

Siebert, Horst

Book Part — Digitized Version

Die Umwelt in neoklassischen Außenhandelsmodellen

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Siebert, Horst (1976) : Die Umwelt in neoklassischen Außenhandelsmodellen, In: Jansen, Peter-Jörg Moeschlin, Otto Rentz, Otto (Ed.): Quantitative Modelle für ökonomisch-ökologische Analysen, ISBN 3-445-01417-5, Hain, Meisenheim am Glan, pp. 105-125

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/4278>

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.

Die Umwelt in neoklassischen Außenhandelsmodellen

Horst Siebert*

I. Das Problem

Die Berücksichtigung der Umwelt in ökonomischen Problemen mit internationalem Aspekt wirft die folgenden vier Fragen auf:

1. Inwieweit beeinflusst die Umweltpolitik die komparativen Preisvorteile eines Landes?
2. Wie wirken sich Änderungen in den komparativen Preisvorteilen zwischen Ländern auf die internationalen Warenströme, die Zahlungsbilanzsituationen, die Wechselkurse und die terms of trade aus?
3. Beeinflussen Änderungen in komparativen Preisvorteilen die internationale Allokation der Produktionsfaktoren und damit den Standort von Unternehmen?
4. Welche Aussagen über die "gains from trade" sind möglich, wenn "Wohlfahrt" auch in bezug auf die Umweltqualität definiert wird?

Die folgende Analyse beschränkt sich auf Problem 1.

II. Prämissen

Eine der grundlegenden Hypothesen zur Erklärung von Handelsströmen ist, daß ein Land ein Gut exportiert, wenn es einen komparativen Preisvorteil (bei der Produktion dieses Gutes) hat. Bezeichne $p = p_1/p_2$ die Preisrelation des Inlandes vor Aufnahme des Handels und p^+ die Preisrelation des Auslandes vor Handel, so lautet die Bedingung für Handel

$$p > p^+ \quad (1)$$

Das folgende Modell untersucht, unter welchen Bedingungen sich die Preisrelation p mit umweltpolitischen Maßnahmen ändert und welche Revisionen der Spezialisierung daraufhin erfolgen.

Die folgenden Prämissen werden unterstellt:

* Für kritische Hinweise zu einer ersten Fassung danke ich W. Eichhorn und O. Moeschlin sowie meinen Mitarbeitern Dipl.-Volksw. R. Gronych, Dr.R.Pethig und cand.rer.pol. G. Rübel.

A 1: In einer Zwei-Sektor-Zwei-Faktor-Ökonomie sind die Produktionsfunktionen substitutional. Q_i kennzeichnet den Output des Sektors i , A_i und K_i die Faktoreinsatzmengen.

$$Q_i = F_i(A_i, K_i) \text{ mit } F_{A_i}^i, F_{K_i}^i > 0; F_{A_i}^{ii}, F_{K_i}^{ii} < 0 \quad (2)$$

A 2: Die Produktion der Güter i läßt als Kuppelprodukt einen Schadstoff entstehen. Die Schadstoffmenge (S_i^P) steigt proportional oder progressiv mit steigendem Output.

$$S_i^P = H_i(Q_i) \text{ mit } H_i' > 0; H_i'' \geq 0 \quad (3)$$

A 3: Jeder Sektor verfügt über eine Beseitigungstechnologie. S_i^r kennzeichnet beseitigte Schadstoffmengen, A_i^r , K_i^r die Faktoreinsätze in der Schadstoffbeseitigung. Es wird unterstellt, daß bei der Schadstoffbeseitigung keine Schadstoffe entstehen.

$$S_i^r = F_i^r(A_i^r, K_i^r) \text{ mit } F_{A_i^r}^r, F_{K_i^r}^r > 0; F_{A_i^r}^{rr}, F_{K_i^r}^{rr} < 0 \quad (4)$$

Alternativ oder zusätzlich könnte auch die Beseitigungstechnologie einer staatlichen Organisation (Wasserwirtschaftsverbände) unterstellt werden.

A 4: Der Staat erhebt eine Emissionssteuer z auf die Nettoemissions-einheit (S_i), wobei gilt

$$S_i = S_i^P - S_i^r \quad (5)$$

Die Emissionssteuer z wird nicht als endogene Variable behandelt, sondern als eine vorgegebene Größe des Gesamtsystems.

A 5: Unternehmen maximieren ihren Gewinn und befinden sich in vollständiger Konkurrenz, d. h. sie betrachten Güter- und Faktorpreise als Datum. Auch die Emissionssteuer z ist für die Unternehmen ein Datum.

