

Thiele, Rainer

Article — Digitized Version

Zur ökonomischen Bewertung tropischer Regenwälder

Die Weltwirtschaft

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Thiele, Rainer (1994) : Zur ökonomischen Bewertung tropischer Regenwälder, Die Weltwirtschaft, ISSN 0043-2652, Springer, Heidelberg, Iss. 3, pp. 363-378

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/1613>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Zur ökonomischen Bewertung tropischer Regenwälder

Von **Rainer Thiele***

Die Frage, wie der zunehmenden Abholzung tropischer Regenwälder begegnet werden kann, steht derzeit weit oben auf der umweltpolitischen Prioritätenliste. Dies zeigt sich nicht nur in internationalen Konferenzen wie dem „Erdgipfel“ in Rio de Janeiro 1992, sondern auch in der Vielzahl von wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema [z. B. Repetto, Gillis, 1988; Sharma, 1992 und die dort angegebene Literatur]. Als eine der Hauptursachen für die übermäßige Nutzung der Ressource Regenwald erachten Umweltökonomien [Fisher, Hanemann, 1991; Kramer et al., 1992; Pearce, 1992] die asymmetrische Behandlung von marktgängigen Produkten, wie z. B. Tropenholz, und von nichtmarktgängigen Gütern und Dienstleistungen. Während der Verbrauch von Tropenholz in den gesamtwirtschaftlichen Aggregaten wie Bruttonationalprodukt und Exporten enthalten ist, werden Nichtholzprodukte und der ökologische Nutzen des Tropenwaldes entweder gar nicht oder nur unzureichend erfaßt. Da der Nutzen der Erhaltung bzw. der Schaden der Abholzung des Tropenwaldes somit unterschätzt wird, entstehen Anreize zur Übernutzung. Eine Bewertung aller vom Tropenwald bereitgestellten Güter und Dienstleistungen wird deshalb als eine notwendige Voraussetzung für einen verstärkten Tropenwaldschutz angesehen.¹

Der vorliegende Beitrag untersucht, wie eine möglichst umfassende Bewertung der Güter und Dienstleistungen des Tropenwaldes aussehen könnte. Zunächst wird ein allgemeiner konzeptioneller Rahmen für die Bewertung von Umweltgütern vorgestellt. Danach wird näher auf die spezifischen vom Tropenwald bereitgestellten Güter und Dienstleistungen eingegangen. Anschließend werden Ansätze zur Bewertung dieser Güter und Dienstleistungen sowie erste vorliegende empirische Befunde präsentiert. Der Beitrag schließt mit einem kurzen Ausblick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Meßbarkeit des potentiellen Nutzens aus der Erhaltung des Regenwaldes als Grundlage für nationale und globale umweltpolitische Entscheidungen.

* Dieser Beitrag ist im Rahmen des Forschungsprojekts „Die Bewertung natürlicher Ressourcen am Beispiel des indonesischen Tropenwaldes“ entstanden, das von der Volkswagen-Stiftung finanziell unterstützt wird. Für kritische Anmerkungen zu einer Erstfassung danke ich Rolf J. Langhammer, Rainer Schweickert und Manfred Wiebelt.

¹ Eine ökonomische Bewertung des Tropenwaldes ist für unterschiedliche Zwecke dienlich. Auf der Mikroebene ist sie für die Evaluierung von solchen Projekten sinnvoll, die die Nutzung des Tropenwaldes direkt oder indirekt beeinflussen. Weiterhin ist die Bewertung unerlässlich für eine effiziente Entscheidung darüber, ob bestimmte Tropenwaldflächen eher unter Schutz gestellt, für den Holzeinschlag freigegeben oder in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt werden sollen. Auf der Makroebene ermöglicht eine Bewertung des Tropenwaldes Aussagen über die Auswirkungen tropenwalderhaltender Maßnahmen auf die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt. Zudem wird in jüngster Zeit auf die Notwendigkeit einer Integration des Verbrauchs natürlicher Ressourcen und der Veränderung der Umweltqualität in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung hingewiesen [Lutz, 1993].

Ein konzeptioneller Rahmen zur Bewertung von Umweltgütern

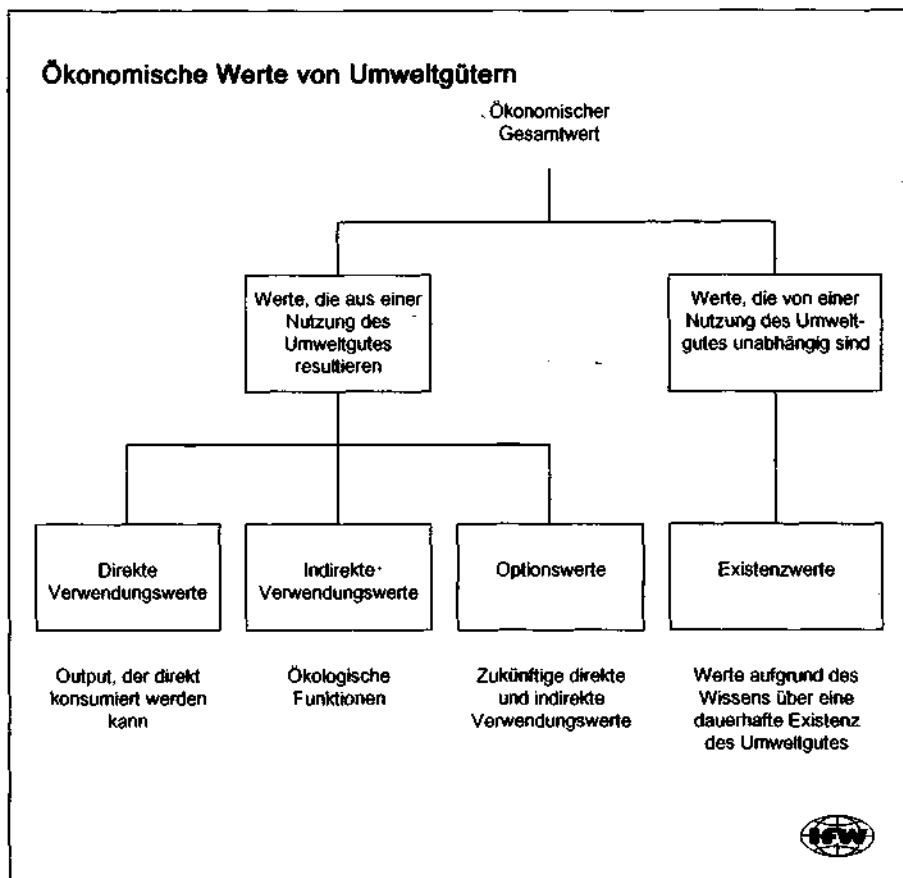
Umweltgüter haben die gemeinsame Eigenschaft, daß sie mehrere unterschiedliche Funktionen erfüllen, die jeweils einen Nutzen stiften [Siebert, 1992]. Diese Funktionen reichen von der Rohstofflieferung über die ökologische Unterstützung ökonomischer Aktivitäten bis zur Bereitstellung von Landschaften für die menschliche Erholung. Als taxonomischer Rahmen für die Erfassung der verschiedenen Werte von Umweltgütern wird in der Umweltökonomie das Konzept des ökonomischen Gesamtwerts verwendet [Pearce, Turner, 1990]. Der ökonomische Gesamtwert mißt den Nutzen, der durch die Erhaltung der Umwelt entsteht, bzw. den Schaden, der durch ihre Zerstörung verursacht wird. Da die Opportunitätskosten des Umweltschutzes nicht berücksichtigt werden, handelt es sich um ein Bruttokonzept. Will man zu einer Entscheidung darüber kommen, ob es volkswirtschaftlich effizient ist, ein Umweltgut zu schützen, dann muß der ökonomische Gesamtwert dem Nettoertrag alternativer Nutzungsformen – z. B. der landwirtschaftlichen Bearbeitung von Tropenwaldflächen – gegenübergestellt werden.

