Verhandlungen auf der Arbeitstagung des Vereins für Socialpolitik
Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
in Mannheim 1979

# Erschöpfbare Ressourcen

DUNCKER & HUMBLOT / BERLIN


Gedruckt 1980 bei Berliner Buchdruckerei Union GmbH., Berlin 61
Printed in Germany

ISBN 3 428 04740 0

**Besteuerung, Wachstum und Ressourcenabbau.**

**Ein allgemeiner Gleichgewichtsansatz**

von Hans-Werner Sinn

erschienen in:

H. Siebert (Hrsg.): „Erschöpfbare Ressourcen“,

Schriften des Vereins für Socialpolitik,

Duncker and Humblot: Berlin, 1980, S. 499-528.

# Besteuerung, Wachstum und Ressourcenabbau. Ein allgemeiner Gleichgewichtsansatz*

Von *Hans-Werner Sinn*, London, Kanada und Mannheim

## I. Einleitung

Die vorliegende Untersuchung ist eine Studie auf dem Gebiet der dynamischen Steuerwirkungslehre. Es wird in einem sehr einfachen Modell mit Kapitalakkumulation und Ressourcenabbau argumentiert. Die Arbeit ist vorwiegend ein Stück positiver Ökonomie, bietet aber auch eine Bewertung von Steuern unter Wohlfahrtsgesichtspunkten.

Man könnte die Auffassung vertreten, daß eine gesonderte dynamische Steuerwirkungslehre unnötig sei, weil die inzwischen wohletablierte statische Theorie der Besteuerung durch eine simple Zeitindizierung von Gütern in die Lage versetzt werden könne, intertemporale Allokationsprobleme zu erfassen. Es ist indes zu bezweifeln, ob diese Auffassung richtig ist. Wie beispielsweise könnte man eine Wertzuwachssteuer, die zu den in dieser Arbeit untersuchten Steuern gehört, durch eine bloße Uminterpretation der statischen Theorie der Besteuerung erklären?

Die Wirtschaft, die wir abbilden, genügt den üblichen Annahmen eines allgemeinen Konkurrenzgleichgewichtsmodells mit wohlbestimmten Eigentumsrechten, vollständiger Information und Rationalverhalten aller privaten Akteure. Gegenwärtige und zukünftige Preise werden so bestimmt, daß die von diesen Akteuren geplanten Mengen kompatibel und unter den gegebenen Restriktionen auch möglich sind. Der Grund dafür mag sein, daß es vollständige Zukunftsmärkte gibt oder daß die Akteure über eine vollständige Voraussicht zukünftiger Marktdaten verfügen[1].

Es gibt zwei Güter und zwei Faktoren. Die Güter sind eine nicht erneuerbare natürliche Ressource und ein Normalgut. Während das Nor-

* Der Verfasser hat John Whalley für seine zahlreichen Kommentare zu diesem Aufsatz zu danken. Dank gebührt ebenfalls den Diskussionsteilnehmern des Arbeitskreises, insbesondere seinem Leiter Dieter Bös.

[1] Wenn wir uns nicht auf die vollkommene Voraussicht verlassen wollen und wenn die Zukunftsmärkte unvollständig sind, dann können wir immer noch hoffen, daß turnpike-Eigenschaften wenigstens für die nahe Zukunft eine akzeptable Approximation an das Ergebnis des allgemeinen Gleichgewichtsansatzes sicherstellen.

malgut konsumiert und investiert werden kann, steht die Ressource nur für den Konsum zur Verfügung. Das Normalgut dient außerdem als der numéraire der Wirtschaft. Die beiden Faktoren sind Arbeit und Kapital. Sie werden beide zur Produktion des Normalgutes verwendet.

Die Wirtschaft weist vier Typen von Akteuren auf: Ressourcenfirmen, Normalgutfirmen, Haushalte und den Staat. Die Firmen maximieren ihren Marktwert, die Haushalte ihren Nutzen. Alle privaten Akteure sind intertemporale Optimierer mit einem unendlichen Zeithorizont.

Der Staat wird auf sehr einfache Weise abgebildet. Er erhebt verschiedenerlei Steuern und schüttet sie gleichmäßig in Form von Kopftransfers an alle Haushalte wieder aus. Zur Verfügung stehen gesonderte Wert- und Mengensteuern auf beide Güter, eine allgemeine Einkommensteuer auf Zins- und Lohneinkommen, und, wie erwähnt, eine Ressourcenwertzuwachssteuer[2]. Letzterer werden wir unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden, weil sie aus der Sicht des Leistungsfähigkeitsprinzips als systematische Ergänzung einer Einkommensteuer aufgefaßt werden könnte.

Es gibt verschiedene Arbeiten zur dynamischen Steuerwirkungslehre, die mit unserer Fragestellung zu tun haben. Man kann sie trennen in eine Gruppe von Arbeiten, in der der Einfluß der Besteuerung auf die Kapitalbildung studiert wird, und eine andere, die sich mit der Ressourcenbesteuerung beschäftigt.

Die erste Gruppe ist recht umfangreich. Einige der zu ihr gehörenden Studien kann man am besten als Uminterpretationen der statischen Besteuerungstheorie zum Zwecke der dynamischen Analyse verstehen[3]. Wie in der statischen Theorie üblich wird in ihnen angenommen, daß die Wirtschaft ohne Steuern perfekt funktioniert, doch daß Steuern verschiedenerlei wohfahrtsmindernde Allokationsverzerrungen mit sich bringen. Leider wird nicht versucht, die Ergebnisse der Analyse im Rahmen der neoklassischen Wachstumstheorie zu interpretieren. In anderen Arbeiten, die auch zur ersten Gruppe gehören, wird demgegenüber das Rahmenwerk der neoklassischen Wachstumstheorie sinnvoll benutzt. Indes wird dort niemals angenommen, daß die laissez-faire-Lösung in irgend einem bedeutsamen Sinne optimal sei[4].

[2] Wir betrachten eine Steuer auf realisierte und nicht realisierte Gewinne. Zu der Frage, ob solch eine Steuer ihrerseits durch eine geeignet konstruierte Steuer auf realisierte Gewinne allein approximiert werden kann, vgl. Helliwell (1969) und Green/Sheshinski (1978).

[3] Vgl. Fisher (1942), Kaldor (1957), Feldstein/Tsiang (1968), Wright (1969), Feldstein (1978) und Boskin (1978).

[4] Vgl. Krzyzaniak (1966), Sato (1967), Diamond (1970), Feldstein (1974 a und b) und Atkinson/Sandmo (1977). (Der letztgenannte Beitrag stand dem Verf. nur als Diskussionsbeitrag zur Verfügung. Die zu veröffentlichende Fassung mag Änderungen in diesem Punkt enthalten.)



Die vorliegende Untersuchung liefert eine Art Synthese beider Ansätze: Wir verwenden eine dezentralisierte Version des neoklassischen Wachstumsmodells und nehmen an, daß das Verhalten der Haushalte von Präferenzen gesteuert wird, die mit der sozialen Wohlfahrtsfunktion kompatibel sind[5]. Diese Annahme sorgt dafür, daß bei Abwesenheit von Steuern in unserem Modell der optimale neoklassische Wachstumspfad sozusagen automatisch gewählt wird.

Einen ersten Schritt in die Richtung einer Sythese hat schon Schenone (1975) unternohmmen, indem er zeigte, daß eine Einkommensteuer eine Abweichung vom neoklassischen optimalen Gleichgewichtspfad induziert. Das Problem bei dieser Untersuchung ist aber, daß im Gegensatz zu dieser Arbeit nicht explizit eine dezentralisierte Wirtschaft modelliert wird, sondern daß einfach angenommen wird, der Markt verhalte sich so, als ob er von einem Zentralplaner unter Beachtung einiger Marginalbedingungen gesteuert werde.

Die zweite Gruppe von Arbeiten, die oben erwähnt wurde, ist vergleichsweise klein. Beiträge, die mit unserer Untersuchung in enger Beziehung stehen, sind jene von Gray (1914), Hotelling (1931) und Burness (1976)[6]. Alle drei Autoren prüfen, wie die Einführung verschiedener Steuern das Angebotsverhalten der einzelnen Ressourcenfirma verändert. Wir erweitern ihren Ansatz auf den Fall des allgemeinen Gleichgewichts und führen zudem eine Wertzuwachssteuer ein.

## II. Die individuellen Optima der Marktteilnehmer

### 1. Die Ressourcenanbieter

Es gibt $n_R$ identische Ressourcenanbieter, deren jeder anfänglich über einen Bestand $q(0) = q_0$ der nicht erneuerbaren Ressource verfügt. Der einzelne Anbieter verhält sich als Mengenanpasser und muß demgemäß für gegebene (als differenzierbar angenommene) Zeitpfade des Absatzpreises[7] $\{p\}$ und der Momentanverzinsung $\{r\}$ den optimalen Pfad des

[5] Diese Annahme ist notwendig, wenn die Bewertung von Steuern, die wir versuchen wollen, frei von meritorischen Elementen sein soll.

[6] Andere Beiträge sind jene von McRae (1974), Simmons (1977) und Kemp/Long (1979). In ihnen wird versucht, Zeitpfade von Steuersätzen so zu wählen, daß die Wirtschaft auf einen wie auch immer definierten optimalen Pfad getrieben wird. Es wird indes nicht untersucht, wie die Wirtschaft auf die Einführung bestehender oder öffentlich bereits diskutierter Steuern mit festen Sätzen reagiert. McRae betrachtet weiterhin nur den Fall der Allmenderessource, der für uns irrelevant ist. Einige Strukturelemente der vorzüglichen Studie von Kemp/Long konnten für den vorliegenden Beitrag Verwendung finden. Mehr deskriptiv orientierte Arbeiten zur Ressourcenbesteuerung sind jene von Agrian (1969) und Page (1977 a und b).

[7] $\{X\}$ bezeichnet den Zeitpfad einer Größe $X$ vom Zeitpunkt Null bis unendlich.

Ressourcenangebotsstromes $\{g^s\}$ zu bestimmen suchen. Dabei ist er insofern beschränkt, als $\{g^s\}$ zum einen die Förderkapazität $\bar{g}$ nicht überschreiten darf und zum anderen nicht negativ werden kann, weil es keine Lagermöglichkeit für eine am Markt gekaufte Ressource gibt[8]. Des weiteren ist die selbstverständliche Beschränkung zu beachten, daß der jeweilige Ressourcenbestand nicht negativ werden kann.

Der Ressourcenanbieter hat zu berücksichtigen, daß sein Absatz mit einer ad-valorem-Erlössteuer zum Satz $\varepsilon$ und einer in termini des numéraire festgelegten Mengensteuer[9] zum Betrag $\mu$ pro Einheit der Ressource belastet wird. Dabei gelte: $0 \leq \varepsilon < 1$, $0 \leq \mu < 1$, $\varepsilon + \mu/p < 1$. Außerdem muß er einkalkulieren, daß die Wertzuwächse des Ressourcenbestandes zum Satz $\Omega$, $0 \leq \Omega < 1$, besteuert werden. Da der Preis der noch nicht geförderten Ressource $p\,(1-\varepsilon) - \mu$ ist, bedeutet dies, daß ein Wertzuwachssteueraufkommen vom Umfang[10] $\Omega\,\dot{p}\,(1-\varepsilon)\,q$ anfällt[11]. Schließlich hat er zu beachten, daß Zinseinkommen aus Kapitalmarktanlagen zum Satz $\tau$, $0 \leq \tau < 1$, besteuert werden.