A 6: Die Faktorbestände sind gegeben; die Faktoren sind vollbeschäftigt:

$$A_1 + A_2 + A_1^r + A_2^r = \bar{A} \quad (6)$$

$$K_1 + K_2 + K_1^r + K_2^r = \bar{K} \quad (7)$$

III. Das Modell

1. Aus A 1 - A 5 ergibt sich für das gewinnmaximierende Unternehmen die Lagrangefunktion, wobei l und r die gegebenen Faktorpreise kennzeichnen.

$$\begin{aligned} L_i = & p_i Q_i - l (A_i + A_i^r) - r (K_i + K_i^r) - z S_i \\ & - \lambda_{Q_i} [Q_i - F_i (A_i, K_i)] \\ & - \lambda_{S_i^p} [S_i^p - H_i (Q_i)] \\ & - \lambda_{S_i^r} [S_i^r - F_i^r (A_i^r, K_i^r)] \\ & - \lambda_{S_i} [S_i - S_i^p + S_i^r] \quad \text{Max!} \end{aligned} \quad (8)$$

Aus (8) erhält man die Bedingungen für die gewinnmaximale Faktornachfrage ¹⁾

$$\begin{aligned} l &= z F_{A_i}^r \\ r &= z F_{K_i}^r \\ l &= (p_i - z H_i^p Q_i) F_{A_i}^l \\ r &= (p_i - z H_i^p Q_i) F_{K_i}^l \end{aligned} \quad (9)$$

Unter Beachtung der Annahme der Linear-Homogenität der Produktionsfunktion (A 1) und unter Berücksichtigung der Definition eines Produzentenpreises $p_i^* = p_i - z H_i^p$ (p_i kennzeichnet den Konsumenten- oder Marktpreis) erhält man aus (9), wobei k_i die Kapitalintensität kennzeichnet

1) Die Bedingung für die Existenz eines Maximums wird nicht untersucht. Im übrigen ist zu fordern, daß alle Größen nichtnegativ sind.

$$1 = z (f_i^r - k_i^r f_i^{r'}) \quad (i)$$

$$r = z f_i^{r'} \quad (ii)$$

(9')

$$1 = p_i^* (f_i - k_i f_i')$$

(iii)

$$r = p_i^* f_i' \quad (iv)$$

Die Division von (i) durch (ii) ergibt

$$\frac{1}{r} = \frac{f_i^r - k_i^r f_i^{r'}}{f_i^{r'}} \quad \text{mit} \quad \frac{d(\frac{1}{r})}{dk_i^r} = - \frac{f_i^r f_i^{r''}}{(f_i^{r'})^2} > 0$$

Man erhält die Zuordnung¹⁾

$$k_i^r = \vartheta_i^r \left(\frac{1}{r}\right) \quad \text{mit} \quad \vartheta_i^{r'} > 0 \quad (10)$$

Aus (9') (iii) und (iv) ergibt sich

$$k_i = \vartheta_i \left(\frac{1}{r}\right) \quad \text{mit} \quad \vartheta_i' > 0 \quad (10')$$

Aus (9') (iv) folgt

$$p_1^* f_1' = p_2^* f_2'$$

oder

$$p^* = \frac{p_1^*}{p_2^*} = \frac{f_2' \vartheta_2 \left(\frac{1}{r}\right)}{f_1' \vartheta_1 \left(\frac{1}{r}\right)} \quad (11)$$

mit

$$\frac{dp^*}{d\left(\frac{1}{r}\right)} = \frac{(k_2 - k_1)}{\left(\frac{1}{r} + k_1\right)\left(\frac{1}{r} + k_2\right)} \quad (11')$$

1) Zur Ableitung vgl. z. B. H. Siebert, Außenhandelstheorie, Stuttgart 1973, S. 30 f.

Damit erhält man eine Zuordnung der Form

$$p^* = g\left(\frac{1}{r}\right) \quad \text{mit } g' > 0 \text{ für } k_2 > k_1 \quad (11'')$$

Das System (9') kann damit mit Hilfe des variierten Harrod-Johnson-Diagramms dargestellt werden. Bei vorgegebenem $\frac{1}{r}$ sind die Kapitalintensitäten in den beiden Sektoren und in den Schadstoffbeseitigungsaktivitäten determiniert.

Die Reduzierung des Systems auf $\left(\frac{1}{r}\right)$ wäre für die technische Durchführbarkeit der Lösung von erheblichem Vorteil, da das Gleichungssystem vereinfacht würde. Die in (9') vorgenommene Reduzierung auf $\left(\frac{1}{r}\right)$ gestattet aber nicht die Spezifizierung der Faktoreinsatzmengen und der Outputniveaus, die jedoch die Emissionen bestimmen. Folglich kann (9') nur als Interpretation eines Teilaspekts verstanden werden.

2. Zur Bestimmung der Variablen in den Gleichungen (2) - (9), insbesondere der Güterpreisrelation, sind die Nachfrage nach Gütern und die Gleichgewichtsbedingungen auf dem Gütermarkt zu beachten.

