

ÜBER GESAMTWIRTSCHAFTLICHEN EFFEKTE VON VERKEHRSINVESTITIONEN*

von Masahiro Sugiyama

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung

- I. Grundlegende Theorie der Rentenanalyse
 - I-1 Konsumgleichgewichtsmodell
 - 1) Nachfragefunktion
 - 2) Einkommens- und Substitutionseffekte
 - I-2 Voraussetzungen der Rentenanalyse
 - 1) Die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens
 - 2) Integritätsbedingung
 - i) Fall HOTELLING
 - ii) Eigener Ansatz
 - 3) Die Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage

- II. Gesamtwirtschaftliche Effekte von Verkehrsinvestitionen
 - II-1 Allgemeine Darstellung der Investitionseffekte
 - II-2 Externe Effekte
 - 1) Direkte und indirekte Effekte
 - 2) Konzeption der externen Effekte
 - i) Fall MARSHALL
 - ii) Fall SCITOVSKY
 - II-3 Direkte Effekte
 - 1) Bemerkungen zur Mussung und Bewertung der direkten Effekte

* Der Verfasser dankt Herrn Professor Dr. Kreiner und Herrn Dr. Zachial herzlich für ihre Unterstützung bei der Erstellung der deutschen Fassung dieser Arbeit. Etwaige Fehler und Unzulänglichkeiten gehen jedoch allein zu Lasten des Verfassers.

2) Zeitwert

II-4 Indirekte Effekte

III. Theoretische Modelle zur Messung und Bewertung der Investitionseffekte

III-1 Technologische externe Effekte

1) Das Modell der PIGOU' schen Tradition

2) Allgemeines Gleichgewichtsmodell

III-2 Pekuniäre externe Effekte

Schlußbemerkung

EINFÜHRUNG

Die Zunahme der Mobilität erweitert zwar unseren Aktivitätsbereich, es entstehen aber auch unangenehme Nebenerscheinungen, d. h. die negativen Effekte. Dennoch ist erkennbar, daß die Mobilität zu unserem Nutzenzuwachs beiträgt, selbst wenn die negativen Effekte entsprechend berücksichtigt werden. Von der Angebotsseite her sind es die folgenden vier Faktoren, die Mobilität bestimmen: (1) Verkehrswege, (2) Verkehrsmittel, (3) Energie und (4) Betriebsorganisation, die jeweils voneinander abhängig sind. Die Mobilität richtet sich nach dem jeweiligen Minimumfaktor. Unsere Erfahrungen in der Vergangenheit zeigen, daß ein Ausbau der Verkehrswege durch den Marktmechanismus allein nicht erreicht werden kann, oder selbst wenn, dann nur in sehr geringem Ausmaß. Spezifische Eigenschaften von Verkehrsinvestitionen, z. B. Unteilbarkeit der Investitionen, das Entstehen externer Effekte sowie Unrentabilität der Investitionen, sind Ursachen dieser Situation. Daher werden im allgemeinen Verkehrswege als Bestandteil der Infrastruktur (social overhead capital) eingerichtet und entsprechend behandelt. Unsere Aufgaben sind (1) Entscheidung der notwendigen Größe und Menge der Infrastruktur selbst und (2) effektive Allokation der gegebenen Menge zwischen verschiedenen Investitionsobjekten. Dafür werden meist zwei Metho-

den verwendet, nämlich (1) Übertragung der Verantwortung auf den politischen Entscheidungsträger und (2) wissenschaftliche Behandlung des Problems. Aus Gründen der Komplexität der volkswirtschaftlichen Zusammenhänge sollte die zweite Methode bevorzugt werden. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der effektiven Allokation einer gegebenen Infrastrukturmenge unter Anwendung einer wissenschaftlichen Methode, und zwar der grundlegenden Theorie der statischen Investitionskriterien.

