

# **Der Wald als Klimaretter?**

**Potentiale, Probleme und Prinzipien  
bei der Anrechnung von biologischer Senken  
im Kyoto-Protokoll**

**Anke Herold, Oktober 1998**

**Hrsg: Forum Umwelt & Entwicklung**

# Inhalt

<b>1 ZUM UMGANG MIT BIOLOGISCHEN QUELLEN UND SENKEN IM KYOTO PROTOKOLL: 6 PLUS 6 FORDERUNGEN .....</b>	<b>4</b>
<b>2 SENKEN IM KYOTO-PROTOKOLL.....</b>	<b>8</b>
2.1 WIE SIND AUFFORSTUNG ODER ENTWALDUNG DEFINIERT? .....	8
2.2 GEHÖREN DIE WURZELN ZUM WALD?.....	8
2.3 WIE WERDEN AKTIVITÄTEN BIS ZUM BEGINN DES VERPFLICHTUNGSZEITRAUMS BILANZIERT? .....	9
2.4 ANRECHNUNG VON SENKEN JA, ANRECHNUNG VON BIOLOGISCHEN EMISSIONSQUELLEN NEIN? .....	9
2.5 VERWÄSSERUNG DES REDUKTIONSZIELS DURCH DAS BERECHNUNGSVERFAHREN .....	11
<b>3 PROBLEME DER SENKENERFASSUNG.....</b>	<b>13</b>
3.1 WANN IST DIE SENKE EINE SENKE? - ZEITSKALEN DER EINBINDUNGS- UND FREISETZUNGSPROZESSE .....	13
3.2 VIELE ARTEN DER BERECHNUNG: ERFASSUNG DER KOHLENSTOFFEINBINDUNG.....	13
3.3 WO WIRKT DIE NATUR UND WO DER MENSCH? - ABGRENZUNG ZWISCHEN NATÜRLICHEN UND MENSCHLICHEN AKTIVITÄTEN .....	15
3.4 WENN WALD ZU HOLZ WIRD: WEM GEHÖRT DAS DARIN GEBUNDENE CO <sub>2</sub> ? .....	16
3.5 WIE SICHER IST DIE EINBINDUNG? .....	17
3.6 STARK VERBESSERUNGSBEDÜRFTIG: BERICHTERSTATTUNG .....	17
<b>4 FORSTPROJEKT UND DER CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM.....</b>	<b>19</b>
4.1 WAS WÄRE WENN: FESTLEGUNG DES REFERENZFALLS.....	19
4.2 WAS PASSIERT NEBEN DEM PROJEKT? - LEAKAGE .....	20
4.3 WIE LANGE LEBT EIN WALD? - LANGFRISTIGE KOHLENSTOFFEINBINDUNG .....	21
4.4 WER HAT DIE LANDRECHTE? - PARTIZIPATION.....	21
<b>5 INTEGRATION VON KLIMA- UND WALDPOLITIK .....</b>	<b>22</b>
<b>6 ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN .....</b>	<b>23</b>
6.1 WEITERENTWICKLUNG DER IPCC-RICHTLINIEN ZUR SENKENERFASSUNG.....	23
6.2 FORSTPROJEKTE IM RAHMEN DES CDM .....	23
6.3 ENTSCHEIDUNGSBEDARF IN DEN KOMMENDEN VERHANDLUNGSRUNDEN .....	25
<b>7 BEWERTUNG UND ANFORDERUNGEN .....</b>	<b>27</b>
<b>8 ANHANG 1: KOHLENSTOFFEINBINDUNG UND POTENTIALE DER SENKEN .....</b>	<b>31</b>
8.1 NATÜRLICHE KOHLENSTOFFSPEICHER.....	31
8.2 VERÄNDERUNGEN DER SENKEN .....	31
8.3 AKTUELLE KOHLENSTOFFEINBINDUNG IN SENKEN .....	34
<b>9 ANHANG 2: VORGEHENSWEISEN BEI DER ANRECHNUNG VON CDM-PROJEKTEN .....</b>	<b>35</b>
9.1 BASELINE-ERSTELLUNG .....	35
9.2 UMGANG MIT PROJEKTRISIKEN.....	35

**10 GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN ..... 38**

**11 LITERATUR ..... 40**

## 1 Zum Umgang mit biologischen Quellen und Senken im Kyoto Protokoll: 6 plus 6 Forderungen

Durch forstwirtschaftliche Aktivitäten und Landnutzungsänderungen kann Kohlendioxid aus der Atmosphäre in Form von Kohlenstoffverbindungen in der Biomasse der Pflanzen gebunden werden, wodurch die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre vermindert wird. Aufgrund dieser CO<sub>2</sub>-Einbindung werden derartige Aktivitäten als Kohlenstoffsenken bezeichnet. Gleichzeitig können menschliche Aktivitäten im Bereich der Forstwirtschaft und der Landnutzungsänderungen auch CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freisetzen, z.B. durch Abrennen und Rodung von Wäldern, der Zerstörung von Feuchtgebieten oder der Umwandlung von Weide in Ackerland.

Der Schutz von Senken, insbesondere der Schutz von Primärwäldern, Feuchtgebieten und die Aufforstung von degradierten Flächen, ist grundsätzlich von hoher Bedeutung für den internationalen Klima- und Umweltschutz. **Durch einzelne Maßnahmen und Aktivitäten zur Schaffung von Senken ist es jedoch kaum möglich, die globale Kohlenstoffbilanz in quantitativ bedeutsamen Ausmaß zu beeinflussen.** Der globale Klimawandel führt wahrscheinlich dazu, daß der Biomasseabbau durch Mikroorganismen wesentlich stärker zunimmt als die Akkumulation von Biomasse durch die Vegetation, so **daß langfristig generell damit gerechnet werden muß, daß sich die bestehenden Kohlenstoffsenken in Emissionsquellen umwandeln dürften.**<sup>1</sup> Daher können die energiebedingten Emissionen langfristig nicht durch forst- oder landwirtschaftliche Maßnahmen kompensiert werden.

Obwohl der Schutz der Senken allgemein als wichtiges Schutzziel der Klimarahmenkonvention anerkannt ist, ist die konkrete Anrechnung von Maßnahmen zur Schaffung von Senken zur Erfüllung der im Kyoto-Protokoll vereinbarten Reduktions- und Begrenzungsziele für Treibhausgase heftig umstritten.

Die bisherige Berichterstattung hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Einbindung in Senken macht das Dilemma deutlich: Aufgrund hoher wissenschaftlicher Unsicherheit und Schwierigkeiten bei der Erhebung der **Daten** sind die bisher angefertigten Inventare der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention im Bereich der biologischen Quellen und Senken **kaum verlässlich** und **kaum miteinander vergleichbar**. Verschiedene methodischen Vorgehensweisen liefern unterschiedliche Ergebnisse. Es liegen nur sehr **wenige umfassende Forschungsergebnisse über die Veränderungsprozesse des Kohlenstoffhaushalts** sowie die langfristigen Kohlenstoffflüsse von Ökosystemen vor. Erhebungen wie Waldinventuren sind aufwendig und werden nur in großen Zeitabständen durchgeführt. Die natürlichen Ökosysteme sind durch eine hohe Variabilität gekennzeichnet: Die **Einbindung und Freisetzung von CO<sub>2</sub> in Ökosystemen hängt von zahlreichen biologischen Einflußfaktoren ab**, die nur schwer abzuschätzen und zu berechnen sind. Aus diesen Gründen bestehen noch erhebliche methodische Probleme hinsichtlich der eindeutigen Anrechnung der CO<sub>2</sub>-Einbindung von Senken.

Die im Kyoto-Protokoll hinsichtlich der Anrechnung von Senken auf die Reduktionsver-

---

<sup>1</sup> WBGU 1998

pflichtungen getroffenen Regelungen sind teilweise unklar, widersprüchlich und entsprechen nicht unbedingt den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung.

Das Berechnungsverfahren sieht vor, daß für die meisten Staaten im Bezugsjahr 1990 die **Bezugsmenge ohne die biologischen Quellen und Senken berechnet** wird. Bei der im ersten Verpflichtungszeitraum (2008-2012) **erlaubten Emissionsmenge dürfen jedoch bestimmte Senken (Neu- und Wiederaufforstung) eingerechnet** werden. Dies vergrößert im Falle einer Netto-Senke (wenn die Einbindungen in Aufforstungen die Emissionen aus Entwaldungen übersteigen) die Menge der erlaubten Emissionen im Verpflichtungszeitraum.

Die Bestimmungen des Protokolls bleiben unklar, weil die Prozesse, die angerechnet werden dürfen, nicht genau definiert wurden. **Verschiedene menschliche Aktivitäten, die Senken zerstören und CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freisetzen, müssen im Rahmen des Protokolls nicht als Emission hinsichtlich der Reduktionsverpflichtungen angerechnet werden.** Dies gilt z.B. für die Umwandlung von Primärwäldern in Forstplantagen.

Folgende Anforderungen sollten bei einer weiteren Ausgestaltung und Konkretisierung der Anrechnung von biologischen Quellen und Senken aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft beachtet werden:

### ***1. Die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung müssen sichergestellt werden***

Maßnahmen, die langfristig dem Klimaschutz und den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung widersprechen, dürfen nicht auf die Reduktionsverpflichtungen angerechnet werden, selbst wenn dies nach formalen Kriterien möglich sein sollte (z. B. die Umwandlung von Primärwäldern in Forstplantagen). Die Ausweitung der Kohlenstoffsenken im Zuge der Klimapolitik muß mit der internationalen Waldpolitik verknüpft werden, um sicherzustellen, daß die Schaffung von Senken mit den Bemühungen um eine nachhaltige Waldwirtschaft und dem Erhalt von Naturwäldern, Hand in Hand geht.

### ***2. Die bestehender Unklarheiten des Protokolls müssen ausgeräumt werden***

Es sollte eine verbindliche, präzise Definition der Begriffe Wiederaufforstung, Erstaufforstung und Abholzung zur Verfügung gestellt werden.

Solange das bestehende verzerrende Berechnungsverfahren zwischen Bestandsmenge im Basisjahr 1990 (Bilanz der Brutto-Emission) und zugewiesener Menge (assigned amount) im Verpflichtungszeitraum (Bilanz der Netto-Emission) bestehen bleibt, sollten keine weiteren Senkenaktivitäten in die Reduktionsverpflichtungen eingeschlossen werden, weil hierdurch die Verpflichtungen weiter verwässert werden.

Eine Anrechnung von Senken soll erst dann erfolgen, wenn zufriedenstellende Richtlinien und Methoden für einen transparenten und verifizierbaren Vergleich der Vertragserfüllung vorhanden sind.

### ***3. Der gesamte Kohlenstoffhaushalt sollte bilanziert werden***

In die Bilanz der menschlichen Aktivitäten im Bereich der Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft müssen alle Bestandteile des Kohlenstoffhaushalts einbezogen werden. Hierzu zählen auch Streu und die organische Auflage, der Abbau von Totholz, die abgestorbene

Wurzelmasse, der Bodenkohlenstoff sowie die Begleitvegetation. Dies ist besonders bei der Bewirtschaftung von borealen Wäldern von großer Bedeutung.

#### ***4. Zusätzliche biologische Emissionsquellen müssen berücksichtigt werden***

Wenn biologische Senken auf die Reduktionspflichten angerechnet werden dürfen, müssen auch alle biologischen Quellen als Emissionen zählen. Die biologischen Emissionsquellen, die bisher bei der Berechnung der zulässigen Emissionsmengen nicht betrachtet werden, müssen künftig berücksichtigt werden. Dies gilt für die Umwandlung von Primärwald in Sekundärwälder oder Plantagen, die Degradation von Wald oder die Umwandlung von Feuchtgebiete in andere Nutzungen.

#### ***5. Weiterentwicklung der Methoden zur Erstellung der Treibhausgasinventare***

Die bestehenden Methoden und Verfahren zur Bilanzierung der biologischen Quellen und Senken müssen weiterentwickelt und ergänzt werden. Die aktuellen IPCC-Richtlinien zur Erstellung der Treibhausgasinventare sind keine ausreichende Grundlage für die Bilanzierung der biologischen Quellen und Senken. Es sollten sowohl natürliche als auch bewirtschaftete Wälder in den Inventaren erfaßt werden. Für die Quantifizierung in den Inventaren sollten verschiedene Methoden kombiniert werden (Inventur und mikrometeorologische Methoden), um die Kohlenstoffeinbindung zu erfassen, weil nur die Kombination der Methoden zu verlässlichen Ergebnissen führt.

#### ***6. Verstärkte Forschungsaktivitäten notwendig***

Sowohl nationale als auch international sind weitere Forschungsarbeiten notwendig, um bestehende Wissenslücken hinsichtlich des Kohlenstoffhaushaltes und der Kohlenstoffflüsse von Ökosystemen zu füllen. Insbesondere langfristige Projekte zur Ökosystembeobachtung sind als Entscheidungsgrundlage für die internationale Klimapolitik von hoher Bedeutung.

**Projektbezogene Aktivitäten zur Schaffung bzw. dem Schutz von Senken** im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) in Entwicklungsländern und im Rahmen von Joint Implementation (JI) in Annex I-Staaten sollten einer Reihe zusätzlicher Anforderungen entsprechen, um eine nachhaltige Entwicklung sowie die glaubwürdige Erfüllung der Ziele der Klimarahmenkonvention sicherzustellen:

*Allgemeine Anforderungen an den CDM*

1. Der CDM muß die Beteiligung auf lokaler Ebene - besonders die der indigenen Gemeinschaften - berücksichtigen. Projektbetreiber müssen sicherstellen, daß die betroffene lokale Bevölkerung am Projektdesign und bei der Projektumsetzung beteiligt ist. Alle in Frage kommenden Betroffenen sollten frühzeitig informiert werden. Der lokalen Bevölkerung sollte die Möglichkeit gegeben werden, an der Projektgestaltung, der Umsetzung und dem Monitoring mitzuwirken. Die institutionelle Ausgestaltung des CDM soll die Partizipation berücksichtigen.
2. Jedem Annex B-Staat soll eine Grenze für die Anrechnung von Projektaktivitäten in Entwicklungsländern im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) auferlegt werden, um zu gewährleisten, daß auch nationale Aktivitäten des investierenden Landes unternommen werden.
3. Bei projektbezogenen Emissionsreduktionen muß eine verlässliche und transparente Verifikation der landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Emissionen oder Einbindungen durch unabhängige Dritte stattfinden, die am Projekterfolg nicht beteiligt sind. Bei der Zulassung der zertifizierenden Organisationen muß eine verlässliche Institution geschaffen werden, die ein hohes Qualitätsniveau und eine hohe Zuverlässigkeit der Zertifizierer sicherstellt.
4. Es muß ein Mechanismus etabliert werden, der Staaten von CDM ausschließt, die die Kriterien, Regeln und Anforderungen nicht erfüllen. Nur den Staaten, die ihren Verpflichtungen aus den wichtigen internationalen Umweltabkommen nachkommen, sollte die Teilnahme am CDM erlaubt werden. Die Gastländer sollten auf den Zertifikaten genannt werden, um einen zusätzlichen Anreiz zu vermitteln, bei anerkannt guten Projekten teilgenommen zu haben.

