

## **Produktivitäts- und Finanzierungseffekte öffentlicher Infrastrukturinvestitionen\***

Von Kersten Kellermann, Zürich,  
und Carsten-Henning Schlag, Wiesbaden

### **I. Einleitung**

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Untersuchungen zur „Öffentlichen-Kapital-Hypothese“<sup>1</sup> vorgelegt, in denen Produktivitätseffekte von öffentlichen Infrastrukturinvestitionen auf der Grundlage ökonomischer Schätzungen von Produktions- und Kostenfunktionen quantifiziert werden.<sup>2</sup> Zu nennen sind hier u. a. die Arbeiten von *Aschauer* (1989, 1990, 1995), *Berndt und Hansson* (1992), *Conrad und Seitz* (1992, 1994), *Ford und Poret* (1991), *Kitterer und Schlag* (1995), *Lynde* (1992), *Lynde und Richmond* (1993a, b), *Morrison und Schwartz* (1996), *Munnell* (1990a, b), *Nadiri und Mamuneas* (1994), *Seitz* (1994, 1995a) sowie die Arbeit von *Seitz und Licht* (1995). Die Kernthese der zitierten Untersuchungen besagt, daß es bestimmte staatliche Ausgaben-

---

\* Für wertvolle Hinweise und Anregungen bedanken wir uns bei zwei anonymen Gutachtern.

<sup>1</sup> Mögliche Wachstumseffekte der Infrastruktur stießen bereits in den frühen 70er Jahren im deutschen Sprachraum auf großes wissenschaftliches Interesse. Zahlreiche Beiträge und Referate sind beispielsweise in den Sammelbänden von *Arndt und Swatek* (1971) und *Jochimsen und Simonis* (1970) veröffentlicht worden. Seit einigen Jahren zeichnet sich eine Renaissance der Infrastrukturforschung ab. Hinter der „Öffentlichen-Kapital-Hypothese“ steht die Vorstellung, daß die Verlangsamung der Produktivitätsentwicklung in den 70er und 80er Jahren in vielen OECD-Ländern zu einem nicht geringen Teil durch den Rückgang der öffentlichen Investitionen in die Infrastruktur im selben Zeitraum erklärt werden kann. Seit der Veröffentlichung von *Aschauer* (1989), der als einer der ersten auf den Zusammenhang zwischen rückläufigen Infrastrukturausgaben und einer abgebremsten gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsdynamik hingewiesen hat, wird die These, man könne durch öffentliche Infrastrukturinvestitionen das Wirtschaftswachstum positiv beeinflussen, in der empirischen Literatur kritisch diskutiert.

<sup>2</sup> Eine übersichtliche Darstellung des Produktions- und Kostenfunktionsansatzes ist in der Arbeit von *Pfähler, Hofmann und Bönte* (1997) enthalten.

bereiche gibt, von denen positive Produktivitätseffekte auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung einer Ökonomie ausgehen können.<sup>3</sup> Zu nennen sind hier beispielsweise der Verkehrs-, Forschungs- und Kommunikationsbereich und insbesondere die staatliche Investitionstätigkeit. Die öffentlichen Infrastrukturinvestitionen werden im Rahmen der Regressionsanalysen allgemein als monetäre Kapitalstockdaten operationalisiert.

Ein Defizit der zitierten Untersuchungen liegt darin, daß der Einfluß der öffentlichen Investitionstätigkeit auf den Wachstumsprozeß einer Ökonomie nicht klar als Produktivitäts- und Finanzierungseffekt empirisch abgebildet wird, sondern daß zumeist Produktionselastizitäten geschätzt werden. Die durch die öffentlichen Investitionen induzierten positiven Wachstumswirkungen beruhen zwar zum einen auf der positiven Grenzproduktivität des öffentlichen Inputs; sie lassen sich aber auch auf eine gewisse Komplementarität des öffentlichen Kapitals mit den privaten Inputfaktoren zurückführen. Beide outputsteigernden Wirkungen werden im weiteren als Produktivitätseffekte der öffentlichen Investitionstätigkeit bezeichnet. Ihnen stehen outputmindernde Finanzierungseffekte gegenüber, die darauf beruhen, daß staatliche Investitionen entweder über Steuern oder über die öffentliche Kreditaufnahme finanziert werden müssen. Beide Finanzierungsformen können zu einer Reduktion der privaten Investitionstätigkeit führen und wachstumshemmend wirken. Wir sprechen in diesem Zusammenhang vom Finanzierungseffekt der öffentlichen Investitionstätigkeit.

Die explizite Berücksichtigung der Finanzierungsseite ermöglicht zum einen die Bestimmung des „reinen“ Produktivitätseffekts öffentlicher Inputs. Zum anderen ist es jedoch auch möglich, die wachstumshemmenden Wirkungen unterschiedlicher Finanzierungsarten zu quantifizieren und abzugrenzen. *Leibfritz* (1980, S. 147) schreibt in diesem Zusammenhang bereits Anfang der 80er Jahre, daß die Höhe des Nettovorteils eines stärkeren staatlichen Infrastrukturausbaus für die Unternehmen nicht nur vom Umfang dieses Produktionsfaktors beeinflusst wird, sondern er hängt „... darüber hinaus auch von den Rückwirkungen der öffentlichen Investitionsfinanzierung auf die Steuerbelastung der Unternehmen und auf den – für ihre eigene Investitionsfinanzierung wichtigen – Kredit-

---

<sup>3</sup> Zitiert seien auch die Untersuchungen von *Hofmann* (1996), *Holtz-Eakin* (1994) und *Tatom* (1991, 1993), in denen keine positiven signifikanten Produktivitätseffekte öffentlicher Investitionen nachgewiesen werden können. Für einen umfangreichen Literaturüberblick neuerer empirischer Untersuchungen und die erzielten Ergebnisse sei auf den Beitrag von *Pfähler, Hofmann* und *Bönte* (1997) verwiesen.

markt ab“. Der vorliegende Beitrag stellt einen Versuch dar, die Diskussion über die Wachstumswirkungen öffentlicher Investitionen um diesen wichtigen Aspekt zu erweitern.

Im Rahmen des in Abschnitt II. dargestellten neoklassischen Wachstumsmodells mit Staat werden zu diesem Zweck zunächst Produktivitäts- und Finanzierungseffekte öffentlicher Investitionen bei Steuer- und Kreditfinanzierung untersucht. Da die öffentlichen Investitionen nicht ausschließlich über Kredite oder über Steuern finanziert werden, ist es wichtig, eine theoretische Modellstruktur zu wählen, die beide Finanzierungsarten gleichzeitig berücksichtigt. In Abschnitt III. werden einige Anmerkungen zur Optimalität des Instrumenteneinsatzes im langfristigen Gleichgewicht gemacht. Auf der Grundlage dieses Modells wird in Abschnitt IV. eine Regressionsgleichung hergeleitet. Als ökonometrischer Ansatz wird die Panel-Analyse verwendet. Die regionalisierte Schätzung erfolgt für die elf alten Bundesländer über den Zeitraum von 1970 bis 1994. In Abschnitt V. werden die regionalen Ergebnisse für die Produktivitäts-, Finanzierungs- und Nettoeffekte der öffentlichen Infrastruktur dargestellt und interpretiert. Der Abschnitt VI. faßt die Untersuchungsergebnisse zusammen.

## II. Das theoretische Modell

Im Rahmen eines neoklassischen Wachstumsmodells mit Staat sollen im folgenden die Produktivitäts- und Finanzierungseffekte öffentlicher Investitionen formal analysiert werden.<sup>4</sup> Dem Staat stehen zwei Finanzierungsinstrumente zur Verfügung: Besteuerung und Kreditaufnahme. Beide Instrumente können gleichzeitig eingesetzt werden, d.h., es ist möglich, die öffentliche Infrastruktur über Steuern oder öffentliche Kredite zu finanzieren. Die Infrastruktur wird als öffentlich angebotener privater Input modelliert. Die Produktionsfunktion weist konstante Skalenerträge in allen und abnehmende in den privaten Inputfaktoren auf. Es wird von einer einfachen Substitutionsbeziehung zwischen privatem und öffentlichem Kapital ausgegangen; die Produktionstechnologie sei vom Cobb-Douglas-Typ. Es wird mit den Faktoren privates Kapital  $K_t$ , öffentliches Kapital  $G_t$  und Arbeit  $L_t$  der wirtschaftliche Output  $Y_t$  erzeugt. Die Produktionsfunktion lautet

$$(1) \quad Y_t = K_t^\alpha G_t^\beta L_t^\gamma \quad \text{mit } \alpha, \beta, \gamma > 0 \\ \text{und } \alpha + \beta + \gamma = 1.$$

<sup>4</sup> Die Modellstruktur geht auf *Carlberg* (1985, 1988) zurück.

$\alpha, \beta$  und  $\gamma$  sind die Produktionselastizitäten der Faktoren  $K_t, G_t$  und  $L_t$ . Unterstellt wird eine geschlossene und vollbeschäftigte Volkswirtschaft, in der das Arbeitsangebot mit einer konstanten Rate  $n$  wächst. Der Output

$$(2) \quad Y_t = C_t + I_t + H_t$$

kann für privaten Konsum  $C_t$ , private Investitionen  $I_t$  und öffentliche Investitionen  $H_t$  verwendet werden. Die Bruttoinvestitionen in den privaten bzw. öffentlichen Kapitalstock ergeben sich als

$$(3) \quad \begin{aligned} I_t &= \dot{K}_t + \delta K_t \\ H_t &= \dot{G}_t + \delta G_t, \end{aligned}$$

wobei für beide Kapitalarten die gleiche Abschreibungsrate  $\delta$  angenommen wird. Sie wird für die weitere Analyse aus Vereinfachungsgründen gleich Null gesetzt. Ein Punkt über einer Variablen bezeichnet deren Ableitung nach der Zeit. Der Staat verwirklicht eine konstante Investitionsquote  $h$ , die proportional zum Output  $Y_t$  ist und damit die Investitionshöhe

$$(4) \quad H_t = h Y_t$$

bestimmt. Die öffentlichen Investitionen  $H_t = \dot{G}_t$  erweitern den öffentlichen Kapitalstock  $G_t$ . Als Finanzierungsmittel stehen dem Staat Steuern und die öffentliche Kreditaufnahme zur Verfügung. Bei einer Kreditquote in Höhe von  $x$  ergibt sich die Neuverschuldung