In Japan wie auch in der Bundesrepublik Deutschland ist die gegenwärtige Gesamtheit der Infrastruktureinrichtungen ziemlich umfangreich. Es stellt sich daher für uns verstärkt die Aufgabe, unsere Aufmerksamkeit auch der Qualität der Infrastruktur zuzuwenden. Dafür ist es unbedingt notwendig, methodische Überlegungen zur Messung und Bewertung der Investitionseffekte anzustellen. Diese sind der Ausgangspunkt für die wirtschaftspolitische Diskussion der effektiven Allokation. Im folgenden wird dieser Punkt am Beispiel des Autobahnbaus untersucht.

Der Ausbau der Autobahn in Japan erst nach dem zweiten Weltkrieg gefördert worden. Deshalb ist hier die Geschichte der theoretischen bzw. empirischen Forschung über den Strassenverkehr nur relativ kurz. Dennoch haben die Bemühungen der japanischen Wissenschaftler in dieser Zeit bereits durchaus beachtenswerte Ergebnisse gezeitigt. Es dürfte nicht übertrieben sein zu behaupten, daß Niveau der japanischen Forschung dem deutschen ebenbürtig zur Seite gestellt werden kann. Trotzdem ist es aufgrund der relativ kurzen Zeitspanne bis heute nicht gelungen, die bisherigen Arbeitsergebnisse zusammenzufassen. Es ist daher unsere Aufgabe, diese systematisch zu ordnen und weiterzuentwickeln. Für jeden weiteren Schritt erscheint zunächst diese Arbeit als unbedingt notwendig.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte: Im ersten Kapitel werden grundlegende Theorien zur Messung und Bewertung der Verkehrsinvestitionseffekte behandelt. Dabei stellt sich die Frage, wie man gesamtwirtschaftliche Effekte erfassen kann und wo Problempunkte der Grundtheorie liegen. Im zweiten Kapitel werden die in der Praxis verwendeten Meßmethoden berücksichtigt und die durch Verkehrsinvestitionen entstehenden Effekte in direkte und indirekte Effekte unterschieden. Die Beziehungen zwischen diesen Effekten sollen intensiv behandelt werden. Im dritten Kapitel werden theoretische Modelle für die Bewertung der Effekte analysiert.

I. GRUNDLEGENDE THEORIE DER RENTENANALYSE

Wie oben bereits festgestellt, ist die gegenwärtige Bestandsgröße der Infrastrukturen in den entwickelten Ländern wie der Bundesrepublik Deutschland oder auch Japan, relativ umfangreich. Von der Investitionsstufe, die mit der Lösung von Engpaßproblemen bezeichnet werden kann, sind wir zu einer Stufe gekommen, die weitgehend der Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Infrastruktur dient. Das Stadium, das MICHALSKI [26] analysierte, ist schon fast überschritten. So ist zum Beispiel der Ausbau von neuen Autobahnen gerade in Regionen, in denen bereits Autobahnen vorhanden sind, und der Bau von Brücken über Flüsse oder Buchten, wo bereits Schiffahrtsdienste und Fähren für Autotransporte verfügbar sind, häufig stärker gefördert worden als potentielle Projekte in anderen Regionen. Diese an substituierender Dienstleistung orientierten Verkehrsinvestitionen⁽¹⁾ machen

(1) Selbstverständlich handelt es sich hier um Verkehrsinvestitionen als öffentliche Investition. Im allgemeinen bedeutet öffentliche Investition dreierlei (z. B. KOMIYA [22]):

- 1 Angebot öffentlicher Güter,
- 2 Angebot privater Güter durch den öffentlichen Sektor,
- 3 Investition für öffentliche Unternehmungen bzw. auf dem Verkehrssektor.

Hier bedeutet es jedoch das letztere

diese gegenwärtige Lage deutlich. In dieser Situation ist eine möglichst genaue Messung und Bewertung der Investitionseffekte völlig unumgänglich, um Investitionskriterien effektiv diskutieren zu können. Eine solche methodische Feststellung wird insbesondere von der politischen Realität verlangt.