Die Zielsetzung des einzelnen Anbieters ist es, den Barwert der Verkaufserlöse abzüglich Steuern und damit den Barwert der Nettodividenden der Aktionäre zu maximieren. Damit stellt sich ihm das folgende dynamische Optimierungsproblem:

$$\text{(1)} \qquad \max_{\{g^s\}} J_R(0) = \int_0^\infty e^{-\int_0^\infty r(s)\,(1-\tau)\,ds} \{g^s(t)\,[p(t)\,(1-\varepsilon) - \mu] - \Omega\,\dot{p}(t)\,(1-\varepsilon)\,q(t)\}\,dt$$

$$q(0) = q_0\,,$$

$$\dot{q} = -g^s\,,$$

$$0 \leq g^s \leq \bar{g}\,,$$

$$q \geq 0\,.$$

[8] Es wird sich zeigen, daß im Marktgleichgewicht keine dieser beiden Beschränkungen bindend ist, wenn nur $\bar{g}$ groß genug ist. Die Beschränkungen wurden hier eingeführt, um eine Lösung des Optimierungsproblems auch für den Fall eines Marktungleichgewichts sicherzustellen.

[9] Da Mengensteuern in Wirklichkeit in Geldeinheiten festgelegt sind, impliziert diese Annahme, daß der Geldpreis der laufenden Produktion des Normalgutes im Zeitablauf konstant bleibt.

[10] $\dot{X} \equiv \partial X / \partial t$, wobei $X$ ein Zeitindex ist.

[11] Mit dieser Formulierung nehmen wir an, daß die Steuerbehörde den Preis der noch nicht geförderten Ressource mittels des Marktpreises der geförderten Ressource berechnet. Kann die Steuerbehörde den Marktpreis des Ressourcenbestandes und damit den Marktpreis der Firma direkt beobachten, dann ist das Steueraufkommen $\Omega\,\dot{\lambda}_R$, wobei $\lambda_R = \dfrac{\partial J_R}{\partial q}$ mit $J_R$ wie unten in (1) definiert. Wegen (2) fallen beide Methoden im Marktgleichgewicht zusammen.



Die Hamiltonfunktion für dieses Problem lautet

$$H_R = e^{-\int_0^t r(s)\,(1-\tau)\,ds} \{g^s\,[p\,(1-\varepsilon) - \mu] - \Omega\,\dot{p}\,(1-\varepsilon)\,q + \lambda_R\,(-g^s)\}\,.$$

Nach Differentiation in bezug auf die Kontrollvariable $g^s$ erhält man die Information

$$\text{(2)} \qquad p\,(1-\varepsilon)\,\mu \left\{ \gtreqless \right\} \lambda_R \Rightarrow \begin{Bmatrix} g^s = \bar{g} \\ 0 \leq g^s \leq \bar{g} \\ 0 = g^s \end{Bmatrix}.$$

Des weiteren ermittelt man aus $\frac{\partial}{\partial t} \{\exp\,(-\int_0^t r(s)\,(1-\tau)\,ds)\,\lambda_R\} = -\frac{\partial H}{\partial q}$

$$\text{(3)} \qquad \dot{\lambda}_R - \lambda_R\,r\,(1-\tau) = \Omega\,\dot{p}\,(1-\varepsilon)\,.$$

Zusammen mit der Transversalitätsbedingung

$$\text{(4)} \qquad \lim_{t\to\infty} e^{-\int_0^t r(s)\,(1-\tau)\,ds}\,\lambda_r(t)\,q(t) = 0$$

und der Anfangsbedingung $q(0) = q_0$ liefern die Beziehungen (2) und (3) hinreichende Bedingungen für die Optimalität eines Pfades.

Werden $\{p\}$ und $\{r\}$ willkürlich vorgegeben, dann ist das Gleichheitszeichen in (2) in der Regel nicht gültig. So erweist sich eine „bang-bang-Politik" als vorteilhaft, wobei zeitweilig $g^s = 0$ und zeitweilig $g^s = \bar{g}$. Soll indes eine innere Lösung vorliegen, dann müssen gemäß (2) und (3) die Zeitpfade $\{p\}$ und $\{r\}$ so gewählt werden, daß[12]

$$\text{(5)} \qquad \hat{p}\,\frac{(1-\varepsilon)\,(1-\Omega)}{1-\varepsilon-\dfrac{\mu}{p}} = r\,(1-\tau)\,.$$

Es ist bemerkenswert, daß in diesem Fall der Zeitpfad für $\{g^s\}$ noch nicht eindeutig determiniert wird, denn gilt das Gleichheitszeichen in (2), so gilt es für beliebige $g^s$ im Intervall $0 \leq g^s \leq \bar{g}$. (5) muß daher als Bedingung dafür interpretiert werden, daß es der Ressourcenfirma (in Grenzen) gleichgültig ist, welchem Absatzpfad sie sich gegenüber sieht. Wie dieser Pfad letztlich aussehen wird, ist dann von der Nachfrageseite her zu bestimmen, auf die wir noch zu sprechen kommen werden.

[12] $\hat{X} \equiv \dot{X}/X$.

### 2. Die Produzenten des Normalgutes

Im Normalgutsektor gibt es $n_N$ identische Anbieter, die mit Hilfe von Kapital, $k$, und Arbeit, $a$, gemäß der linear-homogenen Produktionsfunktion

$$(6)\qquad f(k, a) - \delta k\ , \ \delta > 0\ ;$$

$$f_i > 0; f_{ii} < 0; \lim_{i \to 0} f_i = \infty; \lim_{i \to \infty} f_i = 0; \quad i = 1, 2;$$

$$f(0, a) = f(k, 0) = 0\ ;$$

das Normalgut produzieren. Dem einzelnen Produzenten des Normalgutes stellt sich die Aufgabe, für einen gegebenen Anfangskapitalstock $k(0) = k_0$ und gegebene (kontinuierliche) Pfade der Momentanverzinsung $\{r\}$ und des Lohnsatzes $\{w\}$ seine optimalen Güterangebots- und Arbeitsnachfragepfade $\{c^s\}$ und $\{a^d\}$ zu bestimmen. Implizit mit der Entscheidung über $\{c^s\}$ und $\{a^d\}$ legt er auch den optimalen Pfad seines Kapitalbestandes $\{k\}$ fest, denn zu jedem Zeitpunkt ist der Zuwachs des Kapitalbestandes wohlbestimmt, weil der Teil der Nettoproduktion, der nicht am Markt abgesetzt wird, $f(k, a^d) - \delta k - c^s$, ausschließlich zur Aufstockung des eigenen Kapitalstocks Verwendung findet. Die Schranken, die der Kontrollmöglichkeit des Wachstumsprozesses gesetzt sind, werden durch $a^d \geq 0$ und $\underline{c} \leq c^s \leq f(k, a^d)$ angegeben, wobei $\underline{c}$ ein technisch bestimmter absolut großer Wert im Bereich $-\infty < \underline{c} < 0$ ist[13].

Bei seinem Optimierungkalkül hat der Produzent zu berücksichtigen, daß der Staat eine Einkommensteuer zum Satz $\tau$ erhebt und außerdem die Erlöse zum Satz $\Theta$ belastet. Für $\tau$ und $\Theta$ möge gelten: $0 \leq \tau < 1$, $0 \leq \Theta < 1$, $\tau + \Theta(1 - \tau) < 1$. Dabei braucht, was die Erlössteuer betrifft, nicht zwischen einer Mengen- und einer ad-valorem-Steuer unterschieden zu werden, weil die Mengensteuer in Einheiten des als numéraire fungierenden Normalgutes festgelegt ist.

Unter diesen Bedingungen lautet die Zielsetzung des Produzenten, den Barwert der Netto-Dividenden nach Abzug der Steuern zu maximieren. Gäbe es keine Steuern, dann würden die vom Unternehmen geplanten Nettodividenden durch die Differenz zwischen den geplanten Verkäufen $c^s$ und den geplanten Lohnkosten $wa^d$ angegeben, doch bei Abzug aller Steuern steht nur noch der Betrag[14] $c^s - wa^d - \Theta c^s - \tau [f(k, a^d) - \delta k - wa^d - \Theta c^s]$ zur Verfügung. Damit stellt sich für den einzelnen Produzenten das folgende Problem:

$$(7)\qquad \max_{\{c^s,\, a^d\}} \quad J_N(0) = \int_0^\infty e^{-\int_0^t r(s)(1-\tau)\,ds} \{c^s(t)(1 - \Theta) - w(t)\, a^d(t)$$

$$- \tau (f[k(t), a^d(t)] - \delta k(t) - wa^d(t) - \Theta c^s(t))\}\, dt$$

$$k(0) = k_0\ ,$$

$$\dot{k} = f(k, a^d) - \delta k - c^s\ ,$$

$$\underline{c} \leq c^s \leq f(k, a^d)\ ,$$

$$a^d \geq 0\ ,$$

$$k \geq 0\ .$$

Die zugehörige Hamiltonfunktion lautet:

$$H_N = e^{-\int_0^t r(s)(1-\tau)\,ds} \{c^s[1 - \Theta(1 - \tau)] - wa^d(1 - \tau)$$

$$- \tau [f(k, a^d) - \delta k] + \lambda_N [f(k, a^d) - \delta k - c^s]\}\ .$$

Nach Differentiation in bezug auf die Kontrollvariablen erhält man hieraus

$$(8)\qquad 1 - \Theta(1 - \tau) \{\gtreqless\} \lambda_N \Rightarrow \left\{ \begin{array}{r} c^s = f(k, a^d) \\ \underline{c} \leq c^s \leq f(k, a^d) \\ \underline{c} = c^s \quad\quad\quad\;\; \end{array} \right\}$$

und

$$(9)\qquad f_2 \frac{\lambda_N - \tau}{1 - \tau} = w\ .$$

Wir lassen in (9) keine Randlösung zu, weil die Eigenschaften der Produktionsfunktion sicherstellen, daß der Beschäftigungsgrad so gewählt werden kann, daß diese Gleichung erfüllt ist, wenn $w > 0$ und $\lambda_N > \tau$, Bedingungen, die — wie es in einer Fußnote gezeigt wird[15] — vernünftigerweise für ein Marktgleichgewicht angenommen werden müssen.

---

[13] Es wird sich zeigen, daß $\underline{c}$ im Marktgleichgewicht keine bindende Restriktion sein kann, wenn es nur groß genug ist.

[14] Da die Unternehmen den durch die Einschätzung der Aktionäre gebildeten Marktwert zu maximieren versuchen, müssen sie natürlich auch die persönlichen Einkommensteuern dieser Aktionäre abziehen.

