

Umweltschutz als international öffentliches Gut: Komparative Kostenvorteile und Verhandlungsgewinne¹

Von Volker Arnold

Wichtige Umweltprobleme sind von grenzüberschreitender Bedeutung. Einen Ansatzpunkt zur theoretischen Analyse dieser Probleme bietet die Theorie international öffentlicher Güter. Dort wird i. d. R. unterstellt, daß jede politische Einheit bei ihrer Entscheidung über die bereitzustellende Menge des öffentlichen Gutes davon ausgeht, daß die Ausbringungsmengen der anderen Einheiten festliegen und durch die eigene Entscheidung nicht beeinflußt werden. In diesem Beitrag wird gezeigt, daß bei realistischeren Verhaltensannahmen (1) komparative Kostenvorteile ausgenutzt und (2) mögliche Verhandlungsgewinne realisiert werden.

1. Einleitung

Es besteht in Wissenschaft und Praxis weitgehende Einigkeit darüber, daß bestimmte Umweltprobleme von grenzüberschreitender Bedeutung sind und konsequenterweise nur auf internationaler Ebene gelöst werden können. So bedroht — in Abhängigkeit von den großklimatischen Bedingungen — die Luftverschmutzung, die von industriellen Ballungsgebieten und Großfeuerungsanlagen ausgeht, selbst weit entfernte Regionen und Länder. Ihr Abbau bringt deshalb über Gebiets- und Landesgrenzen hinweg Vorteile. Ein anderes Beispiel für die internationale Bedeutung von Umweltschutzmaßnahmen ist die Verbesserung der Wasserqualität von Grenzflüssen und -seen. Man denke in diesem Zusammenhang an die Bemühungen zum Abbau der Verschmutzung von Rhein, Werra, Bodensee und Ostsee.

Insbesondere bei den Bemühungen zur Verbesserung der Wasserqualität des Rheines ist die internationale Zusammenarbeit bereits weit gediehen. Andererseits zeigt gerade dieses Beispiel sehr deutlich die Schwierigkeiten einer solchen Zusammenarbeit auf. Am 29. April 1963 wurde in Bern die „Vereinbarung über die internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung“ unterzeichnet. Der Vertrag wurde unterzeichnet durch die Regierungen der Bundesrepu-

¹ Ich danke den Teilnehmern am Volkswirtschaftlichen Seminar der Fernuniversität Hagen — insbesondere Herrn Dr. Harald Dyckhoff — für wertvolle Anregungen.

blik Deutschland, der Französischen Republik, des Großherzogtums Luxemburg, des Königreiches der Niederlande und der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Durch eine Zusatzvereinbarung trat die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft am 3. Dezember 1976 dieser Vereinbarung bei. Die Aufgaben der Kommission werden im Artikel 2 der Vereinbarung festgelegt. Dort heißt es: „1. Die Kommission soll a) alle notwendigen Untersuchungen zur Ermittlung von Art, Ausmaß und Ursprung der Verunreinigung des Rheins vorbereiten, sie durchführen und die Ergebnisse auswerten, b) den unterzeichneten Regierungen geeignete Maßnahmen zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung vorschlagen, c) die Grundlagen für etwaige Abmachungen zwischen den unterzeichneten Regierungen über den Schutz des Rheins gegen Verunreinigungen vorbereiten.“ Aufgrund der Vorarbeiten der Kommission wurde am 3. Dezember 1976 das „Chemieabkommen“² unterzeichnet. Es trat am 1. Februar 1979 in Kraft. „Es ist eine Rahmenvereinbarung und muß durch Vereinbarungen über konkrete Maßnahmen, insbesondere über Schadstoffbegrenzungen und Sanierungsfristen, ergänzt werden“.³ Das ebenfalls am 3. Dezember 1976 unterzeichnete „Chloridübereinkommen“⁴ wurde hingegen von der französischen Regierung nicht ratifiziert⁵. Das Übereinkommen sieht in Artikel 2 folgendes vor: „(1) Die Ableitungen von Chlorid-Ionen in den Rhein werden zumindest um 60 kg/s Chlorid-Ionen (Jahresdurchschnitt) verringert. Dieses Ziel wird im französischen Hoheitsgebiet schrittweise verwirklicht. (2) Zum Zweck der Durchführung der Verpflichtung aus Absatz 1 wird die französische Regierung nach Maßgabe des Anhangs I dieses Übereinkommens eine Anlage zum Einbringen in den elsässischen Untergrund errichten lassen, um die Ableitung der Elsässischen Kaligruben um eine erste Menge in Höhe von 20 kg/s Chlorid-Ionen für eine Dauer von zehn Jahren zu verringern...“ Hinsichtlich der Finanzierung ist in Artikel 7 folgendes vereinbart: „(1) Die sich aus dem in Artikel 2 Absatz 2 vorgesehenen Einbringungen einschließlich der Vorarbeiten ergebenden Kosten werden von der französischen Seite übernommen. (2) Die nachstehenden Vertragsparteien leisten einen pauschalen Beitrag zu den Gesamtkosten in Höhe von einhundertzweiunddreißig Millionen Französischen Franken, die wie folgt aufgeteilt werden:

² Übereinkommen zum Schutze des Rheins gegen chemische Verunreinigung.

³ Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (1982), 10.

⁴ Übereinkommen zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung durch Chloride.

⁵ „Die französische Regierung teilte, nachdem sie Gewißheit gewonnen hatte, die Nationalversammlung werde den Gesetzentwurf zur Ratifizierung des Chloridübereinkommens ablehnen, am 3. Dezember 1979 mit, daß sie an den Zielen des Übereinkommens festhält, dieses jedoch in der vorliegenden Fassung nicht ratifizieren kann“. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (1980), 19/20.

Königreich der Niederlande	vierunddreißig Prozent
Bundesrepublik Deutschland	dreißig Prozent
Schweizerische Eidgenossenschaft	sechs Prozent

Die Beiträge werden spätestens drei Monate nach Inkrafttreten dieses Übereinkommens geleistet.“ Weiterhin arbeitet die Kommission an dem Entwurf eines Übereinkommens über die Wärmebelastung des Rheins⁶.