Die Nachfragebeziehungen seien gegeben mit

$$Q_i^D = D_i(p, Y)$$

$$\text{mit } p = p_1/p_2$$

$$D_{1p}' = \frac{\partial D_1}{\partial p} < 0;$$

$$D_{2p}' = \frac{\partial D_2}{\partial p} > 0; \quad (12)$$

$$D_{iY}' = \frac{\partial D_i}{\partial Y} \geq 0$$

Gleichgewicht auf den Gütermärkten erfordert

$$Q_i = Q_i^D \quad (13)$$

Um das Modell zu "schließen", kann unterstellt werden, daß der Staat die Steuereinnahmen an die Haushalte weitergibt. Das Einkommen Y aller Haushalte ist definiert als Summe aller Faktoreinkommen und der Transfers aus den Emissionssteuereinnahmen. Dieses Einkommen wird voll für die beiden Güter ausgegeben:

$$Y = p_1 Q_1 + p_2 Q_2, \quad (14)$$

d. h. Y enthält die nicht explizit ausgewiesenen Transfers.

Zu beachten ist, daß p den Konsumentenpreis angibt. Die Definition von Y mit Hilfe des Produzentenpreises p^* müßte explizit die gezahlten Emissionssteuern auf der rechten Seite von (14) beachten.

3. Unter Anwendung des Walrasschen Gesetzes (Gesamtnachfrage ist identisch dem Faktoreinkommen plus Transfers) muß auf eine der Gleichgewichtsbedingungen für den Gütermarkt verzichtet werden, da ansonsten das System überbestimmt ist. Wählt man Gut 2 als numeraire und dividiert alle monetären Größen durch p_2 , mit $p = p_1/p_2$, so erhält man folgendes Gleichungssystem (zur Vereinfachung bleiben die Symbole nach Division durch p_2 unverändert):

$$F_1(A_1, K_1) = D_1(p, pF_1(A_1, K_1) + Q_2) \quad (i)$$

$$Q_2 = F_2(A_2, K_2) \quad (ii)$$

$$1 = \sum F_{A_i}^r(A_i^r) \quad (iii-iv)$$

$$r = \sum F_{K_i}^r(K_i^r) \quad (v-vi)$$

$$1 = (p - zH_1^t F_1(A_1, K_1)) F_{A1}^t \quad (vii)$$

$$1 = (1 - zH_2^t F_2(A_2, K_2)) F_{A2}^t \quad (viii)$$

$$r = (p - zH_1^t F_1(A_1, K_1)) F_{K1}^t \quad (ix)$$

$$r = (1 - zH_2^t F_2(A_2, K_2)) F_{K2}^t \quad (x)$$

$$\bar{A} = A_1 + A_2 + A_1^r + A_2^r \quad (\text{xi})$$

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_1^r + K_2^r \quad (\text{xii}) \quad (15)$$

Das System enthält 12 Gleichungen und die 12 Variablen $Q_2, A_i, K_i, A_i^r, K_i^r, p, l, r$. z wird exogen vorgegeben. Totale Differentiation ergibt nach Substitution ein Gleichungssystem mit neun Gleichungen und neun Variablen.

IV. Lösungen

1. Die Lösung des Ansatzes (15)¹⁾ ergibt relativ unübersichtliche Ausdrücke, deren ökonomische Interpretation Schwierigkeiten bereitet. Aus diesem Grund wird im folgenden die vereinfachende Annahme gemacht, daß nur eine Ressource eingesetzt wird. Damit gehen zwangsläufig alle Informationen über die Faktorintensitäten verloren. Bezeichnet man die Ressource mit R , so lautet der Ansatz:

$$F_1(R_1) = D_1 (p, pF_1(R_1) + F_2(R_2)) \quad (\text{i})$$

$$r = zF_i^{r_i} (R_i^r) \quad (\text{ii-iii})$$

$$r = (p - zH_1^1) F_1^1(R_1) \quad (\text{iv}) \quad (16)$$

$$r = (1 - zH_2^2) F_2^2(R_2) \quad (\text{v})$$

$$\bar{R} = R_1 + R_2 + R_1^r + R_2^r \quad (\text{vi})$$

Das System enthält die sechs Variablen $R_1, R_2, R_1^r, R_2^r, p, r$ und sechs Gleichungen. Totale Differentiation von (16) ergibt:

1) Die Existenz und Eindeutigkeit einer Lösung setzt Bedingungen über die Funktionen des Modells voraus, die hier nicht untersucht werden. Ferner ist zu beachten, daß (17) eine linearisierte Form des Modells darstellt.

$$\begin{bmatrix} -zF_1^{r''} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ zF_2^{r''} & zF_2^{r''} & zF_2^{r''} & 0 & 1 \\ 0 & a_1 & 0 & -F_1' & 1 \\ 0 & 0 & a_2 & 0 & 1 \\ 0 & b_1 F_1' & -D_{1Y}^1 F_2' & -b_2 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} dR_1^r \\ dR_1 \\ dR_2 \\ dp \\ dr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1^r dz \\ F_2^r dz \\ -F_1' H_1^1 dz \\ -F_2' H_2^1 dz \\ 0 \end{bmatrix} \quad (17)$$