Als erstes müssen wir die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinvestitionen definieren. Verkehrsinvestition als Akkumulation der Infrastrukturbestandsgröße ruft eine Änderung des gesellschaftlichen Nutzenniveaus hervor. Unter der Netto-Änderungsgröße im Nutzen verstehen wir Verkehrsinvestitionseffekte. Da exakte Angaben über die Nutzenfunktion nicht existieren, wurde sowohl in der Praxis als auch in der Theorie der Weg eingeschlagen, diese Änderungsgröße durch die Nachfragefunktion zu erfassen (z. B. KAIZUKA [15], KOHNO [18]). Im folgenden wird eine vereinfachte Denkweise verwendet. Nutzenzuwachs läßt sich mit einem Modell, daß das Nutzenniveau unter der Nebenbedingung der gegebenen gesellschaftlichen Kosten maximiert, erfassen. Dem kann man ein Modell, das die Kosten bei konstantem Nutzenniveau minimiert, gegenüberstellen. Wenn das erste als ein primales Problem bezeichnet werden kann, so stellt das zweite ein duales Problem dar. Bei dem dualen Problem lassen die gesamtwirtschaftlichen Effekte sich nicht als Nutzenzuwachs, sondern als Kostenersparnisse, d. h. als Renten, erfassen, was einfacher in der Anwendungsweise ist. Verkehrsinvestitionseffekte werden demzufolge auf der Basis des zweiten Modellansatzes analysiert.⁽²⁾

Wenn die Kurve der gesellschaftlichen Nachfrage nach Leistungen, die sich aus Verkehrsinvestitionen ergeben, annähernd bestimmt werden kann, dann ist es möglich, die Investitionseffekte als gesellschaftliche Ersparnisse zu messen. Allgemein ist diese Methode

(2) NAKAMURA [29] behandelt die Beziehung zwischen Nutzenanalyse und Rentenanalyse ganz genau.

theoretisch zu empfehlen. In der Praxis wird jedoch eine Aggregationsmethode verwendet, die einzelnen direkten und indirekten Effekte zusammenrechnet. Der Hauptgrund dafür liegt nicht nur in praktischen Schwierigkeiten—durch den Charakter der Verkehrsleistung ist es nicht leicht, eine gesellschaftliche Nachfragekurve zu bestimmen—, sondern auch in den theoretischen Problemen, die Rentenanalyse in sich birgt. Unsere Überlegungen müssen mit einer Feststellung von Umfang und Grenzen der Rentenanalyse beginnen. Wenn die Rentenanalyse auch theoretische Schwierigkeiten aufweist, so ist sie doch für die von uns durchgeführten Ableitungen noch notwendig.

I-1 Konsumgleichgewichtsmodell

In diesem Abschnitt sollen der Herleitungsprozeß der Nachfragekurve und die grundlegende Theorie über die Nachfragefunktion kurz zusammengefaßt werden.

1) Nachfragefunktion

Seien der Marktpreis p_1, p_2, \dots, p_n , die Konsummenge q_1, q_2, \dots, q_n , das Einkommen eines Konsumenten y^0 und die Nutzenfunktion $u = u(q_1, q_2, \dots, q_n)$, dann läßt sich die optimale Konsummenge mit einem Konsumgleichgewichtsmodell (1.1) lösen:

$$\begin{cases} \text{Max. } u = u(q_1, q_2, \dots, q_n) & \dots\dots\dots (1.1) \\ \text{u. N. } \sum_{i=1}^n p_i q_i = y^0 \end{cases}$$

Damit kann die Nachfragefunktion abgeleitet werden.⁽³⁾ Diese wird als gewöhnliche Nachfragefunktion oder Marshall'sche Nachfragefunktion bezeichnet.

(3) Die Verwendung von Lagrange-Multiplikatoren stellt eine typische Lösungsmethode der Maximierung unter Nebenbedingungen dar; sie sind notwendige Bedingungen zum Erreichen des Extrempunkts, aber nicht ausreichend. SUGIYAMA [50] hat sich mit diesem Problem bestätigt. Diese Arbeit des Verfassers stellt eine Vorarbeit für Abschnitt III-1 der vorliegenden Untersuchung dar.