$$(5) \quad B_t = x Y_t$$

als Anteil am Output  $Y_t$ . Sie führt zu einer Erhöhung des Schuldenstands:  $\dot{D}_t = B_t$ . Entscheidet sich der Staat für die Kreditfinanzierung, so kann er dies durch die Ausgabe von Schuldverschreibungen am Kapitalmarkt realisieren. Staatliche Schuldtitel und private Kapitalbeteiligungen weisen keine Unterschiede auf, so daß die Privaten zwischen den beiden Anlageformen indifferent sind und der Staat auf seine Wertpapiere denselben Zinssatz zu entrichten hat wie private Kapitalnehmer (vgl. Grill, 1988, S. 71). Die Zinszahlungen auf den Schuldenstand  $D_t$  betragen  $D_t r_t$ . Sie fließen den privaten Haushalten als Transfers zu. Die Steuereinnahmen

$$(6) \quad T_t = \tau(Y_t + D_t r_t) \quad \text{mit } 0 < \tau < 1$$

werden durch eine proportionale Einkommensteuer mit einem für das (Faktor-)Einkommen  $Y_t$  und Zinseinkommen  $D_t r_t$  einheitlichen Steuersatz  $\tau$  erhoben. Das verfügbare Einkommen der privaten Haushalte

$$(7) \quad Y_t^v = Y_t + D_t r_t - T_t$$

ergibt sich aus der Summe der (Faktor-)Einkommen  $Y_t$  und Zinseinkommen  $D_t r_t$ , vermindert um die Steuerlast  $T_t$ . Die privaten Haushalte sparen von dem verfügbaren Einkommen  $Y_t^v$  den konstanten Anteil  $s$ . Die private Ersparnis beträgt

$$(8) \quad S_t = s Y_t^v$$

und wird zum einen für private Investitionen  $I_t$  verwendet und zum anderen durch die Nettokreditaufnahme des Staates  $B_t$  absorbiert, wenn dieser als zusätzlicher Nachfrager auf dem Kapitalmarkt auftritt. Das Kapitalmarktgleichgewicht ergibt sich als

$$(9) \quad S_t = I_t + B_t.$$

Es wird angenommen, daß das öffentliche Kapital an den Faktor Arbeit gebunden ist, so daß der Bruttozins  $r_t$  als Grenzproduktivität des privaten Kapitals  $Y_{K,t}$  ausgedrückt werden kann:<sup>5</sup>

$$(10) \quad Y_{K,t} = r_t.$$

Das Modell wird in Pro-Kopf-Größen gelöst. Aus den Gleichungen (1) bis (10) läßt sich die Modelldynamik in Form eines drei Gleichungen umfassenden Differentialgleichungssystems ableiten. Die Akkumulationsgleichungen des privaten und öffentlichen Kapitals lauten

$$(11) \quad \dot{k}_t = y_t [s(1 - \tau_t(1 + \omega_t) + \omega_t) - x] - nk_t$$

bzw.

$$(12) \quad \dot{g}_t = hy_t - ng_t,$$

---

<sup>5</sup> Diese Annahme wird durch die Empirie bestätigt: Öffentliches Kapital und Arbeit stehen in einem substitutionalen Verhältnis. Die bedingte Faktornachfrageelastizität ist negativ, d. h., eine Erhöhung des Infrastrukturkapitalbestandes hat zur Folge, daß *ceteris paribus* weniger vom Faktor Arbeit eingesetzt wird. Vgl. hierzu die Ergebnisse in den Arbeiten von *Conrad und Seitz (1994)*, *Kitterer und Schlag (1995)* und *Seitz (1994, 1995a)*.

wobei  $\omega_t$  die Zinsquote  $D_t r_t / Y_t$  repräsentiert. Die dritte Bestandsgröße stellt der öffentliche Schuldenstand  $D_t$  dar. Die dazugehörige Differentialgleichung ist

$$(13) \quad \dot{d}_t = xy_t - nd_t.$$

Im folgenden soll nun das Modell geschlossen werden, indem eine öffentliche Budgetrestriktion eingeführt wird. Die öffentlichen Kredite und Steuereinnahmen werden zur Finanzierung der Investitionen  $H_t$ , der Zinszahlungen für die öffentliche Schuld  $D_t r_t$  und des Staatsverbrauchs  $C_t^{St}$  verwendet. Die staatliche Budgetrestriktion lautet dann

$$(14) \quad B_t + T_t = H_t + D_t r_t + C_t^{St}.$$

Die linke Seite der Gleichung (14) stellt die Einnahmenseite, die rechte die Ausgabenseite des Staates dar. Unter der Annahme, daß  $C_t^{St} = 0^6$  gilt, läßt sich die Budgetrestriktion in Quotenform ausdrücken:

$$(15) \quad h = x + \tau_t(1 + \omega_t) - \omega_t.$$

Der Ausdruck  $\tau_t(1 + \omega_t) - \omega_t$  gibt an, wie hoch der Anteil am Output ist, der in die Steuerfinanzierung öffentlicher Investitionen fließt. Dieser Anteil zuzüglich der öffentlichen Kreditquote  $x$  ergibt die öffentliche Investitionsquote  $h$ . Die linke Seite der Gleichung (15) stellt den Teil des öffentlichen Budgets dar, von dem produktive Effekte auf den Wachstumsprozeß im privaten Sektor ausgehen; die rechte Seite spiegelt die damit verbundene Ressourcenabsorption des öffentlichen Sektors wider. Dies wird deutlich, wenn die Budgetrestriktion in das Differentialgleichungssystem eingeführt und die gleichgewichtigen Werte für den Pro-Kopf-Output und Konsum abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, daß dem Staat mit der Investitionsquote  $h$ , der Kreditquote  $x$  und dem Steuersatz  $\tau$  drei finanzpolitische Instrumente zur Verfügung stehen, von denen er zwei als Aktionsparameter wählen kann. Wird die Annahme getroffen, daß die öffentliche Hand die Investitions- sowie die Kredit-

---

<sup>6</sup> Der Staatsverbrauch wird im Hinblick auf den Untersuchungsgegenstand gleich Null gesetzt und findet im weiteren Verlauf der Analyse keine Berücksichtigung mehr. Eine klare Trennung zwischen konsumtiven und produktiven öffentlichen Ausgaben ist problematisch. Die produktive Wirkung der staatlichen Aktivitäten wird in der empirischen Analyse durch das öffentliche Anlagevermögen bzw. die öffentlichen Anlageinvestitionen operationalisiert. Eine alternative Operationalisierung des öffentlichen Inputfaktors findet sich beispielsweise bei *Kellermann* (1997).

quote frei wählt, so ergibt sich der Steuersatz endogen. Die Steady-state-Ergebnisse für den privaten und öffentlichen Pro-Kopf-Kapitalstock sowie den Pro-Kopf-Output ergeben sich unter Berücksichtigung der Budgetrestriktion in Gleichung (15) als

$$(16) \quad k = \left[ \frac{[s(1+x-h) - x]^{1-\beta} h^\beta}{n} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}},$$

$$(17) \quad g = \left[ \frac{[s(1+x-h) - x]^\alpha h^{1-\alpha}}{n} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \text{ und}$$

$$(18) \quad y = \left[ \frac{[s(1+x-h) - x]^\alpha h^\beta}{n^{\alpha+\beta}} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

Ehe im folgenden die gegenläufigen Effekte, die vom Einsatz des öffentlichen Kapitals sowie dessen Finanzierung auf den Pro-Kopf-Output im steady-state ausgehen, aufgezeigt werden, sollen an dieser Stelle noch einige Ausführungen zur Existenz und Stabilität des langfristigen Gleichgewichts gemacht werden. Wie sich aus den Gleichungen (7) bis (9) sowie der Budgetrestriktion in Gleichung (15) ableiten läßt, entspricht der Klammerausdruck im Zähler  $s(1+x-h) - x$  der privaten Investitionsquote  $I/Y$ . Ein Gleichgewicht existiert nur dann, wenn die Bedingung  $x < s(1-h)/(1-s)$  gilt, d.h. die Investitionsquote positiv ist. Diese Bedingung besagt, daß der öffentliche Sektor langfristig nicht die gesamte durch den privaten Sektor bereitgestellte Ersparnis absorbieren darf, sondern daß ein Teil der privaten Ersparnis als Investition im privaten Sektor verbleiben muß (vgl. *Carlberg*, 1985, S. 267). Die Stabilitätseigenschaften des Modells ergeben sich aus dem in den Gleichungen (11) bis (13) spezifizierten Differentialgleichungssystem. Die nicht-linearen Differentialgleichungen werden zunächst durch Taylor-Approximation erster Ordnung linearisiert. Die Stabilitätseigenschaften des Systems hängen dann von den Vorzeichen der sich ergebenden Eigenwerte  $\lambda_i$  ( $i = 1, 2$  und  $3$ ) ab. Sie betragen  $\lambda_1 = \lambda_2 = -n$  und  $\lambda_3 = -n(1 - \alpha - \beta)$ . Das Gleichgewicht ist damit stabil.

### III. Anmerkungen zur Optimalität des Instrumenteneinsatzes im langfristigen Gleichgewicht

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, daß die beiden gegenläufigen Effekte, die von der staatlichen Investitionstätigkeit ausgehen, durch die öffentliche Budgetrestriktion miteinander verknüpft sind. Um den Versuch einer theoretischen Abgrenzung der wachstumssteigernden sowie wachstumshemmenden Wirkungen vorzunehmen, wird Gleichung (18) unter Vernachlässigung der Budgetrestriktion als

$$(19) \quad y = \left[ \frac{[s(1 - [\tau(1 + \omega) - \omega]) - x]^\alpha h^\beta}{n^{\alpha + \beta}} \right]^{\frac{1}{1 - \alpha - \beta}}$$

ausgedrückt. Der positive Produktivitätseffekt, der von den öffentlichen Investitionen ausgeht, wird durch die öffentliche Investitionsquote  $h$  in Gleichung (19) repräsentiert. Mit zunehmendem  $h$  steigt der Output  $y$  ceteris paribus an. Die Ceteris-paribus-Annahme bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die Quoten  $x$  und  $\tau(1 + \omega) - \omega$ , d. h., es wird angenommen, daß  $h$  zwar ansteigt, jedoch die beiden Finanzierungsquoten  $x$  und  $\tau(1 + \omega) - \omega$  konstant gehalten werden. Der Produktivitätseffekt ist produktionstechnisch bedingt stets positiv, da das öffentliche Kapital zwar abnehmende, aber positive Grenzerträge hat.<sup>7</sup> Natürlich stellt die Ceteris-paribus-Annahme nur ein theoretisches Konstrukt dar; wird doch letztendlich davon ausgegangen, daß die Ausweitung der öffentlichen Investitionen keinerlei zusätzliche Ressourcenabsorption aus dem privaten Sektor mit sich bringt. Tatsächlich läßt sich jedoch ein Anstieg von  $h$  im Modell nur über eine höhere Kredit- bzw. Steuerfinanzierungsquote  $\tau(1 + \omega) - \omega$  finanzieren.