Die Koeffizienten sind wie folgt definiert:

$$a_i = zH_i'' F_i'^2 - (\alpha_i - zH_i') F_i'' > 0 \quad (i)$$

$$\text{mit } \alpha_1 = p \quad \text{und} \quad \alpha_2 = 1$$

$$b_1 = 1 - D_{1Y}^1 p = D_{2Y}^1 > 0 \quad (ii) \quad (18)$$

$$b_2 = D_{1p}^1 + D_{1Y}^1 F_1 \quad (iii)$$

Bezeichnet D_{1p}^1 den reinen Substitutionseffekt, so gilt unter Beachtung der Slutsky-Zerlegung¹⁾

$$D_{1p}^1 = D_{1p}^1 \text{comp.} - D_{1Y}^1 D_1$$

$$\text{und wegen } D_1 = F_1(R_1)$$

$$D_{1p}^1 \text{comp.} = D_{1p}^1 + D_{1Y}^1 F_1(R_1) = b_2 < 0,$$

denn der reine Substitutionseffekt ist immer negativ.

1) M. D. Intrilligator, Mathematical Optimization and Economic Theory, Englewood Cliffs 1971, S. 158

2. Für die Nennerdeterminante ergibt sich

$$\begin{aligned} \Delta = z F_1^{r''} \{ & a_2 (z F_2^{r''} b_2 + F_1^2 D_{2Y}^1 - a_1 b_2 \\ & - z F_2^{r''} (D_{1Y}^1 F_1^1 F_2^1 + F_1^2 D_{2Y}^1 - a_1 b_2)) \} \\ & + z F_2^{r''} a_2 (F_1^2 D_{2Y}^1 - a_1 b_2) \end{aligned} \quad (19)$$

Da $F_i^{r''}$, $b_2 < 0$ und alle anderen Koeffizienten größer Null, folgt $\Delta < 0$.

3. Für die Veränderung des Konsumentenpreises p erhält man

$$dp = \frac{\Delta_4}{\Delta} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \text{mit } \Delta_4 = \{ & F_1^{r''} F_2^{r''} z (F_1^1 D_{2Y}^1 + F_2^1 D_{1Y}^1) (F_2^1 H_2^1 - F_1^1 H_1^1) \\ & + F_1^1 D_{2Y}^1 a_2 F_1^{r''} (F_2^{r_1} + H_1^1 F_1^1) + F_2^{r''} (F_1^{r_1} + H_1^1 F_1^1) \\ & - F_2^1 D_{1Y}^1 a_1 F_1^{r''} (F_2^{r_1} + H_2^1 F_2^1) + F_2^{r''} (F_1^{r_1} + H_2^1 F_2^1) \} z dz \end{aligned} \quad (20')$$

Es gilt

$$\frac{dp}{dz} > 0 : H_1^1 F_1^1 > H_2^1 F_2^1 \quad \text{und} \quad F_1^1 D_{2Y}^1 a_2 > F_2^1 D_{1Y}^1 a_1 \quad (21)$$

4. Der erste Teil der Bedingung (21) ist bereits für eine Reihe anderer Annahmen abgeleitet worden wie z. B. mit unvollkommener Mobilität der Ressource zwischen den Sektoren [12], mit Endogenisierung der Gebühr z in Abhängigkeit von einem Präferenzparameter λ [10] und mit Endogenisierung von z bei gleichzeitiger expliziter Berücksichtigung von Beseitigungstechnologien für die Sektoren und eine Umweltbehörde [15].

Der erste Teil der Bedingung (21) kann wie folgt interpretiert werden. Man betrachte eine Funktion

$$S_i^D = H_i F_i (R_i) = Z_i (R_i).$$

Die erste Ableitung dieser Funktion nach R_1 kann als Emissionsgrenzneigung einer Ressourceneinheit interpretiert werden, mit $H_1^1 F_1^1 = Z_1^1$. Damit ergibt sich als Resultat:

Wird eine Emissionssteuer erhoben, so steigt der Konsumentenpreis desjenigen Produkts, bei dem die größere Emissionsgrenzneigung einer Ressourceneinheit vorliegt. Bezeichnet man das Produkt mit der größeren Emissionsgrenzneigung einer Ressourceneinheit als schadstoffintensiv hergestelltes Gut, so gilt: Eine Emissionssteuer läßt den Konsumentenpreis des schadstoffintensiv erzeugten Gutes steigen.

5. Eine weitere Interpretation des ersten Teils der Bedingung (21) setzt eine Analyse der Eigenschaften der Z_1 -Funktionen voraus. Diese Funktionen können konkav oder konvex sein.¹⁾ Folglich ergeben sich für $S_1^P > S_2^P |_{R_1 = R_2}$ vier mögliche Fälle (beide konvex konkav; beide Kurven konvex; S_1^P konkav; S_2^P konvex; und umgekehrt).

