

6 Aggregierte Gefährdung der Waldökosysteme

In diesem Kapitel soll die vorgestellte Teildynamik des GW in Form der sieben diskutierten Syndrome genutzt werden, um eine zusammenfassende Gesamtschau einer Gefährdung von Waldökosystemen zu geben. Hierbei erfolgt eine Analyse der Beziehungsgeflechte aller sieben zum Kernproblem beitragenden Ursache-Wirkungsmuster. Eine aggregierte Bewertung der aktuellen Schädigung und zukünftigen Gefährdung der Waldökosysteme wird basierend auf den Dispositions- und Intensitätsbestimmungen der drei Hauptsyndrome vorgenommen. Die resultierenden komplexen Gefährdungsindizes stellen, räumlich explizite, globale Abschätzungen der Schädigungs- und Gefährdungslage der Waldökosysteme dar. Bisherige Untersuchungen betrachteten die Waldökosysteme entweder nur kontinental beschreibend (Herkendell & Pretzsch 1995; FAO 1997, 1999; Brown et al. 1999) oder, wie die Studie der *Frontier Forest Initiative* (WRI 1997), nur auf die Primärwälder bezogen. Des Weiteren liegt eine Fülle von regionalen Fallstudien (Miller 1991; Diem 1993; Heilig 1994; Verissimo et al. 1995; Kahn & McDonald 1995; Wunder 1997; Walker & Homma 1996; Mertens & Lambin 1997; Lambin & Mertens 1997; Rudel & Roper 1997; Parayil & Tong 1998; Stone 1998; Soltwedel-Schäfer 1997; Greenpeace 1998; Scholz I. 1999; Nepstad et al. 1999; etc.) vor, die jedoch meist nur eine relativ kleine Region oder nur ein typisches Entwaldungsmuster beschreiben.

6.1 Analyse der Syndrommechanismen

Die Entwaldung hat vor allem auf Grund ihrer die natürlichen Regenerationszeiten überschreitenden Geschwindigkeit eine nicht-nachhaltige Dimension. Neben der bedeutenden Rolle der Wälder in den biogeochemischen Stoffkreisläufen trägt dieses Kernproblem auch durch den großen Biodiversitätsverlust in den tropischen Regionen zu einer nicht-nachhaltigen Entwicklung bei. Durch eine gemeinsame Betrachtung der in den syndromspezifischen Beziehungsgeflechten dargestellten Mechanismen, können die einzelnen, hauptsächlich zu diesem Entwicklungspfad beitragenden nicht-nachhaltigen Subdynamiken im Hinblick auf ihre Auslöser und Triebkräfte untersucht werden. Diese Betrachtung der Beziehungsgeflechte der an der globalen Entwaldung beteiligten Syndrome zeigt, dass der *Anspruchsteigerung* und der *Ausbreitung westlicher Konsum und Lebensstile* eine bedeutende Rolle in diesem Zusammenhang zukommt. Dies führt zu einem *zunehmenden Verbrauch von Energie und Ressourcen* für eine nachholende Entwicklung die in den Entwicklungs- und Schwellenländern. In vielen Fällen führt dies direkt, in anderen Fällen indirekt über eine Erschließung von nicht biotischen Ressourcen (z. B.: Bodenschätze), zu einer *Übernutzung und Konversion von Ökosystemen*. Die *Anspruchsteigerung* verursacht in den entwickelten Industrienationen einen *zunehmenden Verbrauch von Energie und Ressourcen* und induziert ein Anwachsen des Konsums mit einem Anstieg des Ressourcenverbrauch, der Verschmutzung von Luft, Wasser und Böden und schließlich einer *Schädigung und Konversion von Ökosystemen*.

Eine weitere in verschiedenen Syndrommechanismen auftretende Entwicklung ist das Versagen der politischen Entscheidungsträger: Korruption, die nur sehr kurzfristig ausgerichtete Politik sowie spezielle wirtschaftspolitische Präferenzen (z. B. ein *urban bias*, unangemessene Exportorientierung der Wirtschaft, ein die Ressourcenplünderung förderndes Landrecht, die Nichtberücksichtigung der Rechte von indigenen Völkern und Minderheiten, etc.) konstituieren ein politisches Umfeld das eine *Übernutzung* und *Konversion von Ökosystemen* begünstigt. Diese Prozesse werden zunehmend durch den Einfluss multinationaler Konzerne und ausländischer Regierungen über die zunehmende *Globalisierung der Märkte* noch weiter verstärkt. Oftmals sind die lokalen Regierungen über diesen externen Druck des globalen Marktes und durch *internationale Verschuldung* regelrecht gezwungen, eine die Ressourcen übernutzende Politik zu betreiben. Neben der individuellen Verarmung führt vor allem auch eine Staatsverschuldung, verknüpft mit der *Ausweitung internationaler Disparitäten*, zu einer zunehmenden Ressourcenexploitation. Oftmals kann angesichts der dringlichen, aktuellen Probleme der Entwicklungsländer keine Rücksicht auf mittel- bis langfristige Schädigungen genommen werden.

Neben diesen nicht-nachhaltigen Entwicklungen lassen sich aus den Beziehungsgeflechten aber auch problemabschwächende Mechanismen und Symptome identifizieren. Diese Elemente gilt es zu stärken, um eine Veränderung zu erreichen. In unseren reichen Industrienationen des Nordens ist eine Veränderung des Konsumverhaltens anzustreben. Die Präferenz zertifizierter, also umweltschonend erzeugter und „fair“ gehandelter Ware gegenüber billigen Massenprodukten aus Raubbau oder umwelterstörendem Anbau gilt es zu fördern. Dies erfordert einen grundlegenden Wertewandel in unserer Gesellschaft. Die nicht-nachhaltige Sicht von Natur als ubiquitärem und meist „kostenlosem“ Produktionsfaktor muss über die Einbeziehung von Folgekosten umweltschädlichen Handels in die Produktionskosten grundlegend verändert werden. Ansätze einer Monetarisierung der Ökosystemleistungen, wie z. B über die Berücksichtigung und Bewertung der Senken- und Quellenfunktion der biogeochemischen Stoffkreisläufe (als Beispiel sei hier nochmals auf Costanza et al. [1997] verwiesen), sind hierbei Schritte in die richtige Richtung. Eine öffentliche und wissenschaftliche Debatte zur ethischen und moralischen Bewertung dieser Monetarisierung ist dringend erforderlich. In den von den direkten und indirekten Folgeschäden dieses Handels betroffenen Entwicklungsländern sind neben dem Umweltschutzgedanken und NROs, vor allem demokratische Institutionen und Entwicklungen zu stärken. Allerdings muss hier bedacht werden, dass eine verstärkte Demokratisierung auch die Rolle von Lobbies stärkt, die ökonomische Interessen vor einen ressourcenschonenden Umgang mit der Natur stellen können. Mit Hilfe eines *verstärkten Technologietransfers* neuer, schonender Produktionsverfahren, die die heute eingesetzten, technologisch meist überholten Verfahren ersetzen könnten, dürfte eine Verbesserung der Situation erlangt werden. Zusammen mit einem *Schuldenerlass* könnten diese Entwicklungen zur Verbesserung der ökonomischen Lage der Entwicklungsländer beitragen und einen schonenderen Umgang mit Ressourcen wie den Waldökosystemen führen.

6.2 Syndrombasierte aggregierte Gefährdungsindikatoren

Ausgehend von den im vorhergehenden Kapitel vorgenommenen Syndromanalysen für das RAUBBAU-SYNDROM, das SAHEL-SYNDROM und das DUST-BOWL-SYNDROM wird im Folgenden eine aggregierten Abschätzung der Gefährdungslage globaler Waldökosysteme vorgenommen (Cassel-Gintz & Petschel-Held 2000). Grundlage für der Gefährdungs- und Schädigungsindikatoren sind die Intensitäten und Dispositionen der Syndrome, die in verschiedenen waldgefährdenden Kombinationen bewertet werden.

6.2.1 Die aggregierte Gesamtgefährdung der Waldökosysteme

Die Abschätzung der Gesamtgefährdung von Wäldern ergibt sich aus der Kombinationen der einzelnen Syndrom-Dispositionen. Diese Gesamtgefährdung liefert analog zu der Disposition eines Syndroms eine Bewertung der Möglichkeit, dass einzelne oder mehrere Syndrommechanismen aktiv werden können. Sie umfasst damit sowohl bisher noch nicht geschädigte Regionen, als auch Regionen, in denen eine Schädigung im für die Daten relevanten Zeitraum von ~ 30 Jahren bereits erfolgt ist. Die dieser Abschätzung zu Grunde liegende Frage ist: In welchen Regionen können Wälder prinzipiell durch das mögliche Auftreten eines oder mehrerer Hauptsyndrome der Entwaldung geschädigt werden? Hier wird zunächst nicht unterschieden, ob einzelne Syndrome bereits aktiv sind (siehe Abschnitt 6.2.2) oder durch den Eintritt besonderer Expositionen der Syndromausbruch unmittelbar bevorsteht (siehe Abschnitt 6.2.3).

