

Siebert, Horst

**Article — Digitized Version**

## Infrastruktur und regionales Wachstum

Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik

**Provided in Cooperation with:**

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

*Suggested Citation:* Siebert, Horst (1971) : Infrastruktur und regionales Wachstum, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, ISSN 0021-4027, Lucius & Lucius, Stuttgart, Vol. 186, Iss. 3, pp. 185-202

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/3556>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Abhandlungen

## Infrastruktur und regionales Wachstum

Von Horst Siebert, Mannheim

Über die Relevanz des Infrastrukturkapitals für die wirtschaftliche Entwicklung einer Volkswirtschaft liegen bereits eine beachtliche Reihe von Veröffentlichungen vor<sup>1)</sup>. Auch in die regionale Wachstumsanalyse<sup>2)</sup> haben Infrastrukturausgaben als Wachstumsdeterminante Eingang gefunden, wobei sich diese Untersuchungen einmal auf spezielle Typen von Infrastrukturleistungen wie Transportsysteme, Energieversorgung<sup>3)</sup> und besondere Arten von Staatsausgaben<sup>4)</sup> beziehen und zum anderen die Infrastruktur in ihrem Totalaspekt<sup>5)</sup> als regionale Wachstumsdeterminante behandeln.

Die empirische Erfassung der Infrastrukturinvestition als regionale Wachstumsdeterminante bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die Diskussion um den Einfluß der Infrastruktur noch nicht über das Stadium der Hypothesenformulierung hinausgekommen ist und sich nur vereinzelt Versuche der empirischen Überprüfung<sup>6)</sup> feststellen lassen. Bei diesem Stand der Theorie ist es gerechtfertigt, weitere Überlegungen im Stadium der Hypothesenbildung durchzuführen. Der vorlie-

<sup>1)</sup> Neben den Vertretern der Infrastrukturökonomik sind hier vor allem die Arbeiten der Finanzwissenschaft und der Entwicklungstheorie zu nennen: René Frey, *Infrastruktur. Grundlagen der Planung öffentlicher Investitionen*, Tübingen — Zürich 1970; Albert O. Hirschman, *The Strategy of Economic Development*, New Haven/London 1958; Reimut Jochimsen, *Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*, Tübingen 1966; Ryuzo Sato, *Fiscal Policy in a Neoclassical Growth Model — An Analysis of Time Required for Equilibrating Adjustment*, *Review of Economic Studies*, Vol. 30 (1963), 16—23; Herbert Timm, *Staat, Wachstum und Preisniveau*, *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, Bd. 119 (1963), 263—282.

<sup>2)</sup> Leo H. Klaassen, *Social Amenities in Area Economic Growth*, Paris 1968; Noboru Sakashita, *Regional Allocation of Public Investment*, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Vol. 19 (1967), 161—182; Horst Zimmermann, *Öffentliche Ausgaben und regionale Wirtschaftsentwicklung*, Basel — Tübingen 1970.

<sup>3)</sup> Jürgen Lindenlaub, *Energieimpulse und regionale Wachstumsdifferenzierung*, München 1968.

<sup>4)</sup> Roger E. Bolton, *Defense Purchases and Regional Growth*, Washington D. C. 1966.

<sup>5)</sup> Walter Buhr, *Die Abhängigkeit der räumlichen Entwicklung von der Infrastrukturausstattung*, in: *Grundfragen der Infrastrukturplanung für wachsende Wirtschaften*, hrsg. von Helmut Arndt und Dieter Swatek, Berlin 1971.

<sup>6)</sup> Walter Buhr, ebenda.

gende Artikel bewegt sich in diesem Bereich und bemüht sich um einen formalen Rahmen, mit dessen Hilfe die Relevanz der Infrastrukturausstattung für das regionale Wachstum erfaßt werden kann. Es bleibt die Hoffnung, daß damit ein Ansatzpunkt für spätere empirische Arbeiten gegeben ist. Unter Infrastruktur wird dabei jene in der Regel öffentliche Aktivität verstanden, die durch die Kriterien von Hirschmann, Youngson u. a. beschrieben wird<sup>7)</sup>.

Im folgenden werden zunächst mögliche Effekte von Infrastrukturinvestitionen diskutiert (Abschnitt I). In Abschnitt II wird ein Zwei-Regionen-Wachstumsmodell mit Infrastrukturkapital entwickelt, wobei lediglich zwei Effekte der Infrastruktur, nämlich Produktions- und Mobilitätswirkung, berücksichtigt werden. Abschnitt III bringt eine Analyse des Modells. Abschließend (Teil IV) werden mögliche Erweiterungen des Ansatzes diskutiert.

### I. Effekte von Infrastrukturinvestitionen

Von staatlichen Infrastrukturinvestitionen gehen eine Reihe von Auswirkungen auf den privaten Sektor aus, die für die Wachstumsanalyse von Interesse sind. Es empfiehlt sich eine Unterscheidung dieser Effekte nach den beiden Phasen (1) der Erstellung der Infrastruktur und (2) ihrer Nutzung durch den privaten Sektor und der Anpassung des privaten Bereichs an die Nutzung.

In der Phase der Erstellung der Infrastruktur treten folgende Auswirkungen auf: Für die Erzeugung der Infrastruktur werden Produktionsfaktoren gebunden und dem privaten Bereich entzogen (*A l l o k a t i o n s e f f e k t*). Da eine Reihe von Infrastrukturinvestitionen wie Verkehrsinvestitionen einen hohen Flächenbedarf haben, ist in diesem Zusammenhang der *B o d e n n u t z u n g s e f f e k t*<sup>8)</sup> der Infrastruktur besonders relevant. Mit der Reallokation der Faktoren gehen Preisänderungen der Produktionsfaktoren und möglicherweise der Güter des privaten Bereichs einher (*P r e i s e f f e k t*). Die Erstellung der Infrastruktur läßt durch die Beschäftigung von Produktionsfaktoren Einkommen entstehen (*E i n k o m m e n s e f f e k t*); ihre Finanzierung entzieht dem privaten Bereich Kaufkraft (*E n t z u g s e f f e k t*).

Die Regionalanalyse muß sich auf die räumliche Dimension dieser Wirkungen in der Phase der Leistungserstellung konzentrieren, etwa auf die

<sup>7)</sup> Albert O. Hirschman, *The Strategy of Economic Development*, a. a. O., 86; Alexander Youngson, *Overhead Capital. A Study in Development Economics*, Edinburgh 1967, 34 f.