Schaubild 1, in dem ein möglicher Fall dargestellt ist, zeigt, daß eine weitere Zerlegung des ersten Teils der Bedingung (21) unnötig restriktiv ist. Hinreichend für den ersten Teil der Bedingung (21) ist, daß

$$H_1^1 > H_2^1 \quad (i)$$

$$F_1^1 > F_2^1 \quad (ii) \quad (22)$$

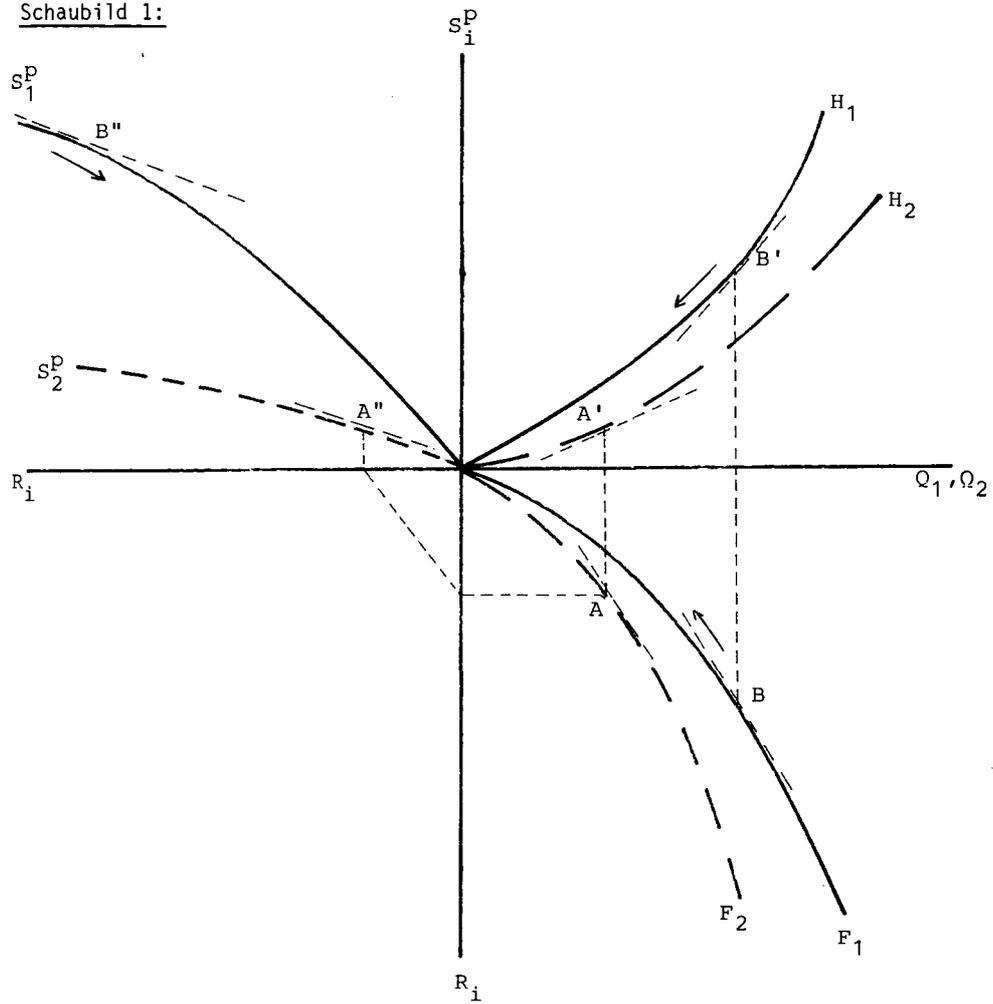
Angenommen Sektor 2 befinde sich in der Ausgangslage in Punkt A. Dann fordert $F_1^1 > F_2^1$, daß Sektor 1 durch eine Situation links von B gekennzeichnet ist. Im Rahmen der Anpassungsprozesse nach Steuererhebung ist für $F_1^1 > F_2^1$ zulässig, daß a) bei Konstanz von R_1 der Faktoreinsatz R_2 zunimmt, oder b) bei Konstanz von R_2 der Faktoreinsatz R_1 sinkt. Der Fall einer gleichzeitigen Zunahme von R_1 und R_2 ist unter der Bedingung $F_1^1 > F_2^1$ ebenfalls zugelassen, aber wegen der Ressourcenrestriktion und beim Übergang von einem Nulltarif der Umweltnutzung zu einer Steuerlösung wegen $R_1^r \geq 0$ ökonomisch irrelevant.

1) Die Bedingung für Konkavität lautet $\frac{d^2 S^P}{dR^2} = H'' F_R'^2 + H' F_R'' < 0$

Schaubild 1 zeigt, daß für den Bereich $F'_1 > F'_2$ auch $H'_1 > H'_2$ erfüllbar ist, so daß die Bedingungen (22) für

$\frac{dp}{dz} > 0$ nicht im Widerspruch stehen. Die Pfeile geben den zulässigen Bereich für Sektor 1 an, falls die Ausgangsposition für Sektor 2 in A festgelegt wird.