Analog zur Dispositionsbestimmung für ein einzelnes Syndrom, drückt der aus den aggregierten Dispositionen erzeugte Indikator, GI , die potentielle Anfälligkeit einer Region gegenüber dem Auftreten eines oder mehrerer der drei Haupt-Ursache-Wirkungsmuster der Entwaldung und Waldschädigung aus. Diese indirekte, durch die generelle Möglichkeit der Aktivierung der Syndrommechanismen gegebene Gefährdung liegt vor, wenn, eine hohe Disposition für ein oder mehrere Syndrome vorliegt. Ist eine Region gleichzeitig für mehrere Syndrome disponiert, ist von einer Gefährdung auszugehen, die höher ist als bei der Disposition gegenüber nur einem Syndrom. Allerdings kann der Zugehörigkeitswert zur „hohen aggregierten Gesamtgefährdung“, μ_{hoch}^{GI} , nicht größer 1 sein, d. h. durch die Synergie kann der Gesamtindikator höchstens den Wert 1 annehmen. Der synergistische Effekt wird hier mit Hilfe eines Lukasiewicz-ODER Operators ($\ddot{\vee}$) formalisiert. Hierbei werden die einzelnen Zugehörigkeitswerte für die Dispositionen addiert, und, sofern die Summe größer ist als 1, abgeschnitten (Gleichung 32). Der resultierende Gesamtgefährdungsindikator GI ist in Abbildung 38 dargestellt.

$$\begin{aligned} \mu_{hoch}^{GI} &= \mu(RD \ddot{\vee} SD \ddot{\vee} DD) \\ \mu_{hoch}^{GI} &= \min \{ \mu_{hoch}^{RD} + \mu_{hoch}^{SD} + \mu_{hoch}^{DD}, 1 \} \end{aligned} \quad \text{Gleichung 32}$$

wobei: RD = Disposition des RAUBBAU-SYNDROMS, SD = Disposition des SAHEL-SYNDROMS und DD = Disposition des DUST-BOWL-SYNDROMS

6.2.1.1 Diskussion der räumlichen Verteilung des Gesamtgefährdungsindikators – GI

Generell erscheinen fast alle verbliebenen Waldgebiete als indirekt gefährdet durch eines oder mehrere der Hauptentwaldungssyndrome. Ausnahmen in Eurasien bilden die nördliche Baumgrenze Skandinaviens, einige Regionen in Japan sowie die nur schwer zugänglichen Regionen Nord- und Ostsibiriens. Bei letzteren wurden nur sehr geringe Einzeldispositionen indiziert. Nur vom RAUBBAU-SYNDROM ist in diesen Regionen eine geringe bis mittlere Gefährdung angezeigt. Auch die Wälder Nordamerikas sind weniger stark gefährdet. In den schwer zugänglichen und nur bedingt nutzbaren Gebirgs- und nördlichen Permafrostregionen besteht nur eine mögliche Gefährdung durch den Holzeinschlag.

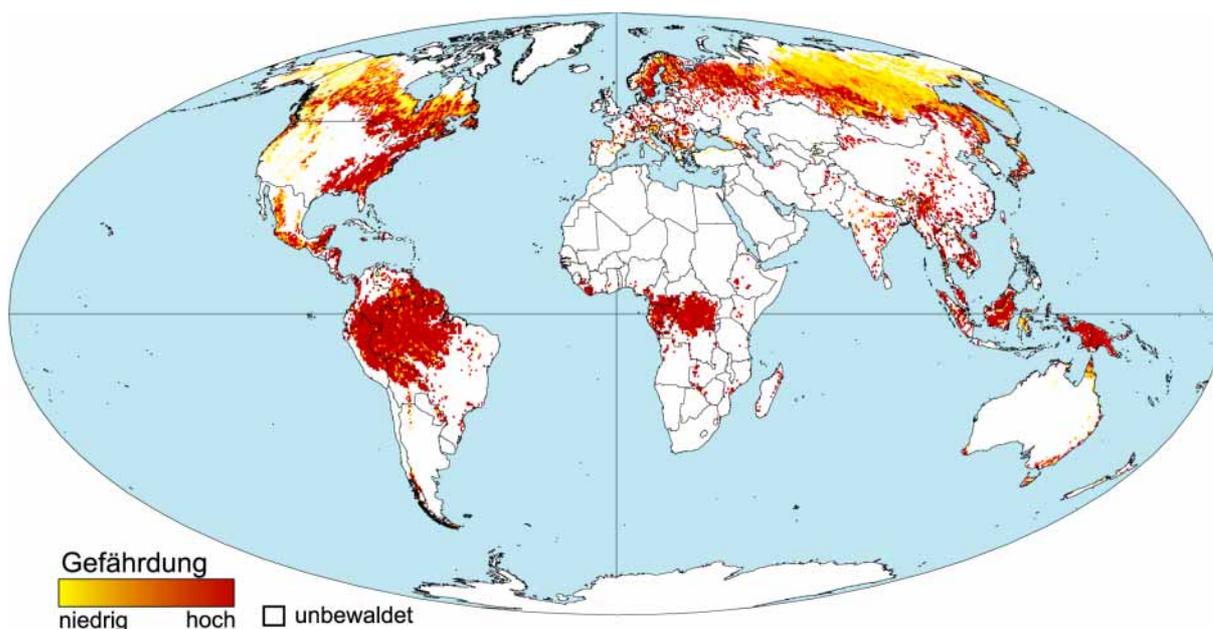


Abbildung 38: GI - indirekter Gesamtgefährdungsindikator durch Hauptsyndrome der Entwaldung.

6.2.2 Abschätzung der aktuellen Schädigung und Gefährdung der Waldökosysteme

Die gegenwärtig in einer Region aktiven, zur Waldkonversion oder Schädigung beitragenden Syndrome erzeugen eine aktuelle Schädigung und Gefährdung der regionalen Waldökosysteme. Hierbei kann auf Grund der zeitlichen (Daten über einen Zeitraum von mehreren Jahren) und räumlichen Auflösung ($0.5^\circ \times 0.5^\circ$ Raster) nicht unterschieden werden, ob eine Schädigung gerade vonstatten geht oder unmittelbar bevorsteht, d. h. die Waldgebiete einer Region also aktuell gefährdet sind. Diese aktuelle Schädigung und Gefährdung wird über die Einschätzungen der derzeitigen Aktivität der Syndrome ausgedrückt. Die dieser Abschätzung zu Grunde Frage ist: Wo wird aktuell Wald zerstört oder geschädigt?

Die Intensitätsbestimmungen von RAUBBAU-SYNDROM, SAHEL-SYNDROM und DUST-BOWL-SYNDROM stellen die Grundlage zur Erzeugung des aktuellen Gefährdungs- und Schädigungsindikators der Waldökosysteme, AGI, dar.

6.2.2.1 Datenunsicherheit

Auf Grund von Datenlücken konnte für eine Reihe von Ländern keine Berechnungen für die Intensitäten des RAUBBAU- und des SAHEL-SYNDROMS erzeugt werden. In Folge dessen ist der auf den Intensitätsberechnungen basierende aktuelle Schädigungs- und Gefährdungsindikator *AGI* für diese Länder mit einer Unsicherheit versehen. Diese Datenunsicherheit wird beim Fehlen von zwei Ausgangsindikatoren als hoch, beim Fehlen nur eines Elements als mittel angesehen (Abbildung 39). Um trotz dieser Unsicherheit eine Aussage über die aktuellen Gefährdung geben zu können, wird bei dem im Folgenden vorgestellten Indikator *AGI* jeweils eine obere und untere Abschätzung vorgenommen, welche somit die Grenzen des möglichen Intervalls von *AGI* bildet. Für die untere Abschätzung wird anstelle der fehlenden Daten für die einzelnen Syndromintensitäten jeweils kein aktives Syndrom, also Intensitätswert 0, angenommen, für die obere das Maximum der möglichen Syndromintensitäten, der Wert 1. Die auf Grund der Datenlücken in diesen Regionen nicht bestimmbar sind Syndromintensitäten müssen zwischen diesen Grenzen liegen.