Der outputmindernde Finanzierungseffekt spiegelt sich in einer Reduktion der privaten Investitionsquote wider. Dieses sogenannte crowding-out läßt sich in Abhängigkeit der Finanzierungsart der öffentlichen Investitionen in zwei Teileffekte zerlegen. Angenommen, die öffentlichen Investitionen werden vollständig über Kredite finanziert, so gilt  $x = h$  sowie  $\tau(1 + \omega) = \omega$ , und die private Investitionsquote wird zu  $s - x$ .<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Pfähler und Lorz (1995, S. 127f.) verwenden dagegen eine Produktionsfunktion, die es erlaubt, auch den Fall negativer Grenzerträge der öffentlichen Infrastrukturleistungen abzubilden. Zu denken ist in diesem Zusammenhang beispielsweise an Regulierungsinstrumentarien, die den Wirtschaftsablauf hemmen.

<sup>8</sup> Man erkennt hier, daß die mit zunehmender Kreditfinanzierung ansteigenden Zinszahlungen zwar zu einer erhöhten Steuerquote führen; da diese jedoch zur



Dies bedeutet, daß die vom privaten Sektor bereitgestellte Ersparnis  $sY$  zu einem Anteil  $x$  durch den Staat absorbiert wird und damit nur noch zu einem Anteil  $s - x$  dem privaten Sektor zu Investitionszwecken zur Verfügung steht. Bei reiner Kreditfinanzierung ergibt sich durch Ableitung der Gleichung (19) die outputmaximierende öffentliche Investitionsquote als  $h = s\beta/(\alpha + \beta)$ .

Als zweite Variante sei die reine Steuerfinanzierung betrachtet. In diesem Fall gilt  $h = \tau$ , da  $\omega$  und  $x$  null betragen. Die private Investitionsquote wird zu  $s(1 - \tau)$ . Der Staat absorbiert bei Steuerfinanzierung zwar keine private Ersparnis; er verdrängt jedoch private Investitionen, indem er das gesamtwirtschaftliche Ersparnisangebot reduziert. Man sieht, daß die Verdrängung des privaten Kapitals durch die öffentlichen Investitionen im Falle der Steuerfinanzierung weitaus geringer ausfällt als bei Kreditfinanzierung.<sup>9</sup> Die outputmaximierende öffentliche Investitionsquote liegt bei reiner Steuerfinanzierung mit  $h = \beta/(\alpha + \beta)$  über der entsprechenden Quote im Fall der reinen Kreditfinanzierung. Werden beide Finanzierungsinstrumente gleichzeitig eingesetzt, wobei natürlich nur ein Instrument als Aktionsparameter frei gewählt werden kann, so kommen beide Wirkungsmechanismen zum Tragen.

Die optimale öffentliche Investitionsquote sowie der optimale Einsatz der Finanzierungsinstrumente im langfristigen Gleichgewicht leiten sich aus der Maximierung des Pro-Kopf-Konsums

$$(20) \quad c = (1 - s)(1 + x - h)y.$$

über die fiskalpolitischen Aktionsparameter  $h$  und  $x$  ab. Der Steuersatz auf das verfügbare Einkommen  $\tau$  ergibt sich unter den gegebenen Modellannahmen endogen. Die optimale öffentliche Investitions- sowie Kreditquote und der sich daraus ergebende Steuersatz lauten

$$(21) \quad h^* = \beta, \quad x^* = \frac{(1 - \beta)s - \alpha}{1 - s} \quad \text{und} \quad \tau = \frac{(1 - s)\beta}{1 - \alpha - \beta s}.$$

Die Gleichungen zeigen, daß die optimale Finanzierungsstrategie von der privaten Sparquote  $s$  abhängt, wohingegen sich die konsummaximierende Investitionsquote  $h$  allein durch die Produktionselastizität des öffentlichen Kapitals  $\beta$  bestimmt. Der Konsum erhöht sich bei Ausdeh-

---

Finanzierung von Zinsen verwendet werden, stellen sie keine Ressourcenabsorption durch den Staat dar. Sie fließen als Transfers an den privaten Sektor zurück.

<sup>9</sup> Dieses modelltheoretische Ergebnis ist bekanntlich vom unterstellten Sparverhalten der Privaten abhängig (vgl. *Modigliani*, 1961, und *Barro*, 1974).

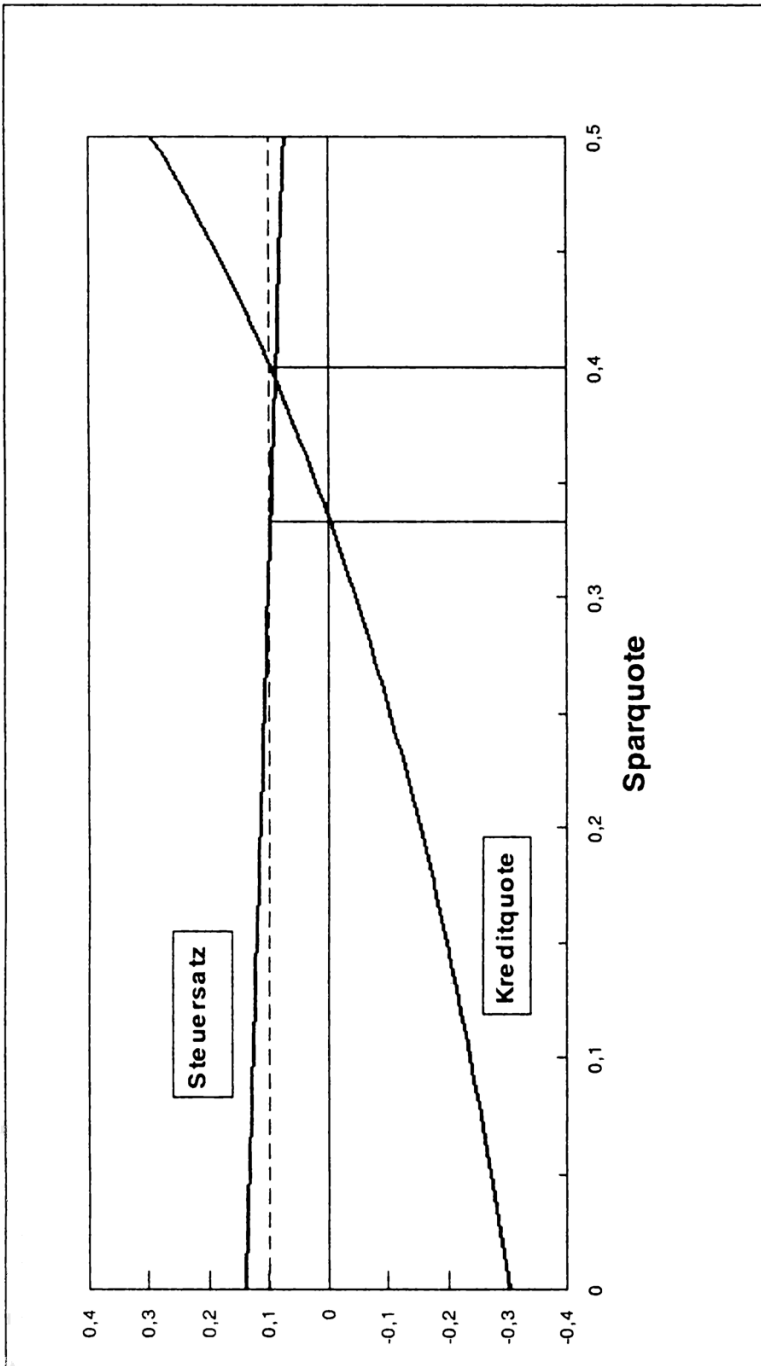


Abbildung 1: Optimale Finanzierungsstrategien in Abhängigkeit von der exogenen Sparquote

nung des öffentlichen Kapitalangebots solange, bis sich Produktivitäts- und Finanzierungseffekte in bezug auf das verfügbare Einkommen genau ausgleichen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß der Steuerfinanzierungseffekt in bezug auf die Maximierung des Konsums nicht allein als crowding-out zu interpretieren ist – wie dies bei der Outputmaximierung der Fall ist –, sondern sich auch in einer Reduktion der Konsumquote  $(1 - s)(1 + x - h)$  widerspiegelt. Wird also das Instrument der Steuerfinanzierung verwendet, so wird bei optimalem Instrumenteneinsatz der Konsum, aber nicht der Output maximiert.

Die optimale Kombination der beiden Finanzierungsinstrumente  $x$  und  $\tau$  sollen anhand von Abbildung 1 verdeutlicht werden. Diese Abbildung ordnet jeder gegebenen Sparquote die zugehörige optimale Kreditquote sowie den Steuersatz zu. Bei der grafischen Darstellung der Ergebnisse aus Gleichung (21) werden die Parameterwerte  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,1$  und  $n = 0,05$  unterstellt.

Auf der horizontalen Achse ist die Sparquote  $s$ , auf der Ordinate der Steuersatz  $\tau$  und die Kreditquote  $x^*$  abgetragen. Ist die Sparquote kleiner als  $\alpha(1 - \beta)$  und damit im numerischen Beispiel kleiner als 0,33, so ist es optimal, sämtliche öffentlichen Investitionen über Steuern zu finanzieren. Der Staat, der den privaten Konsum maximieren möchte, wird bei geringer Sparquote der Privaten die Kapitalmärkte nicht durch Ersparnisabsorption belasten, sondern im Gegenteil Überschüsse bilden und damit zur Ersparnisbildung beitragen. Dies wird daran sichtbar, daß der Steuersatz für  $s < \alpha/(1 - \beta)$  über der Investitions- und damit Ausgabenquote des Staates liegt. Realisieren die Privaten die Sparquote  $\alpha/(1 - \beta)$ , so wird der Staat weder Ersparnisse anbieten noch absorbieren, sondern sämtliche Investitionen über Steuern finanzieren. Für den Fall der reinen Steuerfinanzierung gilt  $x^* = 0$  und  $\tau = \beta$ .