Schaubild 1:



Im II. Quadranten des Schaubilds 1 ist die Funktion

$$S_i^P = H_i F_i (R_i) = Z_i (R_i)$$

aufgetragen. Hier wird deutlich, daß eine Zerlegung der Bedingung $H_1^1 F_1^1 > H_2^1 F_2^1$ in zwei hinreichende Bedingungen unnötig restriktiv ist und daß es bei gegebener Ausgangslage A" in Sektor 2 für $H_1^1 F_1^1 > H_2^1 F_2^1$ hinreichend ist, daß $\partial S_i^P / \partial R_1 = Z_1^1$ rechts von B" liegt. Durch Übertragung des Punktes B" in den I. und IV. Quadranten läßt sich zeigen, daß Situation B" weniger restriktiv ist als Situation B'.

6. Die Interpretation der zweiten Bedingung in (21) bereitet Schwierigkeiten. Es bleibt allerdings festzuhalten, daß diese Bedingung nicht auftritt, wenn das Modell in bezug auf Y nicht geschlossen wird. Diese Schließung in Form der Annahme, daß die Steuereinnahmen als Transfers an die Haushalte überwiesen werden, ist modelltheoretisch üblich und elegant, jedoch recht künstlich.

Hinreichende Bedingungen für den zweiten Teil von (21) sind neben $F_1^1 > F_2^1$

$$D_{2Y}^1 \geq D_{1Y}^1 \quad (i)$$

$$a_2 \geq a_1 \quad (ii) \quad (23)$$

Läßt man absolut inferiore Güter außer Betracht, so würde eine Nichterfüllung von (23 i) implizieren, daß möglicherweise der (durch die Transfers bedingte) Einkommenseffekt den Preiseffekt kompensieren könnte. Zwar würde in diesem Fall das schadstoffintensiv produzierte Gut teurer, aber die Konsumenten schätzen das Gut so sehr, daß sie (infolge der Transfers) fortfahren es nachzufragen. $D_{2Y}^1 \geq D_{1Y}^1$ ist gewissermaßen ein "Schutz" vor diesem Verhalten der Haushalte und kennzeichnet damit einen möglichen Widerspruch einer erwünschten sektoralen Strukturanpassung.

Die Interpretation von $a_2 \geq a_1$ bereitet bei einer Aufspaltung in eine Reihe von notwendigen Bedingungen Schwierigkeiten.¹⁾ Eine Interpretation ist wie folgt möglich.

Aus (16 iv) folgt

$$dR_1 = \frac{F_1'}{a_1} dp - \frac{1}{a_1} dr - \frac{F_1' H_1'}{a_1} dz \quad (23')$$

Definiert man eine allgemeine Funktion der Faktornachfrage

$$R_1 = G_1(p, r, z) \quad (23'')$$

und bildet das totale Differential, so ist

$$dR_1 = G_p' dp + G_r' dr + G_z' dz \quad (23''')$$

mit der Korrespondenz

$$G_{1r}' = -\frac{1}{a_1} < 0$$

$$1) a_2 \geq a_1 : - (1-zH_2')F_2'' + zH_2''F_2'^2 \geq - (p-zH_1')F_1'' + zH_1''F_1'^2$$

Daraus ergeben sich die folgenden hinreichenden Bedingungen:

$$- p_2 F_2'' > - p_1 F_1'' \quad \text{oder für } p_1/p_2 = 1$$

$$(i) \quad F_1'' > F_2''$$

$$(ii) \quad H_2'F_2'' > H_1'F_1''$$

$$(iii) \quad H_2''F_1'^2 > H_1''F_2'^2$$

Da für $H_1' > H_2'$ auch $H_1'' > H_2''$, kann falls ii) gegeben ist, iii) im Widerspruch zu ii) stehen.

Aus $a_2 \geq a_1$ folgt

$$\frac{1}{a_1} \geq \frac{1}{a_2}$$

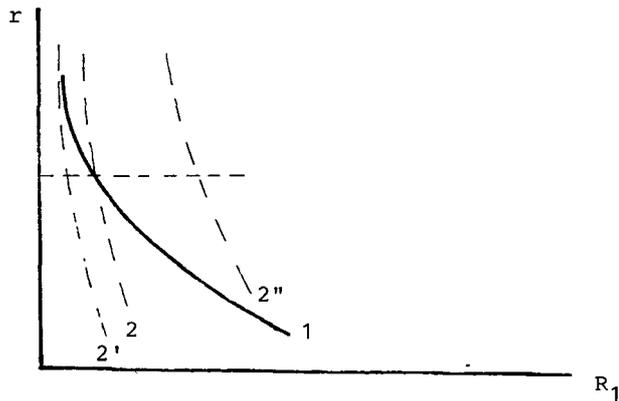
und

$$G'_{1r} \leq G'_{2r} \quad \text{oder} \quad G'_{1r} \geq G'_{2r} \quad (23^V)$$