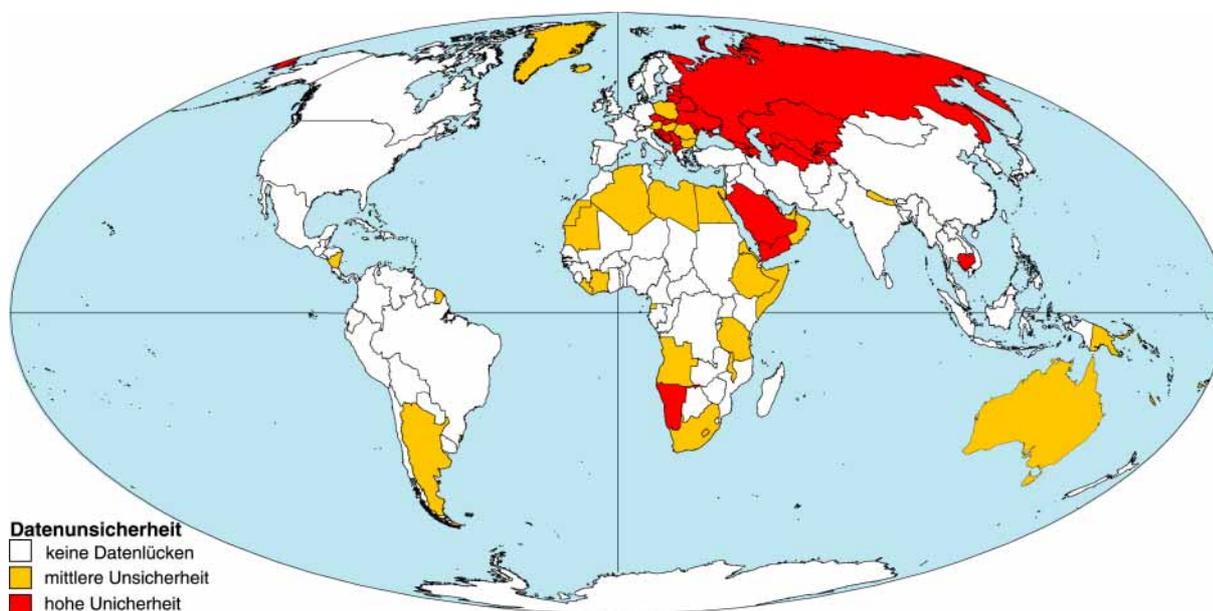


Abbildung 39: Datenunsicherheit des aktuellen Waldgefährdungs- und Schädigungsindicators - *AGI*.

6.2.2.2 Berechnung des aktuellen Gefährdungsindicators - *AGI*

Die Intensitäten der gegenwärtig in einer Region aktiven Syndrome tragen zur aktuellen Schädigung und Gefährdung der Wälder bei. Ist ein Syndrom aktiv, so findet eine aktuelle Schädigung statt. Sind gleichzeitig mehrere Syndrome aktiv, so ist auch hier, analog zum *GI*, von einer Schädigung auszugehen die höher ist als die der einzelnen Intensitäten.

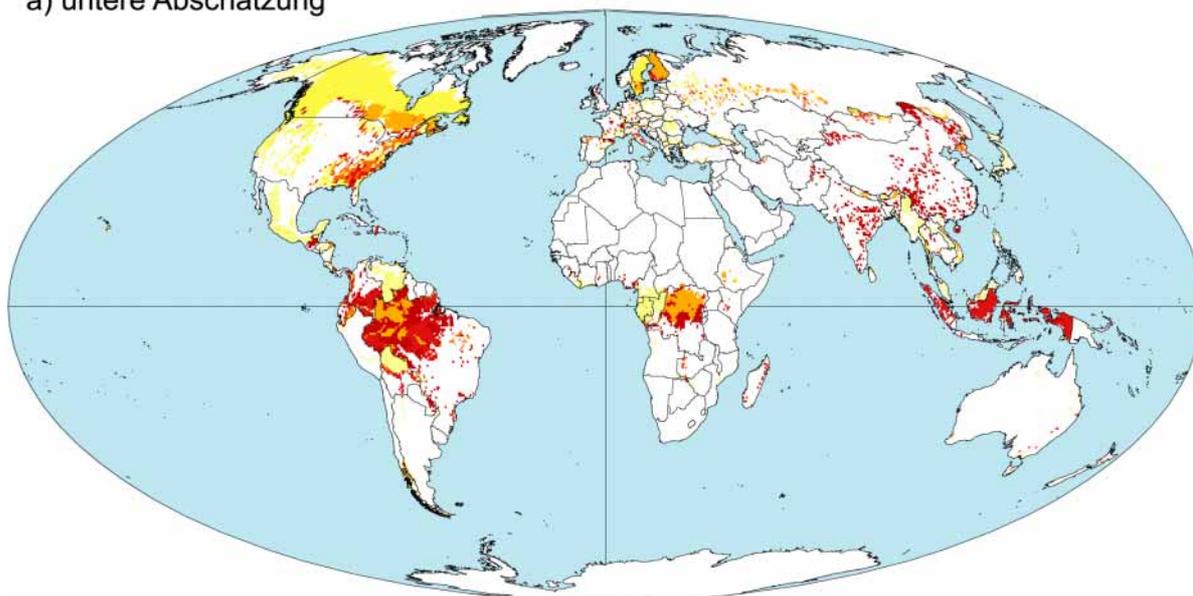
Auch für den Zugehörigkeitswert zur „hohen aktuellen Waldschädigung und -gefährdung“, μ_{hoch}^{AGI} , wird der synergistische Effekt der Gefährdung mit Hilfe eines Lukasiewicz-ODER Operators ($\dot{\vee}$) formalisiert. Dieser verstärkende Effekt beim Auftreten mehrerer Entwaldungsmuster wird auch in der Literatur (z. B. Barber 1998) beschrieben und ist in Gleichung 33 dargestellt.

$$\begin{aligned} \mu_{hoch}^{AGI} &= \mu (RI \ddot{\vee} SI \ddot{\vee} DI) \\ &= \min\{\mu_{hoch}^{RI} + \mu_{hoch}^{SI} + \mu_{hoch}^{DI}, 1\} \end{aligned} \tag{Gleichung 33}$$

wobei: *RI* = Intensität des RAUBBAU-SYNDROMS, *SI* = Intensität des SAHEL-SYNDROMS und *DI* = Intensität des DUST-BOWL-SYNDROMS

Der resultierende aktuelle Gefährdungsindikator, *AGI*, ist in den Karten in Abbildung 40 für die untere und obere Abschätzung der aktuellen Waldgefährdung dargestellt. In der unteren Abschätzung werden die Datenlücken mit 0, also kein syndromspezifischer Druck auf die Waldökosysteme, angenommen. Dies führt zu einer optimistischen Bewertung der realen Situation. Die obere Abschätzung stellt, da hier die fehlenden Syndromintensitäten mit dem Wert 1 ersetzt werden, eine pessimistische Einschätzung der Lage der Wälder dar.

a) untere Abschätzung



b) obere Abschätzung

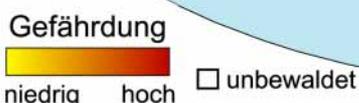
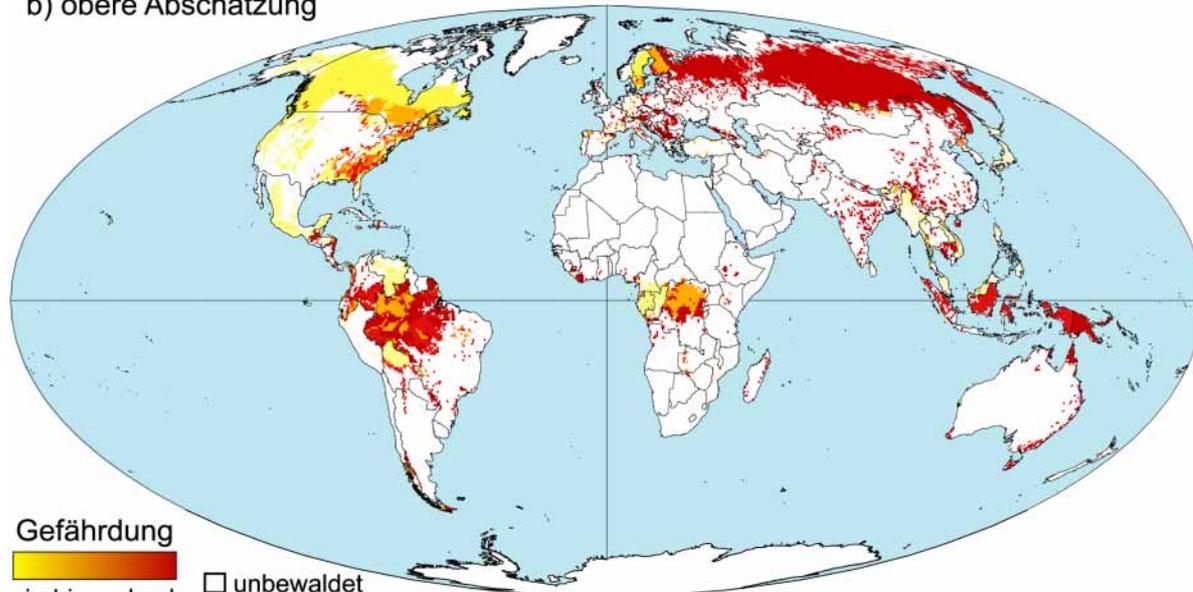


Abbildung 40: *AGI* - aktueller Schädigungs- und Gefährdungsindikator in Bezug auf die globalen Waldgebiete; a) untere Abschätzung; b) obere Abschätzung.