Steigt die Sparquote der Privaten über diesen kritischen Wert hinaus an, so führt dies zu einer Überakkumulation des privaten Kapitals.<sup>10</sup> Es ist daher optimal, Teile des öffentlich angebotenen Kapitals über Kredite zu finanzieren und damit die Strategie der Mischfinanzierung zu realisieren. Abbildung 1 zeigt, daß bei einer Sparquote von  $s > 0,33$  die Kreditquote  $x$  einen positiven Wert annimmt. Der Staat reduziert die private Investitionsquote trotz hoher privater Ersparnis auf den Golden-rule-Wert von  $\alpha$ . Je weiter die private Sparquote ansteigt, um so höher wird der kreditfinanzierte Anteil öffentlicher Investitionen ausfallen. Entspricht die Sparquote der Privaten  $s = \alpha + \beta = 0,4$ , so werden sämtliche

<sup>10</sup> Vgl. zu dieser Problematik *Fehr und Gottfried* (1993) und *Wenzel* (1986, 1990).

Investitionen über Kredite finanziert und der konsummaximierende Staat realisiert die Aktionsparameter  $x^* = h^* = \beta = 0,1$ .<sup>11</sup> Dies ist der Fall der reinen Kreditfinanzierung. Zu beachten ist, daß der Steuersatz in diesem Fall nicht null wird, da der Staat seine Zinslasten über Steuern finanzieren muß.

Im folgenden soll nun aus dem dargestellten Modell eine Regressionsgleichung abgeleitet werden, auf deren Grundlage Produktivitäts- und Finanzierungseffekte öffentlicher Investitionen ökonometrisch quantifiziert werden. Die abgeleiteten Optimalitätsbeziehungen lassen sich zur Bewertung der Schätzergebnisse heranziehen.

#### IV. Empirische Umsetzung und verwendete Daten

Zum empirischen Nachweis des Produktivitäts- und Finanzierungseffekts wird zunächst Gleichung (19) herangezogen. Durch Logarithmierung erhält man den folgenden Ausdruck

$$(22) \quad \ln y = \frac{1}{\gamma} \{ \alpha \ln [s(1 - [\tau(1 + \omega) - \omega]) - x] + \beta \ln h - (\alpha + \beta) \ln n \}.$$

Gleichung (22) soll im weiteren nicht mehr in Abhängigkeit der Quoten  $\tau, \omega, h$  und  $x$ , sondern in Abhängigkeit der jeweiligen Niveaus  $T, Dr, B$  und  $H$  ausgedrückt werden. Dieses Vorgehen läßt sich zunächst dadurch begründen, daß im Rahmen der Regressionsanalyse die Verwendung von Quoten als Rechte-Hand-Variablen Schätzprobleme verursachen kann (vgl. *Judge et al.*, 1992, S. 360 ff.). Ein weiterer Grund besteht darin, daß durch die Umwandlung von Gleichung (22) sich die partiellen Elastizitäten für  $H, B$  und  $T - Dr$  ableiten lassen. Es wird dabei der durch die Budgetrestriktion ausgedrückte Zusammenhang von öffentlichen Ausgaben und Einnahmen im öffentlichen Budget theoretisch aufgehoben (vgl. *Kellermann*, 1997), so daß sich Produktivitäts- und Finanzierungseffekte isolieren lassen. Die diesen partiellen Elastizitäten zugrundeliegende Ceteris-paribus-Annahme bezieht sich dann nicht wie in Abschnitt III. auf die Quoten, sondern auf die Niveaus. Auf diese Weise wird es auch möglich, den positiven Produktivitätseffekt, der von einer Erhöhung von  $H$  ausgeht, in einen direkten und einen indirekten Teileffekt aufzuspalten.

<sup>11</sup> Durch entsprechend hohe Zinstransfers gelingt es dem Staat, das verfügbare Einkommen der Privaten auf ein Niveau ansteigen zu lassen, so daß auch bei hohen Sparquoten der Anteil  $1 - \alpha - \beta$  am Output konsumiert wird.

Einsetzen der Kreditquote  $x = B/Y$  und Investitionsquote  $h = H/Y$  führt zu

$$(23) \quad \ln y = \frac{\alpha}{\gamma} \ln \left[ s \left( 1 + \frac{Dr}{Y} - \frac{T}{Y} \right) - \frac{B}{Y} \right] + \frac{\beta}{\gamma} \ln \frac{H}{Y} - \frac{(\alpha + \beta)}{\gamma} \ln n.$$

Durch Multiplikation mit  $L$  ergibt sich der aggregierte Wert für  $Y$  in logarithmierter Form als

$$(24) \quad \begin{aligned} \ln Y &= \frac{\alpha}{\gamma} \ln [s(Y + Dr - T) - B] - \frac{\alpha}{\gamma} \ln Y + \\ &\frac{\beta}{\gamma} \ln H - \frac{\beta}{\gamma} \ln Y - \frac{\alpha + \beta}{\gamma} \ln n + \ln L. \end{aligned}$$

Einfache Umformungen ergeben

$$(25) \quad \ln Y = \alpha \ln [s(Y + Dr - T) - B] + \beta \ln H - (\alpha + \beta) \ln n + \gamma \ln L.$$

Man erhält somit unter Einführung des Störterms  $u$  sowie der Regressionsparameter  $b_0, b_1, b_2, b_3$  und  $b_4$  die Regressionsgleichung

$$(26) \quad \begin{aligned} \ln Y &= b_0 + b_1 \ln I + b_2 \ln H + b_3 \ln L - b_4 \ln n + u \\ &\text{mit } I = [s(Y + Dr - T) - B], \\ b_1 &= \alpha, \quad b_2 = \beta, \quad b_3 = \gamma, \quad b_4 = \alpha + \beta. \end{aligned}$$

Die relative Änderung des Outputs, die mit einer relativen Erhöhung des Infrastrukturangebots einhergeht, läßt sich unter der Annahme, daß sowohl  $B$  als auch  $Dr - T$  konstant bleiben, als

$$(27) \quad E_{Y,H} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln H} = b_2 + b_1 \frac{\partial \ln I}{\partial \ln H} = b_2 \frac{1}{1 - b_1 s Y / I}$$

ausdrücken. Von den öffentlichen Infrastrukturinvestitionen gehen direkte und indirekte Effekte auf  $Y$  aus. Der direkte Effekt  $b_2$  wird dadurch ausgelöst, daß die öffentlichen Investitionen mit einer positiven Grenzproduktivität in die Produktion des privaten Sektors eingehen. Mit dem Koeffizienten  $b_2$  wird somit unmittelbar die Produktionselastizität des öffentlichen Kapitals geschätzt. Der positive indirekte Effekt  $b_1 (\partial \ln I / \partial \ln H)$  entsteht durch die angenommene Komplementarität des privaten und öffentlichen Kapitals.

Die Elastizität des Outputs in bezug auf eine Erhöhung der öffentlichen Neuverschuldung  $E_{Y,B}$  beträgt

$$(28) \quad E_{Y,B} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln B} = \frac{\partial \ln Y}{\partial B} B = b_1 \frac{1}{I} \left( s \frac{\partial Y}{\partial B} - 1 \right) B = -b_1 \frac{B}{I} \frac{1}{1 - b_1 s Y/I}.$$

Zuletzt ist der Frage nachzugehen, wie ein steuerfinanzierter Ressourcenentzug auf den Output wirkt. Im Modell steht der Term  $T - Dr$  für den Teil der Steuern, der im öffentlichen Sektor verbleibt und nicht als Transfers an die Privaten zurückfließt. Die Elastizität des Outputs in bezug auf den steuerfinanzierten Ressourcenentzug beträgt

$$(29) \quad E_{Y,(T-Dr)} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln(T - Dr)} = \frac{\partial \ln Y}{\partial(T - Dr)} (T - Dr) = -b_1 \frac{1}{I} s \left( \frac{\partial Y}{\partial(T - Dr)} - 1 \right) (T - Dr) = -b_1 \frac{s(T - Dr)}{I} \frac{1}{1 - b_1 s Y/I}.$$

Beide Elastizitäten  $E_{Y,B}$  und  $E_{Y,(T-Dr)}$  sind für sich genommen negativ<sup>12</sup>. Aus diesen partiellen Elastizitäten leitet sich das totale Differential (bezogen auf die staatlichen Variablen) der Gleichung (26) in folgender Weise ab:

$$(30) \quad d \ln Y = E_{Y,B} \frac{dB}{B} + E_{Y,(T-Dr)} \frac{d(T - r)}{T - Dr} + E_{Y,H} \frac{dH}{H}.$$

Bei der Ableitung der partiellen Elastizitäten wird die Budgetrestriktion des Staates, wie sie in Gleichung (14) hergeleitet wurde, theoretisch aufgehoben. Tatsächlich fallen aber öffentliche Investitionen nicht „wie Manna vom Himmel“, sondern sind mit einer erhöhten Ressourcenabsorption durch den Staat verbunden. Es gilt also

$$(31) \quad dH = dB + d(T - Dr).$$

Entscheidet sich der Staat, seine Investitionstätigkeit auszuweiten, so muß er gleichzeitig weitere Mittel zu deren Finanzierung aus dem privaten Sektor absorbieren. Wählt er eine Neuverschuldung in bestimmter Höhe, so ergibt sich die Veränderung der über Steuern finanzierten Ressourcenabsorption endogen als residualer Finanzierungsanteil.<sup>13</sup> Denkbar ist natürlich auch, daß sich der kreditfinanzierte Anteil residual ergibt. Zu guter Letzt ist es auch möglich und vielleicht sogar realistisch anzunehmen, daß die Spielräume des Staates auf der Finanzierungsseite festgelegt sind und sich die Investitionstätigkeit endogen ergibt.

<sup>12</sup> Werden in einer Periode Überschüsse gebildet, so ist der Wert von  $B$  als Betrag zu interpretieren.

<sup>13</sup> Diese Annahme wurde in Abschnitt III. bei der Analyse des theoretischen Modells getroffen.

Durch einfache Umformungen der Gleichung (30) erhält man

$$(32) \quad \frac{d \ln Y}{dH} H = \underbrace{E_{Y,B} \frac{dB}{B} \frac{H}{dH}}_{FE_B} + \underbrace{E_{Y,(T-Dr)} \frac{d(T-Dr)}{T-Dr} \frac{H}{dH}}_{FE_{T-Dr}} + \underbrace{E_{Y,H}}_{PE}$$

Gleichung (32) soll im weiteren im Zusammenhang mit Gleichung (31) und Gleichung (14) interpretiert werden. Gleichung (32) stellt den Gesamt- oder Nettoeffekt dar, der von einer Erhöhung der öffentlichen Investitionen ausgeht. Der Nettoeffekt setzt sich aus dem reinen Produktivitätseffekt  $PE$  und den beiden Finanzierungseffekten  $FE_B$  und  $FE_{T-Dr}$  zusammen. Um dies zu verdeutlichen, sollen zunächst die beiden Fälle der reinen Kredit- bzw. der reinen Steuerfinanzierung öffentlicher Investitionen diskutiert werden.

