

UNIVERSITÄT LÜNEBURG  
Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Arbeitsbericht Nr. 201  
ISSN 0176-7275

**Subvention und Konsumbesteuerung  
bei stochastischem Wachstum**

von

*Christiane Clemens\** und *Susanne Soretz\*\**

September 1998

\*Universität Hannover — Institut für Volkswirtschaftslehre, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover,  
e-mail: clemens@vwl.uni-hannover.de

\*\*Universität Lüneburg, Institut für Volkswirtschaftslehre, Scharnhorststr. 1, 21332 Lüneburg, e-mail:  
soretz@uni-lueneburg.de

## **Zusammenfassung**

Dieser Aufsatz widmet sich den Auswirkungen einer Konsumbesteuerung bei gleichzeitiger Gewährung einer Kapitalsubvention im Rahmen eines stochastischen Wachstumsmodells mit einer Externalität des technischen Wissens. Ausgehend von verschiedenen Szenarien im Hinblick auf die Kombination staatlicher Maßnahmen werden die jeweiligen Implikationen für eine optimale Politik untersucht. Es wird gezeigt, daß die Wahl eines einheitlichen Subventionssatzes auf deterministische und stochastische Kapitaleinkommen im Rahmen einer optimalen Politik einen vergleichsweise höheren Subventionssatz erfordert als eine ausschließliche Berücksichtigung permanenter Kapitaleinkünfte. Gleichzeitig ist ein geringeres erwartetes Subventionsvolumen erforderlich als unter Sicherheit.

## **Abstract**

This paper employs a stochastic model of endogenous growth to analyze the macroeconomic effects of an investment subsidy that is financed via a consumption tax. We demonstrate that the impact of either of the two fiscal instruments on consumption and portfolio choice as well as on economic growth is ambiguous. Nevertheless it is possible to solve for welfare maximizing policies. These crucially depend on the specific design of tax-transfer-schemes. We demonstrate that the optimal choice of a flat-rate subsidy on permanent and transitory capital income goes along with a larger transfer rate compared to the situation where subsidies are restricted to deterministic income parts. Furthermore, we found that in this case total expected subsidy payment in the risky environment falls short of the optimal one for the deterministic setting.

JEL Klassifikation: D8, D9, E62, O4

Keywords: Endogenes Wachstum, Besteuerung unter Unsicherheit

# 1 Einleitung

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den makroökonomischen Auswirkungen staatlicher Subventions- und Steuertätigkeit in einem stochastischen Wachstumsmodell. Das Ziel ist es, anhand eines vielfach verwendeten Modellrahmens zu veranschaulichen, daß die Einführung von Unsicherheit interessante Implikationen insbesondere im Hinblick auf die Wirkungsrichtungen staatlicher Eingriffe mit sich bringt, die deutlich von denen unter Sicherheit abweichen können.

Die moderne Wachstumstheorie baut bekanntlich entscheidend auf der Annahme auf, daß die Wachstumsrate einer Ökonomie von denjenigen Faktoren bestimmt wird, die Einfluß auf die individuelle Ersparnis nehmen, mithin stellt die Unsicherheit hier eine weitere Einflußgröße dar. Der Ansatz greift dabei Überlegungen von Prescott (1986) auf, wonach Fluktuationen über das intertemporale individuelle Optimierungskalkül auch langfristige Wirkungen auf den Trend aufweisen können. Mit einem auf aggregierter Ebene nicht abnehmenden Grenzertrag des Kapitals sind die Voraussetzungen für ein anhaltendes Wachstum der Pro-Kopf-Einkommen gegeben. Die Sensitivität des gleichgewichtigen Wachstumspfad gegenüber den Strukturparametern der Ökonomie führt dazu, daß wirtschaftspolitische Maßnahmen das langfristige Wachstum beeinflussen können. Derartige staatliche Eingriffe sind besonders bei der Klasse von Modellen erforderlich, die unter Konkurrenzbedingungen eine Pareto-inferiore Wachstumsrate aufweisen. Ein solches Modell, der Learning-by-Doing Ansatz nach Arrow (1962) und Romer (1986), liegt diesem Beitrag zugrunde.

Da die Individuen in diesem Modell den externen Effekt der Humankapitalakkumulation in ihren Planungen vernachlässigen, wird nur der private Grenzertrag des Kapitals bei der Bestimmung der optimalen Investition berücksichtigt. Dieser ist geringer als der soziale Grenzertrag mit der Folge, daß im Marktgleichgewicht das Konsumniveau höher und die Ersparnis geringer ist als auf dem Pareto-optimalen Pfad. Üblicherweise wird aus dieser Situation gefolgert, daß die Akkumulation durch ein staatliches Steuer-Transfer-System erhöht werden kann, wenn entweder durch Besteuerung negative Konsumanreize geschaffen oder die Investitionen durch Subvention gefördert werden. Diese Idee wird in dem vorliegenden Beitrag umgesetzt, indem die Subvention der unsicheren Kapitaleinkommen aus der Erhebung einer Konsumsteuer finanziert wird. Es wird jedoch gezeigt, daß die aus der deterministischen Wachstumstheorie bekannten Internalisierungsmöglichkeiten nicht ohne weiteres auf ein Modell mit Einkommensunsicherheit übertragbar sind.

Auf die Besteuerung des Produktionsfaktors Arbeit wird verzichtet, da dies einerseits in dem vorliegenden Modellrahmen einem der gesamten Lohnsumme entsprechenden Subventionsvolumen gleichkommt. Andererseits soll der aktuellen Diskussion (beispielsweise durch Fehr und Wiegard (1998)) Rechnung getragen werden, die eine Förderung des Wachstums durch den Übergang von einer Einkommen- zu einer Verbrauchsteuer anregt.

Das im vorliegenden Beitrag unterstellte Einkommensrisiko hat in verschiedener Hinsicht Einfluß auf das makroökonomische Gleichgewicht und somit auch auf die Wirkungsrichtung einer staatlichen Steuer–Transfer–Politik. Zunächst wird ein risikoaverses Wirtschaftssubjekt die Unsicherheit in seiner intertemporalen Konsumententscheidung berücksichtigen. Bei hinreichend starker Risikoaversion wird das Individuum Vorsichtersparnis bilden, um sich gegen zukünftige Einkommensschwankungen abzusichern, wie erstmals von Leland (1968) und Sandmo (1970) festgestellt wurde. Darüberhinaus gewinnt das von Domar und Musgrave (1944) sowie Stiglitz (1969) entwickelte Argument Bedeutung, demzufolge staatliche Eingriffe sowohl die relativen Erträge alternativer Anlageformen als auch deren Volatilität beeinflussen. Dieses Argument läßt sich auf die Subvention von Kapitalerträgen anwenden. Nicht nur der erwartete Ertrag steigt, auch die Streuung der zukünftigen Einkommen nimmt zu. Es ergeben sich somit zwei konträre Wirkungen: Die Erhöhung der erwarteten Erträge ist ein Anreiz, die Kapitalakkumulation zu steigern, während das größere Risiko negative Akkumulationsanreize schafft. Etabliert man nun ein System, in dem die Subvention von Kapitalerträgen sowie deren Finanzierung durch eine Konsumsteuer die zukünftigen Einkommensströme verändern, so zeigen sich sowohl Auswirkungen auf die Portfoliowahl als auch auf das optimale Konsumniveau. Beide Faktoren beeinflussen die Wachstumsrate der Volkswirtschaft. Insgesamt entscheiden jedoch die Wohlfahrtseffekte über die Vorteilhaftigkeit einer Politik, die in dem vorgestellten Modell nicht eindeutig sind.