[15] Unterstellen wir, daß (i) $w > 0$ eine notwendige Bedingung für ein strikt positives Arbeitsangebot seitens der Haushalte ist und daß (ii) — wie wir es explizit im nächsten Abschnitt tun werden — die Haushalte wenigstens einen strikt positiven Existenzminimumstrom des Normalgutes konsumieren wollen, dann ist es wegen $f(k, 0) = 0$ und $c^s \leq f(k, a^d)$ offenkundig, daß die Haushalte ihr Ziel (ii) nicht erreichen können, wenn $w \leq 0$. Falls $\lambda_N \leq \tau$, doch $w > 0$, dann ist der Wert der Hamiltonfunktion eine fallende Funktion von $a^d$, so daß $a^d = 0$ optimal ist. Dies bedeutet abermals, daß (ii) nicht erfüllt ist. Ein Markgleichgewicht mit $w \leq 0$ und/oder $\lambda_N \leq \tau$ existiert also nicht.

Als weitere Information erhält man aus $\frac{\partial}{\partial t}\{\exp[-\int_0^t r(s)(1-\tau)\,ds]\,\lambda_N\} = -\partial H_N/\partial k$:

$$(10) \qquad -\dot{\lambda}_N + r(1-\tau) = (f_1 - \delta)\left(1 - \frac{\tau}{\lambda_N}\right).$$

Zusammen mit der Transversalitätsbedingung

$$(11) \qquad \lim_{t\to\infty} e^{-\int_0^t r(s)(1-\tau)\,ds}\,\lambda_N(t)\,k(t) = 0$$

und der Anfangsbedingung $k(0) = k_0$ liefern die Differentialgleichungen (8) - (10) hinreichende Bedingungen für ein aus einzelwirtschaftlicher Sicht optimales Wachstum der Unternehmen.

Sollen innere Lösungen vorliegen, dann folgt für den Zinssatz aus (8) und (10)

$$(12) \qquad r = (f_1 - \delta)\,\frac{1-\Theta}{1-\Theta(1-\tau)}$$

und für den Lohnsatz aus (8) und (9)

$$(13) \qquad w = f_2(1-\Theta).$$

Was das optimale Angebotsverhalten des Normalgutproduzenten für den Fall einer inneren Lösung betrifft, ist es ähnlich wie schon beim Ressourcenanbieter wieder so, daß (12) und (13) den optimalen Angebotspfad noch nicht eindeutig bestimmen. Wenn nämlich das Gleichheitszeichen in (8) gilt, so gilt es für alle $c^s$ im Intervall $\underline{c} \leq c^s \leq f(k, a^d)$. Auch hier ist somit der Entscheidungsträger indifferent gegenüber begrenzten Variationen des Absatzpfades und die Nachfrager müssen letztlich bestimmen, wie dieser Pfad auszusehen hat. Man beachte aber, daß wegen der Eigenschaften der Produktionsfunktion für gegebene $w$ und $k$ über (13) eine eindeutige Arbeitsnachfrage $a^d$ seitens der Normalgutproduzenten festgelegt wird.

### 3. Die Haushalte

Es gibt $n_H$ identische Haushalte. Ihnen gehören sämtliche Firmen zu gleichen Teilen und sie bieten je die (zeitunabhängige) Arbeitsmenge $a^s = \bar{a}^s$ an, vorausgesetzt, daß $w > 0$, wie wir es annehmen[16]. Als persönlich verfügbares Einkommen erhalten sie die Ausschüttungen der Firmen, Nettoarbeitsentgelte und Transferzahlungen seitens der Regie-

[16] Vgl. Fn. 15.



rung. Der Barwert der Einkommensströme für den Zeitpunkt $t$, $x(t)$, ist ihr Vermögen zu diesem Zeitpunkt. Für gegebene (kontinuierliche) Preispfade $\{p\}$, $\{r\}$ und $\{w\}$ und für gegebene Planungen der Firmen und der anderen Haushalte berechnet der einzelne Haushalt sein Vermögen zum Anfangszeitpunkt folgendermaßen:

$$(14) \qquad x(0) = x_0 = \frac{n_R}{n_H}J_R(0) + \frac{n_N}{n_H}J_N(0) + \int_0^\infty e^{-\int_0^t r(s)(1-\tau)\,ds}\left\{w(t)\,\bar{a}^s(1-\tau) + \frac{T(t)}{n_H}\right\}dt.$$

Dabei kalkuliert er das Steueraufkommen des Staates, $T$, als

$$T = n_R[g^s(p\varepsilon + \mu) + \Omega\dot{p}(1-\varepsilon)q] + n_N\{c^s\Theta + \tau[f(k, a^d) - \delta k - c^s\Theta]\}.$$

Mit dieser Formulierung nehmen wir an, daß der einzelne Haushalt das Steueraufkommen mittels seiner Informationen über die Pläne der in seinem Besitz befindlichen Firmen berechnet und dabei jeden Einfluß, den seine eigenen Entscheidungen auf das gesamte Steueraufkommen sowie sein daraus finanziertes Transfereinkommen haben, vernachlässigt.

Gegeben das Vermögen $x(0)$, die Preispfade $\{p\}$ und $\{r\}$ und den Einkommensteuersatz $\tau$ wählt der einzelne Haushalt die Nachfragepfade für das Normalgut, $\{c^d\}$, und die natürliche Ressource, $\{g^d\}$, in der Weise, daß sein Nutzen maximiert wird.

Die Nutzenfunktion wird als Gegenwartswert der Periodennutzen aus dem Konsum des Normalgutes und der Ressource aufgefaßt, wobei die Zeitpräferenzrate $\varrho$, $\varrho > 0$, Verwendung findet. Wir nehmen an, daß die Haushalte wenigstens den Existenzminimumstrom $m$, $m > 0$, des Normalgutes konsumieren wollen. Die Periodennutzenfunktion für den Konsum des Normalgutes ist $U(c^d - m)$ und hat die Eigenschaften

$$U' > 0,\ \lim_{c^d\to m} U'(c^d - m) = \infty,\ \lim_{c^d\to\infty} U'(c^d - m) = 0, \qquad 0 < \underline{\eta}_U < \eta_U(c^d - m) < \bar{\eta}_U < \infty,$$

wobei

$$(15) \qquad \eta_U(c^d - m) \equiv -\frac{U''(c^d - m)}{U'(c^d - m)}(c^d - m).$$

Ähnlich ist die Periodennutzenfunktion für die natürliche Ressource

$$V(g^d) \quad \text{mit} \quad V' > 0,\ \lim_{g^d\to 0} V'(g^d) = \infty,\ \lim_{g^d\to\infty} V'(g^d) = 0, \qquad 0 < \underline{\eta}_V < \eta_V(g^d) < \bar{\eta}_V < \infty,$$

wobei

$$(16) \qquad \eta_V(g^d) \equiv -\frac{V''(g^d)}{V'(g^d)}\,g^d.$$

$\eta_U$ und $\eta_V$ sind Grenznutzenelastizitäten. Man beachte, daß diese Elastizitäten zwar beschränkt sind, doch nicht konstant zu sein brauchen[17].

Der einzelne Haushalt steht nun vor dem folgenden Problem[18]:

$$\max_{\{c^d,\, g^d\}} \int_0^\infty e^{-\varrho t} [U(c^d - m) + V(g^d)]\, dt \,, \tag{17}$$

$$x(0) = x_0 \,,$$

$$\dot{x} = r(1-\tau)\, x - c^d - g^d p \,,$$

$$c^d \geq m \,,$$

$$g^d \geq 0 \,,$$

$$x \geq 0 \,.$$

Die zugehörige Hamiltonfunktion lautet:

$$H_H = e^{-\varrho t} \{U(c^d - m) + V(g^d) + \lambda_H [r(1-\tau)\, x - c^d - g^d p]\} \,.$$

Nach Differentiation in bezug auf die Kontrollvariablen haben wir

$$U'(c^d - m) = \lambda_H \,,\; m \leq c^d < \infty \,, \tag{18}$$

und

$$V'(g^d) = \lambda_H\, p, 0 \leq g^d < \infty \,. \tag{19}$$

Wir betrachten hier nur den Fall eines inneren Maximums, denn wegen der oben angenommenen Eigenschaften der Nutzenfunktionen sind (16) und (17) für strikt positive und endliche $\lambda_H$ und $p$ immer erfüllbar[19].

Als weitere Bedingung für ein Maximum erhält man aus $\frac{\partial}{\partial t}(e^{-\varrho t} \lambda_H) = -\,\partial H_H / \partial x$:

$$\hat{\lambda}_H = \varrho - r(1-\tau) \,. \tag{20}$$

---

[17] Im Spezialfall konstanter Elastizitäten nehmen die Periodennutzenfunktionen die folgende Form an:

$$F(\cdot) = \begin{Bmatrix} a + b(1-\eta_F)(\cdot)^{1-\eta_F} & , \eta_F \neq 1 \\ a + b \ln(\cdot) & , \eta_F = 1 \end{Bmatrix},$$

$$-\infty < a < +\infty, 0 < b < \infty, F = U, V \,.$$

[18] Mit der Annahme eines unendlichen Planungshorizonts wird implizit unterstellt, daß ein Haushalt nicht nur seinen eigenen Konsumpfad, sondern auch den seiner Erben plant. Es ist im Prinzip möglich, (17) als Lebenszyklusplanung mit einem Vererbungsmotiv zu formulieren, ohne unsere Resultate zu verändern.

[19] Der Fall $p \leq 0$ existiert nicht, weil dann $H_H = g^d = \infty$ sein müßte.



Zusammen mit der Anfangsbedingung $x(0) = x_0$ und der Transversalitätsbedingung

$$\lim_{t \to \infty} e^{-\varrho t} \lambda_H(t)\, x(t) = 0 \tag{21}$$

legen die Bedingungen (18) - (20) die optimale Mehrperiodenplanung des Haushalts in eindeutiger Weise fest.

Unter Benutzung der in (15) und (16) definierten Grenznutzenelastizitäten können wir jetzt die Bewegungsgleichungen für $c^d$ und $g^d$ sogar explizit ausrechnen. So folgt aus (18) und (19)

$$\dot{c}^d = -\frac{c^d - m}{\eta_U(c^d - m)} [\varrho - r(1-\tau)] \tag{22}$$

und aus (19) und (20)

$$\dot{g}^d = -\frac{g^d}{\eta_V(g^d)} [\varrho - r(1-\tau) + \hat{p}] \,. \tag{23}$$

## III. Das Marktgleichgewicht

Nachdem nun die Bedingungen für einzelwirtschaftliche Optima der jeweiligen Marktteilnehmer abgeleitet worden sind, gilt es zu überlegen, was sie auf der Makroebne im Marktgleichgewicht implizieren. Ein Marktgleichgewicht liegt vor, wenn sich die Preispfade $\{p\}$, $\{r\}$ und $\{w\}$ so eingespielt haben, daß zu jedem Zeitpunkt die angebotenen Mengen auf allen vier Märkten (Kapital, Arbeit, Normalgut und Ressource) den nachgefragten Mengen gleichen. Wegen des Walrasschen Gesetzes ist dies der Fall, wenn

$$\begin{aligned} \bar{A}^s &= A^d \; (\equiv \bar{A}) \\ C^s &= C^d \; (\equiv C) \\ G^s &= C^d \; (\equiv G) \end{aligned} \tag{24}$$

wobei $\bar{A}^s \equiv n_H\, \bar{a}^s, A^d \equiv n_N\, a^d,\; C^s \equiv n_N\, c^s, G^d \equiv n_H\, c^d,$
$G^s \equiv n_R\, g^s, G^d \equiv n_H\, g^d$ .[20]

Welches die Gleichgewichtsbedingung für den Arbeitsmarkt ist, läßt sich leicht feststellen: Man braucht nur $w$ so zu wählen, daß (9) für

---

[20] Während der Absatz jeder Industrie wohlbestimmt ist, bleibt der Absatz einer einzelnen (Ressourcen- oder Normalgut-) Firma unbestimmt. Da alle Firmen einer jeder Art identisch sind, nehmen wir an, daß sich die angebotenen Mengen gleichmäßig verteilen. Diese Annahme wird typischerweise in allgemeinen Gleichgewichtsmodellen bei konstanten Skalenerträgen verwendet und ist nicht wirklich notwendig für die nachfolgende Analyse.