Wird von der reinen Kreditfinanzierung ausgegangen, d.h.  $dH = dB$  und  $H = B$ , so ergibt sich ein Gesamt- oder Nettoeffekt öffentlicher Investitionstätigkeit als Summe der positiven partiellen Elastizität, die mit  $dH$  einhergeht, sowie der negativen partiellen Elastizität, die mit  $dB$  verbunden ist. Es gilt:

$$(33) \quad \frac{d \ln Y}{dH} H = E_{Y,B} + E_{Y,H}$$

Im Outputmaximum entspricht der marginale wachstumsfördernde Effekt der öffentlichen Investitionen gerade dem Finanzierungseffekt. Durch Gleichsetzen von  $E_{Y,B}$  und  $E_{Y,H}$  und unter Berücksichtigung der öffentlichen Budgetrestriktion bei reiner Kreditfinanzierung ergibt sich eine outputmaximierende Investitionsquote von  $h = s\beta / (\alpha + \beta)$ . Diese entspricht der in Abschnitt III. abgeleiteten optimalen Investitionsquote bei Outputmaximierung.

Für den Fall der reinen Steuerfinanzierung ist in analoger Weise vorzugehen. Es gilt  $dH = d(T - Dr)$  und  $H = T$  sowie  $B = Dr = 0$ . Der Nettoeffekt, der von einer Ausweitung der öffentlichen Investitionen ausgeht, beträgt damit

$$(34) \quad \frac{d \ln Y}{dH} H = E_{Y,(T-Dr)} + E_{Y,H}$$

Im Outputmaximum wird dieser Ausdruck wiederum Null, so daß  $E_{Y,(T-Dr)} = E_{Y,H}$  gilt. Wird die Budgetrestriktion  $H = T$  berücksichtigt, so ergibt sich aus den Gleichungen (27) und (29) die optimale Investitionsquote  $h = \beta / (\alpha + \beta)$ . Sie entspricht der in Abschnitt III. abgeleiteten

ten outputmaximierenden Investitionsquote bei Steuerfinanzierung. Im Fall der Mischfinanzierung öffentlicher Investitionen hängt der Nettoeffekt von der Einsatzrelation der beiden Finanzierungsinstrumente ab.

Als ökonometrisch-methodischer Ansatz wird die Panel-Analyse gewählt. In der Schätzung werden damit sowohl Zeitreihen- als auch Querschnittsdaten berücksichtigt. Dadurch wird nicht nur die Anzahl der Beobachtungen erhöht, sondern es wird auch möglich, die differenzierte Wirksamkeit von Produktivitäts- und Finanzierungseffekten öffentlicher Investitionen in verschiedenen Regionen zu überprüfen. Untersucht werden die elf alten Bundesländer über den Zeitraum von 1970 bis 1994, so daß sich durch das Poolen der Daten ein Panel von 275 Beobachtungen ergibt. Die Variablen in der Regressionsgleichung (26) sind somit nicht nur vom Zeitpunkt  $t = 1, \dots, 25$ , sondern auch von der Region  $i = 1, \dots, 11$  abhängig. Es werden drei unterschiedliche Spezifikationen der Panel-Analyse verwendet: Pool-Modell, FE-Modell und RE-Modell. Die drei Modellspezifikationen unterscheiden sich hinsichtlich der Berücksichtigung raumspezifischer, aber zeitinvarianter Effekte. Beim einfachen Poolen der Daten werden solche spezifischen Effekte nicht berücksichtigt, d. h., man geht von einer Homogenität der Paneldaten aus. Beim „Fixed-Effect-Modell“ (FE-Modell) wird neben den erklärenden Modellvariablen eine raumspezifische Konstante in der Regressionsgleichung berücksichtigt. Dadurch läßt sich eine mögliche regionale Heterogenität abbilden, die nicht im theoretischen Modell steckt. Beim „Random-Effect-Modell“ (RE-Modell) werden die raumspezifischen Einflüsse nicht durch eine Variation des Absolutglieds der Regressionsgleichung, sondern durch eine unbeobachtbare stochastische Variable abgebildet. Die Gesamtstörgröße der Schätzung wird in eine raumspezifische Komponente und eine weitere Komponente zerlegt, die unabhängig ist von den in der Schätzung berücksichtigten Regionen (vgl. *Hsiao*, 1986). Die drei Modellspezifikationen lassen sich mit Hilfe von Hypothesentests miteinander vergleichen, so daß die am besten geeignete Spezifikation für die Interpretation der Schätzparameter herangezogen wird.

Die Daten – jeweils regionalisiert für die elf alten Bundesländer und in Preisen von 1991 – stammen aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) der Länder bzw. der Finanzstatistik.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Die nominalen Daten werden mit einem regionalspezifischen Preisindex des BIP aus den VGR der Länder deflationiert.



Die Modellvariablen sind in folgender Weise operationalisiert:

- In  $Y_{i,t}$  ist die logarithmierte Bruttowertschöpfung des Unternehmenssektors der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut VGR der Länder;
- für  $\ln I_{i,t}$  werden die Bruttoanlageinvestitionen des Unternehmenssektors der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut VGR der Länder verwendet;
- $\ln H_{i,t}$  bezeichnet die logarithmierten öffentlichen Sachinvestitionen der Länder und Gemeinden der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut Finanzstatistik;<sup>15</sup>
- $\ln L_{i,t}$  sind die logarithmierten Erwerbstätigen im Unternehmenssektor der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut VGR der Länder;
- $\ln n_{i,t}$  ist der Logarithmus der Wachstumsrate der Erwerbstätigenzahl aller Wirtschaftsbereiche zuzüglich einem fixen Faktor 0,05 als Approximation für eine Abschreibungsrate und einer Rate des technischen Fortschritts der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut VGR der Länder;<sup>16</sup>
- $B_{i,t}$  ist die Nettokreditaufnahme der Länder und Gemeinden der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut Finanzstatistik;<sup>17</sup>
- $T_{i,t}$  sind die kassenmäßigen Steuereinnahmen (Steuern auf Einkommen und Vermögen) der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut Finanzstatistik. Hierfür werden die Einnahmen aus Gewerbesteuer nach Ertrag und Kapital, Einkommen- und Körperschaftsteuer, Vermögensteuer und Grundsteuer A und B berücksichtigt;<sup>18</sup>
- $D_{i,t}r_{i,t}$  sind die Zinszahlungen der Länder und Gemeinden der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  laut Finanzstatistik;<sup>19</sup>
- die Sparquote  $s_{i,t} = I_{i,t,Ges} / (Y_{i,t,Ges} + D_{i,t}r_{i,t} - T_{i,t})$  wird durch eine bundeslandspezifische gesamtwirtschaftliche Investitionsquote approximiert. Sie wird jeweils berechnet als Quotient von Bruttoanlageinvestitionen aller Wirtschaftsbereiche und der Summe aus Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche und Zinszahlungen der Länder

<sup>15</sup> Vgl. *Statistisches Bundesamt*, Fachserie 14: Reihe 3.1, Rechnungsergebnisse des öffentlichen Gesamthaushalts, laufende Jahrgänge.

<sup>16</sup> Vgl. zu der Vorgehensweise *Mankiw, Romer und Weil* (1992).

<sup>17</sup> Vgl. *Statistisches Bundesamt*, Fachserie 14: Reihe 3.1, Rechnungsergebnisse des öffentlichen Gesamthaushalts, laufende Jahrgänge.

<sup>18</sup> Vgl. *Statistisches Bundesamt*, Fachserie 14: Reihe 4, Kassenmäßige Steuereinnahmen, laufende Jahrgänge.

<sup>19</sup> Vgl. *Statistisches Bundesamt*, Fachserie 14: Reihe 3.1, Rechnungsergebnisse des öffentlichen Gesamthaushalts, laufende Jahrgänge bzw. *SVR zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung*, Jahresgutachten, laufende Jahrgänge.

und Gemeinden abzüglich der kassenmäßigen Steuereinnahmen  $T_{i,t}$  der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$ ;

Um dem Problem der Endogenität des öffentlichen Kapitals<sup>20</sup> zu begegnen, werden die öffentlichen Investitionen  $H$  instrumentiert.<sup>21</sup> In die Hilfsregression für  $\ln H_{i,t}$  gehen als erklärende Variablen neben einer Konstanten die um eine Periode verzögerten logarithmierten öffentlichen Investitionen und die logarithmierte Erwerbstätigenzahl aller Wirtschaftsbereiche der Region  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  ein.<sup>22</sup> Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der eigentlichen Panel-Schätzung dargestellt und erläutert.

## V. Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Die Schätzungen<sup>23</sup> werden für die drei beschriebenen Spezifikationen der Panel-Analyse durchgeführt. Unterschieden werden vier Varianten: In Variante (1) werden beide Parameterrestriktionen  $b_1 + b_2 + b_3 = 1$  und  $b_1 + b_2 = b_4$  berücksichtigt; in Variante (2) wird die erklärende Variable  $n$  unterdrückt; in Variante (3) wird  $n$  zwar berücksichtigt, die Restriktion  $b_1 + b_2 = b_4$  aber vernachlässigt; Variante (4) entspricht der Variante (2), jedoch ohne Berücksichtigung des Bundeslandes West-Berlin.<sup>24</sup> Ein Vergleich der drei Spezifikationen mit Hilfe von Hypothesentests ergibt folgende Resultate:

<sup>20</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen bei *Gramlich* (1994), *Pfähler, Hofmann und Lehmann-Grube* (1995) und *Pfähler, Hofmann und Bönte* (1997). Kausalitätsuntersuchungen anhand von Granger-Tests sind in der empirischen Literatur zur „Öffentlichen-Kapital-Hypothese“ nicht weit verbreitet. Für Deutschland liegen Untersuchungen von *Seitz* (1995b) und *Schlag* (1997) vor. Bei *Schlag* (1997) wird eine Interdependenz zwischen dem öffentlichen Infrastrukturkapitalstock und der Bruttowertschöpfung im Unternehmenssektor auf aggregierter und Bundesländerebene nachgewiesen.

<sup>21</sup> Sämtliche Berechnungen und Schätzungen werden mit dem Softwarepaket RATS 4.20 durchgeführt. Ein Hausmann-Test ergibt, daß die Hypothese der Exogenität öffentlicher Investitionen abgelehnt werden muß.

