der Mensch, der in den Wald als Jäger und Sammler eindrang, bediente sich schon früh des Feuers, um mit dessen Hilfe freie Flächen im Primärwald für den Anbau von Kulturpflanzen zu schaffen, d.h. um Ackerbau in Form des Wanderfeldbaus zu betreiben. Aufgrund geringer Bevölkerungsdichten konnten die Flächen klein sein. Da die Nutzungszeiten kurz, die Erholungsphasen dagegen lang waren (30 Jahre und mehr), wurden die Flächen auch bewußt klein gehalten, um lange Wege zu den Feldern zu vermeiden. Aufgrund langjähriger Erfahrungen der indigenen Bevölkerung wurden schonende Techniken beim Umgang mit Feuer entwickelt. Das Risiko eines unkontrollierten Ausbruchs über die gewünschten Flächen hinaus war gering. Da die Flächen klein genug waren, um eine Besiedlung von Rand zu ermöglichen, auch für Arten, deren Samenverbreitung gering ist, blieb auf diese Weise auch die Artenvielfalt erhalten.

Bei selektiver Entnahme von Einzelstämmen, der üblichen Form der heute praktizierten kommerziellen Waldnutzung, werden ca. 5 -10 Stämme mit Durchmessern von mehr als 50 cm geerntet. Beim Fällen und bei der Bergung der wenigen Stämme wird je nach der Zahl der gefälltten Bäume ein großer Teil der Vegetation zerstört, aber nicht genutzt. Die abgestorben auf dem Boden liegenden Reste stellen bei Abtrocknung ein großes Potential für Waldbrände dar. Aufgrund der üblicherweise großflächigen Eingriffe in die Bestände erhöht sich das Risiko, daß große Gebiete abbrennen, wenn nur an einer Stelle Feuer ausbricht.

Die heute propagierten Nutzungsstrategien (reduced impact logging), bei denen durch umsichtiges Fällen und vorsichtigen Holztransport die Schäden um mehr als ein Drittel gemindert werden, reduzieren das Problem des größeren Waldbrandrisikos, lösen es aber nicht, solange die Nutzung auf großen Flächen gleichzeitig erfolgt.

Vergleichbare Probleme treten auch im Sekundärwald, der Waldform, die sich nach einer andersartigen Zwischennutzung einstellt, auf, wenn dieser in ähnlicher Form wie der Primärwald genutzt wird. Durch Abnahme der Vielfalt der Bäume besteht sogar die Möglichkeit, daß das Brandrisiko in den homogeneren Beständen steigt.

Eine Anlage von Plantagen setzt quasi das Abbrennen der verbliebenen Bestandsabfälle der nunmehr vollständig vom Nutzholz entleerten Flächen voraus. Das Abbrennen dieser Reste ist die billigste Form der Flächenvorbereitung für die nachfolgenden Monokulturen, seien es nun schnellwachsende Baumarten für die Holzherzeugung, Ölpalmen oder andere Kulturen. Es kostet nur ein Streichholz, um die Fläche zu säubern, ein Faktum, das den Einsatz des Feuers so ungeheuer attraktiv macht.

Der Vorgang des Brennens wiederholt sich je nach Umtriebszeit im Abstand von 4 - 20 Jahren. Dabei wird nicht nur sehr viel Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben, sondern das Abbrennen großer Mengen pflanzlicher Biomasse auf großen Flächen birgt immer das Risiko des unkontrollierten Ausbrechens des Feuers und des Übergreifens auf Nachbarflächen.

Treten Brände in kurzen Abständen auf, so ist dies zum einen mit erheblichen Nährstoffverlusten der häufig armen Böden verbunden, zum anderen werden Gräser, die an das Feuer besser angepaßt sind, da ihre Rhizome im Boden überleben, konkurrenzfähig und bedecken als ungenutzte Grassteppen große Teile der Landschaft. *Imperata cylindrica* ist eine solche Grasart, die in Südostasien schon mehr als 35 Mio ha bedeckt, das ist eine Fläche von der Größe Deutschlands.

Die heute verstärkt in den Regenwäldern auftretenden Brände sind in ihrer Überzahl eindeutig (mehr als 90 %) auf die Aktivitäten von Menschen zurückzuführen, die zunehmend in die Wälder drängen. Dabei wird einerseits aus Unkenntnis, in den meisten Fällen aber gezielt fahrlässig mit dem "Landnutzungsinstrument" Feuer umgegangen. Die Eingriffe durch den Menschen weisen einen Selbstverstärkungseffekt auf, in dem genutzte Wälder mit zunehmender Intensität anfälliger gegen Brände werden. Unzweifelhaft ist jedoch auch, daß natürliche klimatische Zyklen oder Erscheinungen wie ENSO (El Niño Southern Oscillation) das Risiko von Bränden erhöhen oder gar erst ermöglichen.

Das Problem erhöhten Feuerrisikos bei der Waldnutzung kann nur durch integriertes Feuermanagement gemindert werden, das zum einen die physikalischen Voraussetzungen für Brände reduziert und zum anderen die Bevölkerung und ihr Handeln in die Präventivmaßnahmen einbezieht. Dazu gehören auch Systeme der Agro-Forstwirtschaft, in

dessen engem Raum die Produktion von land- und forstwirtschaftlichen Produkten miteinander verknüpft sind. Dadurch entsteht biotische Vielfalt und rasche Verarbeitung der Bestandsabfälle, beides Faktoren, die das Brandrisiko mindern. Allerdings müssen die betroffenen Menschen die Bereitschaft entwickeln, sich diesen Nutzungsbedingungen anzupassen, und das ökonomische Umfeld für den Absatz der Produkte muß gesichert sein.

Literatur

- Kaufmann, S., Sombroek, W., Mantel, S. (1998): Soils of rainforests: Characterization and major constraints of dominant forest soils in the humid tropics. In: Schulte, A., Ruhiyat, D. (Hrsg.): Soils of tropical forest ecosystems. Heidelberg: Springer, 9-21
- Wenzel, W., Unterfrauner, H., Schulte, A., Ruhiyat, D., Simoranghir, D., Kuraz, V., Brandstetter, A und Blum, W.E.H. (1998): Hydrology of Acrisols beneath Dipterocarp forests and plantations in East Kalimantan, Indonesia. In: Schulte, A., Ruhiyat, D. (Hrsg.): Soils of tropical forest ecosystems. Heidelberg: Heidelberg, 62-73
- Mackensen, J. (1998): Untersuchungen zur nachhaltigen Nährstoffversorgung in schnellwachsenden Plantagensystemen in Ost-Kalimantan, Indonesien - ökologische und ökonomische Implikationen. Göttingen: Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Heft 127.
- MacKinnon, K., Hatta, G., Halim, H., Mangalik, A. (1996): The ecology of Kalimantan. Indonesian Borneo. The ecology of Indonesia Series Volume III. ? : Periplus Editions