

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN  
Professur für Volkswirtschaftslehre und Entwicklungsländerforschung  
Prof. Dr. Hans-Rimbert Hemmer

D-35394 Gießen • Licher Str. 66 • Tel: 0641/702-5145 • Fax: 0641/702-5148

**Verteilungseffekte  
im  
Klimaschutz-Prozeß**

von

**Holger Schmidt**

**No. 18**

Mit den Entwicklungsökonomischen Diskussionsbeiträgen werden Manuskripte von den Verfassern möglichen Interessenten in einer vorläufigen Fassung zugänglich gemacht. Für Inhalt und Verteilung ist der Autor verantwortlich. Es wird gebeten, sich mit Anregungen und Kritik direkt an den Verfasser zu wenden. **Alle Rechte liegen beim Verfasser.**

Gießen 1995

Anschrift des Verfassers:

Holger Schmidt

Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre und Entwicklungsländerforschung

Licher Str. 66

35394 Gießen

Tel.: 0641/702-5147

Fax: 0641/702-5148

E-mail: [Holger.Schmidt-1@wirtschaft.uni-giessen.de](mailto:Holger.Schmidt-1@wirtschaft.uni-giessen.de)

# 1 Einleitung

Das von nahezu allen Ländern der Erde (bei der UNCED-Konferenz in Rio de Janeiro) akzeptierte Ziel des Klimaschutz-Prozesses lautet, „... die Stabilisierung der Treibhausgas-Konzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraumes erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise an die Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.“ (Art. 2 des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen [Klimarahmenkonvention])<sup>1</sup>. Seit der Akzeptanz dieses Zieles sind mehr als drei Jahre vergangen, doch im Klimaschutz sind seitdem keine wesentlichen Fortschritte erzielt worden. Trotz überwiegend positiver Absichtserklärungen der beteiligten Länder blieb die 1. Konferenz der Unterzeichnerstaaten der Klimarahmenkonvention in Berlin im Frühjahr 1995 ohne greifbares Ergebnis. Im Gegenteil drängte sich der Eindruck auf, inzwischen gehe vielen Ländern das in Rio de Janeiro ausgehandelte Klimaschutz-Ziel zu weit.

Diese Entwicklung wirft die Frage nach den Gründen für die Stagnation im Klimaschutz-Prozeß auf. Im vorliegenden Diskussionsbeitrag wird der Ansatz verfolgt, ökonomische Ursachen - in erster Linie *internationale Verteilungseffekte*<sup>2</sup>, die sich aus der internationalen Reaktionsverbundenheit in einer ökonomisch stark verflochtenen Weltwirtschaft ergeben - für die beobachtete Stagnation im Klimaschutz-Prozeß zu identifizieren. Dies geschieht exemplarisch für das Verhandlungsproblem, welche Länder Klimaschutz betreiben sollen und welche Verteilungswirkungen sich aus einer asymmetrischen Länderbeteiligung ergeben. Zunächst jedoch wird diese Fragestellung in den gesamten Klimaschutz-Prozeß eingeordnet, verknüpft mit einer kurzen Darstellung der wesentlichen Verhandlungsprobleme, die auf unterschiedlichen Länderinteressen beruhen.

---

<sup>1</sup> Abgedruckt in deutscher Übersetzung in: BMU (1992), Seite 11.

<sup>2</sup> Unter dem Begriff „Verteilungseffekte“ werden im folgenden internationale Verteilungseffekte zwischen den beteiligten Ländern subsumiert, die aus Wettbewerbs-, Handels-, Wachstums- und Beschäftigungseffekten resultieren und in der Regel zu einer Wohlfahrtsänderung führen.

## 2 Klimaschutz

Einer Analyse der Determinanten des Klimaschutz-Prozesses muß die Identifikation der unterschiedlichen Interessen der Akteure im Klimaschutz-Prozeß vorausgehen. Diese Interessen basieren im wesentlichen auf den Kosten und Nutzen des Klimaschutzes. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel als Vorbemerkung die Kosten und Nutzen des Klimaschutzes systematisiert und grob auf globaler Ebene quantifiziert.

### 2.1 Kosten des Klimaschutzes

Die Kosten einer Vermeidung des anthropogenen Treibhauseffektes bestehen vorwiegend darin, bestehende oder künftige Handlungen zu unterlassen und/oder nach Alternativen zu suchen. Analytisch sind folgende Vermeidungskosten („abatement-costs“) des anthropogenen Treibhauseffektes zu unterscheiden:

- ♦ Kosten einer unmittelbaren Vermeidung *aktueller* Treibhausgas-Emissionen (*Vermeidungskosten*).
- ♦ Kosten aus der Substitution *künftiger* treibhausintensiver Produktions- und Konsumprozesse durch wenige treibhausintensive Prozesse (*Opportunitätskosten des Klimaschutzes*)

#### 2.1.1 Vermeidungskosten

Die Vermeidungskosten ergeben sich, wenn bestehende treibhausintensive Produktions- und Konsumprozesse wie die Verbrennung fossiler Primärenergieträger substituiert werden. Dazu haben die Produzenten und Konsumenten mehrere Möglichkeiten: <sup>3</sup>

- ♦ Substitution stark kohlenstoffhaltiger Brennstoffe wie Kohle durch weniger kohlenstoffhaltige Brennstoffe wie Erdgas (Intrafossile Brennstoff-Substitution),
- ♦ Substitution kohlenstoffhaltiger Brennstoffe durch kohlenstofffreie Brennstoffe (Kohlenstofffreie Brennstoff-Substitution),
- ♦ Substitution des Produktionsfaktor Energie durch Arbeit oder Kapital (Alternativfaktor-Energie-Substitution),
- ♦ Substitution relativ energieintensiver Konsumprodukte durch relativ energieextensive Produkte (Produkt-Substitution).<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Vgl.: Cline, W. R. (1992), Seite 142.

<sup>4</sup> Außerdem ist eine Erhöhung der Kohlenstoff-Senken beziehungsweise Reduzierung der Senkenzerstörung denkbar.

Die Höhe dieser Vermeidungskosten variiert mit dem Ausmaß der zu erreichenden Vermeidung und mit den jeweiligen Substitutionselastizitäten zwischen kohlenstoffhaltigen Energieträgern auf der einen Seite und kohlenstoffarmen Energieträgern, Arbeit oder Kapital auf der anderen Seite.<sup>5</sup>

Über die Frage, wie die Vermeidungskosten mit dem Ausmaß der Vermeidung variieren, herrscht keine Einigkeit. Die Vermeidungskosten werden mit zwei methodisch unterschiedlichen Modellen analysiert, den makroökonomisch orientierten „Top-down“-Modellen und den eher technisch ausgerichteten „Bottom-up“-Modellen.

Die „Top-down“-Modelle haben das Ziel, bei Ausschöpfung aller anderen Reduktionspotentiale den maximal möglichen Einsatz fossiler Energieträger festzulegen, der nicht zu einer Destabilisierung der Ökosysteme führt. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen rund 70 Prozent der im kommenden Jahrhundert bei dem erwarteten weltweiten Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum und bei unveränderter Energiepolitik (dem „Business-as-Usual“-Szenario [BaU]) zu erwartenden Kohlendioxid-Emissionen vermieden werden.<sup>6</sup> Die Ausschöpfung der intrafossilen und der kohlenstofffreien Brennstoff-Substitution kann rund die Hälfte (= 35 Prozent) zu den notwendigen Reduktionen beitragen. Die anderen 35 Prozent der notwendigen Reduktionen müssen erreicht werden, indem auf fossile Energieträger verzichtet wird, also andere Faktoren eingesetzt (Alternativfaktor-Energie-Substitution) oder andere Produkte (Produkt-Substitution) konsumiert werden. Die daraus resultierenden Outputminderungen, meist ausgedrückt in Prozent des Bruttoinlandsproduktes, werden dann als (unmittelbare) Vermeidungskosten bezeichnet.<sup>7</sup> Die Modelle beruhen zwar auf unterschiedlichen Annahmen über Welt-BSP, Energieverbrauch, Backstop-Technologien und Substitutionselastizitäten (zwischen Arbeit und Energie), kommen aber zu ähnlichen Ergebnissen: Die unmittelbaren Vermeidungskosten einer Kohlendioxid-Emissionsreduzierung, die notwendig ist, um die Destabilisierung der Ökosysteme zu vermeiden, betragen je nach Modell im Durchschnitt 1-3 Prozent des Volkseinkommens des Analyseobjektes (Länder oder Welt), wobei die Vermeidungskosten - ceteris paribus - mit zunehmender Emissionsreduzierung ansteigen, mit zunehmender zeitlicher Distanz aufgrund der wachsender Zahl technologischer Alternativen aber sinken. Aggregiert ergeben sich aber steigende Vermeidungskosten mit zunehmenden Reduktionsverpflichtungen im Zeitablauf.

---

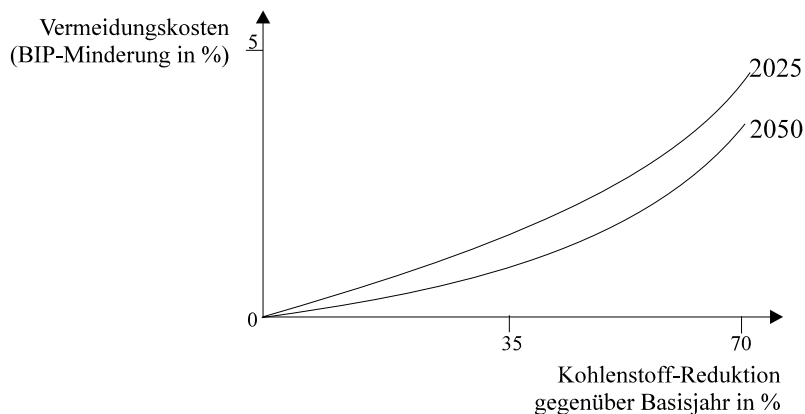
<sup>5</sup> Vgl.: Winters, L. A. (1992), Seite 99ff. und Whalley, J. / Wigle, R. (1991), Seite 236ff.

<sup>6</sup> Angesichts der wachsenden Weltbevölkerung und des zunehmenden Welt-Sozialproduktes wird - in einem Szenario ohne Klimaschutz - mit einem Anstieg der Kohlendioxid-Emissionen bis 2050 von heute rund 5,5-6 Gt Kohlenstoff auf 13 Gt, bis zum Jahr 2100 auf 21 Gt Kohlenstoff gerechnet. Um eine Emissionsreduzierung bis zum Jahr 2050 um 20 Prozent zu erreichen, müßten die Emissionen jährlich um 4 Gt Kohlenstoff und im genannten Zeitraum um 70 Prozent verringert werden (vgl.: Cline, W. R. (1994), Seite 95).

<sup>7</sup> Vgl. beispielsweise: Cline, W. R. (1992), Seite 227ff.

Die folgende Abbildung 2-1 zeigt schematisch den Kostenverlauf einer Kohlenstoff-Reduktion. Die Kosten steigen mit zunehmender Reduktion, sind aber wegen wachsender technischer Alternativen um so geringer, je länger der Reduktionszeitraum ist.

Abbildung 2-1: Kostenkurven der Kohlenstoff-Reduzierung in „Top-down“-Modellen



In Anlehnung an: Cline (1992), Seite 198

Im Gegensatz zu den „Top-down“-Modellen<sup>8</sup> beziehen sich die „Bottom-up“-Modelle

<sup>8</sup> Die bekanntesten Ansätze stammen von Nordhaus, Cline, Edmonds-Barns, Jorgenson-Wilcoxon, Whalley-Wigle und Manne-Richels.

Die Makro-Modelle basieren allerdings auf einigen in Frage zu stellenden Annahmen:

- Annahme 1: Energiemärkte werden als effiziente Faktormärkte behandelt; Eingriffe in diese Märkte führen dann automatisch zu Ineffizienzen.

Die Möglichkeiten, Fehlallokationen zu beseitigen, indem beispielsweise Energie-Subventionen abgebaut werden, bleiben weitgehend unberücksichtigt. Klimapolitik führt in diesen Fällen nicht zu Wohlfahrtsverlusten, sondern zu Wohlfahrtsgewinnen.

- Annahme 2: Technischer Fortschritt ist exogener Art und damit unabhängig von der gewählten Klimaschutz-Politik. Einziger Politik-Parameter ist der Energiepreis; bei der Annahme effizienter Energiemärkte wird damit zwangsläufig der Output gemindert, verbunden mit volkswirtschaftlichen Kosten.

Strenge Umweltschutzgesetze (beispielsweise das Bundes-Immissionsschutzgesetz in Deutschland oder der Clean Air Act in den USA) haben aber gezeigt, wie stark Umweltgesetze Innovationen fördern und forcieren können. Emissions-Reduzierungen können zunehmend mit Energiespartechnologien erreicht werden, die sich einerseits rasch amortisieren können, andererseits eine effizientere Faktorallokation herbeiführen können. Dazu bringen First-Mover-Advantages (Schumpeter-Gewinne) auf Märkten für Klimaschutz-Technologien Wettbewerbsvorteile für die Vorreiterländer und -unternehmen.

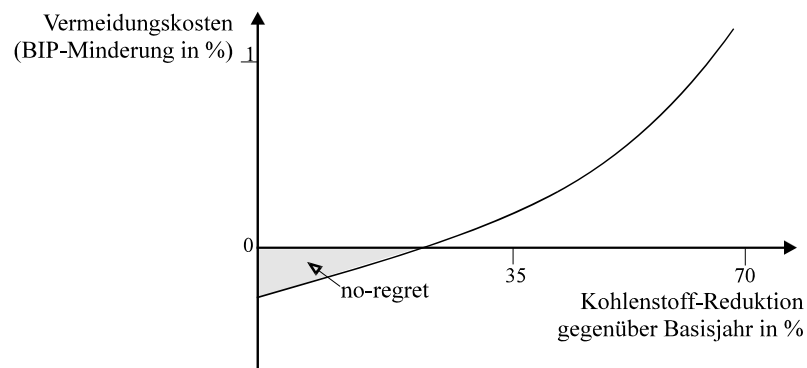
- Annahme 3: Die Senkung negativer externer Effekte der Verbrennung fossiler Energieträger, die für den Klimaschutz irrelevant sind, bleibt unberücksichtigt.

Diese Emissionen verursachen hohe volkswirtschaftliche Kosten unterschiedlicher Art: In den Industrieländern, in denen diese Emissionen bereits sehr stark reduziert wurden, haben die eingesetzten End-of-Pipe-Technologien hohe Kosten verursacht; in den Entwicklungsländern, in denen selbst diese Technologien noch weitgehend fehlen, führen die Emissionen weiterhin zu großen Schäden für Mensch und Natur. Diese Kostensenkungen als Nebenprodukte einer Klimaschutz-Strategie bleiben weitgehend unberücksichtigt.