<sup>8)</sup> Zu den Effekten vgl. auch Leo H. Klaassen, *Social Amenities in Area Economic Development*, a. a. O., 16 f.; Walter Buhr, *Die Abhängigkeit der räumlichen Entwicklung von der Infrastrukturausstattung*, a. a. O. Zum Problem der Flächennutzung vgl. Ulrich Brösse, *Flächenbeanspruchung, Flächenkoeffizient und Wachstum*, in: *Schmollers Jahrbuch für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, Berlin (1970), 529—546.

regionalen Aspekte der Reallokation der Faktoren und auf die regionale Inzidenz des Finanzierungs- und des Einkommenseffektes.

In der Nutzungsphase ist zwischen haushalts- und unternehmensorientierter Infrastruktur zu differenzieren. Unter haushaltsorientierter Infrastruktur<sup>9)</sup> wird derjenige Bereich des Infrastrukturkapitals verstanden, der von den privaten Haushalten als öffentliches Konsumgut genutzt wird. Im einzelnen versteht man darunter die Ausstattung einer Region mit kulturellen und schulischen Einrichtungen, Gesundheitswesen, Verkehrsverbindungen, Freizeiteinrichtungen und — in einer weiter orientierten Interpretation des Begriffes — auch mit Wohnungen. Die haushaltsorientierte Infrastruktur kann als eine Menge bzw. als Index<sup>10)</sup> dieser verschiedenen Arten von Infrastrukturleistungen verstanden werden.

Die unternehmensorientierte Infrastruktur ist definiert als jener Bereich der Infrastrukturleistungen, der von den Unternehmen genutzt wird. Sie umfaßt Industrieparks, Wasser- und Energieversorgung, Verkehrsleistungen usw. Im folgenden gehen wir von der Annahme aus, daß diese beiden Arten der Infrastruktur eindeutig zu unterscheiden sind. Beide Arten der Infrastruktur haben Nutzeneffekte, da sie die Nutzenniveaus von Haushalten und Unternehmen beeinflussen; sie verursachen Produktionseffekte, indem sie die Effizienz des Arbeits- und Kapitaleinsatzes erhöhen, und sie zeitigen Auswirkungen auf die Mobilität der Produktionsfaktoren (Mobilitätseffekt). Ferner kann durch die Differenzierung der Nutzung eine Umverteilung des Einkommens erfolgen, wenn als zentrale Variable der Verteilungsproblematik nicht das monetäre, sondern das psychische Einkommen gewählt wird (Distributionseffekt<sup>11)</sup>).

Die für die regionale Wachstumsanalyse besonders interessierende Wirkung auf die Mobilität der Faktoren erfolgt in zweifacher Weise. Betrachten wir den Faktor Arbeit, so ergibt sich:

1. Infrastrukturinvestitionen senken die Raumüberwindungskosten. Zu diesen Raumüberwindungskosten zählen die Transportkosten für den Wohn-

<sup>9)</sup> Die Trennung zwischen haushalts- und unternehmensorientierter Infrastruktur ist nicht eindeutig. Ein starker Ausbau der Freizeitinfrastruktur in einer Region wird von den Haushalten genutzt, kann aber auch insoweit als unternehmensorientierte Infrastruktur angesprochen werden, als dieser Teilbereich der Infrastruktur die Anwerbung von Arbeitskräften für die Unternehmer erleichtert und damit auch zu einem Standortfaktor für die Unternehmer wird. Zu dieser Unterscheidung vgl. auch René L. Frey, *Infrastruktur*, a. a. O., 19.

<sup>10)</sup> Leo H. Klaassen, *Social Amenities in Area Economic Development*, Paris 1968, 27 f.; Walter Buhr, *Die Abhängigkeit der räumlichen Entwicklung von der Infrastrukturausstattung*, a. a. O.

<sup>11)</sup> Zu den Distributionseffekten vgl. Horst Siebert, *Zur Frage der Distributionswirkungen öffentlicher Infrastrukturinvestitionen*, in: *Theorie und Praxis der Infrastrukturpolitik*, hrsg. von Reimut Jochimsen und Udo E. Simonis, Berlin 1970, 33—71.

ortwechsel<sup>12)</sup>, die Zeitkosten der Wanderung, aber auch die Informations- und Suchkosten<sup>13)</sup> für das Auffinden eines neuen Arbeitsplatzes, ferner Suchkosten nach einer neuen Wohnung und schließlich Kosten, die durch institutionelle und politisch-administrative Hemmnisse auftreten, wie etwa erforderliche Anpassungskosten an unterschiedliche Schulsysteme. Die Infrastruktur erscheint damit als eine Determinante, die Hemmnisse gegen Wanderungen abbaut und eine größere Mobilität der Faktoren erlaubt, also den Möglichkeitsbereich der Wanderung erweitert (Mobilitätsmöglichkeit). Jochimsen<sup>14)</sup> drückt diesen Einfluß der Infrastruktur als Veränderung des Integrationsgrades einer Volkswirtschaft aus. Interpretiert man Infrastrukturinvestitionen in ihrer Auswirkung auf den Möglichkeitsbereich der Mobilität, stellen sie eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für Wanderungen dar.

2. Geht man davon aus, daß der Anbieter von Arbeitskraft im Sinne der These des "intendedly rational man" (limited rationality) nach Simon ein befriedigendes Anspruchsniveau<sup>15)</sup> anstrebt, so erscheint die Ausstattung mit haushaltsorientierter Infrastruktur als eine entscheidende Komponente dieses Anspruchsniveaus. Die Infrastruktur ist damit ein Bestimmungsfaktor, der die räumliche Richtung festlegt, in die die Mobilität wirksam wird, also ein Anreizeffekt ("incentive") der Wanderung (Mobilitätsrichtung). Arbeitskräfte wandern an die Raumpunkte, die über eine (in bezug auf ein Anspruchsniveau definierte) hinreichende Ausstattung mit haushaltsorientierter Infrastruktur verfügen.

Analoge Überlegungen ergeben sich für die Mobilitätseffekte in bezug auf Kapital. Das Konzept des Mobilitätseffektes ist ferner auch in bezug auf den Produktionsfaktor „technisches Wissen“ interpretierbar. Geht man von der These aus, daß neues technisches Wissen räumlich nicht völlig mobil ist<sup>16)</sup>, wird die Mobilität neuen technischen Wissens entscheidend von der räumlichen Organisation des Kommunikationssystems einer Gesellschaft bestimmt, wobei die Kommunikationsinfrastruktur eine wesentliche Rolle spielt. Der Abbau von räumlichen Informationskosten hat damit möglicherweise eine stärkere Mobilität des technischen Wissens zur Folge.

<sup>12)</sup> Das Problem der Pendler wird hier vernachlässigt. Die Mobilität der Pendler wird ebenfalls von der Infrastruktur beeinflusst, etwa in dem Fall, wenn eine Region eine stark ausgebaute unternehmensorientierte und ein anderer Teilraum eine attraktive haushaltsorientierte Infrastruktur hat.

<sup>13)</sup> John J. McCall, Economics of Information and Job Search, Quarterly Journal of Economics, Vol. 84 (1970), 113—126.