Das Konzept des ökonomischen Gesamtwerts unterscheidet zunächst einmal zwischen solchen Werten, die aus einer Nutzung der Umwelt resultieren, und solchen, die von jeglicher Nutzung unabhängig sind (Schaubild 1). Erstere lassen sich weiter in direkte und indirekte Verwendungswerte sowie in Optionswerte zerlegen. Direkte Verwendungswerte sind mit einer direkten Inanspruchnahme der Umwelt verbunden, wobei diese nicht in Form von Markttransaktionen erfolgen muß, sondern sich auch auf nicht über Märkte laufende Vorgänge, wie z. B. das Betrachten einer Landschaft, erstrecken kann. Als indirekte Verwendungswerte werden ökologische Funktionen der Umwelt bezeichnet, ohne die die ökonomische Aktivität beeinträchtigt wäre. Ein Beispiel hierfür ist der Schutz von Wassereinzugsgebieten durch Wälder. Ökologische Funktionen sind meist nicht auf den Standort des Umweltguts beschränkt, d. h., es gehen positive externe Effekte von ihnen aus, die zum Teil auch grenzüberschreitend sind.

Wenn Unsicherheit herrscht, gibt der Verwendungswert, gemessen als erwarteter Zahlungsstrom aus der Nutzung der Ressource, die individuelle Zahlungsbereitschaft nicht korrekt wieder. In diesem Fall kommt der Optionswert als zusätzliche Wertkomponente hinzu [Bishop, 1982].² Der Optionswert kann als eine Art Versicherungsprämie dafür interpretiert werden, daß die Ressource für eine eventuelle Nutzung in der Zukunft auch tatsächlich zur Verfügung steht. Das Vorzeichen des Optionswerts läßt sich nicht eindeutig bestimmen (Tabelle 1). Es hängt von der Risikoeinstellung der Individuen und der Quelle der

² Dem Optionswert verwandt ist der sogenannte Quasi-Optionswert, der den Wert des zukünftigen Zuwachses an Informationen über ein Umweltaktivum mißt [Arrow, Fisher, 1974]. Wird z. B. ein Canyon überflutet, um einen Staudamm zu errichten, so besteht nicht mehr die Möglichkeit, in Zukunft wertvolle Rohstoffe zu entdecken, d. h., eine mögliche Wertsteigerung des unberührten Canyons wird durch den Staudambau ausgeschlossen. Ein signifikanter Quasi-Optionswert ist dann zu erwarten, wenn die Veränderung der Umwelt irreversibel ist und zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Zukunft neue Erkenntnisse über den Wert der Umwelt gewonnen werden können. Der Quasi-Optionswert kann nicht zum Optionswert addiert werden, weil es sich um zwei verschiedene Konzepte zur Berücksichtigung von Unsicherheit handelt.

Schaubild 1



Unsicherheit ab. Unsicherheit kann sowohl auf der Nachfrageseite bezüglich des zukünftigen Einkommens und der zukünftigen Präferenzen als auch auf der Angebotsseite bezüglich der zukünftigen Verfügbarkeit der Ressource entstehen. Geht man z. B. von der plausiblen Annahme aus, daß die meisten Menschen sich eher risikoavers verhalten, so führt nur angebotsseitige Unsicherheit zu einem eindeutig positiven Optionswert und damit zu einer höheren Präferenz für den Umweltschutz im Vergleich zum reinen Verwendungswert. Aufgrund der Unbestimmtheit des Vorzeichens dürfte eine verlässliche empirische Schätzung des Optionswerts nur schwer möglich sein.

Daß eine Wertschätzung für Umweltgüter auch unabhängig von einer beabsichtigten Nutzung vorhanden ist, äußert sich z. B. in Spenden an Umweltorganisationen wie den WWF. Eine positive Zahlungsbereitschaft ist besonders für Tierarten und Ökosysteme zu beobachten, die von den Individuen als einzigartig wahrgenommen werden. Die vorhandene Zahlungsbereitschaft kann auf

Tabelle 1 – Vorzeichen des Optionswertes bei unterschiedlicher Risikoeinstellung und Quelle der Unsicherheit

	Risikofreude	Risikoneutralität	Risikoaversion
Nachfrageseitige Unsicherheit			
Einkommen	+	0	-
Präferenzen	?	?	?
Angebotsseitige Unsicherheit	-	0	+

Quelle: Pearce, Turner [1990].

verschiedene Motive zurückzuführen sein. Zum ersten kann dem Individuum ein Nutzen daraus erwachsen, daß es um die Existenz einer seltenen Tierart oder einer schönen Landschaft weiß. Dieser Wert wird in der Umweltökonomie als Existenzwert bezeichnet. Zum zweiten besteht möglicherweise aus altruistischen Motiven eine Zahlungsbereitschaft dafür, daß Zeitgenossen oder zukünftige Generationen die Gelegenheit haben, ein bestimmtes Umweltgut zu nutzen. Solche Präferenzen werden oftmals zum Existenzwert hinzugerechnet, stellen jedoch keine eigenständige soziale Wohlfahrtskomponente dar, weil bereits die Nutzung durch die Zeitgenossen und zukünftigen Generationen berücksichtigt wird [Diamond, Hausman, 1993]. Schließlich ist auch denkbar, daß Individuen nichtmenschlichen Lebewesen Rechte zugestehen oder – z. B. aus religiösen Gründen – eine Verpflichtung zur Erhaltung der Umwelt sehen. Während eine auf solchen ethischen Prinzipien basierende Wertschätzung, die keine Nutzenabwägung zwischen Umweltschutz und anderen Nutzungsformen zuläßt, nicht mit dem in der neoklassischen Wohlfahrtstheorie verankerten Konzept des ökonomischen Gesamtwertes vereinbar ist, läßt sich der Existenzwert grundsätzlich integrieren, indem man ihn wie ein reines öffentliches Gut behandelt [Kopp, 1992]. Wenn es darum geht, eine empirische Schätzung des Existenzwerts von Umweltgütern durchzuführen, dürfte es jedoch sehr schwierig sein, zwischen ethischen und auf individuellen Präferenzen basierenden Werten zu diskriminieren, so daß Konflikte mit den Annahmen der neoklassischen Wohlfahrtstheorie unvermeidbar sind.