6.2.2.3 Diskussion der räumlichen Verteilung des aktuellen Schädigungs- und Gefährdungsindikators – AGI

Der syndrombasierte aktuelle Schädigungs- und Gefährdungsindikator für Waldökosysteme wird mit Resultaten aus der Expertenbefragung der *Frontier Forest Initiative* des WRI (1997) zur Gefährdungslage der Primärwälder, FAO-Regionaleinschätzungen und weiteren Fallstudienresultaten verglichen. Die WRI-Befragung regionaler Experten zu Umfang und Gefährdung der global verbliebenen Primärwälder stellt die bisher einzige räumlich explizierte Analyse der Gefährdung von Waldökosystemen auf globaler Basis dar. Die Primärwaldstudie wird aus diesem Grund als Hauptvergleichs- und Verifikationsmöglichkeit für AGI (Abbildung 40) herangezogen. Aus der *Frontier Forest Initiative* entstand die *Global Forest Watch* (GFW) Forschungsgruppe, deren neueste Ergebnisse (GFW 2000) darauf hindeuten, dass der Indikator der *Frontier Forest Initiative* in vielen Regionen die Gefährdung der Primärwälder unterschätzt. Diese aktuellen Einschätzungen wurden mit Hilfe von Satellitendaten gewonnen und GIS-gestützt ausgewertet. Allerdings weisen neuere Forschungsergebnisse aus Amazonien (Nepstad et al. 1999) nach, dass die satelliten- und luftbildbasierte Einschätzung der Entwaldungsprozesse die eigentliche Schädigung der Waldökosysteme durch selektierten Einschlag stark unterbewertet, was diese Form der Datenerhebung nur für Formen der großflächigen Rodung (*clear cut*) anwendbar macht.

Grundlegende Unterschiede in der Einschätzung der verschiedenen Bewertungen der Waldgefährdungen sind die differenziertere Einstufung der Schädigung und Gefährdung im AGI, gegenüber einer teilweise besseren räumlichen Auflösung der WRI-Expertenbefragung. Der größte Nachteil der WRI-Studie liegt in der Tatsache, dass hier nur diejenigen Primärwälder berücksichtigt wurden, die in ihrer Abmessung groß genug sind um natürlichen Störungen Stand halten zu können. Im Gegensatz dazu wird in den syndrombasierten Gefährdungsindikatoren allen als Wald ausgewiesenen Rasterzellen (Auflösung $0.5^\circ \times 0.5^\circ$) eine Gefährdungsabschätzung zugewiesen, d. h. der Blickwinkel wird von den Primärwäldern auf die als zunehmend wichtiger eingeschätzte Entwaldung in den Sekundärwäldern (FAO 1999) ausgeweitet.

Die globale Gefährdungslage der Primärwälder wird in der WRI-Studie (1997) als sehr hoch eingestuft. Wie aus Abbildung 41 ersichtlich, werden ~ 39 % der noch verbliebenen Primärwälder mit einer mittleren oder hohen Gefährdung eingestuft. In der ersten Spaltengruppe des Diagramms wird eine kontinentale und globale Einschätzung des Anteils von Primärwäldern mit einem mittleren und hohen Gefährdungsgrad abgegeben. Gründe für diese Gefährdung werden in den nächsten Spalten angegeben, wobei neben dem direkten Holzeinschlag die landwirtschaftlichen Aktivitäten und die infrastrukturelle Erschließung angeführt werden. In der Kategorie „Andere“ ist vor allem der Brennholzbedarf inklusive der Holzkohlegewinnung enthalten. Die hier angeführten „Entwaldungsgründe“ finden sich auch in den Kausalmustern der Syndrome wieder. In der syndrombasierten Analyse werden sie allerdings hinsichtlich ihrer grundlegenden Voraussetzungen, Triebkräfte und typischen Interaktionen noch genauer aufgelöst.

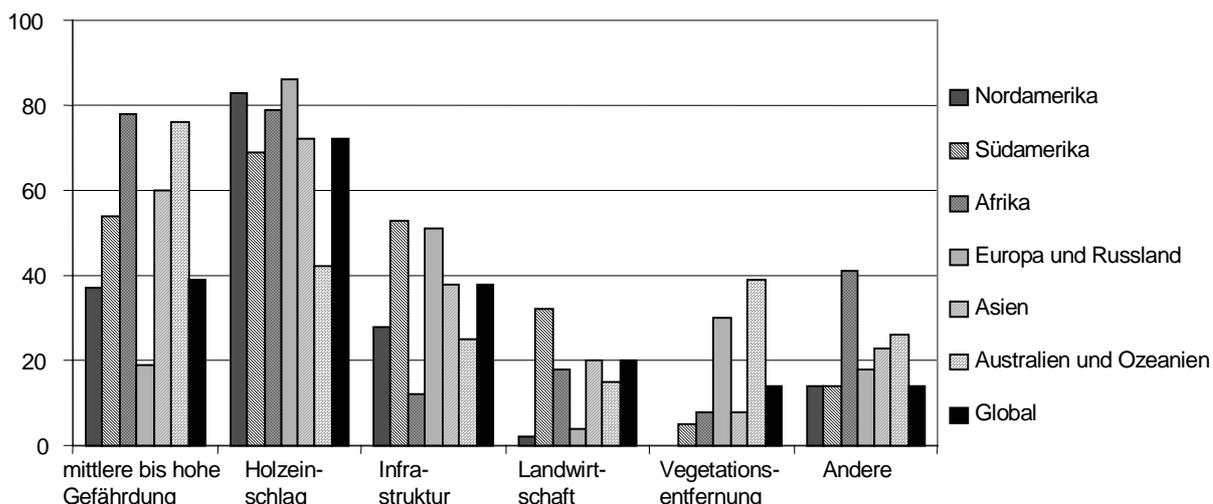


Abbildung 41: Prozentuale Gefährdung der globalen Primärwälder (Daten: WRI 1997).

Europa und Russland

Die Wälder Westeuropas sind als aktuell eher nicht gefährdet einzuschätzen. Das durch die EU - Agrarpolitik bedingte aktive DUST-BOWL-SYNDROM (Kap. 5.3) ist hier nicht als waldgefährdend anzusehen, da es zu keiner neuen Konversion von Waldgebieten kommt. Im Gegenteil: Auf Grund von Flächenstilllegungen in den letzten Jahren ist ein Zuwachs der Waldfläche zu verzeichnen (FAO 1997, 1999). Für das RAUBBAU-SYNDROM wird auch nur für Teile der Region eine Intensität angegeben, die vor allem in den skandinavischen Ländern angezeigt wird (Kap. 5.1). Eine Bedrohung und Schädigung der Wälder geht hier eher von einer von der Forstwirtschaft geförderten Artenverarmung und von der Schädigung durch die Bioakkumulation von Schwefel- und Stickstoffverbindungen durch Ferntransport („Saurer Regen“) aus. Dieser Prozess ist als Teil des HOHER-SCHORNSTEIN-SYNDROMS anzusehen (WBGU 1997). Die stark genutzten Wälder Fennoskandiens sind in noch stärkerem Maße durch die schleichende Konversion zu Monokulturen bedroht (Greenpeace 1998). Hier sowie in den Wäldern Osteuropas und Russlands, ist es auch zu starken Waldschädigungen im Zuge des HOHER-SCHORNSTEIN-SYNDROMS gekommen.

Die Wälder Osteuropas und Russlands sind vor allem auf Grund der schlechten ökonomischen Situation und der hohen Korruption der Verwaltungen von intensivem Holzeinschlag bedroht (Greenpeace 1998; WRI 1997). Die Aussage des *AGI* für Russland und die ehemaligen Comecon-Staaten stellt nur eine obere, pessimistische Abschätzung dar, da in dieser Region aus Datenmangel sowohl für das RAUBBAU- als auch das SAHEL-SYNDROM keine Intensitätsberechnungen vorliegen. Andere Quellen (Greenpeace 1998; FAO 1999) schätzen die Situation der Wälder vor allem in Russland als sehr bedrohlich ein. Die borealen Nadelwälder Sibiriens werden mit Hilfe modernster Harvester-Technik großflächig abgeholzt (Shvidenko et al. 1992; Shvidenko & Nilsson 1994). Hier ist insbesondere auch ausländisches Kapital im Einsatz. Ein zunehmender Teil der Produktion geht nach Japan und Südkorea. Vom jährlichen Einschlag von ~ 4 Mio. ha Taiga pro Jahr entfällt die Hälfte auf industrielles „*Clear Cutting*“, wobei etwa 40 % des geernteten Holzes als Abfall verloren geht. Eine weitere Bedrohung geht von anthropogen verursachten, außer Kontrolle

geratenen Waldbränden aus, die jährlich weitere 1 - 2 Mio. ha Wald vernichten (Shvidenko & Nilsson 1994; IIASA 1994).

Asien

Der syndrombasierte Schädigungs- und Gefährdungsindikator zeigt im kontinentalen Asien vor allem in Afghanistan, Pakistan, Indien, China, Nordkorea und Kambodscha einen hohen Wert an. In diesen Ländern sind alle drei Syndromintensitäten mit mittlerer bis hoher Stärke berechnet (Kap. 5). In Nepal kann durch *AGI* eine mittlere Schädigung und Gefährdung konstatiert werden. Die geringe aktuelle Schädigungs- und Gefährdungseinschätzung der Wälder Malaysias kann darauf zurückgeführt werden, dass die Welle der malaiischen Entwaldung bereits zu Anfang der 70er Jahre massiv einsetzte und zum Zeitpunkt der Bestimmung der Indikatoren nicht mehr, oder nur noch sehr schwach aktiv war (George 1999), was auch durch den niedrigen Intensitätswert des RAUBBAU-SYNDROMS bestätigt wird. Die hohen *AGI* Einschätzung der Waldgebiete Indonesiens lassen sich hier auf einen hohen Wert für das RAUBBAU-SYNDROM und einen mittleren für das DUST-BOWL-SYNDROM zurück führen.