Für $dp > 0$ (hinreichende Bedingung) infolge einer Emissionssteuer sollte Sektor 1 absolut gemessen stärker (oder gleich intensiv) als Sektor 2 in seiner Faktornachfrage reagieren. Diese Bedingung vergleicht die Grenzeinkommenskurve der beiden Sektoren. Für ein gegebenes r muß $tg \alpha$ der Grenzeinkommenskurve des Sektors 1 absolut gesehen größer als die Steigung der Grenzeinkommenskurve des Sektors 2 sein (Schaubild 2). Die Steigung der Grenzeinkommenskurve wird beeinflußt von den Grenzproduktivitäten, den Güterpreisen, dem Steuersatz und der Verschmutzungsintensität. Obwohl $F'_1 > F'_2$, kann man sich Konstellationen vorstellen, in denen $a_2 \geq a_1$ ist und nicht im Widerspruch zu $H'_1 F'_1 > H'_2 F'_2$ steht.¹⁾ Z. B. muß p_2 hinreichend groß sein. Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß einzelne hinreichende Bedingungen verschiedener Teilbedingungen einer hinreichenden Bedingung nicht kompatibel sein müssen.

1) Es ist zu beachten, daß bei einer graphischen Interpretation von Schaubild 3 die Mengen beider Güter in der gleichen Mengeneinheit angegeben werden müssen.

Schaubild 2:



Überraschend ist wohl, daß das Vorzeichen von dp/dz nicht von der Produktivität der Schadstoffbeseitigung abhängt, während dies in einer anderen Analyse der Fall ist [15].

7. Als weiteres Resultat erhält man

$$dR_1^r = \frac{\Delta_1}{\Delta} \quad (24)$$

mit

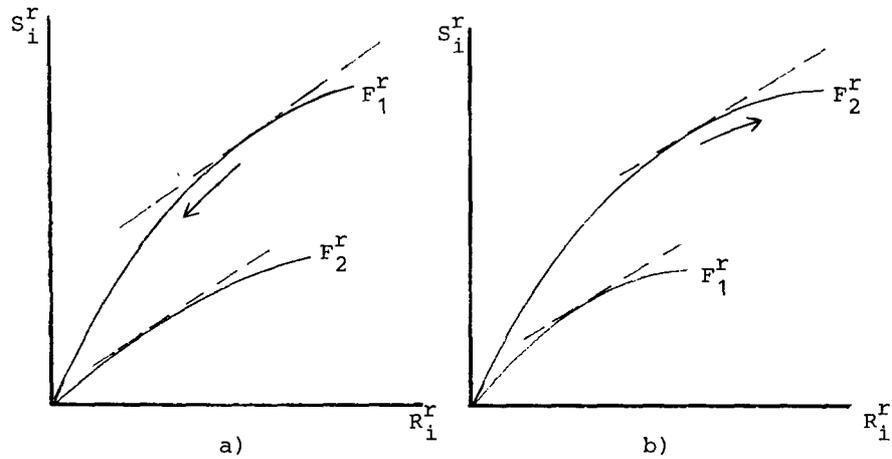
$$\begin{aligned} \Delta_1 = \{ & zF_2^{r''} F_1^r (F_1^{r'} + F_2^r H_2^r) (F_2^r D_{1Y}^r + F_1^r D_{2Y}^r) \\ & - b_2 a_2 (F_1^{r'} + F_1^r H_2^r) + a_1 (F_1^{r'} + F_2^r H_2^r) \\ & a_2 (F_2^{r'} - F_1^{r'}) (F_1^r F_1^r D_{2Y}^r - b_2 a_1) \} dz \end{aligned} \quad (24')$$

Damit ist hinreichend für

$$\frac{dR_1^r}{dz} > 0 ; F_1^{r'} > F_2^{r'} \quad (24'')$$

Wie Schaubild 3 zeigt, impliziert Bedingung (24''), daß $F_1^r > F_2^r \mid_{R_1=R_2}$, es sei denn, daß der Ressourceneinsatz in der Schadstoffbeseitigung des Sektors 1 relativ unbedeutend ist.

Schaubild 3:



8. Ferner ergibt sich

$$dR_1 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \quad (25)$$

$$\text{mit } \Delta_2 = z \, dz \{ -F_1^{r''} F_1^r F_2^r D_{1Y}^r (F_2^{r'} + F_2^r H_2^r) \}$$

$$- a_2 b_2 (F_2^{r'} + F_1^r H_1^r)$$

$$+ z b_2 F_2^{r''} (F_1^r H_1^r - F_2^r F_2^r)$$

$$- F_2^{r''} D_{1Y}^r F_1^r F_2^r (F_1^{r'} + F_2^r H_2^r)$$

$$- a_2 b_2 (F_1^{r'} + F_1^r H_1^r) \quad (25')$$

$$\frac{dR_1}{dz} < 0 : F_1^1 H_1^1 > F_2^1 H_2^1 \quad (25'')$$

Für $dR_2 = \Delta_3/\Delta$ ergibt sich⁸⁾ als hinreichende⁹⁾ Bedingung

$$\frac{dR_2}{dz} < 0 : F_2^1 H_2^1 > H_1^1 F_1^1$$

V. Mögliche Erweiterungen

Im vorliegenden Modell wird für eine geschlossene Zwei-Sektor-Ökonomie untersucht, wie sich die Preisrelation verändert, wenn eine Emissionssteuer erhoben wird. Damit ist zugleich die im Rahmen der Außenhandels- theorie interessierende Frage beantwortet, wie sich der komparative (Kosten- oder besser) Preisvorteil eines Landes durch die Umweltpolitik verändert. Umweltreichlichkeit, implizit ausgedrückt durch den Steuersatz, ist ein Faktor, der den komparativen Preisvorteil eines Landes bestimmt.