Eine ähnliche Zusammenarbeit strebt die Bundesrepublik mit der DDR an. „Vordringlichste Umweltprobleme sind Gewässerverunreinigungen. An erster Stelle steht die Belastung der Werra und Weser durch Kaliabwässer aus der DDR. Die Bundesregierung bemüht sich nachdrücklich um eine einvernehmliche Lösung dieses Problems. Die DDR hat sich inzwischen im Grundsatz bereiterklärt, Gespräche über diese Fragen aufzunehmen. Angesichts der Komplexität der Materie kann jedoch nicht mit schnellen Ergebnissen gerechnet werden^{7,8}.“

Einen Ansatzpunkt zur theoretischen Analyse der entsprechenden Probleme bietet die Theorie international öffentlichen Gütern⁹. Solche Güter lassen sich wie folgt definieren: Ist ein öffentliches Gut in einer politischen Einheit (Gemeinde, Region, Nation) bereitgestellt, so steht die entsprechende Menge nicht nur den Mitgliedern dieser Einheit, sondern auch denjenigen mindestens einer weiteren politischen Einheit zur Verfügung, ohne daß es bei der Nutzung zu gegenseitigen Beeinträchtigungen kommt und ohne daß irgendein Mitglied von der Nutzung ausgeschlossen werden kann. Der Abbau der grenzüberschreitenden Luftverschmutzung und die Verbesserung der Wasserqualität von Grenzgewässern sind gute Illustrationsbeispiele für solche international öffentlichen Güter.

Bei der theoretischen Analyse der mit der Bereitstellung solcher Güter verbundenen Probleme ist man bisher in der Regel von der folgenden Verhaltensannahme ausgegangen: Jede einzelne politische Einheit geht bei ihren Entscheidungen über die bereitzustellende Menge des öffentlichen Gutes davon aus, daß die Ausbringung der anderen politischen Einheit festliegt und durch die eigene Entscheidung nicht beeinflußt wird. Dies entspricht der Verhaltensweise von Cournotschen Dyopolisten¹⁰. Wie bei der Cournot-Lösung werden auch hier Reaktionsfunktionen

⁶ Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (1982), 22.

⁷ Bundesministerium für innerdeutsche Beziehungen (1980), 50.

⁸ Für weitere Aktivitäten siehe: Kommission der Europäischen Gemeinschaft (1981).

⁹ Olson and Zeckhauser (1967), Olson and Zeckhauser (1970), Breton (1970), Pauly (1970), Ng (1971), Sandler and Shelton (1972), Conolly (1972), Kiesling (1974), Sandler (1975), Kiesling (1976), Sandler and Culyer (1982 a), Sandler and Culyer (1982 b).

¹⁰ Sandler and Culyer (1982 b), 707.

$$Y^A = f^A(Y^B)$$

$$Y^B = f^B(Y^A)$$

abgeleitet¹¹, mit deren Hilfe dann das „independent adjustment equilibrium“ W bestimmt wird¹²:

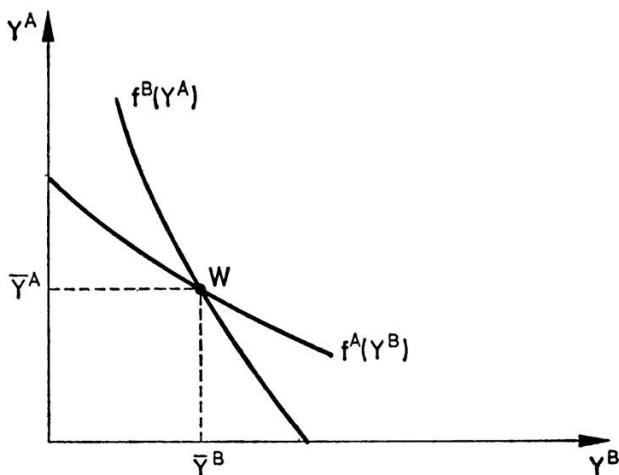


Abb. I

Die der Cournot-Lösung des Dyopolproblems für private Güter zugrundeliegende Verhaltensannahme ist nicht sehr realistisch. Erkennen die Konkurrenten nämlich ihre Entscheidungsinterdependenz, so werden sie ihre Aktivitäten so aufeinander abstimmen, daß sie beide einen höheren Gewinn erzielen. Das kann erreicht werden, indem die Produktion — teilweise oder gänzlich — zu dem kostengünstiger produzierenden Dyopolisten verlagert wird und indem Einigkeit darüber erzielt wird, die Gesamtpproduktion zurückzunehmen.

¹¹ Hierbei stehen Y^A und Y^B für die jeweils von den politischen Einheiten A und B bereitgestellten Mengen des öffentlichen Gutes. Siehe Breton (1970), 894.

¹² Besteht die politische Einheit A aus N Konsumenten mit identischen Cobb-Douglas-Nutzenfunktionen:

$$U_A = x_A^\alpha y_A^{(1-\alpha)}$$

und sieht sich diese Einheit mit einer linearen Transformationskurve $X^A = a^A - (b^A/a^A) Y^A$ konfrontiert, so ergibt sich bei Beachtung der Markträumungsbedingungen $X^A = N \cdot x_A$ und $Y^A + Y^B = y_A$ die folgende lineare Reaktionsfunktion:

$$Y^A = \beta - \alpha Y^B \quad \text{mit} \quad \beta = \frac{1-\alpha}{a^A/b^A} a^A.$$

So wie die Cournotsche Verhaltensannahme bei privaten Dyopolisten kritisiert wird, so ist sie auch im Rahmen der hier zu diskutierenden Modelle bemängelt worden. Denn so wie im Cournotschen Gleichgewicht der gemeinsame Gewinn der beiden Dyopolisten nicht maximal ist, so ist das „independent adjustment equilibrium“ nicht pareto-optimal¹³. „Since independent adjustment equilibrium does not lead to Pareto optimality, it appears to be a naive assumption to presuppose that the regions would never discover that it is in their mutual best interest to cooperate in determining the public good production within the respective regions¹⁴.“ Darüber hinaus zeigen die eingangs angeführten Beispiele deutlich, daß solche Kooperationen in der Realität stattfinden bzw. angestrebt werden.