*Spezielle Anforderungen an Senkenprojekte*

1. Die **Anrechnung** von Senkenprojekten in Entwicklungsländern darf **erst dann** erfolgen, **wenn die bestehenden Unsicherheiten** bei der Ermittlung der Referenzentwicklung und der Erfassung der Senkenwirkungen zufriedenstellend **ausgeräumt** worden sowie Verfahren zur Risikominderung und zum Risikoausgleich etabliert wurden. Dies ist gegenwärtig nicht der Fall.
2. Die **Lebensdauer der Senken** muß bei der Anrechnung **angemessen berücksichtigt** werden, wenn diese zur Kompensation von energiebedingten Emissionen herangezogen werden. Hierfür sollten die emittierten und fixierten Kohlenstoffmengen entsprechend der Lebensdauer gewichtet und verrechnet werden.

## 2 Senken im Kyoto-Protokoll

Durch forstwirtschaftliche Aktivitäten und Landnutzungsänderungen können einerseits Treibhausgasemissionen entstehen (Quellen), sie können jedoch auch dazu führen, daß Kohlendioxid aus der Atmosphäre in Form von Kohlenstoffverbindungen in der Biomasse der Pflanzen und in Böden gebunden wird (Senken), wodurch die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre vermindert wird.

Bereits in der Klimarahmenkonvention ist der Schutz und die Vergrößerung der Treibhausgasenken als Ziel formuliert. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten bei der Erfassung der Senkenwirkungen war es bei den Verhandlungen zum Kyoto-Protokoll sehr umstritten, ob und in welcher Form die Senken in die verbindlichen Reduktionspflichten der Vertragsstaaten einbezogen werden sollen.

Nach Artikel 3.3 des Kyoto-Protokolls werden Quellen und Senken im Bereich der Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft angerechnet, wenn sie sich aus den direkten menschlichen Tätigkeiten "Aufforstung", "Wiederaufforstung" und "Entwaldung" seit 1990 ergeben und wenn sie als "nachprüfbare Bestandsänderung der Kohlenstoffvorräte" im Verpflichtungszeitraum 2008-2012 meßbar sind.

Diese Formulierungen im Protokoll lassen viele Fragen offen:

### 2.1 Wie sind Aufforstung oder Entwaldung definiert?

Die Begriffe Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung werden im Protokoll nicht definiert. Es gibt verschiedene Definitionen internationaler Organisationen, nach denen jeweils unterschiedliche Aktivitäten angerechnet werden würden.<sup>2</sup> Ohne klare Definition ist für die Vertragsstaaten nicht eindeutig, welche Aktivitäten sie künftig einbeziehen dürfen.

### 2.2 Gehören die Wurzeln zum Wald?

Nach dem Protokoll sollen "nachprüfbare Bestandsänderungen" des Kohlenstoffs in den Inventaren bilanziert werden. Bei dieser Formulierung bleibt unklar, ob sie die unterirdische Biomasse und die Kohlenstoffveränderungen in Böden einbezieht. In der organischen Auflage und im Boden der Wälder sind große Mengen Kohlenstoff gespeichert (zu den Kohlenstoffspeichern siehe Anhang 1), die durch Ernte oder Feuer meistens vernichtet werden. Es ist unklar, ob die Vertragsstaaten diese Verluste bei der Abholzung überhaupt angeben müs-

---

<sup>2</sup> In den Richtlinien des IPCC für die Erstellung von Treibhausgasinventaren sind Aufforstungen definiert als neue Pflanzungen auf Flächen, auf denen historisch kein Wald existierte. Wiederaufforstungen sind dagegen Anpflanzungen von Wäldern auf Flächen, auf denen historisch Wälder vorhanden waren, die aber zwischenzeitlich anders genutzt wurden. Wenn innerhalb der letzten 50 Jahre Wälder vorhanden waren, handelt es sich um Wiederaufforstungen. Die FAO definiert eine Wiederaufforstung dagegen als den Aufbau einer Waldkultur auf Waldgebiet.

sen.<sup>3</sup>.

### 2.3 Wie werden Aktivitäten bis zum Beginn des Verpflichtungszeitraums bilanziert?

Die Protokollformulierung bezieht sich lediglich auf Entwaldungen, Aufforstungen und Wiederaufforstungen, die *seit 1990 in Angriff genommen wurden*. Daraus ergibt sich eine getrennte Buchführung des jährlichen Wachstums für Aufforstungen, die nach 1990 gepflanzt wurden und solchen, die schon vor 1990 bestanden. Wenn eine Aufforstung schon vor 1990 begonnen wurde, darf sie nicht mehr als Senke mitgezählt werden, selbst wenn die Auswirkungen noch nachweisbar und meßbar sind.

Der erste Verpflichtungszeitraum dauert von 2008 - 2012. In diesem Zeitraum können die realen, gemessenen oder die mittleren Bestandsveränderungen angerechnet werden. Dabei ergeben sich entscheidende Unterschiede: Die *realen Veränderungen* spiegeln die tatsächlichen Veränderungen im jeweiligen Jahr wieder. Die Prozesse der CO<sub>2</sub>-Freisetzung bei der Biomassezerstörung und der CO<sub>2</sub>-Aufnahme laufen jedoch weder parallel und mit gleichen Zeitskalen ab noch linear ab. Praktisch bedeutet das folgendes: Wenn die realen Bestandsveränderungen angerechnet werden, würden Entwaldungen, die zwischen 1990 und 2007 erfolgen, nur zu einem kleinen Teil zu den tatsächlichen Emissionen im Verpflichtungszeitraum hinzugezählt werden. Denn der größte Teil der Emissionen, die durch Abholzung oder Verbrennung verursacht werden, erfolgt im gleichen Jahr der Entwaldung. Nur ein Bruchteil wird in den folgenden 10 bis 20 Jahren durch Abbau von Biomasse und Bodenprozesse emittiert. Es würde der Anreiz entstehen, geplante Rodungen auf jeden Fall vor dem ersten Verpflichtungszeitraum durchzuführen. Die Akkumulation von Biomasse verläuft dagegen verhältnismäßig langsam: Das Wachstum der Bäume erreicht nach etwa 20-50 Jahren ein Maximum und wird danach wieder geringer. Wenn man die gesamte Biomasse betrachtet (d.h. z.B. auch den Humusaufbau einbezieht), dann wird die maximale Kohlenstoffeinbindung erst nach über 200 Jahren erreicht. Erst eine Betrachtung über lange Zeiträume erlaubt eine Abschätzung der mittleren Senken- und Quellenpotentiale der Ökosysteme. Angesichts der unterschiedlichen Zeitskalen der Prozesse, die nicht linear ablaufen, sollte die mittleren Bestandsveränderungen bei der Anrechnung verwendet werden, um eine höhere Transparenz zu erreichen.<sup>4</sup>

### 2.4 Anrechnung von Senken ja, Anrechnung von biologischen Emissionsquellen nein?

Einige *Emissionsquellen* aus landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Aktivitäten, wur-

---

<sup>3</sup> Während die oberirdische Biomasse eines Primärwaldes nach der Rodung vergleichsweise schnell wieder nachwächst, kann der Kohlenstoffhaushalt der Böden nach einem Kahlschlag noch jahrzehntelang massiv gestört sein. Durch höhere Temperaturen, mehr Licht, die bessere Durchlüftung und günstige Wasserverhältnisse kann der mikrobielle Humusabbau stark angeregt werden, so daß die CO<sub>2</sub>-Verluste aus den Böden über Jahre hinweg größer sind als die Kohlenstoffaufnahme der jungen Bäume. Die Kohlenstoffvorräte im Boden erreichen etwa 10-20 Jahre nach der Ernte des Waldes ein Minimum (WBGU 1998)

<sup>4</sup> Die mittleren Bestandsvorräte werden ermittelt, indem über die gesamte Umtriebszeit des jeweiligen Waldökosystem ein Mittelwert der Kohlenstoffeinbindung gebildet wird.

den nicht in Artikel 3.3 des Protokolls aufgenommen. Dazu zählen:

1. *Umwandlung von Primärwald in Plantagen und Sekundärwald*

Eine der größten Schwächen der bestehenden Formulierung im Protokoll ist, daß weder aus dem Protokolltext noch aus den IPCC-Richtlinien eindeutig hervorgeht, wie die Umwandlung von natürlichen Primärwäldern in Sekundärwälder oder Plantagen angerechnet wird. Dieser menschliche Eingriff, bei dem ein natürlicher Wald durch eine menschliche Pflanzung ersetzt wird, kann zu hohen Emissionen führen. Primärwälder werden nicht nur in den Tropen, sondern auch im borealen Nadelwald und im pazifischen Nordwesten Nordamerikas in Sekundärwälder und Plantagen umgewandelt. In der temperaten Zone weisen Wirtschaftswälder eine etwa um 40-50 % reduzierte Biomasse auf.<sup>5</sup> Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß forstlich genutzte Wälder nicht das gleiche Alter erreichen wie der Primärwald und daß ständig bei Durchforstungen Biomasse entnommen wird. Nach mehreren Rotationen liegt der mittlere Kohlenstoffvorrat intensiv genutzter Wälder nur noch bei 30 % des natürlichen Primärwalds.<sup>6</sup> Nach den oben genannten Definitionen müßten die Vertragsstaaten die Rodung von Primärwäldern bei nachfolgender Wiederbewaldung jedoch nicht zu den Emissionsquellen hinzuzählen.

2. *Degradation von Wäldern*

Weder nach den IPCC-Richtlinien noch den üblichen forstwirtschaftlichen Definitionen gilt die Degradation von Wäldern als Entwaldung. Feuer oder Holzernten, die das Regenerationspotential der Wälder übersteigen, führen häufig nicht zur kompletten Zerstörung der Wälder, sondern zur Ausdünnung und Vernichtung von Teilflächen. Mit der Degradation sind erhebliche Kohlenstoffverluste verbunden. Diese schleichende Zerstörung der Wälder wird in keiner offiziellen Definition als Entwaldung aufgeführt. Die Degradationsrate wird auf ein Vielfaches der Entwaldungsrate geschätzt.

3. *die Umwandlung von Grasland in Ackerland (Vergleich Anhang 1)*

4. *die Umwandlung von Feuchtgebieten in andere Nutzungen (Vergleich Anhang 1)*

Damit werden bedeutende Kohlendioxidquellen aus dem Bereich der Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft durch die bestehenden Regelungen des Protokolls nicht in die Emissionsmengen der Vertragsstaaten einbezogen. Gleichzeitig fehlen auch einige Aktivitäten, die sowohl die Senkeneinbindung erhöhen können als auch zu CO<sub>2</sub>-Emissionen führen können:

1. *Maßnahmen des Forstmanagements*

Diese Maßnahmen können Einfluß auf die Quellen- und Senkenwirkung der Wälder haben. Forstliche Maßnahmen wie schonende Ernteverfahren, Verlängerung der Umtriebszeiten, Sicherung der Verjüngung oder der Schutz vor Schädlingen kann die Senkenfunktion der Wälder sichern. Das Senkenpotential solcher Maßnahmen ist jedoch im Vergleich zum Potential von Aufforstung oder Wiederaufforstung gering. Eine Intensivierung der forstli-

---

<sup>5</sup> WBGU 1998, S.22

<sup>6</sup> Cooper 1983

chen Eingriffe durch kürzere Umtriebszeiten oder Kahlschläge erhöht dagegen die Treibhausgasemissionen.

## 2. *Landwirtschaftliche Bewirtschaftung*

Durch verschiedene Maßnahmen können Landwirte die Bewirtschaftung intensivieren, was in der Regel mit einem Humusabbau und erhöhten CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist. Eine Extensivierung, organische Düngung und ein Humusmanagement können zu zusätzlicher Kohlenstoffbindung in die Böden führen.

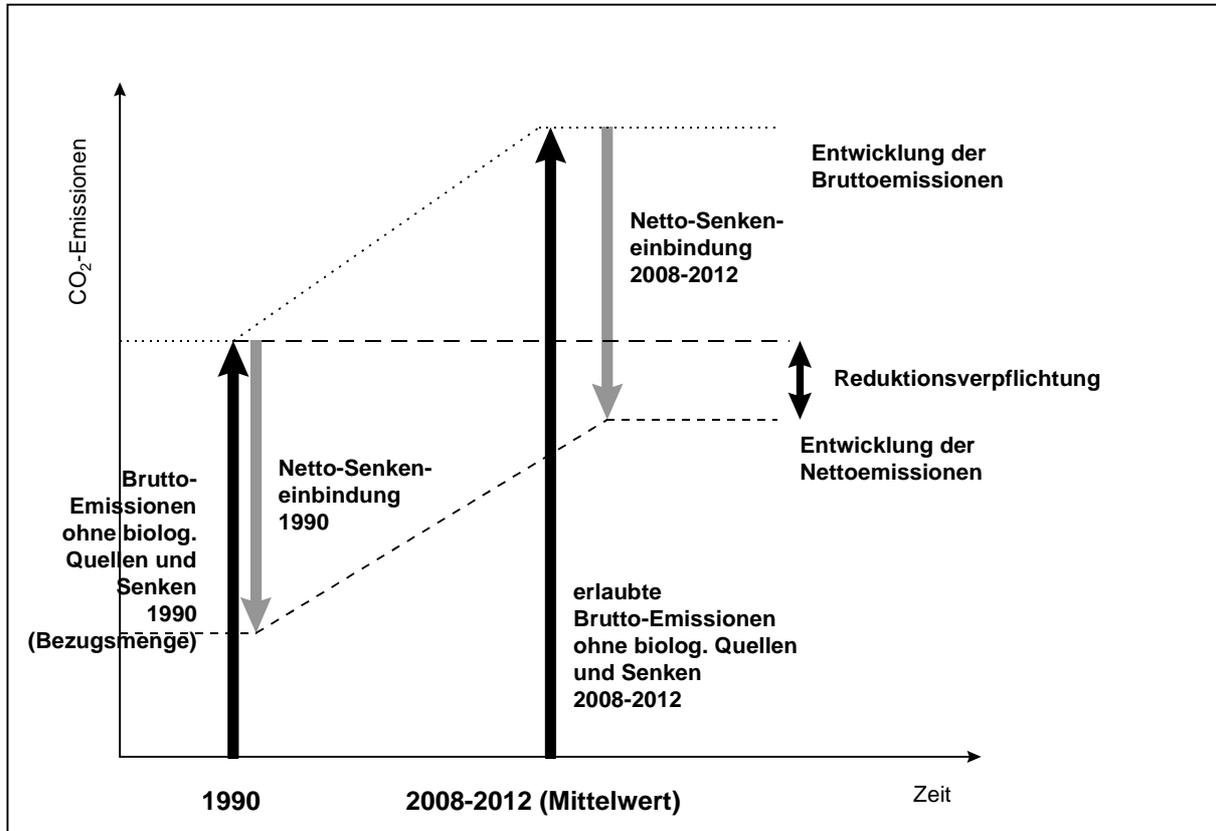
## 2.5 **Verwässerung des Reduktionsziels durch das Berechnungsverfahren**