Auf diese Weise erhält der Zusammenhang zwischen Wachstum und Risiko eine weitgehende Bedeutung. Neben dem direkten wohlfahrtsmindernden Effekt einer Risikozunahme kann ein indirekter wohlfahrtssteigernder Effekt auftreten, wenn durch Vorsichtersparnis und Portfolioanpassungen die Wachstumsrate zunimmt. Dieser indirekte kann den direkten Einfluß überkompensieren, so daß eine Erhöhung der Unsicherheit nicht notwendigerweise zu Wohlfahrtsverlusten führt, obwohl die betrachtete Gesellschaft risikoavers ist. Dieses kontra-intuitive Ergebnis wurde erstmals von Devereux und Smith (1994) sowie Femminis (1995) für den Fall internationaler Risikoteilung auf Finanzmärkten diskutiert. Die Besteuerung von Kapitaleinkommen kann eine vergleichbare risikostreuende Wirkung aufweisen (Eaton 1981), darüberhinaus aber ebenfalls mit uneindeutigen Wohlfahrtseffekten einhergehen, wie von Clemens und Soretz (1998a) gezeigt wurde.

Folgerichtig müssen auch die Wirkungen einer Internalisierung des externen Effektes mit Hilfe einer Kapitalsubvention neu überdacht werden. Wir zeigen, daß die Subvention von Kapitalerträgen nicht nur eine wachstumserhöhende Wirkung durch die Steigerung der erwarteten Erträge aufweist, sondern auch eine wachstumssenkende Wirkung durch die Zunahme der Streuung. Wie vorangehend beschrieben, beeinflussen sowohl die Subvention als auch die Konsumsteuer zusätzlich die optimale Portfoliowahl sowie das nutzenmaximale Verhältnis von Konsum und Vermögen. Dadurch sind die Gesamteffekte auf die Wohlfahrt nicht eindeutig. Dennoch läßt sich eine optimale Subventionspolitik be-

stimmen, die zur vollständigen Internalisierung der Spillovers technischen Wissens führt. Diese wird jedoch entscheidend von der Ausgestaltung der staatlichen Instrumente bestimmt und weicht von den Politikempfehlungen, die aus dem deterministischen Modell abgeleitet werden, zum Teil deutlich ab.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert: Abschnitt 2 beschreibt die Annahmen des Modells sowie die Ergebnisse des individuellen intertemporalen Optimierungskalküls. Im Anschluß daran wird das makroökonomische Gleichgewicht bestimmt, um in Abschnitt 3 die Auswirkungen einer Veränderung der Steuer- und Subventionsparameter zu untersuchen. Im darauffolgenden Abschnitt wird die optimale Internalisierungspolitik abgeleitet. Ergänzend widmet es sich den Konsequenzen unterschiedlicher Szenarien im Hinblick auf die mögliche Ausgestaltung staatlicher Eingriffe. Abschnitt 5 faßt die Ergebnisse kurz zusammen.

## 2 Das Modell

Die repräsentative Unternehmung produziert ein homogenes Gut gemäß der stochastischen Cobb–Douglas Funktion

$$dY(t) = \gamma K(t)^\alpha (L(t) A(t))^{1-\alpha} (dt + \sigma dy(t)) \quad \alpha \in (0, 1), \gamma > 0. \quad (1)$$

Arbeit  $L$  wird unelastisch angeboten und auf eins normiert.  $K(t)$  ist der Bestand an physischem Kapital. Folgt man der Interpretation von Romer (1986) und Arrow (1962), so repräsentiert  $A(t)$  das technische Wissen, das die Eigenschaften eines öffentlichen Gutes aufweist. Es stellt einen Harrod–neutralen Wachstumsparameter dar und entsteht durch Investitionen in physisches Kapital. Im Gleichgewicht stimmen  $A(t)$  und  $K(t)$  überein. Durch die Spillovers des technischen Wissens ist die aggregierte Produktionsfunktion linear im physischen Kapital und somit ein langfristiges Wachstum der Pro–Kopf–Einkommen möglich. Der Hicks–neutrale Produktivitätsschock wird durch den seriell unkorrelierten Wiener Prozeß  $dy(t) \sim N(0, dt)$  abgebildet.

Der Staat erhebt eine lineare Verbrauchsteuer mit Steuersatz  $\tau$ . Für den Strom der Steuereinnahmen  $dT$  ergibt sich

$$dT(t) = \tau C(t) dt \quad \tau \in [0, 1] \quad (2)$$

wobei  $C(t)$  den Konsum des Zeitpunktes  $t$  bezeichnet. Die Individuen erhalten die Subvention  $d\Theta$  auf Erträge aus physischem Kapital. Um im Verlauf der Analyse eine leichtere Unterscheidung der Effekte zu ermöglichen, wird hypothetisch zwischen dem Subventionssatz auf deterministische  $\theta_d$  und demjenigen auf stochastische Kapitaleinkünfte  $\theta_s$ ,

unterschieden.<sup>1</sup>

$$d\Theta(t) = \theta_d r_K K(t) + \theta_s K dz_K dt \quad \theta_i \geq 0, \quad i = d, s. \quad (3)$$

Dabei stellt  $r_K$  die erwartete Ertragsrate des physischen Kapitals und  $dz_K$  den zugehörigen stochastischen Prozeß — jeweils vor Subventionierung — dar. Der Staat schließt sein Budget durch die Ausgabe von Staatsanleihen. Den Individuen stehen folglich zwei alternative Anlageformen zur Verfügung: Sie können in Real- oder Finanzkapital investieren. Letzteres ermöglicht eine sichere Nominalverzinsung.<sup>2</sup> Aufgrund des Technologieschocks sind die Faktorerträge stochastisch, so daß sich aus dem staatlichen Budget Rückwirkungen auf den Marktwert der Anleihen ergeben, und dieser mithin Schwankungen unterworfen ist. Das Vermögen  $W(t)$  der Wirtschaftssubjekte ist die Summe der beiden Anlagen

$$W(t) = B(t) + K(t), \quad (4)$$

mit den Portfolioanteilen  $n$  für physisches Kapital und  $(1 - n)$  für Finanzkapital. Die Anfangsbestände  $K(0) = K_0$  von Kapital sowie  $b_0$  von Anleihen sind exogen gegeben, während der Startwert der Staatsanleihen  $B(0) = p(0)b_0$  endogen determiniert ist. Die stochastischen Prozesse der realen Ertragsraten von physischem Kapital und Finanzkapital sowie der stochastische Lohnprozeß werden wie folgt beschrieben

$$\begin{aligned} dR_K &= r_K dt + dz_K \\ dR_B &= r_B dt + dz_B \\ dR_L &= \omega dt + dz_L. \end{aligned} \quad (5)$$

Die homogenen, unendlich lang lebenden Individuen maximieren ihren intertemporalen Erwartungsnutzen. Der intertemporale Nutzen ist additiv-separabel in der Zeit.  $E_0$  bezeichnet den bedingten Erwartungswert, in den nur die zum Zeitpunkt 0 verfügbare Information eingeht, während  $e^{-\beta t}$  mit  $\beta > 0$  den Diskontfaktor repräsentiert. Somit ergibt sich das intertemporale Nutzenmaximierungsproblem, den Konsum, die Portfolioaufteilung sowie das Vermögen gegeben die stochastische Vermögensrestriktion und die Anfangswerte  $K_0, b_0, y(0)$  optimal zu wählen

$$\max_{C, n, W} \quad E_0 \int_0^\infty U[C(t)] e^{-\beta t} dt \quad (6)$$

$$\text{u. N.} \quad dW = [(r_B + ((1 + \theta_d)r_K - r_B)n)W + \omega - (1 + \tau)C] dt + dw \quad (7)$$

mit  $dw = W((1 - n)dz_B + n(1 + \theta_s)dz_K) + dz_L$ .