Vgl. dazu: Hayes, P. (1993), Seite 112 und Bauer, A. (1993), Seite 110.

auf die technisch möglichen Kohlendioxid-Emissionsreduktionen.<sup>9</sup> Der Vergleich der angewendeten Technologie mit der besten verfügbaren Technologie zeigt die Sparpotentiale. Diese werden für alle relevanten Verbraucher fossiler Energieträger / Kohlendioxid-Emittenten ermittelt und den Kosten für den Übergang auf die bessere Technologie (Technologie mit höherer Energieeffizienz, Einsatz kohlenstoffarmer oder kohlenstofffreier Primärenergieträger und Erhöhung/Nicht-Minderung der Kohlenstoff-Senken) gegenübergestellt. Die Ergebnisse der bisher vorliegenden „Bottum-up“-Analysen<sup>10</sup> für die Länderebene zeigen deutliche Unterschiede gegenüber den Makro-Modellen: Je nach Analyse verursachen die ersten 20 beziehungsweise 25 Prozent Kohlenstoff-Reduktion keine Kosten; im Gegenteil, die erreichten Kostensenkungen durch einen verringerten Energieeinsatz übersteigen sogar die Investitionskosten („no-regret“-Bereich). Zunächst ist also mit Outputsteigerungen zu rechnen.<sup>11</sup> Wie die folgende Abbildung 2-2 einer typischen Kostenkurve für „Bottum-up“-Modelle zeigt, entstehen positive Vermeidungskosten erst dann, wenn die 20- beziehungsweise 25-Prozent-Reduktion überschritten wird. Diese Vermeidungskosten sind jedoch weit geringer als in den Makro-Modellen.

Abbildung 2-2: Kostenkurve der Kohlenstoff-Reduzierung in „Bottum-up“-Modellen



In Anlehnung an: Cline (1992), Seite 198

- 
- <sup>9</sup> Vgl.: Cline, W.R (1992), Seite 197ff., Hayes, P. (1993), Seite 105ff., Read, P. (1994), Seite 82ff. und Barbier, E.B. et al. (1991), Seite 109ff.
- <sup>10</sup> Die beiden bekanntesten Untersuchungen stammen von der National Academy of Science (NAS) und dem Office of Technology Assessment (OTA), beide am Beispiel der USA (vgl.: Cline, W.R. (1992), Seite 199 und Johannson, T.B. / Swisher, J.N. (1994), Seite 43ff.).
- <sup>11</sup> Die Handlungen, die einerseits zum Klimaschutz beitragen, andererseits zusätzlich die Kosten der Verursacher senken, werden als „no regret“-Handlungen bezeichnet. Sie sind auch bei rein individualistischem Kalkül ökonomisch sinnvoll. Die Gründe, warum dieser kostenlose oder sogar kostensenkende Klimaschutz nicht automatisch realisiert wird, liegen vorwiegend in institutionellen Hemmnissen und Informationsdefiziten. Ein sehr hohes Potential liegt im Abbau der Energiesubventionen. Beispielsweise könnte der Abbau der Kohlesubventionen in Deutschland ceteris paribus zu einer intrafossilen/ kohlenstofffreien Brennstoff-Substitution führen oder die Nachfrage nach Importkohle erhöhen. Beide Effekte senken -unabhängig von den Budgeteffekten- die Kohlendioxid-Emissionen: Die Brennstoff-Substitution, indem Brennstoffe mit einem geringeren Kohlenstoffgehalt eingesetzt werden, und die steigende Importnachfrage, indem der Subventionsabbau bei normalen Nachfrageelastizitäten zu einem steigenden Weltmarktpreis für Kohle und damit global sinkender Nachfrage führt. Vgl. dazu Larsen, B. / Shaw A. (1994) und Asaduzzaman, M. (1995).

Wahrscheinlich werden die „Bottum-up“-Modelle<sup>12</sup> die Kosten des Klimaschutzes aufgrund ihres technokratischen Charakters auf lange Sicht tendenziell unterschätzen, während die „Top-down“-Modelle aufgrund ihrer sehr restriktiven Annahmen<sup>13</sup> die Kosten wahrscheinlich überschätzen.

Eine weitere wichtige Determinante der Vermeidungskosten sind die Substitutionselastizitäten zwischen kohlenstoffhaltigen Energieträgern einerseits und kohlenstoffarmen Energieträgern, Arbeit oder Kapital andererseits. Je geringer die Substitutionselastizitäten sind, desto schwieriger und damit teurer wird Klimaschutz. Die Substitutionselastizitäten bleiben allerdings im Zeitablauf - beispielsweise aufgrund von Änderungen bei den relativen Preisen auf den Weltenergiemärkten und technischem Fortschritt<sup>14</sup> - nicht konstant. Technischer Fortschritt wird die Kosten der Substitution tendenziell senken, die Änderungen im Preisverhältnis zwischen stark kohlenstoffhaltigen Energieträgern und weniger kohlenstoffhaltigen Energieträgern werden die Kosten der Substitution tendenziell erhöhen. Wann und zu welchen Kosten eine „Backstop“-Technologie<sup>15</sup> verfügbar sein wird, ist zur Zeit nicht seriös prognostizierbar.

Die Vermeidungskosten variieren zwischen den Ländern sehr stark. Generell muß zwischen Durchschnitts-Vermeidungskosten und Grenz-Vermeidungskosten unterschieden werden:

Hohe Durchschnitts-Vermeidungskosten haben - immer im Vergleich zu anderen Ländern betrachtet - tendenziell jene Länder, die

---

<sup>12</sup> An den „Bottum-up“-Modellen wird ebenfalls starke Kritik geübt:

- Die „Bottum-up“-Modelle haben einen statischen Charakter, da sie lediglich die zur Zeit angewendete Technologie der zur Zeit bestehenden besten Technologie gegenüberstellen.
- Ökonomen kritisieren, mit den Alternativ-Technologien seien oft höhere Kosten verbunden als mit den heute angewendeten Technologien. Viele der Substitutionsprozesse, die in den „Bottum-up“-Modellen unterstellt werden, seien aus Sicht eines Investors daher nicht zu rechtfertigen.
- Die einfache Addition der technisch möglichen Sparpotentiale vernachlässige ökonomische Interdependenzen, beispielsweise Ausweichreaktionen der Akteure.

<sup>13</sup> Vgl. dazu Fußnote 8.

<sup>14</sup> Beim technischen Fortschritt kann es sich um autonomen wie um induzierten technischen Fortschritt handeln. Induzierter technischer Fortschritt kommt dann zustande, wenn im Klimaschutz-Prozeß neue Rahmenbedingungen für den Wirtschaftsablauf gesetzt werden, um damit als Startpunkt für einen dann endogenen, sich selbst tragenden und beschleunigenden technischen Fortschritt zu dienen. Zu den Ansätzen des endogenen technischen Fortschritts vgl. beispielsweise Romer, P. M. (1990) und Grossman, G. M. / Helpman, E. (1994).

<sup>15</sup> Als Backstop-Technologie (Syn.: Auffang-Technologie) wird in Anlehnung an WILLIAM D. NORDHAUS eine *neue, für menschliche Dimensionen unerschöpfliche und hinreichend große Ressourcenquelle* bezeichnet, die ein perfektes Substitut für die bekannten Ressourcen darstellt. Dabei sind zwei Fälle denkbar:

- Eine unerschöpfliche Ressource ersetzt eine nicht-regenerierbare Ressource.
- Erschöpfliche Ressourcen werden mit Hilfe unerschöpflicher Energiequellen in einen geschlossenen Recycling-Kreislauf überführt.



- ♦ einen relativ hohen Anteil der wichtigsten Verursacher-Sektoren<sup>16</sup> an der Sozialproduktentstehung haben,
- ♦ relativ energie- und ressourcenintensive Produktions- und Konsumprozesse haben,
- ♦ eine relativ geringe technische Problemlösungskapazität haben und
- ♦ eine relativ geringe Ausstattung mit Kohlenstoff-Senken (Biomasse, Flächen) haben.

Länder mit hohen Grenz-Vermeidungskosten haben in der Regel

- ♦ bereits einen relativ hohen Anteil kohlenstoffarmer oder -freier Primärenergieträger in ihrem Energieträger-Mix, gleichzeitig aber keine oder nur geringe eigene Reserven an kohlenstoffarmen oder geringe Potentiale an kohlenstofffreien Primärenergieträgern,
- ♦ bereits relativ hohe Effizienzen bei der Energieerzeugung und Energieverwendung erreicht,
- ♦ bereits relativ erfolgreich Klimaschutz betrieben.

### **2.1.2 Opportunitätskosten des Klimaschutzes**

Opportunitätskosten als Kosten der Substitution *künftiger* treibhausintensiver Produktions- und Konsumprozesse durch wenige treibhausintensive Prozesse (*Opportunitätskosten des Klimaschutzes*) sind in erster Linie für die Länder relevant, die bisher unterdurchschnittlich zum anthropogenen Treibhauseffekt beigetragen haben. Ihr Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt wird in dem zu erwartenden Entwicklungsprozeß (einem „Business-as-Usual“-Szenario)<sup>17</sup> signifikant steigen. Die Opportunitätskosten ergeben sich dann aus der Substitution eines treibhauseffekt-verstärkenden, relativ energie- und ressourcenintensiven Entwicklungsprozesses zugunsten weniger treibhausintensiver Prozesse und einem möglichen Verzicht auf bestimmte, treibhauseffekt-verstärkende Produktions- und Konsumprozesse. Die Opportunitätskosten des Klimaschutzes steigen mit wachsendem Entwicklungsabstand zu den Industrieländern und mit wachsendem Bestand an eigenen fossilen Primärenergieträgern und Wäldern.

## **2.2 Nutzen des Klimaschutzes**

Den Kosten des Klimaschutzes stehen die Nutzen gegenüber, die sich aus einer Vermeidung der Ursachen und der Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes ergeben. Dabei kann zwischen direkten und indirekten Nutzen unterschieden werden.

---

<sup>16</sup> Energie, Chemie, Verkehr, Landwirtschaft.

<sup>17</sup> Zu verstehen als „aufholende Entwicklung“, orientiert am Entwicklungsmuster der Industrieländer.

### 2.2.1 Direkte Nutzen des Klimaschutzes

Die direkten Nutzen des Klimaschutzes bestehen vorwiegend darin, die Folgen der globalen Erwärmung nicht tragen beziehungsweise sich nicht an die Folgen der globalen Erwärmung anpassen zu müssen, entsprechen also den Kosten unterlassenen Klimaschutzes. Unterbleibt Klimaschutz, kommt es zu einer globalen Erwärmung, verbunden mit überwiegend negativen Auswirkungen auf die Erträge der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, die Artenvielfalt, den Bestand an Landwirtschafts- und Siedlungsflächen sowie Qualität und Quantität der Süßwasserreservoirs. Dazu kommen steigende Kosten für Kühlung und zunehmende Schäden als Folge von Wirbelstürmen und Überschwemmungen. Als weitere sozio-ökonomische Folgen werden Hungersnöte und Flüchtlingsströme prognostiziert.

Die Menschen haben entweder die Möglichkeit, diese Folgen zu tragen (dann entstehen Folgekosten), oder sie können sich an die Folgen der Klimaänderung anpassen, indem sie beispielsweise Deichbauten errichten oder Beschäftigungen außerhalb der Landwirtschaft suchen (diese Kosten werden als Anpassungskosten bezeichnet).

Die Bewertung der direkten Nutzen gestaltet sich äußerst schwierig, da die genauen Auswirkungen unterlassenen Klimaschutzes nicht hinreichend genau erforscht sind und erst in mehreren Jahrzehnten oder Jahrhunderten zu spüren sein werden. Außerdem stellen viele Folgen wie der Verlust an Biodiversität intangible Kosten dar. Versuche, die Kosten unterlassenen Klimaschutzes beziehungsweise die Nutzen des Klimaschutzes zu bewerten, sind daher häufig partieller Art und beschränken sich meist auf die Auswirkungen auf den Meeresspiegel oder auf die Landwirtschaft<sup>18</sup>.

### 2.2.2 Indirekte Nutzen des Klimaschutzes

Neben den direkten Nutzen können sich volkswirtschaftliche Gewinne ergeben, wenn Fehlallokationen beseitigt oder Ertragssteigerungen auf Klimaschutz-Märkten erzielt werden. Diese indirekten Nutzen sind in den Nutzenschätzungen in der Regel nicht enthalten. Folgende indirekte Nutzenkategorien können unterschieden werden:

- ♦ *Allokationsgewinne (no-regret-Klimaschutz)*

Die Energiepolitik vieler Länder hat zu großen Ineffizienzen bei der Energieerzeugung und -verwendung geführt, verbunden mit erheblichen negativen externen Effekten. Führt Klimaschutz zu einem effizienten Energieeinsatz, können daraus erhebliche Allokationsgewinne resultieren:

---

<sup>18</sup> Vgl. zum Beispiel: Parry, M. (1990).

- Energieersparnisse,
  - Beschäftigungszuwächse, wenn der Produktionsfaktor Energie durch den Faktor Arbeit als Folge einer Faktorpreisänderung substituiert wird (vor allem in Entwicklungsländern<sup>19</sup>),
  - Senkung der Staatsausgaben, wenn Energiesubventionen abgebaut werden, eventuell verbunden mit volkswirtschaftlich effektiven Alternativverwendungen<sup>20</sup>,
  - Abbau anderer, klimatisch irrelevanter Umwelteffekte, beispielsweise regional begrenzter Luftverschmutzungen der Energieerzeugung (Stickoxid-, Schwefeldioxid- und Schwebeteilchenemissionen).
- ◆ *Zusätzliche Erträge auf Märkten für Umwelttechnologie*
- Im Gegensatz zu anderen globalen ökologischen Problemen erfordert der anthropogene Treibhauseffekt nicht nur den Verzicht / die Reduzierung der Emission einiger weniger schädlicher Substanzen wie beim Schutz der stratosphärischen Ozonschicht, sondern erfordert Eingriffe in nahezu alle tradierten Produktions- und Konsumprozesse. Die dafür erforderlichen Instrumente und Lösungsmöglichkeiten müssen entsprechend breit gefächert sein und bieten den Unternehmen eines Landes mit hohem Klimaschutz-Niveau Gewinnerzielungschancen auf den sich bildenden Weltmärkten für Treibhauseffekt-Vermeidungsmöglichkeiten. Zu den wichtigsten Vertretern gehören die Anbieter kohlenstoffarmer oder -freier Primärenergieträger und die Anbieter von Energieeffizienz-Technologien.
- ◆ *Erwartete Ausgleichszahlungen für Opportunitätskosten*
- Die Länder, die bei einer Zustimmung zu weitreichenden Klimaschutz-Vereinbarungen hohe Opportunitätskosten zu tragen haben, erwarten dafür Netto-Zuflüsse in Form von Finanz-/Technologietransfers oder Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate. Die in diesem Zusammenhang diskutierten Technologie- und Finanztransfers von den Ländern, die bisher überdurchschnittlich zum anthropogenen Treibhauseffekt beigetragen haben, in die Länder, die bisher unterdurchschnittlich beigetragen haben, können somit als unterstützende Transfers für die Substitution relativ energie- und ressourcenintensiver Produktions- und Konsumprozesse zugunsten anderer Prozesse verstanden werden. Prinzipiell ist damit lediglich eine Nutzen-Umverteilung verbunden; Finanz-/Technologietransfers können jedoch auch zu einem Netto-Nutzenzuwachs führen, wenn die Empfängerländer auf der einen Seite in den Genuß der Transfers kommen, die Geberländer auf der anderen Seite - wie aus der Entwicklungszusammenarbeit bekannt - neben Beschäftigungseffekten neue Exportmöglichkeiten für ihre Güter und Dienstleistungen schaffen und (möglicherweise) zusätzlich dazu noch ihre Transfers zumindest partiell auf eigene, weitreichende Reduktionsverpflichtungen anrechnen können.

---

<sup>19</sup> Vgl.: Hemmer, H.-R. /Schmidt, H. / Diehl M. (1995), Seite 81ff.