<sup>22</sup> Die Hilfsregression für  $\ln H_{i,t}$  besitzt ein korrigiertes Bestimmtheitsmaß von 0,99. Der Lagrange-Multiplikator (LM)-Test zur Überprüfung einer möglichen Autokorrelation weist einen nicht signifikanten Wert von 1,38 aus.

<sup>23</sup> Augmented-Dickey-Fuller-(ADF-)Tests für die regionalisierten Zeitreihen zeigen, daß die jeweilige Null-Hypothese der Nicht-Stationarität der Zeitreihen signifikant abgelehnt werden kann. Die Schätzungen können somit in den Niveaus der Variablen durchgeführt werden.

<sup>24</sup> Ein anonymer Gutachter hat darauf hingewiesen, daß die Berücksichtigung des Bundeslandes West-Berlin zu verzerrten Ergebnissen führen kann, da seit

Tabelle 1: Vergleich alternativer Modellschätzungen<sup>a, b</sup>

Varianten	Testergebnisse <sup>c</sup>		
	Pool- vs. FE-Modell	Pool- vs. RE-Modell	FE- vs. RE-Modell
(1)	F(259,248) = 3,13*** => FE-Modell	F(259,248) = 0,01 => Pool-Modell	$\chi^2$ (5) = 1,13 => FE-Modell
(2)	F(260,249) = 2,53*** => FE-Modell	F(260,249) = 0,18 => Pool-Modell	$\chi^2$ (4) = 1,39 => FE-Modell
(3)	F(259,248) = 2,98*** => FE-Modell	F(259,248) = 0,09 => Pool-Modell	$\chi^2$ (5) = 0,09 => FE-Modell
(4)	F(236,225) = 2,88*** => FE-Modell	F(236,225) = 0,14 => Pool-Modell	$\chi^2$ (4) = 1,22 => FE-Modell

<sup>a</sup> Die Modellspezifikationen Pool-Modell und FE-Modell (bzw. RE-Modell) können anhand eines F-Tests gegeneinander getestet werden. Die Nullhypothese lautet: Spezifische räumliche Effekte sind nicht vorhanden (Pool-Modell), so daß bei einem nicht signifikanten Wert für die F-Statistik die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann.

<sup>b</sup> Die Modellspezifikationen FE-Modell und RE-Modell können mit Hilfe des Spezifikations-tests von Hausmann gegeneinander getestet werden. Bei dem Test lautet die Nullhypothese: Spezifische räumliche Effekte sind nicht mit den exogenen Variablen korreliert (FE-Modell), so daß bei einem nicht signifikanten Wert für die Test-Statistik die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann.

<sup>c</sup> Signifikanz zum 1 %-Niveau ist mit dem hochgestellten Zeichen (\*\*\*), zum 5 %-Niveau mit (\*\*) und zum 10 %-Niveau entsprechend mit (\*) ausgewiesen.

Anhand der Hypothesentests in Tabelle 1 wird das FE-Modell in allen Varianten als das beste ausgewiesen. Eine regionale Homogenität der Paneldaten wird jeweils klar abgelehnt. Die Ergebnisse der Parameterschätzungen für die verschiedenen Varianten werden daher nur für das FE-Modell ausgewiesen (*t*-Werte in Klammern):

Tabelle 2: Parameterschätzungen anhand des FE-Modells

Parameter	(1)	(2)	(3)	(4)
$b_0$	11,34*** (14,74)	7,244*** (24,06)	7,192*** (23,29)	7,551*** (24,81)
$b_1$	0,005 (0,21)	0,335*** (11,31)	0,341*** (11,06)	0,303*** (10,11)
$b_2$	0,029 (1,05)	0,129*** (6,34)	0,125*** (5,95)	0,132*** (6,37)
$b_3$	0,966*** (-3,41)	0,536*** (-15,36)	0,544*** (-15,32)	0,565*** (-14,28)
$b_4$	0,034*** (3,41)	–	-0,006 (-0,77)	–
$R^2$	0,91	0,95	0,95	0,95
DW	1,83	1,81	1,76	1,76

1990 die beiden Stadtteile Berlins statistisch nur schwer voneinander zu trennen sind.

Kredit und Kapital 3/1998

In Variante 1 sind die ermittelten Regressionsparameter für die privaten und öffentlichen Investitionen  $b_1$  und  $b_2$  statistisch nicht signifikant. In Variante 3 hingegen, bei der die Restriktion  $b_1 + b_2 = b_4$  nicht berücksichtigt wird, sind beide auf dem 1%-Niveau,  $b_4$  jedoch nicht signifikant. Ein Hausmann-Spezifikationstest, der Variante 3 gegen Variante 1 testet, ergibt ein nicht signifikantes Testergebnis von  $F(4,260) = 1,09$ , so daß Variante 3 vorgezogen werden kann. Im Vergleich zu Variante 3 sind in Variante 2 alle geschätzten Parameter auf dem 1%-Niveau signifikant. Da außerdem nur geringe Unterschiede zu den Ergebnissen der Varianten 3 und 4 bestehen, sollen für die Berechnung der Produktivitäts-, Finanzierungs- und Nettoeffekte öffentlicher Investitionen die Schätzergebnisse aus Variante 2 herangezogen werden. Die Produktionselastizitäten für die Faktoren privates Kapital  $\alpha$  und Arbeit  $\gamma$  liegen bei ca. 0,34 ( $b_1$ ) bzw. 0,54 ( $b_3$ ) und damit ungefähr in der üblichen Größenordnung. Die Produktionselastizität des öffentlichen Kapitals  $\beta$  beträgt 0,13 ( $b_2$ ).

Ein Vergleich der geschätzten öffentlichen Produktionselastizität mit den beobachteten regionalen öffentlichen Investitionsquoten, die in Tabelle 3 ausgewiesen werden, erlaubt – auf der Grundlage der in Abschnitt III. abgeleiteten Modellzusammenhänge – eine erste Aussage über die Effizienz der öffentlichen Investitionsausgaben in den einzelnen Bundesländern. Sämtliche öffentlichen Investitionsquoten sind geringer als die geschätzte Produktionselastizität des öffentlichen Kapitals, so daß in allen Regionen auf ein gewisses Unterangebot an öffentlichen Infrastrukturleistungen geschlossen werden kann. Finanzieren die Länder und Gemeinden sämtliche Investitionen über Kredite, so beträgt die konsummaximierende Investitionsquote  $h = s\beta/(\alpha + \beta) = 0,06$ .

**Tabelle 3: Regionale öffentliche Investitions-, Kredit- und Steuerlastquoten**

Länder	$h = H/Y$	$x = B/Y$	$(T-Dr)/Y$
Schleswig-Holstein (SH)	0,023	0,014	0,083
Hamburg (HH)	0,010	0,008	0,109
Niedersachsen (NS)	0,022	0,012	0,085
Bremen (BR)	0,016	0,021	0,085
Nordrhein-Westfalen (NRW)	0,017	0,010	0,101
Hessen (HE)	0,018	0,009	0,098
Rheinland-Pfalz (RHP)	0,023	0,012	0,082
Baden-Württemberg (BW)	0,023	0,006	0,102
Bayern (BA)	0,024	0,004	0,092
Saarland (SA)	0,010	0,020	0,066
West-Berlin (B)	0,019	0,017	0,044
Länderdurchschnitt $\phi$	0,019	0,012	0,086

Auch in diesem konkreten Fall besteht in allen Ländern ein Unterangebot an öffentlichen Investitionen. Die geringsten Investitionsquoten von  $h = 0,01$  weisen das Saarland und Hamburg auf, wohingegen Bayern 2,4 % der Wertschöpfung im Unternehmenssektor in den öffentlichen Kapitalstock investiert. Die auf das Konsummaximum bezogene Effizienzbeurteilung wird auch im Rahmen der folgenden am Ziel der Outputmaximierung orientierten Betrachtung bestätigt.

Wie erwartet ist die in Tabelle 4 ausgewiesene Elastizität  $E_{Y,H}$  positiv und damit  $E_{Y,B}$  bzw.  $E_{Y,(T-D)}$  jeweils negativ. Die beiden letztgenannten Elastizitäten werden auf der Annahme der Investitionsgleichung aus dem Gleichungssystem (26) berechnet. Eine separate Schätzung der Investitionsgleichung (26) für Deutschland im Zeitraum von 1960 bis 1994 ergibt  $-dI/dB = dI/dS = 0,8$ .<sup>25</sup> Auf der Ebene der Bundesländer ließ sich kein statistisch signifikanter Einfluß von  $B_{i,t}$  auf  $I_{i,t}$  nachweisen. Ein Ergebnis, das damit erklärt werden kann, daß der intranationale Kapitalmarkt erheblich geringere Segmentierungen aufweist als die internationalen Kapitalmärkte und daß damit die mit der öffentlichen Verschuldung einhergehenden Crowding-out-Effekte auf die anderen Bundesländer teilweise abgewälzt werden können. Wie das Bundesergebnis jedoch zeigt, existieren entsprechende Crowding-out-Effekte, die sich kontraktiv auf die nationale Wirtschaft auswirken. Bei der Berechnung der Finanzierungseffekte in Tabelle 4 wird die Annahme getroffen, daß der gesamte mit der Finanzierung öffentlicher Investitionen einhergehende Crowding-out-Effekt im betrachteten Bundesland wirksam wird.

Eine Erhöhung der öffentlichen Investitionsausgaben um 1 % läßt den Output insgesamt im Länderdurchschnitt um 0,2 % ansteigen. Eine Ausweitung der steuerfinanzierten Ressourcenabsorption um 1 % läßt den Output ceteris paribus im Länderdurchschnitt um 0,05 % absinken, wohingegen ein Anstieg der Nettokreditaufnahme um 1 % zu einer Outputreduktion um 0,03 % führt. In den hochverschuldeten Ländern Saarland und Bremen führt eine Ausdehnung der Nettokreditaufnahme um 1 % zu einer Outputreduktion von 0,05 % bzw. 0,07 %, wohingegen in den Ländern Bayern und Baden-Württemberg, die jeweils geringe Kreditquoten aufweisen, der Output nur um ca. 0,01 % abnimmt. Um den Nettoeffekt einer Ausweitung der Investitionstätigkeit des Staates auf die Bruttowertschöpfung des Unternehmenssektors zu ermitteln, genügt es nicht, die einzelnen Elastizitäten aufzuaddieren, sondern es muß berücksichtigt

<sup>25</sup> Die Schätzkoeffizienten sind auf einem 5 %-Niveau signifikant. Die Restriktion, daß die Koeffizienten von  $S$  und  $B$  dem Betrage nach gleich sind, wird angenommen.