---

<sup>1</sup>Diese Trennung folgt dem Vorbild von Eaton (1981), der auf diese Weise zwischen der Besteuerung sicherer und riskanter Einkommen differenziert.

<sup>2</sup>Der Einfachheit halber wird von einer ewigen Anleihe ausgegangen.

Die Periodennutzenfunktion  $U[C(t)]$  ist streng konkav und weist eine konstante relative Risikoaversion auf

$$U[C(t)] = \begin{cases} \frac{1}{1-\rho} C(t)^{1-\rho} & \rho > 0, \rho \neq 1 \\ \ln C(t) & \rho = 1 \end{cases} \quad (8)$$

Der Parameter  $\rho$  bezeichnet das konstante Maß der die relativen Risikoaversion nach Arrow/Pratt und entspricht dem Kehrwert der intertemporalen Substitutionselastizität.

Die Wertefunktion  $V[W(t), t]$  repräsentiert den maximal erreichbaren Lebenszeitnutzen, und es wird davon ausgegangen, daß sie die zeitseparable Form  $V[W(t), t] = e^{-\beta t} G[W(t)]$  annimmt. Ihr stochastisches Differential ergibt sich aus der Anwendung von Itô's Lemma und man erhält als Zielfunktion

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = e^{-\beta t} & \left\{ U(C) - \beta G + G'(W) [(r_B + ((1 + \theta_d)r_K - r_B)n)W + \omega - (1 + \tau)C] \right. \\ & \left. + \frac{1}{2} G''(W) \sigma_W^2 \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

wobei  $\sigma_W^2 = \frac{E(dw)^2}{dt}$  die Varianz des Vermögens beschreibt.

Die Bedingungen erster Ordnung für  $C$ ,  $n$  und  $W$  sind durch

$$0 = U'(C) - (1 + \tau)G'(W) \quad (10)$$

$$0 = G'(W)((1 + \theta_d)r_K - r_B)W + \frac{1}{2} G''(W) \frac{\partial \sigma_W^2}{\partial n} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} 0 = G'(W) (r_B + ((1 + \theta_d)r_K - r_B)n - \beta) + \frac{1}{2} G''(W) \frac{\partial \sigma_W^2}{\partial W} \\ + G''(W) [(r_B + ((1 + \theta_d)r_K - r_B)n)W + \omega - (1 + \tau)C] + \frac{1}{2} G'''(W) \sigma_W^2 \end{aligned} \quad (12)$$

gegeben. Gleichung (10) spiegelt das wohlbekanntes Ergebnis wieder, daß im intertemporalen Optimum ein Ausgleich der Grenznutzen aus Konsum über die Zeit erfolgt, und determiniert zusammen mit Gleichung (12) die Vermögensakkumulation. Die optimale Struktur des Portfolios wird von Gleichung (11) festgelegt. Außer den notwendigen Bedingungen muß ein zulässiges Konsumprogramm die Transversalitätsbedingung

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E_t [G(W) e^{-\beta t}] = 0 \quad (13)$$

erfüllen, um die Konvergenz des Lebenszeitnutzens sicherzustellen.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Merton (1969) zeigt, daß eine positive Konsumneigung aus Vermögen meist eine notwendige und hinreichende Bedingung für die Erfüllung der Transversalitätsbedingung ist. In dem hier gewählten Kontext suboptimaler Marktergebnisse ist dies jedoch nicht zwingend der Fall. Es werden folglich nur Parameterkonstellationen zugelassen, die die Einhaltung der Transversalitätsbedingung sicherstellen.

Die optimalen Pfade des Konsums und der Portfolioanteile sind Funktionen der Ableitungen der Wertefunktion nach dem Vermögen und ergeben zusammen eine stochastische Differentialgleichung in  $G(W)$ . Die Wertefunktion, die diese Differentialgleichung löst, maximiert das stochastische Integral (6). In Anlehnung an Merton (1971) stellen wir die Lösungsvermutung auf, daß Konsum und Vermögen mit den gleichen Raten wachsen, d. h. wir gehen von einem konstanten Konsum–Vermögensverhältnis  $\mu$  aus

$$C(W,t) = \mu W(t). \quad (14)$$

Darüberhinaus postulieren wir, daß sich auch die Portfoliostruktur im Gleichgewicht nicht ändert, so daß  $n$  konstant und unabhängig von der Höhe des Vermögens ist. Infolgedessen entwickeln sich beide Anlageformen im Zeitablauf ebenso wie das Gesamtvermögen

$$\frac{dW}{W} = \frac{dK}{K} = \frac{dB}{B}. \quad (15)$$

Ausgehend von vollkommener Konkurrenz auf den Faktormärkten erfolgt die Entlohnung der Produktionsfaktoren gemäß ihren Grenzprodukten. Im makroökonomischen Gleichgewicht gilt außerdem, daß der Bestand an technischem Wissen dem Bestand an physischem Kapital entspricht, so daß sich die realen Marktertragsraten wie folgt ergeben

$$\begin{aligned} dR_K &= \alpha\gamma(dt + dy) \\ dR_L &= (1 - \alpha)\gamma K(dt + dy). \end{aligned}$$

Die Markträumung erfordert  $dK = dY - C dt$ , woraus sich unter den oben getroffenen Lösungsvermutungen unmittelbar die Akkumulationsgleichung des physischen Kapitals ableiten läßt

$$\frac{dK}{K} = \left(\gamma - \frac{\mu}{n}\right) dt + \gamma\sigma dy. \quad (16)$$

Der Budgetausgleich des Staates erfolgt über die Emission von Wertpapieren. Budgetdefizite bzw. –überschüsse ergeben sich als Residualgröße aus deterministischen Steuereinnahmen, stochastischen Subventionszahlungen sowie den Zinsdiensten<sup>4</sup>

$$\frac{dB}{B} = \left(r_B + \frac{\theta_d \alpha \gamma n}{1 - n} - \frac{\tau \mu}{1 - n}\right) dt + dz_B + \frac{\alpha \gamma \sigma \theta_s n}{1 - n} dy. \quad (17)$$

Das Produktionsrisiko ist in der betrachteten Ökonomie die einzige Quelle der Unsicherheit und determiniert mithin alle übrigen stochastischen Prozesse des Modells. Somit sind die Schwankungen des Gesamtvermögens im Gleichgewicht proportional zu den Schwankungen in der Produktionsmenge. Für die Vermögensvarianz folgt dementsprechend  $\sigma_W^2 = \gamma^2 \sigma^2 W^2$ .

---

<sup>4</sup>Dabei ist zu beachten, daß der Größe des Portfolioanteils der Anleihen keine Beschränkung auferlegt wird, d. h. es ist möglich, wenn auch unrealistisch, daß der Staat eine Gläubigerposition einnimmt.