<sup>20</sup> Vgl. Schmidt, H. (1995), Seite 7.

Bei internationalen Umweltabkommen zwischen Ländern mit stark unterschiedlichem Entwicklungsstand wurden in der Vergangenheit meist Ausnahmeregelungen für die Länder mit geringerem Entwicklungsstand vereinbart, die ihnen längere Fristen und/oder geringere Reduktionsverpflichtungen einräumten. Dies führt allerdings lediglich zu einem relativen Nutzenzuwachs für die Länder mit Ausnahmeregelungen, nämlich einem verringerten Entwicklungsabstand zwischen den beteiligten Ländern.

### 3 Klimaschutz-Prozeß

Internationaler Umweltschutz muß ohne übergeordnete rechtsetzende und -überwachende Instanz auskommen. Die Effizienz- und Verteilungsprobleme der Umweltpolitik, deren Lösung auf nationaler Ebene bei Existenz des Staates als übergeordneter Regelungsinstanz bereits Schwierigkeiten verursacht, werden damit auf internationaler Ebene um eine Dimension erweitert. Das Problem einer fehlenden übergeordneten Regelungsinstanz kann nur mit Hilfe freiwilliger Kooperation der beteiligten Akteure gelöst werden. Um diese freiwillige Kooperation zu erreichen, müssen die Interessen der beteiligten Akteure, in der Regel die Wohlfahrtsmaximierung für jedes Land<sup>21</sup>, auf einen Nenner gebracht werden. Die dazu notwendigen Verhandlungen zwischen den beteiligten Akteuren - im weiteren als Klimaschutz-Prozeß bezeichnet - laufen in mehreren Phasen und über einen in der Regel mehrjährigen Zeitraum ab. Dabei wird nicht der chronologische, tatsächliche Prozeß, sondern ein idealtypischer, funktional-logischer Klimaschutz-Prozeß zugrunde gelegt.<sup>22</sup>

Vor der Erläuterung der einzelnen Phasen eines idealtypischen Klimaschutz-Prozesses und der jeweiligen Interessenkonflikte zwischen den beteiligten Akteuren müssen kurz die Rahmenbedingungen dargestellt werden, die von den naturwissenschaftlichen Spezifika des anthropogenen Treibhauseffektes gesetzt werden. In Analogie zur internationalen ökonomischen Verflechtung über Handels- und Kapitalbeziehungen lassen sich die natürlichen Rahmenbedingungen als internationale ökologische Verflechtung bezeichnen.

---

<sup>21</sup> Aus polit-ökonomischer Sicht läßt sich gegen diese Annahme argumentieren, die Positionen der Verhandlungsdelegationen seien eher das Ergebnis eines nationalen Willensbildungsprozesses, der vorwiegend von den Interessengruppen geprägt sei. Im Vordergrund stehen die gut organisierten Verursacher-Interessenvertreter, also die Energiewirtschaft, die Schwer- und Grundstoffindustrie, die Automobilindustrie und das Transportgewerbe.

<sup>22</sup> Vgl.: Barrett, S. (1992), Seite 12.

### 3.1 Internationale ökologische Verflechtung

Das wachsende Verständnis der natürlichen Zusammenhänge zwischen anthropogenen Treibhausgas-Emissionen und anthropogenen Änderungen der Treibhausgas-Senken<sup>23</sup> einerseits und deren Rückkoppelungseffekte über die Hydrosphäre und die Biosphäre/Pedosphäre auf die Anthroposphäre<sup>24</sup> andererseits - ungeachtet aller noch bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten - setzt wichtige Rahmenbedingungen für den Klimaschutz-Prozeß:

- ♦ Bereits hinreichend bekannt und in der Klimarahmenkonvention allgemein akzeptiert ist das Prinzip der gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung: Alle Länder tragen zur Erhöhung der Treibhausgas-Konzentration in der Troposphäre bei, allerdings in stark unterschiedlichem Ausmaß.

Aufgrund der langen Verweildauer der Treibhausgase in der Troposphäre ist die Wirkung einer emittierten Treibhausgas-Einheit unabhängig vom Emissionsort. Entsprechend ist die globale Wirkung einer Treibhausgas-Senke unabhängig von ihrem geographischen Ort. Diese Globalität wirkt sich auf die Konditionen einer möglichen Klimaschutz-Politik aus:

- Betreibt ein Land Klimaschutz, indem es beispielsweise seine Treibhausgas-Emissionen verringert oder seine Treibhausgas-Senken erhöht, profitieren alle Länder davon.
- Die nachträgliche Ermittlung der Herkunft der Treibhausgase in der Troposphäre ist nahezu unmöglich; Emissionen können nur an der Quelle ermittelt werden.
- Kein Land kann sich umfassend und dauerhaft vor den Folgen einer Klimaänderung schützen; möglich sind lediglich partiell wirkende Schutzeinrichtungen (wie Deichbau gegen Meeresspiegelanstieg) oder Anpassungen der Wirtschaftssektoren (wie Strukturwandel zu Lasten der [gegen Klimaänderungen anfälligen] Landwirtschaft).

---

<sup>23</sup> Die Subsysteme des globalen Öko-Systems fungieren als Senken, indem sie die natürlichen Treibhausgase aufnehmen, beispielsweise über Photosynthese-Prozesse. In erster Linie greift der Mensch über Landnutzungsänderungen, vorwiegend Land- und Forstwirtschaft und deren Folgewirkungen, in die Funktionen der natürlichen Treibhausgas-Senken ein.

<sup>24</sup> Die *Hydrosphäre* umfaßt das in den Ozeanen und den terrestrischen Reservoirs wie Seen, Flüssen und Böden sowie den organischen Substanzen enthaltene flüssige Wasser. Als *Biosphäre* wird die Gesamtheit irdischen Lebens bezeichnet, die sich aus der Flora und Fauna der Kontinente sowie den Mikroorganismen zusammensetzt. Die *Pedosphäre* umfaßt die Böden als Übergang zwischen Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre. Systemtheoretisch betrachtet kann die Pedosphäre zur Biosphäre gerechnet werden. Als *Anthroposphäre* können die Lebensräume der Menschheit bezeichnet werden. Die *Lithosphäre* bezeichnet die Erdkruste inklusive ihrer Bestandteile wie fossile Brennstoffe. Die *Atmosphäre*, also die Erde umgebende Gashülle, setzt sich aus mehreren Schichten zusammen. Für das Klima auf der Erde sind - im Zusammenwirken mit anderen Subsystemen der Natursphäre - in erster Linie die beiden unteren Schichten, die Troposphäre (0 - 10 km) und die Stratosphäre (10 - 80 km) verantwortlich (vgl.: Kirstein, W.; Schleser, G. H. (1992), Seite 33).

- ♦ Alle Länder werden von den Folgen der Erhöhung der Treibhausgas-Konzentration in der Troposphäre betroffen sein, wiederum in stark unterschiedlichem Ausmaß - aber tendenziell negativ. Kein Land kann nach dem bisherigen Stand der Forschung davon ausgehen, als Folge einer Klimaänderung *ceteris paribus* ein höheres Wohlfahrtsniveau zu erreichen, also absoluter Gewinner einer Klimaänderung zu sein. Einige, vorwiegend kalte Länder in den hohen Breiten der Nordhemisphäre (Rußland, Kanada) könnten partielle Vorteile bei einer globalen Erwärmung erlangen. Doch der Grad der wissenschaftlichen Ungenauigkeit über die exakte regionale Verteilung der Klimaänderungsfolgen läßt zur Zeit für kein Land die sichere und dauerhafte Schlußfolgerung zu, relativer Gewinner einer Klimaänderung zu sein, also weniger stark negativ von einer Klimaänderung betroffen zu sein als andere Länder. Aus *ökologischer* Sicht haben somit alle Länder ein Interesse, die globale Erwärmung zu vermeiden.

Aus dieser internationalen ökologischen Verflechtung ergibt sich der Charakter des Klimaschutzes als internationales Kollektivgut: Ein Land<sup>25</sup>, das vom Klimaschutz profitiert (indem es beispielsweise seine tiefliegenden Küsten nicht befestigen oder seine landwirtschaftlichen Produktionsverfahren nicht umstellen muß), beeinflußt die Nutzungsmöglichkeiten der anderen Länder nicht (Nicht-Rivalität des Konsums). Länder, die nicht bereit sind, einen Beitrag zu den Kosten des Klimaschutzes zu leisten, können von den positiven Folgen des Klimaschutzes nicht ausgeschlossen werden (Versagen des Ausschlußprinzipes).

### 3.2 Internationale ökonomische Verflechtung

Zu den Problemen, die aus der internationalen ökologischen Verflechtung resultieren, kommen noch die Verteilungseffekte des Klimaschutzes als Folge der internationalen ökonomischen Verflechtung<sup>26</sup>. Diese Verteilungseffekte lassen sich den Phasen des Klimaschutz-Prozesses zuordnen. Im folgenden werden fünf Phasen unterschieden.

**Phase 1:**  
**Globale Zielvereinbarung,**  
**verbunden mit Einigung auf Internalisierungsmechanismus.**

---

<sup>25</sup> Ein Land kann auch als (homogene) Ländergruppe verstanden werden.

<sup>26</sup> Die *internationale ökonomische Verflechtung* umfaßt das weite Gebiet der internationalen Wirtschaftsbeziehungen, wobei die realwirtschaftliche Komponente, also die internationalen Handelsbeziehungen, in diesem Zusammenhang im Vordergrund steht. Dazu kommen langfristige Kapitalverflechtungen in Form der Direktinvestitionen und internationale Finanzbeziehungen wie Kredite.

Zunehmende naturwissenschaftliche Erkenntnisse über die Ursachen und Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes haben den politischen Prozeß forciert, einen internationalen Konsens über die Eindämmung der globalen Erwärmung zu finden. Dieser Prozeß kann mit der Verabschiedung der Klimarahmenkonvention als abgeschlossen betrachtet werden; nahezu alle Länder der Erde haben sich auf das gemeinsame Ziel verpflichtet, die globale Erwärmung einzudämmen<sup>27</sup>.

Außerdem haben sich die Länder in Art. 3, Abs. 1 der Klimarahmenkonvention implizit auf das Verursacherprinzip als Internalisierungsmechanismus geeinigt, gekoppelt mit dem Leistungsfähigkeitsprinzip. Die Länder sollen auf der Grundlage ihrer gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortlichkeit für den anthropogenen Treibhauseffekt und ihrer jeweiligen Fähigkeiten Klimaschutz betreiben.

**Phase 2:**  
***Anwendung des Verursacherprinzips zur Ermittlung der Länderbeteiligung  
sowie der jeweiligen Beitragshöhe  
(nationale Reduktions-/Zahlungsverpflichtungen).***

Das in der Klimarahmenkonvention vereinbarte Verursacherprinzip, das als Effizienzkriterium eine Internalisierung der externen Effekte impliziert, die für den anthropogenen Treibhauseffekt verantwortlich sind, hätte eine Beteiligung der Länder zur Erreichung des beschlossenen Zieles entsprechend ihres Beitrages zum anthropogenen Treibhauseffekt<sup>28</sup> zur Folge. Der Streitpunkt zwischen den beteiligten Akteuren liegt in der unterschiedlichen Auslegung des Zeitbezugs beim Verursacherprinzip. Als Varianten werden eine historische und eine zukünftige Auslegung diskutiert. Länder, die bisher überdurchschnittlich zum anthropogenen Treibhauseffekt beigetragen haben (in erster Linie die Industrie- und Transformationsländer), wollen den zukünftigen Beitrag (vorwiegend der Entwicklungs- und Schwellenländer) mit berücksichtigen, während die Entwicklungs- und Schwellenländer den historischen Beitrag bei der Anwendung des Verursacherprinzips zugrunde gelegt haben wollen. Wegen der daraus resultierenden asymmetrischen Länderbeteiligung werden Anpassungsreaktionen der Nicht-Klimaschutzländer auf den Klimaschutz anderer Länder befürchtet. Die Folge sind sogenannte Leakage-Effekte, also Emissionsverlagerungen von den Klimaschutz- in die Nicht-Klimaschutz-Länder, womit die Anstrengungen der Klimaschutz-Länder zumindest teilweise konterkariert werden.

**Phase 3:**  
***Ermittlung effizienter Klimaschutz-Potentiale***

---

<sup>27</sup> Vgl. dazu den Wortlaut auf Seite 3.

<sup>28</sup> Treibhausgas-Emissionen und Treibhausgas-Senkenzerstörung.

Da weitgehender Klimaschutz<sup>29</sup> mit Kosten für die Länder verbunden ist, liegt es im Interesse der Länder, die zum Klimaschutz beitragen, möglichst effizienten Klimaschutz zu betreiben. Als weiteres Effizienzkriterium (neben der Forderung nach einer Internalisierung externer Effekte) ist Klimaschutz dort zu erreichen, wo die geringsten Grenz-Vermeidungskosten bestehen. Dies ist vorwiegend in den Ländern der Fall, die bisher unterdurchschnittlich zum anthropogenen Treibhauseffekt beigetragen haben. Insofern besteht keine Identität zwischen den Hauptverursacherländern und den Ländern, welche die Haupt-Vermeidungslast (unter Beachtung des zweiten Effizienzkriteriums) zu tragen hätten.

Bei der Frage, wie Klimaschutz effizient erreicht werden kann, lassen sich somit zwei Effizienzkriterien unterscheiden:

1. Unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung sollte Klimaschutz zuerst in den Ländern mit den geringsten Grenz-Vermeidungskosten betrieben werden. Dieses Argument spricht für eine möglichst breite Länderbeteiligung, vor allem der Entwicklungsländer. Dies entspricht dem Gedanken der gemeinsamen Umsetzung des Zieles der Klimarahmenkonvention (Joint Implementation).<sup>30</sup> Klimaschutz wäre dann für die Hauptverursacher-Länder vorwiegend mit einer Zahlungsverpflichtung verknüpft.
2. Eine effiziente Klimapolitik bedeutet gleichzeitig, die externen Effekte zu internalisieren, die für den anthropogenen Treibhauseffekt verantwortlich sind. Insofern besteht unter den Klimaschutz-Akteuren die weit verbreitete Ansicht, die Hauptverursacher-Länder sollten nicht nur für den Klimaschutz zahlen, sondern ihn auch selber betreiben. Klimaschutz wäre dann in erster Linie mit einer Reduktionsverpflichtung im Verursacher-Land gekoppelt, zumindest aber mit der Koexistenz von Reduktions- und Zahlungsverpflichtung. Dies entspricht auch dem Gerechtigkeitsgedanken, der bereits in der Klimarahmenkonvention verankert wurde.

Über die Lösung dieses „Effizienz-Dilemmas“, das eine zentrale Rolle im Klimaschutz-Prozeß spielt, bestehen zwischen den Ländern stark unterschiedliche Meinungen, da damit wichtige Verteilungsaspekte verbunden sind. Inhalt der dritten Phase des Klimaschutz-Prozesses wird es somit sein, Vor- und Nachteile einer globalen Kooperation im Klimaschutz zu ermitteln. Für jedes Land - vorwiegend aber für die Länder, die nach dem

---

<sup>29</sup> Wenn im folgenden von Klimaschutz die Rede ist, wird damit immer der Bereich positiver Vermeidungskosten bezeichnet. Nicht gemeint ist der „no-regret“-Klimaschutz, also der Klimaschutz im Bereich negativer Vermeidungskosten. Allerdings spielt dieser Bereich als strategischer Verhandlungsgegenstand eine wichtige Rolle.