<sup>14)</sup> Reimut Jochimsen, Theorie der Infrastruktur, a. a. O., 98 f.

<sup>15)</sup> Herbert A. Simon, A Behavioral Model of Rational Choice, Quarterly Journal of Economics, Vol. 69 (1955), 99—118; Julian Wolpert, Behavioral Aspects of the Decision to Migrate, Papers and Proceedings of the Regional Science Association, Vol. 15 (1965), 159—169.

<sup>16)</sup> Horst Siebert, Regionales Wirtschaftswachstum und interregionale Mobilität, Tübingen 1970, 73 f.

Schließlich beziehen sich die Mobilitätswirkungen nicht nur auf die Hindernisse für die Wanderung der Faktoren, sondern auch auf den Abbau von Hemmnissen für den interregionalen Güteraustausch. Durch die Reduzierung von Transportkosten entsteht ein größerer Möglichkeitsbereich für den interregionalen Güteraustausch; die Spezialisierung zwischen den Regionen kann verstärkt werden, es stellt sich eine Reallokation der Faktoren in den einzelnen Teilräumen ein. Dieser Effekt führt zu Gütermärkten größerer räumlicher Ausdehnung und möglicherweise zu economies of scale<sup>17)</sup>.

In der Phase der Nutzung erfolgen weitere Anpassungen der privaten Wirtschaftssubjekte. Beispiele sind Änderungen des Arbeitsangebots, das möglicherweise reduziert wird wegen der höheren Nutzenschätzung der Freizeit (die sich infolge der haushaltsorientierten Infrastruktur ergibt), ferner die „Entschleierung“<sup>18)</sup> pekuniärer externer Effekte im Verlauf der wirtschaftlichen Entwicklung, Variationen der Güter- und Faktorpreise usw. (Anpassungseffekte).

Die folgende Analyse beschränkt sich auf die Nutzungsphase, und zwar auf den Produktionseffekt der Infrastruktur bei Kapital und die Mobilitätseffekte bei Kapital und Arbeit. Alle anderen hier erwähnten Wirkungen werden vernachlässigt.

## II. Die Grundstruktur des Modells

Das Modell unterstellt zwei Produktionsfaktoren Arbeit (A) und Kapital (K) und vernachlässigt technischen Fortschritt, der in Form eines allgemeinen Effizienzparameters für beide Faktoren oder in Form faktorbezogener Effizienzparameter eingeführt werden könnte.

Über die Auswirkung der unternehmensorientierten Infrastruktur auf die Produktion erscheinen unterschiedliche Hypothesen plausibel. Öffentliche Güter im Unternehmensbereich können z. B. als eigener Produktionsfaktor eingeführt werden; oder es kann unterstellt werden, daß die Produktionselastizität des privaten Kapitals von Situationen der Über- und Unterversorgung mit Infrastruktur abhängt<sup>19)</sup>. Schließlich kann postuliert werden, daß sich die unternehmensorientierte Infrastruktur in einer höheren Effizienz des privaten Kapitals auswirkt. Von dieser Annahme gehen wir im folgenden aus. Ist  $\bar{K}$  das in Region I eingesetzte Effizienzkapital und  $\beta$  ein Effizienzparameter, der die Auswirkung der unternehmensorientierten Infrastruktur U auf das private Kapital K ausdrückt, so wird unterstellt:

<sup>17)</sup> Vgl. Phyllis Deane, *The First Industrial Revolution*, Cambridge 1967, 17.

<sup>18)</sup> Paul H. Cootner, *Social Overhead Capital and Economic Growth*, in: *The Economics of Take-Off into Sustained Growth*, hrsg. von W. W. Rostow, London 1963, 265.

<sup>19)</sup> René Frey, *Infrastruktur*, a. a. O., 54.

$$(1 \text{ a}) \quad \bar{K} = \beta \cdot K$$

und

$$(1 \text{ b}) \quad \beta = f(U)$$

Geht man von einer linear-homogenen Produktionsfunktion

$$(1 \text{ c}) \quad X = f(\bar{K}, A)$$

aus, so ergibt sich unter Berücksichtigung<sup>20)</sup> von (1 a) und (1 b) die Wachstumsrate des Outputs ( $\hat{X}$ ) in Region I: Das Zeichen  $\hat{\phantom{x}}$  kennzeichnet Wachstumsraten.

$$(1) \quad \hat{X} - \mu \hat{K} - \nu \hat{A} = \mu \eta \hat{U}$$

$\mu$  ist die Produktionselastizität des Effizienzkapitals,  $\nu$  die entsprechende Elastizität in bezug auf Arbeit,  $\eta$  kennzeichnet die Elastizität des Effizienzparameters in bezug auf die unternehmensorientierte Infrastruktur. Alle Elastizitäten, auch in den folgenden Gleichungen, sind positiv. Bei ursprünglich negativen Elastizitäten werden die Vorzeichen entsprechend geändert.

Gleichung (2) ist die analoge Aussage für die Wachstumsrate der Region II. Die Variablen der Region II sind durch einen Beistrich gekennzeichnet

$$(2) \quad \hat{X}' - \mu' \hat{K}' - \nu' \hat{A}' = \mu' \eta' \hat{U}'$$

Der Kapitalbestand einer Region ist abhängig von

- a) der Relation der Profitraten in den beiden Regionen und
- b) von der relativen Ausstattung mit unternehmensorientierter Infrastruktur.

<sup>20)</sup> Durch Bildung des totalen Differentials von (1 c) und Erweitern erhält man:

$$(1.1) \quad dX = f(\bar{K}, A) \frac{\partial f}{\partial \bar{K}} \frac{\bar{K}}{f(\bar{K}, A)} \frac{d\bar{K}}{\bar{K}} + f(\bar{K}, A) \frac{\partial f}{\partial A} \frac{A}{f(\bar{K}, A)} \frac{dA}{A}$$

Aus (1 a) und (1 b) ergeben sich:

$$(1.2) \quad d\bar{K} = d\beta K + \beta dK$$

$$(1.3) \quad d\beta = \frac{\partial \beta}{\partial U} dU$$

$$(1.4) \quad \frac{d\beta}{\beta} = \eta \frac{dU}{U}, \text{ mit}$$

$$(1.5) \quad \eta = \frac{\partial \beta}{\partial U} \cdot \frac{U}{\beta}$$

Durch Einsetzen von (1.2) und (1.4) in die Produktionsfunktion (1.1) ergibt sich (1).

Eine ähnliche Beziehung wie in (1 b) kann für den Produktionsfaktor Arbeit eingeführt werden, wenn man Bildungsinvestitionen berücksichtigt.