Prinzipiell sollten sich die oben angeführten Komponenten des ökonomischen Gesamtwerts auf einfache Weise aggregieren lassen, so daß gilt:

$$\begin{aligned}
 [1] \quad \text{Ökonomischer Gesamtwert} &= \text{direkte Verwendungswerte} \\
 &+ \text{indirekte Verwendungswerte} \\
 &+ \text{Optionswerte} + \text{Existenzwerte.}
 \end{aligned}$$

Wie in der Diskussion noch gezeigt wird, ist es jedoch häufig so, daß verschiedene Komponenten sich gegenseitig ausschließen oder doch zumindest beeinträchtigen. In diesem Fall ist das Konzept des ökonomischen Gesamtwerts nur noch eingeschränkt für Wohlfahrtsaussagen geeignet.

Die Güter und Dienstleistungen des tropischen Regenwaldes

Wendet man das Konzept des ökonomischen Gesamtwertes auf den tropischen Regenwald an, so lassen sich eine Reihe von direkten und indirekten Verwendungswerten identifizieren (Schaubild 2). Unter den direkten Verwendungswerten hat der Holzeinschlag durch die Forstwirtschaft die größte ökonomische Bedeutung, wobei sich jedoch die Frage stellt, inwieweit der Holzeinschlag mit der Bereitstellung der übrigen Güter und Dienstleistungen des Tropenwaldes kompatibel ist. Es ist zum Beispiel zu erwarten, daß selbst eine nachhaltige Forstwirtschaft, die in Tropenländern grundsätzlich möglich ist, aber nur äußerst selten praktiziert wird [Poore et al., 1989], den Artenreichtum des Waldes verringert. Wenn die forstwirtschaftliche Nutzung hier dennoch zum ökonomischen Gesamtwert hinzugerechnet wird, liegt die Begründung zum einen darin, daß der Holzeinschlag mit einigen anderen Dienstleistungen des Tropenwaldes, wie z. B. der Speicherung von Kohlenstoff, kompatibel ist. Zum anderen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt [Sharma, 1992], daß ein totaler Schutz der tropischen Regenwälder gegen die ökonomischen Interessen der Tropenländer nicht realisierbar ist und statt dessen ein langfristiges Tropen-

Schaubild 2

Verwendungswerte des tropischen Regenwaldes

Direkte Verwendungswerte

- Tropenholz (aus nachhaltiger Forstwirtschaft)
- Nichtholzprodukte
- Medizinisches und genetisches Material
- Erholung

Indirekte Verwendungswerte

- Verhinderung von Bodenerosion und Nährstoffverlusten
- Verstetigung des Wasserstandes
- Stabilisierung des lokalen Klimas
- Stabilisierung des globalen Klimas



waldmanagement unter Einschluß einer – nachhaltig betriebenen – Forstwirtschaft anzustreben ist. Zu beachten bleibt jedoch, daß bei Berücksichtigung der Forstwirtschaft die Komponenten des ökonomischen Gesamtwerts der Ressource Regenwald nicht ohne weiteres – wie Gleichung [1] impliziert – aggregiert werden können [Pearce, 1992].

Außer Holz stellt der Tropenwald eine Vielzahl von Nichtholzprodukten bereit wie z. B. Rattan, Kautschuk, Nüsse, Früchte und Wildfleisch. Diese Produkte werden größtenteils direkt konsumiert bzw. auf lokalen Märkten gehandelt, teilweise aber auch in größerem Umfang exportiert wie Rattan in Indonesien. In der vielfältigen Flora und Fauna des Tropenwaldes findet sich darüber hinaus medizinisches und genetisches Material, das für pharmazeutische Zwecke bzw. für die Entwicklung ertragreicherer oder resistenterer Getreidesorten verwendet werden kann. Es ist davon auszugehen, daß der überwiegende Teil dieses Verwendungswertes in Industrieländern entsteht, weil die Tropenländer im allgemeinen keine Eigentumsrechte an ihren medizinischen und genetischen Ressourcen haben [Sedjo, 1992] und diese somit als freie Inputs für Pharmazieunternehmen und Saatgutproduzenten in Industrieländern zur Verfügung stehen. Für die Tropenländer selbst erhält die Artenvielfalt dadurch einen ökonomischen Wert, daß sie als Quelle für eine Vielzahl von traditionellen pflanzlichen Medikamenten dient, die eine lokale Verwendung finden. Schließlich gewinnt der Ökotourismus durch die Etablierung neuer Naturschutzgebiete immer mehr an Bedeutung. Auch diese Nutzungsform kann nicht uneingeschränkt zum ökonomischen Gesamtwert des Tropenwaldes addiert werden, weil z. B. der Aufbau einer touristischen Infrastruktur externe Kosten in Form einer Degradierung der Umwelt verursacht.

Zusätzlich zu den direkten Verwendungswerten geht vom Tropenwald ein positiver externer Effekt aus, indem er – sowohl lokal als auch global – bestimmte ökologische Funktionen erfüllt [EK, 1990]. Auf lokaler Ebene führt die Abholzung des Tropenwaldes zu einer Bodenerosion, mit der ein Verlust an Nährstoffen verbunden ist. Das Ausmaß der Erosion hängt entscheidend davon ab, welcher Nutzungsform der Tropenwaldboden zugeführt wird. Während eine agroforstliche Bewirtschaftung relativ geringe ökologische Probleme bereitet, haben z. B. monokulturelle Holzplantagen eine extrem negative Nährstoffbilanz. Als Nebenwirkung der Bodenerosion beschleunigt sich der Oberflächenabfluß, und die Wasserspeicherkapazität des Bodens geht zurück. In der Folge steigen die Hochwassermarken der Wasserläufe während der Regenzeit, und der Wasserspiegel sinkt stärker während der Trockenzeit, so daß die Wahrscheinlichkeit von Überschwemmungen und Dürren zunimmt. Weiterhin beeinflusst die Tropenwaldrodung das lokale Klima über Veränderungen des Wasserkreislaufs. Werden tropische Wälder vernichtet, so wird die Transpiration durch die Bäume unterbunden. Der Wasserdampf, der so der tropischen Troposphäre entzogen wird, kann durch eine erhöhte Verdunstung aus den Böden nicht kompensiert werden, so daß die Niederschlagsmengen abnehmen. Bei abnehmendem Niederschlag steigt zudem die mittlere Temperatur in Bodennähe, weil durch verringerte Verdunstung ein größerer Teil der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche in Wärme umgewandelt wird.

Auf globaler Ebene trägt die Abholzung des Tropenwaldes zum Treibhauseffekt bei. Schätzungen besagen, daß sich bei einer Verdoppelung der vorindustriellen Werte der klimarelevanten Spurengase, die um das Jahr 2030 erwartet wird, eine Temperaturerhöhung um etwa $2,5^{\circ}\text{C}$ einstellen wird [Cline, 1992].³ Der Anteil der Tropenwaldrodung am Treibhauseffekt – hauptsächlich in Form von CO_2 -Emissionen, die bei der Verbrennung von Biomasse entstehen – wird auf etwa 15 vH geschätzt [EK, 1992].