In Artikel 3.7 des Protokolls sind die Emissionen des Jahres 1990 als Grundlage für die Berechnung der Reduktionen im Verpflichtungszeitraum 2008-2012 definiert. Alle Quellen, die in die Gesamtemissionen des Basisjahrs einbezogen werden müssen, sind in Anlage A des Protokolls aufgeführt. In dieser Anlage sind weder Quellen noch Senken aus Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft berücksichtigt.<sup>7</sup> Für die meisten Staaten gelten damit für die Bezugsmenge im Jahr 1990 die Brutto-Emissionen. Die im Verpflichtungszeitraum 2008-2012 erlaubte Emissionsmenge (assigned amount) berechnet sich als prozentualer Anteil dieser Bezugsmenge. Die Gesamtemissionen der meisten Staaten werden im Verpflichtungszeitraum jedoch anders bilanziert als im Basisjahr, da Aufforstung und Entwaldung einbezogen werden können. Wenn durch Aufforstung und Wiederaufforstung mehr CO<sub>2</sub> eingebunden wird als durch Entwaldung entsteht, ergibt sich eine sogenannte Netto-Senke. Trifft dies auf den Verpflichtungszeitraum zu, vergrößert sich die Menge der erlaubten Emissionen (siehe Abbildung 1). Durch diese Diskrepanz zwischen den Emissionsberechnung für den Zielzeitraum und der Bezugsgrundlage, wird die tatsächliche Verpflichtung weniger transparent. Dieser vom WBGU als "Brutto-Netto-Diskrepanz" bezeichnete Unterschied wirkt sich um so stärker aus, je höher der Anteil der anrechenbaren Senken eines Landes an den Brutto-Emissionen ist und je mehr menschliche Tätigkeiten zur Schaffung von Senken in die Berechnung einfließen dürfen.

---

<sup>7</sup> Nur bei Staaten, für die sich Quellen und Senken aus Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zu einer Gesamtquelle summieren, wird diese Bezugsgrundlage anders definiert. Dies ist bei Australien, in geringem Maß auch für Großbritannien der Fall. Für Australien erhöht sich dadurch die Bezugsmenge um ca. 30 %.

Abbildung 1 Berechnungsverfahren nach dem Kyoto-Protokoll für den Fall, daß die positive Netto-Senkeneinbindung im Bezugszeitraum genauso hoch ist wie die positive Netto-Senkeneinbindung in Verpflichtungszeitraum



Quelle: Öko-Institut

### 3 Probleme der Senkenerfassung

Obwohl die generellen Wirkungszusammenhänge bei Landnutzungsänderungen und der Bewirtschaftung von Wäldern bekannt und erforscht sind, bereitet eine genaue Quantifizierung der Senkenaktivitäten erhebliche Probleme. Im Gegensatz zu anderen Emissionsquellen, wie beispielsweise den Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, wirken auf die natürlichen Ökosysteme zahlreiche Einflußfaktoren. In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Schwierigkeiten bei der Senkenerfassung zusammengefaßt.

#### 3.1 Wann ist die Senke eine Senke? - Zeitskalen der Einbindungs- und Freisetzungprozesse

Der WBGU betont die unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen der Prozesse der Kohlenstoffeinbindung und -freisetzung. Die Kohlenstoffaufnahme durch die Pflanzen wird vor allem durch Licht, Kohlendioxidkonzentration und Nährstoffe gesteuert. Der Biomasseabbau durch die Mikroorganismen erfolgt zeitverzögert und wird hauptsächlich von der Temperatur beeinflusst. Je nach pflanzlichem Ausgangsmaterial und Temperatur dauert dieser Abbau bis zu 20 Jahre. Beide Prozesse werden vom globalen Klimawandel beeinflusst: Durch eine höhere Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre nimmt zunächst die Kohlenstoffeinbindung in der pflanzlichen Biomasse zu. Durch eine Temperaturerhöhung in Folge einer Klimaänderung wird jedoch auch der Biomasseabbau beeinflusst. Dieser steigt mit zunehmender Temperatur exponentiell. Die höhere Biomassebildung wird bei einer globalen Temperaturerhöhung daher mit der Zeit durch einen höheren Biomasseabbau ausgeglichen und überkompensiert werden.

*"Damit werden sich terrestrische Ökosysteme, die zur Zeit Senken für Kohlendioxid sind, in Zukunft in Quellen für dieses Treibhausgas verwandeln."*<sup>8</sup>

#### 3.2 Viele Arten der Berechnung: Erfassung der Kohlenstoffeinbindung

In vielen Ländern sind die bestehenden statistischen Primärdaten im Bereich der Forstwirtschaft und der Landnutzungsänderungen unzureichend. Das IPCC beziffert die Unsicherheiten bei den Primärdaten und den darauf basierenden Abschätzungen der Kohlenstoffvorräte auf 30 bis 50 %.<sup>9</sup>

Die Kohlenstoffeinbindung und -speicherung in Wäldern hängt von der Baumart, den individuellen Wachstumsbedingungen (hierzu zählen sowohl verschiedene Standortfaktoren als auch Witterungsbedingungen) und dem physiologischen Alter der Bäume ab. Daher ist es schwierig, allgemeine, zusammenfassende Faktoren für die Kohlenstoffeinbindung zu erstellen. Trotz einer Fülle von Literatur zum Thema Senken bestehen erhebliche Unsicherheiten und wenig exakte und vergleichbare Messungen der Kohlenstoffeinbindungsraten auf natio-

---

<sup>8</sup> WBGU 1998, S. 19

<sup>9</sup> IPCC 1996a, S. 778ff.

naler oder regionaler Ebene. In Tabelle 1 sind einige Arbeiten zusammengestellt, die Kohlenstoffeinbindungsraten für boreale Wälder und Wälder der gemäßigten Breiten angeben. Dabei wird deutlich, daß die Angaben verschiedener Literaturquellen erheblich voneinander abweichen.

Tabelle 1: Kohlenstoffeinbindung in temperierten und borealen Wäldern

Kohlenstoffeinbindung (Brutto) [t C/ha, Jahr]		Quelle
gemäßigte Breiten	boreal	
0,5-2,0		Kanowski und Savill, 1992
0,7-4,0	0,25-0,8	BFH, 1993
0,7-5,0	0,25-3,0	WWF, 1998
0,75 (BRD)		BMU, 1997
0,9-1,0(Polen)		Galinski und Küppers, 1994
1,12	0,78	Winjum et al., 1992
1,50		Heath et al, 1993
1,40 (Europa)	1,0 (Fichte)	IPCC 1996a
2,00 (Fichte in Europa)		IPCC 1996a
2,0-4,0		Burschel, 1993
2,6-4,0	0,4-0,6	GTZ, 1993
3,0-4,0	2,0-3,0	Hofmann, 1993
3,1 (nur USA)		Sampson/Hair, 1993
3,2-3,4 (USA)		IPCC 1996a
4,5 ( <i>Pinus radiata</i> -Aufforstung in Australien und Neuseeland)		IPCC 1996a
ca. 5,0		Hall, 1993
	ca. 3,0	Schwidenko, 1993

Quelle: Zusammenstellung aus Herold und Jülich, 1998

Der WBGU hält solchen globale Mittelwerte aus unterschiedlichen ökologischen Regionen zur Berechnung von Freisetzung und Veränderung der Vorräte nicht für hilfreich. Seiner Ansicht nach liefert nur eine Kombination mehrerer Methoden verlässliche Resultate, weil dann eine wechselseitige Überprüfung der Ergebnisse möglich ist.<sup>10</sup> Es gibt verschiedene Methoden zur Bestimmung der Kohlenstoffeinbindung und -freisetzung, die jeweils mit unterschiedlichen Problemen verbunden sind:

1. Langfristige periodische Inventuren:

Diese sind aufwendig, langwierig und teuer. Plötzliche Veränderungen können nicht erfaßt werden.

2. Mikrometeorologische Messung von Einzelbeständen (Eddy-Kovarinaz-Methode):

Damit werden möglicherweise auch anthropogene Quellen erfaßt.

3. Bilanzierung der turbulenten Grenzschicht der Atmosphäre (CBL-Integration)

Wenn die Veränderungen der Kohlenstoffeinbindung z.B. bei Rodung bilanziert werden, müssen alle Bestandteile des Kohlestoffhaushalts einbezogen werden. Über einige Bestandteile des Kohlenstoffhaushalts liegen nur sehr wenige Informationen vor. Hierzu zählen bei-

<sup>10</sup> WBGU 1998

spielsweise Streu und die organische Auflage, der Abbau von Totholz oder die abgestorbene Wurzelmasse sowie die Begleitvegetation, was die Unsicherheiten der Abschätzungen vergrößert.<sup>11</sup> Gleichzeitig ist die räumliche Variabilität der Kohlenstoffgehalte im Boden oder der organischen Auflage sehr hoch, so daß statistisch verlässliche Messungen sehr aufwendig sind. Da verschiedene Untersuchungen mit unterschiedlichen Methoden arbeiten, sind die Ergebnisse oft nicht miteinander vergleichbar.

Für die Inventare nach dem Kyoto-Protokoll sind Bilanzen des Kohlenstoffhaushalts von Ökosystemen in Abhängigkeit der Nutzungsform und Nutzungsintensität notwendig. In diesem Bereich gibt es keine umfassenden systematischen Daten. Bereits die genaue flächenbezogene Dokumentation der Landnutzungsformen ist nicht ausreichend, die Bewirtschaftungsintensitäten sind in der Regel überhaupt nicht erfaßt. Der WBGU hält die Datengrundlage für eine Abschätzung der Netto-Ökosystemproduktivität für eine Senkenberechnung gemäß dem Kyoto-Protokoll für unzureichend.<sup>12</sup> Es gibt keine umfassenden Datenerhebungen, sondern lediglich Daten von einzelnen Beständen oder Arten. Nur ein Teil der Datensätze enthält Messungen über ein ganzes Jahr. Vollständige Kohlenstoffbilanzen haben bisher nur wenige Staaten erstellt, dazu zählen z.B. Schweiz, Österreich und Brasilien. *"Bei der vorhandenen Dichte der Meßnetze erscheint es unmöglich, die biologischen Quellen und Senken auf das Jahr 1990 zurückzurechnen"* folgert der WBGU aus der unzureichenden Datenverfügbarkeit. Auch das IPCC konstatiert erhebliche Unsicherheiten bei allen bestehenden Methoden zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Flüsse durch forstwirtschaftliche Aktivitäten oder veränderte Landnutzung.<sup>13</sup> Das IPCC hat zwar Standardmethoden und -faktoren für die Abschätzung im Rahmen der nationalen Treibhausgasinventare erarbeitet, beschreibt diese Daten jedoch selbst als „hoch unsicher“.<sup>14</sup>

Bei der Erfassung der Senken im Kyoto-Protokoll stehen die Vertragsstaaten damit vor der Aufgabe, Inventare ohne verlässliche und vergleichbare Standardmethoden erstellen zu müssen. Die "expert review teams", die für die Überprüfung der Inventare der einzelnen Staaten zuständig sind, haben gegenwärtig kaum Methoden an der Hand, mit der sie die unsicheren Daten der Vertragsstaaten verifizieren können.

### **3.3 Wo wirkt die Natur und wo der Mensch? - Abgrenzung zwischen natürlichen und menschlichen Aktivitäten**

Die gegenwärtigen IPCC-Richtlinien zur Erstellung von Treibhausgasinventaren definieren bei *bewirtschafteten Wäldern* mehr oder weniger die gesamte Senke als vom Menschen verursacht. Da mehr und mehr Wälder bewirtschaftet werden, könnten die gesamten "anthropogenen" Senken der Inventare zunehmen.<sup>15</sup> Heute haben Annex I-Staaten erst ein Viertel ihrer

---

<sup>11</sup> IPCC 1996.

<sup>12</sup> WBGU 1998, S.19

<sup>13</sup> IPCC 1997b und 1997c, Abschnitt 5.3.

<sup>14</sup> IPCC 1997b und 1997c, Abschnitt 5.4.

<sup>15</sup> FCCC/AGBM/1997/MISC.4.

Senken in ihren Inventaren identifiziert.<sup>16</sup> Ein allmählicher Einschluß von Senken in die Inventare und ihre Aufrechnung gegenüber Emissionen birgt die Gefahr einer beträchtlichen Menge von Emissionsreduktionen, die nur auf dem Papier stehen, indem Wälder, die 1990 als „natürlich“ eingestuft wurden (und damit nicht in den Inventaren für 1990 enthalten sind), in künftigen Inventaren als bewirtschaftet aufgenommen werden.

Ein weiteres ungeklärtes Problem bei der Definition von menschlichen Einwirkungen auf Senken ist die Frage, ob Waldbrände oder Insektenbefall von Wäldern als anthropogene oder natürliche Einwirkung definiert werden und damit in den nationalen Inventaren auftauchen oder nicht.<sup>17</sup>

Nachdem die Natur in der Regel selbst für ihre Regeneration sorgt, gibt es Abgrenzungsprobleme zwischen der natürlichen Verjüngung nach der Ernte oder einem Kahlschlag und der Aufforstung in Form von Pflanzungen. In den Definitionen des IPCC wird nur auf das "Pflanzen" von Wald Bezug genommen. Zu den üblichen waldbaulichen Methoden der Waldregeneration gehört jedoch auch der natürliche Aufwuchs (bzw. dessen Förderung) oder Methoden der Aussaat.<sup>18</sup> Insbesondere Methoden der nachhaltigen Waldbewirtschaftung sehen einerseits weder großflächige Kahlschläge, noch anschließende Pflanzungen durch den Menschen vor, sondern ein Gleichgewicht zwischen der Entnahme einzelner Bäume für die Nutzung und der Förderung des natürlichen Aufwuchses. Viele Forstwirtschaftler schließen den natürlichen Aufwuchs oder dessen Unterstützung klar in ihren Begriff von Wiederaufforstung ein.<sup>19</sup> Hinsichtlich der Anrechenbarkeit im Rahmen des Protokolls entstehen Abgrenzungsschwierigkeiten hinsichtlich der Frage, wann es sich tatsächlich noch um eine direkte, vom Menschen beeinflusste Aktivität handelt.