Mit den soweit erzielten Ergebnissen ist es nun möglich, aus der notwendigen Bedingung für die optimale Portfoliostruktur (11) und der Lösungsvermutung eines konstanten Konsum–Vermögens–Verhältnisses die erwartete reale Ertragsrate der Staatsanleihen zu bestimmen

$$r_B = \alpha\gamma(1 + \theta_d) + \rho\gamma^2\sigma^2 \left( 1 - \alpha - \frac{\alpha\theta_s}{1 - n} \right). \quad (18)$$

Aus Gleichung (18) geht hervor, daß sich die erwarteten realen Ertragsraten von physischem Kapital und Anleihen um die Risikoprämie unterscheiden. Diese ist negativ, wenn Realkapital die riskantere und positiv, wenn es die sicherere Anlage ist. In diesem Zusammenhang ist es wichtig festzuhalten, daß eine sichere Nominalverzinsung der staatlichen Anleihen nicht notwendigerweise mit einem geringeren Risiko dieser Anlage einhergeht. Bei der Beurteilung der Ergebnisse muß zusätzlich der stochastische Marktwert der Wertpapiere berücksichtigt werden.

Unter den über die Nutzenfunktion und die Produktionstechnologie getroffenen Annahmen sowie den Bedingungen erster Ordnung folgt für die optimale Konsum– und Portfoliowahl

$$(1 + \tau)\mu = \frac{\beta}{\rho} + \frac{\rho - 1}{\rho}\alpha\gamma(1 + \theta_d) + (1 - \alpha)\gamma n + \gamma^2\sigma^2 \left( (1 - \rho)\alpha\theta_s + \rho(1 - n)(1 - \alpha) + \alpha - \frac{\rho + 1}{2} \right) \quad (19)$$

$$n = \frac{\beta - (1 - \rho) \left( \varphi - \frac{1}{2}\rho\gamma^2\sigma^2 \right)}{\gamma(\tau + \alpha) - (1 + \tau)\varphi + \rho\gamma^2\sigma^2(1 - \alpha)}. \quad (20)$$

Die Konsumquote aus Vermögen ist eine Funktion der exogenen Modellparameter und des Portfolioanteils des physischen Kapitals. Da  $n$  im Gleichgewicht unabhängig von der Höhe des Vermögens ist, ist auch die Konsumneigung konstant. Mit diesen Ergebnissen bestätigen sich die eingangs aufgestellten Lösungsvermutungen.

Das optimale Konsum–Vermögens–Verhältnis ergibt zusammen mit der Budgetrestriktion (7) die erwartete Wachstumsrate der Ökonomie

$$\varphi = \left[ \frac{1}{W} \frac{E dW}{dt} \right] = \frac{1}{\rho} [\alpha\gamma(1 + \theta_d) - \beta] + \frac{1}{2}\gamma^2\sigma^2 (\rho + 1 - 2\alpha(1 + \theta_s)). \quad (21)$$

Die erwartete Wachstumsrate setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Term ist identisch mit der Wachstumsrate, die sich im deterministischen Romer–Modell ergibt.<sup>5</sup> Der zweite Term zeigt die Reaktion der Individuen auf die Unsicherheit. Hinreichend risikoscheue Wirtschaftssubjekte bilden in Reaktion auf die Einkommensunsicherheit Vorsichtersparnis, mithin ist die erwartete Wachstumsrate der Volkswirtschaft in diesem Fall

---

<sup>5</sup>Die Wachstumsrate des deterministischen Modells stellt sich ein, wenn die Varianz des Technologieschocks verschwindet, d. h.  $\sigma = 0$ . Die sozial optimale Wachstumsrate erhält man durch Elimination des externen Effektes. Im Kontext des hier zugrundeliegenden Modells entspricht dieses dem Fall  $\alpha = 1$ .

höher als bei Sicherheit. Außerdem hängt die Wachstumsrate von den Subventionssätzen  $\theta_d$  und  $\theta_s$  ab. Eine genauere Analyse der Einflüsse der Subventionspolitik wird im nächsten Abschnitt vorgenommen. Hingegen ist — der Eigenschaft dieser Steuerart entsprechend — das Wachstum der Volkswirtschaft unabhängig von der Höhe der Konsumsteuer.

Abschließend können der Anfangswert des Vermögens sowie der Marktwert der Staatsanleihen bestimmt werden

$$W(0) = \frac{K_0}{n} \quad \text{und} \quad B(0) = \frac{1-n}{n} K_0. \quad (22)$$

Das Vermögen ist log-normalverteilt und folgt aufgrund der Markov-Eigenschaft der Brownschen Bewegung einem Random Walk mit positiver Drift. Das Vermögen zum Zeitpunkt  $t$  ist in Abhängigkeit vom Anfangswert des Vermögens darstellbar als

$$W(t) = W(0) e^{(\varphi - \frac{1}{2}\gamma^2\sigma^2)t + \gamma\sigma[y(t) - y(0)]}. \quad (23)$$

### 3 Makroökonomische Wirkungen einer Subventions- und Steuerpolitik

Die vorangehende Darstellung des makroökonomischen Gleichgewichts erlaubt nun, eine komparativ dynamische Analyse durchzuführen. Ziel ist es zunächst, die spezifischen Inzidenzen des hier zugrundegelegten Steuer-Transfer-Systems auf das makroökonomische Gleichgewicht zu untersuchen. Die Betrachtungen konzentrieren sich hierbei auf die Reaktionen der erwarteten Wachstumsrate, der Portfoliostruktur und der Konsumneigung aus Vermögen, da diese drei Variablen das gesamtwirtschaftliche Gleichgewicht determinieren. Es wird gezeigt, daß aufgrund der optimalen Anpassung der risikoscheuen Individuen an die technologische Unsicherheit die Auswirkungen auf das makroökonomische Gleichgewicht uneindeutig sind und wesentlich von den individuellen Risikoeinstellungen in der Gesellschaft abhängen. Da in dem betrachteten Modell keine Anpassungsdynamik existiert, sondern die Volkswirtschaft sich nach einer Änderung der exogenen Größen sofort auf dem neuen gleichgewichtigen Wachstumspfad befindet, ist es möglich, die verschiedenen Steady-States sowie die damit jeweils verbundene Wohlfahrt unmittelbar zu vergleichen. Eine Änderung der staatlichen Aktionsparameter findet dabei annahmegemäß zum Zeitpunkt  $t = 0$  statt, so daß Probleme der Zeitinkonsistenz nicht auftreten können.

Zunächst soll allgemein untersucht werden, inwiefern eine Internalisierungspolitik Einfluß auf das makroökonomische Gleichgewicht nimmt, um anschließend auf die optimalen Subventionssätze sowie Unterschiede in den Ergebnissen zum deterministischen Modell einzugehen.