Nach Einschätzungen der FAO (1997) unterliegen die Wälder Asiens zwei verschiedenen Formen der Veränderung von etwa gleicher Stärke, zum Einen eine langsame Konversion durch die Intensivierung und Ausweitung von Wanderfeldbau, hervorgerufen von einem steigenden ländlichen Bevölkerungsdruck und andererseits eine rasche, abrupte Konversion durch zentralgesteuerte Prozesse, wie staatliche Migrationsprogramme und das Anlegen großer Monokulturplantagen. Eine weitere bedeutende Komponente der Entwaldung stellt hier die Brennholznutzung dar (Friedman & Friedman 1988). Die eigentliche Stammholznutzung ist eher in den Hintergrund getreten, da die meisten ökonomisch verwertbaren Wälder bereits ausgebeutet wurden. Die asiatischen Holzkonzerne drängen mittlerweile verstärkt nach Südamerika und Sibirien vor.

Die Wälder Indonesiens waren in den letzten Jahren durch die großen Brände im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Ausgelöst wurden diese Waldbrände größtenteils durch illegale Brandrodung für Anbauflächen von „*Cash crops*“, vor allem für große Ölpalmpflanzungen (Barber 1998; George 1999). Weiter verstärkt wurden diese außer Kontrolle geratenen Brände durch langanhaltende, intensive ENSO Ereignisse und die daraus resultierenden Trockenheiten. Nach Angaben der FAO (1999) und der GFW (2000) kam es durch die Waldbrände zu einer Steigerung der Entwaldung von 0.8 % (1980 - 1989) auf über 1 % (1990 - 1995).

Australien / Ozeanien

Fast alle Wälder in dieser Region können als aktuell geschädigt oder hoch gefährdet angesehen werden. Allerdings geht diese Einschätzung auf Grund der unzureichenden Datenlagen nur auf die Intensitätsberechnung des DUST-BOWL-SYNDROMS zurück. Ausnahmen bilden nur einige schlecht zugängliche Wälder minderer Holzqualität im Westen Australiens, sowie einige in den dichter besiedelten Regionen im Süden.

Nord- und Mittelamerika

Der syndrombasierte *AGI* (Abbildung 40), weist vor allem die Wälder der Atlantikküste, entlang des St. Lorenz Stroms sowie um die Großen Seen als aktuell geschädigt oder gefährdet aus. Mit Ausnahme von Mittelamerika ist eine mögliche Schädigung in diesen Regionen nur durch das DUST-BOWL- und RAUBBAU-SYNDROM gegeben. Weitere Regionen mittlerer bis hoher Schädigung oder Gefährdung werden in den nördlichen Waldregionen der kanadischen Prärie sowie an der Westküste angezeigt. Der Indikator des WRI (1997) stuft die Primärwälder dieser Regionen ebenfalls als hoch bedroht ein. Auf Grund der in dieser Region verbliebenen großen Primärwälder kann der WRI-Indikator in dieser Region als Vergleich herangezogen werden. Die Unterschiede in der Gefährdung sind zum Teil ein Problem der Datenauflösung, zum Teil ist nach Angaben der *Global Forest Watch* die Gefährdungseinschätzung des WRI-Indikators in Nordamerika aber auch unterschätzt (GFW 2000).

Die vom *AGI* als hoch geschädigt oder gefährdet indizierten, teilweise noch unberührten Wälder an der Westküste Kanadas werden auch von der Greenpeace Waldkampagne als hoch gefährdet eingestuft und sind Thema einer öffentlichen Debatte über den Holzeinschlag (Soltwedel-Schäfer 1997). Neben den großflächigen „*clear cuts*“, die über 80 % der Holzerzeugungsfächen in Kanada ausmachen (GFW 2000), geht die Gefährdung der Wälder Nordamerikas vor allem von der Verdrängung natürlicher Waldbestände durch strukturell und biologisch verarmte Wälder und Monokulturen aus (Schmidt 1997).

Ein deutlicher Unterschied in der Bewertung der Gefährdung zwischen dem syndrombasierten *AGI* und der WRI-Expertenbefragung (WRI 1997) tritt in Alaska auf. Diese Wälder werden in der syndrombasierten Analyse (Abbildung 40) auf Grund der geringen Biomasse; also ihres geringen ökonomischen Wertes, und der die Exploitation behindernden Permafrostböden als weniger gefährdet angesehen. Diese Einschätzung steht im Widerspruch zur WRI-Expertenbefragung (1997), wobei angenommen werden kann, dass sich hier auch der Einfluss von Minen- und Bergbauaktivitäten (KATANGA-SYNDROM) bemerkbar macht, die nicht in den *AGI* eingegangen sind.

In Guatemala sowie in den Küstenwäldern von Honduras, Nicaragua, Costa Rica und Panama zeigt der *AGI* in Übereinstimmung mit der WRI-Expertenbefragung (WRI 1997) einen hohen Wert an. Diese Regionen weisen jeweils mittlere bis hohe Intensitäten in allen drei der am aktuellen Schädigungs- und Gefährdungsindikator beteiligten Syndrome aus. In den Ländern Mittelamerikas besteht vor allem die Gefahr der Konversion von Wäldern in landwirtschaftliche Nutzflächen. Diese Flächen werden sowohl zum „*Cash crop*“-Anbau durch multinationale und US-amerikanische Konzerne genutzt, die auf eine lange Tradition der Ausbeutung und politischen Dominanz dieser Länder zurückblicken (United Fruit; Dole, etc.), als auch als Weiden für Rindfleisch von eher minderer Qualität für die amerikanische „*Fast Food*“ Industrie (Williams 1990). Letzteres wurde unter dem Namen „*Hamburger Connection*“ (Myers 1981) bekannt.

Südamerika

Der *AGI* (Abbildung 40) zeigt für die meisten Regionen Südamerikas einen hohen Wert an. Für Peru, Suriname und Guyana wird vom *AGI* keine Schädigung angezeigt, da hier auch die Einzelintensitäten als niedrig oder nicht gegeben errechnet wurden. Allerdings ist für Guyana, Suriname und auch Brasilien bekannt, dass malaysische und internationale Holzeinschlagsfirmen in jüngerer Zeit dort Einschlagskonzessionen erwarben (Rudel & Roper 1997), was auf eine aktuell höhere Schädigung oder Gefährdung hinweist und eine Verbesserung der räumlichen Auflösung einer zukünftigen Syndromdetektion für diese Länder notwendig erscheinen lässt. Im Falle Perus sind die in die einzelnen Syndromanalysen eingehenden ökonomischen Daten zu optimistisch um einen wohl bekannten Armutsdruck darzustellen, der zu einer möglichen Übernutzung führen könnte. Die Einschätzung einer hohen Schädigung oder Gefährdung für Französisch Guyana erfolgte unter Datenmangel und stellt nur die obere Einschätzung dar

Die letzten verbleibenden Regenwälder der gemäßigten Zonen Südamerikas in Argentinien und Chile sind als stark bedroht anzusehen. Mit Ausnahme des SAHEL-SYNDROMS zeigen hier auch die Einzelintensitäten mittlere bis hohe Werte an. Bereits 45 % der historischen Bewaldung Chiles wurde in Plantagen umgewandelt (FAO 1999). Hier ist vor allem die Umwandlung der teilweise einzigartigen Wälder zu Pinien- und Eukalyptusmonokulturen eine große aktuelle Schädigung (GFW 2000). Aber auch der Holzbedarf Asiens für die Papiergewinnung übt einen wachsenden Druck auf die Wälder Chiles aus. Nach Angaben der FAO (1999) wird Asien auch weiterhin die einzige Nettoimportregion für Rundholz bleiben.

Die Primärwälder Venezuelas werden auf Grund ihres hohen Artenreichtums als besonders schutzwürdig erachtet. Venezuela liegt an vierter Stelle der pflanzlichen Biodiversität und speziell der Süden des Landes gilt als einer der fünf „*Wilderness Hotspots*“ der Erde, (Iremonger et al. 1997; WCMC 1998; GFW 2000). Hier ist vor allem das RAUBBAU-SYNDROM aktiv (Kap. 5.1) Die jährliche Entwaldungsrate in der letzten Dekade war mit 1.1 % mehr als doppelt so hoch wie in den anderen Ländern Südamerikas. Laut GFW (2000) sind derzeit etwa 1/3 der Wälder Venezuelas von Konversion zu landwirtschaftlicher Nutzfläche, Holzeinschlag oder Minenaktivitäten betroffen.