### 3.4 Wenn Wald zu Holz wird: Wem gehört das darin gebundene CO<sub>2</sub>?

Im Kyoto-Protokoll werden Holzprodukte nicht erwähnt. Die Speicherung von CO<sub>2</sub> in langlebigen Holzprodukten ist daher nach dem Protokolltext und auch nach den IPCC-Richtlinien zur Erstellung von Treibhausgasinventaren keine Senke. Dennoch haben die Annex I-Staaten bei der bisherigen Berichterstattung teilweise unterschiedliche Bilanzierungen der Nutzung und des Abbaus von Holzprodukten vorgenommen. Dieses Thema steht auch auf dem Arbeitsprogramm des IPCC; es wird darüber diskutiert, die Richtlinien des IPCC für die Inventare hinsichtlich der Behandlung der Holzprodukte zu verändern. Derzeit wird das gesamte geerntete Holz als Emission behandelt. Künftig sollen möglicherweise langlebige Holzprodukte anders behandelt werden, indem die langfristige Festlegung z.B. in Form von Bauholz oder

---

<sup>16</sup> IPCC 1996a.

<sup>17</sup> Es gibt z.B. die Forderung bei Senkenprojekten in Entwicklungsländern Aktivitäten des Feuermanagements in die Gutschriften im Rahmen des Clean Development Mechanism einzuschließen, da dadurch die Waldressourcen geschützt würden.

<sup>18</sup> In der Bundesrepublik ist die Rillensaat beispielsweise bei Eichen eine übliche waldbauliche Maßnahme.

<sup>19</sup> In Kanada liegt beispielsweise der Anteil des natürlichen Jungwuchses an der Wiederbewaldung nach einer Waldnutzung bei 50 %, die Pflanzungen umfassen 45 % und die Aussaat 5 % der Fläche (Bradley 1998, S. 31).

Möbeln als weitere Senke in den Inventaren aufgenommen wird. Durch langlebige Holzprodukte kann die Menge an gespeichertem Kohlenstoff jedoch nur dann erhöht werden, wenn zum einen der Bedarf und die gesamte Verwendung von Holzprodukten insgesamt steigt, und zum anderen die Lebensdauer der Holzprodukte länger ist als die Umtriebszeit der Plantagen und Wirtschaftswälder. Wenn eine Anrechnung erfolgen sollte, müßte der Lebenszyklus der Holzprodukte genau verfolgt werden, da sie im Laufe der Jahre irgendwann ihre Funktion verlieren und i.d.R. deponiert oder verbrannt werden. Dann wird das gebundene CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt. Der entsprechende Zeitpunkt müßte registriert und als Summe für die langlebigen Holzprodukte in den Inventaren der jeweiligen Staaten berichtet werden. Es müßten Exporte und Importe sowie die Emissionen beim Transport erfaßt werden. Es wäre auch unklar, welchem Staat dabei die Senkenwirkung und welchem die Emission zu einem späteren Zeitpunkt zugerechnet wird.

### 3.5 Wie sicher ist die Einbindung?

Wenn die Bruttoemissionen aus den Vertragsstaaten mit Senken kompensiert werden, entsteht das Problem, daß die Emission zwar unwiderruflich erfolgt ist, die Kohlenstoffbindung in den Senken jedoch jederzeit umkehrbar ist, indem Wälder oder Aufforstungsplantagen gerodet oder verbrannt werden. Es bleibt damit unsicher, ob das globale Klimaschutzziel tatsächlich erreicht wird. Dabei müssen nicht unbedingt beabsichtigte menschliche Aktivitäten eine Rolle spielen, sondern auch natürliche Feuer oder Schädlingsbefall können die Bemühungen zur Vergrößerung der Senken zunichte machen. Aus Gründen des Vorsorgeprinzips darf daher nicht auf die Reduktion bei den Quellen der Treibhausgasemissionen verzichtet werden.<sup>20</sup> Es müssen Verfahrensweisen und Methoden gefunden werden, die diesen Aspekt der Unsicherheit bei der Anrechnung der Senken im Rahmen des Kyoto-Protokolls berücksichtigen.

### 3.6 Stark verbesserungsbedürftig: Berichterstattung

Das Klimasekretariat berichtete anhand der ersten Nationalberichte und deren Prüfung durch die *"in-depth reviews"* von erheblichen Problemen bei der Quantifizierung der Senken. Aufgrund hoher wissenschaftlicher Unsicherheit und Schwierigkeiten bei der Erhebung der Daten ist eine Verlässlichkeit und Vergleichbarkeit der bisher angefertigten Inventare der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention nicht gegeben. Bei drei Staaten wurden die Schätzungen als Folge der Prüfungen nach unten korrigiert. Im Fall von Kanada wurden die Wälder von einer Senke zu einer Emissionsquelle.

Bezüglich des Basisjahres 1990 wurden seit den ersten Nationalberichten der Vertragsstaaten bereits erhebliche Veränderung hinsichtlich den 1990 eingebundenen CO<sub>2</sub>-Mengen vorgenommen. Zwischen Juli 1996 und Juli 1997 legten eine Reihe von Staaten revidierte Werte für ihre Emissionen und Festlegungen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft vor.<sup>21</sup> Diese *Updates* ergaben für zahlreiche Länder erhebliche Vergrößerungen der Senken im

---

<sup>20</sup> Im Anhang sind einige pragmatische Verfahrensweisen dargestellt, wie bei projektbezogenen Reduktionen mit diesen Unsicherheiten umgegangen werden kann.

<sup>21</sup> FCCC/AGBM/1997/MISC.4, S.18.

Vergleich zu ihrem ersten Nationalbericht, wie Tabelle 2 wiedergibt. Im Zuge der Verbesserung der Methoden aufgrund neuer Forschungsergebnisse wird es wahrscheinlich auch in Zukunft zu erneuten Revisionen der Daten der vergangenen Jahre kommen.

*Tabelle 2: Prozentuale Abweichung der Angaben zur C-Fixierung in Senken im Basisjahr 1990 durch Datenrevisionen zwischen den 1 und 2. Nationalberichten*

Land	Abweichung
Australien	7 %
Bulgarien	65 %
Dänemark	12 %
Deutschland	50 % (Senken wurden nicht von Gesamtemissionen abgezogen)
Finnland	21 %
Frankreich	3 %
Großbritannien	430 %
Japan	7 %
Lettland	90 %
Neuseeland	16 %
Norwegen	200 %
Russische Föderation	33 %
Slowakei	4 %
Tschechische Republik	156 %

Quelle: FCCC/AGBM/1997/MISC.4

Die erste Zusammenstellung des SBI der 2. Nationalberichte der Vertragsstaaten ergab kein wesentlich günstigeres Bild als die erste Berichterstattung.<sup>22</sup>

Zu den Vertragsstaaten des Protokolls zählen die Russische Föderation und die Ukraine. Die borealen Wälder auf großen Flächen dieser Länder gehören zu den Wäldern mit sehr hoher Kohlenstoffdichte. Diese sind sowohl durch Abholzung als auch durch die hohe atmosphärische Umweltbelastung und durch Waldbrände bedroht. Für diese Staaten ist daher auch die Erfassung der Wälder als Senken bzw. Quellen international relevant. Forscher aus den ehemals sozialistischen Staaten berichten von ungenügender finanzieller Ausstattung für Forstwirtschaft und Waldbau zusammen mit unkontrollierter Ausbeutung der Waldressourcen.<sup>23</sup> Tabelle 2 zeigt, daß in den Transformationsstaaten bereits erhebliche Revisionen der Senkenden vorgenommen wurden, die von einer um 33 % höheren Einbindung in der Russischen Föderation bis zu einer um 156 % höheren Einbindung in der Tschechischen Republik reichen.

<sup>22</sup> FCCC/SBI/1997/19, S. 43.

<sup>23</sup> Galinski und Küppers 1994.

## 4 Forstprojekt und der Clean Development Mechanism

Über Forstprojekte im Rahmen von Joint Implementation (JI) (nach Artikel 6 des Protokolls) und des Clean Development Mechanism (nach Artikel 12 des Protokolls) hat sich intensive Diskussion entwickelt.<sup>24</sup> Als Joint Implementation wurde ursprünglich ein Mechanismus bezeichnet, der es Annex I-Staaten erlaubt, ihre Verpflichtungen durch die Finanzierung von Projektaktivitäten in Entwicklungsländern zu erfüllen. 1995 beschloß die erste Vertragsstaatenkonferenz eine Pilotphase für JI, in welcher die Projektaktivitäten als "activities implemented jointly (AIJ)" bezeichnet wurden. Im Kyoto-Protokoll wurde JI mit Entwicklungsländern durch den sogenannten Clean Development Mechanism (CDM) ersetzt.<sup>25</sup> Die Übertragungen von Emissionsreduktionen aus CDM-Projekten in Nicht-Annex-I-Staaten führt zu einer Vergrößerung der gesamten für den Verpflichtungszeitraum erlaubten Emissionsmenge der Annex-I-Staaten im Protokoll.

Artikel 12.3 des Kyoto-Protokolls legt fest, daß Annex I-Staaten zertifizierte Emissionsreduktionen aus Projektaktivitäten in Nicht-Annex I-Staaten dazu verwenden können, ihre quantitativen Reduktionsverpflichtungen zu erfüllen. Nachdem dabei nur von "Emissionsreduktionen" die Rede ist, gehen die europäischen Staaten davon aus, daß Projekte zur Schaffung von Senken nicht Bestandteil des CDM sein können, da im engen Sinne des Wortes durch Senken keine bestehende Emissionen reduziert, sondern CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre eingebunden wird. Andere Vertragsstaaten wie die USA, Australien, Neuseeland oder Japan interpretieren diese Bestimmung jedoch freier und gehen davon aus, daß auch Forstprojekte im Rahmen des CDM zulässig sind.

Im Rahmen von Joint Implementation innerhalb der Annex I-Staaten (z.B. zwischen Rußland und den westlichen Industriestaaten) sind Forstprojekte und Aktivitäten aus Landnutzungsänderungen hingegen eindeutig möglich. Es wurden keine Einschränkung formuliert.

Wie bei der Erfassung der Emissionen und -einbindungen von Treibhausgasen generell, bestehen auch bei den entsprechenden Minderungsprojekten Unsicherheiten, die den Klimanutzen der Aktivitäten reduzieren können. In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Problembereich bei den forstlichen CDM-Projekten dargestellt:

### 4.1 Was wäre wenn: Festlegung des Referenzfalls

Als eine der kritischen Fragen von CDM-Projekten gilt die Festlegung des Referenzfalls (*baseline*), d.h. die Bestimmung der Emissionsentwicklung ohne das betreffende Projekt.<sup>26</sup> Die Differenz zwischen Referenzfall und den Emissionen des Projektes ergibt die CO<sub>2</sub>-Gutschrift. Sowohl Investoren als auch Gastländer könnten den Anreiz haben, die Treibhausgasreduktionen eines Projektes zu überschätzen, weil sie damit ihre Gutschriften erhöhen. Die Bestim-

---

<sup>24</sup> Siehe auch Herold 1995.

<sup>25</sup> Der CDM regelt nicht nur projektbezogene Reduktionsmaßnahmen von Annex-I-Staaten in Nicht-Annex I-Staaten, sondern wurde um weitere Aspekte des Nord-Süd-Transfers ergänzt.

<sup>26</sup> Vine und Sathaye 1997.

mung der Referenzentwicklung ist mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, wie Projektbeispiele und JI-Simulationsstudien zeigten. Bei den Pilotprojekten wich die tatsächliche Emissionsentwicklung meist deutlich von der Prognose des Referenzfalls ab (sowohl Unter- als auch Überschätzungen werden berichtet). Bei der Bestimmung der Referenzentwicklung müssen bei Forstprojekten sowohl die zukünftigen Abholzungsraten als auch die natürliche Regeneration der Vegetation ohne das Projekt vorausbestimmt werden. Bei einigen Pilotprojekten wurden vereinfachende Annahmen getroffen, wie die vollständige Rodung der Fläche oder ein völliges Fehlen von natürlicher Regeneration nach der Weidenutzung, die nicht den tatsächlichen Verhältnisse entsprechen. Nachdem die Nicht-Annex-I-Staaten bisher nicht zu verbindlichen Klimaschutzziele verpflichtet sind, existierten meist keine nationalen Angaben, Inventare und Projektionen zur Entwicklung der Waldbestände, auf die als Referenz zurückgegriffen werden kann.

Auch eine gewissenhafte Verifizierung durch Dritte kann die bestehenden Probleme nicht immer vollständig lösen. Dies kann an einem einfachen Beispiel gezeigt werden.<sup>27</sup> Ein Projektentwickler führt ein Projekt zum Walderhalt durch und kalkuliert bei der Referenzentwicklung, daß nach 10 Jahren 50 % seines Waldes im Projektgebiet A gerodet wären. Die Verifikation nach 10 Jahren zeigt, daß der Wald auf Fläche A intakt ist, daß jedoch der Wald auf der benachbarten Fläche B vollkommen abgeholzt wurde. Hier gibt es nun zwei Interpretationsmöglichkeiten.

1. Aufgrund der sogenannten "Leakage"<sup>28</sup> wurden die Rodungsaktivitäten durch das Projekt auf die Fläche B verlagert. Dem Projektbetreiber dürften eigentlich keine Kohlenstoffreduktionen angerechnet werden.
2. Der Projektbetreiber hat konservative Annahmen zur Referenzentwicklung getroffen. Die Abholzungsrate in der Realität lag doppelt so hoch. Das heißt, daß dem Projektbetreiber nachträglich sogar die doppelte Kohlenstoffeinbindung anerkannt werden müßte.

#### 4.2 Was passiert neben dem Projekt? - Leakage

Als "leakage" oder "Leck" wird die Möglichkeit bezeichnet, daß das Projekt zwar an seinem Standort zu Treibhausgasreduktion oder -einbindung führt, daß sich die Rodungsaktivitäten jedoch nur an andere Stellen räumlich verlagern. In den frühen Waldprojekten im Rahmen der AIJ wurde dieses Problem kaum behandelt. Ob Leakage in einem Land stattfindet, hängt von den Rahmenbedingungen im jeweiligen Land ab: vom Bevölkerungsdruck, der verfügbaren Landfläche, den Bodenpreisen, Preisen für landwirtschaftliche Produkte oder Fleisch oder den alternativen Tätigkeitsmöglichkeiten für die Waldbesitzer. All diese Faktoren spielen eine Rolle bei der Frage, wie sich der Schutz und die Wiederbewaldung von Flächen auf andere Gebiete auswirken. Leakage ist auch eine Funktion der Projektgröße und der Systemgrenzen. Je größer das Projekt, um so wahrscheinlicher ist es, daß alle Effekte tatsächlich erfaßt werden.