Das „independent adjustment equilibrium“ ist nicht pareto-optimal,

- weil komparative Kostenvorteile nicht ausgenutzt werden
- und
- weil mögliche Verhandlungsgewinne nicht realisiert werden.

Mit dem ersten Problem haben sich vor allem *Olson* und *Zeckhauser* beschäftigt. „In brief, the theory of externalities and collective goods has to be combined with the theory of comparative advantage¹⁵.“ „The relatively most efficient producer of a given external economy should ‘specialize’ in that externality, and receive different spillovers or ordinary goods in return¹⁶.“

Mit dem zweiten Problemkreis haben sich *Conolly*¹⁷ und *Kiesling*¹⁸ beschäftigt. Für den Fall, daß das öffentliche Gut *gehandelt werden kann* und *eine* — nicht erklärte — *Spezialisierung bereits stattgefunden hat*, leitet *Conolly* eine Kontraktkurve ab, die die pareto-optimalen Verhandlungslösungen beschreibt¹⁹. *Kiesling* läßt andererseits zwar komparative Kostendifferenzen zu, ist dann aber nur in der Lage, den Verhandlungsbereich einzugrenzen — die Ableitung der pareto-optimalen Verhandlungsergebnisse erfolgt nicht²⁰.

Das Anliegen dieses Beitrages ist es, für international öffentliche Güter die pareto-optimalen Verhandlungslösungen festzulegen. Die Lösung dieser Aufgabe impliziert die Bestimmung der — an den kom-

¹³ Breton (1970), 895, Pauly (1970), 576.

¹⁴ Sandler (1975), 28/9.

¹⁵ Olson and Zeckhauser (1967), 47.

¹⁶ Olson and Zeckhauser (1970), 516.

¹⁷ Conolly (1972), 73 - 77.

¹⁸ Kiesling (1974), 408 - 411.

¹⁹ Conolly (1972), 74.

²⁰ Kiesling (1974), 408.

parativen Kostenvorteilen orientierten — optimalen internationalen Arbeitsteilung.

2. Die Bedingungen für Pareto-Optimalität

Die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für ein Pareto-Optimum sollen für das folgende Modell abgeleitet werden:

- Es gebe zwei politische Einheiten A und B mit N bzw. M Konsumenten. Wanderungen zwischen den beiden Einheiten finden nicht statt.
- Die streng quasi-konkaven Nutzenfunktionen dieser Konsumenten lauten:

$$U_A^i = U_A^i(x_A^i, y) \quad i = 1, \dots, N$$

und

$$U_B^j = U_B^j(x_B^j, y) \quad j = 1, \dots, M$$

Dabei sei x ein privates Konsumgut und y das internationale öffentliche Gut — etwa die Wasserqualität eines Grenzflusses. Es gelte:

$$\frac{\partial U_A^i}{\partial x_A^i} > 0 ; \quad \frac{\partial U_A^i}{\partial y} > 0 ; \quad \frac{\partial U_B^j}{\partial x_B^j} > 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial U_B^j}{\partial y} > 0$$

sowie

$$U_A^i(0, y) = U_A^i(x_A^i, 0) = 0 \quad \text{und}$$

$$U_B^j(0, y) = U_B^j(x_B^j, 0) = 0$$

d. h. beide Güter sind wesentlich, so daß $x_A^i > 0$, $x_B^j > 0$ und $y > 0$ gilt.

- Die produzierten Mengen X^r ($r = A, B$) des privaten Gutes werden vollständig konsumiert:

$$\sum_{r=A}^B X^r = \sum_{i=1}^N x_A^i + \sum_{j=1}^M x_B^j$$

- Die produzierte Menge des öffentlichen Gutes $Y^A + Y^B$ wird von allen Konsumenten in vollem Umfang genutzt:

$$\sum_{r=A}^B Y^r = y$$

- Die Produktionsbedingungen in beiden Einheiten lassen sich durch die folgenden konkaven Transformationsfunktionen beschreiben:

$$F^r(X^r, Y^r) \geqq 0 \quad r = A, B$$

mit

$$X^r \geqq 0 \quad \text{und} \quad Y^r \geqq 0^{21}.$$

Die zu maximierende Lagrange-Funktion lautet dann:

$$\begin{aligned}
 L = & U_A^1(x_A^1, y) + \sum_{i=2}^N \sigma_A^i [U_A^i(x_A^i, y) - \bar{U}_A^i] + \sum_{j=1}^M \sigma_B^j [U_B^j(x_B^j, y) - \bar{U}_B^j] \\
 & + \lambda_1 [\sum_{r=A}^B X^r - \sum_{i=1}^N x_A^i - \sum_{j=1}^M x_B^j] + \lambda_2 [\sum_{r=A}^B Y^r - y] \\
 & + \sum_{r=A}^B \mu^r F^r(X^r, Y^r)
 \end{aligned}$$