<sup>30</sup> Ein Plädoyer für die effiziente Lösung einer gemeinsamen Umsetzung darf jedoch nicht die Probleme übersehen, die damit verbunden sind:

- Gefahr einer Zementierung des Status Quo des Klimaschutzes in den Industrieländern.
- Gefahr einer billigen Lösung für die Industrieländer, aber einer später teureren Lösung für die Entwicklungsländer.
- Gefahr schwieriger Kontrolle / Schein-Klimaschutz.



Verursacherprinzip nicht oder nur geringfügig zur Bekämpfung des anthropogenen Treibhauseffektes beitragen müssen - stellt sich dann die Frage, ob und wie es sich am Klimaschutz beteiligt. Entscheidende Fragestellungen werden sein, welche Opportunitätskosten die Klimaschutz-Länder zu tragen haben, wie hoch die Kompensationszahlungen seitens der Verursacher-Länder sind und welche Möglichkeiten gemeinsamen Klimaschutzes (Joint Implementation) bestehen.

**Phase 4:**  
***Ermittlung effizienter Klimaschutz-Instrumente***

Nach Ermittlung der Klimaschutz-Potentiale muß der Instrumenteneinsatz zur Erschließung dieser Potentiale ermittelt werden. In Anlehnung an die klassische Umweltökonomik können generell Preis- und Mengenlösungen als mögliche Instrumente unterschieden werden, wobei die reinen Formen allerdings verfeinert, kombiniert oder ergänzt werden. Bei der Preislösung wird der Preis für die Nutzung der Umwelt oder der natürlichen Ressource beeinflusst. Als Ergebnis dieser Preissignale soll sich die nachgefragte Menge in der gewünschten Richtung ändern. Häufig diskutiertes Beispiel für eine Preislösung ist eine Kohlendioxid- und/oder Energiesteuer. Bei der Mengenlösung wird die maximal mögliche Nutzung der Umwelt oder der natürlichen Ressource festgelegt; als Ergebnis soll sich der Preis als Lenkungsparameter in der gewünschten Weise ändern. Beispiele sind Mengenkontingente, aufgeteilt in nationale Reduktionspflichten, oder Zertifikatslösungen. Ein ergänzendes Instrument ist ein Klimaschutz-Fonds, um globale Finanz- und Technologietransfer zu finanzieren. Mit Hilfe dieses Fonds soll die Erfüllung der aus dem Instrumenteneinsatz resultierenden Verpflichtungen erleichtert werden.

Mit der Wahl des Instrumenteneinsatzes sind bereits gravierende internationale Verteilungseffekte verbunden, beispielsweise bei der Entscheidung, wem die Erlöse einer möglichen Steuererhebung zufließen.

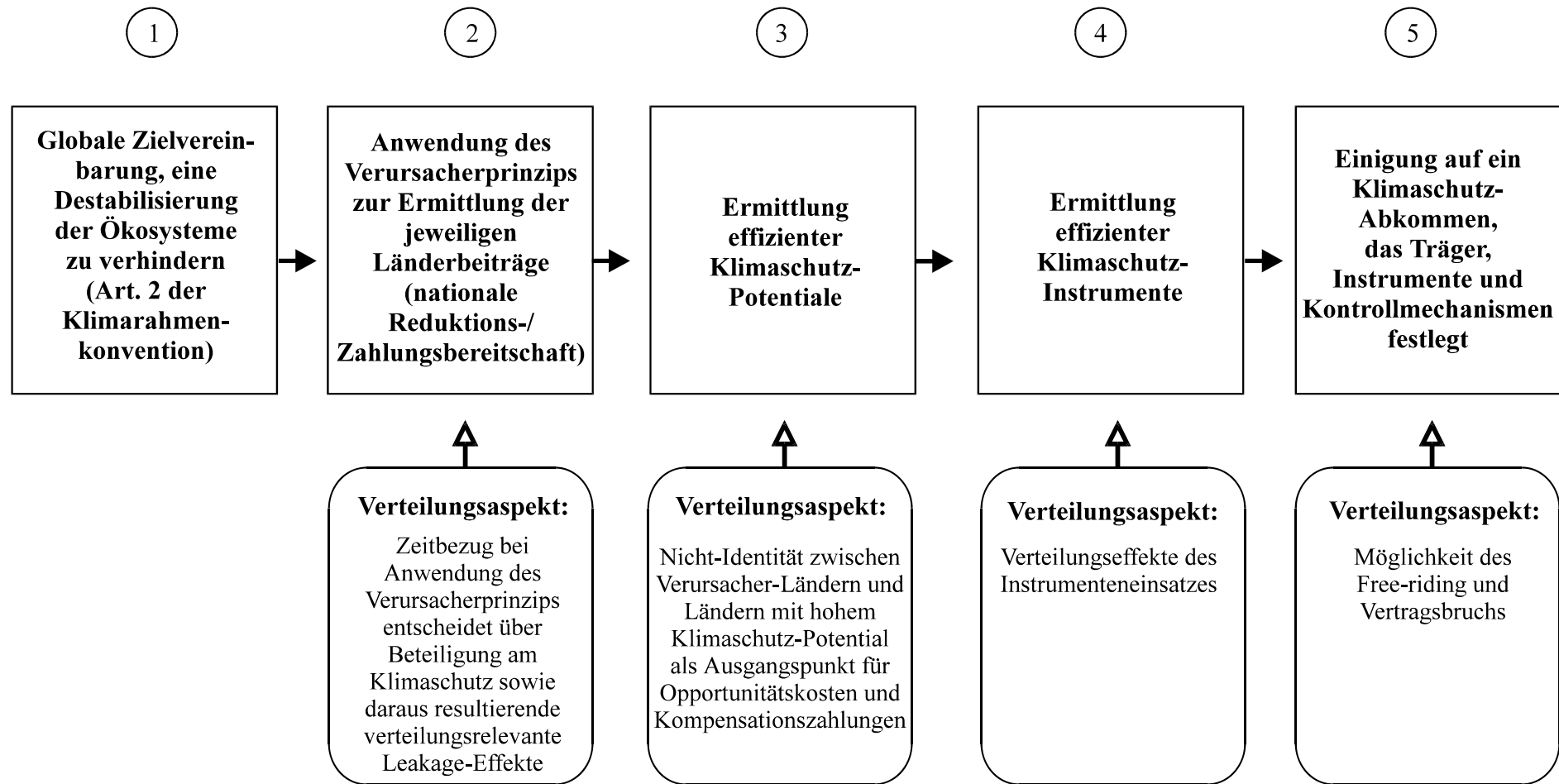
**Phase 5:**  
***Abschluß eines Klimaschutz-Abkommens***

Nach Klärung der angesprochenen Probleme muß in einem Klimaschutz-Abkommen festgelegt werden, welche Länder wo und wie Klimaschutz betreiben. In dieser Verhandlungsphase müssen - entsprechend der Public-Choice-Theorie - verstärkt die Einflüsse der Interessengruppen auf den Klimaschutz-Prozeß berücksichtigt werden. Zu unterscheiden sind dabei die Interessen der Verursacher (möglichst geringe Reduktions-/Zahlungsverpflichtungen), der Betroffenen (möglichst geringe Folge-/Anpassungskosten) und der Helfer (möglichst hohe Erträge auf Klimaschutzmärkten). Dazu kommen die Probleme der Überwachung eines möglichen Klimaschutz-Vertrages. In diesem

Abkommen müssen deshalb bereits Kontrollmechanismen eingebaut werden, um keine Anreize zu setzen, sich als free-rider zu verhalten.

Zusammenfassend sind in der folgenden Abbildung 3-1 die Phasen eines idealtypischen Klimaschutz-Prozesses mit den jeweiligen Verteilungsaspekten illustriert.

Abbildung 3-1: Phasen des Klimaschutz-Prozesses und relevante Verteilungsaspekte



Der tatsächliche Klimaschutz-Prozeß läuft jedoch nicht in dieser funktional-logischen Reihenfolge ab. In der Realität steht zwar auch die Beantwortung der Frage, welche Länder in erster Linie zur Bekämpfung des anthropogenen Treibhauseffektes beitragen müssen, im Vordergrund der Diskussion. Gleichzeitig wird jedoch über Klimaschutz-Potentiale und -Instrumente verhandelt, ohne die erste Phase abschließend geklärt zu haben. Da zur Zeit eine schnelle Einigung über die Frage der Länderbeteiligung unwahrscheinlich ist, scheint sich der Schwerpunkt der Verhandlungen auf die späteren Phasen zu verlagern.

## **4 Verteilungseffekte im Klimaschutz bei asymmetrischer Länderbeteiligung**

Das zentrale Problem einer aggressiven Klimaschutz-Strategie sind die damit untrennbar verknüpften Verteilungswirkungen zwischen den beteiligten Akteuren. Im Mittelpunkt dieses Beitrags stehen die Verteilungswirkungen, die sich aus einer möglichen asymmetrischen Länderbeteiligung ergeben. Die Frage der Länderbeteiligung scheint durch einen direkten Konflikt zwischen Effizienz und Gerechtigkeit charakterisiert zu sein.<sup>31</sup> Unter der Annahme, Klimaschutz sei pareto-optimal, wenn die Grenz-Vermeidungskosten in allen Ländern gleich sind, ist die Beteiligung aller Länder am Klimaschutz die first-best-Lösung. Aufgrund der starken Unterschiede hinsichtlich der Verursachung, des Entwicklungsstandes und der technisch/ökonomischen Problemlösungskapazität zwischen den beteiligten Ländern ist aus Gerechtigkeitsüberlegungen, die sich aus der Anwendung des Verursacherprinzipes ergeben, jedoch eine Ungleichbehandlung der Länder hinsichtlich ihrer Verpflichtungen angebracht. Länder, die bisher überproportional stark zum anthropogenen Treibhauseffekt beigetragen haben (Verursacherprinzip) und Länder, die einen überproportional hohen Entwicklungsstand erreicht haben (Leistungsfähigkeitsprinzip), könnten Vorreiter im Klimaschutz-Prozeß sein.

Unbeachtet theoretisch eleganter Effizienzkriterien läßt der Verlauf des Klimaschutz-Prozesses darauf schließen, der Beginn einer internationalen koordinierten Klimaschutz-Strategie könne nur darin liegen, wenn einige Länder eine Vorreiterrolle übernehmen. Auch die Anwendung von Olson's Theorie der kollektiven Handlung auf den Klimaschutz-Prozeß, wonach die Stabilität eines Klimaschutz-Abkommens negativ mit der Zahl der beteiligten Länder korreliert ist, spricht für einen kleinen, überschaubaren Kreis an Klimaschutz-Vorreitern.<sup>32</sup> Doch diese Vorreiterrolle, die nach dem in der Klimapolitik

---

<sup>31</sup> Vgl.: Eyckmans, J. et al (1993), Seite 364f.

<sup>32</sup> Vgl.: Barrett, S. (1992), Seite 12ff.

international akzeptierten Verursacherprinzip die Hauptverursacherländer übernehmen müssten, stößt dort auf Widerstand, weil Leakage-Effekte zu erwarten sind, die eine Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern zumindest teilweise kompensieren und somit Verteilungswirkungen hervorrufen können.<sup>33</sup> Mögliche Transmissionskanäle für diese Emissionsänderungen der nicht-kooperierenden Länder sind - bei Autarkie - die Verhaltensänderungen ähnlich der oligopolistischen Reaktionsverbundenheit<sup>34</sup> und - unter Beachtung der internationalen Wirtschaftsbeziehungen - Handels- und Kapitalverlagerungseffekte als Folge von Änderungen im System der relativen (Weltmarkt-) Preise<sup>35</sup>, die mit negativen Wohlfahrtswirkungen verbunden sein können.

## 4.1 Leakage-Effekte bei Autarkie

Bei Autarkie hat jedes Land sein optimales (nationales) Klimaschutz-Niveau erreicht, wenn die nationalen Grenz-Vermeidungskosten den nationalen Grenznutzen des Klimaschutzes entsprechen. Betreiben in dieser Situation andere Länder Klimaschutz, sinken für das nicht-kooperierende Land die Grenznutzen eigenen Klimaschutzes, da es geringere Folge-/Anpassungskosten zu tragen hätte und/oder geringere Kompensationszahlungen für jede vermiedene Emissionseinheit (Opportunitätskosten) zu erwarten hat. Sinkende Grenznutzen bedeuten bei gleichbleibenden Grenzkosten ein sinkendes nationales Klimaschutz-Niveau in den nicht-kooperierenden Ländern gegenüber dem Ausgangszustand (Leakage-Effekt). In der folgenden Abbildung 4-1 ist die Funktionsweise eines Leakage-Effektes bei Autarkie, aber internationaler Reaktionsverbundenheit demonstriert.

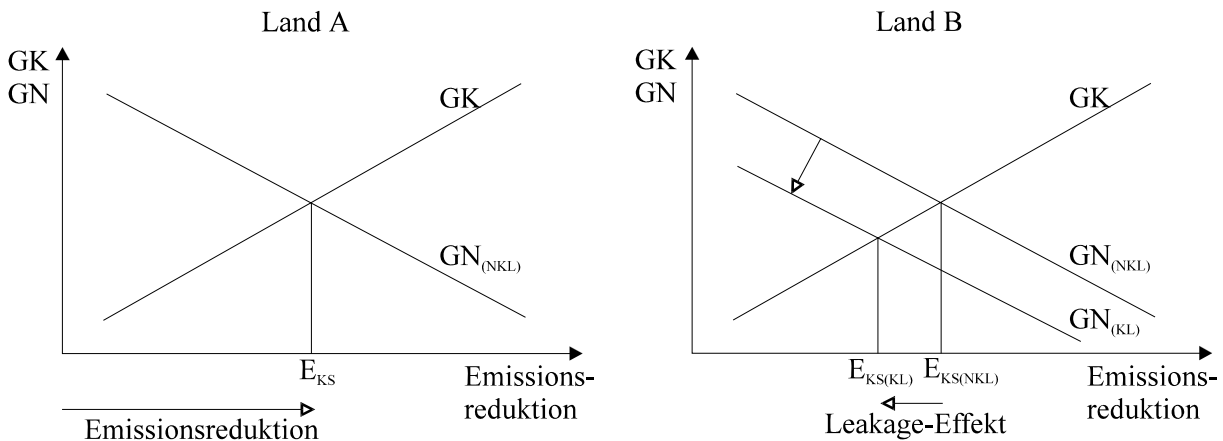
---

<sup>33</sup> Vgl.: Oliveira-Martins, J. et al. (1992), Seite 124ff.

<sup>34</sup> Vgl.: Hoel, M. (1991), Seite 58ff.

<sup>35</sup> Vgl. zum Beispiel: Barrett, S. (1994), Seite 15.