---

<sup>27</sup> Goldberg et al. 1998

<sup>28</sup> siehe nächsten Abschnitt

### **4.3 Wie lange lebt ein Wald? - Langfristige Kohlenstoffeinbindung**

Wenn eine aus einem Kraftwerk emittierte Tonne Kohlenstoff durch Senkenprojekte ausgeglichen werden soll, dann muß die Einbindung über die gesamte Lebensdauer des emittierten Kohlendioxids gewährleistet werden. Die Aufforstungen müssen damit eine CO<sub>2</sub> Einbindung über eine Dauer von ca. 100 Jahren haben<sup>29</sup>. Die Forstprojekte, die gegenwärtig im Rahmen von AIJ geplant bzw. durchgeführt wurden, haben wesentlich kürzere Lebensdauern, die in Costa Rica z.B. zwischen 15 und 50 Jahren liegen.

Daher müßte bei der Berechnung der Leistung der Kompensationsprojekte die geplante Lebensdauer der Maßnahmen berücksichtigt werden. Dies könnte dadurch geschehen, daß jede Tonne an emittiertem Kohlenstoff mit der Lebensdauer des CO<sub>2</sub> gewichtet wird. Eine Tonne emittierten Kohlenstoff könnte dann durch die Einbindung einer Tonne über 100 Jahre kompensiert werden. Wenn die Projektlaufzeit nur 50 Jahre beträgt, sind zwei Tonnen C zur Kompensation der einen emittierten Tonne notwendig, bei nur zehnjähriger Laufzeit muß die zehnfache Menge eingebunden werden, um die Kompensation sicherzustellen.

### **4.4 Wer hat die Landrechte? - Partizipation**

Forstprojekte können die Nachfrage nach Grund und Boden erhöhen und zu einer Konkurrenz für die lokale Bevölkerung oder die indigene Bevölkerung in Wäldern werden. Dabei konkurrieren die Forstwirtschaft mit anderen, insbesondere landwirtschaftlichen Nutzungen. Besondere Probleme können sich bei CDM-Projekte in Gebieten ergeben, in denen indigene Bevölkerung Landnutzungsrechte einfordert, diese von der Regierung jedoch nicht anerkannt werden, da in der Regel die nationalen Regierungen über die Anerkennung der Projekte entscheiden. Falls die Rechte der indigenen Gemeinschaften im allgemeinen nicht anerkannt werden, gilt dies auch bei der Implementierung der CDM-Projekte. CDM-Projekte in Gebieten, in denen die indigene Bevölkerung Nutzungsrechte und Landtitel beansprucht, sollten nur nach umfassender Beratung, Zustimmung und Beteiligung der indigenen Gemeinschaften und bei Sicherung des Nutzens für diese Gemeinschaften durchgeführt werden. Die Mechanismen der Projektauswahl, -anerkennung und -verifizierung sollten dies berücksichtigen.

---

<sup>29</sup> Das IPCC berücksichtigt bei der Festsetzung der Lebensdauer von CO<sub>2</sub> lediglich die langfristige CO<sub>2</sub>-Einbindung in den tiefen Ozeanschichten.

## 5 Integration von Klima- und Waldpolitik

Die Ausweitung von Senken ist nicht in jedem Fall ein nachhaltiges Entwicklungsziel. Es gibt waldbauliche Praktiken, die zwar rasch eine hohe Kohlenstoffeinbindung erreichen, aber nicht mit dem bestehenden Verständnis einer nachhaltigen und naturnahen Waldbewirtschaftung vereinbar sind. Bei der nachhaltigen Bewirtschaftung werden die lokalen Standortbedingungen beachtet, und es werden vor allem langfristig ökologisch stabile Waldbestände angestrebt. Zu der Frage, ob eine nachhaltige, naturnahe Waldbewirtschaftung auch zu einer höheren Kohlenstoffeinbindung führt, gibt es aus vielen Staaten widersprüchliche Forschungsergebnisse. Dies ist nachvollziehbar, da die Ergebnisse solcher Arbeiten stark vom jeweiligen Standort und dem Ausgangspunkt der Waldentwicklung abhängen.

Der Wert einer Waldfläche setzt sich aus vielen verschiedenen Aspekten zusammen:

- Ökonomischer Ertrag (Nutzholz, Brennholz und sonstige Waldprodukte)
- Bedeutung für die Biodiversität und Naturschutz
- Bedeutung für das Kleinklima
- Bedeutung für die Erholung
- Bedeutung für Wasserhaushalt
- Kohlenstoffspeicher
- Erosionsschutz
- Bedeutung als Lebensraum für die Bewohner des Waldes

Eine nachhaltige Entwicklung erfordert eine integrierte Betrachtung aller Aspekte. Wenn nur einer der Aspekte herausgelöst betrachtet und gefördert wird, ist die gesamte Nachhaltigkeit nicht mehr sichergestellt. Daher ist eine Integration der Ausweitung von forstlichen Senken in die internationale und nationale Waldpolitik unerlässlich. In erster Linie sollten die eigentlichen Ursachen der Waldzerstörung in Entwicklungsländern wie der unkontrollierten Handel mit Tropenholz oder die Landverteilung angegangen werden. Die Aktivitäten zur Schaffung von Senken im Rahmen des CDM werden kaum nur geringfügig beitragen können.

Die nationalen und internationalen Aktivitäten zum Schutz der Wälder müssen besser als bisher koordiniert und abgestimmt werden. Der Entscheidungsentwurf des SBSTA aus dem Juni 1998 fordert das Klimasekretariat auf, für entsprechenden Informationsaustausch mit dem Sekretariat der Biodiversitätskonvention, dem Intergovernmental Forum on Forests (IFF), der FAO und anderen internationalen Organisationen zu sorgen. Hier muß vor allem der aktive Erfahrungsaustausch zwischen Forstwirtschaftlern, NGOs sowie Institutionen, die sich um den Schutz von Wäldern kümmern, mit den an der Ausgestaltung des Kyoto-Protokolls Beteiligten systematisch gefördert und organisiert werden. Bisher wird in der Klimadiskussion kaum systematisch auf die bestehenden Praxiserfahrungen zurückgegriffen.

Mögliche Projekte und Maßnahmen in allen Staaten müssen in eine mittel- und langfristige Strategie und Politik zum Walderhalt und zur Flächennutzung eingebettet sein. Anstelle einzelner Projekte und singulärer Maßnahmen sollten Aktionspläne im Forst- und Landnutzungsbereich entwickelt werden, die die spezifischen Probleme ausreichend berücksichtigen und die Problemursachen der Waldzerstörung und Walddegradation adressieren.

## 6 Zukünftige Entwicklungen

### 6.1 Weiterentwicklung der IPCC-Richtlinien zur Senkenerfassung

Auch die überarbeiteten Richtlinien des IPCC<sup>30</sup> für Treibhausgasinventare bieten keine befriedigende Basis für die Erfassung der Treibhausgasenken in den Vertragsstaaten des Protokolls. Diese Richtlinien wurden auch nicht mit dem Ziel erarbeitet, eine verlässliche Quantifizierung der Senken für verbindliche Reduktionspflichten eines Protokolls zu liefern. Das IPCC ist dabei, die Richtlinien zu überarbeiten. Dabei handelt es sich um eine langfristige Aufgabe, die Zeit und auch finanzielle Ressourcen erfordert. Langfristig stellt sich die Frage, welche Zuverlässigkeit bei der Quantifizierung der Treibhausgasfestlegung in Senken überhaupt erreicht werden kann. Die Unsicherheiten im Bereich der Treibhausgasemissionen bzw. -festlegung durch Landnutzung und Forstwirtschaft sind durch die hohe Variabilität der natürlichen Systeme und die Vielzahl von natürlichen und anthropogenen Einflußfaktoren bestimmt, die auf die Kohlenstoffflüsse wirken. Diese systemimmanenten Unsicherheiten lassen sich auch durch eine Weiterentwicklung der IPCC-Richtlinien nur sehr bedingt lösen. Ausgedehnte Meßsysteme, die sämtliche Aktivitäten im Bereich der Landnutzung und der Forstwirtschaft genauer erfassen würden, wären mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden. Außerdem können zukünftige Modelle nur schwer rückwirkend eine zuverlässige Abschätzung der Baseline für das Jahr 1990 berechnen. Hinsichtlich der derzeitigen und auch der kurz- und mittelfristigen Entwicklungen im Bereich der Erfassung der Senken, urteilt Mark C. Trexler, ein langjähriger Forstexperte aus den USA:

*„Today, public policy intended to manipulate C sources and sinks for purposes of climate change mitigations threatens to outpace the available scientific knowledge.“<sup>31</sup>*

Im Bereich der Senken besteht ein erheblicher Forschungsbedarf, insbesondere im Bereich der langfristigen Ökosystembeobachtung. Ohne weitere Forschungsbemühungen, die sich im Bereich der Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft häufig über Jahre erstrecken, hat auch das IPCC Schwierigkeiten, klare und verlässliche Methoden zu erstellen.

### 6.2 Forstprojekte im Rahmen des CDM

Die zahlreichen Schwierigkeiten, die die Glaubwürdigkeit und die Transparenz von Reduktionen aus CDM-Projekten erheblich beeinträchtigen, haben dazu geführt, daß Forstprojekte im Rahmen von CDM insbesondere von Umweltorganisationen generell abgelehnt wurden. Mit dieser Forderung entsteht aber gleichzeitig das Dilemma, daß auch viele engagierte Waldinitiativen und NGOs, die seit langem positiv zum Schutz von Waldressourcen und einer nachhaltigen Waldwirtschaft in Entwicklungsländern beitragen und regionale und lokale Initiativen unterstützen, von dieser zusätzlichen Finanzierungsquelle ausgeschlossen werden. Es stellt

---

<sup>30</sup> Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

<sup>31</sup> Trexler 1993.

sich die Frage, ob alle forstlichen Aktivitäten von einer Belohnung ausgeschlossen werden, weil einige schwarze Schafe darunter sein könnten. Die Pragmatiker stehen eher auf dem Standpunkt, daß jedes Mittel genutzt werden muß, das die Aussicht auf den Walderhalt und Waldschutz verbessert, solange es kein wirksameres Instrument zum Schutz der verbliebenen Primärwälder gibt.

Wenn langjährig anerkannte Experten mit Erfahrungen in der Entwicklung nachhaltiger Projekte in Entwicklungsländern zusätzliche Mittel aus privaten Quellen für ihre Arbeit nutzen, wäre die internationale Skepsis hinsichtlich der Maßnahmen wahrscheinlich weit weniger groß als in der bestehenden unübersichtlichen Situation mit einer Vielzahl von einzelnen Projektbetreibern, über deren Hintergrund, Motivation und Erfahrung oftmals wenig bekannt ist.

Generell stellt sich daher die Frage, ob und wie der JI- oder CDM-Mechanismus umgestaltet werden kann, so daß eine Förderung von Projekten zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung, die eine nachhaltige Entwicklung sowohl im Sinne der Klimarahmenkonvention, der Walderklärung, der Biodiversitätskonvention als auch der Agenda 21 fördern, ermöglicht wird und wie gleichzeitig die bestehenden Probleme bei diesem Instrument ausgeräumt werden können. Hierzu wurden in der jüngsten Zeit auch von NGOs pragmatische Verfahren entwickelt, die die bestehenden Probleme und Unsicherheiten mindern sollen. Diese sind in Auszügen in Anhang 2 dokumentiert.

Die weitere Ausgestaltung des Kontrollmechanismus ist für die Glaubwürdigkeit der Projektaktivitäten entscheidend. Nach dem Protokoll ist eine Zertifizierung durch private Institutionen möglich. In vielen anderen Umweltbereichen, in denen Qualität von Produkten oder Verfahren sichergestellt werden soll, ist die Zertifizierung durch private Organisationen bewährte Praxis (z.B. im biologischen Landbau, beim Öko-Audit oder bei der Zertifizierung von Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung). Die kritische Frage dabei ist, wie die Auswahl der zertifizierenden Organisationen erfolgt. Hier liefert auf der internationalen Ebene der biologische Landbau ein Beispiel, das zum Vorbild genommen werden könnte. Auf internationaler Ebene sichert die Mitgliedschaft bei IFOAM eine Qualitätsgarantie der zertifizierenden Institutionen, die nach relativ strengen Richtlinien die Fähigkeiten und Arbeiten der eigenen Mitglieder überprüft. Hier wirkt die Selbstkontrolle durch die Konkurrenz der zertifizierenden Organisationen. Dieser Mechanismus funktioniert vergleichsweise besser als die Erfahrungen mit der Anerkennung der zertifizierenden Organisationen durch eine einzige staatliche Institution.

Der CDM stellt insgesamt hohe Anforderungen an das Funktionieren und das Überdauern der durchführenden Institutionen. Es ist daher fraglich, inwieweit er sich für die ärmsten Entwicklungsländer eignet, in denen häufig auch eine hohe politische Unsicherheit kennzeichnend ist.

Sowohl die Investoren als auch das Gastland für CDM-Projekte sollten in ihren Umwelt- und Klimaschutzaktivitäten glaubwürdig sein. Investoren, die sich in ihrem Heimatland über Umweltschutzpflichten hinwegsetzen, sind keine glaubwürdigen Partner, ebenso Investoren, die bisher vor allem an der nicht-nachhaltigen Ressourcennutzung verdient haben. Auch das beteiligte Land, in welchem die Reduktionsprojekte stattfinden, muß in seinen Bemühungen um

Umwelt- und Klimaschutz glaubwürdig sein, wenn sichergestellt werden soll, daß die Fortschritte durch die CDM-Projekte nicht rasch wieder durch umweltzerstörende Aktivitäten zunichte gemacht werden. Es müssen auch Mindestanforderungen an Meinungsfreiheit und Partizipation, Korruptionsbekämpfung im Reduktionsland erfüllt sein, die Voraussetzung für die Etablierung nachhaltiger Projekte sind.

### 6.3 Entscheidungsbedarf in den kommenden Verhandlungsrunden

Die Positionen vor den Protokollverhandlungen in Kyoto reichten vom kompletten Ausschluß aller Senkenaktivitäten aus den verbindlichen Reduktionspflichten bis zum Einschluß aller denkbaren Aktivitäten aus den Bereich Forstwirtschaft und Landnutzungsänderung. Insbesondere die Staaten, in denen die Emissionen und Einbindungen bedeutende Anteile an den Treibhausgasinventaren ausmachten, drängten auf eine umfassende Einbeziehung der Senken. Hierzu zählten z.B. Australien und Neuseeland, aber auch die USA. Die EU möchte angesichts der mit den Senken verbundenen Unsicherheiten bei der Erfassung keine weiteren Aktivitäten einschließen, zumindest solange die Verfahren der Erfassung nicht geklärt sind.

Artikel 3.4 des Protokolls von Kyoto legt fest, daß das "*Meeting of the Parties*" entscheiden kann, zusätzliche menschliche Aktivitäten, die zu Treibhausgasemissionen aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft führen, in die verbindlichen Verpflichtungen aufzunehmen. Die Einbindung in landwirtschaftliche Böden wird als Beispiel genannt. In diesen Bereichen sollen weiter methodische Arbeiten von IPCC und SBSTA durchgeführt werden. Im Gegensatz zu den anderen Absätzen des Protokolls werden in Artikel 3.4 die menschlichen Aktivitäten nicht auf die "direkten" beschränkt. Daher können möglicherweise auch indirekte Aktivitäten eingeschlossen werden. Dies würde das sowieso komplizierte Verfahren noch wesentlich schwieriger machen.