Die Kuhn-Tucker-Bedingungen für ein Maximum dieser Funktion lauten:

$$(1) \quad \frac{\partial L}{\partial x_A^1} = \frac{\partial U_A^1}{\partial x_A^1} - \lambda_1 = 0$$

$$(2) \quad \frac{\partial L}{\partial x_A^i} = \sigma_A^i \frac{\partial U_A^i}{\partial x_A^i} - \lambda_1 = 0 \quad i = 2, \dots, N$$

$$(3) \quad \frac{\partial L}{\partial x_B^j} = \sigma_B^j \frac{\partial U_B^j}{\partial x_B^j} - \lambda_1 = 0 \quad j = 1, \dots, M$$

$$(4) \quad \frac{\partial L}{\partial y} = \frac{\partial U_A^1}{\partial y} + \sum_{i=2}^N \sigma_A^i \frac{\partial U_A^i}{\partial y} + \sum_{j=1}^M \sigma_B^j \frac{\partial U_B^j}{\partial y} - \lambda_2 = 0$$

$$(5) \quad \frac{\partial L}{\partial X^r} = \lambda_1 - \mu^r \frac{\partial F^r}{\partial X^r} = 0 \quad \begin{array}{ll} \text{für } X^r > 0 \\ \leq 0 & \text{für } X^r = 0 \end{array} \quad r = A, B$$

$$(6) \quad \frac{\partial L}{\partial Y^r} = \lambda_2 - \mu^r \frac{\partial F^r}{\partial Y^r} = 0 \quad \begin{array}{ll} \text{für } Y^r > 0 \\ \leq 0 & \text{für } Y^r = 0 \end{array} \quad r = A, B$$

Aus (1) bis (4) folgt:

$$(7) \quad \sum_{i=1}^N \frac{\frac{\partial U_A^i}{\partial y}}{\frac{\partial U_A^i}{\partial x_A^i}} + \sum_{j=1}^M \frac{\frac{\partial U_B^j}{\partial y}}{\frac{\partial U_B^j}{\partial x_B^j}} = - \left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy} \right] = - \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

Für den Fall, daß beide Güter in beiden Einheiten produziert werden ($X^r > 0, Y^r > 0; r = A, B$), ergibt sich aus (5) und (6):

$$(8) \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{\partial F^r}{\partial Y^r}}{\frac{\partial F^r}{\partial X^r}} = - \frac{dX^r}{dY^r} \quad r = A, B$$

²¹ Im dargestellten Modell ist Y ein öffentliches *Konsumgut*. Der sicherlich interessante Fall, daß das öffentliche Gut auch ein Input bei der Produktion des privaten Gutes ist, wird nicht analysiert.

was zusammen mit (7) die entsprechende Samuelson-Bedingung:

$$(9) \quad -\frac{dX^A}{dY^A} = -\left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy}\right] = -\frac{dX^B}{dY^B}$$

ergibt.

Für den Fall, daß sich zumindestens eine der beiden Einheiten *völlig spezialisiert*, gilt:

Wenn $X^A > 0$ und $Y^A \geq 0$,

dann $X^B \geq 0$ und $Y^B > 0$

oder

wenn $X^A \geq 0$ und $Y^A > 0$,

dann $X^B > 0$ und $Y^B \geq 0$,

denn

— in jeder Einheit wird immer mindestens eines der beiden Güter produziert, und

— es können sich nicht beide Einheiten auf das gleiche Gut spezialisieren.

Im folgenden wird nur der zweite Fall untersucht — die Ergebnisse gelten spiegelbildlich für den ersten.

Aus (5) und (6) folgt:

$$(8') \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \geq \frac{\frac{\partial F^A}{\partial Y^A}}{\frac{\partial F^A}{\partial X^A}} = -\frac{dX^A}{dY^A} \quad \text{und} \quad (8'') \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \leq \frac{\frac{\partial F^B}{\partial Y^B}}{\frac{\partial F^B}{\partial X^B}} = -\frac{dX^B}{dY^B}$$

so daß gilt:

$$(9') \quad -\frac{dX^A}{dY^B} \leq -\left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy}\right] \leq -\frac{dY^B}{dX^B}$$

Dies ist die modifizierte Samuelson-Bedingung, die den Fall der *völligen Spezialisierung* umfaßt.

Für den in der Literatur oft untersuchten Spezialfall linearer Transformationsfunktionen gilt:

$$F^A(X^A, Y^A) = a^A - X^A - \frac{b^A}{a^A} Y^A = 0 \quad \text{und}$$

$$F^B(X^B, Y^B) = a^B - X^B - \frac{b^B}{a^B} Y^B = 0$$

mit

$$-\frac{dX^A}{dY^A} = \frac{b^A}{a^A} \quad \text{und} \quad -\frac{dX^B}{dY^B} = \frac{b^B}{a^B}$$

Einsetzen in (9') ergibt:

$$(9'') \quad \frac{b^A}{a^A} \leq - \left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy} \right] \leq \frac{b^B}{a^B}$$

Für $\frac{b^A}{a^A} < \frac{b^B}{a^B}$ muß mindestens einmal das Ungleichheitszeichen gelten, d. h. zumindestens eine der beiden Einheiten muß sich völlig spezialisieren.

3. Ableiten der pareto-optimalen Verhandlungslösungen

Für die weiteren Überlegungen werden die o. a. Annahmen wie folgt ergänzt:

- Die Entscheidung über das Ausmaß der Bereitstellung des öffentlichen Gutes liegt bei den jeweiligen Regierungen der Einheiten A und B.
- Die Regierungen dieser Einheiten orientierten sich bei ihrer Entscheidung an den Präferenzen ihrer eigenen Bürger. Da die Regierungen keine Einkommensumverteilungen, die sich bei der Bereitstellung des öffentlichen Gutes ergeben können, zulassen, lassen sich die gesellschaftlichen Präferenzen jeweils durch ein System sich nicht schneidender gesellschaftlicher Indifferenzkurven vom Scitovsky-Typ darstellen²².
- Zunächst werden lineare Transformationskurven unterstellt. Diese Annahme wird später abgeändert²³.

Die Ausgangssituation lässt sich wie folgt darstellen:

²² Samuelson (1955), 351, Chart 3. Die dort abgeleitete Linie ist eine *Scitovsky-Indifferenzkurve*. Sie gibt an, welche Kombinationen des öffentlichen und des privaten Gutes die beiden betrachteten Konsumenten jeweils auf demselben Nutzenniveau belassen. Die Steigung dieser *Scitovsky-Indifferenzlinien* beträgt

$$\sum_{i=1}^N (dx^i/dy).$$

²³ Es ist vorteilhaft, zunächst von Ricardianischen Produktionsbedingungen auszugehen, da die Darstellung in diesem Fall einfacher ist und die Ergebnisse plastischer sind.

