

Killinger, Sebastian; Schmidt, Carsten

Working Paper

Nationale Umweltpolitik und internationale Integration: Theoretische Ansätze im Überblick

Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 289

Provided in Cooperation with:

Department of Economics, University of Konstanz

Suggested Citation: Killinger, Sebastian; Schmidt, Carsten (1997) : Nationale Umweltpolitik und internationale Integration: Theoretische Ansätze im Überblick, Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 289, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/68937>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

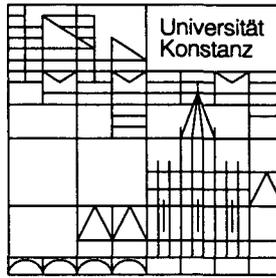
Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

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

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

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



**Fakultät für
Wirtschaftswissenschaften
und Statistik**

804 687

Sebastian Killinger
Carsten Schmidt

**Nationale Umweltpolitik
und internationale Integration –
theoretische Ansätze
im Überblick**

W 284 (289)



23. JAN. 1998 Weltwirtschaft
Kiel

W 284 (289) mi gu

Diskussionsbeiträge

al 390486

**Nationale Umweltpolitik und internationale Integration
- theoretische Ansätze im Überblick**

**Sebastian Killinger
Carsten Schmidt**

Serie I - Nr. 289

Dezember 1997

Nationale Umweltpolitik und internationale Integration
— theoretische Ansätze im Überblick

Sebastian Killinger und Carsten Schmidt*

Universität Konstanz

Sonderforschungsbereich 178

Fach D 133

D-78457 Konstanz

sebastian.killinger@uni-konstanz.de

carsten.schmidt@uni-konstanz.de

10. Dezember 1997

*Wir danken Bernd Genser, Andreas Haufler und Frank Hettich für hilfreiche Kommentare und Anregungen zu einer ersten Fassung dieses Aufsatzes. Verbleibende Unzulänglichkeiten gehen ausschließlich zu unseren Lasten.

Zusammenfassung

Dieser Aufsatz gibt einen Überblick über die Optionen nationaler Umweltpolitikgestaltung, sofern ein Land von nationalen oder grenzüberschreitenden Umweltproblemen betroffen und zudem mit anderen Ländern wirtschaftlich eng verflochten ist. Für rein nationale Umweltprobleme wird der Einfluß zusätzlicher, außenwirtschaftlicher Verzerrungen durch Zölle oder Kapitalsteuern untersucht. Die Analyse beurteilt auch die Möglichkeiten für eine doppelte Dividende aus einer ökologischen Steuerreform. Grenzüberschreitende Umweltexternalitäten lassen sich ohne supranationale Hoheitsgewalt lediglich durch zwischenstaatliche Kooperation oder unilaterale Umweltpolitik internalisieren. Für Umweltabkommen werden verschiedene Vertragsinstrumente im Hinblick auf Internalisierungsziel und Anreizkompatibilität analysiert, für unilaterale Politiken die Möglichkeiten einer indirekten Internalisierung sowie strategische Aspekte.

JEL-Klassifikation: D 62, D 7, F 02, H 21, Q 28

1 Einleitung

Die umweltschädigenden Wirkungen menschlichen Handelns sind vielfältig und reichen von der individuellen bis zur globalen Ebene. Sie entspringen dabei keinem Zerstörungstrieb, sondern gehen einher mit ökonomischen Aktivitäten — also Produktion und Konsum — zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse. Allerdings stellen das Ausmaß und die komplexen Folgen der menschlichen Eingriffe in die Ökosysteme heute unbestritten ein erhebliches Gefährdungspotential für die Wohlfahrt künftiger Generationen dar. Die (neoklassische) ökonomische Theorie erklärt das Phänomen der Übernutzung von Umweltressourcen mit dem Auftreten externer Effekte. Die Korrektur dieses allokativen Marktversagens beinhaltet für den umweltpolitischen Entscheidungsträger zwei interdependente Aspekte: Der erste betrifft das optimale Niveau an Umweltnutzung, der zweite die Wahl der Instrumente, mit der dieses Niveau am besten erreicht werden kann.

Der vorliegende Aufsatz stellt die internationale Dimension nationaler Umweltpolitik heraus. Diese Blickrichtung ist im wesentlichen dadurch motiviert, daß Umweltprobleme an den nationalen Grenzen nicht haltmachen und zum Teil sogar einen globalen Charakter aufweisen. Zum anderen ist selbst bei Maßnahmen zur Internalisierung rein nationaler Umweltexternalitäten zu beachten, daß die einzelnen Volkswirtschaften in zunehmenden Maße wirtschaftlich miteinander verflochten sind. Insbesondere wenn neben der Umweltexternalität auch noch andere Verzerrungen in einer Ökonomie bestehen, können internationale Rückkopplungseffekte erhebliche Auswirkungen haben und sind bei der umweltpolitischen Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.

Unser Beitrag vereinigt in einem umfassenden Analyserahmen verschiedenartige zusätzliche Verzerrungen und Restriktionen, denen bei der Ausgestaltung nationaler Umweltpolitik Rechnung zu tragen ist und die in bestehenden Übersichtsartikeln nicht oder nur isoliert behandelt werden.¹ Aspekte einer doppelten Dividende von Umweltsteuerreformen (vgl. [20] Goulder 1995) und einer indirekten Internalisierung finden ebenso Berücksichtigung wie die Diskussion von Instrumenten zu einer anreizkompatiblen Ausgestaltung internationaler Umweltabkommen (vgl. [21] Heister et al. 1995). Ausgeklammert bleiben Erklärungsansätze für internationale Umweltpolitik aus Sicht der politischen Ökonomie, Aspekte eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums oder empirische Fragen zu Umweltproblemen mit internationalem Bezug.²

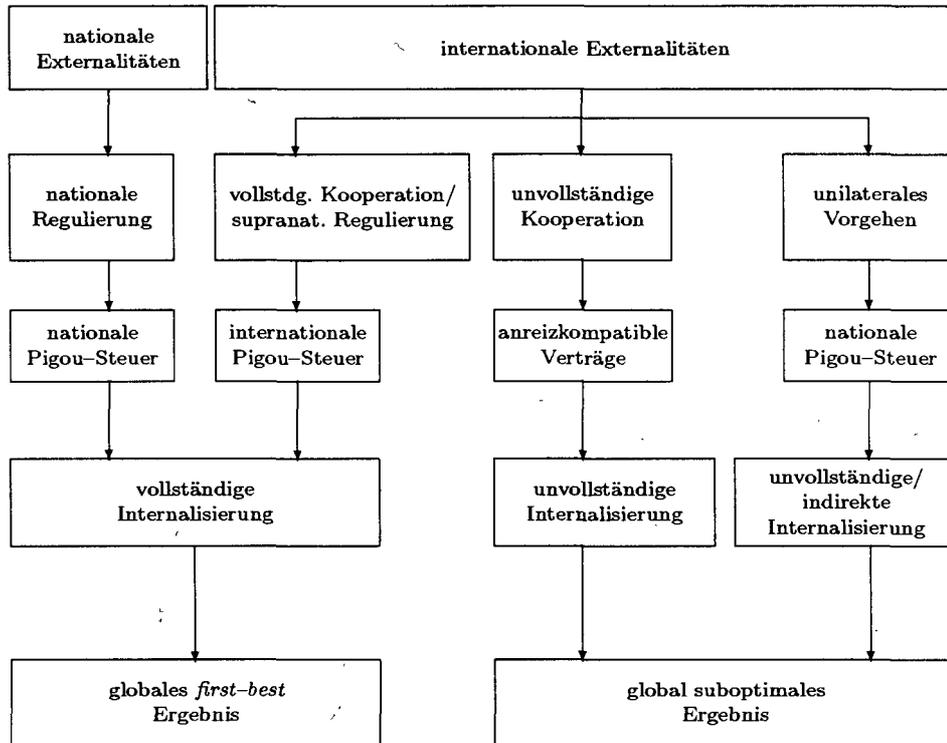
Umweltpolitikmaßnahmen lassen sich danach unterscheiden, ob sie die Internalisierung nationaler oder grenzüberschreitender Externalitäten zum Ziel haben und in welcher Weise sie mit

¹Vgl. z.B. [5] Baumol/Oates (1988) zu einer allgemeinen Einführung in die Theorie der Umweltpolitik, [10] Carraro/Siniscalco (1992) zu zwischenstaatlicher Kooperation angesichts internationaler Externalitäten sowie [14] Dean (1992) zum Thema Handel und Umwelt. Eine aktuelle, angewandte Analyse globaler Umweltprobleme liefert [42] Sandler (1997).

²Vgl. zu politisch-ökonomischen Analysen internationaler Umweltpolitik [45] Schulze/Ursprung (1997), zu dynamischen Aspekten [46] Smulders (1995) und zur umweltökonomischen Kosten-Nutzen-Analyse [13] Cropper/Oates (1992).

den (Umwelt-)Politiken anderer Staaten verknüpft sind. Abbildung 1 schematisiert diese Unterscheidung und dient als Grundlage für den Aufbau unseres Überblicks. In Kapitel 2 werden

Abbildung 1: Nationale Umweltpolitik bei nationalen und internationalen Externalitäten



Hinweis: Pigou-Steuern werden in dieser Darstellung stellvertretend für alle marktkonformen Internalisierungsinstrumente ausgewiesen.

zunächst rein nationale Umweltexternalitäten betrachtet, wenn die Ökonomien etwa durch Handel international verflochten sind und sich der umweltpolitische Entscheidungsträger zusätzlichen Verzerrungen (Zollpolitik, Steuereinnahmenerfordernis) gegenüber sieht. Abbildung 1 (linker Strang) weist allerdings lediglich den Referenzfall des *first-best* Szenarios aus, in dem eine ausreichende Anzahl an Politikinstrumenten zur Verfügung steht. In Kapitel 3 widmen wir uns Ansätzen zur Internalisierung grenzüberschreitender Externalitäten. Ohne eine supranationale Regulierungsinstanz lassen sich grundsätzlich zwei dezentrale Strategien identifizieren, internationalen Umweltproblemen zu begegnen: (i) unvollständige zwischenstaatliche Kooperation in der Umweltpolitik, die in dem rechten der beiden mittleren Stränge dargestellt ist (Unterkapitel 3.1), sowie (ii) unilaterales Vorgehen, das den rechten Ast bildet und vor allem Aspekte einer indirekten Internalisierung beinhaltet (Unterkapitel 3.2). Die Möglichkeit einer vollständigen Kooperation, die zu einem globalen *first-best* Ergebnis führt (linker mittlerer Ast), dient in unseren Ausführungen ebenfalls lediglich als Referenzfall. Kapitel 4 beschließt den Überblick.

2 Nationale Umweltexternalitäten

Negative externe Effekte wie beispielsweise Umweltverschmutzung wirken verzerrend, da sie einen Keil zwischen die privaten und sozialen Grenzkosten einer mit Externalitäten verbundenen Aktivität treiben. In einem *first-best* Rahmen erreicht eine Internalisierung ihr effizientes Niveau, wenn der resultierende marginale Nutzengewinn und die marginalen Kosten einer weiteren Vermeidung sich gerade angleichen. Wird die Internalisierung mit Hilfe einer Umweltsteuer auf die externalitätengenerierende Aktivität betrieben, entspricht ihre effiziente Höhe dem sozialen Grenzscha-den aus der Aktivität im Optimum.³ Man spricht von einer Pigou-Steuer (Abbildung 1, linker Ast).⁴ Die marginalen Kosten der Internalisierung lassen sich in diesem Fall als der Verlust an Umweltsteuereinnahmen interpretieren, der sich aus der Erosion der jeweiligen Steuerbemessungsgrundlage ergibt und in dem sich die Lenkungswirkung der Steuer widerspiegelt. Das Aufkommen einer solchen Lenkungssteuer ist unter Effizienz Gesichtspunkten pauschal an die Wirtschaftssubjekte zurückz verteilen. Eine Kompensation der von einer Externalität Betroffenen ist nicht effizient, da sie Verhaltensveränderungen induziert (vgl. [5] Baumol/Oates 1988, S. 23f.).

Die Analyse einer optimalen Umweltpolitik wird komplizierter, sofern in einem System nicht nur eine, sondern mehrere Verzerrungen bestehen. Eine Vielzahl verschiedener Umweltexternalitäten bedarf unter Allokationsgesichtspunkten der Einführung ebenso vieler spezifischer Umweltsteuern in der Höhe der marginalen Grenschäden dieser Externalitäten im Optimum. Aufgrund der zusätzlichen Verzerrungen auf anderen Märkten reicht eine Partialbetrachtung für eine Internalisierungsstrategie nicht mehr aus. Bei der Annäherung an die Optimalbedingungen in nur einem Markt können beispielsweise die Wechselwirkungen mit den übrigen Verzerrungen negativ sein und die positiven Wohlfahrtseffekte in dem betrachteten Markt überkompensieren. Diese Argumentation spiegelt die traditionellen Erkenntnisse der *second-best* Theorie wider. Aus einer allgemeinen Gleichgewichtsanalyse kann als Ergebnis abgeleitet werden, daß für eine wohlfahrtssteigernde marginale Steuerreform angesichts mehrerer Umweltexternalitäten eine proportional gleiche Verringerung der Verzerrung bei allen Externalitäten in Richtung auf das *first-best* Optimum eine hinreichende Bedingung darstellt (vgl. [12] Copeland 1994, S. 50f.).

Gehen wir nun der Frage nach, inwiefern sich für ein Land die Politikregeln hinsichtlich des Umweltschutzes ändern, wenn es in internationale Verflechtungen eingebunden ist. Wir betrachten zunächst den Fall einer kleinen offenen Volkswirtschaft, für die sich die Preise auf den Weltmärkten als Datum darstellen. Die zusätzliche Berücksichtigung internationaler Mobilität von Gütern

³Die Diskussion in diesem Abschnitt bezieht sich ausschließlich auf das Internalisierungsinstrument der Lenkungssteuern. Auf alternative Instrumente wie Zertifikate, die ebenfalls marktkonform sind, oder ordnungsrechtliche Maßnahmen gehen wir in Unterabschnitt 3.1 ein.