Abbildung 4-1: Leakage-Effekte bei Autarkie



GK = Grenz-Vermeidungskosten; GN = Grenznutzen

$GN_{(NKL)}$  = Grenznutzen, wenn das andere Land keinen Klimaschutz betreibt

$GN_{(KL)}$  = Grenznutzen, wenn das andere Land Klimaschutz betreibt

$E_{KS}$  = Optimales nationales Emissionsniveau

$E_{KS(KL)}$  = Optimales nationales Emissionsniveau, wenn das andere Land Klimaschutz betreibt

$E_{KS(NKL)}$  = Optimales nationales Emissionsniveau, wenn das andere Land keinen Klimaschutz betreibt

Das optimale nationale Klimaschutz-Niveau als Reaktion auf den Klimaschutz des anderen Landes ist somit geringer als das Klimaschutz-Niveau, wenn das andere Land keinen Klimaschutz betreibt. Entscheidende Determinanten für den Klimaschutz eines Landes sind im Autarkiefall somit die eigenen Grenz-Vermeidungskosten (negativer Zusammenhang), die eigenen Grenznutzen (positiver Zusammenhang) und der Klimaschutz des anderen Landes (negativer Zusammenhang):<sup>36</sup>

$$KS_B = f \left( \underset{(-)}{GK_B}, \underset{(+)}{GN_B}, \underset{(-)}{KS_A} \right)$$

Land A könnte als Reaktion auf die Anpassungsreaktion des Landes B wiederum seine eigenen Klimaschutz-Bemühungen reduzieren. Dies erhöht wiederum die Grenznutzen des Klimaschutzes in Land B und senkt damit tendenziell den Leakage-Effekt. Als Ergebnis läßt sich im Zwei-Länder-Fall prognostizieren, daß beide Länder - bei identischen Grenz-Vermeidungskosten und Grenznutzen des Klimaschutzes in der Ausgangssituation - das gleiche Klimaschutz-Niveau realisieren werden. Über die Höhe dieses neuen Klimaschutz-Gleichgewichtes lassen sich allerdings keine generellen Aussagen treffen.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Die Höhe des Leakage-Effektes wird mit umgekehrten Vorzeichen von denselben Determinanten bestimmt.

<sup>37</sup> Der Autarkiefall als theoretischer Grenzfall soll aufgrund seiner geringen Problemrelevanz nicht weiter verfolgt werden.

## 4.2 Leakage-Effekte bei internationalen Wirtschaftsbeziehungen

Leakage-Effekte bei internationalen Wirtschaftsbeziehungen ergeben sich über relative Preisänderungen auf Energiemärkten und auf Märkten für kohlenstoffintensive Produkte<sup>38</sup>:

- a) Werden komparative Kostenvorteile oder Standortvorteile für relativ energieintensive Produktionsprozesse oder Produkte in die nicht-kooperierenden Länder verschoben, steigen Nachfrage und Verbrauch fossiler Brennstoffe und damit die Kohlendioxid-Emissionen in diesen Ländern an (negativer Leakage-Effekt).<sup>39</sup>
- b) Senken die Klimaschutz-Länder ihre Nachfrage nach fossilen Brennstoffen auf den Weltmärkten, werden die Preise tendenziell sinken. Bei normalen Nachfragereaktionen werden die nicht-kooperierenden Länder ihre Nachfrage erhöhen und damit ihre Kohlendioxid-Emissionen steigern (negativer Leakage-Effekt).
- c) Die reduzierte Nachfrage nach fossilen Energieträgern führt in den vorwiegend erdöl-exportierenden Ländern zu Absatzeinbußen, verbunden mit Realeinkommenseinbußen und daraus resultierenden Emissionsrückgängen (positiver Leakage-Effekt).<sup>40</sup>
- d) Sinkt der Preis für Erdöl auf den Weltmärkten, könnten einige Länder mit hohen Kohlevorräten tendenziell Kohle durch Öl substituieren, verbunden mit weniger stark steigenden Kohlendioxid-Emissionen (positiver Leakage-Effekt).
- e) Aufgrund der zu erwartenden erhöhten Nachfrage (und damit Weltmarktpreise) nach relativ kohlenstoffarmen Primärenergieträgern, also vorwiegend Erdgas, werden die nicht-kooperierenden Länder ihre inländische Energieträgerstruktur zu Lasten des Erdgases umstellen. Dies wird zu einem verstärkten Einsatz relativ kohlenstoffhaltiger Primärenergieträger führen. In eine ähnliche Richtung deuten ressourcenökonomische Preissignale: Die Reserven an Erdgas werden im Laufe des kommenden Jahrhunderts signifikant abnehmen, ceteris paribus verbunden mit ansteigenden Preisen. Die ceteris paribus Annahme bezieht sich auf die Erfindung einer Backstop-Technologie: Nur wenn diese nicht erfunden wird, werden die Erdöl-Preise ab der Mitte des kommenden Jahrhunderts wahrscheinlich ebenfalls ansteigen, da die Reserven bei gleichbleiben-

---

<sup>38</sup> Vgl.: Barrett, S. (1994), Seite 17 und Winters, L. A. (1992), Seite 97ff.

<sup>39</sup> Vgl.: Oliveira-Martins, J. et al. (1992), Seite 125ff.

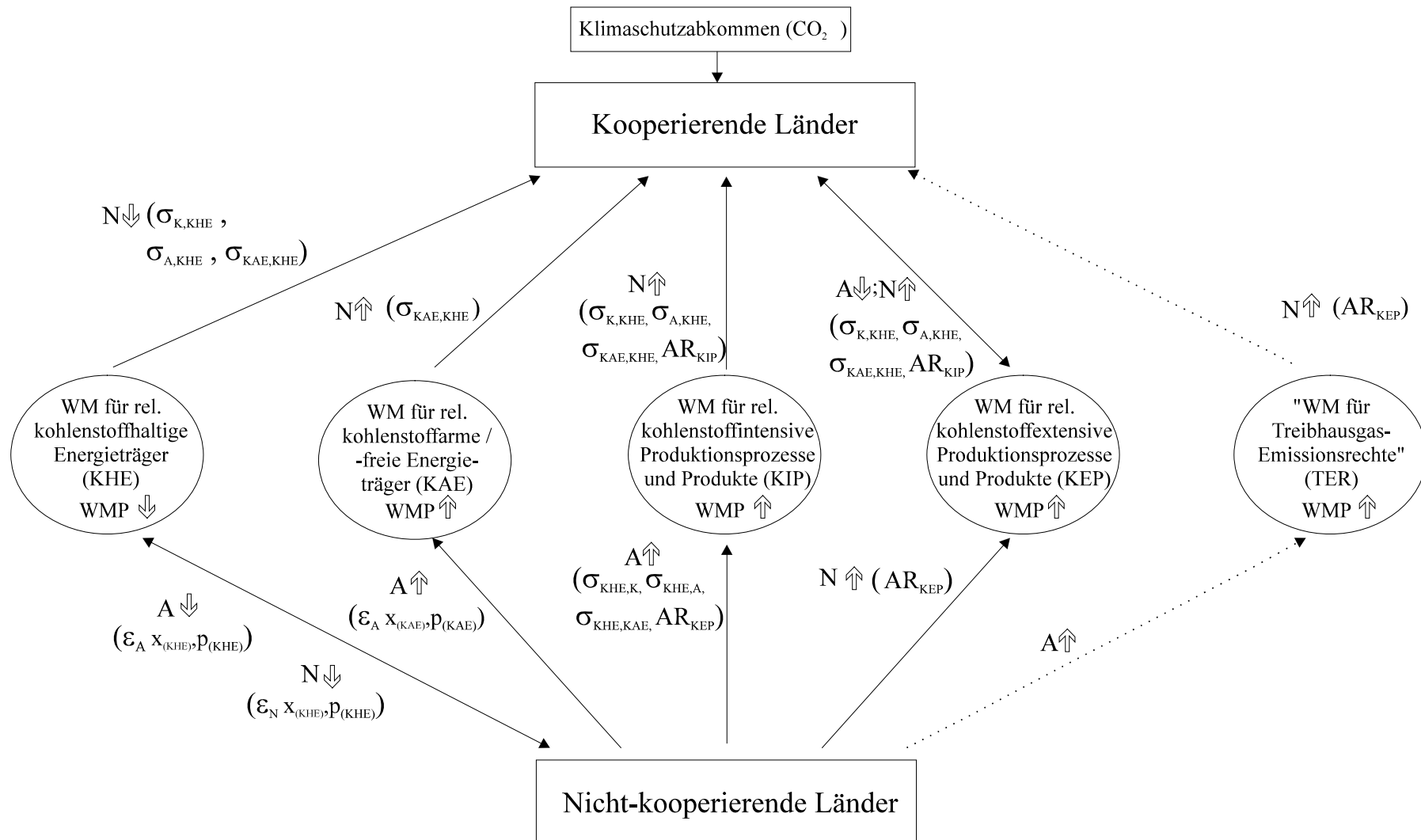
<sup>40</sup> Vgl.: Oliveira-Martins, J. (1995), Seite 112.

den Verbrauchsdaten signifikant abnehmen und die Explorationskosten zunehmen werden. Dies wird ebenfalls zu Substitutionseffekten führen. Die ansteigenden Erdgaspreise aufgrund der gestiegenen Nachfrage werden diese Tendenz beschleunigen (negativer Leakage-Effekt).

Mögliche Preiseffekte als Folge asymmetrischen Klimaschutzes und die jeweiligen determinierenden Variablen sind in der folgenden Abbildung 4-2 schematisch dargestellt.



Abbildung 4-2: Handels- und Kapitalverlagerungseffekte asymmetrischen Klimaschutzes



Die Angebots- und Nachfragereaktionen auf den Weltmärkten für relativ kohlenstoffhaltige Energieträger (KHE)<sup>41</sup>, für relativ kohlenstoffarme oder -freie Energieträger (KAE), für relativ kohlenstoffintensive Produktionsprozesse und Produkte (KIP), für relativ kohlenstoffextensive Produktionsprozesse und Produkte (KEP) und für „Treibhausgas-Emissionsrechte“ (TER) werden im wesentlichen von den jeweiligen Substitutionselastizitäten ( $\sigma$ ), den jeweiligen Armington-Elastizitäten<sup>42</sup> (AR) zwischen inländischen und importierten Produkten sowie den jeweiligen Angebots- und Nachfrageelastizitäten ( $\varepsilon$ ) determiniert. Auslösender Faktor ist der Nachfragerückgang der Klimaschutz-Länder nach Erdöl (KHE-WM), verbunden mit einem Rückgang des Weltmarkt-Preises (WMP). Die Höhe des Nachfragerückgangs auf den Weltmärkten hängt, neben der exogenen Größe Klimaschutz-Abkommen und dem gewählten Instrument, von den Substitutionselastizitäten zwischen Erdöl und anderen Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital oder KAE) und den Armington-Elastizitäten zwischen inländischen und importierten Produkten ab. Je höher die Elastizitäten, desto höher ist der Nachfragerückgang und damit der Preiseffekt auf dem Weltmarkt. Die nicht-kooperierenden Länder werden aufgrund des Preisrückgangs ihre Nachfrage entsprechend ihrer Nachfrageelastizität erhöhen und ihr Angebot entsprechend ihrer Angebotselastizität senken. Statt dessen werden die nicht-kooperierenden Länder versuchen, ihr inländisches Energieträger-Mix zu Lasten des Erdgases umzustellen, weil dieses auf den Weltmärkten verstärkt von den Klimaschutz-Ländern nachgefragt wird. Der Preis auf dem KAE-WM wird deshalb steigen. Diese Faktorpreis-Verschiebung wird die komparativen Kostenvorteile der Klimaschutz-Länder in Richtung der KEP verschieben. Die Klimaschutz-Länder werden somit ihr Angebot auf dem KEP-WM erhöhen und auf dem KIP-WM senken. Analog werden sich die komparativen Kostenvorteile der nicht-kooperierenden Länder in Richtung der KIP-Prozesse und -Produkte verschieben. Sie werden ihr Angebot auf diesem Weltmarkt tendenziell erhöhen, dagegen ihr Angebot auf dem KEP-Weltmarkt entsprechend senken. Zusätzlich zu diesen Handelseffekten werden die Unternehmen der Klimaschutz-Länder ihre Nachfrage nach natürlichen Ressourcen (in Form verbriefter oder unverbriefter Kohlendioxid-Emissionsrechte) erhöhen, indem sie verstärkt Produktionsstandorte in die nicht-kooperierenden Länder verlagern. Die nicht-kooperierenden Länder werden ihr Angebot entsprechend erhöhen, indem sie ihre Standortvorteile als „pollution haven“ auf dem Weltmarkt für Treibhausgas-Emissionsrechte verstärkt anbieten.

---

<sup>41</sup> Die relativ kohlenstoffhaltigen Energieträger schließen tendenziell die Kohle mit ein, wenn deren Kohlendioxid-Emissionen im Rahmen des Klimaschutzabkommens ebenfalls gesenkt werden sollen. Bleibt die Kohle unberücksichtigt, werden zusätzliche Substitutionseffekte auf der Ebene der Produktionsfaktoren ausgelöst. Vgl. dazu Seite 23 .

<sup>42</sup> Bei der Armington-Elastizität wird im Gegensatz zur traditionellen Außenhandelstheorie eine *imperfekte* Substitutionalität zwischen im Inland hergestellten und importierten Gütern angenommen. Vgl. Armington (1969), Seite 167ff.

Die Preiseffekte, die eine partielle Verlagerung der Kohlendioxid-Emissionen über Handels- und Kapitalverlagerungseffekte von den kooperierenden in die nicht-kooperierenden Länder zur Folge haben, können auch für nicht-kooperierende Länder stark negative Folgen haben, nämlich dann, wenn sie nicht flexibel auf die Änderungen auf den Weltmärkten reagieren können (geringe Angebotselastizitäten) oder wenn sie besonders stark als Anbieter auf dem KHE-Weltmarkt aufgetreten sind.

Daraus resultiert für jedes Land eine entscheidende Veränderung in der Wahl der dominanten Strategie: Länder können über die Änderungen im System der relativen Preise auch dann zu den Verlierern des Klimaschutzes gehören, wenn sie selbst nicht, aber alle anderen Länder Klimaschutz betreiben. Für diese Länder kann die dominante Strategie nur lauten, unabhängig vom Verhalten der anderen Länder jeden Klimaschutz zu verhindern.

Im folgenden werden die beiden Bestandteile der Leakage-Effekte bei internationalen Wirtschaftsbeziehungen, die Handels- und Terms-of-Trade-Effekte sowie die Kapitalverlagerungseffekte analysiert.

#### **4.2.1 Handels- und Terms-of-Trade-Effekte**

Klimaschutz wird in den Ländern, die sich an einem Klimaschutz-Abkommen beteiligen, den Produktionsfaktor Energie verteuern. Dies wird komparative Vorteile bei relativ energieintensiven Produktionsprozessen oder Produkten zugunsten der nicht-kooperierenden Länder verschieben. Als Folge davon sind Handelsverschiebungen mit entsprechenden Wohlfahrtseffekten zu erwarten.

Beteiligen sich die Anbieter fossiler Brennstoffe nicht am Klimaschutz, aber alle anderen Länder, können sich die nicht-kooperierenden Länder zwar langfristig als free-rider betätigen, kurz- und mittelfristig wird die rückläufige Energienachfrage aller anderen Länder aber starke Absatzeinbußen hervorrufen. Klimaschutz der anderen Länder hat somit für die Anbieter kohlenstoffhaltiger Energieträger Wohlfahrtseinbußen zur Folge, unabhängig vom eigenen Verhalten. Die dominante Strategie kann deshalb nur lauten, jeden Klimaschutz, der auf einer verringerten Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe beruht, zu verhindern.

Klimaschutz in den Hauptverursacherländern wird aufgrund der reduzierten Erdölnachfrage ceteris paribus zu rückläufigen Erdölpreisen auf den Weltmärkten führen. Die Länder, die sich nicht am Klimaschutz beteiligen, werden als normale Reaktionen vermehrt Erdöl nachfragen. Als Folge werden sich die komparativen Kostenvorteile bei der Produktion relativ kohlenstoffintensiv hergestellter Produkte zugunsten der nicht-kooperierenden Länder verschieben. Dies kann Handelsströme zugunsten der nicht-kooperierenden Länder umkehren. Für diese Länder lautet die dominante Strategie, sich nicht am Klimaschutz der anderen Länder zu beteiligen.