**Tabelle 4: Regionale Produktivitäts-, Finanzierungs- und Nettoeffekte der öffentlichen Infrastruktur**

Länder	Produktivitätseffekt	Elastizitäten		Finanzierungseffekte		Nettoeffekte		
	$E_{Y,H}$	$E_{Y,B}$	$E_{Y,(T-Dr)}$	$FE_B$	$FE_{T-Dr}$	Kredit	Steuer	Misch
SH	0,190	-0,027	-0,040	-0,043	-0,011	0,148	0,180	0,163
HH	0,206	-0,031	-0,067	-0,037	-0,006	0,169	0,200	0,178
NS	0,198	-0,025	-0,046	-0,046	-0,012	0,152	0,186	0,171
BR	0,204	-0,070	-0,049	-0,051	-0,009	0,153	0,194	0,158
NRW	0,204	-0,027	-0,059	-0,045	-0,010	0,159	0,194	0,176
HE	0,208	-0,025	-0,061	-0,050	-0,011	0,158	0,197	0,182
RHP	0,201	-0,024	-0,046	-0,048	-0,013	0,153	0,188	0,170
BW	0,209	-0,013	-0,064	-0,054	-0,014	0,155	0,195	0,185
BA	0,204	-0,009	-0,054	-0,052	-0,014	0,155	0,190	0,183
SA	0,200	-0,049	-0,036	-0,023	-0,005	0,177	0,195	0,178
B	0,201	-0,041	-0,025	-0,048	-0,011	0,153	0,190	0,168
$\phi$	0,202	-0,031	-0,050	-0,045	-0,011	0,157	0,192	0,174

werden, mit welchem relativen Anstieg der Nettokreditaufnahme bzw. der Steuerbelastung ein Anstieg der Investitionen verbunden ist. Dieser Zusammenhang wird aus Gleichung (32) deutlich.

In Tabelle 4 sind die mit Hilfe der geschätzten Parameter berechneten und über den betrachteten Zeitraum durchschnittlichen Produktivitäts( $E_{Y,H}$ )-, Finanzierungs( $FE_B$ ,  $FE_{T-Dr}$ )- und Nettoeffekte öffentlicher Investitionen für die einzelnen Bundesländer ausgewiesen. Für alle Bundesländer lassen sich positive Nettoeffekte öffentlicher Investitionen ermitteln. Im Länderdurchschnitt beträgt der Nettoeffekt der öffentlichen Infrastruktur in Abhängigkeit von der Finanzierungsart zwischen 0,157 und 0,192, d. h., eine Erhöhung der öffentlichen Investitionen um 1 % führt je nach gewählter Finanzierungsart zu einer Outputsteigerung, die zwischen ca. 0,16 % und 0,19 % liegt. Der höchste (geringste) Nettoeffekt wird erzielt, wenn die öffentlichen Investitionen ausschließlich über Steuern (Kredite) finanziert werden. Bei reiner Kreditfinanzierung öffentlicher Investitionen sind die erzielbaren Nettoeffekte bei den Ländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Bremen am kleinsten, bei Hamburg, Nordrhein-Westfalen und dem Saarland am größten. Dieses für das Saarland überraschende Ergebnis erklärt sich durch die sehr geringe öffentliche Investitionstätigkeit in diesem Bundesland und den damit verbundenen hohen Produktivitätseffekt. Bei reiner Steuerfinanzierung sind die Nettoeffekte bei Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz am geringsten, bei Hamburg, Hessen und Baden-Württemberg am größten.

Tabelle 5: Regionale marginale Änderungen des Outputs

Länder	$\partial Y/\partial H$	$\partial Y/\partial B$	$\partial Y/\partial(T-Dr)$
SH	9,50	-1,85	-0,48
HH	22,87	-3,30	-0,60
NS	9,86	-2,06	-0,54
BR	13,53	-2,78	-0,58
NRW	12,78	-2,58	-0,59
HE	11,95	-2,68	-0,61
RHP	9,21	-2,03	-0,56
BW	10,04	-2,35	-0,62
BA	9,63	-1,83	-0,58
SA	26,61	-2,04	-0,55
B	13,46	-2,47	-0,55
$\phi$	13,59	-2,36	-0,57

Eine Ausdehnung der Nettokreditaufnahme führt zu einer höheren Outputeinbuße als eine betragsmäßig identische Ausdehnung der Steuerlast. Dieser Zusammenhang wird noch deutlicher, wenn die in Tabelle 5 ausgewiesenen marginalen Änderungen des Outputs  $\partial Y/\partial B$  und  $\partial Y/\partial(T - Dr)$  verglichen werden.

Beispielsweise führt in Hamburg die Ausdehnung der Nettokreditaufnahme um 1 DM zu einer Reduktion des privaten Outputs um mehr als 3 DM, wohingegen eine zusätzliche DM an Steuerlast den Output nur um 60 Pfennige sinken läßt. Die marginale Veränderung des Outputs aufgrund einer Ausdehnung von  $H$  um 1 DM beträgt im Länderdurchschnitt 13,59 DM und ist damit erstaunlich hoch. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, daß im langfristigen Gleichgewicht  $H = nG$  und damit  $n(\partial Y/\partial H) = \partial Y/\partial G$  gilt.<sup>26</sup> Approximieren wir  $n = 0,02$ ,<sup>27</sup> so ergibt sich damit eine marginale Outputveränderung  $\partial Y/\partial G$  von 0,27. Diese marginale Änderung bildet den direkten und indirekten Produktivitätseffekt ab. Die Grenzproduktivität des öffentlichen Kapitalstocks  $G$  ermittelt sich unter der Annahme, daß der private Kapitaleinsatz  $K$  konstant bleibt, als  $\beta Y/G = 0,13 * 1,31 = 0,17$ .<sup>28, 29</sup> Die Differenz zwischen

<sup>26</sup> Die Regressionsgleichung erlaubt keine Unterscheidung in kurz- und langfristige Effekte. Letztlich wird davon ausgegangen, daß sich die Ökonomien auf einem langfristig gleichgewichtigen Wachstumspfad befinden.

<sup>27</sup> Der Wert von  $n$  setzt sich zusammen aus der durchschnittlichen Wachstumsrate der Erwerbstätigenzahl von 0,003 und einem Wert für den technischen Fortschritt von 0,017 (vgl. *Mankiw, Romer und Weil*, 1992).

<sup>28</sup> Das öffentliche Anlagevermögen der Länder und Gemeinden ist der staatlichen Anlagevermögensrechnung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) entnommen. Der Wert von 1,31 für  $Y/G$  ist der Durchschnittswert über dem Zeitraum von 1970 bis 1991.

0,27 und 0,17 bildet die indirekte, d.h. die über eine Erhöhung von  $K$  vermittelte, Outputänderung ab.

Auf der Grundlage der tatsächlich beobachteten Finanzierungsverhältnisse wurde als dritte Alternative ein Mischfinanzierungseffekt berechnet. Dieser wurde ermittelt, indem für jedes Land und jedes Jahr die realisierte Kreditfinanzierungsrelation beibehalten und der steuerfinanzierte Anteil als Residualgröße angenommen wurde. Im Länderdurchschnitt wurden ca. 40 % der Investitionen über die Nettokreditaufnahme der Länder und Gemeinden finanziert. Der entsprechende Nettoeffekt liegt bei durchschnittlich 0,17 und damit zwischen den Ergebnissen für die beiden reinen Finanzierungsformen. Er ist in Bremen, Schleswig-Holstein und Berlin am geringsten, bei Baden-Württemberg, Bayern und Hessen am größten. Der Mischeffekt eines Landes liegt dabei um so näher am reinen Kreditfinanzierungseffekt, je höher der über die Nettokreditaufnahme der Länder und Gemeinden finanzierte Anteil an den Investitionen im beobachteten Zeitraum war.

## VI. Abschließende Bemerkungen

Die bislang vorliegenden empirischen Untersuchungen zur „Öffentlichen-Kapital-Hypothese“ weisen vor allem Produktions- bzw. Kostenelastizitäten des öffentlichen Kapitalstocks aus. Wachstumsinduzierende Wirkungen des öffentlichen Angebots an Infrastrukturleistungen wurden in diesen Arbeiten nicht gegen wachstumsmindernde Crowding-out-Effekte abgegrenzt. Im hier vorliegenden Beitrag wird aufgezeigt, daß durch eine explizite Einbeziehung der Finanzierungseffekte öffentlicher Investitionen nicht nur direkte und indirekte Produktivitätsimpulse unterschieden werden können, sondern auch Aussagen über die wachstumshemmenden Wirkungen verschiedener Finanzierungsarten möglich werden.

Im Rahmen der Untersuchung werden zunächst anhand eines neoklassischen Wachstumsmodells mit Staat die verschiedenen Effekte, die von öffentlicher Investitionen ausgehen, modelltheoretisch abgeleitet. Es ergibt sich eine Regressionsgleichung, die es ermöglicht, mit Hilfe der geschätzten Parameter Produktivitäts-, Finanzierungs- und Nettoeffekte

---

<sup>29</sup> Aufgrund der Schätzergebnisse von *Kitterer und Schlag* (1995) und *Seitz und Licht* (1995) ergeben sich durch eigene Berechnungen Grenzproduktivitäten des langfristigen öffentlichen Kapitalstocks in einer Größenordnung von 0,15 bzw. ca. 0,2. Bei den Berechnungen sind die jeweils verwendeten Datensätze berücksichtigt worden.



öffentlicher Investitionen für die elf alten Bundesländer über den Zeitraum von 1970 bis 1994 zu bestimmen. Die geschätzte Produktionselastizität des öffentlichen Kapitalstocks der Länder und Gemeinden liegt bei 0,13, so daß die aus dem Modell abgeleitete „goldene Investitionsregel“ bei reiner Kreditfinanzierung öffentliche Bruttoinvestitionen in Höhe von 6 % an der Bruttowertschöpfung im Unternehmenssektor fordert. Tatsächlich betragen die Bruttoinvestitionen der Länder und Gemeinden jedoch nur ca. 2 % am Output, so daß eine Ausdehnung der öffentlichen Investitionstätigkeit die Konsummöglichkeiten der Bürger langfristig verbessern könnte.