Die Hypothese geht davon aus, daß die Unternehmer als entscheidende Determinanten der räumlichen Mobilität die relativen Profitraten in beiden Regionen und die relativen Unterschiede in der Ausstattung der Infrastruktur ansehen. Die Infrastruktur wird als eine Minimumbedingung für die private Aktivität interpretiert. Infrastrukturinvestitionen und die Profitrate sind komplementäre Zielvariablen des Unternehmerverhaltens.

Ausgehend von der Hypothese

$$(3 a) \quad K = f(R/R', U/U')$$

ergibt<sup>21)</sup> sich die Beziehung

$$(3) \quad \hat{K} + \sigma(\hat{R}' - \hat{R}) = \tau(\hat{U} - \hat{U}')$$

Der interregionale Mobilitätskoeffizient des Kapitals

$$\sigma = \frac{\partial K}{\partial (R/R')} \cdot \frac{(R/R')}{K}$$

gibt die Veränderung des Kapitalbestandes in Region I in bezug auf Änderungen der Relation der Profitraten  $R/R'$  an.  $\tau$  ist der Mobilitätskoeffizient des Kapitals in bezug auf die Unterschiede in der relativen Ausstattung mit unternehmensorientierter Infrastruktur, also  $U/U'$ . Beide Mobilitätskoeffizienten spiegeln die räumliche Mobilisierbarkeit des privaten Kapitals wider und bringen damit auch die interregionalen Raumüberwindungskosten des Kapitals zum Ausdruck. Beide Koeffizienten verändern sich parametrisch mit dem Ausbau der sogenannten Mobilitätsinfrastruktur.

Die Mobilitätsfunktion der Arbeit ergibt sich entsprechend. Der Koeffizient  $\rho$  gibt die Mobilität des verfügbaren Arbeitsangebots in I in bezug auf die Lohnrelation  $W/W'$  an. Analog ist der Mobilitätskoeffizient  $\pi$  in bezug auf die haushaltsorientierte Infrastruktur definiert. Es gilt:

$$(4) \quad \hat{A} + \rho(\hat{W}' - \hat{W}) = \pi(\hat{H} - \hat{H}')$$

Bei gegebenem Bestand der Faktoren im Gesamtsystem der beiden Regionen kann eine Region nur auf Grund des Verlustes des anderen Teilraums einen Zugang an Faktoren verzeichnen:

<sup>21)</sup> Durch Bildung des totalen Differentials erhält man:

$$dK = \frac{\partial K}{\partial (R/R')} \frac{(R/R')}{K} K \frac{d(R/R')}{(R/R')} + \frac{\partial K}{\partial (U/U')} \frac{(U/U')}{K} K \frac{d(U/U')}{(U/U')}$$

Vereinfacht man, so ergibt sich (3), wobei

$$\sigma = \frac{\partial K}{\partial (R/R')} \frac{(R/R')}{K}$$

und

$$\tau = \frac{\partial K}{\partial (U/U')} \frac{(U/U')}{K}$$



$$(5) \quad dA' = -dA$$

und

$$(6) \quad dK' = -dK$$

Es sind nun noch Gleichungen zu entwickeln für die Veränderung der Faktorpreise. Unterstellt man Grenzproduktivitätsentlohnung, so gilt<sup>23)</sup>

$$(7) \quad dW + \nu \left( \frac{X}{A} \hat{A} - \frac{dX}{A} - \lambda dP \right) = 0$$

Gleichung (8) ist die analoge Gleichung für die Veränderung der Lohnrate in Region II. Sie unterscheidet sich von Gleichung (7) lediglich dadurch, daß alle Variablen und Koeffizienten sich auf Region II beziehen und durch einen Beistrich gekennzeichnet sind.

Bei entsprechendem Vorgehen erhält man die Gleichungen für die Veränderungen der Profitraten in den beiden Regionen.

$$(9) \quad dR - \frac{\mu}{K} (X \hat{K} - X dP - dK) = -\mu \eta \hat{U}$$

Gleichung (10) ist die entsprechende Gleichung für die Veränderung der Profitrate in Region II.

Es wird schließlich unterstellt, daß die Veränderung der Nachfrage lediglich von den relativen Produktpreisen und nicht von der Verteilung der Kaufkraft abhängt<sup>23)</sup>.

Geht man von

$$(11 \text{ a}) \quad X = f(P/P')$$

aus, so ist die Veränderung der Nachfrage unter der Berücksichtigung positiver Elastizitäten

$$(11) \quad \hat{X} + \varepsilon (dP - dP') = 0,$$

wobei  $\varepsilon$  die Preiselastizität der Nachfrage in bezug auf den Relativpreis  $(P/P')$  ist.

<sup>23)</sup> Bei Grenzproduktivitätsentlohnung gilt:

$$(9.1) \quad W = \frac{\partial X P}{\partial A}$$

Unter Beachtung der Produktionsfunktion (1 c) ergibt sich

$$(9.2) \quad W = \frac{\partial X}{\partial A} \frac{A}{X} \frac{P X}{A} = \nu \frac{P A}{A}$$

Durch Bildung des totalen Differentials ergibt sich Gleichung (9). Zur Vereinfachung werden im folgenden die Produktpreise der Ausgangssituation gleich eins gesetzt.

<sup>23)</sup> Grundsätzlich würde keine Schwierigkeit bestehen, eine andere Nachfragefunktion mit dem Regionaleinkommen als Bestimmungsfaktor der Nachfrage einzuführen.

$$\begin{bmatrix} dU \\ dU' \\ dH \\ dH' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \frac{\pi}{H'} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\mu' \eta'}{U'} & \frac{\pi}{H} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\mu \eta}{U} & \frac{\tau}{U} & -\frac{\tau}{U'} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\mu \eta}{U} & 0 & 0 \\ \frac{\mu \eta}{U} & 0 & \frac{\tau}{U} & -\frac{\tau}{U'} & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{\mu \eta}{U} & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dX & dX' & dK & dA & dW & dW' & dR & dR' & dP & dP' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -v' A' & 0 & -\frac{\mu X}{K} & -\frac{\mu' X'}{K'} & -\varepsilon & \varepsilon' \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -v A & 0 & 0 & -\frac{\mu X}{K} & 0 & \varepsilon & -\varepsilon' \\ 0 & 0 & \frac{\sigma}{R'} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{\sigma}{R} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\rho}{W'} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{\rho}{W} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{v}{A} & \frac{v'}{A'} & 0 & \frac{1}{A} & \frac{vX}{A^2} & \frac{v'X'}{A'^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\mu}{K} & \frac{\mu'}{K'} & \frac{1}{K} & 0 & 0 & 0 & \frac{\mu X}{KK} & -\frac{\mu' X'}{K'K} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{X'} & 0 & 0 & 0 & \frac{v'}{A'} & 0 & -\frac{\mu'}{K'} & 0 & 0 & \frac{1}{X} \\ \frac{1}{X} & 0 & 0 & 0 & -\frac{v}{A} & 0 & -\frac{\mu}{K} & 0 & \frac{1}{X} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Analog ergibt sich die Nachfragefunktion nach  $X'$

$$(12) \quad \widehat{X}' + \varepsilon' (dP' - dP) = 0$$

wobei  $\varepsilon'$  ebenfalls in bezug auf  $(P/P')$  definiert ist. Das System enthält zwölf Gleichungen. Indem man (5) und (6) berücksichtigt, reduziert sich die Anzahl der Gleichungen und Variablen auf zehn.