Klimaschutz wird tendenziell zu einer Faktorsubstitution in Richtung der Faktoren Arbeit, Kapital und kohlenstoffarme/-freie Energieträger führen. Dies wird ceteris paribus einen Anstieg der Preise dieser Faktoren zur Folge haben. Länder, die reichlich über diese Faktoren verfügen, haben damit tendenziell einen Anreiz, sich am Klimaschutz zu beteiligen.

Die Nachfrage der Klimaschutz-Länder nach relativ kohlenstoffintensiven Produkten oder nach Produkten mit relativ kohlenstoffintensiven Produktionsprozessen auf den Weltmärkten wird ansteigen, abhängig von der Armington-Elastizität zwischen selbst hergestellten und importierten Gütern. Die nicht-kooperierenden Länder werden diese Produkte - abhängig von den jeweiligen Angebotselastizitäten - verstärkt anbieten, weil sich die komparativen Vorteile bei diesen Produkten aufgrund der tendenziell sinkenden Preise auf den Welt-Energiemärkten zu ihren Gunsten verschieben.

Auswirkungen auf die Terms-of-Trade hängen neben der Länderbeteiligung entscheidend von der Instrumentenwahl ab.<sup>43</sup> Bei einer globalen Produzenten-Steuer, wenn die Öllieferländer ihre Exportpreise erhöhen, kommt es zu einer Änderung der Commodity-Terms-of-Trade<sup>44</sup> zu ihren Gunsten. Über die Entwicklung der Income-Terms-of-Trade kann keine generelle Aussage getroffen werden.

Unter der (realitätsnäheren) Annahme, Klimaschutz bedeute eine Verteuerung der kohlenstoffhaltigen Energieträger in den Konsumentenländern - unabhängig davon, ob dies über eine Konsumenten-Steuer, eine Zertifikatslösung oder eine Erhöhung der Schattenpreise für kohlenstoffhaltige Energieträger mit Hilfe nationaler Regulierungen erreicht wird - , werden sich die Terms-of-Trade (sowohl Commodity- als auch Income-Terms-of-Trade) kurzfristig zugunsten der Klimaschutz-Länder verschieben. Die Weltmarktpreise und die Mengen des importierten Erdöls sinken. Diese steigenden Terms-of-Trade lösen damit kurzfristige Wohlfahrtsverschiebungen in die Klimaschutz-Länder aus. Mittel- und langfristig werden die Nicht-Klimaschutz-Länder auf die Änderungen der relativen Preise auf den Weltmärkten reagieren und ihr Angebot an relativ kohlenstoffintensiven Produkten erhöhen; zusätzlich werden die Preise für Erdöl ressourcenökonomisch bedingt ansteigen und ebenfalls dazu beitragen, die Terms-of-Trade wieder zugunsten der Nicht-Klimaschutz-Länder zu ändern. Nicht vorhersehbare Änderungen dieser Tendenzen kann allerdings die Einführung einer Backstop-Technologie haben. Dann werden die Preise für relativ kohlenstoffhaltige Energieträger drastisch sinken; die noch bestehenden Bestände an diesen Ressourcen werden entwertet. Dies ist ebenfalls ein Grund für die erdölexportierenden Länder, Klimaschutz zu verhindern.

---

<sup>43</sup> Vgl.: Piggott, J. et al. (1992), Seite 115ff. und Whalley, J. / Wigle, R. (1991), Seite 236ff..

<sup>44</sup>  $\text{Commodity-Terms-of-Trade} = \frac{P_x}{P_m}$ ;  $\text{Income-Terms-of-Trade} = \frac{P_x \cdot Q_x}{P_m}$   
mit  $P_x$  = Exportgüterpreisindex,  $P_m$  = Importgüterpreisindex und  $Q_x$  = Exportmengenindex. Vgl.: Hemmer, H.-R. (1988), Seite 223 ff.

In der folgenden Tabelle 4-1 sind die Commodity-Terms-of-Trade-Änderungen bei unterschiedlicher Klimaschutz-Beteiligung aufgelistet, errechnet nach dem OECD-GREEN-Modell.<sup>45</sup>

Tabelle 4-1: Terms-of-Trade-Änderungen in Prozent bei unterschiedlicher Klimaschutz-Beteiligung gegenüber 1990

Jahr	2000	2010	2030	2050
<i>OECD-Klimaschutz</i> (47,11 % der globalen CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1992)				
OECD*	0,82	1,65	3,02	2,81
Annex 1-Länder	0,34	0,65	1,35	1,62
Hauptemittenten	0,36	-2,30	1,14	0,92
Energieexporteure	-2,40	-4,67	-7,62	-4,21
<i>Klimaschutz der Annex 1-Länder<sup>46</sup></i> (63,42 % der globalen CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1992)				
OECD*	0,44	0,92	0,39	-2,68
Annex 1-Länder	0,11	0,34	-0,06	-2,36
Hauptemittenten	0,12	-2,61	-0,11	-1,68
Energieexporteure	-1,26	-2,60	-0,54	7,07
<i>Klimaschutz der Hauptemittenten<sup>47</sup></i> (77,30 % der globalen CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1992)				
OECD*	0,30	0,61	0,00	-1,11
Annex 1-Länder	0,10	0,21	-0,10	-0,87
Hauptemittenten	0,06	-2,75	-0,28	-1,22
Energieexporteure	-0,84	-1,72	0,67	4,84
<i>Globaler Klimaschutz</i>				
OECD*	0,32	0,61	-0,04	-0,23
Annex 1-Länder	0,10	0,15	-0,03	-0,03
Hauptemittenten	0,06	-2,79	-0,23	-0,29
Energieexporteure	-1,08	-2,08	1,01	2,51
* ohne Mexiko				

Quelle: Coppel, J. / Lee, H. (1995), Seite 81 und IEA/OECD (1994), Seite 26 und IEA (1995), Seite 11.

Wie die theoretischen Überlegungen zeigten, haben die Klimaschutz-Länder - mit Ausnahme der Energieexporteure - zunächst Verbesserungen ihrer Terms-of-Trade zu erwarten. Betreiben nur die OECD-Länder Klimaschutz, haben kurzfristig alle

<sup>45</sup> Das Green-Modell (GeneRAL Equilibrium ENvironmental Model) ist ein dynamisches, globales Simulationsmodell der OECD zur Quantifizierung der Kosten der Klimapolitik, das Länder, Produktionsfaktoren, Angebots- und Nachfragesektoren unterscheidet. Vgl. zu den Einzelheiten des Modells Burniaux, J.-M. et al. (1992).

<sup>46</sup> Die Annex 1-Länder setzen sich aus den OECD-Ländern sowie den Ländern Mittel- und Osteuropas sowie der früheren UdSSR zusammen, die allerdings den Status eines Transformationslandes haben. Dieser Status gewährt ihnen nach Art. 4 Abs. 6 der Klimarahmenkonvention „... ein gewisses Maß an Flexibilität bei der Erfüllung ihrer in Absatz 2 genannten Verpflichtungen ...“.

<sup>47</sup> Hauptemittenten sind die Annex 1-Länder sowie China und Indien.

Hauptverursacher-Länder mit Terms-of-Trade-Verbesserungen zu rechnen, voraussichtlich eine Folge der gesunkenen Weltmarktpreise für kohlenstoffhaltige Energieträger. Beteiligen sich also die Länder Osteuropas, der früheren UdSSR sowie China und Indien nicht am Klimaschutz, profitieren sie durch eine Verbesserung ihrer Terms-of-Trade. Beteiligen sich diese Länder zusätzlich am Klimaschutz, fallen ihre Terms-of-Trade-Verbesserungen deutlich geringer aus und führen wesentlich früher zu einer Verschlechterung der Terms-of-Trade. Für die Energieexporteure entwickeln sich die Terms-of-Trade langfristig am günstigsten, wenn möglichst viele Länder außer ihnen selbst Klimaschutz betreiben.

#### **4.2.2 Kapitalverlagerungseffekte**

Wenn Klimaschutz die gesamtwirtschaftlichen oder sektoralen Rahmenbedingungen in ausreichend hohem Maße ändert, werden möglicherweise Produktionsstätten mit relativ kohlenstoffintensiven Produktionsprozessen von den Klimaschutz-Ländern in die nicht-kooperierenden Länder verlagert. Dies geschieht über den (imaginären) „Weltmarkt für Treibhausgas-Emissionsrechte“. Auf diesem Weltmarkt werden treibhausrelevante externe Effekte transferiert, wenn das Klimaschutz-Land seine kohlenstoffintensiven Produktionsprozesse mittels Direktinvestitionen ins Ausland verlagert, um anschließend die dort hergestellten Produkte teilweise ins Inland zurück zu transferieren. Die beim Produktionsprozeß anfallenden treibhausrelevanten externen Effekte belasten dann nicht mehr die Emissions-Bilanz des Klimaschutz-Landes, sondern das Kontingent des Nicht-Klimaschutz-Landes. Mit der physischen Kapitalbeziehung ist in diesem Fall der Export negativer externer Effekte (aus Sicht des Klimaschutz-Landes) gekoppelt.

Klimaschutz in Form einer Verteuerung relativ kohlenstoffhaltiger Energieträger kann die Entscheidungen einer möglichen Reallokation der Unternehmensstandorte in Klimaschutz-Ländern in vielfältiger Weise beeinflussen. Zunächst erhöht Klimaschutz *ceteris paribus* die Energiekosten eines Unternehmens. Ob für das Unternehmen damit signifikante, entscheidungsrelevante Kostenmehrbelastungen verbunden sind, hängt von mehreren Faktoren ab:

- ♦ Der relativen Bedeutung der Kosten für fossile Energieträger an den gesamten Inputkosten eines Unternehmens. Lediglich bei den relativ energieintensiven Industriezweigen erlangt Klimaschutz eine signifikante Bedeutung.
- ♦ Den jeweiligen Substitutionselastizitäten zwischen kohlenstoffarmen Energieträgern, Arbeit oder Kapital auf der einen Seite und kohlenstoffhaltigen Energieträgern auf der anderen Seite: Je geringer die Substitutionselastizitäten sind, desto teurer wird Klimaschutz. Zunehmender technischer Fortschritt wird die Kosten der Substitution tendenziell senken, die Änderungen im Preisverhältnis zwischen stark kohlenstoffhaltigen

- Energieträgern und weniger kohlenstoffhaltigen Energieträgern werden die Kosten der Substitution eher erhöhen.
- ◆ Der Überwälzbarkeit der Kostensteigerung auf die Absatzpreise. Bei einer international geringen Nachfrageelastizitäten tragen dann die Konsumenten die Klimaschutz-Kosten.
  - ◆ Der Substitutionselastizität zwischen im Inland hergestellten und importierten Gütern. Wird eine geringe Substitutionselastizität (Armington-Elastizität) unterstellt, wird eine Substitution entsprechend teuer. Die Annahme der perfekten Substitutionalität im Heckscher-Ohlin-Modell unterstellt dagegen eine unendlich hohe Elastizität zwischen im Inland hergestellten und importierten Gütern; entsprechend ist die Substitution nicht mit Kosten verbunden.<sup>48</sup>
  - ◆ Eine zunehmend geringer werdende Rolle in der internationalen Arbeitsteilung spielten bisher die Transportkosten.<sup>49</sup> Sollte der kohlenstoffhaltige Energieträger Erdöl im Rahmen der Klimaschutz-Strategie spürbar teurer werden, ist mit einer steigenden Bedeutung der Transportkosten zu rechnen. Dann stehen steigende Spezialisierungsgewinne steigenden Transportkosten gegenüber; kosteninduzierte Verlagerungen der Unternehmensstandorte werden entsprechend unrentabler.

Die Bedeutung des Klimaschutzes für die Standortentscheidungen der Unternehmen variiert daher mit der Bedeutung kohlenstoffhaltiger Energieträger als Produktionsfaktoren, den Substitutionselastizitäten gegenüber anderen Faktoren, der Überwälzbarkeit auf den Absatzmärkten, den Substitutionsmöglichkeiten gegenüber anderen Produkten und den Transportkosten. Daneben spielen die Höhe des gebundenen Kapitals und die Planungssicherheit im Zielland eine entscheidende Rolle in der Standortentscheidung: Je geringer das in den Produktionsanlagen gebundene Kapital ist, desto eher wird ein Unternehmen bereit sein, die Produktionsanlage ins Ausland zu verlagern.<sup>50</sup> Außerdem ist die Verlagerung einer Produktionsanlage aufgrund der Energiekostenunterschiede nur rentabel, wenn die Unternehmen zumindest mittelfristig keine Unterschreitung einer kritischen Differenzhöhe erwarten. Unabhängig von anderen Standortfaktoren müßte das Zielland gewährleisten, kurz- und mittelfristig keinen ähnlichen Klimaschutz zu betreiben. Da eine solche Zusage der nicht-kooperierenden Länder eher unwahrscheinlich ist, sind signifikante Kapitalverlagerungsaspekte aus diesem Motiv heraus kaum zu erwarten.

Anders stellt sich jedoch die Situation dar, wenn ein Unternehmen den Aufbau neuer, relativ energieintensiver Produktionskapazitäten plant und keine Affinitäten gegenüber

---

<sup>48</sup> Vgl.: Manne, Alan S. (1994), Seite 193.

<sup>49</sup> Der Anteil der Raumüberbrückungskosten (Transportkosten, Versicherungen, Fracht) am Warenwert ist im internationalen Handel in den vergangenen Jahren permanent gesunken.

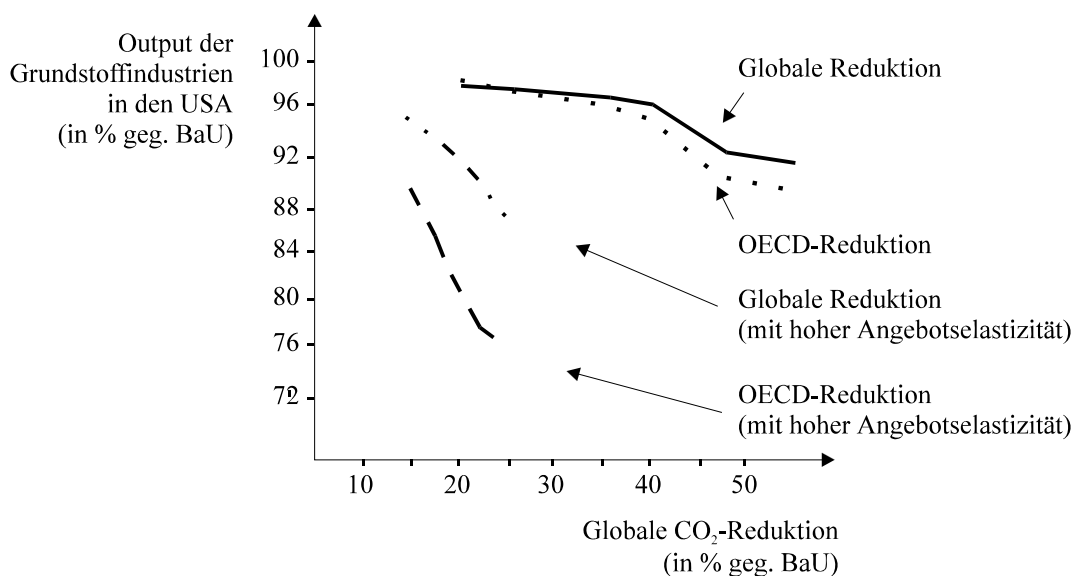
<sup>50</sup> Vgl.: Motta, M. / Thisse J.-F. (1994), Seite 565.

dem lokalen Standort des Mutterunternehmens besteht. Dann können Unterschiede in den Energiekosten einen wesentlich höheren Stellenwert als Standortfaktor erlangen.<sup>51</sup> Steigende Transportkosten können aber hierbei auch zu einer gegenwirkenden Entscheidungsdeterminante werden.