Während zu erwarten ist, daß die Tropenwaldrodung auf lokaler Ebene in erster Linie zu einer Verringerung der landwirtschaftlichen Produktivität führt, sind die ökonomischen Wirkungen des Treibhauseffektes weitaus komplexer und weniger eindeutig. Der Einfluß auf die Landwirtschaft hängt von den Veränderungen der Temperaturen, der Niederschläge und der Bodenfeuchtigkeit ab und dürfte von Region zu Region unterschiedlich sein. Zu beachten ist ferner, daß ein höherer CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre auch eine Düngungsfunktion hat, wodurch das Pflanzenwachstum angeregt wird. Als weitere Folge des Treibhauseffektes wird ein Anstieg des Meeresspiegels um etwa 65 cm im Zeitraum 1990–2100 erwartet [IPCC, 1990], der jedoch nur in einigen Gegenden (z. B. in den Niederlanden und in Bangladesch) größeren ökonomischen Schaden zu verursachen droht. Weiterhin führt die Erderwärmung möglicherweise zu einer Zunahme tropischer Stürme, vermehrten Dürren und einer Ausrottung von Arten durch die Verschiebung von Vegetationszonen [Cline, 1992].

Mögliche Options- und Existenzwerte des Tropenwaldes beziehen sich in erster Linie auf die Erhaltung des Lebensraumes für eine Vielzahl von Arten. Da aufgrund der zunehmenden Tropenwaldrodung eine erhebliche Unsicherheit über den zukünftigen Zustand der Wälder und der in ihnen existierenden Pflanzen- und Tierarten besteht, kann von einem positiven Optionswert als Versicherungsprämie für die zukünftige Verfügbarkeit medizinischer und genetischer Ressourcen ausgegangen werden, auch wenn durch Unsicherheit auf der Nachfrageseite möglicherweise eine gegenläufige Wirkung ausgelöst wird [Pearce, 1992].⁴ Es ist ebenfalls mit einem positiven Existenzwert des Tropenwaldes zu rechnen, da es sich um ein einzigartiges Ökosystem mit der weltweit größten Artenvielfalt⁵ handelt und sich zudem eine Zahlungsbereitschaft für die Erhaltung des Tropenwaldes in Form von Spenden an Umweltorganisationen, die sich dem Tropenwaldschutz widmen, zeigt.

³ Cline geht davon aus, daß über einen längeren Zeitraum von 250 bis 300 Jahren eine globale Erwärmung um etwa 10°C zu erwarten ist, falls keine Politikänderungen erfolgen.

⁴ Ebenso ist der Quasi-Optionswert höchstwahrscheinlich positiv, weil das Wissen über den potentiellen Wert der im Tropenwald vorkommenden genetischen und medizinischen Ressourcen gegenwärtig noch sehr gering ist und eine Abholzung des Tropenwaldes zudem irreversibel wäre.

⁵ Nach unterschiedlichen Schätzungen leben zwischen 50 und 90 vH aller bekannten Arten im Tropenwald, obwohl der Tropenwald nur 7 vH der gesamten Erdoberfläche einnimmt [Botkin, Talbot, 1992].

Ansätze zur Bewertung der Güter und Dienstleistungen tropischer Regenwälder

Eine umfassende Bewertung des tropischen Regenwaldes müßte sowohl alle Verwendungswerte als auch den Options- und Existenzwert berücksichtigen. Eine solche Bewertung liegt bisher für kein einziges Tropenland vor. Möglichkeiten – aber auch Grenzen – ihrer Realisierung sollen im folgenden diskutiert werden.

Betrachtet man zunächst die direkten Verwendungswerte, so stellt sich bei Tropenholz, Nichtholzprodukten sowie genetischem und medizinischem Material die Frage, ob Informationen über den physischen Bestand der jeweiligen Produkte als Grundlage für eine Bewertung vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall, so muß auf die korrespondierenden Stromgrößen, d. h. auf die laufenden Entnahmen der Ressource, zurückgegriffen werden. Der Baumbestand von Tropenwäldern läßt sich auf der Basis der von der FAO für 1980 und 1990 durchgeführten Forstinventuren ermitteln. Für die Bewertung des Baumbestandes stehen grundsätzlich drei verschiedene Meßkonzepte zur Verfügung [Repetto et al., 1989]:

- der Marktwert der Ressource,
- der Gegenwartswert aller zukünftigen Nettoerträge und
- der Nettopreis.

Die Anwendung des ersten Verfahrens setzt voraus, daß sich ein Markt für die noch nicht der Natur entnommene Ressource etabliert. Im Fall des Tropenwaldes, der sich in der Regel in Staatseigentum befindet, könnte dies z. B. durch eine Auktionierung von Holzeinschlagskonzessionen geschehen. Da Konzessionen in der Realität jedoch fast ausschließlich diskretionär und für Preise weit unterhalb des Marktwertes vergeben werden [Gillis, 1992], sind keine geeigneten Daten über den Marktwert der Tropenwaldbäume verfügbar.

Unter den beiden verbleibenden Verfahren ist die Errechnung des Gegenwartswertes der Nettoerträge aus theoretischer Sicht vorzuziehen, da die Opportunitätskosten des Wartens in Form alternativer Anagemöglichkeiten durch die Abdiskontierung zukünftiger Erträge explizit berücksichtigt werden. Dem steht gegenüber, daß für die Anwendung des Konzepts Informationen über zukünftig erwartete Preise, Kosten, Zinsen und Produktionsmengen benötigt werden. Die Nettopreismethode hingegen kommt mit Daten über laufende Kosten und Preise aus. Der Nettopreis entspricht der Ressourcenrente, d. h. dem Outputpreis abzüglich aller Faktorkosten einschließlich einer normalen Kapitalverzinsung. Die Wertermittlung erfolgt in diesem Verfahren einfach durch Multiplikation des Nettopreises mit dem Baumbestand, wobei der Weltmarktpreis für unverarbeitetes Tropenholz als Referenzgröße für die Berechnung des Nettopreises verwendet wird. Falls sich die Nettopreise wie in einem langfristigen Wettbewerbsgleichgewicht verhalten, d. h. mit der Ertragsrate alternativer Investitionen steigen,⁶ sind beide Verfahren äquivalent. Da in der Realität Un-

⁶ Dies ist die aus der Theorie erschöpfbarer Ressourcen bekannte Hotelling-Regel. Strenggenommen ist für den Tropenwald die Theorie erneuerbarer Ressourcen maßgeblich, d. h., das natürliche

gleichgewichtssituationen zumindest kurzfristig auftreten können, weil z. B. die der Kalkulation des Gegenwartswertes zugrundeliegende Annahme vollkommener Voraussicht nicht erfüllt ist [Landefeld, Hines, 1985], ist mit voneinander abweichenden Ergebnissen zu rechnen. Anwendung fand bisher nur die Nettopreismethode, und zwar in einer Studie von Repetto et al. [1989], die für Indonesien die Baumbestandsveränderungen im Zeitraum 1970–1984 monetär bewertet haben.