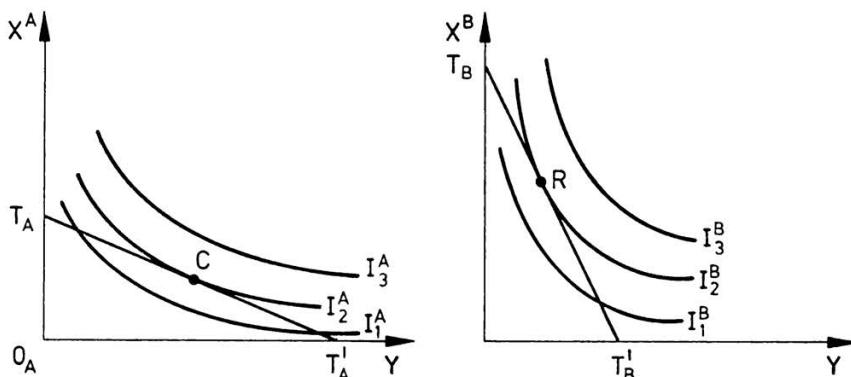


Abb. II

Hierbei stellen T_A T'_A und T_B T'_B die Transformationsfunktionen der beiden Einheiten dar. Die politische Einheit A verfügt über einen komparativen Kostenvorteil bei der Produktion des öffentlichen Gutes, was sich in einer vergleichsweise geringeren absoluten Steigung der Transformationsfunktion zeigt. I_1^A , I_2^A , I_3^A und I_1^B , I_2^B , I_3^B sind gesellschaftliche Indifferenzkurven.

Im folgenden sollen zunächst alle pareto-optimalen Situationen dargestellt werden. Daran anschließend wird untersucht, welche dieser Pareto-Optima durch Verhandlungen realisiert werden können.

Fügt man die Produktionsmöglichkeitenblöcke der beiden politischen Einheiten zusammen, so erhält man in Abbildung III mit *ODEF* den gemeinsamen Produktionsmöglichkeitenblock der beiden Einheiten und mit der geknickten Linie *DEF* die zugehörige Transformationsfunktion²⁴.

Diese Produktionsmöglichkeitengrenze wird *nicht* erreicht, wenn die beiden politischen Einheiten die oben beschriebene Cournotsche Verhaltensweise an den Tag legen, denn in diesem Gleichgewicht spezialisiert sich keine der beiden Einheiten auf die Produktion eines der beiden Güter. Das lässt sich leicht anhand der Abb. III zeigen. Mit T_A T'_A und T_B T'_B sind in dieser Abbildung die Transformationsfunktionen der beiden politischen Einheiten A und B noch einmal eingezeichnet. Sind S und Q diejenigen Punkte, die dem „independent adjustment equilibrium“ (\bar{Y}^A , \bar{Y}^B) der Abb. I entsprechen, so ist P der gemeinsame Produktionspunkt. P liegt innerhalb des gemeinsamen Produktionsmöglichkeitenblocks. Das „independent adjustment equilibrium“ ist mithin

²⁴ Takayama (1972), 120.

nicht effizient. Die gemeinsame Produktionsmöglichkeitengrenze wird nur dann erreicht, wenn sich zumindestens eine der beiden Einheiten völlig auf die Herstellung desjenigen Gutes spezialisiert hat, bei dem sie einen komparativen Kostenvorteil hat. D. h. bis zu der Menge OT_A' des öffentlichen Gutes sollte nur die politische Einheit A dieses Gut produzieren, wohingegen sich die Einheit B auf das private Gut spezialisieren sollte. Werden größere Mengen des öffentlichen Gutes benötigt, so sollte sich die politische Einheit A völlig auf die Produktion dieses Gutes spezialisieren und Einheit B die darüber hinausgehende Menge — mit erhöhten Stückkosten — anbieten.

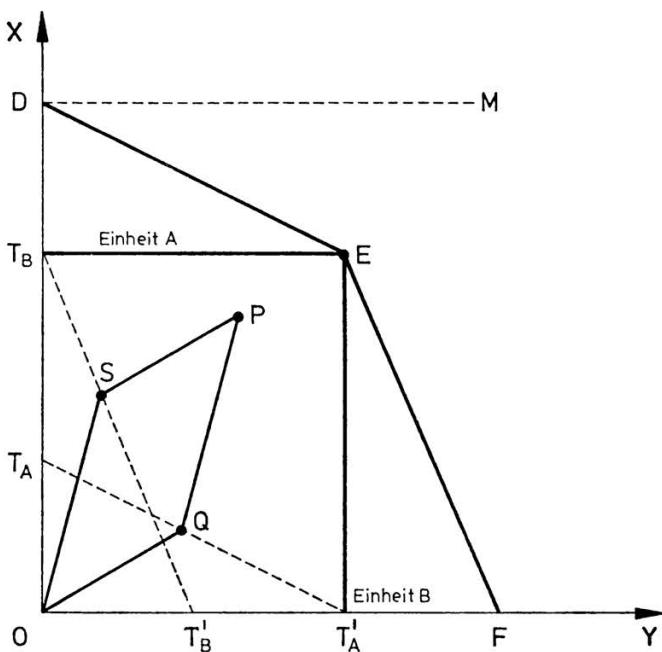


Abb. III

Unter der Voraussetzung, daß effizient produziert wird — lassen sich die möglichen Pareto-Optima wie folgt ermitteln²⁵. Zunächst wird die Transformationsfunktion DEF an der Linie DM nach oben gespiegelt:

²⁵ Die folgenden graphischen Darstellungen basieren auf *Shibata* (1971).