Folgende Erweiterungen sollten verfolgt werden:

8) Die Veränderung des Produzentenpreises

$$p^* = \frac{p_1^*}{p_2^*} = \frac{p - zH_1^1 F_1(R_1)}{1 - zH_2^1 F_2(R_2)}$$

ist gegeben mit

$$dp^* = \frac{1}{p_2^*} p_2^* (dp - zH_1^1 F_1' dR_1) + p_1^* zH_2^1 F_2' dR_2 - dz (H_1^1 p_2^* - p_1^* H_2^1)$$

Eine eindeutige Aussage für $dp^* < 0$ ist nicht möglich.

9) Der Faktoreinsatz in Sektor 2 kann für $H_1^1 F_1^1 > H_2^1 F_2^1$ auch abnehmen!

1. Die Berechnung des Ansatzes mit zwei Produktionsfaktoren sollte Aussagen über die Faktorintensitäten in den Produktionssektoren und in den Schadstoffbeseitigungsaktivitäten erlauben.
2. Die Endogenisierung von z [15] erlaubt eine Aussage darüber, wie das Zwei-Sektoren-System auf Präferenzverschiebungen zugunsten des öffentlichen Konsumgutes Umwelt reagiert.
3. Als Ziel der Analyse muß ein Zwei-Länder-Modell angesehen werden, in dem analoge Beziehungen wie die angenommenen auch für das Ausland unterstellt werden. Die Gleichgewichtsbedingungen für die nationalen Gütermärkte ändern sich in Weltmarktgleichgewichtsbedingungen. Ferner ist entweder der Zahlungsbilanzsaldo als endogene Variable bei fixen Wechselkursen einzuführen oder es sind variable Wechselkurse bei ausgeglichener Zahlungsbilanz zu unterstellen.

Literaturverzeichnis:

- [1] Baumol, W. J., Environmental Protection, International Spillover and Trade, Amqvist and Wiksell, Stockholm 1971
- [2] Connolly, M., Trade in Public Goods, A Diagrammatic Analysis, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 86 (1972), 61-78
- [3] Estele, J., Optimal Pollution Control and Trade in Collective Goods, in: Journal of Public Economics, Vol. 3 (1974), 203-216
- [4] GATT Studies in International Trade, Industrial Pollution and International Trade, Geneva 1971
- [5] Gerelli, E., Problèmes économiques internationaux de l'environnement: Commerces internationaux et pollution transfrontière, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Bd. 108 (1972), 439-451
- [6] Koo, A. Y. C., Environmental Repercussion and Trade Theory, Review of Economics and Statistics, Vol. LVI (1974), 235-244
- [7] Majocchi, A., The Impact of Environmental Measures on International Trade: Some Policy Issues, in: Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali (1972), 458-475
- [8] Magee, St. P. and Ford, W. F., Environmental Pollution, the Terms of Trade and Balance of Payments of the United States, in: Kyklos, Vol. XXV (1972), 101-118
- [9] Pethig, R., Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage, Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, Universität Mannheim, Discussion Paper No. 48/74
- [10] Siebert, H., Environmental Protection and International Specialization, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 110 (1974), 494-508
- [11] Siebert, H., Trade and Environment, in: Giersch, H. (ed.), The International Division of Labour Problems and Perspectives, Kiel (1974), 108-121
- [12] Siebert, H., Comparative Advantage and Environmental Policy, A Note, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Vol. 34 (1974), 397-402

- [13] Siebert, H., Externalities, Environmental Quality and Allocation, in: Zeitschrift für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (1975), 17-32
- [14] Siebert, H., Regional Aspects of Environmental Allocation, in: Zeitschrift für die Gesamte Staatswissenschaft, Bd. 131 (1975), 496-513
- [15] Siebert, H. Environmental Control, Economic Structure and International Trade, in: International Economic Dimensions of Environmental Management, ed. by I. Walter, New York 1975 (in Vorbereitung)
- [16] Siebert, H., Resource Withdrawal, Productivity Effekt and Environmental Policy: Comment, Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. III (1975), 569-572
- [17] Walter, I., The Pollution Content of American Trade, in: Western Economic Journal, Vol. XI (1973), 61-70
- [18] Walter, I., International Trade and Resource Division: The Case of Environmental Management, Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 110 (1974), 482-508