$f_2 = f_2(K, \bar{A})$ erfüllt ist, wobei wegen der Annahme einer linear homogenen Produktionsfunktion $f_2(K, \bar{A}) = f_2(K/n_N, \bar{A}/n_n)$.

Nachdem das Beschäftigungsniveau mit $\bar{A}$ gegeben ist, müssen wir nun die Bedingungen für Gleichgewichte am Normalgut- und Ressourcenmarkt feststellen.

### 1. Der Normalgutmarkt

Wir studieren die Eigenschaften eines Gleichgewichts auf dem Normalgutmarkt in einem C-K-Diagramm (Abb. 1), das aus der konventionellen Wachstumstheorie wohlbekannt ist.

Der Lösungsraum in diesem Diagramm hat zwei Grenzen. Die obere wird durch $f(K/n_N, \bar{A}/n_N) = f(K, \bar{A})$ angegeben, weil die Firmen annahmegemäß nicht mehr als ihre Bruttoproduktion verkaufen können. Die untere liegt beim aggregierten Existenzminimum $M = mn_H$. Vom Entscheidungsproblem der Firmen her gibt es eine andere Untergrenze bei $\underline{C} = n_N \underline{c}$, aber da $\underline{c} \leq 0$ und $m > 0$, kann diese Grenze für die Marktlösung nicht bindend sein und ist deshalb in der Abb. 1 nicht angegeben.

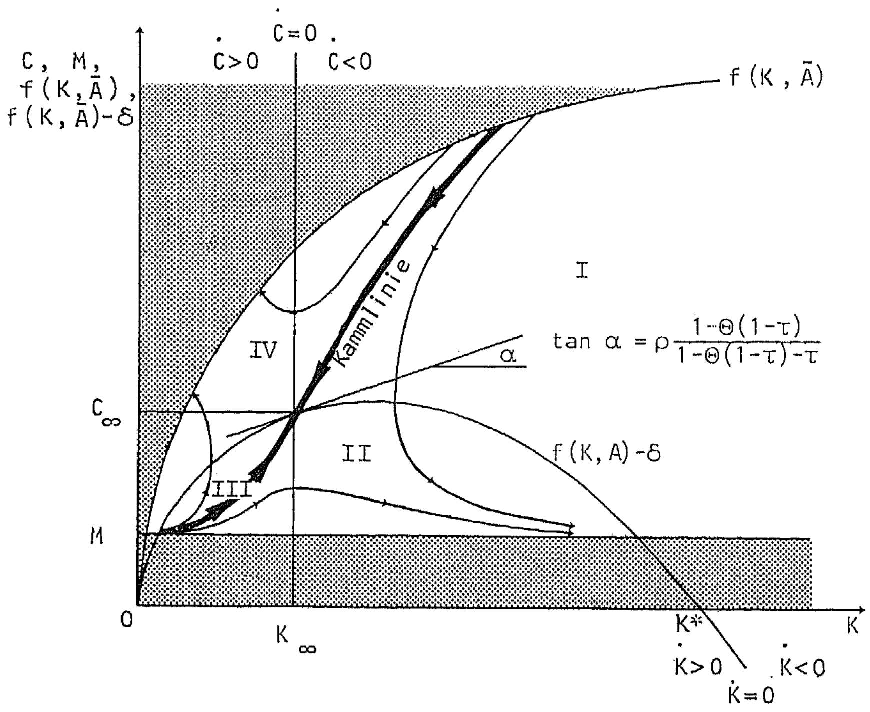


Abb. 1: Das intertemporale Gleichgewicht am Normalgutmarkt



Wir betrachten zunächst die Möglichkeiten für innere Lösungen des Entscheidungsproblems der Firmen. Da bekannt ist, daß $\dot{c}^d/(c^d - m) = \dot{C}/(C - M)$, können die Bedingungen (12) und (22) zu den folgenden Bedingungen für ein Gleichgewicht am Normalgutmarkt verbunden werden:

$$\dot{C} = \frac{(C - M)\left((f - \delta)\frac{1 - \Theta(1 - \tau) - \tau}{1 - \Theta(1 - \tau)} - \varrho\right)}{\eta_U}, \tag{25}$$

$$f_1 = f_1(K, \bar{A}),\ \eta_U = \eta_U\left(\frac{C - M}{n_H}\right).$$

Zusammen mit der makroökonomischen Bewegungsgleichung

$$\dot{K} = f - \delta K - C,\ f = f(K, \bar{A}), \tag{26}$$

die von ihrem mikroökonomischen Gegenstück (7) abgeleitet wurde, beschreibt diese Gleichung ein Kontinuum von möglichen Pfaden im C-K-Diagramm. Man beachte, auch für den späteren Gebrauch, daß die Steigung eines jeden möglichen Pfades durch die Gleichung

$$\frac{dC}{dK} = \frac{(C - M)\left((f_1 - \delta)\frac{1 - \Theta(1 - \tau) - \tau}{1 - \Theta(1 - \tau)} - \varrho\right)}{(f - \delta K - C)\,\eta_U} \tag{27}$$

angegeben wird, die die in (25) und (26) enthaltenen Informationen verbindet.

Setzen wir in (26) und (27) $\dot{C} = \dot{K} = 0$, dann erhalten wir die entsprechend bezeichneten Kurven der Abb. 1. Am Schnittpunkt gibt es eine steady-state-Position mit dem Normalgutkonsum $C_\infty$ und dem Kapitalstock $K_\infty$. Der steady-state-Punkt wird durch

$$f_1 - \delta = \varrho \frac{1 - \Theta(1 - \tau)}{1 - \Theta(1 - \tau) - \tau} \tag{28}$$

charakterisiert und ist deshalb (man beachte, daß $\varrho > 0$) links vom Maximum der $\dot{K} = 0$-Kurve angesiedelt. Zudem liegt er unterhalb der Kurve des maximalen Konsums, d. h. unterhalb der Bruttoproduktionskurve $f(K, \bar{A})$, weil $\delta > 0$. Wir wollen annehmen, daß er außerdem hoch genug liegt, um einen dauerhaften Konsum oberhalb des Existenzminimums, $M$, zu erlauben.

Zusammen mit den Schranken bestimmen die $\dot{C} = 0$- und die $\dot{K} = 0$-Kurve vier Regionen. Jede dieser Regionen weist charakteristische Richtungen für mögliche Kapitalstock- und Konsumveränderungen auf, wie es in der Abb. 1 veranschaulicht wird. Wir ersparen uns eine detaillierte Diskussion, da sie in bekannten Bahnen verläuft.

Wenngleich ein Kontinuum von Pfaden mit (26) und (27) kompatibel ist, gibt es aus jeder Richtung nur einen Pfad, die „Kammlinie", der zum steady-state-Punkt führt. Es soll nun gezeigt werden, daß nur diese Kammlinie mit einem intertemporalen allgemeinen Gleichgewicht am Normalgutmarkt vereinbar ist. Der Einfachheit halber nehmen wir dazu an, daß der anfängliche Kapitalstock der Wirtschaft, $K_0$, einerseits groß genug ist, um ein Konsumniveau über dem Existenzminimum zu erlauben, andererseits aber auch kleiner als jener Kapitalstock ist, bei dem die Kammlinie die Grenze $f(K, \bar{A})$ schneidet.

Betrachten wir zunächst die Pfade oberhalb der Kammlinie[21]. Wenn anfänglich die Bedingungen für eine innere Lösung auf Seiten der Firmen erfüllt sind, dann beginnen diese Pfade auf oder unter der Grenze $f(K, \bar{A})$, müssen aber auf jeden Fall links der $\dot{C} = 0$-Kurve letztlich wieder zu dieser Grenze führen. Wenn die Bedingungen anfänglich nicht erfüllt sind, dann beginnen die Pfade an der Grenze und, obwohl sie zeitweilig abweichen können, müssen sie zum Schluß links der $\dot{C} = 0$-Kurve ebenfalls wieder zu ihr zurückkehren. Einmal dort angekommen ist wegen (25) und (26) der Weg zurück in den inneren Lösungsraum versperrt, und so gerät die Wirtschaft in endlicher Zeit in eine Situation, wo die Bruttoproduktion gerade nur ausreicht, das Existenzminimum zu bestreiten. Da sich nun in dieser Situation der Kapitalstock auch weiterhin verringert, fällt die Bruttoproduktion unweigerlich unter das Existenzminimum, so daß die Pläne der Haushalte klar verletzt werden. Somit sind alle Pfade oberhalb der Kammlinie unvereinbar mit einem Marktgleichgewicht.

Um die Pfade unterhalb der Kammlinie steht es nicht besser. Da für die Planung der Haushalte dank der Annahmen über die Nutzenfunktion immer eine innere Lösung vorliegt und da die Untergrenze $\underline{C}$, der sich die Firmen gegenübersehen, nicht binden kann, muß auf allen möglichen Pfaden die Gleichung (25) erfüllt sein. Mit fortschreitender Zeit führen alle diese Pfade zum Punkt $(C = M, K = K^*)$, wo die $\dot{K} = 0$-Kurve die Untergrenze des Lösungsraums schneidet. Wenn wir berücksichtigen, daß

$$(29) \qquad r(1-\tau) = (f_1 - \delta)\,\frac{1 - \Theta(1-\tau) - \tau}{1 - \Theta(1-\tau)}$$

dann sichert diese Eigenschaft, daß es ein $t^*$, $0 \leq t^* < \infty$, gibt, so daß $\int_0^{t^*} r(t)(1-\tau)\,dt < \infty$ und $\int_{t^*}^{\infty} r(t)(1-\tau)\,dt < 0$. Dies verletzt nun aber die Transversalitätsbedingung der Normalgutproduzenten, (11): Berücksichtigen wir (8) und erinnern wir uns, daß $K = n_N k$, dann impliziert $\lim_{t\to\infty} K = K^* > 0$, daß

$$\lim_{t\to\infty}\left(e^{-\int_0^{t^*} r(s)(1-\tau)\,ds}\; e^{-\int_{t^*}^{t} r(s)(1-\tau)\,ds}\,[1 - \Theta(1-\tau)]\,k(t)\right) > 0 \,.$$

So sind auch alle Pfade unterhalb der Kammlinie unvereinbar mit einem Marktgleichgewicht.