**Satz 1 (Wachstumseffekte)** *Steigt der Subventionssatz auf das erwartete Kapitaleinkommen, so steigt die Wachstumsrate. Ein Anstieg des Subventionssatzes auf stochastische Kapitaleinkommen senkt das Wachstum. Die Konsumsteuer hat keinen Einfluß auf die Wachstumsrate.*

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta_d} = \frac{1}{\rho} \alpha \gamma > 0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta_s} = -\alpha \gamma^2 \sigma^2 < 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \tau} = 0. \quad (26)$$

Die Kapitalrendite determiniert die Höhe der individuellen Ersparnis und damit in einem endogenen Wachstumsmodell auch die langfristige Wachstumsrate der Volkswirtschaft. Eine Subvention der Kapitalerträge beeinflusst sowohl deren Erwartungswert als auch ihre Volatilität. Der positive Wachstumseffekt eines infolge der Subvention gestiegenen Kapitaleinkommens entspricht der Wirkung, die im deterministischen Modell zur Internalisierung des externen Effektes führen kann. Der Kapitalertrag wird erhöht, so daß die Akkumulation zunimmt. Die Erhöhung des Subventionssatzes auf transitorische Kapitalerträge löst hingegen einen negativen Wachstumseffekt aus: Diese Maßnahme entspricht nach der Definition von Rothschild und Stiglitz (1970) einem Mean-Preserving-Spread, so daß die Kapitalakkumulation für risikoscheue Individuen unattraktiver wird. Die beschriebene Wirkung ist die Umkehrung des von Domar und Musgrave (1944) sowie Stiglitz (1969) entwickelten Arguments, daß bei Besteuerung unsicherer Zinserträge die Nachfrage nach der riskanten Anlage zunimmt. Da das Arbeitsangebot unelastisch ist, findet hier in bezug auf (26) die Aussage von Barro und Sala-I-Martin (1995) Anwendung: „... *in the current model — which contains no labor/leisure choice — a consumption tax would amount to a lump-sum tax*“.

Die optimale Portfoliowahl ändert sich aufgrund einer Variation der Steuer- bzw. Subventionssätze gemäß<sup>6</sup>

$$\frac{\partial n}{\partial \theta_d} = \frac{1}{\{D\}} \frac{\alpha \gamma}{\rho} (\rho - 1 + n(1 + \tau)) \quad (27)$$

$$\frac{\partial n}{\partial \theta_s} = -\frac{1}{\{D\}} \alpha \gamma^2 \sigma^2 (\rho - 1 + n(1 + \tau)) \quad (28)$$

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} = -\frac{\mu}{\{D\}} < 0 \quad (29)$$

---

<sup>6</sup>Die Anpassungen der Portfoliowahl sind mit Bezug auf den Anteil des physischen Kapitals ausgedrückt. Für den Anteil der Staatsanleihen im Portfolio gelten die umgekehrten Effekte, der reale Zinssatz der Anleihen verändert sich entsprechend.

mit  $\{D\} \equiv \gamma(\tau + \alpha) - (1 + \tau)\phi + \rho\gamma^2\sigma^2(1 - \alpha)$ .<sup>7</sup> Während die durch Veränderung der Subventionssätze ausgelösten Portfolioanpassungen unbestimmt sind, ist die Reaktion auf eine Änderung der Konsumsteuer eindeutig negativ.

**Satz 2 (Portfolioeffekte)** *Der Portfolioanteil des physischen Kapitals nimmt mit einer Steigerung des Subventionssatzes auf permanente (transitorische) Erträge zu (ab), wenn das Maß für die relative Risikoaversion oder  $n$  hinreichend groß sind:*

$$\rho \geq 1 \vee n \geq \frac{1}{1 + \tau} \implies \begin{cases} \frac{\partial n}{\partial \theta_d} > 0 \\ \frac{\partial n}{\partial \theta_s} < 0. \end{cases} \quad (30)$$

*Der Portfolioanteil des physischen Kapitals nimmt mit einer Steigerung des Subventionssatzes auf deterministische (stochastische) Erträge ab (zu), wenn die relative Risikoaversion hinreichend gering ist:*

$$\rho < 1 - n(1 + \tau) \implies \begin{cases} \frac{\partial n}{\partial \theta_d} < 0 \\ \frac{\partial n}{\partial \theta_s} > 0. \end{cases} \quad (31)$$

*Eine Steigerung des Konsumsteuersatzes reduziert den Portfolioanteil des physischen Kapitals.*

Für die optimale Anpassung des Portfolios ist sowohl die Risikoeinstellung als auch die anfängliche Portfoliowahl entscheidend. Ist die relative Risikoaversion der Individuen größer als eins, so nimmt der Portfolioanteil des Kapitals mit einer Steigerung des Subventionssatzes auf erwartete Erträge zu, während er mit einer Erhöhung des Subventionssatzes auf unsichere Erträge abnimmt. Dies spiegelt die oben beschriebenen Akkumulationsanpassungen wider.

Sofern der Portfolioanteil des physischen Kapitals hinreichend groß ist, oder der Staat sogar Budgetüberschüsse aufweist, tritt die gleiche Portfolioanpassung unabhängig von der Risikoeinstellung der Gesellschaft ein. Im letztgenannten Fall ( $n > 1$ ) müssen die Anfangsgewinne aus der Emission der Anleihen für die laufenden Zahlungen ausreichen. Dieses entspricht einer Situation von  $B(0) < 0$ . Da auch das Finanzkapital mit der gesamtwirtschaftlich erwarteten Wachstumsrate wächst, korrespondiert dies mit einem über den gesamten Zeithorizont negativen Wert der Anleihen. Insofern sind die Ergebnisse einer optimalen Verschuldung, wie z. B. von Turnovsky (1993, 1996), auf den Fall der Unsicherheit übertragbar. Die notwendige Erfüllung der Transversalitätsbedingung schließt dabei die Möglichkeit von Ponzi-Spielen aus.

<sup>7</sup>Der Nenner  $\{D\}$  von  $n$  in (20) muß für zulässige Lösungen positiv sein, da der Zähler bei Erfüllung der Transversalitätsbedingung positiv ist.

Aufgrund einer Variation der Subventionssätze verändert sich nicht nur die Kapitalrendite, sondern auch der gleichgewichtige Realertrag aus den Staatsanleihen. Insbesondere ist die Stochastik der Bonderträge von der Struktur der Staatseinnahmen und –ausgaben abhängig, so daß sich bei hinreichend geringer relativer Risikoaversion der Individuen die Änderungen in der optimalen Portfoliowahl umkehren können. Dies ist durch die Gleichung (31) beschrieben und repliziert mit umgekehrtem Vorzeichen die Ergebnisse, die von Eaton (1981) für die Besteuerung von Kapitaleinkommen abgeleitet wurden.

Die optimale Portfolio- und Konsumwahl sind interdependent, so daß die Konsumneigung nicht nur unmittelbar durch die Steuer- und Subventionssätze beeinflusst wird, sondern auch indirekt über die Änderung in der Portfoliostruktur. Die Anpassung des Konsum-Vermögens-Verhältnisses an eine Änderung der staatlichen Steuer- und Transferparameter ergibt sich als

$$\frac{\partial \mu}{\partial \theta_d} = \frac{\rho - 1}{\rho} \alpha \gamma + (1 - \alpha) \gamma (1 - \rho \gamma \sigma^2) \frac{\partial n}{\partial \theta_d} \quad (32)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial \theta_s} = \alpha \gamma^2 \sigma^2 (1 - \rho) + (1 - \alpha) \gamma (1 - \rho \gamma \sigma^2) \frac{\partial n}{\partial \theta_s} \quad (33)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial \tau} = -\frac{1}{1 + \tau} \mu + (1 - \alpha) \gamma (1 - \rho \gamma \sigma^2) \frac{\partial n}{\partial \tau} < 0 \quad (34)$$