Gleichung (13) stellt das System in Matrixform dar. Die Anfangsbestände der Variablen seien gegeben. Unbekannte sind dann die absoluten Veränderungen der Größen.

### III. Analyse des Modells

1. Bezeichnen wir in Gleichung (13) die erste Matrix der Dimension  $10 \times 10$  mit  $A$ , den Spaltenvektor der Dimension  $10 \times 1$  mit  $z$ , die Matrix der Dimension  $10 \times 4$  mit  $C$  und den Spaltenvektor der Dimension  $4 \times 1$  mit  $m$ , so lautet der Ansatz in Matrixschreibweise

$$(14) \quad Az = Cm$$

Der Vektor  $z$  kennzeichnet die endogenen Variablen des Systems. Die Matrizen  $A$  und  $C$  sind vorgegeben und beinhalten die Anfangswerte des Systems und die linearen Abhängigkeitskoeffizienten in der Form von Elastizitäten. Die Matrix  $m$  umfaßt die exogenen Variablen, die auch als Instrumentvariable der Wirtschaftspolitik interpretiert werden können. Die Aufspaltung der rechten Seite des Gleichungsansatzes in die Matrix  $C$  und den Vektor  $m$  ist lediglich vorgenommen worden, um die Instrumentvariablen sichtbar zu machen.

Die Lösung des Systems für die endogenen Variablen lautet:

$$(15) \quad z = A^{-1} C m$$

Das System gibt also die Werte der endogenen Variablen  $dX$ ,  $dX'$  usw. an, wenn staatliche Infrastrukturinvestitionen in den beiden Regionen durchgeführt werden, wobei zwischen unterschiedlichen Arten der Infrastruktur differenziert wird.

Kann man von der Prämisse ausgehen, daß die Strukturmatrix  $A$  für den Untersuchungszeitraum und -zweck konstant bleibt, so lassen sich mit dem Ansatz verschiedene Allokationen einer gegebenen Finanzierungssumme und ihre Auswirkungen auf einige zentrale regionale Variable durchspielen: Gegeben sei die Finanzierungssumme  $F$  mit  $s$  und  $t$  als Anteile der unternehmens- und haushaltsorientierten Infrastruktur. Der Vektor der Instrumentvariablen  $m$  kann dann geschrieben werden:

$$(16) \quad m = \begin{bmatrix} dU \\ dU' \\ dH \\ dH' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s \\ s' \\ t \\ t' \end{bmatrix} \cdot F$$

Für den Wirtschaftspolitiker besteht bei gegebener Finanzierungssumme  $F$  die Wahlmöglichkeit in der Festlegung der Anteile  $s, s', t$  und  $t'$ . Eine empirisch aufgefüllte Gleichung (13) würde also Aussagen über die Auswirkungen verschieden strukturierter Infrastrukturprogramme auf regionale Variable erlauben. Der in Gleichung (13) dargestellte Ansatz gibt damit die Richtung an, in die ein regionalpolitisches Informationsinstrument: hier in bezug auf die Instrumentvariable Infrastruktur entwickelt werden müßte.

2. Neben der allgemeinen Lösung in (15) können spezielle Lösungen nach der Cramerschen Regel z. B. für eine einzelne Instrumentvariable und eine endogene Variable diskutiert werden. Die speziellen Lösungen sind ebenso wie die Inverse  $A^{-1}$  bei einem System mit zehn Gleichungen recht umfangreiche Ausdrücke, so daß es sinnvoll ist, sich hier beispielhaft auf die Diskussion einiger vereinfachter Lösungen zu konzentrieren.

Im folgenden wird zur Vereinfachung nur der Produktionsfaktor Kapital betrachtet und vom Faktor Arbeit abstrahiert. Damit entfallen die Variablen  $dA, dW, dW'$  und die entsprechenden Elastizitäten für die Diskussion der Lösung. Ferner werden die beiden Nachfragefunktionen vernachlässigt. Damit reduziert sich der Gleichungsansatz (13) auf die Variablen  $dX, dX', dK, dR$  und  $dR'$ . Beschränken wir uns ferner auf eine einzige Instrumentvariable, z. B.  $dU$ , so ergibt sich für die Wachstumsrate der Region I in Abhängigkeit von unternehmensorientierten Infrastrukturinvestitionen unter den obigen Annahmen die vereinfachte Lösung:

$$(17) \quad \hat{X} = \frac{D_1}{XD} \hat{U}$$

mit

$$(18) \quad D_1 = \mu \left\{ \eta \left( \frac{1}{KX} \left[ -\frac{\mu \sigma X}{KR} + 1 \right] + \frac{\mu' \sigma}{K'^2 R'} \left[ 1 - \mu' \right] \right) + \frac{\tau}{KX'} \right\}$$

$$(19) \quad D = \sigma \left\{ \frac{\mu}{K^2 R X'} (1 - \mu) + \frac{\mu'}{K'^2 R' X} (1 - \mu') \right\} + \frac{1}{K X X'}$$

Die Determinante  $D$  in (19) ist ungleich Null. Damit ist das System lösbar. Da alle Elastizitäten positiv sind und da für die Produktionselastizität des Effizienzkapitals gilt

$$(20) \quad 1 > \mu, \mu' > 0$$

ist die Determinante  $D$  positiv. Aufgrund der Bedingung (20) ist auch  $D_1$  positiv.

Die Lösung (17) läßt sich in Form von ceteris paribus Aussagen diskutieren.

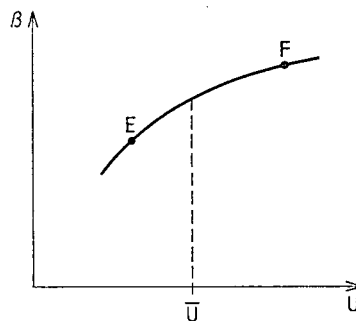
a) Die Wachstumsrate der Region I ist um so höher, je größer die Infrastrukturinvestitionen in der Region I sind. Denn bei gegebenen Parametern ist  $D_1/D$  eine positive Konstante.

b) Die Stärke der Auswirkung der unternehmensorientierten Infrastruktur auf die Veränderung des Outputs in Region I hängt von einer Reihe von Parametern ab: Das Wachstum der Region I ist bei konstanter Wachstums-

rate der Infrastrukturinvestitionen um so größer, je stärker die Auswirkung der unternehmensorientierten Infrastruktur auf die Effizienz  $\beta$  des privaten Kapitals, je größer also  $\eta$ .