Es verbleibt die Kammlinie selbst. Es kann gezeigt werden, daß sie in der Tat die Transversalitätsbedingungen der Normalgutproduzenten und der Haushalte erfüllt[22].

[21] Man beachte, daß $C$ wegen (18) eine kontinuierliche Funktion der Zeit ist.



### 2. Der Ressourcenmarkt

Wir diskutieren die Eigenschaften eines Gleichgewichts am Ressourcenmarkt in einem $G$-$t$-Diagramm (Abb. 2). Der Lösungsraum in diesem Diagramm hat zwei Grenzen. Die obere wird durch $\bar{G} = n_R\,\bar{g}$ angegeben und die untere durch die Abszisse.

Vom Entscheidungsproblem der Ressourcenfirma her wissen wir, daß Gleichung (5) im Falle einer inneren Lösung erfüllt sein muß. Setzen wir den durch diese Gleichung gegebenen Wert für $\hat{p}$ in (23) ein und beachten wir, daß im Marktgleichgewicht $G = n_H\,g^d$ und $\dot{G} = n_H\,\dot{g}^d$, so erhalten wir die Beziehung

$$\dot{G} = -\frac{G}{\eta_V}\left(\varrho - r(1-\tau)\,\frac{\dfrac{\mu}{p(1-\varepsilon)} - \Omega}{1 - \Omega}\right).$$

Natürlich kann hier $r$ nicht willkürlich gewählt werden, sondern wird durch den Kapitalstock des Normalgutsektors bereits festgelegt. Ersetzen wir daher $r(1-\tau)$ gemäß (29), dann wird der obige Ausdruck zur Gleichung

$$(30) \qquad \dot{G} = -\frac{G}{\eta_V}\left(\varrho - (f_1 - \delta)\,\frac{1 - \Theta(1-\tau) - \tau}{1 - \Theta(1-\tau)}\;\frac{\dfrac{\mu}{p(1-\varepsilon)} - \Omega}{1 - \Omega}\right),$$

$$\eta_V = \eta_V\left(\frac{G}{n_H}\right), \; f_1 = f_1(K, \bar{A}) \;,$$

[22] Es wird allerdings noch die Voraussetzung benötigt, daß die Transversalitätsbedingung der Ressourcenfirmen bereits erfüllt ist (vgl. die Ausführungen zum Schluß des nächsten Absatzes). Die Beweise ersparen wir uns hier. Sie sind jedoch im Anhang eines vom Verfasser veröffentlichen Diskussionsbeitrages enthalten: Sinn (1979).

die eine notwendige Bedingung für ein „inneres" Marktgleichgewicht ist und ein Kontinuum von möglichen Pfaden im $G$-$t$-Raum beschreibt.

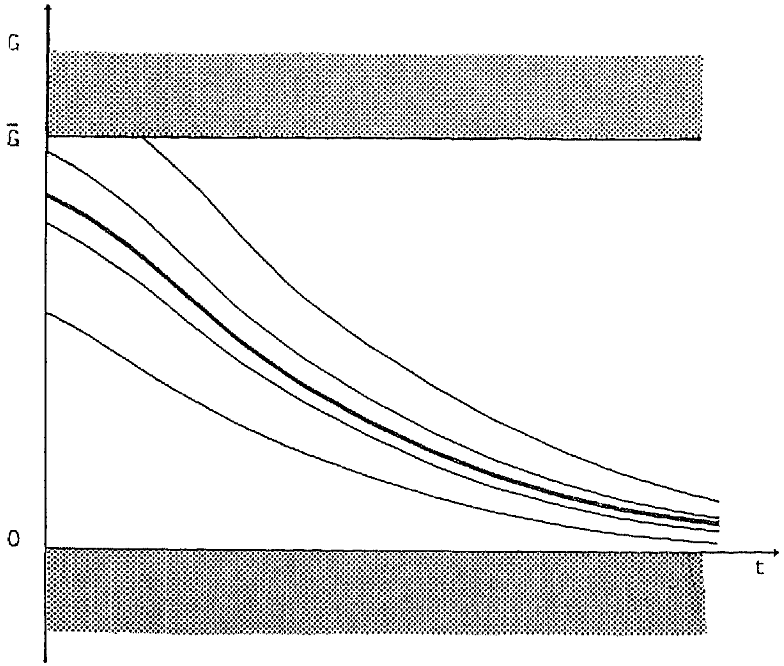


Abb. 2: Das intertemporale Gleichgewicht am Ressourcenmarkt

Eine wichtige Eigenschaft dieser Pfade ist, daß sie sich nicht schneiden können. Man beachte daß

(i) $\eta_V = \eta_V\,(G/n_H)$, $f_1 = f_1\,(K, \bar{A})$ und, wegen (18) und (19), $p = V'\,(G/n_H)/U'\,[(C - M)/n_H]$ und daß

(ii) $K$ und $C$ kontinuierliche Funktionen der Zeit sind, weil, wie im vorigen Abschnitt gezeigt, eine Bewegung längs der Kammlinie im $C$-$K$-Diagramm erfolgen muß.

Hieraus folgt, daß an einem gegebenen Punkt der Abb. 2 $\eta_V, f_1, p$ und daher $G$ eindeutig festliegen. Dies schließt Schnittpunkte zwischen den möglichen Pfaden aus, denn ein Schnittpunkt müßte mindestens zwei verschiedene Werte für $\dot{G}$ in (30) zulassen.

Allgemein können wir aus (30) das Vorzeichen der zeitlichen Änderung von $\dot{G}$ zum Beginn des Planungsproblems nicht ableiten. Es ist sicher negativ, wenn $(f_1 - \delta)\,(\frac{\mu}{p\,(1-\varepsilon)} - \Omega) \leq 0$, doch es kann auch positiv



sein, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist. Man beachte aber, daß der Grenzwert für $f_1 - \delta$ durch die steady-state-Bedingung (28) angegeben wird und daß für $f_1 - \delta > y > 0$ aus (5) und (12) die Ungleichung $\hat{p} > z > 0$ folgt, wobei $y$ und $z$ irgendwelche positive Konstante sind. Daher muß das Abbauvolumen G letztendlich fallen, und die relative zeitliche Änderung muß sich dem Wert

$$\lim_{t \to \infty} \frac{\dot{G}}{G} = - \frac{1}{\lim\limits_{G \to 0} \eta_V \left(\frac{G}{\eta_H}\right)} \frac{\varrho}{1 - \Omega} < 0 \,. \tag{31}$$

annähern.

Wenngleich es ein Kontinuum von Abbaupfaden gibt, die mit der Differentialgleichung (30) vereinbar sind, führt nur ein einziger Pfad zu einer Erschöpfung der Ressource für (genau) $t \to \infty$. Wird ein niedrigerer Pfad gewählt, dann bleibt auf Dauer etwas von der Ressource übrig. Wird ein höherer Pfad gewählt, dann wird die Ressource schon in endlicher Zeit erschöpft. Da wir wissen, daß die möglichen Pfade einander nicht schneiden können, folgt dies unmittelbar, wenn man sich klarmacht, daß die makroökonomische Ressourcenbeschränkung $Q \geq 0$ auch in der Form

$$\int_0^\infty G\,(t)\,dt \leq Q_0 \tag{32}$$

mit $Q_0 = n_R\,q_0$ geschrieben werden kann und daß $\int_0^\infty G\,(t)\,dt$ sich graphisch durch die Fläche unter der Extraktionskurve darstellen läßt.

Vorausgesetzt, daß, wie wir es annehmen wollen, die Obergrenze des Lösungsraums, $\bar{G}$, überall über dem Pfad liegt, der die Ressource gerade bei $t \to \infty$ erschöpft, kann leicht gezeigt werden, daß letzterer die einzige Möglichkeit für ein Marktgleichgewicht darstellt. Ein Pfad, der die Ressource bereits in endlicher Zeit erschöpft, ist nicht zulässig, weil die Eigenschaften der Periodennutzenfunktion $V(\cdot)$ im Zusammenhang mit (19) sichern, daß kein endlicher Preis existiert, der die Haushaltsnachfrage auf den Wert Null zurückdrängen könnte, den ja das Angebot nach der Erschöpfung einnimmt. Dieses Argument ist unabhängig davon, ob der fragliche Pfad teilweise mit der Obergrenze des Möglichkeitsbereichs zusammenfällt oder nicht. Ein Pfad, der für $t \to \infty$ nicht zur vollständigen Erschöpfung der Ressource führt, ist ebenfalls unzulässig. Der Grund ist, daß er die Transversalitätsbedingung der Ressourcenbesitzer, (4), verletzt: Schreiben wir $\lambda_R\,(t) = \lambda_R\,(0)\,e^{\int_0^t \hat{\lambda}_R (s)\,ds}$, wobei gemäß (2) und (3) $\hat{\lambda}_R\,(s) = r\,(s)\,\frac{1-\tau}{1-\Omega}$, dann wird diese Bedingung zu

(33) $$\lim_{t\to\infty} \lambda_R(0)\, q(t)\, e^{\int_0^t r(s) \frac{\Omega(1-\tau)}{1-\Omega} ds} = 0 \,.$$

Hierin ist der Grenzwert des Exponentialausdrucks strikt positiv, da aus (28) und (29)

(34) $$\lim_{t\to\infty} r(t) = \frac{\varrho}{1-\tau}$$

folgt. Damit darf dann $\lim_{t\to\infty} q(t)$ nicht ebenfalls strikt positiv sein.

So ist der Pfad, der die Ressource gerade im Unendlichen erschöpft, der einzig mögliche. Es kann gezeigt werden[23], daß auf ihm die Transversalitätsbedingungen der Ressourcenfirmen und Haushalte erfüllt sind, wenn

(35) $$\lim_{G\to 0} \eta_V\left(\frac{G}{n_H}\right) < \frac{1}{\Omega} \,.$$

Im Lichte psychophysikalischer Messungen von Empfindungsfunktionen scheint diese Bedingung nicht sonderlich streng zu sein. So impliziert Fechners Gesetz $\eta_V = 1$ [und damit $V(\cdot) = a + b \ln(\cdot)$, $b > 0$] und das gegenwärtig sogar noch populärere Gesetz von Stevens (1975) $0 < \eta_V < 1$, $\eta_V = \text{const.}$ [und somit $V(\cdot) = a + b(\cdot)^{1-\eta_V}$, $b > 0$].

## IV. Das Allokationsergebnis

Nach dem Studium der Bedingungen für ein intertemporales Gleichgewicht am Ressourcenmarkt können wir uns nun der ökonomisch interessanteren Diskussion seiner Eigenschaften widmen. Zu diesem Zweck reicht es, die Gleichungen (27), (28) und (30) zu untersuchen.

### 1. Die laissez-faire-Allokation

Erhebt der Staat keinerlei Steuern, dann erhält man aus (28) für das steady-Gleichgewicht des Normalgutsektors die „goldene Nutzenregel"

(36) $$f_1 - \delta = \varrho$$

und aus (27) für die Steigung auf der zu diesem Gleichgewicht führenden Kammlinie

(37) $$\frac{dC}{dK} = \frac{(C-M)(f_1 - \delta - \varrho)}{(f - \delta K - C)\,\eta_U} \,.$$

[23] Siehe Sinn (1979 Anhang).