⁴Den Begriff ‚Pigou-Steuer‘ fassen wir im folgenden allgemeiner als eine Steuer, durch die im Partialrahmen die Grenzvermeidungskosten gerade dem sozialen Grenzscha-den aus der Umweltbelastung angeglichen werden. Es wird dabei nicht zwischen einer *first-best* oder *second-best* Analyse unterschieden.

oder Faktoren hat keinen Einfluß auf die hinreichenden Bedingungen für einen Wohlfahrtsge-
winn aus einer marginalen Umweltsteueranhebung, sofern im Ausgangsgleichgewicht neben den
Umweltverzerrungen keine weiteren vorliegen (vgl. [12] Copeland 1994, S. 62). Die Pigou-Steuer
bleibt auch in diesem Fall das geeignete Instrument, um ein *first-best* Ergebnis zu erzielen. Neh-
men wir jedoch an, daß im Ausgangsgleichgewicht zusätzliche Verzerrungen in Form von Zöllen
bestehen, lautet ebenso wie zuvor bei der geschlossenen Wirtschaft die hinreichende Bedingung
für eine wohlfahrtssteigernde marginale Steuerreform, daß Zoll- und Umweltverzerrungen in
proportional gleichem Maße zurückzuführen sind: die Umweltverzerrungen erneut proportional
zu der Differenz aus marginalem Umweltschaden und spezifischem Umweltsteuersatz, die Zoll-
verzerrungen proportional zu dem für ein Gut spezifischen Zollsatz (vgl. [12] Copeland 1994,
S. 51).⁵ Für die optimale Allokation ergibt sich aus den Bedingungen erster Ordnung, keine
Zölle zu erheben und die Umweltsteuer in Höhe des marginalen Umweltschadens der jeweiligen
Externalität im Optimum zu bemessen (Abbildung 1, linker Ast; vgl. [36] OECD 1994, S. 26).

Die Zusammenhänge werden komplexer, sofern eine marginale Steuerreform nicht hinsichtlich
aller in einem System bestehenden Verzerrungen betrieben wird, sondern beispielsweise ledig-
lich hinsichtlich der Umweltexternalitäten. Ein solcher Mangel an Instrumenten, der sich darin
äußert, daß den Verzerrungen in einem System nicht die gleiche Anzahl an Instrumenten ge-
genübersteht, kann politisch begründet sein. In diesem Fall bedarf es bei der Formulierung
hinreichender Bedingungen für eine wohlfahrtssteigernde marginale Steuerreform der Korrektur
um die *spillover* Effekte der Reform auf die übrigen Verzerrungen im System; in obigem Modell-
beispiel die Zollverzerrungen. Eine für alle Externalitäten proportional gleiche Verminderung
der Verzerrung stellt in diesem Falle eine hinreichende Bedingung für eine Wohlfahrtssteige-
rung lediglich dar, sofern es sich bei den bestehenden Zöllen ausschließlich um Importzölle oder
Exportsubventionen handelt und zudem die durch die Zölle geschützten Industrien im Durch-
schnitt verschmutzungsintensiv produzieren. Die Intuition besteht darin, daß infolge der mit
einer Anhebung des Umweltsteuersatzes verbundenen Veränderung des Preisvektors in der Öko-
nomie einige Industrien schrumpfen und andere wachsen werden. Die von einer verschärften
Umweltpolitik am stärksten betroffenen Industrien werden diejenigen sein, die in hohem Maße
verschmutzen. Werden diese Industrien im Ausgangsgleichgewicht durch Importzölle geschützt,
so ist ihre Ausbringungsmenge unter Wohlfahrtsgesichtspunkten zu hoch. Der von der Umwelt-
steueranhebung ausgelöste *spillover* Effekt auf die Zollverzerrung wäre in einem solchen Fall
also positiv, und die Umweltsteuerreform leistete den zusätzlichen Dienst, auch die bestehen-
den Zollverzerrungen teilweise zu vermindern (vgl. [12] Copeland 1994, S. 55). Entsprechende
hinreichende Bedingungen lassen sich auch für eine isolierte Reform des Zollsystems ableiten.⁶
Jedes der beiden Politikinstrumente (Zölle beziehungsweise Umweltsteuern) kann demnach unter

⁵Dieses Ergebnis wird allgemein, das heißt für Verzerrungen jeglicher Art, beispielsweise von [15] Dixit (1975)
hergeleitet.

⁶In diesem Fall müßte die Zollreform mittels ihrer *spillover* Effekte zu einer teilweisen Internalisierung der
Umweltexternalitäten führen (vgl. [12] Copeland 1994, S. 53f.).

gewissen Bedingungen indirekt positive Wirkungen auch für andere wirtschaftspolitische Ziele entfalten.

Wird die Analyse auf den Fall eines großen Landes ausgedehnt, rücken zusätzlich strategische Erwägungen in den Blickpunkt. Eine nationale *first-best* Politik ist weiterhin möglich, sofern der Anzahl an Zielen dieselbe Anzahl an Instrumenten gegenübersteht. In einem reinen Handelsmodell ohne internationale Faktormobilitäten müßte eine optimale Umweltsteuer nach dem Pigou-Kriterium und der optimale Zollsatz nach der Optimalzolltheorie bemessen werden ([29] Krutilla 1991, S. 139). Beschränkt sich die nationale Optimierung auf lediglich eines der beiden Politikinstrumente, so enthalten die Bedingungen erster Ordnung für eine aus nationaler Sicht optimale Politik Umwelt-, Wechselwirkungs- und strategische Aspekte. Die Analyse ist ähnlich zu der für kleine Länder.⁷

Die bisherigen Ausführungen haben deutlich gemacht, daß die Einführung oder Erhöhung einer Umweltsteuer Wechselwirkungen mit zusätzlich in einem System bestehenden Verzerrungen auslöst. Aufgrund dieser Wechselwirkungen stellt eine Umweltsteuer — im Widerspruch zu dem Pigou-Gedanken — ebenfalls eine verzerrende Steuer dar. Sind die Wechselwirkungen negativ, müssen im Zuge einer Kosten-Nutzen-Analyse nicht nur die direkten Internalisierungskosten, sondern auch die Wohlfahrtseinbußen aufgrund verstärkter sonstiger Verzerrungen dem gesellschaftlichen Nutzengewinn aus einer verbesserten Umwelt gegenübergestellt werden. Sind die Wechselwirkungen hingegen positiv, so kommt der Umweltsteuerreform neben der Verbesserung der Umweltsituation ein zusätzliches Verdienst zu, und es kann von einer doppelten Dividende einer marginalen Umweltsteueranhebung gesprochen werden.

Der technische Begriff ‚doppelte Dividende‘ wird allerdings in einem erweiterten Kontext diskutiert. In den obigen Modellen wird implizit eine pauschale Rückverteilung des gesamten endogenen Umweltsteueraufkommens angenommen. Die Analyse erhält eine zusätzliche Facette, wenn verzerrende Steuern — in einer offenen Volkswirtschaft beispielsweise Zölle — dazu herangezogen werden, ein staatliches Budget zu finanzieren. Es ergeben sich dann weitere Wechselwirkungen. Die von diesen fiskalischen Steuern ausgehenden allokativen Verzerrungen sind der Anknüpfungspunkt für Überlegungen, durch eine Umweltsteuerreform eine doppelte Dividende erzielen zu können. Der grundlegende Gedanke lautet, mit den Einnahmen aus der Umweltsteuer die Sätze der verzerrenden, fiskalischen Steuern zurückzuführen (sogenannter *revenue recycling* Effekt) und hierdurch neben der Verbesserung der Umweltsituation zugleich die Mehrbelastung des bestehenden Steuersystems zu verringern — ein Vorschlag, der auf wirtschaftspolitischer Ebene kontrovers diskutiert wird und unter dem Begriff ‚ökologische Steuerreform‘ firmiert. Der verzerrungsdämpfende *revenue recycling* Effekt wird, abgesehen vom Fall vollkommen unelastischer Verhaltensreaktionen, begleitet von den Wirkungen der Umweltsteuer auf die eigene Steuerbasis. Dieser *tax base erosion* Effekt wirkt sich bei einer effektiven Umweltsteuer stets

⁷Der Fall großer Länder wird uns erst in Unterkapitel 3.2 eingehender beschäftigen, wenn sich die Analyse vor dem Hintergrund internationaler Externalitäten vollzieht.

wohlfahrtsmindernd aus.⁸ In einem *second-best* Rahmen jedoch wird der *tax base erosion* Effekt nicht nur direkt wohlfahrtswirksam, sondern er vermindert gleichzeitig die Möglichkeit zum *revenue recycling*. Anders als in der ersten Euphorie der Diskussion über ökologische Steuerreformen erhofft, stellen sich neben diesen beiden Effekten zusätzlich die zuvor behandelten Wechselwirkungen mit den Steuerbasen der fiskalischen Steuern ein, die in der Literatur *tax interaction* Effekt genannt werden.⁹ Auch dieser wird nicht nur direkt wohlfahrtswirksam über die Veränderung bestehender Verzerrungen, sondern beeinflusst ebenfalls das Ausmaß des *revenue recycling*. Wie wir in den bisherigen Ausführungen dargelegt haben, kann der Wechselwirkungseffekt negativ oder positiv sein. Goulder etablierte in der Literatur Definitionen für doppelte Dividenden im schwachen, mittleren und starken Sinn. Seine starke Form ([20] Goulder 1995, S. 159) fordert, daß eine ökologische Steuerreform auch dann noch wohlfahrtserhöhend ist (fiskalische Dividende), wenn der — schwer evaluierbare — Wohlfahrtsgewinn aus der verbesserten Umweltsituation (ökologische Dividende) nicht berücksichtigt wird.¹⁰

[9] Bovenberg und de Mooij (1996) analysieren eine ökologische Steuerreform vor dem Hintergrund international mobilen Kapitals. Sie betrachten eine kleine offene Volkswirtschaft, die sich fixen Preisen auf den Weltmärkten gegenüber sieht. Die Umweltbelastung ergibt sich auf der Produktionsseite durch den Einsatz der Umwelt als Produktionsfaktor. Der Haushalt bezieht sein Einkommen aus den versteuerten Erträgen der Faktoren Arbeit, Kapital und Umwelt und optimiert seinen Nutzen über Freizeit und Konsum, während er das Niveau des staatlich bereitgestellten öffentlichen Gutes als exogen ansieht. Der Staat finanziert sein vorgegebenes Budget mit Faktorsteuern auf Arbeit, Umwelt und Kapital (als Quellensteuer). In einem unter fiskalischen Gesichtspunkten (das heißt ohne Berücksichtigung der negativen Umweltexternalitäten) optimierten Ausgangssteuersystem sind der Umwelt- und Kapitalsteuersatz null ([9] Bovenberg und de Mooij 1996, S. 18). Eine marginale Steuerreform, im Zuge derer die Umweltsteuererträge zu einer Verminderung der Steuer auf Arbeit verwandt werden, hat keinen Effekt erster Ordnung auf die Löhne. Die Arbeitsangebotsentscheidung der Haushalte und somit die Basis der Arbeitssteuer bleiben von der Umweltsteuer unberührt; die zweite von Goulders Dividenden ist gleich null. In einem fiskalisch nicht optimierten Steuersystem, in dem im Ausgangsgleichgewicht zwar der Kapitalsteuersatz noch immer null, der Umweltsteuersatz jedoch positiv ist, resultiert eine analoge ökologische Steuerreform in sinkenden Löhnen. Der Teil der Wohlfahrt, der sich aus den privaten Konsummöglichkeiten ohne Berücksichtigung der Umweltqualität ergibt, vermindert sich. Die ökonomische Begründung ist, daß unter dem Gesichtspunkt der Einnahmengenerierung die Umweltsteuer im Vergleich zu der Steuer auf Arbeit das ineffizientere Steuerinstrument ist. Aufgrund der unendlich hohen Angebotselastizität der Faktoren Umwelt und Kapital werden auch auf diese Faktoren erhobene Steuern letztendlich vom Faktor Arbeit getragen. Aufgrund

⁸Der *tax base erosion* Effekt ist auch in einem *first-best* Rahmen zu beobachten und entspricht — wie bereits ausgeführt — den Grenzvermeidungskosten einer Internalisierung.

⁹Vgl. grundlegende Arbeiten von [7, 8] Bovenberg/de Mooij (1994) oder [37] Parry (1995).

¹⁰Den weiteren Ausführungen ist dieses Konzept der doppelten Dividende zugrundegelegt.

einer Separabilitätsannahme zwischen Umweltqualität und den übrigen Argumenten der Nutzenfunktion besteht zudem die Asymmetrie, daß zwar die Umweltsteuer einen negativen Einfluß auf das Arbeitsangebot ausübt, die verbesserte Umweltsituation diese hingegen unberührt läßt. Die fiskalische Dividende ist mithin negativ, während die erste, aus der veränderten Umweltqualität resultierende positiv ist; es liegt keine doppelte Dividende in Goulders Definition vor.