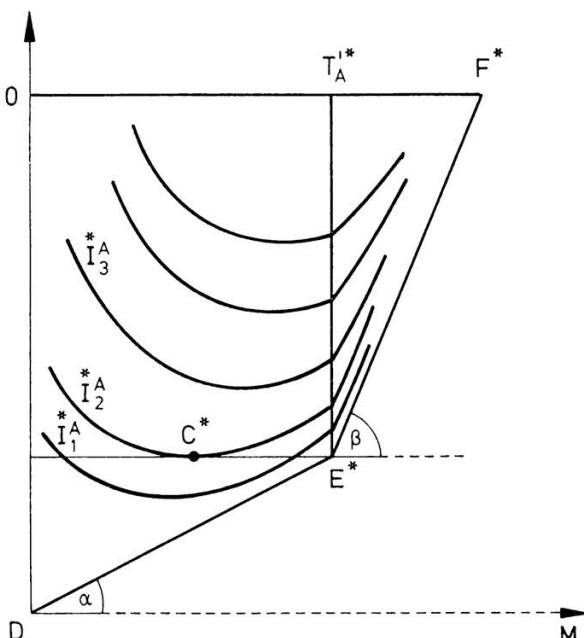


Abb. IV

Aufgrund der Konstruktion gilt:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{dX^A}{dY^A} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \beta = -\frac{dX^B}{dY^B}$$

In einem zweiten Schritt werden die gesellschaftlichen Indifferenzlinien $I_1^A, I_2^A, I_3^A, \dots$ vertikal zu der Linie DE^*F^* addiert. Die sich so ergebenden modifizierten Indifferenzlinien weisen bis zur Linie $T_A^*E^*$ eine Steigung von

$$\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} - \frac{dX^A}{dY^A}$$

und danach eine solche von

$$\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} - \frac{dX^B}{dY^B}$$

auf.

Spiegelt man die so gewonnenen Kurven wider an der Linie DM nach unten und zeichnet zum Ursprung 0 die gesellschaftlichen Indifferenzlinien der politischen Einheit B ein, so erhält man die folgende Abbildung:

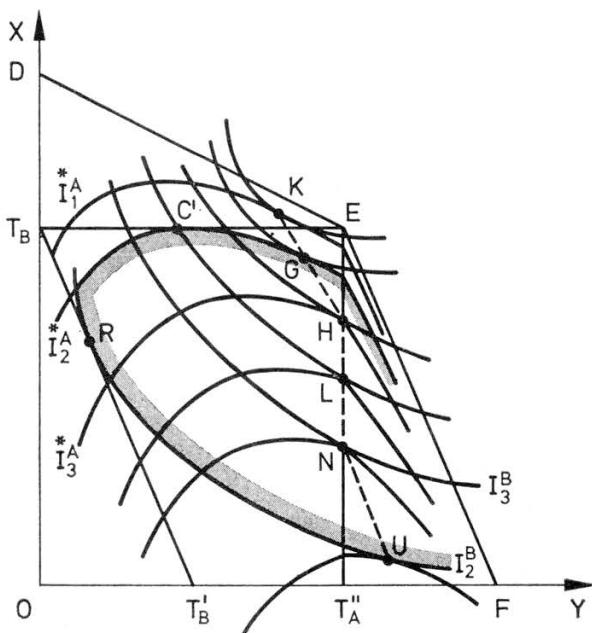


Abb. V

Die modifizierten Indifferenzlinien der politischen Einheit A weisen nun Steigungen von

$$-\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \frac{dX^A}{dY^A} \quad \text{für } 0 < Y < T_A''$$

bzw.

$$-\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \frac{dX^B}{dY^B} \quad \text{für } T_A' < Y < F$$

auf.

Die Menge aller Pareto-Optima wird durch die gebrochene Linie KU angegeben, denn solange kein Punkt auf dieser Linie erreicht ist, ist es möglich, die Bewohner beider politischer Einheiten besserzustellen. Auf dieser Linie gilt aufgrund der Konstruktion die oben für den Fall linearer Transformationskurven abgeleitete Bedingung für Pareto-Optimalität:

$$(9'') \quad -\frac{dX^A}{dY^A} \leq -\left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy} \right] \leq -\frac{dX^B}{dY^B}$$

wobei das Ungleichheitszeichen mindestens einmal gilt²⁶.

Nach Ableitung aller Pareto-Optima soll nun geprüft werden, welche dieser Pareto-Optima durch Verhandlungen erreicht werden können.

Erkennen die beiden politischen Einheiten die Entscheidungsinterdependenz, so werden sie in Verhandlungen über die bereitzustellende Menge des öffentlichen Gutes eintreten.

Streben sie danach, ihre knappen Ressourcen möglichst effizient einzusetzen, so werden sie in einem ersten Schritt vereinbaren, die gegebenen komparativen Kostenvorteile in der oben beschriebenen Weise auszunutzen.

Der Bereich, in dem dann noch wechselseitig vorteilhafte Verhandlungen über die bereitzustellende Menge des öffentlichen Gutes und die zugehörige Lastverteilung möglich sind, ergibt sich aus den folgenden Überlegungen. Selbst dann, wenn die jeweils andere Seite gänzlich auf die Bereitstellung des öffentlichen Gutes verzichtet — sich also als Trittbrettfahrer verhält — können die beiden Einheiten die Nutzenniveaus I_2^A bzw. I_2^B allein und aus eigener Kraft realisieren. Gegenseitig vorteilhafte Vereinbarungen sind damit in dem geränderten Bereich möglich. Erst wenn ein Punkt auf der Linie GU erreicht ist, sind diese Möglichkeiten erschöpft. Welcher Punkt auf dieser Linie im Rahmen von Verhandlungen tatsächlich realisiert wird, hängt von der Verhandlungsmacht und den Verhandlungsstrategien der beiden politischen Einheiten ab. Hat z. B. die politische Einheit A bereits vor Aufnahme der Verhandlungen den Punkt C' realisiert und einigen sich die Verhandlungspartner darauf, den Punkt H zu verwirklichen, so erfordert das, daß die Einheit A die Produktion des öffentlichen Gutes um $C' E$ -Einheiten ausdehnt und dafür von der politischen Einheit B die Menge EH des privaten Gutes erhält. In diesem Fall würde der Ricardo-Punkt realisiert, d. h. beide Einheiten würden sich vollständig auf die Produktion jeweils eines Gutes spezialisieren.