Weiteres kann ein Modell, das Ausgaben unter der Nebenbedingung eines gegebenen Nutzenniveaus minimiert, formuliert werden. Wenn das Modell (1.1) als ein primales Problem bezeichnet wird, so wird das folgende ein duales:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min. } y^0 = \sum_{i=1}^n p_i q_i \\ \text{u. N. } u(q_1, q_2, \dots, q_n) = \bar{u} \end{array} \right. \quad \dots \dots \dots (1.2)$$

Die Lösung des Modells (1.2) ergibt uns die modifizierte Nachfragefunktion, die sich zu unserer Messung und Bewertung der Investitionseffekte vom Standpunkt der Rentenanalyse her gebrauchen läßt.

Allgemein ist die Nachfragefunktion abhängig von den Eigenschaften der Nutzenfunktion; (1) die Nachfrage nach jedem Gut ist eine einwertige Funktion von Preisen und Einkommen und (2) Nachfragefunktionen sind homogen nullten Grades in bezug auf Preise und Einkommen (bei den modifizierten Nachfragefunktionen in bezug auf Preise und gegebenes Nutzenniveau) (HENDERSON und QUANDT [8]). Die unter Punkt (1) angeführte Eigenschaft bildet einen wichtigen Ausgangspunkt für unsere Analyse, während die unter (2) angeführte leicht erklärbar ist und hier nicht näher auf sie eingegangen werden soll. Wenn die den Arbeiten von DUPUIT [6], MARSHALL [25] zugrundeliegende Rentenanalyse auf die Wirtschaftspolitik angewendet wird, ist es unbedingt notwendig, die erst genannte Eigenschaft zu diskutieren.

2) Einkommens- und Substitutionseffekte

Einkommenseffekt $\frac{\partial q_i}{\partial y^0}$ und Substitutionseffekt $\frac{\partial q_i}{\partial p_j} \Big|_{u=\text{const.}}$ lassen sich aus den Modellen (1.1) ableiten. Als erstes soll der Einkommenseffekt behandelt werden. Die Differenzierung der Gleichgewichtsgleichungen, die Bedingung erster Ordnung von (1.1) sind, nach y^0 , kann wie folgt dargestellt werden:

$$\begin{pmatrix} 0 & p_1 & \dots & p_n \\ p_1 & \frac{\partial^2 u}{\partial q_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_n & \frac{\partial^2 u}{\partial q_n \partial q_1} & \dots & \frac{\partial^2 u}{\partial q_n^2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial \lambda}{\partial y^0} \\ \frac{\partial q^1}{\partial y^0} \\ \vdots \\ \frac{\partial q^n}{\partial y^0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \dots \dots \dots (1.3)$$

wobei λ : Lagrangescher Multiplikator

Die Gleichungen (1.3) lassen sich nach $\frac{\partial q_i}{\partial y^0}$ wie folgt lösen :

$$\frac{\partial q_i}{\partial y^0} = \frac{D_{1\ i+1}}{D} \dots \dots \dots (1.4)$$

wobei $D = \begin{vmatrix} 0 & p_1 & \dots & p_n \\ p_1 & \frac{\partial^2 u}{\partial q_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_n & \frac{\partial^2 u}{\partial q_n \partial q_1} & \dots & \frac{\partial^2 u}{\partial q_n^2} \end{vmatrix}$

(1.4) stellt den Einkommenseffekt dar.⁽⁴⁾ Als Nächstes wird der Substitutionseffekt berücksichtigt. Wenn die Gleichgewichtsgleichungen, die Bedingung erster Ordnung des Modells (1.2) sind, nach p_j differenziert werden, dann gelten die nächsten Gleichungen.