Außerdem gewinnen wir aus (29) den folgenden Ausdruck für die relative zeitliche Änderung des Ressourcenabbaus:

(38) $$\hat{G} = -\frac{\varrho}{\eta_U} \,.$$

Die so beschriebene laissez-faire-Allokation verkörpert ein soziales Optimum, wenn man die zugrundeliegenden Präferenzen der Individuen akzeptiert[24]. Es läßt sich nämlich leicht zeigen, daß ein Zentralplaner ebenfalls zu dieser Allokation käme, wenn er das folgende Optimierungsproblem lösen würde:

(39) $$\max_{\{C,G\}} \int_0^\infty e^{-\varrho t} \left[ U\left(\frac{G}{n_H}\right) + V\left(\frac{G}{n_H}\right) dt \right]$$

$$\begin{array}{lrcl}
\text{s. t.} & K(0) & = & K_0 \,, \\
 & \dot{K} & = & f(K, A) - \delta K - C \,, \\
 & K & \geq & 0 \,, \\
 & Q(0) & = & Q_0 \,, \\
 & \dot{Q} & = & -G \,, \\
 & Q & \geq & 0.
\end{array}$$

(39) läßt sich offenkundig in die Unterprobleme

$$\max_{\{C\}} \int_0^\infty e^{-\varrho t} U\left(\frac{C}{n_H}\right) dt \text{ and } \max_{\{G\}} \int_0^\infty e^{-\varrho t} V\left(\frac{G}{n_H}\right) dt$$

aufspalten. Dieser Umstand wird es uns ermöglichen, eine intertemporale Fehlallokation auf einem bestimmten Markt zu konstatieren, wann immer Steuern eine Abweichung vom laissez-faire-Pfad anzeigen, ohne daß wir dabei zu beachten haben, ob die Allokation am jeweils anderen Markt optimal ist oder nicht.

### 2. Ad-valorem-Konsumsteuern

Setzen wir $\Omega = \tau = \mu = \varepsilon = 0, \Theta > 0$ oder $\Omega = \tau = \mu = \Theta = 0$, $\varepsilon > 0$ oder $\Omega = \tau = \mu = 0$, $\Theta > 0$, $\varepsilon > 0$, dann stellen wir beim Vergleich von (27), (28) und (30) mit (36) - (38) fest, daß die intertemporale Allokation für beide Güter völlig unverändert bleibt[25]. Dieses Ergebnis bestätigt die allokative Effizienz von Ausgabensteuern, wie sie schon von Fisher

[24] Für eine Diskussion der normativen Implikationen verschiedener Arten von intertemporalen Wolfahrtskritierien vgl. Page (1977 a und b).

[25] Ein Aspekt des Ergebnisses ist, daß, wenn eines der beiden Güter nicht besteuert wird, das jeweils andere mit einem über die Zeit einheitlichen (Wert-) Steuersatz belegt werden sollte. Dieses Ergebnis rührt von der Se-

(1942) und Kaldor (1957) festgestellt worden war. Es hat seine Ursache darin, daß das intertemporale Angebotsverhalten der Normalgutproduzenten wie der Ressourcenbesitzer nicht vom Niveau der Preise, sondern nur von ihrer zeitlichen Änderung abhängt.

Ein interessanter Korrolar hierzu, der schon von Gray (1914) formuliert wurde, lautet, daß die Traglast einer ad-valorem-Erlössteuer auf den Ressourcenverbrauch vollständig auf Seiten der Ressourcenfirma liegt. Dies ist nicht allzu überraschend, wenn man an Ricardos Behauptung denkt, daß Steuern auf reine Renteneinkommen nicht überwälzbar sind. Kürzlich hat allerdings Feldstein (1977) ein ähnliches Ergebnis für den Fall einer Bodensteuer verneint[26]. Der Unterschied rührt jedoch einfach daher, daß Feldstein die Budget- und nicht die Differentialinzidenz der Steuer untersucht, wie wir es tun[27]. Der Bodenpreisanstieg, den er in seinem Modell ableitet, hängt nur davon ab, wie die Regierung das Steueraufkommen verwendet und träte auch auf, würden Kopfsteuern erhoben.

### 3. Mengensteuern auf den Konsum

Wir setzen nun $\Omega = \tau = \varepsilon = \Theta = 0$, $\mu > 0$ oder $\Omega = \tau = \varepsilon = 0, \Theta > 0$, $\mu > 0$, wobei $\Theta$ im Unterschied zum vorigen Abschnitt nun eine Mengensteuer auf das Normalgut verkörpert[28]. Dann gibt es offenbar keine Änderung in (27) und (28), so daß die intertemporale Allokation des Normalgutes unverändert optimal bleibt. Doch statt (38) erhalten wir aus (30) jetzt:

$$\hat{G} = -\frac{\varrho - (f_1 - \delta)\frac{\mu}{p}}{\eta_V} . \qquad (40)$$

(40) zeigt eine klare Veränderung im Ressourcenverbrauchspfad an. Von den Eigenschaften des Wachstumspfades des Normalgutsektors her wissen wir, daß die Grenzproduktivität des Kapitals eine Funktion der Zeit ist, die positive Werte beibehält, wenn sie schon zum Anfang des Planungsproblems einen positiven Wert hatte. Für diesen realistischen Fall impliziert (40) daher, daß die „Schrumpfungsrate" des Ressourcenabbaus zu jedem Zeitpunkt kleiner als im laissez-faire-Gleichgewicht ist. Wegen $\int_0^\infty G(t)\, dt = Q_0$ ergibt sich damit ein Abbaupfad, der anfänglich unter, später aber über dem laissez-faire-Pfad liegt und diesen genau einmal schneidet. Da der laissez-faire-Pfad das soziale Optimum realisiert, bedeutet dies, daß die Gegenwart zuviel der Ressource für die Zukunft konserviert. Die Abb. 3 veranschaulicht die Zusammenhänge.

parabilität der Nutzenfunktion her. Es ist mit einer bekannten Aussage von Atkinson und Stiglitz (1972) verwandet, nach der für den Fall eines nicht besteuerbaren Gutes alle anderen Güter gleichmäßig zu besteuern sind, wenn die Nutzenfunktion in bezug auf das nicht besteuerbare Gut separabel ist.

[26] Feldstein (1977, S. 356) erhebt sogar explizit den Anspruch, daß sein Resultat auch für die Besteuerung von erschöpfbaren Ressourcen gilt.

[27] Man beachte unsere Annahme, daß das Steueraufkommen in Form von Kopftransfers, die als negative Steuern interpretierbar sind, wieder ausgeschüttet wird.

[28] Man erinnere sich, daß das Normalgut als numéraire für die Mengensteuer festgelegt wurde.



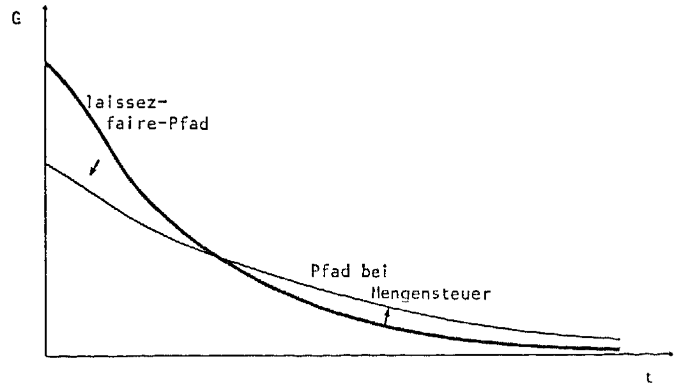


*Abbildung 3*

Die Wirkung der Mengensteuer als solcher, die wiederum bereits von Gray (1914) gesehen wurde, ist nicht unplausibel, wenn man bedenkt, daß sie wegen des dauernd steigenden Ressourcenpreises[29] als eine ad-valorem-Steuer mit einem in der Zeit fallenden Satz interpretiert werden kann. Daß eine solche Steuer einen Anreiz zur Verlagerung des Konsums in die Zukunft auslöst, ist ja unmittelbar einsichtig.

Neben diesem Resultat hat (40) eine andere Implikation, die erwähnenswert ist. Während der Ressourcenabbau im laissez-faire-Fall immer eine fallende Funktion der Zeit ist, zeigt (40), daß für einen genügend hohen Anfangswert von $f_1 - \delta$, d. h. für einen genügend kleinen anfänglichen Kapitalstock $K_0$, der Ressourcenabbau im Zeitablauf zunächst ansteigen kann, so daß die Haushalte sich in der nahen Zukunft besser als in der Gegenwart stehen. Da in der Wirklichkeit der Ressourcenabbau häufig mit Mengensteuern belastet ist, mag dieses Ergebnis erklären, warum gegenwärtig bei vielen Bodenschätzen die Fördermengen noch im Steigen begriffen sind.

[29] Vgl. (5).

### 4. Eine allgemeine Einkommensteuer

Setzen wir $\Omega = \varepsilon = \Theta = \mu = 0$, doch nehmen wir mit $\tau > 0$ eine positive Einkommensteuer an, dann zeigen uns (28) und (27) daß, anders als in (36) und (37),

$$(f_1 - \delta)(1 - \tau) = \varrho \tag{41}$$

und

$$\frac{dC}{dK} = \frac{[(C - M)[f_1 - \delta)(1 - \tau) - \varrho]}{(f - \delta K - C)\,\eta_U} \tag{42}$$

Währenddessen impliziert (30) unverändert die steady-state-Lösung (38) für den Ressourcenabbaupfad. Die Einkommensteuer verzerrt also nur den Verbrauchspfad des Normalgutes.

(41) zeigt eine Verletzung der goldenen Nutzenregel (36) an, denn im steady-state-Gleichgewicht ist nun die Grenzproduktivität des Kapitals größer und damit der Kapitalstock kleiner als optimal. Der Grund liegt in der Spaltung des Zinssatzes durch die Einkommensteuer: Sie bewirkt, daß im steady state der Nettozins der Zeitpräferenzrate und der Bruttozins der Grenzproduktivität des Kapitals gleicht.