Die Größe  $\eta$  hängt einmal von der Hypothese ab, die man zwischen den Variablen  $\beta$  und  $U$  unterstellt, und zum anderen von der konkreten Ausgangssituation, für die man einen eingegrenzten Funktionsbereich in der Elastizität  $\eta$  „einfriert“.

Unterscheidet man mit Frey<sup>24)</sup> zwischen Überschuß- ( $U > \bar{U}$ ) und Engpaßsituationen ( $U < \bar{U}$ ) der Infrastrukturversorgung, so ist die Elastizität  $\eta$  im Engpaßbereich (Punkt E im Schaubild) größer Null und nimmt mit der Zunahme von  $U$  im Engpaßbereich ab.



Im Überschußbereich (Punkt F) führt dagegen eine Vermehrung der Infrastruktur zu keinen Effizienzsteigerungen des privaten Kapitals.  $\eta$  tendiert in diesem Bereich gegen Null.

Aber selbst bei einer Elastizität der Effizienz des privaten Kapitals in bezug auf die unternehmensorientierte Infrastruktur  $\eta$  von Null kann in einer regionalen Analyse noch ein Wachstumseffekt auftreten, der bei einer gesamtwirtschaftlichen Analyse nicht denkbar ist. Setzt man in (17)  $\eta$  gleich Null, so zeigt sich, daß der Zustrom privaten Kapitals in die Region noch einen Wachstumseffekt zur Folge haben kann. Denn neben dem Produktionseffekt ist der Mobilitätseffekt zu beachten. Kapital kann auch dann noch in die Region wandern, wenn  $U$  erreicht ist, etwa weil im Vergleich zu anderen Regionen die Versorgung mit Infrastrukturleistungen günstiger ist.

c) Die Wachstumsrate der Region I in Abhängigkeit von den Infrastrukturinvestitionen in dieser Region hängt auch von dem Mobilitätskoeffizienten des Kapitals sowohl in bezug auf die relativen Profitraten als auch in bezug auf die relative Infrastrukturausstattung ab. Selbst wenn keine Effizienzsteigerung des privaten Kapitals eintritt, also  $\eta = 0$  und selbst wenn man die Mobilität des Kapitals in bezug auf die Profitraten vernachlässigt, also  $\sigma = 0$ , resultiert aus der Infrastrukturinvestition in Region I noch eine Zu-

<sup>24)</sup> René L. Frey, Infrastruktur, a. a. O., S. 54.

nahme des Outputs in Region I. Dieser Wachstumseffekt erklärt sich daraus, daß die Ausstattung eines Teilraums mit Infrastrukturinvestitionen eine Mobilitätsdeterminante ist und zusätzliches privates Kapital anlockt. Es ergibt sich also:

Die Wachstumsrate der Region I ist ceteris paribus um so größer, je größer der Mobilitätskoeffizient  $\tau$ .

Hält man alle Parameter bis auf den Mobilitätskoeffizienten  $\sigma$  konstant, so ergibt sich<sup>25)</sup>:

Die Wachstumsrate der Region ist bei gegebener Wachstumsrate des Infrastrukturbestandes um so größer, je größer der Mobilitätsparameter  $\sigma$ .

Die Änderung dieses Parameters kann das Ergebnis einer Investition in die Mobilitätsinfrastruktur sein, die in diesem Ansatz nicht explizit erfaßt ist. Der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur reduziert Mobilitätshemmnisse und erweitert den Mobilitätsbereich der Produktionsfaktoren: hier des privaten Kapitals.

d) Das Wachstum der Region I hängt auch von der Produktionselastizität des privaten Kapitals in den beiden Regionen ab. Mit steigendem  $\mu$  nimmt der Ausdruck  $D_1/D$  in (17) zu<sup>26)</sup>. Damit ergibt sich:

Bei gegebenen Infrastrukturinvestitionen in der Region I ist die Wachstumsrate  $\hat{X}$  um so höher, je größer die Produktionselastizität des privaten Effizienzkapitals  $\mu$ .

Es ist im Anschluß an die Diskussion der klassischen und neoklassischen Analyse von Wachstumszuständen der Fall denkbar, daß eine Region einen stationären Zustand erreicht, bei dem eine so hinreichende Kapitalausstattung eingetreten ist, daß die Produktionselastizität des Kapitals Null wird. Dann führt die Kapitalakkumulation zu keinen Wachstumseffekten mehr. Da Infrastrukturinvestitionen in dem hier gewählten Ansatz aber einen ähnlichen Effekt der Effizienzsteigerung eines Produktionsfaktors ausüben wie der technische Fortschritt, kann ein solcher stationärer Zustand nur dann eintreten, wenn  $\eta$  Null wird.

<sup>25)</sup> Die Bedingung für die Veränderung der Wachstumsrate der Region I in Abhängigkeit des Mobilitätsparameters  $\sigma$  lautet unter der Annahme  $\tau = 0$

$$\frac{d\hat{X}}{d\sigma} > 0 : \frac{\eta \mu^2 X \hat{U}}{K^3 R X'} \frac{1}{N^2} > 0$$

<sup>26)</sup> Differenziert man  $\hat{X}$  in (17) nach  $\mu$ , so ergibt sich als Bedingung für

$$\frac{d\hat{X}}{d\mu} > 0 : (1 - \mu) (2 B \mu + A) + a > (1 - 2 \mu) (B \mu + A)$$

wobei B, A, a (positive) Produkte aus mehreren Elastizitäten und Anfangskonstanten sind.

e) Schließlich hängt die Wachstumsrate der Region I auch von der Produktionselastizität des privaten Kapitals in der Region II ab. Es gilt:

Je größer die Produktionselastizität des privaten Effizienzkapitals in der Region II, um so kleiner ist bei gegebenen Infrastrukturinvestitionen in Region I die Wachstumsrate dieser Region<sup>27)</sup>.

Diese Auswirkung einer parametrischen Änderung der Produktionselastizität der Region II kann dadurch erklärt werden, daß eine Erhöhung von  $\mu'$  ceteris paribus zu einer Verringerung von  $dK$  führt und damit die Wachstumsrate der Region I absinken läßt<sup>28)</sup>.