Die *AGI* Einschätzung für die verbliebenen Wälder Brasiliens ist sehr hoch. In den meisten Regionen sind alle drei Einzelintensitäten mit mittlerer bis hoher Stärke gegeben. Vor allem für das Amazonasgebiet ist eine hohe und multikausale Schädigung und Gefährdung gegeben, die so auch von anderen Quellen gesehen wird (WRI 1997; Fearnside 1993; FAO 1999; Verissimo et al. 1992, 1995, Stone 1998; Parayil & Tong 1998; Nepstad et al. 1999). Aber auch die Reste des Atlantischen Regenwalds, von dem heute weniger als 10 % noch bestehen (Dünckmann & Wehrhahn 1998), sind als hoch geschädigt und gefährdet anzusehen.

Die in Südamerika und speziell in Brasilien häufig zu beobachtenden raschen Umwandlungen von geschlossenen Primärwäldern zu anderen Formen der Landbedeckung sind in vielen Fällen auf staatlich geplante Maßnahmen (z. B. Umsiedlungsaktionen oder den Bau von Staudämmen) zurückzuführen. Dieses Prozesse sind Teil des ARALSEE-SYNDROMS

(WBGU 1997; QUESTIONS 1998). Die im Amazonasgebiet (Fearnside 1993) und im südlichen Brasilien auftretenden großflächige Umwandlung von Waldfläche zu landwirtschaftlicher Nutzfläche mit anschließendem gewinnorientiertem „Cash-Crop-“ Anbau, (vor allem Soja- oder Tabakanbau; Greenpeace 1999) oder intensiver Weidenutzung (Parayil & Tong 1998) ist dem DUST-BOWL-SYNDROM zuzuschreiben. Diese Konversion erfolgt meist durch großflächige Brandrodung und wird als Hauptursache für die häufig außer Kontrolle geratenen Waldbrände angesehen. Im südlichen Brasilien sind große Viehbetriebe angesiedelt worden, um die durch einen veränderten Lebensstil steigende inländische Nachfrage nach Rindfleisch und „Fast Food“ zu befriedigen (Remppis 1999). In geringerem Ausmaß sind auch Maßnahmen zur Gewinnung von nicht erneuerbaren Rohstoffen (Öl, Gas, Edelsteine, Erze etc.) für die Waldvernichtung in Südamerika mit verantwortlich. Zum Einen wird der „störende“ Wald einfach abgeräumt, zum Anderen führt die Erschließung zu weiterer Entwaldung. Dieser Prozess ist Teil des KATANGA-SYNDROMS (siehe Kap. 5.7; WBGU 1997).

Afrika

Fast alle noch verbliebenen Wälder Afrikas sind aktuell als geschädigt oder hoch gefährdet anzusehen (Abbildung 40). Hier sind vor allem das RAUBBAU- und das SAHEL-SYNDROM aktiv. Hohe Intensitätswerte für das DUST-BOWL-SYNDROM werden vor allem in nicht bewaldeten Regionen verzeichnet. Die in Afrika vorherrschende Transformation geschlossener Waldflächen über Zwischenstadien zu Gebüsch und Brache ist vor allem der Ausweitung von Subsistenzlandwirtschaft unter ländlichem Armuts- und Bevölkerungsdruck geschuldet (FAO 1997). Dieser in geringerer Stärke auch in Asien und Lateinamerika auftretende Mechanismus ist Teil des SAHEL-SYNDROMS (Kap. 5.2). Die größten verbliebenen Waldflächen Afrikas im Kongobecken der Dem. Rep. Kongo (ehemals Zaire) werden als gefährdet eingestuft. Auf Grund der anhaltenden militärischen Auseinandersetzungen in dieser Region ist es allerdings nur schwer Aussagen über die Gefährdung und Schädigung dieser Wälder zu treffen.

6.2.2.4 Konsistenzabschätzung des aktuellen Gefährdungsindikators

Durch den Vergleich der regionalen räumlichen Verteilung des aus den Syndromdispositionen erzeugten Gesamtgefährdungsindikator, *GI*, mit solchen einer hohen aktuellen Schädigung oder Gefährdung, *AGI*, werden folgende Analyseoptionen eröffnet:

- Die Identifikation gefährdeter Regionen, in denen die Syndrome noch nicht aktiv sind (wichtig für ein globales Management).
- Die Identifikation von Inkonsistenzen, falls eine aktuelle Gefährdung durch Syndromintensitäten in nicht von dem indirekten, aus den Syndromdispositionen erzeugten Gefährdungsindikator betroffenen Regionen detektiert sein sollte.

Zunächst können aus dem Vergleich der Karten des *GI* (Abbildung 38) und des *AGI* (Abbildung 40) diejenigen Regionen identifiziert werden, in denen eine hohe Gesamtgefährdung besteht, aber noch keine aktuelle Schädigung oder Gefährdung indiziert wird. Diese Regionen umfassen große Teile Skandinaviens, des Kongobeckens, Mexikos, Venezuelas,

das nördliche Bolivien, der nördliche Teil des brasilianischen Amazonas, die Wälder der nordamerikanischen Kordilliere sowie große Teile der kanadischen Wälder. In diesen Regionen ist die aktuelle Schädigung niedriger als die gesamt mögliche, was auf eine potentiell mögliche Steigerung der Gefährdung in diesen Regionen hinweist.

Mit Hilfe der in Gleichung 34 eingeführten Bewertungsfunktion wird die Konsistenz des aktuellen Schädigungs- und Gefährdungsindikators (Abbildung 40) mit dem Gesamtgefährdungsindikator (Abbildung 38) diskutiert. Eine Konsistenz ist nur dann gegeben wenn eine aktuelle Schädigung oder Gefährdung, *AGI*, mit einer hohen Gesamtgefährdung, *GI*, zusammentrifft. Damit würde der erste Term der Klammer in Gleichung 34 größer als 1, womit durch die Minimumsbildung die Konsistenz mit 1 angegeben wird, d. h. volle Konsistenz der Aussagen. Fälle in denen eine aktuelle aber keine indirekte Gefährdung berechnet werden sind als inkonsistent anzusehen. Hier würde der erste Term der Klammer in Gleichung 34 kleiner 1, wodurch dann auch die Konsistenz mit kleiner 1 bewertet wird, d. h. eine Inkonsistenz der Aussagen gegeben ist. Diese Konsistenzabschätzung muss für die obere und die unter Abschätzung der aktuellen Gefährdung vorgenommen werden. Das Resultat dieser Konsistenzauswertung weist nur relativ wenige Regionen der Inkonsistenz aus, so dass eine gegenseitige Bestätigung der unabhängigen aktuellen und Gesamtgefährdungsindikatoren, *AGI* und *GI*, zu konstatieren ist.

$$\text{Konsistenz} = \min\left(1 + \mu_{hoch}^{GI} - \mu_{hoc}^{AGI}, 1\right) \quad \text{Gleichung 34}$$

Mit Ausnahme der Wälder Russlands, für die keine ausreichenden Daten zur Erzeugung des aktuellen Schädigungs- und Gefährdungsindikators vorlagen, erscheinen nur die Wälder Nordamerikas, vor allem die der Yukon-Region Kanadas sowie die Wälder Alaskas, als inkonsistent zum Gesamtgefährdungsindikator, *GI*, mit einer hohen aktuellen Schädigung ausgewiesen (vgl. Abbildung 40 und Abbildung 38). In den Wäldern des Yukons und Alaskas liegt eine Unterschätzung der vorhandenen Biomasse aus dem LPJ-Modell (siehe Kap. 5.1; Sitch, pers. Mitteilung) vor. Das verwendete Modell unterschätzt die eigentliche stehende Biomasse in diesen Wälder, was sich in einer geringeren potentiellen ökonomischen Nutzbarkeit und damit auch in einer geringeren RAUBBAU-SYNDROM-Disposition niederschlägt. Ein weiteres Konsistenzproblem in Nordamerika ist in nur länderweit aufgelösten Intensität des RAUBBAU-SYNDROMS zu sehen, dass das Hauptgefährdungssyndrom in dieser Region ausmacht. Die mittlere bis hohe aktuelle, intensitätsbasierte Schädigung oder Gefährdung, *AGI* (Abbildung 40), wird in den Ländern als homogen über die Fläche angesehen, während die Dispositionen, die den Gesamtgefährdungsindikator bestimmen, in einer höheren Auflösung ($0.5^\circ \times 0.5^\circ$ Raster) vorliegen. Damit werden also schwer zugängliche Regionen mit niedrigen Dispositionen und niedriger Gesamtgefährdung mit einer über die Länder gemittelten intensitätsbasierten aktuellen Schädigung indiziert.