Eigentlich ist die Analyse einer Umweltsteuerreform innerhalb eines fiskalisch nicht optimierten Steuersystems von der wohlfahrtstheoretischen Diskussion um eine doppelte Dividende zu trennen. In diesem Fall dient die Einführung einer Umweltsteuer möglicherweise als Hebel, um bestehende und beispielsweise politisch begründete Ineffizienzen eines Steuersystems zu vermindern.¹¹ Diese Effekte unter den Begriff doppelte Dividende zu subsumieren ist problematisch, da sich allein durch eine Umstrukturierung des bestehenden Steuersystems bereits Wohlfahrtsgewinne erzielen ließen: Sie sind nicht spezifisch für die Einführung einer Umweltsteuer. Allerdings ist klar, daß eine ökologische Steuerreform nie eine doppelte Dividende in Goulders Definition abwerfen kann, sofern das Ausgangssteuersystem unter fiskalischen Gesichtspunkten *second-best* optimal ist. In diesem Fall muß die zweite, fiskalische Dividende gleich null sein. Es ist aber durchaus vorstellbar, daß im Ausgangsgleichgewicht das Steuersystem zwar in fiskalischer Hinsicht optimiert ist, jedoch nicht ausreichend Instrumente zur Verfügung stehen, um das *second-best* optimale Allokationsergebnis erreichen zu können. Eröffnet die Umweltsteuer neben ihrer Lenkungswirkung zusätzlich eine neue Steuerbasis, so hat sie auch als fiskalisches Instrument unabhängige Wirkungen und kann — ohne Berücksichtigung der ökologischen Dividende — im fiskalischen Optimum von null verschieden sein. Unter diesen Umständen ist eine doppelte Dividende auch in Goulders restriktiver Definition möglich.

Die Frage, ob ein Land, sei es groß oder klein, eine doppelte Dividende erzielen kann oder nicht, hängt entscheidend von der Art der internationalen Verflechtungen, von den Faktor- und Gütersubstitutionsbeziehungen sowie dem verfügbaren Steuerinstrumentarium ab. Es ist allerdings offensichtlich, daß die Frage nach der doppelten Dividende keine wirtschaftspolitische Relevanz besitzt, sofern der Staat über alle Informationen verfügt. In diesem Fall ist lediglich die Veränderung der gesellschaftlichen Wohlfahrt entscheidend, während die Aufspaltung des Gesamteffektes in verschiedene Dividenden eher von theoretischem Interesse ist. Praktisch relevant wird die Frage nach der doppelten Dividende erst dann, wenn sich der Wirtschaftspolitiker unvollständiger Information beispielsweise hinsichtlich der gesellschaftlichen Grenzschadensverläufe gegenüber sieht.¹²

Eine rationale nationale Wirtschaftspolitik in einem *first-best* Rahmen wird stets die vollständige Internalisierung nationaler externer Effekte zum Ziel haben, da sich hierdurch die gesellschaftliche Wohlfahrt (zumindest unter Allokationsgesichtspunkten) steigern läßt. Betreibt jedes Land

¹¹[9] Bovenberg und de Mooij (1996) bezeichnen solche Wirkungen als *tax shifting* Effekt.

¹²Vgl. [26] Killinger (1997) zu einer Formalisierung und Diskussion verschiedener Konzepte für eine doppelte Dividende sowie zu einer kritischen Beurteilung ihrer praktischen Relevanz.

eine solche Politik, stellt sich global eine optimale Allokation der Güter und Faktoren ein. Stehen einem kleinen Land gewisse Politikinstrumente nicht zur Verfügung, wird es eine zuvor beschriebene *second-best* Politik betreiben. Das globale Allokationsergebnis ist dann nicht mehr optimal, da die internationalen relativen Preise der Güter und Faktoren nicht ihre tatsächlichen globalen Knappheiten widerspiegeln. Gleichwohl bleibt es für andere kleine Länder rational, sich an der *first-best* optimalen Politik zu orientieren, sofern sie sich keinen weiteren Beschränkungen gegenübersehen. Kommt auch strategisches Verhalten einiger Länder hinzu, wird ein global effizientes Allokationsergebnis wiederum nicht erreicht, zumal zu erwarten ist, daß betroffene Länder mit Vergeltungsmaßnahmen reagieren.

Aus den Ausführungen in diesem Kapitel ist deutlich geworden, daß internationale wirtschaftliche Verflechtungen den (umwelt-)politischen Handlungsspielraum eines Landes selbst gegenüber rein nationalen Umweltexternalitäten erheblich beeinflussen. In dem nun folgenden Kapitel weiten wir die Betrachtung auf grenzüberschreitende Umweltprobleme aus und erörtern, welche Einschränkungen die Möglichkeiten nationalen politischen Handelns hierdurch erfahren. Wir untersuchen, inwieweit international koordiniertes Vorgehen eine realisierbare Alternative zu unilateralen Politikansätzen darstellt.

3 Internationale Umweltexternalitäten

Internationale Umweltexternalitäten sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Wirkungsbereiche größer sind als die Kompetenzbereiche der nationalen Regierungen. Ein grundlegendes Merkmal internationaler Umweltprobleme ist also, wie groß der Kreis der beteiligten Staaten ist. Ein weiteres besteht in der Wirkungsrichtung der Externalität, die einseitig oder wechselseitig sein kann.¹³ Wir beschränken uns auf wechselseitige Externalitäten, die den Charakter eines reinen internationalen öffentlichen Gutes aufweisen: Eine Verminderung ihres Niveaus kommt allen Ländern zugute (Nicht-Rivalität), und kein Land kann von den sich ergebenden Wohlfahrtswirkungen ausgeschlossen werden (Nicht-Ausschließbarkeit). Die gravierendsten globalen Umweltprobleme wie der anthropogene Treibhauseffekt und die Zerstörung der Ozonschicht weisen derartige Eigenschaften auf.

Interpretiert man nationale Internalisierungsanstrengungen als die freiwillige Bereitstellung eines internationalen öffentlichen (Umwelt-)Gutes, so lassen sich analog zum Fall nationaler öffentlicher Güter Bedingungen ableiten, unter denen die Bereitstellung aus globaler Sicht effizient erfolgt. Stellen internationale Externalitäten die einzigen Verzerrungen dar, wird globale Ef-

¹³Jedes Umweltproblem (inklusive der rein nationalen) läßt sich durch eine Schadstoff-Transportmatrix beschreiben, in der Transportkoeffizienten Richtung und Quantität der Emissionen angeben. Für eine Anwendung auf das Beispiel des sauren Regens in Europa vgl. [32] Mäler (1989). Andere Unterscheidungsmerkmale als dieses räumliche Muster wie beispielsweise die zeitliche Dimension oder der Grad der Unsicherheit über Ursachen und Folgen des jeweiligen Umweltproblems bleiben in einer solchen Matrix unberücksichtigt.

fizienz erreicht, wenn jedes beteiligte Land die von ihm verursachten globalen und nicht nur im eigenen Land auftretenden Umweltschäden internalisiert. Da mehrere, oft sehr heterogene Länder an dem Bereitstellungsproblem beteiligt sind, ändern sich die Effizienzbedingungen zur modifizierten Samuelson-Bedingung: Eine global effiziente Bereitstellung mit einem internationalen öffentlichen Umweltgut ist gegeben, wenn die Summe der Grenzraten der Substitution aller beteiligten Wirtschaftssubjekte im In- und Ausland den Grenzraten der Transformation jedes der beteiligten Länder entspricht.¹⁴ Demnach muß die Bereitstellungsmenge des öffentlichen Gutes nicht nur ein effizientes Niveau erreichen (Bereitstellungseffizienz), sondern auch zu den global minimalen Opportunitätskosten (Kosteneffizienz) produziert werden. Ersteres ist gleichbedeutend mit der vollständigen globalen Internalisierung der externen Umweltschäden, letzteres impliziert, daß die marginalen Bereitstellungskosten für das Umweltgut zwischen allen Ländern ausgeglichen sind. Beide Effizienzaspekte lassen sich nur unter Einbeziehung aller an der Umweltexternalität beteiligten Länder verwirklichen, womit der Kreis der Regierungen, die ihre nationalen Umweltpolitiken zu koordinieren haben, durch die räumliche Wirkung der externen Effekte normativ vorgegeben ist.¹⁵

Die Umsetzung der global effizienten Bereitstellung internationaler Umweltgüter wird dadurch behindert, daß die Umweltpolitiken von nationalen Regierungen betrieben werden, die vornehmlich das Wohl ihrer eigenen Bevölkerung im Auge haben.¹⁶ Sie verhalten sich dabei in Interaktion mit den anderen Regierungen strategisch, wodurch es zu Anreizproblemen bei der umweltpolitischen Entscheidungsfindung kommt. Prinzipiell ist es zwar möglich, daß die beteiligten Regierungen miteinander über gemeinsame Maßnahmen zur Internalisierung grenzüberschreitender Umweltexternalitäten kooperieren, doch steht diesem Weg der Öffentliche-Gut-Charakter nationaler umweltpolitischer Maßnahmen entgegen. Durch ihn kommt es zu Trittbrettfahreranreizen auf internationaler Ebene. Jedes Land hat einen Anreiz, selbst umweltpolitisch passiv zu bleiben und trotzdem in den Genuß der Anstrengungen anderer Staaten zu kommen. Verhalten sich die beteiligten Staaten derart, unterbleibt eine Kooperation, selbst wenn dadurch alle ein höheres Wohlfahrtsniveau realisieren könnten. Spieltheoretisch läßt sich das grundsätzliche Anreizproblem dieser Entscheidungssituation mit dem ‚Gefangenen-Dilemma‘ skizzieren, bei dem für jeden beteiligten Akteur die dominante Strategie lautet, nicht zu kooperieren (vgl. z.B. [1] Althammer/Buchholz 1993; [41] Sandler 1996). Zwar stellte eine Kooperation jedes einzelne Land unter der Voraussetzung besser, daß der oder die Mitspieler ebenfalls kooperieren; der individuelle Vorteil ist aber noch größer, wenn man einseitig nicht kooperiert. Solange sich die

¹⁴Die Anwendung der Samuelson-Bedingung auf internationale Umweltprobleme findet sich bei [2] Arnold (1984) im Rahmen eines Modells mit zwei Ländern und zwei Gütern (einem privaten Konsumgut und dem internationalen öffentlichen Umweltgut).

¹⁵Dieses Prinzip korrespondiert mit der Literatur zum *optimal policy level* für international koordinierte Wirtschaftspolitiken ([48] Tinbergen 1965). Es wird allerdings von [27] Kox/van der Tak (1996) in Frage gestellt, indem sie Gründe für internationale Kooperation auch bei rein nationalen Externalitäten anführen.

¹⁶Wir abstrahieren hier von Verteilungskonflikten innerhalb eines Landes und damit von politisch-ökonomischen Aspekten.

Regierungen nicht glaubhaft zu kooperativem Verhalten verpflichten können, ist zwischenstaatliche Kooperation kein Gleichgewicht. Dieses Resultat ist allerdings in einem Kontext wiederholter Entscheidungen zu relativieren. Dort bewirkt der ‚Schatten der Zukunft‘, daß die Gewinne aus nicht-kooperativem Verhalten gegen die (etwa durch glaubwürdige Bestrafungsstrategien) zu erwartenden Nutzeneinbußen in zukünftigen Perioden abgewogen werden. Sofern der zukünftige Nutzen nicht zu stark abdiskontiert wird, ist als kooperative Lösung selbst das soziale Optimum möglich. Dies gilt im Kontext eines unendlichen Zeithorizonts (Folk-Theorem) sowie unter zusätzlichen Annahmen und eingeschränkt auch für das endlich wiederholte Gefangenendilemma (vgl. z.B. [28] Kreps et al. 1982).¹⁷ Bei mehr als zwei beteiligten Ländern können die Trittbrettfahreranreize alternativ zu einem Koordinationsproblem führen, das spieltheoretisch als *chicken game* charakterisiert wird ([30] Lipnowski/Maital 1983): Im Gegensatz zum Gefangenendilemma kann bei Nicht-Kooperation anderer Länder kooperatives Verhalten rational sein. Das Ergebnis des *chicken game* ist stets eine Teilkoooperation. Allerdings ist es für jedes Land am besten, in dem sich einstellenden Nash-Gleichgewicht nicht zu den kooperierenden Ländern zu gehören. Jede Regierung hat daher den Anreiz zu signalisieren, daß es dem Umweltabkommen fernbleiben wird. Das Koordinationsproblem besteht darin, daß *ex ante* offen ist, welche Staaten an der Kooperation beteiligt sein werden und welche nicht. Damit derartige multiple Nash-Gleichgewichte nicht existieren, müssen die an den Verhandlungen beteiligten Länder sich beispielsweise ausreichend in ihrem Nutzen aus einem Umweltabkommen oder in ihrer Verhandlungsmacht unterscheiden.

Der klassische Ausweg aus der ‚Rationalitätenfalle‘ (individuelle versus kollektive Rationalität) wäre, die Kompetenz für internationale Umweltpolitik an eine übergeordnete Institution zu übertragen, wodurch im Idealfall internationale *first-best* Lösungen erzielt werden könnten. Diese Möglichkeit entspricht dem Ast ‚vollständige Kooperation‘ in Abbildung 1. In absehbarer Zeit ist aufgrund der angesprochenen Anreizprobleme eine solche Institution — zumindest auf globaler Ebene — aber nicht realisierbar; die durch nationale Regierungen repräsentierten Staaten verfügen faktisch über uneingeschränkte Souveränität. Folglich sind die üblichen Handlungsempfehlungen der umweltökonomischen Theorie, die eine ausreichende Hoheitsgewalt gerade voraussetzen, nur sehr eingeschränkt auf internationale Umweltprobleme übertragbar. Die Lösungsansätze bewegen sich aus internationaler Sicht meist in einem *second-best* Rahmen, selbst wenn die Umweltexternalität die einzige Verzerrung darstellt und eine nationale Pigou-Steuer zur Verfügung steht — die Internalisierung bleibt unvollständig. Als dezentrale Strategien, grenzüberschreitenden Umweltproblemen auch ohne eine internationale Regulierungsinstanz zu begegnen, verbleiben den nationalen Regierungen unvollständige Kooperationen oder unilaterales Vorgehen, das vor allem Aspekte einer indirekten Internalisierung beinhaltet. Zwischenstaatliche Kooperationen, die in den beiden mittleren Strängen in Abbildung 1 dargestellt sind, bilden

¹⁷ Allerdings zeigen [16] Dockner/Long (1993) im Rahmen eines dynamischen Zwei-Länder-Modells mit einer Bestandsexternalität, daß unter der Annahme nicht-linearer Markov-Strategien das globale *first-best* Optimum ein teilspielperfektes Gleichgewicht sein kann; Bestrafungsmechanismen sind nicht erforderlich.

den Untersuchungsgegenstand im nun folgenden Unterkapitel. In Unterkapitel 3.2 erörtern wir anschließend unilaterales Vorgehen (rechter Ast von Abbildung 1).