Im Juni 1998 wurden bei der 8. Sitzung des SBSTA Klarstellungen und die weitere Vorgehensweise bei den Aktivitäten aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft beschlossen.<sup>32</sup> Um die wissenschaftlichen Unsicherheiten zu klären, soll das IPCC beauftragt werden, bis zum Jahr 2000 einen "special report" anzufertigen, um die weiteren Entscheidungen der Vertragsstaatenkonferenz vorzubereiten. Die Form des "special report" sichert eine umfassende wissenschaftliche Analyse der Senkenprobleme: Eine doppelte Begutachtung des Berichts nach der Fertigstellung sorgt für einen umfassenden internationalen Konsens über die Inhalte. Vor und nach der 4. Vertragsstaatenkonferenz in Buenos Aires sollen zusätzlich zwei Workshops stattfinden, die sich der Datenverfügbarkeit widmen und die Inputs zur Arbeit des IPCC geben sollen. Die USA und Kanada drängten während der Sitzung des SBSTA zur Eile und wollten eine raschere Klärung und Entscheidung über die Definitionen im Protokoll und den Einschluß weiterer Aktivitäten. Die Komplexität der Probleme und der unzureichende Wissensstand macht eine umfassende wissenschaftliche Analyse jedoch dringend erforderlich, ehe weitere Entscheidungen getroffen werden. Die Workshops zu diesem Thema sollten daher auch nicht zu vorgezogenen Entscheidung, sondern zur intensiveren öffentlichen Diskussion

---

<sup>32</sup> FCCC/SBSTA/1998/CRP.3, S. 2

der Probleme genutzt werden.

## 7 Bewertung und Anforderungen

Grundsätzlich sind der Schutz von Senken, insbesondere der Schutz von Primärwäldern, Feuchtgebieten und die Aufforstung von degradierten Flächen wichtige Maßnahmen im internationalen Klima- und Umweltschutz. Ein nachhaltiges Schutzkonzept sollte die verschiedenen Umweltziele wie den Klimaschutz, den Schutz der Biodiversität oder den Bodenschutz integrieren.

Durch Einzelmaßnahmen im Bereich der Senken ist es jedoch kaum möglich, die globale Kohlenstoffbilanz in quantitativ bedeutsamen Ausmaß zu beeinflussen. Der WBGU stellte fest, daß eine langfristige und dauerhafte Steigerung des Senkenpotentials land- und forstwirtschaftlich genutzter Ökosysteme über das Senkenpotential der natürlichen potentiellen Vegetation hinaus in großem Umfang nicht möglich erscheint. Daher können die energiebedingten Emissionen langfristig nicht durch die terrestrische Biosphäre kompensiert werden. Viele Länder verfügen gegenwärtig noch über Senken, die in Zukunft bei einer globalen Klimaerwärmung jedoch zu CO<sub>2</sub>-Quellen werden dürften.<sup>33</sup>

Folgende Anforderungen sollten bei einer weiteren Konkretisierung der Anrechnung von Quellen und Senken aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft beachtet werden:

### *Sicherung der Nachhaltigkeit*

- Maßnahmen, die langfristig dem Klimaschutz und den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung widersprechen, dürfen nicht auf die Reduktionsverpflichtungen angerechnet werden, selbst wenn dies nach formalen Kriterien möglich sein könnte (z.B. Umwandlung von Primärwäldern in Forstplantagen).
- Die Anrechnung von forstwirtschaftlichen Maßnahmen darf nicht zu negativen Anreizen für den Klimaschutz, den Schutz der Biodiversität oder den Bodenschutz führen.
- Die Ausweitung der Kohlenstoffsinken im Zuge der Klimapolitik muß mit der internationalen Waldpolitik verknüpft werden, um sicherzustellen, daß die Schaffung von Senken mit den Bemühungen, eine nachhaltige Waldwirtschaft zu erreichen und Naturwälder zu erhalten, Hand in Hand geht.
- Neben der ökologischen sollte auch die ökonomische und soziale Nachhaltigkeit der Maßnahmen beachtet werden. Projektbezogene Aktivitäten zur Vergrößerung von Senken sollten die primären Bedürfnisse befriedigen, die die Triebkräfte für die Landnutzungsänderungen sind. Die Projekte sollten lokale Anreize für den Walderhalt schaffen. Im Rahmen des CDM sollten Projekte den Vorzug bekommen, die zusätzlichen Nutzen für den Walderhalt und die Biodiversität bringen oder die ökonomischen Nutzen für die lokalen Bewohner schaffen.

---

<sup>33</sup> WBGU 1998, S. 19

***Beseitigung bestehender Unklarheiten des Protokolls***

- Es sollte eine verbindliche, präzise Definition der Begriffe Wiederaufforstung, Erstaufforstung und Abholzung zur Verfügung gestellt werden, die die skizzierten Probleme vermeidet.
- Es sollten nur direkt von Menschen verursachte oder beeinflusste Aktivitäten eingerechnet werden und keine zufälligen Umstände bzw. natürliche Ereignisse, die weitgehend unabhängig vom Menschen stattfinden. Auch hier sind präzise Definitionen und Abgrenzungen erforderlich.

***Anrechnung von Quellen und Senken***

- Wenn die Emissionen aus den menschlichen Aktivitäten im Bereich der Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft erfaßt werden, müssen alle Bestandteile des Kohlenstoffhaushalts einbezogen werden. Hierzu zählen auch Streu und die organische Auflage, der Abbau von Totholz, die abgestorbene Wurzelmasse, der Bodenkohlenstoff sowie die Begleitvegetation. Um dies zu ermöglichen, sind erhebliche Forschungsanstrengungen notwendig, da diese Bestandteile des Kohlenstoffhaushalts gegenwärtig nicht verlässlich abgeschätzt werden können. Insbesondere bei der Bewirtschaftung von borealen Wäldern muß auf die Erhaltung des Bodenkohlenstoffs geachtet werden.
- Für die Quantifizierung in den Inventaren sollten verschiedene Methoden kombiniert werden (Inventur und mikrometeorologische Methoden), um die Kohlenstoffeinbindung zu erfassen, weil nur die Kombination der Methoden zu verlässlichen Ergebnissen führt.
- Verschiedene Emissionsquellen aus den Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft sollten hinsichtlich der Reduktionspflichten der Vertragsstaaten berücksichtigt werden. Hierzu zählen die Umwandlung von Primärwald in Sekundärwälder oder Plantagen, die Degradation von Wald, die Umwandlung von Feuchtgebieten in andere Nutzungsformen sowie die Umwandlung von Grasland in ackerbaulich genutzte Flächen (vor allem die Umwandlung von Schwarzerdeböden).
- Solange das bestehende verzerrende Berechnungsverfahren (Brutto-Netto-Diskrepanz) zwischen Bestandsmenge im Basisjahr 1990 und zugewiesener Menge (assigned amount) bestehen bleibt, sollten keine weiteren Senkenaktivitäten in die Reduktionsverpflichtungen eingeschlossen werden, weil hierdurch das Reduktionsziel weiter verwässert wird.
- Eine Anrechnung von Senken soll erst dann erfolgen, wenn zufriedenstellende Richtlinien und Methoden für einen transparenten und verifizierbaren Vergleich der Vertragserfüllung vorhanden sind.
- Wiederaufforstungen sollten nur dann angerechnet werden, wenn auf den Flächen 1990 kein Wald existierte.
- Es sollten sowohl natürliche als auch bewirtschaftete Wälder in den Inventaren erfaßt werden.

### ***Berücksichtigung der Zeitskalen***

- Im Verpflichtungszeitraum sollte die mittlere Bestandsänderung - gemittelt über die Umtriebszeit - angerechnet werden, nicht die real im Verpflichtungszeitraum gemessene. Die Rodungen zwischen 1990 und 2008 sollten ebenfalls entsprechend einer über die Umtriebszeit gemittelten Emission im Verpflichtungszeitraum angerechnet werden.

### ***Verifikation***

- Ein unabhängiger Review-Mechanismus sollte die korrekte Erfüllung der Berichts- und Informationspflichten, der Beteiligung der Öffentlichkeit und der weiteren genannten Kriterien überprüfen.

### ***Verstärkte Forschungsaktivitäten***

- Sowohl nationale als auch international sind weitere Forschungsarbeiten notwendig, um bestehende Wissenslücken hinsichtlich des Kohlenstoffhaushaltes und der Kohlenstoffflüsse von Ökosystemen zu füllen. Insbesondere langfristige Projekte zur Ökosystembeobachtung sind als Entscheidungsgrundlage für die internationale Klimapolitik von hoher Bedeutung.

Projektbezogene Aktivitäten zur Schaffung bzw. dem Schutz von Senken im Rahmen des CDM und Joint Implementation sollten einer Reihe zusätzlicher Anforderungen entsprechen, um eine nachhaltige Entwicklung sowie die glaubwürdige Erfüllung der Ziele der Klimarahmenkonvention sicherzustellen:

### ***Allgemeine Grundsätze***

- Die Anrechnung von Senkenprojekten in Entwicklungsländern darf erst dann erfolgen, wenn die bestehenden Unsicherheiten bei der Ermittlung der Referenzentwicklung und der Erfassung der Senkenwirkungen zufriedenstellend ausgeräumt worden sowie Verfahren zur Risikominderung und zum Risikoausgleich etabliert wurden. Dies ist gegenwärtig nicht der Fall.
- Jedem Annex B-Staat soll eine Grenze für die Anrechnung von allen Projektaktivitäten in Entwicklungsländern im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) auferlegt werden, um zu gewährleisten, daß auch nationale Aktivitäten des investierenden Landes unternommen werden

### ***Partizipation und Transparenz***

- Der CDM muß die Beteiligung auf lokaler Ebene - besonders die der indigenen Gemeinschaften - berücksichtigen. Projektbetreiber müssen sicherstellen, daß die betroffene lokale Bevölkerung am Projektdesign und bei der Projektumsetzung beteiligt ist. Der freie Zugang zu Projektinformationen muß gewährleistet werden. Alle in Frage kommenden Betroffenen sollten frühzeitig informiert werden (lokale Einwohner, Regierungen, NGOs, Wirtschaft). Diese Beteiligung sollte schriftlich fixiert werden. Der lokalen Bevölkerung sollte die Möglichkeit gegeben werden, an der Projektgestaltung, der Umsetzung und dem Monitoring mitzuwirken. Die Ausgestaltung der institutionellen Aspekte des Clean Development

Mechanism (d.h. die Entscheidungsfindung, die Festlegung der Zuständigkeit für Monitoring und Kontrolle) soll die Partizipation berücksichtigen. Dies gilt sowohl für die internationale Ebene als auch die nationale Umsetzung in den Gastländern.

- Nur Staaten, die ihre Verpflichtungen aus den wichtigen internationalen Umweltabkommen erfüllen, sollte die Teilnahme am CDM erlaubt werden. Die Gastländer sollten auf den Zertifikaten genannt werden, um einen zusätzlichen Anreiz zu vermitteln, bei anerkannt guten Projekten teilgenommen zu haben.

### ***Berechnung der Gutschriften***

- Wo keine genauen Meßdaten vorliegen, sollten konservative Schätzungen für die Berechnung der Kohlenstoffeinbindung und der Referenzentwicklung gewählt werden. Der Boden als Senke sollte nur dort einbezogen werden, wo entsprechende Felddaten aus den Projekten vorhanden sind. In diesem Bereich ist auch eine Weiterentwicklung von Standards, Richtlinien, und Software-Tools für die Berechnung der Emissionswirkungen der Projekte und methodischen Verfahren notwendig, ehe Projektaktivitäten mit dem Ziel der Anrechnung starten sollten.
- Werden biologische Senken mit energiebedingten Emissionen verrechnet, so werden Emissionen, die 100 Jahre in der Atmosphäre bleiben, gleichgesetzt mit der Schaffung von Senken, deren Lebensdauer im allgemeinen kaum über mehrere Jahrzehnte hinweg gewährleistet werden kann. Die Lebensdauer der Senken muß bei der Anrechnung angemessen berücksichtigt werden, wenn diese zur Kompensation von Emissionen herangezogen werden. Hierfür sollten emittierten und fixierten Kohlenstoffmengen entsprechend der Lebensdauer gewichtet und verrechnet werden.

### ***Risikominderung***

- Es müssen allgemein verbindlich Verfahren und Methoden zur Risikominderung und zum Risikoausgleich festgelegt werden, die es vermeiden, daß Gutschriften für nicht realisierte Emissionsminderungen vergeben werden.

### ***Verifikation und Zertifizierung***

- Bei projektbezogenen Emissionsreduktionen muß eine verlässliche und transparente Verifikation der landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Emissionen oder Einbindungen durch unabhängige Dritte gewährleistet werden, die am Projekterfolg nicht beteiligt sind. Art und Umfang der Verifikation müssen vertraglich festgelegt werden. Bei der Zulassung der zertifizierenden Organisationen muß eine verlässliche Institution geschaffen werden, die ein hohes Qualitätsniveau und eine hohe Zuverlässigkeit der Zertifizierer sicherstellt.

### ***Erfüllung der Verpflichtungen***

- Es muß ein Mechanismus etabliert werden, der Staaten von CDM ausschließt, wenn die Kriterien, Regeln und Anforderungen nicht erfüllt werden.

## 8 Anhang 1: Kohlenstoffeinbindung und Potentiale der Senken

### 8.1 Natürliche Kohlenstoffspeicher

Drei Viertel des Kohlenstoffs der Landoberflächen ist in Wäldern eingebunden.<sup>34</sup> Davon lagern 40 % im Boden und dessen organischer Auflage (Streu und Vegetationsreste, die noch nicht von Bodenorganismen verarbeitet wurden). Die Hälfte des weltweiten Waldkohlenstoffs ist in den Wäldern Rußlands, Kanadas und Alaskas (boreale Wälder) gespeichert. Auf die tropischen Waldgebieten entfällt ein Anteil von 37 %. Die Wälder in den verschiedenen Klimazonen unterscheiden sich dahingehend, wie der Kohlenstoff auf die verschiedenen Kompartimente (oberirdische Biomasse, organische Auflage, Mineralboden, unterirdische Biomasse) verteilt ist (Abbildung 2). In den nördlichen borealen Wäldern sind 84 % des Kohlenstoffs im Boden (organische Bodenaufgabe, Torf und organischer Bodenkohlenstoff) gespeichert, dagegen enthalten die Waldböden in den Tropen nur 50 % des Kohlenstoffs.<sup>35</sup> Die Kohlenstoffvorräte in den europäischen Waldböden sind vergleichsweise gering. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, daß die Streu der Wälder über Jahrhunderte hinweg für die Viehhaltung genutzt wurde. Hohe Vorräte sind außerdem in den Schwarzerdeböden<sup>36</sup> der temperaten Grasländer gespeichert. Feuchtgebiete und Moore sind ebenfalls bedeutende Kohlenstofflagerstätten. 10-30 % des globalen Kohlenstoffs der Landflächen lagert in den Feuchtgebieten.<sup>37</sup>

Um die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre zu stabilisieren, ist es (neben der Minderung der Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und anderer Quellen) einerseits wichtig, die bestehenden natürlichen Kohlenstoffspeicher zu schützen und andererseits ihre Kapazität und Aufnahmerate zu vergrößern. Die Verteilung der Kohlenstoffvorräte nach Ländern in Abbildung 3 macht deutlich, in welchen Regionen der Erde besonderen Wert auf den Schutz der Kohlenstoffspeicher gelegt werden muß.