(4) Daraus kann man λ als den Grenznutzen des Einkommens leicht identifizieren. Die Differenzierung der Nutzenfunktion nach y^0 gibt uns die nächste Gleichung :

$$\frac{\partial u}{\partial y^0} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial u}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial y^0} \dots \dots \dots (1.5)$$

Wenn die Gleichung $\sum_{i=1}^n \frac{\partial u}{\partial q_i} = -\lambda \sum_{i=1}^n p_i$, die sich aus den Gleichgewichtsgleichungen ergibt, sowie (1.4) in (1.5) eingesetzt werden, dann kann λ wie folgt berechnet werden :

$$\frac{\partial u}{\partial y^0} = -\lambda \sum_{i=1}^n p_i \frac{D_{1\ i+1}}{D} = \frac{-\lambda}{D} \sum_{i=1}^n p_i D_{1\ i+1} = \frac{-\lambda}{D} D = -\lambda \dots \dots \dots (1.6)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & \frac{\partial u}{\partial q_1} & \dots & \frac{\partial u}{\partial q_n} \\ \frac{\partial u}{\partial q_1} & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_1^2} & \dots & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial u}{\partial q_j} & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_j \partial q_1} & \dots & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_j \partial q_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial u}{\partial q_n} & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_n \partial q_1} & \dots & \mu \frac{\partial^2 u}{\partial q_n^2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial \mu}{\partial p_j} \\ \frac{\partial q_1}{\partial p_j} \\ \vdots \\ \frac{\partial q_j}{\partial p_j} \\ \vdots \\ \frac{\partial q_n}{\partial p_j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ -1 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \dots (1.7)$$

wobei μ : Lagrangescher Multiplikator

$$\left(\mu = -\frac{1}{\lambda} \right)$$

Aus den Gleichungen (1.7) ergibt sich $\left. \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \right|_{u=\text{const.}}$:

$$\left. \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \right|_{u=\text{const.}} = \frac{-\lambda D_{j+1 \ i+1}}{D} \dots (1.8)$$

Der Substitutionseffekt wird von (1.8) dargestellt. Aus der Eigenschaft der Determinante ($D_{ij} = D_{ji}$) gilt:

$$\left. \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \right|_{u=\text{const.}} = \left. \frac{\partial q_j}{\partial p^i} \right|_{u=\text{const.}} \dots (1.9)$$

Die Symmetrie des Substitutionseffekts kann also durch (1.9) bestätigt werden.

Der quantitative Effekt einer Preisänderung auf die Konsummengen läßt sich aus (1.10) anschreiben. Nach der Differenzierung erster Ordnung im Modell (1.1) nach p_j wird das Gleichungssystem nach

$\frac{\partial q_i}{\partial p_j}$ gelöst.

$$\frac{\partial q_i}{\partial p_j} = \frac{-x_j D_{1 \ i+1} - \lambda D_{j+1 \ i+1}}{D} \dots (1.10)$$

Durch Einsetzen von (1.4) und (1.5) wird klar, daß die rechte Seite der Gleichung (1.11) aus zwei Elementen, nämlich dem Einkommens-

und dem Substitutionseffekt, besteht.

$$\frac{\partial q_i}{\partial p_j} = -x_j \frac{\partial q_j}{\partial y^0} + \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \Big|_{u=\text{const.}} \dots\dots\dots (1.11)$$

(1.11) stellt ein System von n^2 Gleichungen dar, das die fundamentale Gleichung der Preistheorie oder die SLUTSKY-Gleichung ist. Wenn $i=j$ ist, dann stellt die linke Seite den direkten Effekt dar, während bei $i \neq j$ ein Überkreuzeffekt ausgedrückt wird.

I-2 Voraussetzungen der Rentenanalyse

Von unserem Standpunkt aus werden Verkehrsinvestitionseffekte von dem Modell (1.2) erfaßt. Die gesamtwirtschaftlichen Effekte lassen sich als Änderungsgröße der Rente bei gegebenem Nutzenniveau definieren. Bei Verwendung der Rentenanalyse müssen jedoch einige Voraussetzungen beachtet werden. Diese Probleme sind unvermeidlich, sowohl wenn wir von der partiellen als von der allgemeinen Gleichgewichtsanalyse ausgehen.