3.1 Internationale Kooperation in der Umweltpolitik

Bei der dezentralen Internalisierung externer Umwelteffekte liegt es nahe, zunächst die Möglichkeiten einer Verhandlungslösung zwischen den betroffenen Staaten im Sinne von Coase auszuloten. Seine Effizienzthese besagt, daß sich unter gewissen Voraussetzungen das soziale Optimum im Wege von Verhandlungen einstellen wird (Abbildung 1, linker mittlerer Strang). Insbesondere für internationale Umweltexternalitäten sind diese Voraussetzungen jedoch kaum erfüllt. So sind für die Nutzung internationaler Umweltgüter meist keine Eigentumsrechte zugewiesen.¹⁸ Aber selbst wenn Eigentumsrechte im Rahmen zwischenstaatlicher Verhandlungen festgeschrieben werden können, ist die Einhaltung von Verträgen auf internationaler Ebene nicht gewährleistet. Dies jedoch wird im Coase-Theorem vorausgesetzt. Eine dritte Prämisse, die in mehr oder weniger starkem Kontrast zur Realität steht, ist die Nichtexistenz von Transaktionskosten wie beispielsweise Kosten der Aushandlung, Implementierung und Überwachung.¹⁹ Insbesondere bei einer Vielzahl potentiell kooperierender Staaten erschweren derartige Kosten eine Coase-Lösung. Schließlich abstrahiert der Ansatz von zusätzlichen Verzerrungen innerhalb der beteiligten Volkswirtschaften, die zum Beispiel durch strategische Handelspolitik verursacht werden. Möglicherweise kann aber eine unvollständige Kooperation realisiert werden, da das andere Extrem des bereits erwähnten (statischen) Gefangenen-Dilemmas die reale Entscheidungssituation bei internationalen Umweltverhandlungen ebensowenig widerspiegelt wie die zentralen Prämissen des Coase-Ansatzes. Die beteiligten Staaten können miteinander kommunizieren und verhandeln, sie können ein Umweltabkommen abschließen und dessen Einhaltung eingeschränkt kontrollieren; zudem entscheiden sie in der Regel wiederholt über Kooperation und können nach dem Scheitern eines Abkommens erneut in Verhandlungen treten. Schließlich stehen ihnen verschiedene wirtschaftliche sowie politische Regelungen zur Verfügung, mittels derer stabile kooperative Lösungen und eine zumindest teilweise Verbesserung gegenüber dem *status quo* erreichbar werden (Abbildung 1, rechter mittlerer Strang).

Kerninhalt jedes Umweltabkommens ist, welches Niveau an Umweltschutz vereinbart wird und wie sich die erforderlichen Maßnahmen auf die einzelnen Unterzeichnerstaaten aufteilen. Hierzu ist zu klären, welche Instrumente bei der konkreten Ausgestaltung eines Umweltabkommens eingesetzt werden sollten, um das Vertragsziel zu erreichen. In diesem Zusammenhang sind nicht nur die beschriebenen Anreizprobleme kooperativer Lösungen auf internationaler Ebene zu berück-

¹⁸Dies spiegelt sich im Völkerrecht durch die Bezeichnung derartiger Güter als *res nulli* oder *res communes* wider.

¹⁹Die neuere Verhandlungstheorie sieht die Ursache für solche Kosten darin, daß nicht alle (oft weit in der Zukunft liegenden) denkbaren Ereignisse vertragsmäßig erfaßt werden können (Theorie unvollständiger Kontrakte) und daß die Verhandlungsparteien keine vollständige Information besitzen.

sichtigen, sondern auch die Spezifika des jeweiligen Umweltproblems. Die Frage der Instrumentenwahl erstreckt sich daher auf zwei Bereiche: (i) die Internalisierung der grenzüberschreitenden Umweltexternalitäten und (ii) die Anreizkompatibilität der vereinbarten Maßnahmen.

Internalisierung Das Problem der Internalisierung bedarf der Lösung sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene. Aus ökonomischer Sicht lautet die Politikempfehlung für beide Ebenen, auf marktkonforme Instrumente wie Pigou-Steuern oder handelbare Emissionszertifikate zurückzugreifen. Nur solche Instrumente genügen dem Minimalkostenprinzip und setzen auch in dynamischer Hinsicht die richtigen Anreize für Investitionen in umweltfreundlichere Technologien. Das gilt auch dann, wenn vorab ein Umweltstandard vereinbart und anschließend entschieden wird, mit welchem Instrument er am kostengünstigsten zu realisieren ist.²⁰ Diese Vorgehensweise erscheint sinnvoll, wenn es wie im Fall des anthropogenen Treibhauseffektes aufgrund seines intertemporalen und globalen Charakters nahezu unmöglich ist, eine explizite Kosten-Nutzen-Analyse vorzunehmen.

Ebenso wie für die nationale Ebene gilt auch für die internationale, daß aus theoretischer Sicht handelbare Emissionszertifikate und -steuern dann äquivalente Instrumente sind, wenn auf den Märkten vollkommene Konkurrenz herrscht und bezüglich der Kosten- und Nutzenverläufe Sicherheit besteht. Bei Unsicherheit hingegen ist eines der beiden Instrumente überlegen ([49] Weitzman 1974). Sofern zum Beispiel die globalen Grenzkosten aus Emissionsreduktionen stärker ansteigen als die verbundenen Grenznutzen fallen, sind die sozialen Kosten einer fehlerhaften Festlegung der Umweltsteuerhöhe geringer als die Kosten der suboptimalen Festlegung eines Mengenstandards; die Steuer ist als Instrument vorzuziehen. Vermutete Schwelleneffekte oder die Möglichkeit katastrophaler Entwicklungen hingegen sprechen eher für die Vorgabe eines Mengenziels.

Ein weiteres zentrales Auswahlkriterium für das Internalisierungsinstrument, durch das seine politische Akzeptanz auf nationaler Ebene wesentlich beeinflusst wird, sind der erforderliche institutionelle Überbau und das Ausmaß an nationaler Souveränität, die aufgegeben werden muß. Grundsätzlich entsprechen sich die genannten Instrumente auch in diesem Punkt, denn bei beiden müssen durch eine internationale Behörde der aktuelle Steuersatz beziehungsweise die Anzahl der im Umlauf befindlichen Zertifikate festgelegt, ihre nationale Umsetzung kontrolliert und entstehende Einnahmen an die einzelnen Länder zurückverteilt werden. Die Rückverteilung von Steuereinnahmen ist dabei äquivalent zur anfänglichen Ausstattung der einzelnen Länder mit Emissionsrechten (sowie eventueller späterer Zuteilungen) und beeinflusst die Verteilung der Kooperationsgewinne auf die beteiligten Staaten. Bei beiden Instrumenten besteht die Möglichkeit, daß große Länder ihre Marktmacht auf den Weltmärkten strategisch einsetzen ([22] Hoel 1991). Dennoch gibt es Unterschiede in der Umsetzung:²¹ Im Fall des Treibhauseffektes zum Beispiel

²⁰Dieses Vorgehen entspricht dem Standard-Preis-Ansatz ([4] Baumol/Oates 1971).

²¹Für einen Vergleich der marktkonformen Internalisierungsinstrumente zur international koordinierten Re-

sind bei der Steuerlösung zum Teil gravierende Unterschiede in den nationalen Energiepreisen aufgrund vielfältiger Verzerrungen auf den Energiemärkten zu berücksichtigen. Bei der Zertifikatelösung müßten die Transaktionskosten so gering wie möglich gehalten werden, damit auf einem internationalen Markt für Emissionszertifikate die nötigen Umsätze getätigt werden können.

Internationale Umweltverhandlungen münden meist in der Vereinbarung von Mengenstandards. Für eine effiziente Internalisierung der grenzüberschreitenden Umweltschäden bedürfte es dann nur noch der Handelbarkeit dieser Verschmutzungsrechte. Lassen sich marktkonforme Internalisierungsinstrumente auf internationaler Ebene jedoch politisch nicht durchsetzen, bleibt es bei den international vereinbarten Quoten beispielsweise in Form proportionaler Emissionsreduktionen. Auf diesem ersten Schritt zu einer internationalen Zertifikatelösung zu verharren hat den gravierenden Nachteil, daß Kosteneffizienz auf internationaler Ebene nicht erreicht wird, wenn die beteiligten Länder im Ausgangsgleichgewicht unterschiedliche marginale Emissionsvermeidungskosten aufweisen. Bei gleich hohen marginalen Vermeidungskosten ist eine proportionale Reduktion auch nur dann effizient, wenn die Kostenverläufe linear sind (vgl. z.B. [17] Endres 1993).²² In der Klimarahmenkonvention wurde versucht, diesem Sachverhalt durch das Konzept der ‚gemeinsam umgesetzten Maßnahmen‘ Rechnung zu tragen. Danach können Unterzeichnerstaaten mit hohen marginalen Emissionsvermeidungskosten ihren Reduktionsverpflichtungen in Ländern mit niedrigen Grenzvermeidungskosten nachkommen und sich zumindest einen Teil der ausländischen Emissionsreduktionen anrechnen lassen.²³ Bei voller Anrechnung auf die Verpflichtungen des Geberlandes, das die Finanzierungskosten trägt, führt dieses Konzept im Idealfall zu einem vollständigen Ausgleich der nationalen Grenzvermeidungskosten und damit zu Kosteneffizienz. Da sich an den vertraglichen Reduktionsverpflichtungen der Empfängerländer durch solche *joint implementation* Projekte nichts ändert, kommt diese Regelung einem Handel mit Emissionsrechten näher und kann als Vorstufe für eine spätere Zertifikatelösung dienen.

Anreizkompatibilität Neben der Umsetzung des Vertragsziels im engeren Sinne muß durch den Einsatz zusätzlicher Instrumente auch die Anreizkompatibilität der vereinbarten Maßnahmen für jedes Land gewährleistet werden. Dabei ist zum einen *ex ante* eine hinreichend große Zahl von Ländern für eine umweltpolitische Kooperation zu gewinnen. Prinzipiell ist die Beteiligung all jener Länder anzustreben, die in das Umweltproblem involviert sind — bei globalen Umweltproblemen alle Staaten der Erde. Beteiligungsanreize sind mithin sowohl bei der erstma-

duktion von CO₂-Emissionen vgl. [52] Zhang/Folmer (1995), für Implementierungsaspekte der Zertifikatelösung [47] Tietenberg (1994).

²²[43] Schmidt (1996) untersucht den Einfluß unterschiedlicher Ländergrößen auf die Kostenineffizienzen im nicht-kooperativen Nash- sowie Stackelberg-Gleichgewicht.

²³Das Verhältnis, in dem sich die Vermeidungen auf die Verpflichtungen der beiden Länder anrechnen lassen, determiniert dabei implizit die Höhe eines Transfers an das Empfängerland. Bei voller Anrechenbarkeit auf das Konto des Geberlandes ist die Höhe des Transfers gleich null, und die gesamten Kosteneffizienzgewinne fließen dem Geberland zu — eine Ursache massiver Kritik der Entwicklungsländer am *joint implementation* Konzept.

ligen Aushandlung einer Konvention als auch nach deren Inkrafttreten zu setzen, um bisherige Nichtunterzeichner zu einem Beitritt zu bewegen ([6] Black et al. 1993). Zum anderen ist durch Einhaltungsanreize die Beteiligung der kooperierenden Staaten auch *ex post* zu sichern, um so das Risiko von Vertragsbrüchen so weit wie möglich auszuschalten.²⁴ Beiden Aspekten der Anreizkompatibilität kann durch eine geeignete Verteilung der Rechte und Pflichten aus dem Umweltabkommen — also der Wohlfahrtsgewinne aus umweltpolitischer Kooperation — zumindest teilweise Rechnung getragen werden.²⁵ Insofern sind bei der Wahl des Internalisierungsinstrumentes auch die Konsequenzen für die Anreizkompatibilität des Abkommens zu beachten ([3] Barrett 1992).

Die zusätzlichen ökonomischen Instrumente, die zur Absicherung kooperativen Verhaltens in den Vertrag eingebaut werden können, lassen sich in sogenannte interne und externe Stabilisierungsinstrumente sowie flexible Anpassungen eines Umweltabkommens gliedern ([21] Heister et al. 1995, S. 16). Interne Instrumente betreffen die vereinbarten umweltpolitischen Maßnahmen selbst (z.B. Emissionsreduktionen), indem kooperierende Länder einen Vertragsbruch mit einer Verminderung der eigenen zukünftigen Internalisierungsanstrengungen bestrafen. Externe Stabilisierungsinstrumente gehen über die Internalisierungsverpflichtungen hinaus und dienen ausschließlich dem Ziel der Anreizkompatibilität (z.B. Transfers, Sanktionen). Flexible Vertragsanpassungen schließlich erlauben es, ein Umweltabkommen an neue Rahmenbedingungen oder wissenschaftliche Erkenntnisse anzupassen, bevor diese zum Bruch der Kooperation führen.