Unabhängig davon, welches der beiden Verfahren gewählt wird, ergibt sich ein zusätzliches Problem dadurch, daß zum einen die Holzqualität je nach Sorte erhebliche Unterschiede aufweist und zum anderen die Zugänglichkeit von Tropenwaldflächen stark variiert. Die daraus resultierenden Preis- und Kostenunterschiede sind zum Teil beträchtlich [Gray, Hadi, 1990] und sollten Eingang in die Bewertung finden. Des weiteren muß eine Entscheidung darüber getroffen werden, welcher Referenzpreis für solche Länder zugrundegelegt werden soll, die – wie Indonesien oder Thailand – den Export von unverarbeitetem Tropenholz verbieten. Nimmt man die bestehenden Exportrestriktionen für die Bewertung als gegeben hin, so ergibt sich eine niedrigere Ressourcenrente als in der unverzerrten Situation, weil der heimische Holzpreis durch das Exportverbot unter den Weltmarktpreis gedrückt wird und zudem durch Ineffizienzen in der Holzverarbeitung Renten verloren gehen. In Ländern, die – wie Malaysia und Kamerun – den Export von Tropenholz besteuern, bleibt der Weltmarktpreis die relevante Referenzgröße. Auch hier ergibt sich aber aufgrund von Ineffizienzen eine geringere Ressourcenrente im Vergleich zu einem neutralen Anreizsystem.

Für die vom Tropenwald bereitgestellten Nichtholzprodukte stehen prinzipiell die gleichen Verfahren wie für Tropenholz zur Verfügung. Da sich der Bestand an Nichtholzprodukten jedoch kaum ermitteln läßt, verbleibt nur die Möglichkeit, den Gegenwartswert zukünftiger Nettoeinnahmen zu berechnen. Schwieriger als für Tropenholz dürfte es dabei sein, verlässliche Daten über Entnahmekosten zu erhalten. Bei den direkt konsumierten Nichtholzprodukten kommt als zusätzliches Problem hinzu, einen geeigneten Preis für die Bewertung zu finden. Eine Möglichkeit besteht darin, den Marktpreis eines engen Substituts des betrachteten Produktes anzusetzen [Kramer et al., 1992]. In einer der wenigen bisher vorliegenden empirischen Studien untersuchen Peters et al. [1989] die Profitabilität von Nichtholzprodukten im Vergleich zur Holzexploitation durch Kahlschlag auf einer ein Hektar großen Tropenwaldfläche im peruanischen Teil des Amazonas. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, daß der Gegenwartswert für Nichtholzprodukte auf der untersuchten Fläche mit über 6000 US-\$ erheblich größer ist als für Tropenholz mit etwa 1000 US-\$. Dieses Resultat läßt sich jedoch nicht auf ganze Wälder übertragen, unter anderem weil die Märkte für die meisten Nichtholzprodukte relativ begrenzt sind, so daß die Preise bei einer Produktionsausdehnung stark fallen würden.

Wachstum der Ressource müßte in des Optimierungskalkül eingehen. Da jedoch das natürliche Wachstum der Bäume im tropischen Regenwald relativ gering ist [FAO/UNEP, 1981], kommt der Regenwald einer erschöpfbaren Ressource ziemlich nahe.

Bei der Schätzung des Verwendungswertes der Artenvielfalt in Form der Verfügbarkeit von genetischen und medizinischen Rohstoffen ist zwischen der lokalen und der globalen Ebene zu unterscheiden. Die lokale Nutzung medizinischer Pflanzen läßt sich analog zu den Nichtholzprodukten mit Hilfe des Gegenwartswertes der Nettoerträge bewerten, wobei jedoch auch hier das Problem besteht, daß ein erheblicher Teil der traditionellen pflanzlichen Produkte nicht auf Märkten gehandelt wird. Mendelsohn und Balick [1992] haben für Belize die jährlichen Nettoerträge aus der Gewinnung pflanzlicher Medikamente auf 19 bis 61 US-\$ pro Hektar Tropenwald veranschlagt. Bei einer Diskontrate von 5 vH entspricht dies einem Gegenwartswert von 380 bis 1 220 US-\$ pro Hektar.

Die Bewertung der globalen Nutzen aus der Artenvielfalt für Medizin und Landwirtschaft ist mit zahlreichen Schwierigkeiten behaftet.⁷ Zunächst geht es darum, die Zahl der pflanzlichen Arten zu bestimmen, die z. B. bei einer Umwandlung von Tropenwäldern in agrarische Nutzflächen von der Ausrottung bedroht sind. Danach gilt es festzulegen, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, unter diesen Arten solche zu finden, die für die Entwicklung neuer Medikamente oder besserer Getreidesorten von Bedeutung sind. Für das Beispiel der pharmazeutischen Industrie hat Principe [1991] diese Wahrscheinlichkeit auf 1:10 000 bis 1:1 000 beziffert. Schließlich muß entschieden werden, wie erfolgreiche Entdeckungen zu bewerten sind. Der Preis für pflanzliche Rohstoffe ist hierfür als Grundlage nur unzureichend geeignet, da die Rohstoffe oftmals frei oder gegen geringfügige Entschädigungen verfügbar sind. Der Marktpreis des Endprodukts hingegen überschätzt den tatsächlichen Wert der pflanzlichen Rohstoffe, da in ihm auch zahlreiche andere Kostenkomponenten enthalten sind. Dies wird teilweise dadurch ausgeglichen, daß die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten zumindest bei schwer zu substituierenden Produkten – z. B. bei Medikamenten, die sich noch nicht synthetisch herstellen lassen – über dem Marktpreis liegen dürfte.⁸ Als Alternative zu der Bewertung mit tatsächlichen Preisen besteht die Möglichkeit, einen „Schattenwert“ des Produktes zu berechnen. Bei pharmazeutischen Erzeugnissen könnte dies z. B. die mit dem statistischen Wert des Lebens gewichtete Anzahl der durch den Einsatz eines neuen Medikaments geretteten Menschenleben sein. Pearce, Puroshothaman [1992] demonstrieren, daß sich unter Zugrundelegung der verschiedenen Meßkonzepte der jährliche pharmazeutische Wert der Artenvielfalt bezogen auf einen repräsentativen Hektar Tropenwald zwischen 2 und 420 US-\$ bewegt. Der korrespondierende Gegenwartswert schwankt bei einer Diskontrate von 5 vH zwi-

⁷ Neben der Höhe des globalen Nutzens aus der Artenvielfalt ist dessen Verteilung auf Tropen- und Industrieländer von großer Bedeutung. Ein verstärkter Schutz der Artenvielfalt ist wohl nur dann zu erwarten, wenn die Eigentumsrechte derart reformiert werden, daß die genetischen und medizinischen Ressourcen nicht länger als freie – und damit für die Tropenländer wertlose – Güter behandelt werden. Vorschläge für eine solche Reform diskutiert Cervigni [1993].

⁸ Der Grad der Verfügbarkeit von Substituten ist die dominierende Determinante der Zahlungsbereitschaft für genetische und medizinische Ressourcen des Tropenwaldes [Pearce, 1992]. Da in Zukunft mit weiteren Fortschritten in der Biotechnologie zu rechnen ist, die die synthetische Herstellung von immer mehr Medikamenten und Getreidesorten ermöglichen werden, könnte der Wert der natürlichen Rohstoffe rapide sinken.

schen 40 und 8400 US-\$. Ein derartiges Intervall ist natürlich bei weitem zu groß, um eine wirtschaftspolitische Entscheidungshilfe liefern zu können.