1) Die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens

Die im allgemeinen durchgeführte Rentenanalyse ist die partielle Gleichgewichtsanalyse. Auf die sich daraus ergebenden theoretischen Probleme ist schon häufig hingewiesen worden.⁽⁵⁾ Da wir die modifizierte Nachfragekurve bei der Messung der Investitionseffekte brauchen, ist der Einkommenseffekt null. Diese Voraussetzung müssen wir genau berücksichtigen.

Sei der Einkommenseffekt nach dem Gut i gleich null, so kommt in der Gleichung (1.4) $\frac{\partial q_i}{\partial y^0} = 0$ zustande, das heißt, für einen Konsument ergibt sich keine entsprechende Beziehung zwischen der Änderung des Einkommens und der Nachfragemenge nach dem Gut i . Wenn

(5) Dazu siehe IMAI u. a. [13].

viele Güter dem Konsument zur Verfügung stehen, ist es möglich, daß der Einkommenseffekt nach einem Gut null ist. Wenn dieses Gut die hier zur Diskussion stehende Verkehrsleistung ist, so können wir annehmen, daß es keinen Einkommenseffekt nach diesem Gut gibt.

Um diese Situation in dem bisherigen theoretischen Rahmen zu diskutieren, nehmen wir—nachdem ein Konsument mit Einkommen y^0 bereits n -Güter konsumiert hat—das Auftreten eines neuen Gutes s an. Sei der Preis nach dem Gut s p_s , so erfüllt die rentenmaximierende Konsummenge nach diesem Gut q_s die nächste Gleichung:

$$\frac{\frac{\partial u}{\partial q_s}}{\frac{\partial u}{\partial y^0}} = p_s \quad \dots\dots\dots (1.12)$$

mit $u = u(q_s, y^0)$

Wie oben erwähnt, bedeutet die Gleichung $\frac{\partial q_s}{\partial y^0} = 0$, daß die Nachfragemenge ungeachtet des Einkommensniveaus des Konsumenten immer konstant ist. Die Form der Nutzenfunktion des Konsumenten ist derart gegeben, daß sie sich wie in Abb. 1. in gleichen vertikalen Ab-

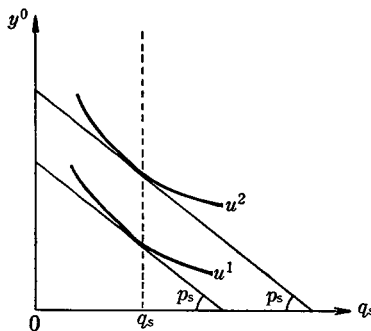


Abb. 1.

stand parallel bewegt. q_s bleibt stets unverändert, weil es unabhängig von dem Nutzenniveau ist. Nun läßt sich die Gleichung (1.12)' ähnlich wie (1.12) ableiten.

$$\frac{\frac{\partial u^1}{\partial q_s}}{\frac{\partial u^1}{\partial y^0}} = \frac{\frac{\partial u^2}{\partial q_s}}{\frac{\partial u^2}{\partial y^0}} = p_s \quad \dots\dots\dots (1.12)'$$

Daraus ergibt sich die nächste Gleichung:

$$\frac{\partial u^1}{\partial y^0} = \frac{\partial u^2}{\partial y^0} = k \quad \dots\dots\dots (1.13)$$

Der Null-Einkommenseffekt stellt die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens dar, wie aus der Gleichung (1.6) gezeigt werden kann.

Hier wurde in der Rentenanalyse eine wichtige Bedingung, nämlich die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens, vom Standpunkt der partiellen Gleichgewichtsanalyse aus bestätigt. Diese Analyse geht davon aus, daß die zugrunde liegende Nutzenfunktion wie in Abb. 1 in begrenzter Form angenommen wird. Müßte man diese Bedingung anerkennen, dann würde damit ein Werturteil abgegeben. Die allgemeine Gleichgewichtsanalyse, die diese Bedingung als besonderen Fall einschließt, würde notwendig, um dieses Problem zu überwinden. Doch dann erhebt sich ein anderes Problem (siehe I-2 2)).