### 8.2 Veränderungen der Senken

Durch menschliche Aktivitäten können die Kohlenstofflagerstätten auf der Erde vernichtet werden, so daß der gespeicherte Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freigesetzt wird. Zu den wichtigsten Aktivitäten des Menschen, die zu Kohlenstoffemissionen führen, zählen folgende Praktiken:

---

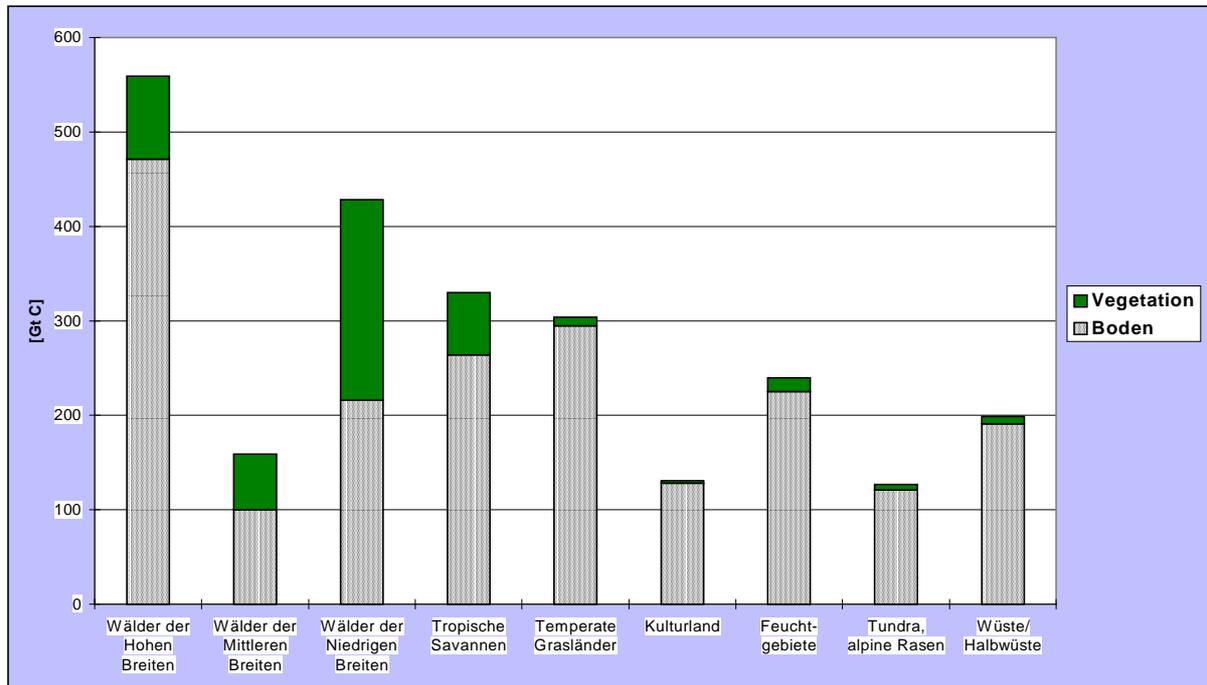
<sup>34</sup> WBGU 1998, S. 15

<sup>35</sup> WBGU 1998, S. 15

<sup>36</sup> Schwarzerden sind sehr fruchtbare Böden mit einem hohen Humusgehalt. Sie entwickelten sich in Steppen mit kontinentalem Klima (semiarid bis semihumid und sommertrocken) und Grasvegetation.

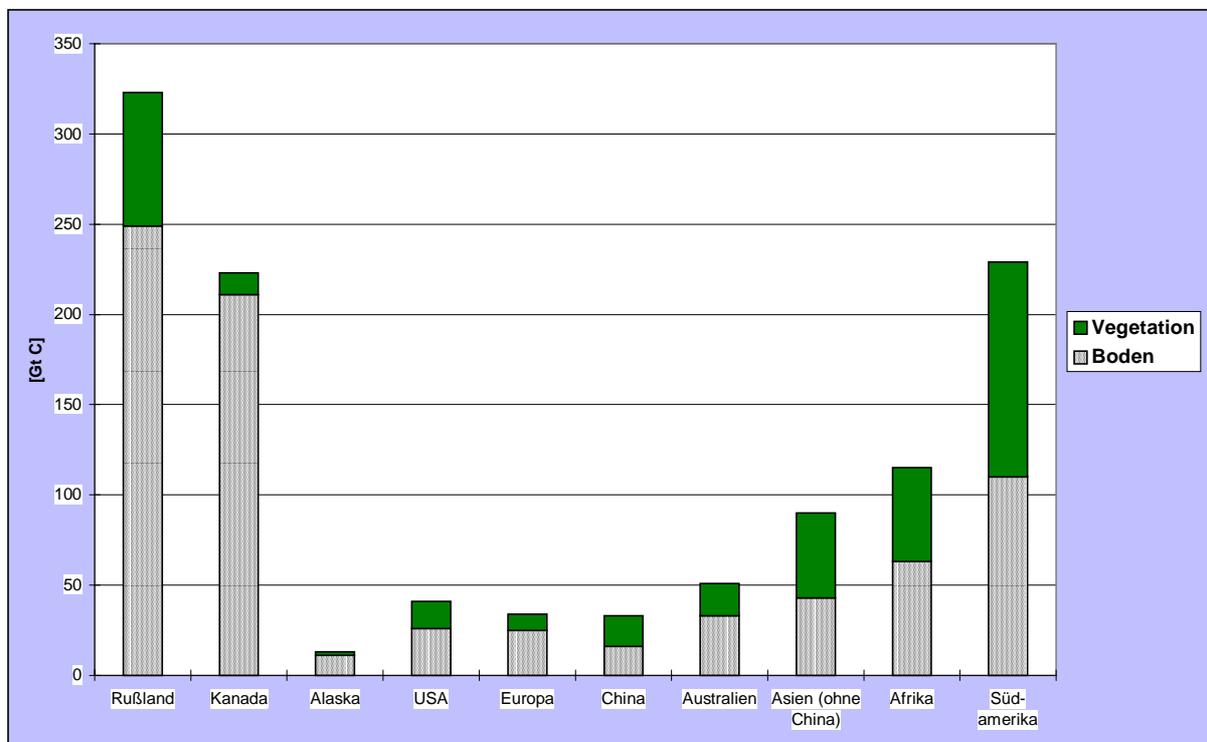
<sup>37</sup> WBGU 1998, S.16

Abbildung 2 Verteilung der Kohlenstoffvorräte nach Vegetationstypen [Gt C]



Quelle: WBGU 1998, S. 48

Abbildung 3 Verteilung der Kohlenstoffvorräte der Wälder nach Ländern [Gt C]



Quelle: WBGU 1998, S. 48

### 1. Entwaldung

Alte, natürliche Wälder (Primärwälder) werden derzeit vor allem in den Tropen aber auch im borealen Nadelwald (Rußland) und im pazifischen Nordwesten Nordamerikas abgeholzt. Werden diese Wälder bewirtschaftet oder in andere Nutzungen umgewandelt (Sekundärwälder, Plantagen, Ackerbau oder Weidenutzung), können große Mengen Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt werden.

### 2. Degradation von Wäldern

Aktivitäten wie die selektive Nutzung von Bäumen oder kleinräumige Feuer führen nicht unbedingt zur vollständigen Vernichtung der ursprünglichen Wälder, sondern verringern vor allem die Dichte der Waldbestände.

### 3. Trockenlegung von Mooren und Feuchtgebieten

Feuchtgebiete stellen pro Flächeneinheit weltweit die größten Kohlenstoffvorräte im Boden dar. Wenn Feuchtgebiete und Moore trockengelegt werden, um sie in Nutzflächen umzuwandeln, werden große Mengen des im Torf enthaltenen Kohlenstoffs mineralisiert und als Kohlendioxid freigesetzt.

### 4. Umwandlung von Grasland in Ackernutzung

Durch die intensive Bodenbearbeitung im Vergleich zu den Grasländern (Weiden) wird bei der ackerbaulichen Nutzung Kohlendioxid freigesetzt. Die Kohlenstoffverluste können genauso hoch sein wie bei einer Rodung von Wald. Insbesondere die Schwarzerdeböden der temperaten Grasländer speichern große Mengen an Kohlenstoff, die bei einer ackerbaulichen Nutzung verlorengehen. Durch großflächige Umwandlung temperater Grasländer gingen in der Vergangenheit etwa 50 % dieses Kohlenstoffs verloren.

### 5. Intensiver Ackerbau

Die Intensität der ackerbaulichen Bewirtschaftungsform beeinflusst den Kohlenstoffgehalt der Böden. Je intensiver die Bodenbearbeitung ist und je weniger Vegetationsreste und organischer Dünger in den Boden eingearbeitet werden, desto stärker sinkt der Kohlenstoffgehalt der Böden.

Daraus leiten sich auch bereits die menschlichen Aktivitäten ab, die zur Vergrößerung der Kohlenstoffeinbindung führen können:

#### 1. Aufforstung

#### 2. Forstmanagement:

- Selektiver Einschlag bzw. Entnahme von einzelnen Bäumen anstelle von Kahlschlägen
- schonendere Einschlagmethoden
- Veränderung der Zyklen der Waldernte

#### 3. Feuermanagement

4. Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung<sup>38</sup> und Förderung des Humusaufbaus durch landwirtschaftliche Praktiken
5. Verstärkte Nutzung von langlebigen Holzprodukten
6. Ersatz von fossilen Energieträgern durch Biomasse

### 8.3 Aktuelle Kohlenstoffeinbindung in Senken

Die gesamte Einbindung in Senken durch Annex-I-Staaten (außer Kanada) betrug laut IPCC im Jahr 1990 6,7 % der gesamten Treibhausgasemissionen dieser Staaten in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.<sup>39</sup> Keeling schätzt nach neuen Messungen das gesamte Assimilationspotential der Landoberflächen auf etwa ein Drittel der menschlich verursachten Kohlendioxid-Emissionen.<sup>40</sup>

Das IPCC beziffert die Potentiale zur Vergrößerung der Senken in den Annex I-Staaten der gemäßigten Breiten auf 13 Gt und in der borealen Zone auf 2,4 Gt Kohlenstoff, der im Zeitraum 1995 bis 2050 zusätzlich eingebunden werden könnte.<sup>41</sup> Möglichkeiten zur Vergrößerung der Kohlenstoff-Senken werden vor allem in den USA, den Staaten der ehemaligen Sowjetunion sowie Neuseeland gesehen. Durch die Waldschäden infolge der Luftverschmutzung sind in den Industriestaaten und auch in den ehemaligen sozialistischen Staaten gleichzeitig C-Verluste der Wälder zu erwarten. Quellen und Senken aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft waren 1990 vor allem Veränderungen der Waldbestände und Veränderungen der Holzbiomasse (88 % der gesamten Senkeneinbindung).

Die Literaturangaben bezüglich der globalen Aufforstungspotentiale unterscheiden sich erheblich. Manche Quellen summieren lediglich die technischen Aufforstungspotentiale, andere berücksichtigen den ökologischen Zustand der Flächen (Bodendegradation etc.) oder die sozio-ökonomischen Verhältnisse in den jeweiligen Ländern.<sup>42</sup> Bekkering beziffert unter Berücksichtigung der Landnutzungskonkurrenzen die globalen Aufforstungspotentiale auf maximal 2 % der gesamten Landfläche in den nächsten 100 Jahren.<sup>43</sup>

---

<sup>38</sup> Durch verbesserte und reduzierte Bodenbearbeitung, Nährstoff- und Wassermanagement sowie Erosionskontrolle kann der Humusgehalt der Böden erhöht werden. Das IPCC beziffert das Potential in den nächsten 50 Jahren auf etwa 23-44 Gt C. Das entspräche 0,43-0,88 Gt C/Jahr oder 13-27 % der aktuellen jährlichen Zunahme der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration. Als erreichbares globales Ziel wird von verschiedenen Autoren die zusätzliche Speicherung von 0,5 t C/ha in den nächsten 50 Jahren angesehen, was einem Vorrat von 7 Gt C entsprechen würde und deutlich unter dem optimistischen Szenario des IPCC liegt (IPCC 1996).

<sup>39</sup> FCCC/TP/1997/5

<sup>40</sup> Keeling et al. (1996)

<sup>41</sup> IPCC 1996, S.775ff.

<sup>42</sup> Beispielsweise den Nutzungsdruck, der in Zukunft bei steigender Bevölkerung und unterschiedlicher ökonomischer Entwicklung erwartet wird.

<sup>43</sup> Bekkering 1992

## 9 Anhang 2: Vorgehensweisen bei der Anrechnung von CDM-Projekten

### 9.1 Baseline-Erstellung

Es gibt die Möglichkeit einer statischen (diese wird zu Projektbeginn bestimmt und bleibt unverändert über die Lebensdauer des Projekts) oder einer dynamischen baseline-Berechnung (die baseline wird während der Projektlaufzeit angepaßt und neu berechnet). Eine dynamische Berechnung, die die tatsächlichen Meßergebnisse aus dem Projekt einbezieht, ist wesentlich genauer, allerdings auch aufwendiger und vermindert den Anreiz für die Investoren.

In der internationalen Diskussion wurden verschiedene Vorgehensweisen erörtert, um die Unsicherheiten bei der Ermittlung des Referenzszenarios zu operationalisieren:

1. **Dynamische Referenzszenarien:** Nachdem es allgemein für problematisch gehalten wird, einen Referenzfall für die gesamte Projektdauer zu definieren, könnte ein dynamisches Referenzszenario gebildet werden, das während der Projektlaufzeit angepaßt wird.
2. **Zeitliche Begrenzung:** Um die Abweichung zwischen der realen Entwicklung und dem Referenzfall zu verkleinern, wird vorgeschlagen, die Zeitdauer einzuschränken, für die die Emissionsgutschriften angerechnet werden. Damit würde eine kürzere Zeitspanne als die Lebensdauer des Projektes zugrunde gelegt werden.<sup>44</sup>
3. **Matrixsystem:** Für Projekttypen und Technologien werden Standard-Referenzszenarien entwickelt, die für verschiedene Regionen oder Staaten ausgearbeitet werden. Auf internationaler Ebene wird daraus von Experten eine Matrix ausgearbeitet, die Projekte in den jeweiligen Regionen umfaßt. Diese Matrix kann auf internationaler Ebene zur Bestimmung von Standard-Referenzfällen verwendet werden. Abweichende Vorgehensweisen der Projektbetreiber müssen entsprechend begründet werden.