Zur mikroökonomischen Bewertung von Erholungsgebieten, wie z. B. einem Nationalpark im tropischen Regenwald, steht mit dem Reisekostenansatz ein bewährtes Instrumentarium zur Verfügung [Clawson, Knetsch, 1966]. Im Reisekostenansatz werden die Anfahrtkosten zum Erholungsgebiet zuzüglich eventuell anfallender Eintrittspreise als Ausgangspunkt für die Konstruktion einer Nachfragekurve genommen. Die Fläche unterhalb der Nachfragekurve gibt die Zahlungsbereitschaft der Besucher für das Erholungsgebiet an. Auf den Tropenwald angewendet wurde der Reisekostenansatz bisher in einer Studie für das Monteverde Naturreservat in Costa Rica [Tobias, Mendelsohn, 1991]. Die Autoren errechnen für das Reservat einen Gegenwartswert der Erholung von 12,5 Mill. US-\$.

Ist der Rechenaufwand für den Reisekostenansatz zu hoch oder liegen die benötigten Informationen nicht vor, so kann auf die Nettoeinnahmen aus den im Tropenwald gelegenen Naturschutzgebieten zurückgegriffen werden. Mit dieser Methode läßt sich jedoch nur eine Untergrenze für den tatsächlichen Erholungswert des Tropenwaldes festlegen, da die Opportunitätskosten der Anreise der Besucher im Gegensatz zum Reisekostenansatz nicht vollständig erfaßt werden. Ruitenbeek [1989] hat für den Korup Nationalpark in Kamerun einen Gegenwartswert der Nettoeinnahmen von 2,25 Mill. US-\$ für den durch die Errichtung des Parks zusätzlich induzierten Tourismus errechnet.⁹ Diese Summe entspricht immerhin etwa den Opportunitätskosten, die durch den Schutz der Tropenwaldfläche entstehen. Über die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Tropenwaldes als touristisches Ziel liegen bisher keine Angaben vor. Da Reisekostenschätzungen für sämtliche Naturschutzgebiete eines Landes kaum möglich erscheinen, bleibt auf nationaler Ebene wohl nur der Rückgriff auf die Nettoeinnahmen aus Ökotourismus.

Die lokalen ökologischen Folgen der Tropenwaldrodung werden in einer Studie von Ehui, Hertel [1989] untersucht. Die Autoren quantifizieren die Auswirkungen der Abholzung auf die Produktivität in der Landwirtschaft am Beispiel der Elfenbeinküste. Geschätzt wird eine Ertragsfunktion, in der die landwirtschaftlichen Erträge vom Inputeinsatz in der laufenden Periode, der gegenwärtigen Rodung und den kumulativ in der Vergangenheit gerodeten Flächen abhängen. Als Ergebnis der Analyse stellt sich ein, daß erwartungsgemäß die Durchschnittserträge mit wachsendem Einsatz von Düngemitteln und anderen Inputs zunehmen, die kumulative Abholzung die landwirtschaftliche Produktivität reduziert, die Rodung in der laufenden Periode jedoch zu höheren

⁹ Dieses Ergebnis ist nicht direkt mit dem für Costa Rica vergleichbar, da eine höhere Diskontrate zur Berechnung des Gegenwartswertes zugrunde gelegt wurde (8 gegenüber 4 vH). In der Literatur ist die angemessene Höhe der Diskontrate für die Bewertung von Umweltaktiva umstritten. Die Vorschläge reichen von einem völligen Verzicht auf die Diskontierung zukünftiger Erträge bis zu einem Vorgehen wie bei allen anderen Projekten, in denen in der Zukunft liegende Erträge und Kosten zu berücksichtigen sind [Pearce, Turner, 1990]. Einen guten Überblick über die in der Diskussion vorgebrachten Argumente liefert das Streitgespräch zwischen Cline [1993] und Birdsall, Steer [1993].

Erträgen führt. Letzteres führen die Autoren darauf zurück, daß in der Asche der verbrannten Biomasse Nährstoffe enthalten sind. Die Kosten der Tropenwaldrodung für die lokale Landwirtschaft entsprechen in diesem Ansatz der Differenz zwischen den langfristigen und den kurzfristigen Wirkungen auf die Produktivität.

Empirische Studien zum Treibhauseffekt haben sich bisher überwiegend mit den Kosten einer Klimaschutzpolitik beschäftigt [z. B. Manne, Richels, 1992; Jorgenson, Wilcoxon, 1991]. Die Messung der durch vermehrte Treibhausgasemissionen bedingten ökonomischen Schäden stößt hingegen auf große Schwierigkeiten. Dennoch gibt es einige Versuche, die globalen Produktionsverluste infolge des Treibhauseffektes abzuschätzen. Unter der Annahme einer Temperaturerhöhung um 2,5 °C bis Mitte des nächsten Jahrhunderts werden Verluste in der Größenordnung von 1 bis 1,5 vH des Weltsozialproduktes erwartet [Cline, 1992; Fankhauser, 1992]. Darüber hinaus beschäftigen sich einige Studien mit den Auswirkungen des Treibhauseffektes auf die Landwirtschaft. Ein Ergebnis dieser Studien ist, daß einige Regionen vom Treibhauseffekt profitieren werden (ehemalige Sowjetunion, die VR China, Japan, Nordeuropa, Brasilien, Argentinien), während andere Regionen (Vereinigte Staaten, Kanada, EU) einen Rückgang der landwirtschaftlichen Produktivität hinnehmen müssen [Tobey et al., 1992]. Für die Entwicklungsländer ist die Evidenz weniger eindeutig, der Effekt dürfte jedoch negativ sein, da die Gefahr von Dürren wächst. Bezüglich der aggregierten Weltagrarproduktion prognostizieren Simulationsrechnungen für ein mittleres Szenario geringfügige Einbußen [ebenda]. Bei diesen Simulationen ist jedoch der Düngungseffekt von CO₂ ebensowenig berücksichtigt wie die Möglichkeit, daß die Landwirte ihre Produktion an die neuen Umweltbedingungen anpassen. Folglich ist ein positiver Nettoeffekt der Erderwärmung auf den Weltagrarsektor nicht auszuschließen.

Basierend auf den Schätzungen über die Auswirkungen des Treibhauseffektes auf das Weltsozialprodukt lassen sich auch die durch die Tropenwaldrodung bedingten Schäden monetär bewerten. Bei Kosten von 13 US-\$ pro emittierter Tonne Kohlenstoff und einem Eintrag von etwa 100 Tonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre aus einem Hektar gerodeter Fläche innerhalb des ersten Jahres errechnet sich ein Schaden von 1 300 US-\$ pro Hektar [Pearce, 1992]. Der tatsächliche Schaden ist jedoch noch höher, weil auch in den Folgejahren Kohlenstoff aus der verbrannten Biomasse in die Atmosphäre entweicht.