2) Integrabilitätsbedingung

Die Nachfragefunktion in der Rentenanalyse ist eine einwertige Funktion; die Beziehung zwischen der Nachfragemenge nach einem Gut und dem Preis sowie dem Einkommen ist entsprechend einwertig. Im allgemeinen läßt sich die Nachfragefunktion als eine monoton fallende Funktion annehmen. Eine Ausnahme bilden die besondere Nachfragefunktion in einer Stauungsstraße (in diesem Fall „back-ward bending curve“). Diese Voraussetzung bedeutet, daß die Fläche unter der Nachfragekurve in einem Intervall einwertig bestimmt werden

soll.⁽⁶⁾ Die Einwertigkeit des Kurvenintegralwertes stellt die Integrabilitätsbedingung (integrability condition) dar. Im folgenden wird diese nach HOTELLING [11], der bereits in früher Zeit darauf achtete, untersucht, obgleich sie heute etwas zu den alten Themen gehört.

i) Fall HOTELLING

HOTELLING hat zunächst die Nachfragekurve als Grenzbewertung erfaßt und die Nachfrage nach einem Gut i mit

$$p_i = f_i(q_1, q_2, \dots, q_n) \dots\dots\dots (1.14)$$

$$(i=1, 2, \dots, n)$$

beschrieben. Wenn hierbei eine einfache Aggregation über alle Güter angenommen werden kann, so stellt der Kurvenintegralwert, der sich von einer Menge im Bezug auf q bis zu der tatsächlich konsumierten Menge berechnet, den Gesamtnutzen (total benefit) dar.

$$\int (f_1 dq_1 + f_2 dq_2 + \dots + f_n dq_n) = \int \sum_{i=1}^n f_i dq_i \dots\dots\dots (1.15)$$

Hier soll untersucht werden, wann der Wert von (1.15) konstant wird.⁽⁷⁾ Sei die Grenzkostenfunktion $g_i(q_1, q_2, \dots, q_n)$ ($i=1, 2, \dots, n$), dann läßt sich der Nettonutzen (net benefit) wie folgt beschreiben.

-
- (6) Es handelt sich hierbei um eine streng monoton fallende Funktion in einem Intervall; sie seien in dem abgeschlossenen Intervall stetig, in dem offenen Intervall differenzierbar, und zwar soll der Differentialkoeffizient negativ sein. Wenn diese Funktion als Kurven dargestellt würden und die Fläche unter einer jeden Kurve in diesem Intervall d. h. der Kurvenintegralwert, verschieden sei, dann ist es möglich, daß in diesem Intervall mehrere Kurven vorhanden sind. Dennoch kann es nur einzige Kurve sein, wenn der Kurvenintegralwert einwertig ist. In diesem Fall wird die Funktion dieses Intervalls eine einwertige, und es läßt sich die Bedingung der einwertigen Entsprechung erfüllen.
- (7) Unsere Diskussion begann mit der Analyse der Eigenschaft der Nachfragefunktion. In diesem Zusammenhang muß auch die Integrabilitätsbedingung für die Formel (1.15) untersucht werden. Dennoch gibt es formal-theoretisch keinen fundamentalen Unterschied zur Erfassung des Nettonutzens bei HOTELLING. Da wir Verkehrsinvestitionseffekte als Zuwachs der Rente definieren, empfiehlt es sich, dem von HOTELLING verwendeten Ansatz zu folgen.

$$\int_{i=1}^n f_i dq_i - \int_{i=1}^n g_i dq_i = \int_{i=1}^n h_i dq_i \quad \dots\dots\dots (1.16)$$

wobei $h_i = f_i - g_i$

Der Wert von (1.16) ist konstant, wenn

$$\frac{\partial h_i}{\partial q_j} = \frac{\partial h_j}{\partial q_i} \quad \dots\dots\dots (1.17)$$

erfüllt ist. (1.17) bedeutet, daß die kreuz-partiellen Ableitungen nach dem Nettonutzen h_i miteinander identisch sind. Sie stellt die Integrabilitätsbedingung für die Formel (1.16) dar (HOTELLING a. a. O.).⁽⁸⁾