**Satz 3 (Konsumeffekte)** *Die Konsumneigung aus Vermögen nimmt mit einer Steigerung der Subvention auf deterministische (stochastische) Kapitalerträge zu (ab), wenn die Individuen hinreichend risikoavers sind.*

$$\rho \geq 1 \implies \begin{cases} \frac{\partial \mu}{\partial \theta_d} > 0 \\ \frac{\partial \mu}{\partial \theta_s} < 0 \end{cases} \quad (35)$$

*Die Konsumneigung aus Vermögen nimmt mit einer Steigerung der Subvention auf permanente (transitorische) Kapitalerträge ab (zu), wenn die relative Risikoaversion hinreichend klein ist.*

$$\rho < 1 - n(1 + \tau) \implies \begin{cases} \frac{\partial \mu}{\partial \theta_d} < 0 \\ \frac{\partial \mu}{\partial \theta_s} > 0 \end{cases} \quad (36)$$

*Die Konsumneigung aus Vermögen nimmt mit einer Erhöhung des Konsumsteuersatzes eindeutig ab.*

In den Gleichungen (32) und (33) stellen jeweils die ersten Terme die direkte Reaktion der Konsumneigung auf die Änderung der Subventionssätze dar. Diese hängen entscheidend von der Höhe der intertemporalen Substitutionselastizität bzw. der relativen Risikoaversion ab. Ist die intertemporale Substitutionselastizität hinreichend gering ( $1/\rho < 1$ ), so präferieren die Individuen einen ausgeglichenen Konsumstrom. Sie reagieren auf die

Erhöhung der Subvention *ceteris paribus* mit einem Anstieg des momentanen Konsums. In diesem Fall überkompensiert der positive Einkommenseffekt des gestiegenen Konsumpotentials den negativen Substitutionseffekt höherer Grenzerträge.

Sind die Individuen hinreichend risikoavers ( $\rho > 1$ ), so reagieren sie auf die durch Subvention höhere Variabilität zukünftiger Zinserträge, indem sie *ceteris paribus* die Vorsichtersparnis erhöhen und den Gegenwartskonsum reduzieren. Die mit der Subvention auf transitorische Kapitalerträge entstehenden Effekte spiegeln sich im ersten Term der Ableitung (33) wider. Der durch die höhere Volatilität des Konsums ausgelöste negative Substitutionseffekt dominiert den mit dem sinkenden erwarteten Grenznutzen verbundenen positiven Einkommenseffekt.

Der zweite Term der Gleichungen (32) bis (34) reflektiert die Reaktion der Konsumquote auf die veränderte Portfoliowahl. Da das Sicherheitsäquivalent des Portfolioertrags für sinnvolle Parameterkonstellationen positiv sein muß (vgl. hierzu Clemens und Soretz (1998b)), gilt  $1 > \rho\gamma\sigma^2$ . Somit steigt die Konsumneigung eindeutig mit einer Erhöhung des Portfolioanteils des physischen Kapitals, da die Wachstumsrate und somit die zukünftigen Konsummöglichkeiten zunehmen.

Das in Reaktion auf eine Erhöhung der Konsumsteuer sinkende Konsum–Vermögens–Verhältnis spiegelt das oben genannte Ergebnis wieder, daß die Akkumulation im Vergleich zum gegenwärtigen Konsum attraktiver geworden ist.

Aus der Definition des Lebenszeitnutzens (6) sowie den Lösungen für das Optimierungskalkül ergibt sich

$$V(0) = \frac{K_0^{1-\rho}}{1-\rho} \cdot \frac{\mu^{1-\rho} \cdot n^{\rho-1}}{\beta - (1-\rho) \left( \varphi - \frac{1}{2} \rho \gamma^2 \sigma^2 \right)} \quad (37)$$

bzw. für logarithmische Präferenzen  $V(0) = \frac{1}{\beta^2} \cdot \left( \beta (\ln \mu - \ln n) + \varphi - \frac{1}{2} \gamma^2 \sigma^2 + \beta \ln K_0 \right)$ .

Sowohl die Wachstumsrate als auch die Portfolioaufteilung und die Konsumneigung werden von der Subventionspolitik beeinflusst. *Ceteris paribus* nimmt die Wohlfahrt mit steigender erwarteter Wachstumsrate sowie steigendem Konsum–Vermögens–Verhältnis zu. Steigt der Kapitalanteil des Portfolios, so bedeutet dies eine sinkende Nachfrage nach Anleihen, so daß deren Wert abnimmt, wie aus Gleichung (22) zu entnehmen ist. Daraus wiederum folgt, daß der Anfangswert des Gesamtvermögens sinkt, so daß der Lebenszeitnutzen *ceteris paribus* zurückgeht.

Als wesentliches Ergebnis dieses Abschnitts kann festgehalten werden, daß die Effekte einer Variation der Subventionssätze auf deterministische und stochastische Kapitaleinkommen uneindeutig sind. Die Integration von Unsicherheit in den Modellrahmen von Romer (1986) erfordert mithin eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Wirkungen einer solchen Steuer–Transfer–Politik. Während bislang die spezifischen Einnahmen– und

Ausgabenwirkungen auf die makroökonomischen Größen untersucht wurden, sollen im nächsten Abschnitt deren Interdependenzen sowie ihre Wirkung auf die Wohlfahrt explizit Berücksichtigung finden. Erst dann ist es möglich, die mit einer Steuer- und Subventionspolitik verbundenen Wohlfahrtseffekte abschließend zu beurteilen.

## 4 Optimale Subventionspolitik

In Analogie zu Romer (1986) führt die individuelle Optimierungsentscheidung unter Konkurrenzbedingungen auch bei Einkommensunsicherheit zu Pareto-inferioren Allokationen.<sup>8</sup> Der gesellschaftlich optimale Wachstumspfad läßt sich nur mit Hilfe staatlicher Eingriffe erreichen. Da die Haushalte den Grenzertrag der Akkumulation unterschätzen, zeichnet sich das makroökonomische Gleichgewicht bei Abwesenheit staatlicher Aktivität durch eine zu hohe Konsumquote und eine zu geringe Wachstumsrate aus.

Die hier gewählte Modellstruktur der Kombination einer Kapitalsubvention mit einer Konsumsteuer erlaubt — zumindest für eine Ökonomie ohne Risiko — eine vollständige Internalisierung der Kapitalexternalität. Jedoch weist das hier vorgestellte Modell mit dem Subventionssatz auf stochastische Kapitaleinkommen eine zusätzliche Instrumentalvariable auf. Wir werden zunächst untersuchen, unter welchen Bedingungen es auch unter Unsicherheit möglich ist, den externen Effekt zu internalisieren, um dann zu zeigen, auf welche Weise sich die optimale Subventionspolitik bei Vorliegen von Risiko von derjenigen unter Sicherheit unterscheidet. Anschließend gehen wir darauf ein, inwieweit sich die optimale Internalisierung verändert, wenn die staatlichen Handlungsmöglichkeiten gegenüber der Darstellung des vorangegangenen Abschnitts eingeschränkt sind.