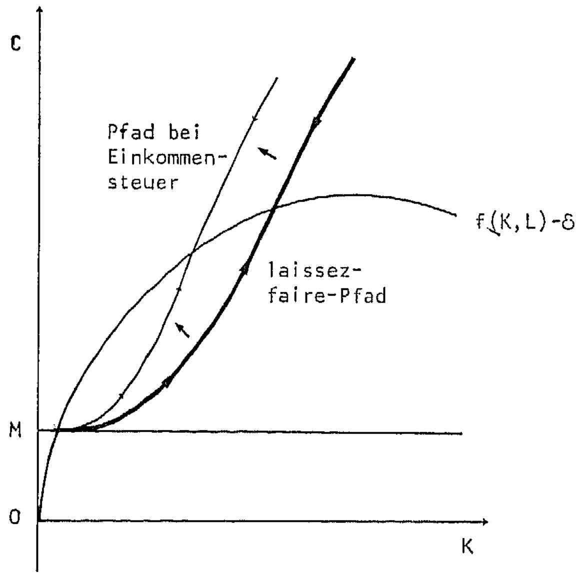


*Abbildung 4*



(42) impliziert, daß die Kammlinie, die zu diesem neuen steady-state-Punkt führt, überall über der alten Kammlinie liegen muß. Stellen wir uns einmal vor, dies wäre nicht der Fall, so daß die neue Kammlinie die alte irgendwo berührt oder schneidet. Dann müßte an diesem Punkt die Steigung der neuen Kammlinie kleiner als die der alten sein oder ihr gleichen, wenn $f_1 - \delta - \varrho < 0$ und $f - \delta K - C > 0$. Das jedoch ist offenkundig unvereinbar mit (42). Somit muß die Einführung einer Einkommensteuer immer den gegenwärtigen zu Lasten des zukünftigen Konsums erhöhen.

Die vorliegende Diskussion ist in der Abb. 4 zusammengefaßt, die das alte Fisher-Kaldor Argument gegen eine Besteuerung von Zinseinkommen im neoklassischen Wachstumsmodell verdeutlicht.

### 5. Eine Ressourcenwertzuwachssteuer

Gibt es mit $\Omega > 0$, jedoch $\varepsilon = \Theta = \mu = \tau = 0$ ausschließlich eine Ressourcenwertzuwachssteuer, dann ändert sich gemäß (27) und (28) an der optimalen Allokation im Normalgutsektor nichts, so daß (36) und (37) erhalten bleiben. Doch für die Wachstumsrate der Ressourcenextraktion erhalten wir aus (30):

$$\hat{G} = -\frac{1}{\eta_V}\left[\varrho + (f_1 - \delta)\frac{\Omega}{1 - \Omega}\right]. \tag{43}$$

Im Vergleich zum laissez-faire-Ergebnis (38) zeigt sich hier für den realistischen Fall $f_1 - \delta > 0$, daß die „Schrumpfungsrate" des Ressourcenabbaus zu jedem Zeitpunkt größer geworden ist. Wegen $\int_0^\infty G(t)\,dt = Q_0$ ergibt sich so ein Abbaupfad, der anfänglich über, später aber unter dem laissez-faire-Pfad liegt[30]. Dies verdeutlicht die Abb. 5.

Die Ressourcenwertzuwachssteuer wirkt damit genau entgegengesetzt zur Mengensteuer: Sie veranlaßt die gegenwärtige Generation, ihren Ressourcenkonsum zu Lasten der zukünftigen Generationen zu erhöhen. Sie ist aber wie die Mengensteuer eindeutig suboptimal.

[30] Da der Pfad des Normalgutkonsums unverändert bleibt, bedeutet dies, daß die Ressourcenwertzuwachssteuer bei ihrer Einführung zu einer abrupten Preissenkung führt, danach jedoch höhere Preissteigerungsraten zur Folge hat. Ein ähnliches Ergebnis ist bereits von Timm (1973) für eine Bodenwertzuwachsbesteuerung abgeleitet worden.

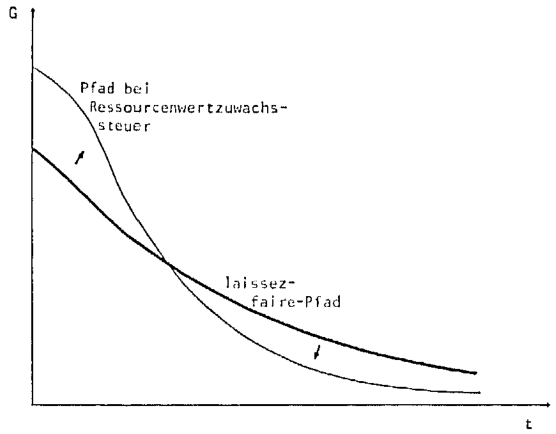


*Abbildung 5*

### 6. Einkommensteuer und Ressourcenwertzuwachssteuer: Das second-best-Problem

Wir haben festgestetllt, daß sowohl die Einkommen- als auch die Ressourcenwertzuwachssteuer als Alleinsteuern suboptimal sind. Man kann sich indes die Frage vorlegen, ob man im Sinne einer second-best-Lösung eine Ressourcenwertzuwachssteuer einführen sollte, wenn die Belastung von Zinserträgen mit einer Einkommensteuer als unvermeidlich angesehen wird. Die Antwort auf diese Frage ist unter Punkt 3 im Grunde schon gegeben worden, doch bevor wir sie wieder aufgreifen, wollen wir zwei naheliegende Irrtümer betrachten, die man bei dem Versuch einer Beantwortung begehen kann.

Dem ersten Irrtum kann man aus der Sicht der Leistungsfähigkeitsbesteuerung erliegen. Man könnte nämlich argumentieren, Wertzuwächse erhöhten die persönliche Leistungsfähigkeit der Ressourcenbesitzer, genauso wie es Zinsen bei normalen Kapitalanlegern tun, und seien deshalb mit dem Einkommensteuersatz zu belasten. Das ist zwar zum Teil richtig, doch übersicht man bei dieser Argumentation, daß der Marktmechanismus bereits für die fehlende Gerechtigkeit sorgt, indem er die Nettorenditen der verschiedenen Anlagen eines Portefeuillehalters ausgleicht, egal wie hoch die zugehörigen Bruttorenditen sind. In unserem Modell tritt das mit den Gleichungen (5) und (12) zutage, die (für $\Theta = \varepsilon = \mu = 0$) implizieren, daß

$$\hat{p}\,(1-\Omega) = (f_1 - \delta)\,(1-\tau)\ . \tag{44}$$

Ob nun $\Omega > 0$ oder $\Omega = 0$: Derjenige Anleger, der sich für sein Geld eine Ressourcenaktie kauft, hat bei Verkauf nach einer beliebigen Zeitperiode den gleichen Gewinn gemacht wie der Anleger, der Unternehmenswerte kauft. Die von der Leistungsfähigkeit her motivierte Ressourcenwertzuwachsbesteuerung hat somit wenig Sinn.



Eine weitere Überlegung, die zur Forderung einer second-best-Besteuerung des Ressourcenwertzuwachses Anlaß geben könnte, ist die folgende: Gleichung (44) verlangt für den wohlfahrtsmaximalen laissez-faire-Fall, daß $\hat{p} = f_1 - \delta$. Wenn eine Einkommensteuer allein erhoben wird, dann wird diese Gleichung zu $\hat{p} = (1-\tau)\,(f_1-\delta)$, so daß für einen gegebenen Kapitalstock die relative zeitliche Preisänderung der Ressourcen kleiner als zuvor ist. Hat man ein partialanalytisches Modell mit für jeden Zeitpunkt festen Nachfragefunktionen vor Augen, mag man vermuten, die zeitliche Veränderung im Abbauvolumen habe nun geringer als zuvor zu sein, was einen geringeren Gegenwartsabbau verlangt, wenn sich die Ressource nicht in endlicher Zeit erschöpfen soll. Entsprechend müßte man eine Ressourcenwertzuwachssteuer mit dem gleichen Satz, wie ihn die Einkommensteuer aufweist, fordern, damit die laissez-faire-Bedingung $\hat{p} = f_1 - \delta$ wiederhergestellt wird. Mit diesem Gedankengang ist man indes dem zweiten Irrtum erlegen.

Setzt man nämlich $\Theta = \varepsilon = \mu = 0$, läßt man aber $\tau \geq 0$ und $\Omega \geq 0$ zu, so folgt der Ressourcenabbau gemäß (30) der Regel

$$\hat{G} = -\frac{1}{\eta_V}\left[\varrho + (f_1-\delta)\,\frac{1-\tau}{1-\Omega}\,\Omega\right]. \tag{45}$$

während die Allokation im Normalgutsektor durch (41) und (42) beschrieben wird. (45) zeigt, daß man nicht hoffen darf, mit $\Omega = \tau$ die laissez-faire-Allokation des Ressourcenabbaus wieder zu erreichen. Mit der Einkommensteuer ist zwar jetzt die Verzerrung im Vergleich zur laissez-faire-Gleichung (38) kleiner als wenn es neben der Ressourcenwertzuwachssteuer keine weitere Steuer gäbe (vgl. (43)). Doch denselben Abbaupfad wie im laissez-faire-Fall kann man trotz Einkommensteuer nur über einen völligen Verzicht auf die Ressourcenwertzuwachssteuer erreichen[31].

Damit läßt sich jetzt auch der Fehler der oben angeführten Argumentation aufspüren: Er liegt nicht darin begründet, daß die Einkommensteuer nicht zu einer Verringerung der Ressourcenpreissteigerungsrate führen würde. Das ist natürlich der Fall. Vielmehr hat er seine Ursache in dem Umstand, daß sich statt des Ressourcenabbaupfades der Pfad des Normalgutkonsums ändert. Gemäß (18) und (19) ist auf diese Weise

[31] Dieses Ergebnis muß sicherlich bei nicht separablen Nutzenfunktionen modifiziert werden. Doch gibt es wahrscheinlich keine systematische Abweichung für eine solche Modifikation. Es könnte sich sowohl herausstellen, daß eine Ressourcenwertzuwachssteuer, als auch daß eine Ressourcenwertzuwachssubvention nötig ist.

ja ebenso gut eine Änderung des Preispfades herbeizuführen. Wie sich der Pfad des Normalgutkonsums ändert, erkennt man an der Gleichung (25). Sie wurde aus der mikroökonomischen Version (22) abgeleitet und verkörpert so das Betreben der Haushalte, bei einem gesunkenen Nettozins den Normalgutkonsum gleichmäßiger in der Zeit zu verteilen, also seine Zuwachsrate zu verringern. Dieses Bestreben gilt im Prinzip zwar auch für den Ressourcenkonsum, doch wie die Gleichung (23) zeigt, wird dort die Wirkung des verringerten Nettozinses gerade durch die Verringerung der Ressourcenpreissteigerungsrate kompensiert, die für sich genommen einen zeitlichen Aufschub des Konsums anregt.

Die vorangehende Diskussion liefert keinen Hinweis zur Unterstützung der Forderung, eine bereits existierende Einkommensteuer durch eine Ressourcenwertzuwachssteuer zu ergänzen. Wenn man jedoch aus Symmetriegründen oder warum auch immer eine gewisse Ressourcenbesteuerung wünscht, dann empfiehlt unser Modell eine ad-valorem-Steuer auf den Ressourcenverbrauch. Wie (30) für den Fall $\tau > 0$, doch $\Theta = \mu = \Omega = 0$ zeigt, würde der Ressourcenabbau dann wie im laissez-faire-Fall (38) unverändert mit der optimalen Geschwindigkeit erfolgen.

### V. Abschließende Bemerkungen

Der in diesem Aufsatz entwickelte allgemeine Gleichgewichtsansatz liefert eine Reihe klarer Aussagen über den Einfluß verschiedener Steuern auf die intertemporale Marktallokation produzierter und natürlicher Ressourcen. Darüber hinaus ermöglicht er es, diese Steuern unter Wohlfahrtsgesichtspunkten zu bewerten.