3. Eine weitere für die regionale Wachstumsanalyse relevante Frage ist, wie sich der Output der Region II verändert, wenn eine Infrastrukturinvestition in Region I durchgeführt wird. Für die Wachstumsrate der Region II in Abhängigkeit von  $U$  gilt:

$$(22) \quad \widehat{X}' = \frac{D_2}{X' D} \widehat{U}$$

mit

$$(23) \quad D_2 = -\frac{\mu'}{K'} \left\{ \frac{\eta \mu'^2 \sigma}{R K} + \frac{\tau}{X} \right\}$$

$D_2$  ist negativ. Damit wird der Ausdruck (22) negativ. Das Wachstum der Region II geht zurück, wenn in der Region I unternehmensorientierte Infrastrukturinvestitionen durchgeführt werden:

Je größer die Infrastrukturinvestitionen in Region I, um so niedriger wird ceteris paribus die Wachstumsrate des anderen Teilraums.

Die Stärke der Auswirkung der unternehmensorientierten Infrastruktur in Region I auf die Wachstumsrate der Region II hängt von einer Reihe von Parametern ab. U. a. ergibt sich:

Je größer der Effizienzparameter der Infrastrukturinvestitionen  $\eta$ , um so kleiner wird bei gegebenen Infrastrukturinvestitionen in Region I die Wachstumsrate der Region II.

Die Wachstumsrate der Region II variiert ferner mit einer parametrischen Änderung des Mobilitätsparameters des Kapitals in bezug auf die relative Infrastrukturausstattung der beiden Regionen,  $\tau$ :

Je größer der Mobilitätsparameter  $\tau$ , um so geringer ist bei gegebenen Infrastrukturinvestitionen im Teilraum I die Wachstumsrate der Region II.

<sup>27)</sup> Der relevante Zähler in der Ableitung  $\frac{d\widehat{X}}{d\mu'}$  ist

$$Z = -\widehat{U} (1 - 2\mu') \frac{\mu \sigma}{K K'^2 R' X'} \cdot \left\{ \frac{\eta \mu'^2 \sigma}{K R} + \tau \right\}$$

Unterstellt man  $1 > 2\mu'$ , so ist der Zähler negativ. Der Nenner  $N^2$  ist positiv.

<sup>28)</sup> Diese Überlegung wird bestätigt durch die Ableitung in Fußnote 29.

4. Nimmt man an, daß die Standortverlagerung von Unternehmen durch die Kapitalmobilität angezeigt wird, so gibt der Ausdruck

$$(24) \quad dK / \hat{U} = \frac{D_3}{D}$$

die Sensibilität des Standorts in Region I in bezug auf die unternehmensorientierte Infrastruktur in Region I an. Die Determinante  $D_3$  ist gegeben durch

$$(25) \quad D_3 = \frac{1}{X'} \left( \frac{\eta \mu^2 \sigma}{R K} + \frac{\tau}{X} \right)$$

$D_3$  ist positiv. Da auch  $D$  positiv ist, nimmt der Kapitalbestand in Region I infolge der Infrastrukturinvestitionen in Region I zu und bei gegebenem Gesamtkapitalbestand im Zwei-Regionen-System in Region II ab. (24) gibt damit den Standorteffekt der unternehmensorientierten Infrastrukturinvestitionen in den beiden Regionen an. Es gilt:

Je größer die Investitionen in die unternehmensorientierte Infrastruktur in Region I, um so größer ist ceteris paribus der Standortlagerungseffekt zugunsten der Region I.

Auch dieser Standorteffekt hängt von einer Reihe parametrischer Änderungen ab:

Die Standortverlagerung zugunsten der Region I, d. h. die Zunahme des Kapitalbestandes in Region I und die entsprechende Abnahme im Teilraum II, ist ceteris paribus um so größer,

a) je größer die Mobilität des Kapitals in bezug auf die relative Infrastrukturausstattung der beiden Regionen  $\tau$ .

Mit zunehmendem Mobilitätskoeffizienten in bezug auf die relative Infrastrukturausstattung kann Region I aufgrund von Investitionen in die Infrastruktur mehr privates Kapital auf Kosten der Region II anlocken.

b) je größer die Mobilität des Kapitals in bezug auf die relativen Profitraten  $\sigma^{29}$ ,

c) je größer die Effizienzsteigerung des privaten Kapitals infolge der Infrastrukturinvestitionen  $\eta$ ,

<sup>29)</sup> Vereinfacht man den Zähler der Gleichung (24) zu  $\sigma A$ , wobei  $A$  alle Konstanten der Determinanten  $D_3$  in (25) enthält, und reduziert man die Determinante  $D$  auf  $\sigma B + a$ , so ergibt sich für die Sensitivität des Kapitals in Abhängigkeit des Mobilitätskoeffizienten:

$$\frac{d \left( \frac{dK}{d\hat{U}} \right)}{d\sigma} = a \cdot A$$

Der Kapitalbestand in Region I nimmt mit wachsendem Mobilitätskoeffizienten zu.



- d) je größer die Produktionselastizität des Kapitals in Region I  $\mu^{30}$ ) und je geringer die Produktionselastizität des Kapitals in Region II  $\mu'^{31}$ ).

#### IV. Erweiterungen

Die vorstehende Analyse hat sich beispielhaft auf die Diskussion eines vereinfachten Modells mit fünf linearen Gleichungen konzentriert (17, 22, 24), in dem nur der Faktor Kapital enthalten ist und von der Nachfrageseite abstrahiert wird. Führt man Arbeit und die Nachfrageseite ein, so wird zur Diskussion einer allgemeinen Lösung die Berechnung der Inversen  $A^{-1}$  (15) mit der Dimension  $10 \times 10$  erforderlich. Die manuelle Berechnung dieser Inversen wird aber recht umfangreich, so daß man diese Aufgabe der Kunst des Computers überlassen sollte.

Aber auch das dieser Inversen zugrunde liegende Modell mit zehn Gleichungen (13) erfaßt nur zwei der zahlreichen, in Abschnitt II erwähnten Auswirkungen der Infrastruktur: den Mobilitätseffekt bei Arbeit und Kapital und den Produktionseffekt bei Kapital. Eine regionale Inzidenzanalyse von Infrastrukturausgaben muß noch eine Reihe weiterer Effekte auf den privaten Sektor berücksichtigen, so daß für ein anzustrebendes regionalpolitisches Informationsinstrument in bezug auf Infrastrukturinvestitionen einige wesentliche Erweiterungen des Modells relevant werden.

Im vorliegenden Modell fällt die Infrastruktur wie „Manna vom Himmel“; es wird lediglich diskutiert, welche Auswirkungen von der vorhandenen Infrastruktur ausgehen. Hebt man diese Annahme auf, so müssen in das Modell Relationen aufgenommen werden, die die Erstellung der Infrastruktur erklären. Klammert man die Frage der gesellschaftlich-politischen Abstimmungsmechanismen einmal aus und geht man von einer vorgegebenen Finanzierungssumme aus, so ist zunächst die Frage zu beantworten, inwieweit Produktionsfaktoren für die Bereitstellung der Infrastruktur gebunden werden. Das impliziert

<sup>30)</sup> Führt man ähnliche Vereinfachungen wie in Fußnote 29 durch, so ist der Zähler  $\mu^2 P$  und der Nenner  $B + a + A \mu(1 - \mu)$ .