6.2.3 Abschätzung der zukünftigen Gefährdung von Waldökosystemen durch Kopplungsmechanismen

Neben der Gesamtgefährdung, *GI*, und der aktuellen Schädigung oder Gefährdung, *AGI*, die respektive den Syndromdispositionen und Syndromintensitäten entsprechen, gibt es im

Zusammenspiel mehrerer Syndrommechanismen auch die Möglichkeit einer Gefährdung durch Kopplungsmechanismen. Ein gegenwärtig in einer Region aktives RAUBBAU-SYNDROM kann als Auslöser (siehe Kap. 5.1), oder Exposition für das SAHEL-SYNDROM und DUST-BOWL-SYNDROM wirken, die zur weiteren Waldkonversion oder Schädigung beitragen. Diese kurzfristige Gefährdung entsteht durch eine Exposition, die in Form der Kopplung der einzelnen Syndrommechanismen auftritt. Diese Gefährdung ist als unmittelbar anzusehen, da die expositionserzeugenden Mechanismen bereits aktuell aktiv sind. Die dieser Abschätzung zu Grunde Frage ist: Wo tritt eine Exposition eines Entwaldungssyndroms durch die unmittelbare Kopplung zu bereits aktiven Syndrommechanismen auf und führt daher zu einer unmittelbaren Gefährdung der Wälder einer Region?

Die Intensitätsbestimmung des RAUBBAU-SYNDROMS, sowie die Dispositionen und Intensitäten von SAHEL- und DUST-BOWL-SYNDROM stellen die Grundlage zur Erzeugung eines kurzfristigen unmittelbaren Gefährdungsindikators durch Syndromkopplungen, *GIK*, für Waldökosysteme dar.

6.2.3.1 Datenunsicherheit

Die auf Grund von Datenlücken hervorgerufene Unsicherheit in der Berechnung der Intensitäten des RAUBBAU- und des SAHEL-SYNDROMS für eine Reihe von Ländern muss auch bei der Abschätzung einer zukünftigen Gefährdung durch Syndromkopplung berücksichtigt werden. Um trotz dieser Unsicherheit eine Aussage über die zukünftige Gefährdung durch Syndromkopplung geben zu können, wird jeweils eine untere Abschätzung, *UGIK*, und obere Abschätzung, *OGIK*, der zukünftigen Gefährdung durch Syndromkopplung, *GIK*, gegeben. Es wird eine numerische Maximierung in Abhängigkeit der nicht vorhandenen Daten für diejenigen Intensitäten der Einzelsyndrome bestimmt, bei denen der Gesamtindikator, *GIK*, maximiert bzw. minimiert wird. Auf Grund der Tatsache, dass sowohl Aussagen der Art „das Syndrom X ist intensiv“, als auch „das Syndrom X ist nicht intensiv“ in den Indikator eingehen, liegen diese optimierenden Einzelsyndromintensitäten zumeist nicht bei 0 oder 1 sondern eher im mittleren Wertebereich.

6.2.3.2 Berechnung der zukünftigen Gefährdungsindikatoren durch Syndromkopplung – *UGIK* & *OGIK*

Die zukünftige Gefährdung der Wälder durch Syndromkopplung, *GIK*, wird durch die Kopplung von potentiell möglichen Syndrommustern zu bereits aktiven Mechanismen, die als Exposition für Erstere wirken, gegeben. Für die hier vorliegende Untersuchung sind 3 mögliche Syndromkopplungen relevant:

1. eine hohe Intensität des RAUBBAU-SYNDROMS bei gleichzeitig hoher Disposition aber nur niedriger Intensität für das SAHEL- oder DUST-BOWL-SYNDROM vorliegt, oder
2. eine hohe Intensität des DUST-BOWL-SYNDROMS bei gleichzeitig hoher Disposition aber nur niedriger Intensität für das SAHEL-SYNDROM, oder

3. eine hohe Intensität des SAHEL-SYNDROMS bei gleichzeitig hoher Disposition aber nur niedriger Intensität für das DUST-BOWL-SYNDROM vorliegt.

Diese Gefährdungen ergeben sich einerseits durch die Expositionswirkung des aktiven RAUBBAU-SYNDROMS für die anderen Syndrome, die über die nachziehenden Kleinbauern und Großgrundbesitzer in Folge der Flächenerschließung geschieht (1.). Sind die Regionen andererseits nicht mehr ökonomisch rentabel, so kommt es nach einer Nutzungsaufgabe durch DUST-BOWL-SYNDROM-Akteure oft zu einer nachfolgenden Nutzung der Region durch land- und rechtlose Kleinbauern, die, auf Grund des Armutsdrucks, das Ökosystem bis zur völligen Unnutzbarkeit bearbeiten und auch noch kleinste Reste der natürlichen Ökosysteme konvertieren und zerstören (2). Aber auch der umgekehrte Prozess kann auftreten: Die den Holzeinschlagsfirmen oft hinterherziehenden land- und rechtlosen Kleinbauern werden nach einer kurzen Nutzungsphase durch die langsamer agierenden aber politisch einflussreicheren DUST-BOWL-SYNDROM-Akteure vertrieben (3.).

Diese verschiedenen zu einer zukünftigen Gefährdung durch Syndromkopplung beitragenden Effekte werden durch eine Verknüpfung mit einem Lukasiewicz-ODER Operators ($\ddot{\vee}$) wiedergegeben (Gleichung 35). Das Resultat dieser Verknüpfung ist in den Karten in Abbildung 42 für die untere Abschätzung, $UGIK$, und die obere Abschätzung, $OGIK$, des GIK dargestellt.

$$\mu_{hoch}^{GIK} = \mu \left(\begin{array}{c} \overset{1.}{\left((RI \wedge SD \wedge \neg SI) \ddot{\vee} (RI \wedge DD \wedge \neg DI) \right)} \\ \overset{2.}{(DI \wedge SD \wedge \neg SI)} \ddot{\vee} \overset{3.}{(SI \wedge DD \wedge \neg DI)} \end{array} \right) \quad \text{Gleichung 35}$$

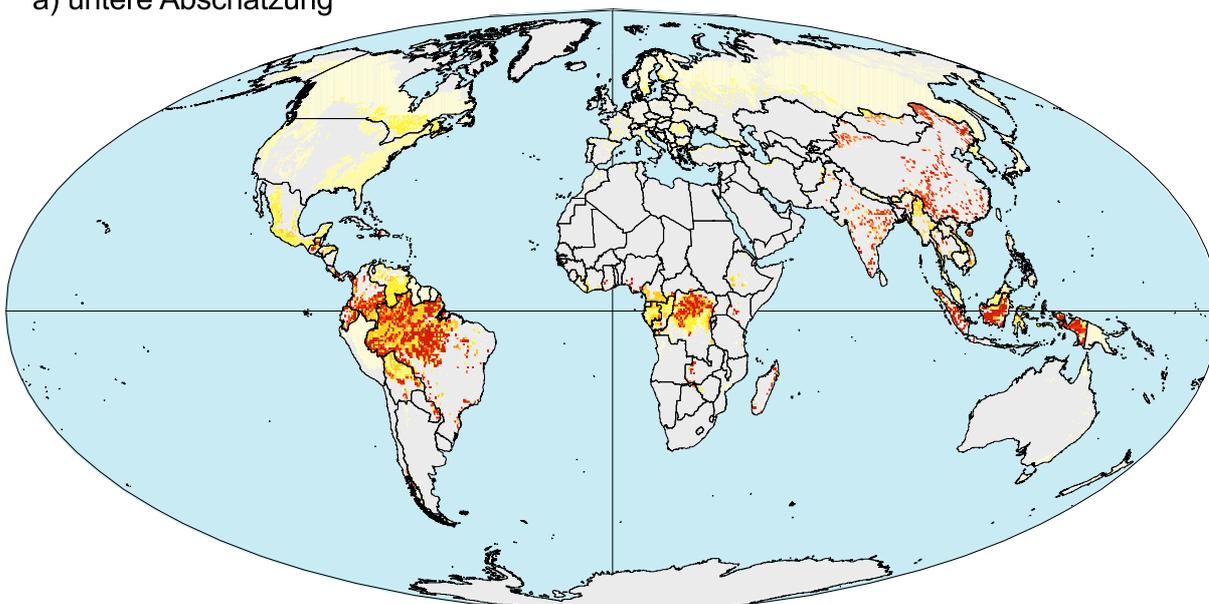
$$= \min \left\{ \begin{array}{c} \overset{1.}{\min(1, \mu_{hoch}^{RI}, \mu_{hoch}^{SD}, 1 - \mu_{hoch}^{SI}) + \min(\mu_{hoch}^{RI}, \mu_{hoch}^{DD}, 1 - \mu_{hoch}^{DI})} + \\ \overset{2.}{\min(\mu_{hoch}^{DI}, \mu_{hoch}^{SD}, 1 - \mu_{hoch}^{SI})} + \overset{3.}{\min(\mu_{hoch}^{SI}, \mu_{hoch}^{DD}, 1 - \mu_{hoch}^{DI})} \end{array} \right\}$$

wobei: RD = Disposition und RI = Intensität des RAUBBAU-SYNDROMS,
 SD = Disposition und SI = Intensität des SAHEL-SYNDROMS und
 DD = Disposition und DI = Intensität des DUST-BOWL-SYNDROMS