Die Möglichkeit zu einer internen Stabilisierung wird durch die sich in den Staaten periodisch wiederholenden Entscheidungsabläufe in der Umweltpolitik eröffnet. Dadurch wird erreicht, daß eine nationale Regierung die einseitigen Gewinne aus nicht-kooperativem Verhalten in der Gegenwart gegen die Nutzeneinbußen durch die Bestrafung in der Zukunft abwägen muß. Hierbei spielt das relative Gewicht der Zukunft eine zentrale Rolle, das sich in der Zeitpräferenzrate ausdrückt. Je stärker die nationale Wohlfahrt zukünftiger Perioden abdiskontiert wird, umso wirkungsloser ist diese Bestrafungsstrategie. Auch eine mangelhafte Beobachtbarkeit vertraglich festgelegten Verhaltens sowie zeitliche Verzögerungen in der Reaktion auf Vertragsabweichungen wirken sich negativ auf die Effektivität einer internen Stabilisierung aus. Ein Ausgleich dieses Mangels über eine Anhebung der Strafe ist nur solange möglich, wie sich die bestrafenden Länder nicht selber schaden. Andernfalls wäre die Androhung von Vertragsstrafen unglaubwürdig. Vielmehr käme es zu einer Neuverhandlung, bei der das vertragsbrüchige Verhalten ungestraft bliebe. Als Beispiel kann die drastischste Form der Bestrafung dienen, die sogenannte *Trigger-* oder *Grim-*Strategie, bei der bereits einmaliges Abweichen eines Landes von seinen vereinbarten

²⁴Es können sich allerdings Zielkonflikte zwischen diesen beiden Aspekten der Anreizkompatibilität ergeben, wenn beispielsweise durch eine *minimum ratification clause* Anreize geschaffen werden, daß möglichst viele Staaten das Abkommen ratifizieren, sich anschließend jedoch vertragsbrüchig verhalten.

²⁵Neben den direkten Wirkungen auf die länderweise Verteilung der Wohlfahrtsgewinne aus einem Umweltabkommen sind im Rahmen einer allgemeinen Gleichgewichtsanalyse auch indirekte Effekte wie Änderungen der *terms of trade* oder Faktorentlohnungen zu berücksichtigen. Vgl. hierzu z.B. [34] McGuire 1982, S. 350.

Emissionsmengen mit einem für alle Zukunft geltenden Zurückfallen der übrigen Staaten auf die nicht-kooperativen Emissionsmengen bestraft wird. Es ist offensichtlich, daß die vertragstreuen Parteien hierdurch ebenfalls schlechter gestellt würden.²⁶ Für alle internen Stabilisierungsinstrumente gilt, daß eine Bestrafung durch die Veränderung der eigenen Emissionsmengen technisch überhaupt möglich sein muß. Ist es beispielsweise im Rahmen eines internationalen Umweltabkommens zum Einsatz neuer, emissionsverringender Technologien gekommen, die sich nicht ohne weiteres wieder austauschen lassen, ist die Bestrafung unmöglich oder mit hohen Kosten verbunden.

Die zentralen externen Stabilisierungsinstrumente sind Transfers und Sanktionen, die im Abkommen vereinbart werden und vorbehaltlich bestimmter Verhaltensweisen zum Einsatz kommen. Sanktionen verändern wie die internen Bestrafungsstrategien den nationalen Nutzen aus einem Vertragsbruch, ohne daß es unbedingt wiederholter Entscheidungen bedarf. Transfers hingegen setzen positive Anreize für kooperatives Verhalten, indem sie die Wohlfahrtsgewinne aus umweltpolitischer Kooperation in geeigneter Weise umverteilen. Bei einem anreizkompatiblen Umweltabkommen werden demnach Transfers immer, Sanktionen dagegen nie exekutiert. Von beiden Instrumenten können sowohl Beteiligungs- als auch Einhaltunganreize ausgehen, und sie lassen sich in verschiedenen Formen einsetzen. So können Transfers einerseits solche Staaten zu einer Kooperation bewegen, die das Umweltergebnis positiv zu beeinflussen vermögen, aber ohne Transfers keinen Gewinn aus der Umweltkooperation zögen (vgl. [11] Carraro/Siniscalco 1993). Andererseits läßt sich durch Transfers kooperatives Verhalten auch nach Inkrafttreten der Konvention absichern (vgl. [44] Schmidt 1997). Ein vertragsgemäß unterbliebener Transfer an ein vertragsbrüchiges Land stellt eine Sanktion dar, die das Empfängerland gegen den einseitigen Gewinn aus dem Vertragsbruch abwägen muß.²⁷ Transfers können in Form von monetären Seitenzahlungen, von Sachleistungen (*in-kind* Transfers) oder durch Konzessionen auf anderen Gebieten gewährt werden (*issue linkage*). Die strategische Verknüpfung unterschiedlicher Verhandlungsgegenstände bedeutet einen impliziten Transfer, da kooperatives Verhalten durch Zugeständnisse in anderen Politikbereichen belohnt wird (vgl. z.B. [19] Folmer et al. 1993). So können zum Beispiel handels- oder entwicklungspolitische Vereinbarungen oder die Zugehörigkeit zu einem Wirtschafts- oder Verteidigungsbündnis von dem Erfolg umweltpolitischer Verhandlungen abhängig gemacht werden. Diese Art von Transfer hat den Vorteil, daß (zumindest explizit) keine finanziellen Ressourcen aufzubringen sind. Probleme entstehen allerdings, wenn die zu verknüpfenden Themen bereits völkerrechtlich (etwa durch die WTO) geregelt sind. Ferner muß die Verknüpfung auch *ex post* glaubwürdig sein, das heißt es darf nach einem Vertragsbruch für das sanktionierende Land nicht rational sein, die Kooperation in dem anderen Bereich trotzdem aufrechtzuerhalten. Allgemeine Probleme von Kompensationslösungen liegen in der ge-

²⁶Neuverhandlungssicherheit läßt sich bei weniger drastischen Bestrafungsstrategien wie z.B. *matching efforts* oder (*modified*) *tit for tat* leichter erfüllen (vgl. [21] Heister et al. 1995).

²⁷Aus Platzgründen beschränken wir unsere weiteren Ausführungen auf Transfers, da sie weitgehend auch auf Sanktionen zutreffen.

ringen politischen Akzeptanz nennenswerter zwischenstaatlicher Seitenzahlungen und im Anreiz der Geber- und Empfängerländer, die nationale Position zu verschleiern, um zusätzliche Transfers zu vermeiden beziehungsweise zu induzieren. Ein weiteres Instrument zur externen Stabilisierung ist schließlich die Hinterlegung von Sicherheiten bei einer neutralen dritten Partei, um sich so glaubhaft an die Erfüllung der eingegangenen Verpflichtungen zu binden.²⁸ Institutionell könnte die Hinterlegung durch einen internationalen Fonds umgesetzt werden, der die eingezahlten finanziellen Mittel entsprechend den Bestimmungen des Umweltabkommens verwaltet. Die einbehaltenen Mittel vertragsbrüchiger Staaten könnten zum Beispiel dafür verwendet werden, einzelne Länder für die Kosten zusätzlicher Sanktionsmaßnahmen zu kompensieren und diese damit glaubwürdig zu machen (vgl. [21] Heister et al. 1995, S. 38). Die Praktikabilität einer solchen Fondslösung steht und fällt mit der Unabhängigkeit der internationalen Organisation von den nationalen Regierungen.

Die dritte Kategorie von Instrumenten, die zu Anreizkompatibilität beitragen, sind Vorkehrungen zur flexiblen Anpassung eines Abkommens an neue Rahmenbedingungen, ohne daß dabei die Substanz der umweltpolitischen Kooperation aufgeweicht wird ([24] Kerr 1995). Eine Änderung zum Beispiel wichtiger wirtschaftlicher Rahmendaten, die zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses nicht antizipierbar war und bei einigen Vertragspartnern zu unerwartet hohen Kosten führt, kann eine Kooperation gefährden. Zur Flexibilisierung eines bestehenden Vertrages können die Verpflichtungen an zentrale wirtschaftliche Größen wie das Wirtschaftswachstum oder die Bevölkerungsentwicklung gekoppelt oder Ausnahmetatbestände (*escape clauses*) eingeräumt werden. Weitergehende Anpassungen wären, in Neuverhandlungen zu vereinbaren, die allerdings destabilisierend wirken, wenn unberücksichtigt bleibt, daß sie durch abweichendes Verhalten in der Vergangenheit provoziert wurden.

Neben den drei behandelten Instrumentenkategorien lassen sich allgemeine kooperationsfördernde Maßnahmen aufführen. Ein zentraler Faktor für den Verhandlungsrahmen ist die zur Verfügung stehende Information, was insbesondere in der Unsicherheit über physikalisch-biologische Zusammenhänge und die ökonomischen Folgewirkungen von (umwelt-)politischen Maßnahmen bei der Internalisierung internationaler Umweltexternalitäten deutlich wird. Die Aufgabe, den Informationsstand zu verbessern und allen Ländern zugänglich zu machen, wird oft internationalen Organisationen und Forschungseinrichtungen zugewiesen. Ähnliche Vorschläge der politikwissenschaftlichen Literatur zur Institutionalisierung von Verhandlungsprozessen zielen darauf ab, ständig aktuelle Informationen auszutauschen, voneinander zu lernen und gegenseitiges Vertrauen aufzubauen.²⁹

²⁸Die Hinterlegung von Sicherheiten kann alternativ durch den Austausch sogenannter ‚Geiseln‘ oder ‚Pfänder‘ erfolgen ([50] Williamson 1983).

²⁹Dieser Ansatz der Regimetheorie betont den kommunikativen und normenbildenden Charakter internationaler Verhandlungen und geht davon aus, daß sich allein durch Verhandlungen die Entscheidungssituation ändert und neue Rahmendaten gesetzt werden, die in der traditionellen ökonomischen Analyse exogen sind (vgl. z.B. [51] Young 1989).

Ein letztes Instrument schließlich, das insbesondere in der politischen Diskussion vorgeschlagen wird, besteht im Vorreiterverhalten einzelner Regierungen im internationalen Umweltschutz. So könnte sich eine nationale Regierung zum Beispiel entschließen, die in einer Umweltkonvention vereinbarten Internalisierungspflichten überzuerfüllen, indem sie die eigenen Emissionen um mehr als das im Vertrag festgeschriebene Ausmaß reduziert. Die Motivation könnte darin bestehen, eine Vorbildfunktion für die anderen Kooperationspartner zu übernehmen und so zur Nachahmung anzureizen. Auch vor Abschluß eines Umweltvertrages könnten einzelne Länder aktiv Umweltpolitik betreiben, etwa wenn sie durch Pilotprojekte den Informationsstand für Verhandlungen erhöhen oder Zukunftstechnologien fördern wollen. Derartiges Vorreiterverhalten kann jedoch auch kontraproduktiv sein, da es möglicherweise zu geringeren globalen Emissionsreduktionen führt.³⁰

Das abgestimmte Vorgehen einer Untergruppe von Staaten läßt sich auch als unilaterales Handeln interpretieren, da sich eine solche Koalition nach außen den gleichen Gegebenheiten gegenüber sieht wie ein isoliert handelndes Land. Die Grenzen zwischen kooperativen und unilateralen Internalisierungsbemühungen sind mithin fließend. Als Fazit ist festzuhalten, daß die für kooperative Internalisierungsansätze zur Verfügung stehenden Instrumente meist nicht ausreichen, eine vollständige und stabile Kooperation zu gewährleisten. Es wird somit in der Regel nur zu einer Teilinternalisierung durch eine Untergruppe der Staaten kommen.

3.2 Unilaterale Umweltpolitikmaßnahmen

Alternativ zu einem koordinierten Vorgehen steht es jeder Regierung offen, im nationalen Alleingang Maßnahmen zum Schutz internationaler Umweltgüter zu ergreifen. In Abbildung 1 befinden wir uns damit auf dem Strang ganz rechts. Die Vorteile unilateraler Umweltpolitik sind aus Sicht der durchführenden Staaten gegen ihre Nachteile abzuwägen. Zu den Vorteilen zählt, daß unilaterales Handeln keiner langwierigen Verhandlungs- und Einigungsprozesse bedarf. Jeder Staat ist kraft seiner Souveränität frei, nach eigenem Ermessen Umweltpolitik zu betreiben, gegebenenfalls sogar unter Bruch (völker-)rechtlicher Normen. Auch die oben angesprochene Vorbildfunktion ist ein mögliches Motiv. Schließlich kann es nicht-ökologische Gründe geben, unilateral zu handeln, etwa wenn sich durch die umweltpolitisch induzierte frühzeitige Entwicklung umweltfreundlicher Technologien ein Wettbewerbsvorteil auf Zukunftsmärkten erzielen läßt (vgl. [39] Porter/van der Linde 1995). Die vielfältigen Wechselwirkungen unilateraler Umweltpolitik mit sonstigen nationalen Zielsetzungen müssen bei der Ausgestaltung jedoch berücksichtigt werden. Es bedarf einer grundlegenden und umfassenden Analyse der Wohlfahrtseffekte

³⁰Dies zeigt [23] Hoel (1991) im Rahmen einer Nash-Verhandlungslösung beziehungsweise für den nicht-kooperativen Fall. Das Resultat hängt allerdings davon ab, daß die Grenzvermeidungskosten des Vorreiters ausreichend stärker steigen als die des reagierenden Landes und ist im übrigen auch nur im Szenario elastischer Reaktionskurven gültig. Sobald sehr viele Länder beteiligt sind, tritt der Effekt über die Anpassung der Grenzvermeidungskosten gegenüber Preiseffekten und möglicherweise Nachahmungseffekten in den Hintergrund.

im Rahmen eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells. Auch wenn strategische Gesichtspunkte oder der Einfluß nationaler Politiken auf die ausländische, grenzüberschreitende Externalitäten-generierung nicht im Vordergrund der Betrachtung stehen, sind diese Wechselwirkungen von erheblicher Relevanz für die nationale Wohlfahrt. Bleiben sie bei der nationalen Politikgestaltung unberücksichtigt, können sich leicht kontraproduktive Auswirkungen auf die Einkommens- und Umweltsituation eines Landes ergeben, das sich zu unilateralen Vorstößen in der Umweltpolitik entscheidet. Aspekte wie internationale oder globale Effizienz sind ohne internationale Kooperation ohnedies irrelevant.