Es gilt:

$$\frac{d\left(\frac{dK}{d\hat{U}}\right)}{d\mu} = \mu^2 A P$$

<sup>31)</sup> Unter der Bedingung  $1 > 2 \mu'$  ist die Ableitung

$$\frac{d\left(\frac{dK}{d\hat{U}}\right)}{d\mu'} = -R \cdot Z (1 - 2 \mu')$$

negativ, wobei R und Z Konstante sind.

- a) eine Aufspaltung des Produktionssektors einer Region in einen privatwirtschaftlichen und einen Infrastrukturbereich,
- b) Hypothesen über die Allokation der Produktionsfaktoren auf die beiden Bereiche und damit u. a. Funktionen über die Mobilität der Faktoren nicht nur zwischen Regionen, sondern auch den beiden Sektoren der Region,
- c) Hypothesen über die Veränderung der Faktorpreise in beiden Bereichen, wofür letztlich Angebots- und Nachfragefunktionen für Produktionsfaktoren, spezifiziert nach Regionen und Sektoren, erforderlich werden.
- d) Schließlich wäre zu diskutieren, wie die von der Infrastrukturstellung beeinflussten Faktorpreise auf die regionale Faktormobilität und damit auf das räumliche Wachstum zurückwirken.

In diesem Zusammenhang ist für eine Regionalanalyse die Flächennutzung der Infrastruktur von besonderem Interesse. Vor allem materiell-technische Infrastrukturinvestitionen wie Verkehrsanlagen usw. sind relativ bodenintensiv und vermehren damit die Nachfrage nach Boden bei konstantem Bodenangebot. Die Bodenpreise werden steigen und damit ergeben sich sowohl pekuniäre externe Nachteile für die Preise von industriellen Standortboden als auch für Wohnboden, wodurch die Benefits der Inanspruchnahme der haushalts- und unternehmensorientierten Infrastruktur zumindest teilweise wieder kompensiert werden können.

Eine Erweiterung des Modells um diesen wesentlichen Faktor würde voraussetzen, daß zwischen verschiedenen Verwendungen des Bodens, etwa für den privaten und den Infrastrukturbereich, unterschieden wird und für beide Sektoren Nachfragefunktionen abgeleitet werden. Bei der Ableitung einer Nachfragefunktion nach Boden für Infrastrukturinvestitionen (N) könnte man etwa von einer Hypothese

$$(26) \quad N = f(U, H)$$

ausgehen. Durch Berücksichtigung einer entsprechenden Nachfragefunktion für den privaten Bereich läßt sich eine Gesamtnachfragefunktion bilden, die zusammen mit dem konstanten Bodenangebot den Bodenpreis<sup>32)</sup> ergibt.

Ein weiterer nicht im Modell angesprochener Aspekt ist die Aufbringung der Finanzierungssumme F und die Auswirkung der Finanzierung auf das private Einkommen, die private Nachfrage und damit den privaten Bereich. Eine Erweiterung des Modells in dieser Richtung macht die Einführung unterschiedlicher Steuern erforderlich und führt damit zu einer Betrachtung der regionalen Ausgaben- und Steuerinzidenz. Hier bietet sich eine Integration mit dem Ansatz von Mc Lure<sup>33)</sup> an. In diesem Fall wird auch eine Änderung der Nachfragefunktionen erforderlich, die in der bisherigen Form (11,

<sup>32)</sup> Die Bestimmung des Bodenpreises in einem solchen Ansatz ist jedoch deshalb nicht unproblematisch, weil die Bodenpreisbildung für den Bereich der Infrastruktur kaum Marktgesetzen unterliegt.

<sup>33)</sup> Charles E. Mc Lure, Taxation, Substitution, and Industrial Location, Journal of Political Economy, Vol. 78 (1970), 112—132.

12) von einem Einkommen des Gesamtsystems ausgehen und damit die Verteilung dieses Einkommens auf die beiden Regionen nicht berücksichtigen<sup>34</sup>).

Das hier vorgelegte regionale Wachstumsmodell mit den angedeuteten Erweiterungen um die Erstellung der Infrastruktur, ihre Flächennutzung, die Finanzierung, das Regionaleinkommen und möglicherweise noch Reaktionen des privaten Sektors auf die Nutzung der öffentlichen Güter umschreibt die Forschungsrichtung für die Entwicklung eines regionalpolitischen Informationsinstruments in bezug auf eine einzige Instrumentvariable der Wirtschaftspolitik, nämlich die Infrastrukturinvestitionen. Mit den Erweiterungen ergibt sich ein sehr umfangreicher Ansatz, dessen Lösung manuell nicht mehr durchzuführen ist. Inwieweit dieser Ansatz mit linearen Funktionen empirisch aussagekräftig ist und inwieweit diese Aussagekraft durch die Annahme „eingefrorener“ Elastizitäten, die nur parametrisch geändert werden beeinflusst wird, kann nur ein empirischer Test des Modells zeigen.

#### S u m m a r y

##### Infrastructure outlays and regional growth

In a two-region model the influence of social overhead capital on regional growth rates is discussed. Only two of the many conceivable effects of infrastructure outlays on the private sector are considered: the change in productivity in private capital and the influence on the regional mobility of capital and labor. A system of linear equations with the change in outputs, capital and labor, factor rewards and commodity prices in the two regions as unknowns and different types of infrastructure outlays as instrument variables is constructed. The article discusses the general solution and considers three special cases, i. e. the influence of business-oriented social overhead capital in region I on the growth rates of region I and region II and on the location of firms. The results depend on the efficiency-coefficient of private capital with respect to infrastructure outlays, on the mobility coefficient of private capital and labor with respect to relative factor rewards and social overhead supply, and the production elasticities. An extension of the model is possible by incorporating other effects of social overhead capital when used by the private sector such as changes in the distribution of income if income is defined as a set of usable commodities including public goods. Also not only changes in the period of use but also in the period of construction of infrastructure projects may be included in the model.

Professor Dr. Horst Siebert, Universität Mannheim, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre und Außenwirtschaft, 68 Mannheim, Schloß.

<sup>34</sup>) Führt man das Regionaleinkommen als Determinante regionaler Nachfragefunktionen in das Modell ein, so muß das Regionaleinkommen entweder nach dem Gebiets- oder dem Einwohnerkonzept ermittelt werden. Die Berücksichtigung der Regionaleinkommen ist im übrigen auch ein erster Schritt für die Erweiterung des Modells um den interregionalen Güteraustausch, hier in Form von Export- bzw. Importfunktionen.