Bisherige empirische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Umweltschutz als Standortfaktor beziehungsweise als Wettbewerbsfaktor kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß Umweltschutz bisher keinen signifikant negativen Einfluß auf die Standortqualität oder die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft hatte.<sup>52</sup> Dies läßt sich einerseits mit dem geringen Umfang der Umweltschutz-Kosten, andererseits mit den positiven Effekten des Umweltschutzes (Allokationsgewinne oder Umsatzsteigerung durch Erschließung neuer Märkte/Imageeffekte) begründen. Diese können die Umweltschutz-Kosten für die Unternehmen zumindest teilweise kompensieren, teilweise auch überkompensieren.

Nach Berechnungen von Perroni / Rutherford sind allerdings Kapitalverlagerungseffekte in relativ energieintensiven Industriesektoren zu erwarten.<sup>53</sup> In der folgenden Abbildung 4-3 werden Migrationsszenarien der Grundstoff-Industrie aus den USA in einem Klimaschutz-Szenario<sup>54</sup> gezeigt.

Abbildung 4-3: Mögliche Migration der Grundstoff-Industrie aus den USA in einem Klimaschutz-Szenario



<sup>51</sup> Vgl.: Markusen, J. et al. (1993), Seite 71ff.

<sup>52</sup> Vgl. dazu Sorsa, R. (1994); Low, P. / Yeats A. (1992); Tobey, A. (1989); Tobey, A. (1993); Motta, M. / Thisse, J.-F. (1994); Medhurst, J. (1993) und Blazejczak, J. et al. (1993).

<sup>53</sup> Vgl.: Oliveira-Martins, J. (1992), Seite 131.

<sup>54</sup> Das unterstellte Klimaschutz-Szenario geht von einer Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen in den OECD-Ländern um 20 Prozent und einer Emissionssteigerung im Rest der Welt um 50 Prozent im Zeitraum 1990 bis 2020 (auf der Basis der Emissionen von 1990) aus (vgl.: Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993), Seite 259).



Quelle: Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993), Seite 271.

Die Ergebnisse schwanken stark mit der Annahme über die Höhe der Angebotselastizität, die von Perroni / Rutherford als geographische Verbindung zwischen Rohstoffvorkommen und Produktionsstandort verstanden wird. Wenn sich Unternehmen der Grundstoff-Industrie unabhängig vom Ort der Rohstoffvorkommen ansiedeln können, steigt die Angebotselastizität und damit die Migration aus den USA in Nicht-Klimaschutz-Länder stark an.<sup>55</sup>

Im Gegensatz zu den Partikularinteressen der Industriesektoren mit relativ kohlenstoffhaltigen Produktionsprozessen spielt für eine Volkswirtschaft die Bedeutung der Emissionen der energieintensiven Sektoren an den gesamten Emissionen eines Landes eine wichtige Rolle. Wenn diese Sektoren nur eine untergeordnete Bedeutung an der Sozialproduktentstehung und der Beschäftigung in einem Land haben, ist mit gesteigerter Kooperationsbereitschaft des betreffenden Landes zu rechnen.

In der folgenden Tabelle 4-2 sind die Energiestrukturen und Kohlenstoff-Emissionen nach Sektoren für die relevanten Länder aufgelistet.

Tabelle 4-2: Energiestrukturen und Kohlenstoff-Emissionen nach Sektoren

Länder	Energieverbrauchsstruktur (Mtoe)					CO-Emissionen VW (Mio. T)		CO-Emissionen Industriesektor (in % der VW)		CO-Emissionen Energieintensive Sektoren (in % der VW)**	
	Kohle	Öl	Gas	Atom	Sonst.	1973	1991	1973	1991	1973	1991
	1991										
Australien	44,3	30,8	14,1	-	1,4	52,5	77,1	23,9	17,3	11,4	11,2
Kanada	34,4	73,6	56,8	22,1	26,5	107,2	130,8	25,2	25,4	12,5	18,9
Frankreich	25,3	92,2	28,0	86,4	4,9	147,8	121,6	27,1	24,8	17,5	18,9
Deutschland	117,4	132,6	57,7	38,4	1,3	303,5	269,0	25,6	19,3	17,2	15,0
Italien	15,0	93,0	41,5	-	6,4	105,1	119,5	31,1	20,7	24,7	17,0
Japan	76,7	249,7	46,4	55,6	9,9	281,9	326,2	40,6	29,3	32,8	21,1
Großbritannien	64,5	82,5	50,9	18,4	0,4	190,2	166,6	26,3	16,2	17,1	10,5
USA	522,9	742,9	459,6	169,3	36,7	1354,4	1439,3	23,1	17,4	-	-
Brasilien	/	/	/	/	/	37,0	69,8	27,5	29,7	18,5	25,1
China	/	/	/	/	/	258,0	649,0	-	30,5*	-	30,5*
Indien	/	/	/	/	/	62,1	177,4	37,6	33,2	20,4	19,6
Südkorea	/	/	/	/	/	20,0	78,5	29,7	36,1	7,6	23,5*
Frühere Sowjetunion	/	/	/	/	/	719,8	947,0	29,4	24,2	-	-
Südafrika	/	/	/	/	/	47,2	95,5	30,5	20,0	16,9	11,7
Indonesien	/	/	/	/	/	9,6	41,1	19,6	22,6	4,0	16,2
Taiwan	/	/	/	/	/	11,2	36,2	36,4	37,0	22,7	30,1

\*= Daten nicht voll vergleichbar; \*\* Energieintensive Sektoren = Papier und Zellstoff, Chemie, Eisen und Stahl sowie NE-Metalle, VW = Volkswirtschaft, CO = Kohlenstoff; Mtoe = Million-Tonnen-Öläquivalent.

Quelle: Oliveira-Martins, J. (1995), Seite 110 und OECD (1993)

<sup>55</sup> Vgl.: Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993), Seite 270.

In den OECD-Ländern schwankten die Anteile der Kohlendioxid-Emissionen der Industriesektoren an den gesamten Kohlendioxid-Emissionen im Jahr 1991 zwischen 17 und 29 Prozent, die Anteile der energieintensiven Industriesektoren lagen zwischen 10 und 21 Prozent.<sup>56</sup> In den Nicht-OECD-Ländern lagen die entsprechenden Anteile deutlich höher: Die Industriesektoren waren dort für 20 bis 37 Prozent, die energieintensiven Industriesektoren für 16 bis 30 Prozent der Kohlendioxid-Emissionen verantwortlich. Damit zeigt sich vor allem für die OECD-Länder eine vergleichsweise geringe volkswirtschaftliche Problemrelevanz.

### 4.3 Zum Ausmaß der Leakage-Effekte

Werden alle zu erwartenden Leakage-Effekte gegeneinander aufgerechnet, läßt sich der Klimaschutz-Erfolg mit der Leakage-Rate (LR)<sup>57</sup>, definiert als Quotient aus der Emissionszunahme in den Nicht-Klimaschutzländern ( $\Delta E_{\text{NKL}}$ ) (= abhängige Variable) und der Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern ( $\Delta E_{\text{KL}}$ ) (= unabhängige Variable), bestimmen:<sup>58</sup>

---

<sup>56</sup> Die Anteile der energieintensiven Industriesektoren an der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigung liegen ebenfalls zwischen 10 und 18 Prozent. Vgl. Oliveira-Martins, J. (1995), Seite 111.

<sup>57</sup> Mit Leakage-Rate ist im folgenden immer die *durchschnittliche Leakage-Rate* gemeint. Sie ist von einer *marginalen Leakage-Rate* (MLR) zu unterscheiden, die den Leakage-Effekt der letzten vermiedenen Emissionseinheit angibt.

$$\text{MLR} = - \frac{\delta E_{\text{NKL}}}{\delta E_{\text{KL}}}$$

<sup>58</sup> Ein noch recht neues Konzept wie das der Leakage-Rate bringt häufig das Problem uneinheitlicher Definitionen mit sich. Andere Autoren wie Perroni / Rutherford definieren die Leakage-Rate als Quotient aus der weltweiten Emissionsänderung (abhängige Variable) und der Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern (unabhängige Variable):

$$\text{LR} = \frac{\Delta E_{\text{KL}} + \Delta E_{\text{NKL}}}{\Delta E_{\text{KL}}}$$

$0 < \text{LR} < 1$ : die Emissionsreduktion der Klimaschutz-Länder ist höher als die daraus resultierende globale Emissionsreduktion. Die unilaterale Reduktion übersteigt die globale Reduktion.

$\text{LR} > 1$ : die Emissionsreduktion der Klimaschutz-Länder induziert Emissionsreduktionen in den Nicht-Klimaschutz-Ländern. Die globale Emissionsreduktion übersteigt die unilaterale Reduktion.

$\text{LR} < 0$ : die Emissionsreduktion der Klimaschutz-Länder ruft Emissionssteigerungen in den Nicht-Klimaschutz-Ländern hervor. Die globalen Emissionen steigen aufgrund der unilateralen Reduktion.

Entsprechende Werte wurden auf die im Text verwendete Leakage-Rate umgerechnet.

Vgl.: Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993), Seite 271.

$$\text{Leakage – Rate (LR)} = - \frac{\Delta E_{\text{NKL}}}{\Delta E_{\text{KL}}}$$

$0 < \text{LR} < 1$ : die Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern führt zu einer entgegengerichteten Emissionszunahme in den anderen Ländern, die aber geringer als die Reduktion ausfällt. Die globalen Emissionen sinken.

- LR > 1: die induzierte Emissionszunahme in den Nicht-Klimaschutz-Ländern übersteigt das Ausmaß der auslösenden Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern. Der asymmetrische Klimaschutz hat somit kontraproduktive Wirkungen; die globalen Emissionen steigen.
- LR < 0: die Emissionsreduktion in den Klimaschutz-Ländern hat zu einer gleichgerichteten Reduktion der Emissionen in den anderen Ländern geführt. Die globale Emissionsreduktion übersteigt die asymmetrische Reduktion.

Die bekanntesten Leakage-Modellrechnungen stammen von Oliveira-Martins et al. (1992), Pezzey (1992), Perroni / Rutherford (1993) und Manne (1994)<sup>59</sup>. Ihre Ergebnisse für die Leakage-Rate, die im Intervall zwischen Null und Eins schwanken, variieren stark mit den getroffenen Annahmen. Dennoch sind einige Tendenzaussagen möglich. Ceteris paribus ist die Leakage-Rate um so kleiner,

- ♦ je mehr Länder Klimaschutz betreiben beziehungsweise je größer die Klimaschutz-Länder sind (gemessen an der Gesamtenergie-Reduktion),
- ♦ je geringer das Klimaschutz-Niveau ist (Steuertarif, Emissionsreduktionshöhe),
- ♦ je höher der Anteil des Außenhandels eines Klimaschutz-Landes mit anderen Klimaschutz-Länder ist (Intra-KL-Handel),
- ♦ je geringer die Substitutionselastizität zwischen im Inland hergestellten und importierten Gütern ist<sup>60</sup>,
- ♦ je höher die Angebotselastizität für kohlenstoffhaltige Energieträger (Erdöl, Kohle) ist,
- ♦ je geringer die Preiselastizität der Nachfrage nach kohlenstoffhaltigen Energieträgern ist.

Die verschiedenen Modellrechnungen kommen mit einer Ausnahme zu eher geringen Leakage-Raten<sup>61</sup>: Manne (LR = 0,25 bei OECD-Klimaschutz), Perroni / Rutherford (0,07 ≤ LR ≤ 0,18 bei OECD-Klimaschutz) und Oliveira-Martins et al. (0,02 ≤ LR ≤ 0,16 bei OECD-Klimaschutz) messen den Leakage-Effekten eine untergeordnete Bedeutung zu. Lediglich Pezzey hat sehr hohe Leakage-Raten errechnet (LR = 0,7 bei OECD-Klimaschutz); seine Ergebnisse sind daher als Ausreißer zu werten.

Die folgende Abbildung 4-4 zeigt über den Transmissionskanal „Außenhandel“ erzeugte Leakage-Raten in Abhängigkeit von den Preiselastizitäten des Angebots und der Nachfrage nach Energie in der Grundstoff-Industrie nach Perroni / Rutherford.

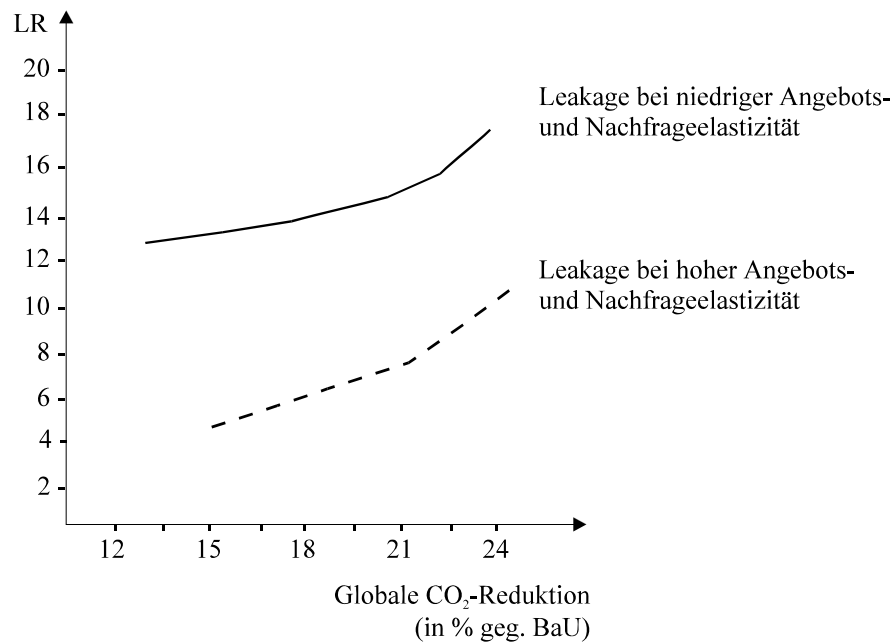
---

<sup>59</sup> Vgl.: Oliveira-Martins, J. (1992), Pezzey, J. (1992), Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993) und Manne, A. S. (1994).

<sup>60</sup> Die Aufgabe dieser eher restriktiven Annahme zugunsten der Heckscher-Ohlin-Annahme einer unendlichen Substitutionselastizität zwischen inländischen und importierten Gütern erhöht die Leakage-Rate.

<sup>61</sup> Sie sind aufgrund der differierenden Annahmen nicht voll vergleichbar.