Angesichts internationaler Externalitäten verliert das Internalisierungsinstrument Pigou-Steuer in zweifacher Hinsicht seinen *first-best* Charakter. Die ausländische, grenzüberschreitende Umweltverschmutzung läßt sich mit der nationalen Steuergesetzgebungskompetenz nicht erreichen, so daß eine Internalisierung der im Inland erlittenen externen Kosten nicht möglich ist. Auch in Kapitel 2 erhielten wir das Ergebnis, daß eine nationale Pigou-Steuer nicht zu einem *first-best* Ergebnis führt, als die Internalisierung nationaler Externalitäten vor dem Hintergrund weiterer Verzerrungen diskutiert wurde. Die Parallele besteht darin, daß es auch im Fall internationaler Externalitäten an Instrumenten mangelt. Ferner impliziert die zunehmende internationale Mobilität von Gütern und Faktoren, daß die Pigou-Kriterien auch bei im Inland verursachten Externalitäten nicht mehr Effizienz sichern, selbst wenn in dem Land neben den Externalitäten keine weiteren Verzerrungen bestehen. Der auf eine nationale, marginale Umweltsteueranhebung zu erwartende Substitutionseffekt wird sich in einer internationalen Reallokation mobiler Faktoren oder in einer Standortverlagerung von Industrien äußern und könnte durch den Anstieg der ausländischen Produktion die heimischen Bemühungen um eine Verbesserung der Umweltsituation teilweise oder ganz zunichte machen: im Beispiel des CO₂ das sogenannte *carbon leakage*.³¹ [35] Merrifield (1988) analysiert die Veränderung des globalen Verschmutzungsniveaus in einem Modell mit zwei Ländern und international mobilen Gütern und Faktoren. Umweltverschmutzung ist ebenfalls grenzüberschreitend und als reines öffentliches Gut modelliert. Die beiden Länder stellen je ein zusammengesetztes Gut her. Der Teil der Produktion, der nicht im eigenen Land konsumiert wird, geht in den Export. Die Externalität hat einen Einfluß auf die Knappheit des Kapitals, das als Produktionsfaktor eingesetzt wird. Ein vermindertes Niveau der Externalität führt zu mehr verfügbarem Kapital und auf diese Weise zu verbesserten (globalen) Produktionsmöglichkeiten. Ein Einfluß der Externalität auf die Nutzen der repräsentativen Individuen in beiden Ländern ist nicht modelliert, so daß diese ausschließlich von den Konsummengen abhängen. In dem Modell werden die Faktorpreise, die *terms of trade*, die Produktionsniveaus beider Länder sowie deren Anteil am gesamten Weltkapitalstock und das Niveau der weltweit verursachten Umweltverschmutzung endogen bestimmt. Merrifield kommt zu dem Ergebnis, daß sich das globale Verschmutzungsniveau infolge einer unilateralen Umweltsteueran-

³¹[38] Pezzey (1992) schätzt, daß eine einseitige CO₂-Reduktionspolitik der EU zu 80% durch erhöhte Emissionen dritter Staaten zunichte gemacht würde.

hebung erhöht, sofern über die Abwanderung des international mobilen Kapitals der Rückgang der inländischen durch den Anstieg der ausländischer Umweltverschmutzung überkompensiert wird. Die Veränderung des globalen Externalitätenniveaus hängt von der Verschmutzungs- und Kapitalintensität der Produktionsfunktionen in beiden Ländern, internationalen Unterschieden in Faktorsubstitutionselastizitäten und der Wirkung der Umweltverschmutzung auf den jeweiligen Kapitalstock ab ([35] Merrifield 1988, S. 271). Ein Anstieg umweltschädlicher Emissionen in den umweltpolitisch passiven Ländern infolge unilateraler Umweltpolitik eines oder mehrerer anderer Länder kann auch durch direkte Reaktionsverbundenheit bedingt sein, wenn erhöhte Vermeidungsmengen des internalisierenden Inlandes zu geringeren Grenzvermeidungsnutzen im Ausland führen und eine Anpassung der Grenzvermeidungskosten über eine Erhöhung der eigenen Emissionen erfolgt.³² Assoziiert wird der Begriff des *leakage* allerdings meist mit den zuvor angeführten Anpassungen, die sich indirekt durch Änderungen der relativen (Weltmarkt-)Preise ergeben (vgl. z.B. [18] Felder/Rutherford 1993).

Bei einem kleinen Land führt die Internalisierung der im Inland verursachten Externalitäten zu einer Verteuerung des Faktors Umwelt und somit zu einer verschlechterten Wettbewerbsposition des Landes, sofern sich nicht auch die übrigen Länder dem Umweltschutz verschreiben. Eine nationale Umweltpolitik lohnt sich lediglich, wenn auf diese Weise eine verbesserte Umweltsituation im eigenen Land erzielt werden kann. Entfaltet die Externalität jedoch eine globale Wirkung und weist zudem die Eigenschaften eines reinen öffentlichen Gutes auf (wie beispielsweise der anthropogene Treibhauseffekt), wird sich keine signifikante Änderung der nationalen Umweltsituation einstellen; die Wirkung der verschärften Umweltpolitik bleibt auf Einkommenseinbußen des Landes beschränkt. Daher ist in einem solchen Fall das unilaterale Vorgehen eines kleinen Landes nicht rational. Dieses Ergebnis läßt sich durch leichte Modifikation eines Modells von [33] Markusen (1975) bestätigen, der den Fall zweier Länder mit zwei international gehandelten Konsumgütern betrachtet. Die in- und ausländische Produktion des einen Gutes ist mit einer grenzüberschreitenden Externalität verbunden. Als Politikinstrumente werden eine Umweltsteuer in Form einer Produktionssteuer, eine Konsumsteuer sowie ein Zoll auf das verschmutzende Gut analysiert. Sofern ein Land keinen Einfluß auf die Preise an den Weltmärkten hat, lohnt sich weder eine unilaterale Umweltpolitik noch eine nationale Zollpolitik ([33] Markusen 1975, S. 19, für $E_1 = S_1 = 0$). Es besteht eine gewisse Analogie zu dem Nullsteuerresultat für die Umweltsteuer, das wir in Kapitel 2 auf Seite 6 im Zusammenhang mit einer ökologischen Steuerreform angeführt haben. Während dort die Nutzengewinne aus einer verbesserten Umweltsituation bei einer fiskalischen Optimierung des Steuersystems unberücksichtigt bleiben, sind sie in dem hier skizzierten Fall wegen ihrer geringen Bedeutung vernachlässigbar. Alternativ ist der Fall denkbar, daß ein Land zwar keine Monopolmacht hat, aber durch seine inländische Produktion zu einem gewichtigen Teil zu der globalen und damit auch der nationalen Verschmutzung

³²Dieser Effekt ist umso stärker, je elastischer die Länder gegenseitig auf Änderungen der Vermeidungsmengen reagieren, das heißt je steiler die Reaktionskurve des jeweiligen Landes geneigt ist (vgl. z.B. [11] Carrao/Siniscalco 1993; [23] Hoel 1991).

beiträgt. Interpretiert man das Modell von Markusen in diesem Sinne um, so ergibt sich für die analysierten Politikinstrumente das folgende Bild:³³ Steht dem Land lediglich ein nationales Politikinstrument zur Verfügung, ist im Zweigüterfall mit einem verschmutzenden Gut eine optimale Konsumsteuer gleich null, eine optimale Produktionssteuer beziehungsweise ein Zoll jedoch von null verschieden. Die letztgenannten Steuern haben einen Einfluß auf die inländische Produktionsstruktur, und ihre optimalen Niveaus berücksichtigen daher den Einfluß der national verursachten Umweltverschmutzung auf das globale Externalitätenniveau. Der Zoll auf das verschmutzende Gut ist in jedem Fall negativ, die direkt an der Externalität ansetzende Produktionssteuer positiv. Anders als in der Diskussion nationaler Externalitäten in Kapitel 2 bleiben hier Wechselwirkungen zwischen den Steuerinstrumenten zunächst unberücksichtigt. Die Argumentation ist allerdings analog. Stehen dem Land zwei Instrumente — der Zoll und die Produktionssteuer — zur Verfügung, internalisiert die optimale Produktionssteuer den nationalen Beitrag zum im Inland verspürten Verschmutzungsniveau, während der optimale Zollsatz gleich null ist. Dieses Ergebnis liegt darin begründet, daß die Produktionssteuer direkt an der inländischen Externalitätengenerierung ansetzt und somit das effektivere Internalisierungsinstrument darstellt.

Sofern Staaten eine ausreichende Marktmacht zur Beeinflussung der Weltmarktpreise besitzen, bietet sich ihnen die Möglichkeit zur Veränderung der ausländischen Produktionsstruktur und somit zu einer indirekten Internalisierung im Ausland verursachter grenzüberschreitender Externalitäten. Allerdings erfolgt diese Einflußnahme über den Preisvektor im Gegensatz zu einer direkten Internalisierung lediglich mittelbar, da nicht an der die Externalitäten generierenden Aktivität selbst angesetzt werden kann. Neben dieser indirekten Internalisierung ist es zusätzlich möglich, über eine strategische Einflußnahme auf die Weltmarktpreise die eigene Wohlfahrt (etwa *via terms of trade*) zu erhöhen. Die Ziele einer direkten und indirekten Internalisierung grenzüberschreitender Externalitäten sowie Ausbeutung der marktbeherrschenden Stellung auf den Weltmärkten werden durch eine rationale nationale Politik simultan berücksichtigt. Ein globales *first-best* Ergebnis ist somit nicht nur nicht erreichbar, sondern wird von den nationalen Regierungen auch gar nicht angestrebt.³⁴

Um die Aspekte einer indirekten Internalisierung zu verdeutlichen, beschränken wir die Diskussion zunächst auf Modelle mit internationalem Handel und grenzüberschreitenden Externalitäten. Wie bereits ausgeführt bedeuten integrierte Gütermärkte für die direkte Internalisierung mit Pigou-Steuern eine Einschränkung. Neben der unmittelbar induzierten Verhaltensänderung bei den inländischen Wirtschaftssubjekten kommt es durch eine Kostenerhöhung in den betroffenen Industrien zu einer intersektoralen Reallokation der Faktoren. Die internationalen Handelsströme und somit die *terms of trade* des Landes verändern sich. Ist in dem oben skizzierten

³³Die folgenden Ausführungen in diesem Absatz lassen sich ableiten, indem $E_1 = 0$ und $S_1 > 0$ in die Ergebnisse von [33] Markusen (1975), S. 19–25, eingesetzt werden.

³⁴Auf den zusätzlichen Aspekt möglicher Retorsionsmaßnahmen wird hier nicht eingegangen.

Markusen-Modell das Instrumentarium auf eine Umweltsteuer beschränkt, muß die Analyse einer unilateralen, marginalen Umweltsteuererhöhung neben der Veränderung des inländischen Verschmutzungsniveaus auch die induzierte Veränderung der ausländischen Emissionen sowie den Einfluß auf die *terms of trade* berücksichtigen. Die Bedingungen erster Ordnung für einen optimalen Emissionssteuersatz fordern, daß diese gegenläufigen, marginalen Effekte sich gerade ausgleichen. Die Pigou-Kriterien werden modifiziert ([33] Markusen 1975, S. 25).

Auch die Zollpolitik eines großen Landes hat eine Wirkung auf alle drei aufgeführten nationalen Ziele. Durch den Zoll auf ein Importgut, dessen Produktion grenzüberschreitende externe Kosten verursacht, entsteht auf den Weltmärkten ein Überschußangebot, und sein Preis sinkt. Die ausländische Produktion dieses Gutes geht zurück zugunsten einer Verbesserung der Umweltsituation in beiden Ländern. Die Verbesserung seiner *terms of trade* bietet in dem hier beschriebenen Fall einem Land mithin die Möglichkeit zur Internalisierung auch solcher Externalitäten, auf die es keinen direkten regulativen Zugriff hat. Mit der Möglichkeit zu einer derartigen indirekten Internalisierung tritt neben die Verbesserung der Einkommenssituation eines Landes (Optimalzolltheorie) ein weiteres Ziel nationaler Zollpolitik. Allerdings führt ein Anstieg des nationalen Importzolles gleichzeitig zu einer Erhöhung der national verursachten Externalitäten, die gegen den zuvor beschriebenen positiven Effekt abzuwägen ist ([33] Markusen 1975, S. 23).³⁵

Die optimale Gestaltung staatlicher Umweltpolitik ist davon abhängig, welches Instrumentarium dem Staat zur Verfügung steht. Beschränkt es sich auf ein Politikinstrument, vollzieht sich die Optimierung in einem nationalen *second-best* Rahmen und berücksichtigt alle drei genannten nationalen Ziele gleichzeitig. Das im rechten Ast von Abbildung 1 eingetragene nationale *first-best* Ergebnis läßt sich erreichen, sofern der Finanzpolitik im Markusen-Beispiel neben der Produktionssteuer, die direkt an der umweltschädigenden Aktivität ansetzt, gleichzeitig ein Zoll zur Verfügung steht. Die Produktionssteuer gewinnt ihre Effizienzeigenschaften im Sinne von Pigou wieder, indem sie dem Grenzscha den der im Inland verursachten Externalitäten im Optimum entspricht. Allerdings bleibt sie auf den im Inland erlittenen Grenzscha den beschränkt. Der optimale Zollsatz wirkt quasi als Schild und schirmt die möglicherweise unerwünschten Effekte auf die beiden anderen Ziele (ausländische Externalitäten, *terms of trade* Verbesserung) ab. Sein Vorzeichen ist hinsichtlich beider Ziele eindeutig positiv, sofern das verschmutzende Gut das Importgut ist. Andernfalls ist sein Vorzeichen unbestimmt ([33] Markusen 1975, S. 19).