Zunächst ist es möglich, die Wohlfahrtseffekte einer Änderung der Subventionssätze mit Hilfe der Marktträumungsbedingung  $\mu = n(\gamma - \varphi)$  darzustellen

$$\frac{\partial V(0)}{\partial \theta_i} = \frac{K_0^{1-\rho} (\gamma - \varphi)^{-\rho} \rho}{[\beta - (1 - \rho) (\varphi - \frac{1}{2} \rho \gamma^2 \sigma^2)]^2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial \theta_i} \cdot \left[ \frac{1}{\rho} (\gamma - \beta) + \frac{1}{2} (\rho - 1) \gamma^2 \sigma^2 - \varphi \right]. \quad (38)$$

Faßt man die Wirkungen einer Subvention auf die das makroökonomische Gleichgewicht determinierenden Variablen zusammen, so kann eine optimale Subventionspolitik bestimmt werden. Der erste Term ist für zulässige Lösungen des Modells eindeutig positiv. Die Reaktion der Wachstumsrate wurde in Satz 1 abgeleitet und weist für  $\theta_d$  ein positives bzw. für  $\theta_s$  ein negatives Vorzeichen auf. Der dritte Term reflektiert die zusammengefaßten Konsum- und Portfolioreaktionen, die hier gewählte Notation erlaubt jedoch einen intuitiven Zugang:

---

<sup>8</sup>Vgl. hierzu z. B. Devereux und Smith (1994) oder Femminis (1995).

**Satz 4 (Wohlfahrtseffekte)** *Die Wohlfahrt steigt (sinkt) mit einer Erhöhung des Subventionssatzes auf deterministische (stochastische) Kapitaleinkommen, wenn die kompetitive Wachstumsrate geringer als die Pareto–optimale ist.*

*Die Wohlfahrt sinkt (steigt) bei einer Erhöhung der Subvention permanenter (transitorischer) Kapitalerträge, wenn die kompetitive Wachstumsrate höher als die Pareto–optimale ist.*

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial V(0)}{\partial \theta_d} \geq 0 \\ \frac{\partial V(0)}{\partial \theta_s} \leq 0 \end{array} \right\} \iff \varphi \leq \frac{1}{\rho} (\gamma - \beta) + \frac{1}{2} (\rho - 1) \gamma^2 \sigma^2 \equiv \varphi^* \quad (39)$$

Aus diesem Zusammenhang ergibt sich unmittelbar die wohlfahrtsmaximale Wahl der Subventionssätze

$$\varphi \stackrel{!}{=} \varphi^* \implies \theta_d^* = \rho \gamma \sigma^2 \left( \theta_s^* - \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) + \frac{1 - \alpha}{\alpha}. \quad (40)$$

Der optimale Subventionssatz auf deterministische Kapitaleinkommen ist eine Funktion des Subventionssatzes auf stochastische Kapitalerträge,  $\theta_d^* = \theta_d(\theta_s^*)$ , wobei zu beachten ist, daß ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Parametern besteht. Je höher die Subvention auf riskante Kapitalerträge ausfällt, desto geringer ist gemäß Satz 1 die Wachstumsrate der Volkswirtschaft, und um so höher muß dementsprechend die Subvention auf sichere Kapitaleinkommen gewählt werden, um eine vollständige Internalisierung des externen Effektes zu gewährleisten.

**Einheitlicher Subventionssatz** Im Hinblick auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Gestaltung des Steuer–Transfer–Systems soll zunächst der naheliegende Fall eines einheitlichen Subventionssatz  $\theta_d = \theta_s = \theta$  erörtert werden. Damit wird die anfänglich eingeführte hypothetische Trennung der Subventionssätze aufgehoben. In diesem Fall läßt sich der optimale Subventionssatz wie folgt bestimmen

$$\theta^* = \frac{1 - \alpha}{\alpha}. \quad (41)$$

Dieses Ergebnis bestätigt das für das deterministische Modell bereits bekannte Resultat. Unter der Annahme einheitlicher Subventionssätze ändert sich die optimale Subventionspolitik mithin durch die Einführung der Unsicherheit nicht. Obwohl der positive optimale Subventionssatz, auf stochastische Einkommenskomponenten angewendet, die Wachstumsrate verringert, ist diese Subventionspolitik wohlfahrtsmaximal, da sie den externen Effekt in der Kapitalakkumulation internalisiert, und der Gesamteffekt auf die Wachstumsrate positiv ist.



**Subventionierung der permanenten Kapitalerträge** Nun soll ein Szenario untersucht werden, in dem es nicht möglich ist, transitorische Kapitaleinkommen zu subventionieren. Dies könnte zum Beispiel bei mangelnder Beobachtbarkeit stochastischer Erträge der Fall sein. Aus der Annahme  $\theta_s = 0$  folgt für den optimalen Subventionssatz auf durchschnittliche Kapitalerträge

$$\theta_d^* = \frac{1 - \alpha}{\alpha} (1 - \rho\gamma\sigma^2). \quad (42)$$

Dieser Subventionssatz ist für sinnvolle Parameterkombinationen wegen  $1 > \rho\gamma\sigma^2$  größer als null aber kleiner als der optimale einheitliche Subventionssatz. Dieser Effekt rührt daher, daß die wachstumsratenmindernde Subvention auf die stochastischen Kapitalerträge unterbleibt, mithin nur ein geringerer Subventionssatz auf deterministische Kapitaleinkommen notwendig ist, um die gleiche Pareto–optimale Wachstumsrate zu erreichen. Gleichzeitig ist die Internalisierung auf diese Weise mit geringeren erwarteten Subventionszahlungen erreichbar als bei einer Politik einheitlicher Subventionssätze. Darüberhinaus ist das erwartete Subventionsvolumen insgesamt sogar geringer als bei Abwesenheit des Risikos. Würden ausschließlich die erwarteten Kapitalerträge mit dem oben bestimmten einheitlichen Subventionssatz  $\theta^* = (1 - \alpha)/\alpha$  subventioniert, wäre die resultierende gleichgewichtige Wachstumsrate suboptimal hoch und dementsprechend die Wohlfahrt geringer.

In einer Ökonomie, in der Budgetdefizite sowie –überschüsse ausgeschlossen sind, kann eine Internalisierung des externen Effektes nur über die hier thematisierte Ausgestaltung des Subventionssystems erfolgen. Dieses liegt darin begründet, daß für einen Budgetausgleich den deterministischen Steuereinnahmen auch nur eine deterministische Ausgabe gegenüberstehen kann, die stochastischen Faktorerträge mithin von der Subvention ausgeschlossen sind.

**Abwesenheit einer Konsumsteuer** Aus der Budgetrestriktion des Staates (17) geht hervor, daß die Subventionsausgaben einerseits aus den Einnahmen der Verbrauchsteuer und andererseits durch die Emission von Wertpapieren finanziert werden. Steht eine Konsumsteuer nicht zur Verfügung, so bedeutet dies jedoch nicht, daß keine Internalisierung des externen Effektes erfolgen kann. Wie im folgenden noch genauer gezeigt wird, ist diese Ausgestaltung der staatlichen Politik gleichbedeutend damit, daß der Staat gegenüber den Haushalten eine Gläubigerposition einnimmt und die Subventionszahlungen aus den Zins-einnahmen finanziert. Somit bestätigt sich hier das bereits von Turnovsky (1996) für den Fall des deterministischen Wachstums postulierte Ergebnis. Die optimale Wahl der Subventionssätze ist unabhängig von der Nettoposition der Haushalte gegenüber dem Staat, wie aus Gleichung (40) zu entnehmen ist. Der im Optimum resultierende Anteil des phy-

sischen Kapitals am Portfolio ergibt sich aus Gleichung (20) als

$$n = \frac{\beta - (1 - \rho) \left( \varphi - \frac{1}{2} \rho \gamma^2 \sigma^2 \right)}{\beta - (1 - \rho) \left( \varphi - \frac{1}{2} \rho \gamma^2 \sigma^2 \right) - (1 - \alpha) \gamma (1 - \rho \gamma \sigma^2)} \quad (43)$$

und ist größer als eins. Es zeigt sich an dieser Stelle, daß die vom Staat gewählte Finanzierung der Subvention eine untergeordnete Rolle spielt. Der maximal erreichbare Lebenszeitnutzen gemäß Gleichung (37) sowie das langfristige Wachstum der Volkswirtschaft sind von der gewählten Form des Budgetausgleichs unabhängig.