Abbildung 4-4: Leakage-Raten bei unterschiedlichen Elastizitätskonstellationen



Quelle: Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993), Seite 272

Bei einer Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen um 20 Prozent (laut Klimaschutz-Szenario) beträgt die Leakage-Rate je nach unterstellter Elastizitätskonstellation zwischen 7 und 14,5 Prozent. Betreiben die OECD-Länder im Rahmen dieses Szenarios Klimaschutz, bleiben davon nach Perroni / Rutherford nach Ablauf aller Anpassungsreaktionen global 93 beziehungsweise 85,5 Prozent an Kohlendioxid-Emissionsreduktion übrig.<sup>62</sup>

#### 4.4 Schlußfolgerungen aus der Leakage-Debatte

Als Fazit der Leakage-Debatte kann nach heutigem Kenntnisstand festgehalten werden, daß Leakage-Effekte zwar existieren und die Klimaschutz-Bemühungen der Vorreiterländer teilweise konterkarieren können. Allerdings messen die meisten Modellrechnungen den Leakage-Effekten nur eine geringe Bedeutung zu. Umfangreiche Handels- und Kapitalverlagerungseffekte waren, sind und werden in einer dynamischen Weltwirtschaft weiterhin zu beobachten sein, ohne jedoch in signifikantem Maße von einer nationalen oder globalen Klimapolitik abzuhängen. Insofern ist das Argument, die Vorreiterrolle eines Landes oder einer Ländergruppe im Klimaschutz sei ökonomisch wie ökologisch nicht effektiv, nicht stichhaltig.

<sup>62</sup> Die Betrachtung der durchschnittlichen Leakage-Rate sagt jedoch nichts über die Anpassungsreaktionen in einem anderen Klimaschutz-Szenario aus. Perroni / Rutherford befürchten eine marginale Leakage-Rate von 100 Prozent, wenn die Kohlendioxid-Emissionsreduktion 25 Prozent erreicht.

Im Gegenteil: Eine Vorreiterrolle kann einem Land Allokationsgewinne und zusätzliche Erträge auf Klimaschutz-Märkten bringen (Schumpeter-Gewinne). Außerdem sind die positiven Incentives zu beachten, die ein solcher Schritt auf das Verhalten der anderen Nicht-Klimaschutz-Länder und den gesamten Klimaschutz-Prozeß haben kann.<sup>63</sup>

Für den Klimaschutz-Prozeß ist aus der Leakage-Debatte vor allem eine Konsequenz zu ziehen: Die Verweigerung einer Vorreiter-Rolle im Klimaschutz unter Berufung auf deren Unwirksamkeit aufgrund der Leakage-Effekte ist unglaublich geworden. Die Hauptverursacher-Länder können sich mit diesem Argument nicht ihren Reduktions-/Zahlungsverpflichtungen entziehen.

---

<sup>63</sup> Vgl. dazu: Hoel, M. (1991), Seite 70.

## *Gliederung*

Gliederung .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	II
Tabellenverzeichnis .....	II
Abkürzungsverzeichnis.....	II
1 Einleitung .....	1
2 Klimaschutz.....	4
2.1 Kosten des Klimaschutzes .....	4
2.1.1 Vermeidungskosten.....	4
2.1.2 Opportunitätskosten des Klimaschutzes .....	9
2.2 Nutzen des Klimaschutzes.....	9
2.2.1 Direkte Nutzen des Klimaschutzes .....	10
2.2.2 Indirekte Nutzen des Klimaschutzes.....	10
3 Klimaschutz-Prozeß .....	12
3.1 Internationale ökologische Verflechtung .....	13
3.2 Internationale ökonomische Verflechtung .....	14
4 Verteilungseffekte im Klimaschutz bei asymmetrischer Länderbeteiligung.....	20
4.1 Leakage-Effekte bei Autarkie.....	21
4.2 Leakage-Effekte bei internationalen Wirtschaftsbeziehungen.....	23
4.2.1 Handels- und Terms-of-Trade-Effekte.....	27
4.2.2 Kapitalverlagerungseffekte .....	30
4.3 Zum Ausmaß der Leakage-Effekte.....	34
4.4 Schlußfolgerungen aus der Leakage-Debatte .....	37
Literaturverzeichnis .....	III

## *Abbildungsverzeichnis*

Abbildung 2-1: Kostenkurven der Kohlenstoff-Reduzierung in „Top-down“-Modellen.....	6
Abbildung 2-2: Kostenkurve der Kohlenstoff-Reduzierung in „Bottum-up“-Modellen.....	7
Abbildung 3-1: Phasen des Klimaschutz-Prozesses und relevante Verteilungsaspekte.....	19
Abbildung 4-1: Leakage-Effekte bei Autarkie .....	22
Abbildung 4-2: Handels- und Kapitalverlagerungseffekte asymmetrischen Klimaschutzes	25
Abbildung 4-3: Mögliche Migration der Grundstoff-Industrie aus den USA in einem Klimaschutz-Szenario.....	32
Abbildung 4-4: Leakage-Raten bei unterschiedlichen Elastizitätskonstellationen .....	37

## *Tabellenverzeichnis*

Tabelle 4-1: Terms-of-Trade-Änderungen in Prozent bei unterschiedlicher Klimaschutz- Beteiligung gegenüber 1990.....	29
Tabelle 4-2: Energiestrukturen und Kohlenstoff-Emissionen nach Sektoren.....	33

## *Abkürzungsverzeichnis*

A	Arbeit
AR	Armington-Elastizitäten
BaU	business as usual
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BSP	Bruttosozialprodukt
K	Kapital
KAE	relativ kohlenstoffarme oder -freie Energieträger
KEP	relativ kohlenstoffextensive Produktionsprozesse und Produkte
KHE	relativ kohlenstoffhaltige Energieträger
KIP	relativ kohlenstoffintensive Produktionsprozesse und Produkte
KL	Klimaschutz-Länder
LR	Leakage-Rate
NAS	National Academy of Science
NKL	Nicht-Klimaschutzländer
OECD	Organisation of Economic Cooperation and Development
OTA	Office of Technology Assessment
TER	Treibhausgas-Emissionsrechte
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
WM	Weltmarkt
WMP	Weltmarktpreis



*Literaturverzeichnis*

- Armington, P.S. (1969): A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. IMF Staff Paper, Vol. XVI, 1969, Washington, D.C., Seite 159-176.
- Asaduzzaman, M. (1995): Energy Savings Potentials, Issues and Constraints. In: Jepma, C. J.: The Feasibility of Joint Implementation, Dordrecht 1995, Seite 267-284.
- Barbier, E. D. (1991): Technological Substitution Options for Controlling Greenhouse Gas Emissions. In: Dornbusch, R. / Poterba, M. (Hrsg.): Global Warming - Economic Policy Responses. Cambridge (Mass.)/London 1991, Seite 109-161.
- Barrett, S. (1992): International Environmental Agreements as Games. In: Pethig, R. (Hrsg.): Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources. Berlin et al. 1992, Seite 11-36.
- Barrett, S. (1994): Climate Change Policy and International Trade. In: WMO/UNEP (Hrsg.): Climate Change: Policy Instruments and their Implications. Proceedings of the Tsukuba Workshop of IPCC Working Group III. Genf 1994, Seite 15-33.
- Bauer, A. (1993): Der Treibhauseffekt. Tübingen 1993.
- Blackhurst, R. / Subramanian A. (1992): Promoting multilateral cooperation on the environment. In: Anderson, K. / Blackhurst, R. (Hrsg.): Greening World Trade Issues. London 1992, Seite 247-268.
- Blazejczak, J. et al. (1993): Umweltschutz und Industriestandort. Der Einfluß umweltbezogener Standortfaktoren auf Investitionsentscheidungen. Berlin 1993.
- BMU (1992): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente -. In: Umweltpolitik - Eine Information des Bundesumweltministeriums. Bonn 1992, Seite 7-25.
- Burniaux, J.-M. et al. (1992): GREEN: A global model for quantifying the costs of policies to curb CO<sub>2</sub>-Emissions. In: OECD: Costs of Reducing CO<sub>2</sub>-Emissions, OECD-Economic Studies, Nr. 19, Winter 1992, Seite 49-92.
- Cline, W. R. (1992): The Economics of Global Warming. Washington D.C., 1992.
- Cline, W. R. (1994): Costs and Benefits of Greenhouse Abatement: A Guide to Policy Analysis. In: OECD/IEA (Hrsg.): The Economics of Climate Change. Paris, Seite 87-105.
- Coppel, J. / Lee, H. (1995): Model Simulations: Assumptions and Results. In: OECD (Hrsg.): Global Warming. Economic Dimensions and Policy Responses. Paris 1995, Seite 74-84.

- Edmonds, J. / Barns D.W. (1991): Factors affecting the long-term cost of global fossil fuel CO<sub>2</sub>-emissions resolutions. Washington, D.C. 1991.
- Eyckmans, J. et al. (1993): Efficiency and Distribution in Greenhouse Negotiations. In: *Kyklos*, Vol. 46, Nr.3/1993, Seite 363-397.
- Grossman, G. M. / Helpman E. (1994): Endogenous Innovation in the Theory of Growth. In: *Journal of Economic Perspectives*, Nr. 1, Winter 1994, Seite 23-41.
- Hayes, P. (1993): North-South carbon abatement costs. In: Hayes, P. / Smith, K. (Hrsg.): *The global greenhouse regime - Who pays ?* London 1993, Seite 101-143.
- Hemmer, H.-R. (1988): *Wirtschaftsprobleme der Entwicklungsländer*, 2. Aufl., München.
- Hemmer, H.-R./Schmidt, H./Diehl, M. (1995): Der Beitrag von Elektrizitätsvorhaben zur Armutsminderung: eine Untersuchung am Beispiel Ägyptens. *Arbeitshilfen, Materialien, Diskussionsbeiträge Nr. 18 der Kreditanstalt für Wiederaufbau*, September 1995, Frankfurt am Main.
- Hoel, M. (1991): Global Environmental Problems: The Effects of Unilateral Actions taken by one Country. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol 20, 1991, Seite 55-70.
- IEA (1995): Climate Change Policy Initiatives in Central and Eastern European Countries. In: *Energy Environment Update*, No.2, 31 March 1995.
- IEA/OECD (1993) *Klimawandel. Das Engagement der Regierungen.* Düsseldorf 1993.
- IEA/OECD (1994): *Climate Change Policy Initiatives. 1994 Update. Volume I: OECD Countries.* Paris 1994.
- Johannson, T.B. / Swisher, J.N. (1994): Perspectives on „Bottom-up“-Analyses of the Costs of CO<sub>2</sub>-Emission Reductions. In: *OECD/IEA (Hrsg.): The Economics of Climate Change.* Paris, Seite 43-57.
- Jorgensen D.W. / Wilcoxon P.J. (1990): *Reducing US carbon dioxide emissions: the cost of different goals.* Harvard 1990.
- Kirstein, W. / Schleser, G.H. (1992): Klimaänderungen und Treibhauseffekt. In: Borsch, P. / Wiedemann, M. (Hrsg.): *Was wird aus unserem Klima? Fakten, Analysen & Perspektiven*, München 1992, Seite 13-57.
- Larsen, B. / Shaw, A. (1994): Energy Pricing and Taxation Options for Combatting the „Greenhouse Effect“. In: Amano, A. et al.: (Hrsg.): *Climate Change: Policy Instruments and their implications*, Tsukuba 1994, Seite 34-45.
- Low, P. / Yeats, A. (1992): Do dirty industries migrate? In: Low, P. (Hrsg.): *International Trade and the Environment*, Washington, D.C. 1992, Seite 89-103.

- Manne, A. S. (1994): International Trade: The Impact of Unilateral Carbon Emissions Limits. In: In: OECD/IEA (Hrsg.): The Economics of Climate Change. Paris 1994, Seite 193-205.
- Manne, A. S. / Richels, R. G. (1992): Buying Greenhouse Insurance: The Economic Costs of CO<sub>2</sub>-Emission Limits. Cambridge (Mass.) 1992.
- Markusen, J. R. et al. (1993): Environmental Policy when Market Structures And Plant Locations are Endogenous. In: Journal of Environmental Economics and Management, Vol 24, 1993, Seite 69-84.
- Medhurst, J. (1993): Environmental Costs and Industry Competitiveness. In: OECD (Hrsg.) Environmental Policies and Industrial Competitiveness, Paris 1993, Seite 37-47.
- Motta, M. / Thisse J.-F. (1994): Does environmental dumping lead to delocation? In: European Economic Review, Vol. 38, 1994, Seite 563-576.
- Nordhaus, W. D. (1991): Economic Approaches to Greenhouse Warming. In: Dornbusch, R. / Poterba, M. (Hrsg.): Global Warming - Economic Policy Responses. Cambridge (Mass.)/London 1991, Seite 33-66.
- OECD (1993): OECD Environmental Data. Compendium 1993. Paris 1993.
- Oliveira-Martins, J. (1995): Unilateral Emission Control, energy-intensive Industries and Carbon Leakages. In: OECD (Hrsg.): Global Warming. Economic Dimensions and Policy Responses. Paris 1995, Seite 105 - 124.
- Oliveira-Martins, J. et al. (1992): Trade and the Effectiveness of Unilateral CO<sub>2</sub>-Abatement Policies: Evidence from GREEN. In: OECD-Economic Studies, Nr. 19 / 1992, Seite 124-140.
- Parry, M. (1990): Climate Change And World Agriculture. London 1990.
- Perroni, C. / Rutherford, T. F. (1993): International Trade in Carbon Emission Rights and Basic Materials: General Equilibrium Calculations for 2020. In: Scandinavian Journal of Economics, Vol 95, Heft 3/1993, Seite 257-278.
- Pezzey, J. (1992): Analysis of Unilateral CO<sub>2</sub> Control in the European Community And OECD. In: The Energie Journal, Vol. 13, Seite 159-171.
- Piggott, J. et al. (1992): International linkages and carbon reductions initiatives. In: Anderson, K. / Blackhurst, R. (Hrsg.): Greening World Trade Issues. London 1992, Seite 115-129.
- Read, P. (1994): Responding to Global Warming. The Technology, Economics And Polititcs of Sustainable Energie. London / New Jersey 1994.
- Romer, P. M: (1990): Endogenous Technological Change. In: Journal of Political Economy, Nr. 5/1990, Seite 71-102.

- Schmidt, H. (1995): Energiepolitik in Entwicklungsländern: Mega-Entwicklung? In: Informationsbrief Weltwirtschaft & Entwicklung 03-04/1995, Bonn, Seite 7.
- Smith, K. R. et al. (1993): Who pays (to solve the problem and how much)? In: Hayes, P. / Smith, K. (Hrsg.): The global greenhouse regime - Who pays ? London 1993, Seite 70-98.
- Sorsa, P. (1994): Competitiveness and Environmental Standards. Some Exploratory Results. World Bank Policy Research Working Paper 1249, February 1994, Washington, D.C..
- Tobey, A. (1989): The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test. In: Kyklos, Vol. 42, 1989, Seite 191-209.
- Tobey, A. (1993): The Impact of Domestic Environmental Policies on Patterns of International Trade. In: OECD (Hrsg.) Environmental Policies and Industrial Competitiveness, Paris 1993, Seite 48-54.
- Whalley, J. / Wigle, R. (1991): The internationale incidence of carbon taxes. In: Dornbusch, R. / Poterba, M. (Hrsg.): Global Warming - Economic Policy Responses. Cambridge (Mass.)/London 1991, Seite 233-263.
- Winters, L. A. (1992): The trade and welfare effects of greenhouse gas abatement: A survey of empirical studies. In: Anderson, K. / Blackhurst, R. (Hrsg.): Greening World Trade Issues. London 1992, Seite 95-114.