Was die Outputwirkungen der öffentlichen Infrastrukturinvestitionen anbelangt, so werden für alle Bundesländer im betrachteten Zeitraum positive Nettoeffekte ermittelt. Dabei zeigt sich, daß die größten Wachstumsimpulse von Investitionen ausgehen, die nicht über eine Budgetausweitung und damit zwangsläufig über eine Reduktion der öffentlichen Konsumausgaben finanziert werden. So führt eine 1%ige Ausweitung der öffentlichen Investitionen im Länderdurchschnitt zu einem Outputanstieg von 0,2 %. Der Nettoeffekt der öffentlichen Infrastruktur ist bei Steuerfinanzierung höher als bei Kreditfinanzierung.

### Literatur

- Arndt, H., Swatek, D. (1971): Grundfragen der Infrastrukturplanung für wachsende Wirtschaften, Schriften des Vereins für Socialpolitik, (N.F.), 58, Berlin. – Aschauer, D. A. (1989): Is Public Expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23, S. 177 - 200. – Aschauer, D. A. (1990): Why is Infrastructure important?, Munnell, A. H. (ed.), *Is there a shortfall in Public Capital Investment?*, The Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series, 34, S. 21 - 50. – Aschauer, D. A. (1995): Infrastructure and Macroeconomic Performance: Direct and Indirect Effects, *The OECD Jobs Study: Investment, Productivity and Employment*, Paris, S. 85 - 101. – Barro, R. J. (1974): Are Government Bonds Net Wealth?, *Journal of Political Economy*, 81 (6), S. 1095 - 1117. – Berndt, E. R., Hansson, B. (1992): Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden, *Scandinavian Journal of Economics*, 94, S. 151 - 168. – Carlberg, M. (1985): Langfristige Grenzen der Staatsverschuldung. Ein Beitrag zur Theorie der optimalen Finanzpolitik, *Jahrbuch für Sozialwissenschaft*, 36, S. 262 - 273. – Carlberg, M. (1988): Public Debt, Taxation and Government Expenditures in a Growing Economy, *Volkswirtschaftliche Schriften*, 375, Berlin. – Conrad, K., Seitz, H. (1992): The „Public Capital Hypothesis“: The Case of Germany, *Recherches Economique de Louvain*, 58 (3/4), S. 309 - 327. – Conrad, K., Seitz, H. (1994): The economic benefits of public infrastructure, *Applied Economics*, 26, S. 303 - 311. – Fehr, H., Gottfried, P. (1993): Optimale Verschuldungspolitik und öffentliche Investitionen, *Finanzarchiv*, (N. F.), 50 (3), S. 324 - 343. – Ford, R., Poret, P. (1991): Infrastructure and Private-Sector-

Productivity, OECD Economic Studies, 17, S. 63 - 89. – Grill, R. (1988): Der Staat im Modell optimalen Wachstums: eine positive und normative Analyse staatlicher Finanzpolitik unter besonderer Berücksichtigung der öffentlichen Verschuldung, Europäische Hochschulschriften: Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft, 983, Frankfurt am Main, Bern, New York. – Hofmann, U. (1996): Produktivitätseffekte der öffentlichen Infrastruktur: Meßkonzepte und empirische Befunde für Hamburg, Europäische Hochschulschriften: Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft, 1945, Frankfurt am Main, Bern, New York. – Holtz-Eakin, D. (1994): Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle, The Review of Economics and Statistics, 76 (1), S. 12 - 21. – Hsiao, C. (1986): Analysis of Panel Data, Econometric Society Monographs, 11, Cambridge. – Jochimsen, R., Simonis, U. E. (1970): Theorie und Praxis der Infrastrukturpolitik, Schriften des Vereins für Socialpolitik, (N.F.), 54, Berlin. – Judge, G. et al. (1992): Introduction to the Theory and Practice of Econometrics, Second Edition, New York. – Kellermann, K. (1997): Finanzpolitik und regionale Konvergenz der Arbeitsproduktivitäten in der Bundesrepublik Deutschland, Finanzarchiv, (N.F.), 54 (2), S. 233 - 260. – Kitterer, W., Schlag, C.-H. (1995): Sind öffentliche Investitionen produktiv? – Eine empirische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland, Finanzarchiv, (N.F.), 52 (4), S. 460 - 477. – Leibfritz, W. (1980): Der Staat als Investor, IFO-Studien, 26, S. 123 - 171. – Lynde, C. (1992): Private Profit and Public Capital, Journal of Macroeconomics, 14 (1), S. 125 - 142. – Lynde, C., Richmond, J. (1993a): Public Capital and Long-Run Costs in U.K. Manufacturing, The Economic Journal, 103, S. 880 - 893. – Lynde, C., Richmond, J. (1993b): Public Capital and Total Factor Productivity, International Economic Review, 34 (2), S. 401 - 414. – Mankiw, N. G., Romer, D., Weil, D. N. (1992): A Contribution to the Empirics of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 107, S. 407 - 437. – Modigliani, F. (1961): Long-Run Implications of Alternative Fiscal Policies and the Burden of National Debt, Economic Journal, 71, S. 730 - 755. – Morrison, C. J., Schwartz, A. E. (1996): State Infrastructure and Productive Performance, The American Economic Review, 86 (5), S. 1095 - 1111. – Munnell, A. H. (1990a): Why has Productivity Growth declined? Productivity and Public Investment, New England Economic Review, Jan/Febr, S. 3 - 22. – Munnell, A. H. (1990b): How does Public Infrastructure affect Regional Economic Performance?, Munnell, A. H. (ed.), Is there a shortfall in Public Capital Investment?, The Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series, 34, S. 69 - 103. – Nadiri, M. I., Mamuneas, T. P. (1994): The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U. S. Manufacturing Industries, The Review of Economics and Statistics, 76 (1), S. 22 - 37. – Pfähler, W., Lorz, J. O. (1995): Optionen der deutschen Standortpolitik, Deutschland im internationalen Standortwettbewerb, Kantzenbach, E., Mayer, O. G. (Hrsg.), Veröffentlichungen des HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung, 18, S. 119 - 164, Hamburg. – Pfähler, W., Hofmann, U., Bönnte, W. (1997): Does Extra Public Infrastructure Capital Matter? An Appraisal of Empirical Literature, Finanzarchiv, (N.F.), 53 (1), S. 68 - 112. – Schlag, C.-H. (1997): Die Kausalitätsbeziehung zwischen der öffentlichen Infrastrukturausstattung und dem Wirtschaftswachstum in der Bundesrepublik Deutschland, Konjunkturpolitik, 43 (1), S. 82 - 106. – Seitz, H. (1994): Public Capital and the Demand for Private Inputs, Journal of Public Economics, 54 (2), S. 287 - 307. – Seitz, H. (1995a): Infrastruktur als Wettbewerbsinstrument zwischen Städten: Theoretische Überlegungen und empirische Ergebnisse für westdeutsche Städte, IFO-Studien, 41 (2), S. 211 - 243. – Seitz, H. (1995b): Public

Infrastructure, Employment and Private Capital Formation, The OECD Jobs Study: Investment, Productivity and Employment, Paris, S. 122 - 153. – Seitz, H., Licht, G. (1995): The Impact of the Provision of Public Infrastructure on Regional Economic Development in Germany, *Regional Studies*, 29 (3), S. 231 - 240. – *Statistisches Bundesamt*: Fachserie 14: Reihe 3.1, Rechnungsergebnisse des öffentlichen Gesamthaushalts, laufende Jahrgänge. – *Statistisches Bundesamt*: Fachserie 14: Reihe 4, Kassenmäßige Steuereinnahmen, laufende Jahrgänge. – *SVR zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung*: Jahresgutachten, laufende Jahrgänge. – Tatom, J. A. (1991): Should Government Spending on Capital Goods be Raised?, Federal Reserve Bank of St. Louis, März/April, S. 3 - 15. – Tatom, J. A. (1993): Is an Infrastructure Crisis lowering the nation's productivity?, Federal Reserve Bank of St. Louis, November/December, S. 3 - 21. – Wenzel, H.-D. (1986): Öffentliche Kreditaufnahme und Öffentliche Investitionen im Wachstumsgleichgewicht, *Kredit und Kapital*, 19, S. 496 - 521. – Wenzel, H.-D. (1990): Die ökonomische Rationalität von Art. 115 GG, *Wirtschaftsdienst*, 70 (6), S. 610 - 616.

## Zusammenfassung

### Produktivitäts- und Finanzierungseffekte öffentlicher Infrastrukturinvestitionen

Der vorliegende Beitrag stellt ein Versuch dar, die direkten und indirekten Produktivitätseffekte sowie die Finanzierungseffekte, die von der öffentlichen Investitionstätigkeit auf den privaten Sektor einer Ökonomie ausgehen, theoretisch und empirisch isoliert zu analysieren. Anhand einer aus einem neoklassischen Wachstumsmodell mit Staat abgeleiteten Regressionsgleichung werden Panel-Schätzungen für die elf alten Bundesländer über den Zeitraum von 1970 bis 1994 durchgeführt. Es zeigt sich dabei, daß in allen Bundesländern ein Unterangebot an öffentlichen Investitionen besteht, d.h., es gehen positive Wachstumsimpulse von einer Ausdehnung der öffentlichen Investitionstätigkeit aus. Werden Investitionen über eine Budgetausweitung finanziert, so ist die Steuerfinanzierung der Kreditfinanzierung vorzuziehen. (JEL E 62, H 54, H 72)

## Summary

### Positive and Negative Output Effects of Public Infrastructure Investment

The government may contribute both positively and negatively to the growth of an economy. In our model we separately analyzed the opposing influences of public investments and the way of financing them. We use a neoclassical growth model that explicitly incorporates public capital to analyze the theoretical and empirical importance of public investments. The empirical results for old german Bundesländer between 1970 and 1994 suggests that the net productivity effects are positive. Debt-financing creates substantially higher crowding-out effects than does tax-financing of public investments.

**Résumé****Effets sur la productivité et sur le financement  
des investissements publics d'infrastructure**

Cet article essaie d'analyser de manière isolée, sur le plan théorique et empirique quels effets directs et indirects entraînent les investissements publics dans le secteur privé d'une économie sur la productivité et sur le financement. A l'aide d'une équation de régression dérivée d'un modèle de croissance néoclassique qui incorpore l'Etat, des estimations pour les onze anciens Länder allemands sont faites sur la période de 1970 à 1994. Les résultats montrent que, dans tous les Länder, il y a une sous-offre d'investissements publics, c'est-à-dire que les investissements publics engendrent des effets de croissance positifs. Si les investissements sont financés par un élargissement de budget, il faut préférer un financement fiscal à un financement par crédit.