Zum Options- und Existenzwert des Tropenwaldes liegen bisher keine Schätzungen vor. Das einzige erprobte Meßkonzept, mit dem diese Werte, die sich vor allem auf die Artenvielfalt im Tropenwald beziehen, gemessen werden könnten, ist die Methode der kontingenten Bewertung, bei der die Zahlungsbereitschaft für die Erhaltung eines Umweltaktivums durch Befragungen ermittelt wird [Mitchell, Carson, 1989].¹⁰ Angewendet wurde dieses Verfahren zum

¹⁰ Eine auf Befragungen gestützte Messung von Options- und Existenzwerten ist deshalb vorherrschend, weil davon ausgegangen wird, daß diese Werte sich nicht indirekt aus dem Marktverhalten von Individuen ableiten lassen. Die Gültigkeit dieser Annahme wird in jüngster Zeit jedoch angezweifelt [Larson, Flacco, 1992; Larson, 1993], weil beispielsweise Budgetumschichtungen für

Beispiel, um den Options- und Existenzwert des Grizzlybären abzuschätzen [Brookshire et al., 1983]. Das Konzept der kontingenten Bewertung wirft eine Reihe von Problemen auf. Unter anderem droht das aus der Diskussion über die Offenbarung von Präferenzen für öffentliche Güter bekannte Freifahrerverhalten. Zudem erfordert das Konzept ein hohes Maß an Information seitens der Befragten über die zu bewertende Ressource.¹¹ Dies stellt gerade bei einem so komplexen und – z.B. hinsichtlich der Artenvielfalt und der ökologischen Funktionen – noch weitgehend unerforschten Ökosystem wie dem Tropenwald eine erhebliche Restriktion dar. Zusätzlich zu den grundsätzlichen Problemen mit der kontingenten Bewertung sind weitere Schwierigkeiten in den Werten selbst begründet. Beim Optionswert handelt es sich zwar um ein theoretisch einwandfrei definiertes Konzept, doch die unterschiedlichen Quellen der Unsicherheit und die damit verbundene Unbestimmtheit des Vorzeichens erschweren eine Schätzung. Es ist z.B. nicht auszuschließen, daß der Optionswert des Tropenwaldes zwar angebotsseitig positiv ist, aber die Nachfrage der pharmazeutischen Industrie sich zukünftig aufgrund neuer biotechnologischer Möglichkeiten von natürlichen auf synthetische Substanzen verlagert. Beim Existenzwert liegt das Hauptproblem darin, die Motive der Befragten zu erkennen. Nicht berücksichtigt werden sollten ethische Motive, die den Axiomen der neoklassischen Wohlfahrtstheorie widersprechen, sowie altruistische Motive für die Nutzung von Umweltgütern durch Zeitgenossen und zukünftige Generationen, die wohlfahrtstheoretisch eine Doppelzählung implizieren. Vermutlich erklärt jedoch das Vorliegen dieser beiden Motive einen großen Teil der oft sehr hohen geschätzten Existenzwerte [Diamond, Hausman, 1993]. Die Ermittlung hoher Existenzwerte kann darüber hinaus auch darauf zurückzuführen sein, daß relevante Substitute des betrachteten Umweltaktivums in einer Befragung nicht berücksichtigt wurden.

Fazit

In diesem Beitrag wurde gezeigt, daß der tropische Regenwald eine Reihe von Gütern und Dienstleistungen bereitstellt, die bei einem intensiven Holzeinschlag oder einer Umwandlung in Agrar- oder andere Nutzflächen verloren gehen würden. Um den gesamtwirtschaftlichen Nutzen eines verstärkten Tropenwaldschutzes zu demonstrieren, ist eine möglichst umfassende Bewertung dieser Güter und Dienstleistungen notwendig.

Die Bewertung der lokalen Güter und Dienstleistungen des Tropenwaldes – Holz, Nichtholzprodukte, traditionelle Medikamente, Tourismus und ökologische Funktionen – dürfte zumindest eine approximative Abschätzung der negativen Konsequenzen der Tropenwaldrodung für die nationale Wohlfahrt ermöglichen und würde damit eine Grundlage für einen verbesserten Schutz der Tropenwälder schaffen. Probleme treten hier vor allem in zwei Bereichen auf.

die Unterstützung von Umweltkampagnen vorgenommen werden. Möglicherweise könnten somit in Zukunft auch auf Marktbeobachtung basierende Verfahren Anwendung finden.

¹¹ Weitere inhärente Probleme der kontingenten Bewertung diskutieren Pearce, Turner [1990].

Erstens wird ein signifikanter Anteil der Ressourcen des Tropenwaldes nicht gehandelt, was zur Folge hat, daß statistische Informationen nur begrenzt verfügbar sind. Zweitens ist die Annahme, daß ausschließlich die Landwirtschaft negativ von den ökologischen Folgen der Rodung betroffen ist, möglicherweise zu restriktiv, weil auch andere Wirtschaftsbereiche, wie z. B. die Wasserversorgung, von den ökologischen Dienstleistungen des Tropenwaldes profitieren.

Eine Bewertung der globalen externen Effekte der Tropenwaldrodung in Form von Treibhausgasemissionen und der Ausrottung von Arten hat weit weniger Aussicht auf Erfolg. Monetäre Schätzungen der Auswirkungen der Tropenwaldrodung auf die Erderwärmung sind allenfalls tentativ möglich, weil zwar der ungefähre Anteil der Tropenwaldrodung am Treibhauseffekt feststeht, die ökonomischen Folgen des Treibhauseffektes jedoch sehr unsicher sind. Hinsichtlich der Artenvielfalt sind Verwendungs-, Options- und Existenzwerte zu unterscheiden. Der Verwendungswert der Artenvielfalt läßt sich nur mit einer hohen Fehlermarge bestimmen. Eine kritische Determinante der Zahlungsbereitschaft für genetische und medizinische Ressourcen ist vor allem der Grad der Substitutionalität zwischen synthetischen und natürlichen Produkten. Verlässliche Schätzungen des Options- und Existenzwertes des Tropenwaldes können nicht erwartet werden. Zum einen bereiten die Indeterminiertheit des Vorzeichens beim Optionswert und die Unklarheit über die hinter dem Existenzwert stehenden Motive grundsätzliche Schwierigkeiten. Zum anderen ist die auf Befragungen basierende Methode der kontingenten Bewertung für ein so komplexes Ökosystem wie den tropischen Regenwald ungeeignet. Alles in allem scheint derzeit eine sinnvolle Messung der globalen Werte des tropischen Regenwaldes nicht möglich.

Die bisher vorliegenden empirischen Untersuchungen zu den lokalen Werten des Tropenwaldes deuten zwar an, daß ein verbesserter Schutz der tropischen Regenwälder einen bedeutenden Nutzen für die Tropenländer haben kann, erlauben jedoch keine wirtschaftspolitischen Schlußfolgerungen, da immer nur Teilbereiche des ökonomischen Gesamtwertes erfaßt werden. Notwendig wäre deshalb eine systematische Bewertung aller Güter und Dienstleistungen des Tropenwaldes im Rahmen von Länderstudien. In einem zweiten Schritt würden die Bewertungsergebnisse dann den Nutzen alternativer Verwendungen des Tropenwaldes gegenübergestellt, um so zu einer effizienten wirtschaftspolitischen Entscheidung zu kommen. Die Opportunitätskosten des Tropenwaldschutzes sind bereits in Analysen für Kamerun und Indonesien berechnet worden [Thiele, Wiebelt, 1993; Thiele, 1994].

Literaturverzeichnis

- ARROW, Kenneth J., Anthony C. FISHER, „Environmental Preservation, Uncertainty, and Irreversibility“. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 88, 1974, S. 312–319.
- BISHOP, Richard C., „Option Value: An Exposition and Extension“. *Land Economics*, Vol. 58, 1982, S. 1–15.