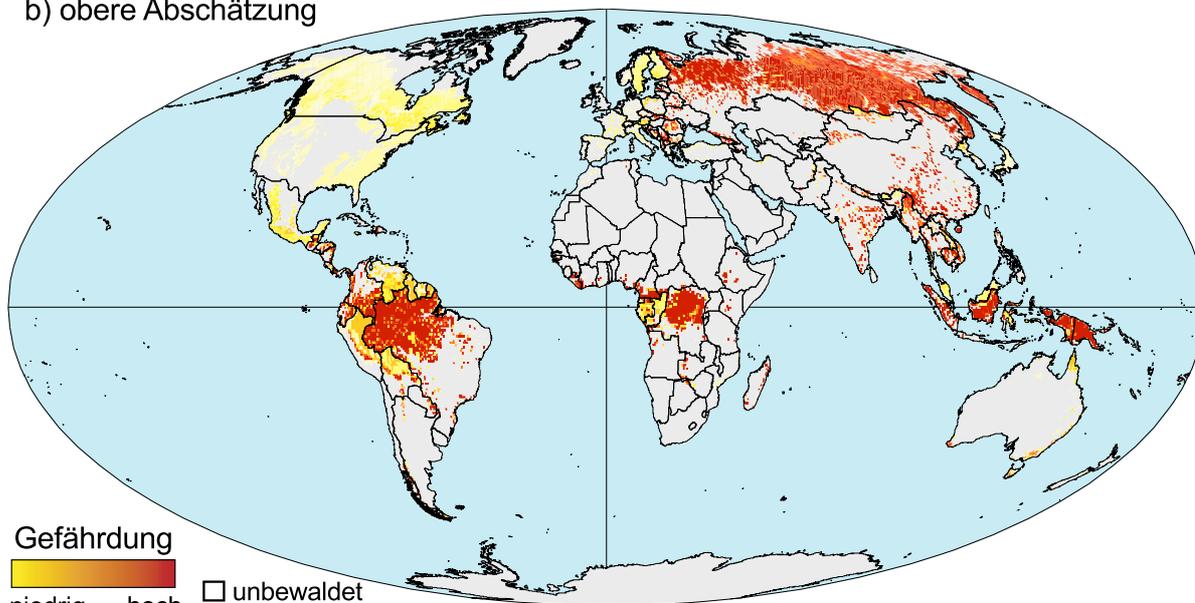
6.2.3.3 Diskussion der räumlichen Verteilung der zukünftigen Gefährdung durch Syndromkopplung– $UGIK$ & $OGIK$

Für eine Interpretation der kurzfristigen Gefährdung, GIK , von Wäldern durch Syndromkopplungen müssen die untere Abschätzung, $UGIK$ (Abbildung 42a), und die oberer Abschätzung, $OGIK$ (Abbildung 42b), betrachtet werden. Hoch gefährdete Regionen im $UGIK$ sind selbst im Fall der geringst möglichen Realisierung der fehlenden Daten als hoch gefährdet anzusehen. Regionen mit niedriger Gefährdung im $OGIK$ erscheinen selbst bei der größt möglichen Realisierung der Intensitäten in den Regionen mit Datenlücken als nicht gefährdet.

a) untere Abschätzung



b) obere Abschätzung



Gefährdung
 niedrig hoch □ unbewaldet

Abbildung 42: Abschätzung der zukünftigen Gefährdung für Waldökosysteme durch Syndromkopplung. a) *UGIK* - untere Abschätzung; b) *OGIK* - obere Abschätzung.

Europa und Russland

Die zukünftige Gefährdung der Wälder West-Europas und Skandinaviens ist als gering anzusehen. Für die Wälder Russlands und Osteuropas auf Grund der Datenlücken keine verlässliche Einschätzung der Gefährdungslage durch den *GIK* möglich. Andere Quellen sehen eine zukünftige Gefährdung für die Wälder auf der Halbinsel Kola, den europäischen Teil Russlands (Greenpeace 1998) sowie für die Osteuropäischen Länder. Die Einschätzung der FAO (1999) für Europa und Russland geht von einer weiterhin stark steigende Produktion und Nachfrage in allen Holzprodukten bis 2010 aus.

Asien

Die gesamten verbliebenen Wälder Asien erscheinen im *UGIK* (Abbildung 42a) als hoch gefährdet. Diese Einschätzung wird auch von der FAO (1999) geteilt, die trotz einer während der asiatischen Wirtschaftskrise kurzfristig rückläufigen Nachfrage nach Holz und Holzprodukten, mittelfristig bis 2010, von einer stark steigenden Nachfrage, und damit auch Produktion von Holzprodukten und Brennholz in Asien ausgeht.

Australien / Ozeanien

Der *OGIK* in Abbildung 42b zeigt für die Wälder Nord-Australiens eine nur niedrige bis mittlere Gefährdung an, woraus sich ableiten lässt, dass diese Wälder nur unter ungünstigsten Entwicklungen als gefährdet anzusehen sind. Für die pazifischen Inselstaaten kann auf Grund der schlechten Datenlagen kein *GIK* erstellt werden. Die FAO-Abschätzungen (1999) gehen für diese Region von einer wachsenden Nachfrage für Holzprodukte und landwirtschaftliche Nutzfläche aus, die eine signifikant steigende Entwaldung für die pazifischen Inselstaaten bedeutet. Zusammen mit Asien wird für die Inselwelt Ozeaniens der höchste Anstieg der Produktionsraten erwartet (FAO 1999). In Folge der hohen biologischen Diversität und Anzahl endemischer Arten in den Wäldern dieser Staaten, gefährdet stellt diese zunehmende Entwaldung nicht nur die lokalen Ökosysteme, sondern stellt auch eine signifikante Bedrohung für die globale Biodiversität dar.

Nord- und Mittelamerika

Die Wälder Nord- und Mittelamerikas werden mit Ausnahme von Guatemala, Honduras, Costa Rica und Panama als vom *OGIK* als nicht gefährdet indiziert. Diese Ausnahmen erscheinen allerdings im *UGIK* als hoch gefährdet, was sich mit der FAO Einschätzung (1999) und Anderen (z. B. Abramovitz & Mattoon 1999) deckt.

Südamerika

Die Abschätzung des *UGIK* (Abbildung 42a) zeigt eine hohe Gefährdung der brasilianischen Wälder insgesamt sowie für die Wälder Kolumbiens, Ecuadors, Paraguays und in Teilen Boliviens aus. Der *OGIK* (Abbildung 42b) zeigt nur geringe unmittelbare Gefährdung für die Wälder Venezuelas, Perus, Guyanas, Surinams und Französisch Guyanas aus. Auch einige Teile Boliviens erscheinen als nur wenig gefährdet. Die Einschätzung der FAO (1999) sagt neben einem Zuwachs an Produktion und Verbrauch von Holz und Papier vor allem einen steigenden Rundholz- und Zellstoffexport für die südamerikanischen Ökonomien voraus. Dies deckt sich mit den bereits angesprochenen verstärkten Aktivitäten internationaler und asiatischer Holzeinschlagsfirmen um Einschlagskonzessionen in Südamerika.

Afrika

Neben der Dem. Rep. Kongo erscheinen Teile der verbliebenen Küstenwälder Westafrikas, Kameruns, Gabuns, sowie die Wälder Kenias, Sambias und die verbliebenen Wälder Madagaskars als im *UGIK* hoch gefährdet (Abbildung 42a). Als weniger gefährdet vom *OGIK*

(Abbildung 42b) werden nur die Wälder des Kongo ausgewiesen. Allgemein sagt die FAO (1999) eine steigende Produktion von Rundholz und vor allem einen steigenden Bedarf an Brennholz und Holzkohle für Afrika voraus. Dieser Brennstoffbedarf wird durch die Übernutzung der lokalen Vegetation als eine große Gefahr für eine fortschreitende Desertifikation, gerade im Umfeld von Siedlungen in semi-ariden Regionen, angesehen (FAO 1999; Mertens & Lambin 1997).

Es konnte gezeigt werden, dass die syndrombasierten Schädigungs- und Gefährdungsindikatoren gute, mit den bisher zur Verfügung stehenden Abschätzungen, übereinstimmende Resultate liefern. Die Vorteile der syndrombasierten Abschätzungen gegenüber den bisher verfügbaren liegen zum einen darin, dass sie global mit einer einheitlichen Methode erzeugt wurden, und dass die Beiträge zur Schädigung und Gefährdung auch nach ihren verschiedenen Mustern separiert wurden. Durch Vergleich möglicher Kombinationen der Dispositionen und Intensitäten der drei Hauptsyndrome der Entwaldung konnten räumlich aufgelöste Aussagen über eine mögliche Anfälligkeit und über aktuell aktive Schädigungs- und Gefährdungsmuster abgegeben werden. Vor allem der Indikator für die zukünftige Gefährdung der Wälder in Folge von Syndromkopplungen stellt hierbei eine herausragende Neuerung dar. Hiermit ist es zum ersten mal möglich in einer systematischen Weise die potentielle Gefährdung einer Region durch direkt bevorstehende Schädigung in Folge bereits aktiver Mechanismen, die als Exposition, d. h. auslösendes Element, für weitere Degradationsmuster wirken können, zu beschreiben und identifizieren.

Insgesamt weisen die syndrombasierten Schädigungs- und Gefährdungsabschätzungen eine plausible weitere Zunahme der Gefährdung der globalen Waldökosysteme aus.