Welche Modifikationen die bisher abgeleiteten Ergebnisse erfahren, wenn — statt linearer — streng konkave Transformationsfunktionen unterstellt werden, soll im folgenden untersucht werden.

²⁶ So gilt beispielsweise in Punkt G

$$-\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \frac{dX^A}{dY^A} = \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy}$$

bzw.

$$-\frac{dX^A}{dY^A} = -\left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy} \right] < -\frac{dX^B}{dY^B}$$

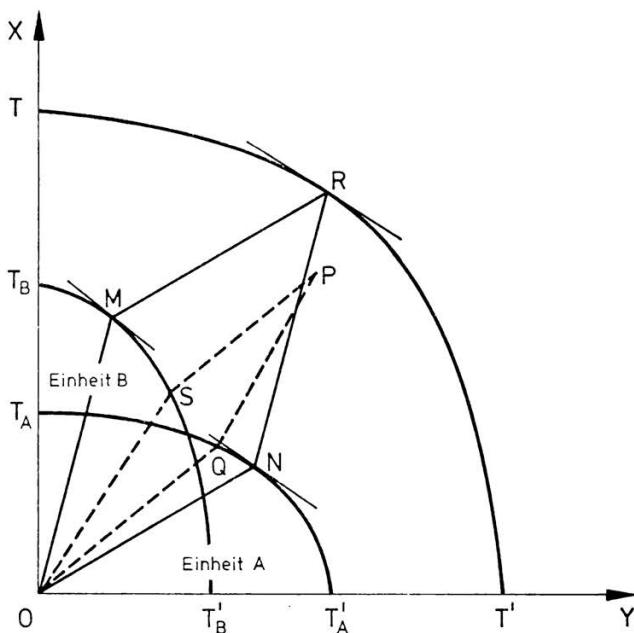


Abb. VI

In Abbildung VI sind mit T_A T'_A und T_B T'_B die beiden streng konkaven Transformationsfunktionen der politischen Einheiten A und B eingezeichnet. Die gemeinsame Transformationsfunktion TT' lässt sich daraus wie folgt gewinnen²⁷. Für jede vorgegebene Menge des Gutes X ist die gemeinsam in beiden Einheiten maximal noch produzierbare Menge des Gutes Y dann erreicht, wenn

$$-\frac{dX^A}{dY^A} = -\frac{dX^B}{dY^B}$$

gilt²⁸. Diese Bedingung ist beispielsweise in den Punkten M und N erfüllt. Addiert man diese Punkte, so erhält man mit R einen Punkt auf der gemeinsamen Produktionsmöglichkeitsgrenze. Analog lassen sich alle weiteren Punkte dieser Grenze konstruieren.

Sind Q und S wiederum diejenigen Punkte, die dem „independent adjustment equilibrium“ (\bar{Y}^A , \bar{Y}^B) der Abbildung I entsprechen, so ist P der gemeinsame Produktionspunkt. P liegt wiederum innerhalb des gemeinsamen Produktionsmöglichkeitenblocks. Das „independent adjustment equilibrium“ ist also auch in diesem Fall in der Regel nicht effi-

²⁷ Malinvaud (1972), 90. Siehe auch Hicks (1939), 701 - 706.

²⁸ Siehe Bedingung (9).

zient²⁹. Im dargestellten Fall wird die gemeinsame Produktionsmöglichkeitengrenze — ausgehend von Q und S — erreicht, wenn sich die Einheit B verstärkt der Produktion des privaten Gutes X und die Einheit A verstärkt der Produktion des öffentlichen Gutes Y widmen.

Für den Fall, daß auf der gemeinsamen Produktionsmöglichkeitengrenze produziert wird — was entsprechende Verhandlungen zwischen den politischen Einheiten voraussetzt — läßt sich die Menge aller pareto-optimalen Verhandlungslösungen nach dem von Shibata entwickelten und oben bereits angewendeten Verfahren ermitteln:

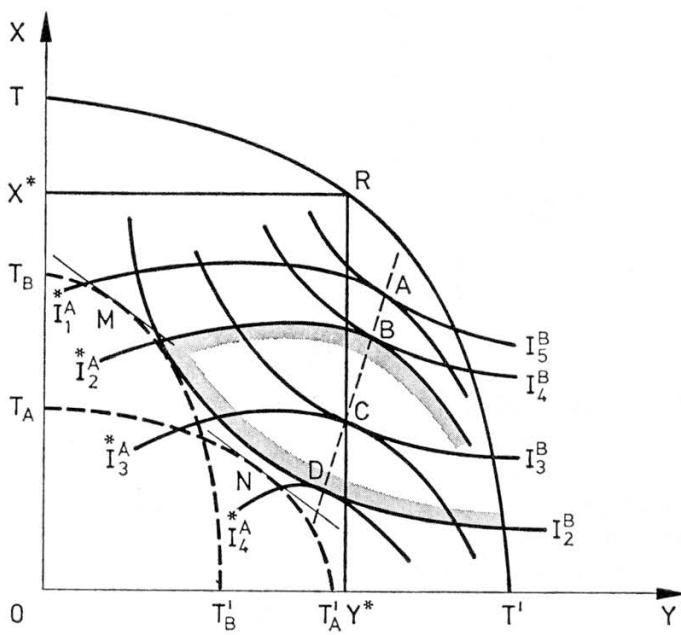


Abb. VII

In Abbildung VII ist Abbildung VI um die gesellschaftlichen Indifferenzlinien der beiden politischen Einheiten ergänzt. Die Verbindungsgeraden der Tangentialpunkte $ABCD$ gibt alle möglichen Pareto-Optima an³⁰. Wechselseitig vorteilhafte Verhandlungen sind in der geränderten Ellipse möglich.