- BIRDSALL, Nancy, Andrew STEER, „Handlungsbedarf gegen die globale Erwärmung – aber ohne Fälschung der Bücher“. Finanzierung und Entwicklung, Vol. 30, 1993, S. 6–8.
- BOTKIN, Daniel B., Lee M. TALBOT, „Biological Diversity and Forests“. In: Narendra P. SHARMA (Ed.), *Managing the World's Forests*. World Bank, Washington 1992, S. 47–74.
- BROOKSHIRE, David, Larry EUBANKS, Alan RANDALL, „Estimating Option Prices and Existence Values for Wildlife Resources“. *Land Economics*, Vol. 59, 1983, S. 1–15.
- CERVIGNI, Raffaello, *Conserving Biological Resources: Costs, Benefits and Incentives in an International Perspective*. Nota di Lavoro, Nr. 17, Mailand 1993.
- CLAWSON, Marion, Jack KNETSCH, *Economics of Outdoor Recreation*. Baltimore 1966.
- CLINE, William R., *The Economics of Global Warming*. Washington 1992.
- , „Zukunftsgüter abdiskontieren? – Eine Einführung“. Finanzierung und Entwicklung, Vol. 30, 1993, S. 3–5.
- DIAMOND, Peter A., Jerry A. HAUSMAN, „On Contingent Valuation Measurement of Nonuse Values“. In: Jerry A. HAUSMAN (Ed.), *Contingent Valuation: A Critical Assessment*. Amsterdam 1993, S. 3–35.
- EHUI, Simeon K., Thomas W. HERTEL, „Deforestation and Agricultural Productivity in the Côte d'Ivoire“. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 71, 1989, S. 703–711.
- ENQUETE-KOMMISSION „VORSORGE ZUM SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE“ (EK), *Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung*. Bonn 1992.
- , *Zweiter Bericht zum Thema „Schutz der tropischen Regenwälder“*. Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode, Drucksache Nr. 11/7220, Bonn, 24.5.1990.
- FANKHAUSER, Samuel, *The Economic Costs of Global Warming: Some Monetary Estimates*. Paper presented to the International Workshop on Costs, Impacts and Possible Benefits of CO₂ Mitigation. Laxenburg, September 1992.
- FISHER, Anthony C., W. Michael HANEMANN, *Valuation of Tropical Forests*. University of California, Department of Agricultural and Resource Economics, Working Paper, Nr. 576, Berkeley 1991.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (FAO/UNEP), *Tropical Forest Resources Assessment Project*. Technical Report 1–3. Rom 1981.
- GILLIS, Malcolm, „Forest Concession Management and Revenue Policies“. In: Narendra P. SHARMA (Ed.), *Managing the World's Forests*. World Bank, Washington 1992, S. 139–175.
- GRAY, John A., Soestrimo HADI, *Fiscal Policies and Pricing in Indonesian Forestry*. GOI/FAO Field Document, Nr. VI-3, Jakarta 1990.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge, Mass., 1990.
- JORGENSEN, Dale W., Peter J. WILCOXEN, „Reducing US Carbon Dioxide Emissions: The Costs of Different Goals“. In: John R. MORONEY (Ed.), *Energy, Growth and the Environment*. Greenwich 1991, S. 125–138.
- KOPP, Raymond J., „Why Existence Value Should be Used in Cost-Benefit Analysis“. *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 11, 1992, S. 123–130.
- KRAMER, Randall, Robert HEALY, Robert MENDELSON, „Forest Valuation“. In: Narendra P. SHARMA (Ed.), *Managing the World's Forests*. World Bank, Washington 1992, S. 237–268.
- LANDEFELD, J. Steven, James R. HINES, „Valuing Non-Renewable Natural Resources – The Mining Industries“. *Review of Income and Wealth*, Vol. 31, 1985, S. 1–20.
- LARSON, Douglas M., „On Measuring Existence Value“. *Land Economics*, Vol. 69, 1993, S. 377–388.
- , Paul R. FLACCO, „Measuring Option Prices from Market Behaviour“. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 22, 1992, S. 178–198.
- LUTZ, Ernst, *Toward Improved Accounting for the Environment*. World Bank, Washington 1993.
- MANNE, Alan S., Richard G. RICHELIS, *Buying Greenhouse Insurance: The Economic Costs of CO₂ Emission Limits*. Cambridge, Mass., 1992.

- MENDELSON, Robert, Michael J. BALICK, „Assessing the Economic Value of Traditional Medicines from Tropical Rain Forests“. *Conservation Biology*, Vol. 6, 1992, S. 128–130.
- MITCHELL, Robert C., Richard T. CARSON, *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington 1989.
- PEARCE, David W., „An Economic Approach to Saving the Tropical Forests“. In: Dieter HELM (Ed.), *Economic Policy Towards the Environment*. Oxford 1992, S. 239–262.
- , R. Kerry TURNER, *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore 1990.
- , Seema PUROSHOTHAMAN, *Protecting Biological Diversity: The Economic Value of Pharmaceutical Plants*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment. CSERGE Discussion Paper, 92-27. Norwich 1992.
- PETERS, Charles M., Alwyn H. GENTRY, Robert MENDELSON, „Valuation of an Amazonian Rainforest“. *Nature*, Vol. 339, 1989, S. 655–656.
- POORE, Duncan C., Peter BURGESS, John PALMER, Simon RIETBERGEN, Timothy SYN-NOTT, *No Timber Without Trees*. London 1989.
- PRINCIPE, Peter, *Monetizing the Pharmacological Benefits of Plants*. US Environmental Protection Agency. Washington 1991.
- REPETTO, Robert, Malcolm GILLIS, *Public Policies and the Misuse of Forest Resources*. Cambridge, Mass., 1988.
- , William MAGRATH, Michael WELLS, Christine BEER, Fabricio ROSSINI, *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts*. World Resources Institute, Washington 1989.
- RUITENBEEK, Jack, *Social Cost-Benefit Analysis of the Korup Project, Cameroon*. World Wide Fund for Nature, London 1989.
- SEDJO, Robert A., „Property Rights, Genetic Resources, and Biotechnological Change“. *The Journal of Law and Economics*, Vol. 35, 1992, S. 199–213.
- SHARMA, Narendra P., *Managing the World's Forests*. World Bank, Washington 1992.
- SIEBERT, Horst, *Economics of the Environment: Theory and Policy*. 3. neubearb. Aufl., Berlin 1992.
- THIELE, Rainer, *Conserving Tropical Rain Forests in Indonesia – A CGE Analysis of Alternative Policies*. Institut für Weltwirtschaft, Kieler Arbeitspapiere, 621, März 1994.
- , Manfred WIEBELT, „National and International Policies for Tropical Rain Forest Conservation – A Quantitative Analysis for Cameroon“. *Environmental and Resource Economics*, Vol. 3, 1993, S. 501–531.
- TOBEY, James, John REILLY, Sally KANE, „Economic Implications of Global Climate Change for World Agriculture“. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 17, 1992, S. 195–204.
- TOBIAS, Dave, Robert MENDELSON, „Valuing Ecotourism in a Tropical Rainforest Reserve“. *Ambio*, Vol. 20, 1991, S. 91–93.