Es zeigte sich, daß ad-valorem-Steuern auf den Konsum eines der beiden oder beider Güter allokativ neutral sind und darum Wohlfahrtsverluste vermeiden. Doch eine Mengensteuer auf den Verbrauch der natürlichen Ressource, eine Wertzuwachssteuer auf ihren Bestand und eine allgemeine Einkommensteuer bewirken ganz klare Wohlfahrtsverluste. Im Fall der Mengensteuer wird der Verlust durch eine Verzerrung zu Lasten, doch im Fall der Wertzuwachssteuer durch eine Verzerrung zu Gunsten des Gegenwartskonsums der natürlichen Ressource hervorgerufen. Im Fall der Einkommensteuer resultiert der Verlust aus einer Verzerrung zu Gunsten des Gegenwartskonsums des Normalgutes.

Eine wichtige Frage, die behandelt wurde, ist, ob eine Ressourcenwertzuwachssteuer wenigstens im second-best-Sinne wünschbar ist, wenn bereits eine Einkommensteuer existiert. Aus der Sicht des Leistungsfähigkeitsprinzips hat die finanzwissenschaftliche Literatur m. E.



traditionell zu einer positiven Antwort tendiert. Und sogar aus der etwas moderneren allokativen Sicht könnte man leicht zu der gleichen Antwort kommen, wenn man ein partialanalytisches Modell des Marktes der natürlichen Ressource benutzt, in dem die Nachfragefunktionen und Bruttozinssätze für alle Zeitpunkte gegeben sind. Doch im Rahmen des hier benutzten allgemeinen Gleichgewichtsmodells haben wir keinen Hinweis darauf gefunden, daß eine second-best-Besteuerung von Wertzuwächsen sinnvoll sein könnte. Statt dessen ergab sich der Schluß, daß es viel besser wäre, die allgemeine Einkommensteuer durch eine ad-valorem-Steuer auf den Ressourcenverbrauch zu ergänzen. Glücklicherweise ist dies genau, wie die bestehenden Steuergesetzgebungen verfahren. Sie definieren im Prinzip die Erlöse aus dem Verkauf der geförderten Ressource als steuerbares Einkommen und belasten so den Ressourcenverbrauch effektiv mit einer ad-valorem-Erlössteuer, deren Satz dem der allgemeinen Einkommensteuer entspricht[32, 33].

Die wohl fragwürdigste Annahme, die der vorliegenden Untersuchung zu Grunde liegt, ist, daß die Pläne der Marktakteure für alle Zukunft kompatibel sind. Es ist ja schließlich offenkundig, daß die Zukunftsmärkte höchst unvollkommen sind. Kapitalmärkte reichen bis zu etwa 20 und Märkte für natürliche Ressourcen bis etwa 10 Jahre in die Zukunft. (Um einmal grobe Schätzungen zu wagen.) Man darf bei dieser Überlegung aber nicht vergessen, daß eine Kompatibilität der Pläne nicht notwendigerweise die Verfügbarkeit wohlorganisierter Märkte verlangt. Die Funktion der Märkte kann nämlich im Prinzip auch durch informelle tâtonnement-Prozesse erfüllt werden[34]. Z. B. kann man die gegenwärtige wissenschaftliche und öffentliche Diskussion über das Ressourcenproblem als einen solchen tâtonnement-Prozeß auffassen: Die Marktpartner tauschen Informationen, um damit Abweichungen in Ihren Planungen für die Zukunft zu eliminieren[35]. Doch wie auch immer

32 Genau genommen ist diese Feststellung nur richtig, wenn es keine Extraktionskosten gibt. Berücksichtigt man Extraktionskosten, dann wird sich eine Steuer auf den Nettoerlös aus dem Ressourcenverkauf als allokativ neutral herausstellen, und abermals täten die bestehenden Steuergesetze genau das Richtige, wenn sie einen Abzug dieser Kosten bei der Berechnung des steuerpflichtigen Gewinns zulassen.

33 Wenn es prozentuale Abschreibungsmöglichkeiten (depletion allowances) gibt, liegt effektiv immer noch eine ad-valorem-Steuer vor, wenngleich mit einem niedrigeren Satz.

34 Shell/Stiglitz (1967) und Stiglitz (1974), die die langfristige Stabilität des kapitalistischen Wachstums ziemlich skeptisch beurteilen, übersehen diese Möglichkeit gänzlich.

35 Man könnte einwenden, daß die informellen tâtonnement-Prozesse, wenngleich sie weiter in die Zukunft reichen als organisierte Märkte, sich immer noch nicht bis ins Unendliche erstrecken. Das ist jedoch nicht sonderlich wichtig. Wegen der Diskontierung erhält die Unendlichkeit im Wohlfahrtsfunktional genau das Gewicht Null.

man den Grad der Approximation beurteilen mag, den man mit dem allgemeinen Gleichgewichtsansatz erreichen kann, die Annahme einer ohne Steuern perfekt funktionierenden Wirtschaft hat wenigstens einen Vorteil. Sie hilft, die durch Steuern hervorgerufenen Wohlfahrtsverluste zu isolieren und verringert damit die Gefahr, diese Verluste mit jenen, die aus der Unvollkommenheit der Märkte resultieren, durcheinanderzubringen.

Es gibt eine Reihe von Richtungen, in die man den vorliegenden Ansatz sinnvoll weiterverfolgen könnte. Da das Marktgleichgewicht im Prinzip auch für das gleichzeitige Vorhandensein aller Steuern abgeleitet wurde, ließen sich noch eine Reihe weiterer second-best-Probleme untersuchen. Sinnvoll sind aber auch Änderungen der Modellannahmen selbst. Z. B. könnte man die natürliche Ressource statt als Konsumgut als Produktionsfaktor einführen. Weiterhin könnte man technischen Fortschritt und Bevölkerungswachstum zulassen, das Arbeitsangebot der Haushalte durch einen Optimierungskalkül bestimmen und/oder die Rolle der Inflation bei der intertemporalen Allokationswirkung des Steuersystems studieren. Es wäre interessant zu wissen, wie diese Änderungen unsere Ergebnisse beeinflussen würden.

## Literatur


*Agria, S. R.* (1969), Special Tax Treatment of Mineral Industries, in: A. C. Harberger and H. J. Bayley, Hrsg., The Taxation of Income from Capital, Washington 1969.

*Atkinson, A. B.* and *Sandmo, A.* (1977), The Taxation of Savings and Economic Efficiency, erscheint in The Economic Journal.

*Atkinson, A. B.* and *Stiglitz, J. E.* (1972), The Structure of Indirect Taxation and Economic Efficiency, in: Journal of Public Economics, Vol. 6, 1972, S. 55 - 75.

*Boskin, M. J.* (1978), Taxation, Saving, and the Rate of Interest, in: Journal of Political Economy, Vol. 86, 1978, S. 3 - 27 (Sonderausgabe).

*Burness, H. S.* (1976), On the Taxation of Nonreplenishable Natural Resources, in: Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 3, 1976, S. 289 - 311.

*Diamond, P. A.* (1970), Incidence of an Interest Income Tax, in: Journal of Economic Theory, Vol. 2, 1970, S. 211 - 224.

*Feldstein, M.* (1974a), Incidence of a Capital Income Tax in a Growing Economy with Variable Saving Rates, in: Review of Economic Studies, Vol. 41, 1974, S. 505 - 513.

— (1974b), Tax Incidence in a Growing Economy with Variable Factor Supply, in: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 88, 1974, S. 551 - 573.

— (1977), The Surprising Incidence of a Tax on Pure Rent: A New Answer to an Old Question, in: Journal of Political Economy, Vol. 85, 1977, S. 349 - 360.





*Feldstein, M.* (1978), The Welfare Cost of Capital Income Taxation, in: Journal of Political Economy, Vol. 86, 1978, S. 29 - 51 (Sonderausgabe).

*Feldstein, M. S.* and *Tsiang, S. C.* (1968), The Interest Rate, Taxation, and the Personal Savings Incentive, in: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 82, 1968, S. 419 - 434.

*Fisher, I.* (1942), Constructive Income Taxation, New York 1942.

*Gray, L. C.* (1974), Rent Under the Assumption of Exhaustibility, in: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 28, 1914, S. 466 - 489.

*Green, J. R.* and *Sheshinski, E.* (1978), Optimal Capital-Gains Taxation under Limited Information, in: Journal of Political Economy, Vol. 86, 1978, S. 1143 - 1158.

*Helliwell, J.* (1969), Taxation of Capital Gains, in: The Canadian Journal of Economics, Vol. 2, 1969, S. 314 - 318.

*Hotelling, H.* (1931), The Economics of Exhaustible Resources, in: The Journal of Political Economy, Vol. 39, 1931, S. 137 - 175.

*Kaldor, N.* (1957), An Expenditure Tax, London 1957.

*Kemp, M. C.* and *Long, N. V.* (1979), The Interaction of Resource-Poor and Resource-Rich Economies, erscheint in: Australian Economic Papers.

*Krzyzaniak, M.* (1966), Effects of Profit Taxes: Deduced from Neo-Classical Growth Models, in: M. Krzyanik, Hrsg., The Corporation Income Tax, Detroit 1966.

*McRae, J. J.* (1974), Optimal Natural Resource Exploitation by Open Economies, Dissertation, University of Western Ontario, London, Kanada 1974.

*Page*, T. (1977 a), Intertemporal and International Aspects of Virgin Materials Taxes, in: D. W. Pearce and I. Walter, Hrsg., Resource Conservation. Social and Economic Dimensions of Recycling, New York 1977.

— (1977b), Conservation and Economic Efficiency. An Approach to Materials Policy, Baltimore und London 1977.

*Sato, K.* (1967), Taxation and Neo-Classical Growth, in: Public Finance, Vol. 22, 1967, S. 346 - 370.

*Schenone*, O. H. (1975), A Dynamic Analysis of Taxation, in: The American Economic Review, Vol. 65, 1975, S. 101 - 114.

*Shell, K.* and *Stiglitz, J.* (1967), The Allocation of Investment in a Dynamic Economy, in: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 81, 1967, S. 592 - 609.

*Simmons, P.* (1977), Optimal Taxation and Natural Resources, in: Recheres Economiques de Louvain, Vol. 43, 1977, S. 141 - 163.

*Sinn, H.-W.* (1979), Besteuerung, Wachstum und Ressourcenabbau, Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, Diskussionsbeitrag Nr. 132 - 79, Institut für Volkswirtschaftslehre und Statistik der Universität Mannheim 1979.

*Stiglitz J.* (1974), Growth with Exhaustible Natural Resources: The Competitive Economy, in: The Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 1974.

*Timm, H.* (1973), Überwälzbarkeit und Wirkung der Bodenwertzuwachssteuer auf Bodenpreise und Preise von Bodennutzungen, in: Sozialwissenschaften im Dienste der Wirtschaftspolitik, Festschrift für W. Bickel, Hrsg. H. Haller, G. Hauser und H. Schelbert-Syfrig, Tübingen 1973.

*Wright, C.* (1969), Saving and the Rate of Interest, in: A. C. Harberger and M. J. Bailey, Hrsg., Taxation of Income from Capital, Washington 1969.