Eine andere wichtige Frage ist, welchen Einfluß die internationale Mobilität von Faktoren auf die Gestaltung nationaler Umweltpolitiken hat. Um die spezifischen Effekte unilateraler Umweltschutzmaßnahmen auf die internationale Allokation von Kapital isolieren zu können, diskutieren wir den Fall lediglich eines zusammengesetzten Gutes. Internationaler Güterhandel dient mithin ausschließlich dem Transfer von Kapitalrenten auf importiertes Kapital. Die Kapitalströme reagieren direkt auf Unterschiede in den Kapitalrenditen und fließen in die international

³⁵Die Argumentation für ein mit grenzüberschreitenden Externalitäten verbundenes Exportgut verläuft ähnlich und wird hier aus Platzgründen nicht ausgeführt.

ertragreichste Verwendung. Umweltverschmutzung ergibt sich durch den Einsatz der Umwelt als Produktionsfaktor. Sofern der Regierung einzig eine nationale Umweltsteuer als Politikinstrument zur Verfügung steht, gilt für direkte Internalisierungsmaßnahmen erneut, daß sie angesichts der internationalen Integration der Kapitalmärkte auch bei im Inland verursachten Externalitäten nicht mehr zu einem nationalen *first-best* Ergebnis führen. Die durch verschärfte Umweltschutzmaßnahmen erhöhten Produktionskosten führen zu einer Abwanderung von Kapital ins Ausland. Dort ergibt sich typischerweise, das heißt in Abhängigkeit von den Kapitalintensitätsbedingungen, eine Erhöhung der umweltschädigenden Produktion. Aufgrund dieses wechselseitigen Einflusses dient eine nationale Umweltsteuer auch in diesem Kontext gleichzeitig der direkten sowie indirekten Internalisierung. Zusätzlich bietet sie über eine Beeinflussung der internationalen Kapitalallokation die Möglichkeit zu einer strategischen Veränderung der Kapitalrenditen. Ein kapitalimportierendes Land strebt nach möglichst niedrigen Kapitalrenditen, indem es mittels seiner nationalen Steuerpolitik auf dem Weltkapitalmarkt ein Überschußangebot an Kapital induziert. Ein kapitalexportierendes Land hingegen ist an einer strategischen Erhöhung der Kapitalrenditen interessiert. Auch bei internationaler Faktormobilität muß daher der Pigou-Steuersatz entsprechend den genannten drei Zielen nationaler Politikgestaltung modifiziert werden (vgl. [25] Killinger 1996, S. 341f.; [40] Rauscher 1997, S. 60f.).

Wird alternativ eine Steuer auf grenzüberschreitende Kapitalflüsse als einziges Politikinstrument angenommen, so bietet sich erneut die Möglichkeit zu einer indirekten Internalisierung grenzüberschreitender Externalitäten. Beispielsweise wird durch eine Steuer auf repatriierte Kapitalerträge der Export von Kapital ins Ausland weniger lukrativ. Die Verlagerung von Produktionen führt zu veränderten inländischen sowie ausländischen Emissionsniveaus und somit zu einer Veränderung der Umweltsituation des Landes. Ihr Einfluß auf die internationale Kapitalallokation macht die Kapitalsteuer zusätzlich zu einem strategischen Instrument. Für ein kapitalimportierendes Land ergibt sich eine Zielharmonie hinsichtlich der Verminderung im Inland verursachter Externalitäten und der strategischen Beeinflussung der Kapitalrenditen, während für ein kapitalexportierendes Land eine Zielharmonie zwischen der Verminderung im Ausland verursachter Externalitäten und den strategischen Einkommensinteressen besteht (vgl. [25] Killinger 1996, S. 345f.). Der Unterschied zu der Verhängung eines Zolles wie in dem zuvor betrachteten Modell besteht darin, daß eine Kapitalsteuer im allgemeinen nicht selektiv erhoben werden kann. Gibt es in einem Modell zwei oder mehrere Güter und wird die Externalität durch die Produktion nicht aller Güter verursacht, so ist eine indirekte Internalisierung über eine Beeinflussung der internationalen Kapitalallokation weniger effektiv. Durch die hier getroffene Annahme eines einzigen zusammengesetzten Gutes, dessen Produktion die Ursache für die Externalität ist, bleibt dieser Aspekt unberücksichtigt.³⁶

³⁶Wird Umwelt nicht als Produktionsfaktor modelliert oder tritt Umweltverschmutzung nicht als Ergebnis des Produktionsprozesses auf, sondern geht vom Produktionsfaktor Kapital aus, ist hingegen die Kapitalsteuer das effektivere Instrument.

Erneut ist ein nationales *first-best* Ergebnis erreichbar, sofern der Regierung beide Instrumente gleichzeitig zur Verfügung stehen. Die nationale Umweltsteuer internalisiert die im Inland verursachten und dort wohlfahrtsmindernd verspürten Umweltschäden. Insofern erhält die Pigou-Steuer ihre Effizienzeigenschaften wieder, erfüllt diese jedoch lediglich aus nationaler Perspektive (Abbildung 1). Die Bedingung erster Ordnung für eine optimale Kapitalsteuer berücksichtigt die beiden übrigen Ziele. Für ein kapitalexportierendes Land ist die Kapitalsteuer eindeutig positiv, da die Behinderung der internationalen Kapitalmobilität gleichzeitig zu einer Verminderung der ausländischen, grenzüberschreitenden Umweltschäden sowie zu einer Erhöhung der Kapitalrenditen führt. Ein von einer internationalen Externalität betroffenes Land verringert somit die Abwanderung verschmutzungsintensiver Industrien ins nicht internalisierende Ausland. Die *ceteris paribus* verstärkt im Inland verbleibenden umweltbelastenden Aktivitäten können durch nationale Umweltmaßnahmen auf ein national optimales Niveau reduziert werden. Für ein kapitalimportierendes Land hingegen ist das Vorzeichen der Steuer unbestimmt, da die Effekte hinsichtlich der beiden Ziele gegenläufig sind (vgl. [25] Killinger 1996, S. 348f.; [40] Rauscher 1997, S. 72f.). Unsere Ausführungen haben verdeutlicht, daß die aus den Modellen mit internationaler Güter- beziehungsweise Faktormobilität gewonnenen Ergebnisse für die nationale Umweltpolitikgestaltung erhebliche Parallelen aufweisen.

[31] Ludema/Wooton (1994) analysieren innerhalb eines einfachen Modells Nash-Gleichwichte strategischer Handelspolitik, die umweltpolitische Ziele mitberücksichtigt. Ihr Modell besteht aus zwei Ländern, wobei das Ausland das einzige gehandelte Konsumgut lediglich produziert, nicht aber konsumiert. Das Inland produziert, importiert und konsumiert das Konsumgut und wird durch die bei der ausländischen Produktion anfallende Umweltverschmutzung geschädigt, von der das Ausland selbst nicht betroffen ist. Die inländische Produktion verursacht keine Verschmutzung. Als Instrumente stehen im Ausland eine Produktionssteuer und im Inland eine Importsteuer zur Verfügung, die neben den handels- auch umweltpolitische Ziele verfolgt. Gegenüber der Situation ohne Umweltverschmutzung verschiebt sich im Steuersatzdiagramm die inländische Reaktionsfunktion nach außen, während die ausländische unverändert bleibt. Im Nash-Gleichgewicht ist das Niveau der weltweit aggregierten Steuerlast auf das verschmutzende Gut höher als im globalen Optimum, in dem sie gerade dem globalen Grenzscha-den aus der Externalität entspricht ([31] Ludema/Wooton 1994, S. 955). Befinden sich die Länder in einer Zollunion, dürfen die obengenannten Instrumente nicht eingesetzt werden. Stattdessen verfügt das Ausland über eine Umweltsteuer. Die Steuerlast kann durch ein Unternehmen gemindert werden, indem es die Emissionen pro Outputeinheit vermindert. Eine teilweise Internalisierung der Externalitäten durch den ausländischen Staat ist in diesem Fall rational, obwohl diese ihn selbst nicht schädigen. Allerdings orientiert sich das Ausland nicht an dem inländischen Leid, das durch seine Umweltverschmutzung ausgelöst wird, sondern vielmehr an der strategischen Verbesserung seiner *terms of trade*. Die Umweltsteuer fungiert als Substitut für die nicht verfügbare Exportsteuer und bewirkt ebenfalls eine strategische Verknappung des ausländischen Güterangebotes. Die Analyse verdeutlicht erneut die Interdependenz zwischen nationaler Handels- und

Umweltpolitik.

Hat der Staat nicht nur die genannten Zielsetzungen vor Augen, sondern ist zudem auf einen fiskalischen Ertrag angewiesen, bereichern internationale Externalitäten die ökonomische Analyse einer ökologischen Steuerreform um eine zusätzliche Facette. Das Fiskalziel läßt sich verfolgen, indem das Einnahmen- und Ausgabensystem eines Staates in die zuvor besprochenen Modellwelten mit internationalen Externalitäten einbezogen wird.³⁷ Ergibt sich für eine Umweltsteuer neben ihrer entzerrenden Internalisierungswirkung der potentielle zusätzliche Nutzen, die Kosten der Steuererhebung (*excess burden* eines verzerrenden Steuersystems) vermindern zu können, kommt ihr möglicherweise die Eigenschaft zu, die in Kapitel 2 vorgestellte doppelte Dividende in Goulders starker Form erzielen zu können. Selbst wenn ein kleines Land weder einen Einfluß auf die Preise an den Weltmärkten noch auf die nationale Umweltsituation hat, kann die Durchführung einer unilateralen ökologischen Steuerreform vorteilhaft sein, sofern die Internalisierungskosten mittels einer verminderten Mehrbelastung des inländischen Steuersystems überkompensiert werden (Goulders zweite Dividende). Voraussetzung jedoch ist ein im Ausgangsgleichgewicht fiskalisch unvollkommenes oder ineffizientes Steuersystem. Die Standortverlagerung von Industrien sowie die Abwanderung von Kapital als Reaktion auf unilaterale Umweltschutzmaßnahmen kann über die Erosion der heimischen Steuerbemessungsgrundlagen allerdings auch zu einer erhöhten Mehrbelastung des nationalen Steuersystems führen. Für ein großes Land ist zusätzlich die strategische Komponente nationaler Steuerpolitiken zu beachten: Der Einfluß der Umweltsteuererhöhung und die induzierte Absenkung der übrigen, verzerrenden Steuern auf seine *terms of trade* sowie die Kapitalrenditen sind daher in die Analyse miteinzubeziehen und beeinflussen auch die Chancen, mit einer unilateralen Umweltsteuerreform eine doppelte Dividende erzielen zu können. Eine doppelte Dividende ist möglich, wenn das Ausgangssteuersystem unter fiskalischen Gesichtspunkten nicht *second-best* optimal ist, so daß beispielsweise strategische Spielräume nicht ausgeschöpft werden. Die Ursache hierfür kann beispielsweise in völkerrechtlichen Vereinbarungen liegen. Entsprechend dem Vorzeichen ihrer Wechselwirkungen weicht die optimale Umweltsteuer von den Pigou-Steuerkriterien ab. Stünde dem Staat zur Finanzierung seines Budgets hingegen eine unverzerrende Pauschalsteuer zur Verfügung, vollzöge sich die Analyse erneut in dem zuvor besprochenen nationalen *first-best* Rahmen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In unserem Beitrag haben wir den Einfluß internationaler Aspekte auf die Gestaltung nationaler Umweltpolitik herausgestellt. Bei den zuerst behandelten nationalen Externalitäten ergeben sich aufgrund internationaler wirtschaftlicher Verflechtungen erhebliche Rückwirkungen auf die

³⁷Vgl. [25] Killinger (1996) zu Aspekten einer ökologischen Steuerreform im Zusammenhang mit internationaler Kapitalmobilität.

nationale Wohlfahrt, sofern neben der Umweltexternalität auch noch andere Verzerrungen vorliegen. In diesem Zusammenhang wurde auch die Möglichkeit erörtert, mit einer ökologischen Steuerreform eine doppelte Dividende erzielen zu können. Die Analyse erhielt eine weitere internationale Komponente bei den anschließend betrachteten grenzüberschreitenden Externalitäten. Der politische Entscheidungsträger sieht sich — ebenso wie zuvor bei den nationalen Externalitäten — einer zusätzlichen Restriktion gegenüber, selbst wenn die Umweltexternalität die einzige Verzerrung darstellt und eine nationale Pigou-Steuer zur Verfügung steht. Eine Internalisierung kann nur durch zwischenstaatliche Kooperation oder unilaterale Politikmaßnahmen einzelner Staaten vollzogen werden. Allerdings weisen beide Ansätze gravierende Schwächen auf. Unilaterale Maßnahmen sind im wesentlichen großen Ländern mit ausreichendem Gewicht auf den Weltmärkten vorbehalten und zudem mit der Gefahr von Vergeltungsmaßnahmen behaftet. Durch kooperative Internalisierungsansätze gelingt es in aller Regel ebenfalls nicht, Umweltschäden auf ein global effizientes Niveau zu reduzieren. Insbesondere bei einer Vielzahl involvierter Staaten besteht der latente Anreiz, auf den umweltpolitischen Maßnahmen anderer Länder Trittbrett zu fahren. Umweltabkommen müssen daher anreizkompatibel ausgestaltet sein, und in den meisten Fällen beschränkt sich die Kooperation auf eine Untergruppe der Staaten. Ist die Kooperation hingegen nahezu vollständig und die Anzahl der Unterzeichnerstaaten sehr hoch, werden die Vereinbarungen entweder nicht eingehalten oder sind von geringer Substanz.