²⁹ Nur für den Fall, daß zufällig die Punkte S und Q sich dadurch auszeichnen, daß

$$-\frac{dX^A}{dY^A} = -\frac{dX^B}{dY^B}$$

gilt, wird im „independent adjustment equilibrium“ effizient produziert.

Einigen sich beide Einheiten auf den Punkt C , so müssen insgesamt die Mengen OX^* und OY^* der beiden Güter produziert werden. Die zugehörigen Produktionspunkte auf den Transformationsfunktionen der beiden politischen Einheiten sind M und N . Einheit B muß Einheit A durch Lieferungen des privaten Gutes zu einer Ausdehnung des öffentlichen Gutes veranlassen.

Abschließend soll der Erklärungswert der entwickelten Lösung am Beispiel des eingangs angeführten „Chloridübereinkommens“ demonstriert werden. Die Wasserqualität des Rheins kann etwa im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung in den Anliegerstaaten verbessert werden, indem entweder die Anlieger das verschmutzte Wasser entsprechend aufbereiten oder indem die Franzosen das Salz anderweitig verbringen. Die Franzosen haben dabei sicherlich komparative Kostenvorteile. Korrekterweise sieht das Übereinkommen vor, daß die Franzosen aktiv werden. Von einer entsprechenden Maßnahme profitieren alle Anliegerstaaten. Konsequenterweise haben diese angeboten, sich an der Finanzierung der entsprechenden Maßnahmen zu beteiligen. Die Vielzahl der möglichen Verhandlungsergebnisse führte dazu, daß die Franzosen „pokern“. Obwohl die Anliegerstaaten zum Teil die vereinbarten Finanzierungsbeiträge bereits überwiesen haben³¹, setzen die Franzosen auf erneute Verhandlungen — offensichtlich um das Verhandlungsergebnis in ihrem Sinne zu verbessern.

Zusammenfassung

Wichtige Umweltprobleme sind von grenzüberschreitender Bedeutung und mithin nur auf internationaler Ebene lösbar. Einen Ansatzpunkt zur theoretischen Analyse der entsprechenden Probleme bietet die Theorie der international öffentlichen Güter. In diesem Beitrag wird der Bereich der pareto-optimalen Verhandlungslösungen für die bereitzustellende Menge des internationalen öffentlichen Gutes Umweltschutz abgeleitet. Darüber hinaus wird gezeigt, daß die Realisierung eines solchen Optimums die Verwirklichung einer an den komparativen Kostenvorteilen orientierten internationalen Arbeitsteilung voraussetzt.

³⁰ Die entsprechende *Samuelson*-Bedingung wurde oben abgeleitet:

$$(9) \quad -\frac{dX^A}{dY^A} = -\left[\sum_{i=1}^N \frac{dx_A^i}{dy} + \sum_{j=1}^M \frac{dx_B^j}{dy} \right] = -\frac{dX^B}{dY^B}.$$

³¹ Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (1980), 20.

Summary

Important effects of environmental problems are not limited by national borders. Consequently they can only be solved by international agreements. A starting point for the analysis of the corresponding problems is the theory of international public goods. In this contribution the area of pareto-optimal bargaining solutions is derived. Furthermore it is shown that the realization of such an optimum implies that the international division of labour corresponds to the principle of comparative advantage.

Literatur

- Breton, A. (1970), Public Goods and the Stability of Federalism. *Kyklos* 23, 882 - 902.
- Bundesministerium für innerdeutsche Beziehungen (1980), Zehn Jahre Deutschlandpolitik — Die Entwicklung der Beziehungen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik 1969 - 1979, Bericht und Dokumentation.
- Connelly, M. (1972), Trade in Public Goods: A Diagrammatic Analysis. *Quarterly Journal of Economics* 86, 61 - 78.
- Hicks, J. R. (1939), Foundation of Welfare Economics. *Economic Journal* 49, 696 - 712.
- Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (1980), Tätigkeitsbericht 1979, Koblenz.
- (1982), Tätigkeitsbericht 1980, Koblenz.
- Kiesling, H. (1974), Public goods and the possibilities for trade. *The Canadian Journal of Economics* 7, 402 - 417.
- (1976), A Model for Analyzing the Effects of Government Consolidation in the Presence of Public Goods. *Kyklos* 29, 233 - 255.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (1981), Entwurf Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft für den Umweltschutz 1982 - 1986, Brüssel.
- Malinvaud, E. (1972), *Lectures on Microeconomic Theory*. Amsterdam, London.
- Ng, Y.-K. (1971), Public Goods and the Stability of Federalism: An Extension. *Kyklos* 24, 562/3.
- Olson, M. Jr. and R. Zeckhauser (1967), Collective Goods, Comparative Advantage, and Alliance Efficiency, in: R. N. McKean (ed.), *Issues in Defense Economics*, New York, London, 25 - 48.
- / — (1970) The Efficient Production of External Economics. *The American Economic Review* 60, 512 - 517.
- Pauly, M. V. (1970), Optimality, Public Goods, and Local Governments: A Theoretical Analysis. *Journal of Political Economy* 78, 572 - 585.
- Samuelson, P. A. (1955), Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics* 37, 1226 - 1232.
- Sandler, T. (1975), Pareto Optimality, Pure Public Goods, Impure Public Goods, and Multiregional Spillovers. *Scottish Journal of Political Economy* 22, 25 - 38.

- and R. *Shelton* (1972), Fiscal Federalism, Spillovers and the Export of Taxes. *Kyklos* 25, 736 - 753.
 - and A. J. *Culyer* (1982 a), Joint Products and Inter-Jurisdictional Spillovers: Some Public Goods Geometry. *Kyklos* 35, 702 - 709.
 - / — (1982 b), Joint Products and Multijurisdictional Spillovers. *Quarterly Journal of Economics* 96, 707 - 716.
- Shibata*, H. (1971), A Bargaining Model of the Pure Theory of Public Expenditure. *Journal of Political Economy* 79, 1 - 29.
- Takayama*, A. (1972), International Trade. An Approach to the Theory. New York, et al.