## 5 Zusammenfassung

In diesem Papier wurde ein endogenes Wachstumsmodell mit Spillovers des technischen Wissens bei Vorliegen von Einkommensunsicherheit untersucht. Unter der Annahme differenzierter Subventionssätze auf deterministische und stochastische Kapitaleinkünfte wurden die Wirkungen alternativer Steuer–Transfer–Systeme untersucht. Den Ausgangspunkt bildete dabei die Überlegung, daß die aus der deterministischen Theorie bekannten Gestaltungsmöglichkeiten staatlicher Eingriffe nicht uneingeschränkt in den stochastischen Rahmen übertragbar sind. Das Augenmerk richtete sich insbesondere auf die wirtschaftspolitischen Möglichkeiten, die Humankapitalexternalität zu internalisieren. Dazu wurde zunächst der Einfluß der staatlichen Parameter auf die optimale Konsum– und Portfoliowahl sowie die Akkumulationsentscheidung untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß eine Subvention transitorischer Kapitalerträge die Volatilität zukünftiger Einkommensströme erhöht. Risikoaverse Individuen reagieren hierauf mit einer Verringerung der Akkumulation. Während die Wachstumseffekte wegen der nicht verzerrenden Wirkung einer Konsumsteuer eindeutig sind, ist es nicht möglich, äquivalente Ergebnisse für die Konsum– und Portfoliowahl abzuleiten. Diese werden durch die konkrete Einnahmen– und Ausgabenstruktur sowie die Höhe der Risikoaversion bedingt.

Auf die Analyse des makroökonomischen Gleichgewichts aufbauend wurden verschiedene Szenarien wirtschaftspolitischer Ansatzpunkte untersucht. Das erwartete Subventionsvolumen einer vollständigen Internalisierung ist wegen der bereits diskutierten ambivalenten Wachstumseffekte geringer als dasjenige unter Sicherheit, wenn nicht die gesamten Kapitalerträge gefördert, sondern die Zahlungen auf deren permanente Komponenten beschränkt werden. Abschließend konnte gezeigt werden, daß die Art der Finanzierung nur bedingt Einfluß auf die optimale Subventionspolitik ausübt. Auch bei einem Verzicht auf die Konsumsteuer ist die vollständige Internalisierung des externen Effektes möglich.

## Literatur

- Arrow, Kenneth J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, **29**, 155–173.
- Barro, Robert J. und Sala-I-Martin, Xavier (1995). *Economic Growth*. McGraw–Hill, New York.
- Caballero, Ricardo J. (1990). Consumption Puzzles and Precautionary Savings. *Journal of Monetary Economics*, **25**, 113–136.
- Clemens, Christiane und Soretz, Susanne (1998a). Macroeconomic Effects of Income Taxation in a Model of Stochastic Growth. *Finanzarchiv, N. F.*, (im Erscheinen).
- Clemens, Christiane und Soretz, Susanne (1998b). Risk Sharing and Factor Incomes in a Stochastic Growth Model. In: *Aspects of the Distribution of Income*, edited by Haslinger, Franz und Stöner-Venkatarama, Oliver, S. 371–389. Metropolis, Marburg.
- Devereux, Michael B. und Smith, Gregor W. (1994). International Risk Sharing and Economic Growth. *International Economic Review*, **35**, 535–550.
- Domar, Evsey D. und Musgrave, Richard A. (1944). Proportional Income Taxation and Risk–Taking. *The Quarterly Journal of Economics*, **59**, 388–422.
- Eaton, Jonathan (1981). Fiscal Policy, Inflation and the Accumulation of Risky Capital. *Review of Economic Studies*, **48**, 435–445.
- Fehr, Hans und Wiegard, Wolfgang (1998). Effizienzorientierte Steuerreform — läßt sich die Verteilungsfrage vernachlässigen? In: *Steuersysteme der Zukunft*, edited by Krause-Junk, Gerold, vol. 256, S. 199–245. Duncker & Humblot, Berlin.
- Femminis, Gianluca (1995). On the Optimality of Risk–Sharing in a Stochastic Endogenous Growth Model. *Quaderni dell’Istituto di Teoria Economica e Metodi Quantitativi 10*, Università Cattolica del Sacro Cuore, Mailand.
- Greenwood, Jeremy und Jovanovic, Boyan (1990). Financial Development, Growth, and the Distribution of Income. *Journal of Political Economy*, **98**, 1076–1107.
- Jones, Larry E. und Manuelli, Rodolfo E. (1990). A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Political Implications. *Journal of Political Economy*, **98**, 1008–1038.
- Leland, Hayne E. (1968). Saving and Uncertainty: The Precautionary Demand for Saving. *The Quarterly Journal of Economics*, **82**, 465–473.
- Merton, Robert C. (1969). Lifetime Portfolio Selection under Uncertainty: The Continuous Time Case. *The Review of Economics and Statistics*, **51**, 247–257.
- Merton, Robert C. (1971). Optimum Consumption and Portfolio Rules in a Continuous–Time Model. *Journal of Economic Theory*, **3**, 373–413.
- Obstfeld, Maurice (1994). Risk–Taking, Global Diversification, and Growth. *The American Economic Review*, **84**, 1310–1329.

- van der Ploeg, Frederick (1993). A Closed-form Solution for a Model of Precautionary Saving. *Review of Economic Studies*, **60**, 385–395.
- Prescott, Edward C. (1986). Theory ahead of Business–Cycle Measurement. *Carnegie–Rochester Conference Series on Public Policy*, **25**, 11–44.
- Romer, Paul M. (1986). Increasing Returns and Long–Run Growth. *Journal of Political Economy*, **94**, 1002–1037.
- Rothschild, Michael und Stiglitz, Joseph E. (1970). Increasing Risk: I. A Definition. *Journal of Economic Theory*, **2**, 225–243.
- Sandmo, Agnar (1970). The Effect of Uncertainty on Savings Decisions. *Review of Economic Studies*, **37**, 353–360.
- Smith, William T. (1996). Taxes, Uncertainty, and Long–term Growth. *European Economic Review*, **40** (8), 1647–1664.
- Stiglitz, Joseph E. (1969). The Effects of Income, Wealth, and Capital–gains Taxation on Risktaking. *The Quarterly Journal of Economics*, **83**, 263–283.
- Turnovsky, Stephen J. (1993). Macroeconomic Policies, Growth, and Welfare in a Stochastic Economy. *International Economic Review*, **34**, 953–981.
- Turnovsky, Stephen J. (1996). Optimal Tax, Debt, and Expenditure Policies in A Growing Economy. *Journal of Public Economics*, **60**, 21–44.
- Weil, Philippe (1993). Precautionary Savings and the Permanent Income Hypothesis. *Review of Economic Studies*, **60**, 367–383.
- van Wincoop, Eric (1994). Welfare Gains from International Risksharing. *Journal of Monetary Economics*, **34**, 175–200.