Die in den einzelnen Unterabschnitten diskutierten Szenarien stehen nicht isoliert nebeneinander, sondern ergänzen sich: *(i)* Verständigen sich die an einer grenzüberschreitenden, aber nicht globalen Externalität beteiligten Staaten auf eine vollständige Kooperation, die möglicherweise sogar eine übergeordnete Institution vorsieht, so ist die Umweltpolitik entsprechend den für nationale Umweltprobleme gültigen Aspekten (Kapitel 2) auszugestalten; *(ii)* ist die Kooperation unvollständig, hat die Koalition nach außen die gleichen Faktoren zu berücksichtigen wie ein unilateral handelndes Land (Unterkapitel 3.2); *(iii)* bei jeder Kooperation ist strategisches Verhalten nicht auszuschließen, sofern bei der nationalen Umsetzung vereinbarter Vermeidungsziele das Instrumentarium frei gewählt werden kann. Insofern ergänzt Unterabschnitt 3.2 die Ausführungen zur Instrumentenwahl in Unterabschnitt 3.1; *(iv)* die anreizkompatible Ausgestaltung eines internationalen Umweltabkommens hat zusätzlich die Ausführungen in Kapitel 2 zu berücksichtigen, sofern neben der Umweltexternalität weitere Verzerrungen beispielsweise aufgrund staatlicher Budgetrestriktionen bestehen, die sich auf die Verteilung der Kooperationsgewinne auswirken.

In zukünftigen Arbeiten wäre eine stärkere Integration dieser Aspekte in einen einheitlichen Modellrahmen wünschenswert. Die Auswahl der gemeinsam zu berücksichtigenden Einflußfaktoren sollte derart erfolgen, daß die Resultate der theoretischen Analyse für die praktische Umweltpolitik verwertbar sind. Auf die Umweltpolitik in der Europäischen Union angewandt hieße dies, kooperative und unilaterale umweltpolitische Strategien gegeneinander abzuwägen und gleichzeitig zusätzlichen Verzerrungen beispielsweise durch Handelspolitik oder Arbeitslosigkeit

Rechnung zu tragen. Um ferner der zunehmenden Integration in der EU — aufgrund der garantierten vier Grundfreiheiten — eher zu entsprechen, müßten international mobile Faktoren und internationaler Güterhandel simultan analysiert werden. Auf diese Weise ließen sich die realen Politikoptionen, die sich auch an distributiven Gesichtspunkten zu orientieren haben, innerhalb eines einheitlichen Analyserahmens miteinander vergleichen und hinsichtlich ihrer allokativen Wirkungen bewerten.

Aus globaler Sicht ist es nicht eindeutig, ob eine Umweltkooperation mit wenigen Teilnehmerstaaten, aber ambitionierten Umweltzielen, oder eine mit vielen Teilnehmern und geringen Verpflichtungen effizienter ist. Weiterhin impliziert ein im globalen Optimum national unterschiedliches Angebot an öffentlichen Gütern national unterschiedliche Grenzkosten von Staatseinnahmen. Selbst bei der Internalisierung einer internationalen Externalität mit den Eigenschaften eines reinen öffentlichen Gutes wie des anthropogenen Treibhauseffektes wäre der Einsatz eines für alle Länder einheitlichen Steuersatzes nicht mehr global effizient. Es bleibt daher offen, ob (unvollständige) internationale Kooperation, bei der als politischer Kompromiß eine einheitliche Regelung wahrscheinlich ist, überhaupt zu besseren Effizienzergebnissen führt als unilaterale Umweltpolitik.

Literatur

- [1] Althammer, Wilhelm und Wolfgang Buchholz: *Internationaler Umweltschutz als Koordinationsproblem*. In: Adolf Wagner (Herausgeber): *Dezentrale Entscheidungsfindung bei externen Effekten — Innovation, Integration und internationaler Handel*, Kapitel 5, Seiten 289–315. Francke, Tübingen, 1993.
- [2] Arnold, Volker: *Umweltschutz als internationales öffentliches Gut*. Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Seiten 111–129, 1984.
- [3] Barrett, Scott: *International Environmental Agreements as Games*. In: Rüdiger Pethig (Herausgeber): *Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources*, Kapitel 1, Seiten 11–36. Springer, Berlin et al., 1992.
- [4] Baumol, William J. und Wallace E. Oates: *The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment*. Swedish Journal of Economics, 73(1):42–54, 1971.
- [5] Baumol, William J. und Wallace E. Oates: *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge University Press, Cambridge (UK) et al., 2. Auflage, 1988.
- [6] Black, Jane, Maurice D. Levi und David de Meza: *Creating a Good Atmosphere: Minimum Participation for Tackling the 'Greenhouse Effect'*. Economica, 60:281–293, 1993.

- [7] Bovenberg, A. Lans und Ruud A. de Mooij: *Environmental Levies and Distortionary Taxation*. The American Economic Review, 84(4):1085–1089, 1994.
- [8] Bovenberg, A. Lans und Ruud A. de Mooij: *Environmental Taxation and Labor–Market Distortions*. European Journal of Political Economy, 10(4):655–683, 1994.
- [9] Bovenberg, A. Lans und Ruud A. de Mooij: *Environmental Taxation and the Double-Dividend: The Role of Factor Substitution and Capital Mobility*. In: Carlo Carraro und Domenico Siniscalco (Herausgeber): *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, Band 7 der Reihe *Economics, Energy and Environment*, Kapitel 1, Seiten 3–52. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht et al., 1996.
- [10] Carraro, Carlo und Domenico Siniscalco: *The International Dimension of Environmental Policy*. European Economic Review, 36:379–387, 1992.
- [11] Carraro, Carlo und Domenico Siniscalco: *Strategies for the International Protection of the Environment*. Journal of Public Economics, 52:309–328, 1993.
- [12] Copeland, Brian R.: *International Trade and the Environment: Policy Reform in a Polluted Open Economy*. Journal of Environmental Economics and Management, 26:44–65, 1994.
- [13] Cropper, Maureen L. und Wallace E. Oates: *Environmental Economics: A Survey*. Journal of Economic Literature, 30:675–740, 1992.
- [14] Dean, Judith M.: *Trade and the Environment: A Survey of the Literature*. In: Patrick Low (Herausgeber): *International Trade and the Environment*, Band 159 der Reihe *World Bank Discussion Papers*, Kapitel 2, Seiten 15–28. The World Bank, Washington, 1992.
- [15] Dixit, Avinash K.: *Welfare effects of tax and price changes*. Journal of Public Economics, 4:103–123, 1975.
- [16] Dockner, Engelbert und Ngo Van Long: *International Pollution Control: Cooperative vs. Non-Cooperative Strategies*. Journal of Environmental Economics and Management, 25:13–29, 1993.
- [17] Endres, Alfred: *Internationale Vereinbarungen zum Schutz der globalen Umweltressourcen — der Fall proportionaler Emissionsreduktionen*. Aussenwirtschaft, 48(1):51–76, 1993.
- [18] Felder, Stefan und Thomas F. Rutherford: *Unilateral CO₂ Reductions and Carbon Leakage: The Consequences of International Trade in Oil and Basic Materials*. Journal of Environmental Economics and Management, 25(2):162–176, 1993.
- [19] Folmer, Henk, Pierre van Mouche und Shannon E. Ragland: *Interconnected Games and International Environmental Problems*. Environmental and Resource Economics, 3(4):313–335, 1993.

- [20] Goulder, Lawrence: *Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader's Guide*. *International Tax and Public Finance*, 2(2):157–183, 1995.
- [21] Heister, Johannes, Ernst Mohr, Wolf Plesmann, Frank Stähler, Tobias Stoll und Rüdiger Wolfrum: *Economic and Legal Aspects of International Environmental Agreements — The Case of Enforcing and Stabilising an International CO₂ Agreement*, Band 711 der Reihe *Kiel Working Papers*. Kiel Institute of World Economics, Kiel, 1995.
- [22] Hoel, Michael: *Efficient International Agreements for Reducing Emissions of CO₂*. *The Energy Journal*, 12(2):93–108, 1991.
- [23] Hoel, Michael: *Global Environmental Problems: The Effects of Unilateral Actions Taken by One Country*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 20:55–70, 1991.
- [24] Kerr, Suzi: *Markets versus International Funds for Implementing International Environmental Agreements: Ozone Depletion and the Montreal Protocol*, Band 95–12 der Reihe *Working Papers*. The Center for International Affairs, Harvard University, Department of Agricultural and Resource Economics, University of Maryland at College Park, 1995.
- [25] Killinger, Sebastian: *Indirect Internalization of International Environmental Externalities*. *Finanzarchiv*, 53(3+4):332–368, 1996.
- [26] Killinger, Sebastian: *A Note on the Double Dividend*, Band 54 der Reihe *IEE Discussion Paper*. Universität St. Gallen, St. Gallen, 1997.
- [27] Kox, Henk und Casper van der Tak: *Non-transboundary Pollution and the Efficiency of International Environmental Cooperation*. *Ecological Economics*, 19:247–259, 1996.
- [28] Kreps, David M., Paul Milgrom, John Roberts und Robert Wilson: *Rational Cooperation in the Finitely Repeated Prisoner's Dilemma*. *Journal of Economic Theory*, 27:245–252, 1982.
- [29] Krutilla, Kerry: *Environmental Regulation in an Open Economy*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 20:127–142, 1991.
- [30] Lipnowski, Irwin und Shlomo Maital: *Voluntary Provision of a Pure Public Good as the Game of 'Chicken'*. *Journal of Public Economics*, 20:381–386, 1983.
- [31] Ludema, Rodney D. und Ian Wooton: *Cross-Border Externalities and Trade Liberalization: The Strategic Control of Pollution*. *Canadian Journal of Economics*, 27(4):950–966, 1994.
- [32] Mäler, Karl-Göran: *The Acid Rain Game*. In: Henk Folmer und Ekko C. van Ierland (Herausgeber): *Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics*, Band 36 der Reihe *Studies in Environmental Science*, Kapitel 12, Seiten 231–252. Elsevier, Amsterdam, 1989.

- [33] Markusen, James R.: *International Externalities and Optimal Tax Structures*. Journal of International Economics, 5:15–29, 1975.
- [34] McGuire, Martin C.: *Regulation, Factor Rewards, and International Trade*. Journal of Public Economics, 17:335–354, 1982.
- [35] Merrifield, John: *The Impact of Selected Abatement Strategies on Transnational Pollution, the Terms of Trade, and Factor Rewards: A General Equilibrium Approach*. Journal of Environmental Economics and Management, 15:259–284, 1988.
- [36] OECD: *Trade and Pollution Linkages: Piecemeal Reform and Optimal Intervention*, Band 55 der Reihe *Working Papers*. OECD, Paris, 1994.
- [37] Parry, Ian W.H.: *Pollution Taxes and Revenue Recycling*. Journal of Environmental Economics and Management, 29(3):S–64 – S–77, 1995.
- [38] Pezzey, John: *Analysis of Unilateral CO₂ Control in the European Community and OECD*. The Energy Journal, 13:159–171, 1992.
- [39] Porter, Michael E. und Claas van der Linde: *Toward a New Conception of the Environment–Competitiveness Relationship*. Journal of Economic Perspectives, 9(4):97–118, 1995.
- [40] Rauscher, Michael: *International Trade, Factor Movements, and the Environment*. Clarendon Press, Oxford, 1997.
- [41] Sandler, Todd: *A Game Theoretic Analysis of Carbon Emissions*. In: Roger D. Congleton (Herausgeber): *The Political Economy of Environmental Protection — Analysis and Evidence*, Kapitel 11, Seiten 251–272. University of Michigan Press, Ann Arbor, 1996.
- [42] Sandler, Todd: *Global Challenges: an Approach to Environmental, Political, and Economic Problems*. Cambridge University Press, Cambridge (UK) et al., 1997.
- [43] Schmidt, Carsten: *Noncooperative Provision of International Environmental Goods when Countries Differ in Size*, Band 294 der Reihe *Diskussionsbeiträge des SFB 178, Serie II*. Universität Konstanz, Konstanz, 1996.
- [44] Schmidt, Carsten: *Enforcement and Cost-Effectiveness of International Environmental Agreements — the Role of Side-Payments*, Band 350 der Reihe *Diskussionsbeiträge des SFB 178, Serie II*. Universität Konstanz, Konstanz, 1997.
- [45] Schulze, Günther und Heinrich Ursprung: *Environmental Policy in an Integrated World Economy*. Unveröffentlichtes Manuskript, November 1997.
- [46] Smulders, Sjak A.: *Entropy, Environment, and Endogenous Economic Growth*. International Tax and Public Finance, 2(2):319–340, 1995.

- [47] Tietenberg, Tom H.: *Implementation Issues for Globally Tradeable Carbon Entitlements*. In: Ekko C. van Ierland (Herausgeber): *International Environmental Economics: Theories and Applications to Climate Change, International Trade and Acidification*, Seiten 119–149. Elsevier, Amsterdam, 1994.
- [48] Tinbergen, Jan: *International Economic Integration*. Elsevier, Amsterdam, 2. Auflage, 1965.
- [49] Weitzman, Martin L.: *Prices vs. Quantities*. *Review of Economic Studies*, 41:477–491, 1974.
- [50] Williamson, Oliver E.: *Credible Commitments: Using Hostages to Support Exchange*. *The American Economic Review*, 73:519–540, 1983.
- [51] Young, Oran R.: *The Politics of International Regime Formation: Managing Natural Resources and the Environment*. *International Organization*, 43:349–375, 1989.
- [52] Zhang, ZhongXiang und Henk Folmer: *The Choice of Policy Instruments for the Control of Carbon Dioxide Emissions*. *Intereconomics*, 30(3):133–142, 1995.