### 9.2 Umgang mit Projektrisiken

#### *Puffer zur Kompensation von Unsicherheiten und Risiken*

Zur Baseline-Berechnung wurde von Société Générale de Surveillance (SGS) eine Vorgehensweise entwickelt, bei der ein Teil der CO<sub>2</sub>-Einbindung des Projektes in einem "Puffer" festgelegt wird, der den beteiligten Projektpartnern zunächst nicht gutgeschrieben wird.<sup>45</sup> Der Umfang dieses Puffers wird je nach Projektrisiko und Qualität der vorhandenen wissenschaftlichen Projektdaten bestimmt. Mit zunehmender Projektlaufzeit können die ursprünglichen Berechnungen der tatsächlichen Einbindung angepaßt werden und bestimmte Risiken teilweise ausgeschlossen werden. Auf diese Weise können sukzessive Emissionsreduktionen aus dem Puffer den Projektbetreibern zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig wird vermieden, daß Einbindungen angerechnet werden, denen keine realen Aktivitäten gegenüberstehen.

---

<sup>44</sup> Nordic Council of Ministers, 1996.

<sup>45</sup> SGS Forestry 1998

### *Diskontierung*

Ähnliche Überlegungen stehen auch hinter dem Vorschlag einer Diskontierung der Gutschriften aus den Projekten. Unsicherheiten und Risiken könnten einkalkuliert werden, indem nicht die gesamte Emissionsreduktion des Projektes angerechnet werden darf, sondern nur ein gewisser Anteil. Trotz des Scheiterns und der Unsicherheiten einiger Projekte, bliebe insgesamt sichergestellt, daß eine Emissionsreduktion erreicht wird. Tattenbach schlägt einen „*double or nothing*“-Diskontierungssatz vor, d.h. daß nur die Hälfte der Emissionsreduktionen aus Projekten als Gutschriften zertifiziert werden sollen.<sup>46</sup> Je nach Datenlage, Standards bezüglich Monitoring und Verifikation könnte die notwendige Diskontierung auch unterschiedlich festgelegt werden, so daß die Anstrengungen der Projektbetreiber hinsichtlich eines genauen und verlässlichen Monitorings durch höhere Gutschriften gewürdigt werden. Allerdings besteht dabei die Schwierigkeit, daß für eine Vielzahl von Projekttypen entsprechend abgestufte Monitoringvarianten entwickelt werden müßten. Zudem sollten solche abgestuften Varianten möglichst international einheitlich sein, um überall die gleichen Anreize zur verlässlichen Berichterstattung zu geben. Durch solche abgestuften Verfahren bei der Gutschriftenberechnung, die an den Unsicherheiten der Projekte ausgerichtet sind, können diese berücksichtigt werden, ohne daß der Aufwand für Monitoring und Verifikation extrem ansteigt und ohne daß damit die Transaktionskosten für die Projektbetreiber in nicht mehr akzeptablem Maß erhöht werden.

### *Versicherungen*

Geschäftliche und auch private Risiken werden in der Regel durch entsprechende Versicherungen verringert. Daher liegt es nahe, diesen verbreiteten Absicherungsmechanismus auf CDM-Projekte auszudehnen. Projektbetreiber müßten dabei entsprechende Versicherungen für den Fall abschließen, daß die Emissionsreduktion nicht erreicht wird. Die Risikoabwägung würde damit von staatlichen Anerkennungsorganisationen auf privatwirtschaftliche Unternehmen übertragen, die mit der Abschätzung von Unwägbarkeiten vertraut sind. Die Versicherungsgesellschaften müßten eine entsprechende Prüfung der Investitionsprojekte hinsichtlich Unsicherheiten und Risiken vornehmen und diese entsprechend bewerten. Durch den Abschluß von Versicherungen werden ebenfalls die Kosten für die Projektbetreiber erhöht. Die Risikoabschätzung für die nationalen und internationalen Anerkennungsorgane würden erleichtert. Im Falle eines Projektscheiterns würde die Versicherungssumme in den *clean development mechanism* fließen, der nach Artikel 12.1 des Protokolls Nicht-Annex I-Staaten bei der Emissionsreduktion unterstützen soll. Hier müßte die Praxis erst noch zeigen, ob die Absicherung von JI-Projekten ein für Versicherungsunternehmen interessantes neues Betätigungsfeld ist.

### *Pooling der Projekte*

Eine weitere Strategie, mit den Unsicherheiten der JI-Projekte umzugehen, wäre eine Zusammenfassung einer Vielzahl von Projekten in einem gemeinsamen Pool oder Fonds. Durch den Projektpool werden die Risiken des Scheiterns eines Projektes diversifiziert und die Trans-

---

<sup>46</sup> Tattenbach 1997.

aktionskosten gesenkt. In diesem System ist eine Verifikation durch externe Experten vorgesehen. Im März 1996 gründete die costaricanische JI-Behörde OCIC einen nationalen Kohlenstoffonds, in den Investoren für die CO<sub>2</sub>-Reduktion bzw. Bindung einzahlen und dafür Reduktionszertifikate CTO (Certifiable Tradable Offsets) erhalten. Aus diesem Fonds sollen verschiedene nationale JI-Projekte finanziert werden, die die entsprechenden Kohlendioxidmengen vermeiden bzw. einbinden. Die Bindung bzw. Vermeidung wird von der costaricanischen Regierung für 20 Jahre garantiert. Dies ist nur ein Beispiel einer möglichen Fondslösung. Verschiedene andere Varianten werden derzeit diskutiert.

## 10 Glossar und Abkürzungen

AIJ	Activities Implemented Jointly
Annex B-Staaten	Die Staaten, die in Anlage B des Kyoto-Protokolls aufgeführt sind. Die Annex B-Staaten sind im Rahmen des Protokolls verbindliche Begrenzungs- oder Reduktionspflichten für Treibhausgase eingegangen. Bis auf einzelne Ausnahmen entsprechen die Annex B-Staaten den Annex I-Staaten.
Annex-I-Staaten	Die in der Anlage I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Staaten. In der Anlage I sind die Industriestaaten sowie die Transformationsstaaten der ehemaligen Sowjetunion enthalten.
boreal	charakterisiert das Klima und die Vegetation der nördlichen, kaltgemäßigten kontinentalen Klimazone
Brutto-Emission	Brutto-Emissionen nach dem Kyoto-Protokoll sind die Emissionen der sechs in Anlage A des Protokolls aufgeführten Treibhausgase aus den dort angegebenen Quellen (Energie, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft, Abfallbehandlung)
C	Kohlenstoff
CDM	Clean Development Mechanism
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Feuchtgebiete	Zu den Feuchtgebieten werden Moore Sümpfe, Feuchtwiesen und Bruchwälder gerechnet. Auch Marschen und Mangrovensäume, regelmäßig natürlich überflutete Gebiete oder vom Menschen angelegte Kulturen mit zeitweiser Überflutung (z.B. Reisanbau) zählen zu den Feuchtgebieten.
Gt	Gigatonnen ( $10^9$ Tonnen)
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movement
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint Implementation
natürliche Verjüngung	Natürliche Regeneration des Waldes, die durch natürlichen Samenanflug, Samenfall von Schirmbäumen und Sameneintrag durch Tiere erfolgt.
Netto-Emission	Unter Netto-Emissionen werden die Brutto-Emissionen plus der nach Artikel 3.3 und 3.4 anzurechnenden Emissionen aus Quellen und abzüglich der Aufnahme durch Senken im Bereich Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft und landwirt-

	schaftliche Böden verstanden.
Nicht-Annex I-Staaten	Alle Staaten, die nicht in Anlage I der Klimarahmenkonvention aufgeführten sind, und die die Klimarahmenkonvention unterzeichnet haben.
SBI	Subsidiary Body for Implementation
SBSTA	Subsidiary Body for Technological Advice
Streu	Organisches Material, das nicht oder wenig zersetzt ist und dem Mineralboden aufliegt. Es enthält die von der Vegetation innerhalb eines Jahres abgeworfenen Blätter, Stengel, Samen und Holzteile.
temperat	charakterisiert Klima und Vegetation in den gemäßigten Breiten (v.a. sommergrüne Laubwälder, Wechsel von Nadelwald mit Laubholzanteilen und Waldsteppe in den kontinentalen Gebieten)
Verpflichtungszeitraum	Die verbindlichen Vereinbarungen zur Reduktion und Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Protokoll beziehen sich auf den sogenannten 1. Verpflichtungszeitraum zwischen 1990 und den Jahren 2008-2012. Im Durchschnitt dieser fünf Jahre müssen die vereinbarten Ziele erreicht werden.
WBGU	Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

## 11 Literatur

- Bekkering, T.D. 1992: Using tropical forests to fix atmospheric carbon: the potential in theory and practice. *Ambio* 21 (6): 414-419.
- BFH (Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft) 1993: Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstofffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-e, Bonn
- Bird, D. N. 1998: Greenhouse gas emissions avoidance through fire magement - theory and proposed methodology for estimation. In: Schlamadinger, B., Madlener, R. (eds.): Proceedings of the Workshop "Effects of the Kyoto protocol on forestry and bioenergy projects for mitigation of net carbon emissions. 9-13. March 1998, Rotorua, New Zealand, IEA Bioenergy Task XV/25: Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems, S. 73-80.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 1997: Klimaschutz in Deutschland - Zweiter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, Bonn.
- Bradley, D. 1998: Silviculture carbon sequestration options under the Kyoto Protocol. In: Schlamadinger, B., Madlener, R. (eds.): Proceedings of the Workshop "Effects of the Kyoto protocol on forestry and bioenergy projects for mitigation of net carbon emissions. 9-13. March 1998, Rotorua, New Zealand, IEA Bioenergy Task XV/25: Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems. S. 27-36.
- Burschel, P. 1993: Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstofffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-k, Bonn.
- Cooper, C.F. 1983: Carbon Storage in Managed Forests. *Canadian Journal of Forest Research* 13: S. 155-166.
- Galsinski, W./ Küppers, M. 1994: Polish Forest Ecosystems: the Influence of Changes in the Economic System on the Carbon Balance. *Climatic Change* 27, S.103-119.
- Goldberg, D. et al. 1998: Carbon Conservation: Climate Change, Forests and the Clean Development Mechanism. Center for International Environmental Law (CIEL), CEDARENA, Washington, DC.
- GTZ (Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) 1993: Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstofffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-d, Bonn.
- Hall, D.O. 1993 Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstofffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am

- 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-a, Bonn.
- Heath, L.S./ et al. 1993: Contribution of temperate forests to the world's carbon budget. *Water, Air and Soil Pollution* 70, S.55-69.
- Herold, A. 1995: Joint Implementation im Klimaschutz - Analyse der ersten Projekte. Hg. ROBIN WOOD e.V., Bonn.
- Herold, A./ Jülich, R. (Öko-Institut) 1998: Untersuchungen zur Umsetzung eines Protokolls zur Klimarahmenkonvention - Erarbeitung von Verfahren und Vorschriften zu Monitoring und Verifizierung von Minderungspflichten. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, Darmstadt.
- Hofmann, G. 1993: Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstoffierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-c, Bonn
- IPCC 1996a: *Climate Change 1995 - Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC*, Cambridge.
- IPCC 1997a: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 1 Reporting Instructions*, Bracknell, UK
- IPCC 1997b: *Revised Instructions 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 Workbook*, Bracknell, UK
- IPCC 1997c: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual*, Bracknell, UK
- Kanowski, P.J./ Savill, P.S. 1992: Plantation Forestry. In: Sharma, N.P. (ed.): *Managing the World's Forests: Looking for Balance Between Conservation and Development*, S. 375-401.
- Keeling, R.F., Piper, S., Heimann, M. 1996: Global and Hemispheric CO<sub>2</sub> Sinks Deduced from Recent Atmospheric Oxygen Measurements. *Natur* 381: S. 245-250.
- Nordic Council of Ministers 1996: *Joint Implementation of Commitments to Mitigate Climate Change - Analysis of 5 Selected Energy Projects in Eastern Europe*. TemaNord 1996:573.
- Sampson, R.N. 1992: Forestry opportunities in the United States to mitigate the effects of global warming. *Water, Air and Soil Pollution* 64, S. 157-180.
- Schwidenko, A. 1993: Schriftliche Stellungnahme im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ zum Thema „Potentiale zur Kohlenstoffierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimasanierung“ am 15.3.1993, EK-Drs. 12/13-g, Bonn.
- SGS Forestry 1998: *Carbon Offset Verification report - Certification of "The Protected Area Project" (PAP) in Costa Rica commissioned by OCIC*, Oxford, UK.
- Tattenbach, F. 1997: AIJ: A Double Counting or Nothing Approach to Lowering GHG Emissions. Paper presented at the International Conference on Technologies for Activities

Implemented Jointly, Vancouver, Canada, 26-29.5.97.

- Trexler, M.C. 1993: Manipulating Biotic Carbon Sources and Sinks for Climate Change Mitigation. Can Science Keep up With Practice? *Water, Air and Soil Pollution* 70, S.579-593.
- Vine, E./ Sathaye, J. 1997: The Monitoring, Evaluation, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation Projects: Discussion of Issues and Methodologies and Review of Existing Protocols and Guidelines. Energy Analysis Program Environmental Energy Technology Division, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung) 1998: Die Anrechnung biologische Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz. Sondergutachten 1998, Bremerhaven.
- Winjum, J.K./ Dixon, R.K./ Schroeder, P.E. 1992: Estimating the global potential of forest and agroforest management practises to sequester carbon. In: Wisniewski, J., Lugo, A.E. (Hg.): *Natural Sinks of CO<sub>2</sub>*, Dordrecht, S.213-227.
- WWF 1998: Singer, S., Umweltstiftung WWF-Deutschland, persönliche Mitteilung.

**Herausgeber:**

**Forum Umwelt & Entwicklung**  
AG Klima

Am Michaelshof 8-10  
53177 Bonn  
T 0228/ 359704  
F 0228/ 359096  
e-mail: Forumue@compuserve.com

**Autorin:**

**Anke Herold**  
Öko-Institut e.V.

Büro Berlin  
Novalisstrasse 10  
10115 Berlin  
T 030-28048686  
F 030-28048688  
e-mail: herold@oeko.de  
homepage: www.oeko.de