Nun soll die eigentliche Bedeutung von (1.17) für (1.16) nachgewiesen werden. Die Formel (1.16) stellt einen aggregierten Wert jeder Rente für n -Güter dar. Wenn dieser Wert nicht einwertig bestimmbar ist, ist es unangemessen, ihn als ein Kriterium zu benutzen. Die Einwertigkeit der gesamtwirtschaftlichen Rente, die sich durch die Aggregation jeder Rente wie in (1.16) berechnen läßt, ist unbedingt notwendig, wenn wir unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten das öffentliche Investitionskriterium diskutieren wollen. Ansonsten kann die Formel (1.16) für uns nicht von echter Bedeutung sein.⁽⁹⁾ Die Integrabilitätsbedingung ist nicht nur die Grundlage dafür, daß die Nachfragefunktion eine einwertige Funktion ist, sondern sie ist notwendig, um die Rentenanalyse für eine reale Wirtschaftspolitik zu verwenden. Im folgenden wird die Beziehung zwischen der Integrabilitätsbedingung und der Konstanz des Grenznutzens des Einkommens untersucht.

(8) Der Ableitungsprozeß von (1.17) ist in der Arbeit von HOTELLING nicht durchgeführt worden. Das ist ein rein mathematisches Problem, auf das hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll. Im übrigen haben bereits einige Wirtschaftswissenschaftler den Beweis dafür geführt.

(9) Die Einwertigkeit der gesamtwirtschaftlichen Rente kann verwirklicht werden, auch wenn die Formel (1.16) sich nicht einwertig bestimmen läßt; doch wäre dies nur Zufall.

ii) Eigener Ansatz

Die Integrabilitätsbedingung wird anhand eines 2-Güter-Modells untersucht. Zunächst wird angenommen, daß die kardinale Nutzenfunktion eines Konsumenten als $u = u(q_1, q_2)$ bezeichnet werden kann, wobei q_1, q_2 nicht negativ sind. Die Funktion sei, wie in der allgemeinen Definition, eine konkav monoton steigende Funktion ohne Sättigungspunkt, und zwar stetig, 2 mal differenzierbar (z. B. NAKAMURA [29]). Es wird angenommen, daß mit einer Verkehrsinvestition das Nutzenniveau von $A(q_1^0, q_2^0)$ in $B(q_1^1, q_2^1)$ verändert wird. Wenn $\frac{\partial u}{\partial q_1}, \frac{\partial u}{\partial q_2}$ von Punkt A bis B stetig sind, wird die Netto-Änderungsgröße wie folgt dargestellt⁽¹⁰⁾:

$$\int_A^B \frac{\partial u}{\partial q_1} dq_1 + \int_A^B \frac{\partial u}{\partial q_2} dq_2 = \int_A^B du \quad \dots\dots\dots (1.18)$$

Der von (1.18) dargestellte Kurvenintegralwert könnte sich, abhängig vom Verlauf des Integrals, von Punkt A bis B entlang der gekrümmten Fläche ändern. Wie oben bereits festgestellt, ist es in diesem Fall unangemessen, den Kurvenintegralwert als sozial bezogener Indikator anzusehen. Die Bedingung für die Einwertigkeit von (1.18) soll also untersucht werden. Die Integrabilitätsbedingung läßt sich mit

$$\frac{\partial}{\partial q_2} \left(\frac{\partial u}{\partial q_1} \right) = \frac{\partial}{\partial q_1} \left(\frac{\partial u}{\partial q_2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.19)$$

darstellen. Die kardinale Nutzentheorie zeigt, daß die Formel (1.19) dann zustande kommt, wenn beide Güter unabhängig voneinander

(10) Bei der Ableitung von (1.18) wird das folgende Verfahren angewendet.
Erst

$$\sum_{q_i=A}^B \frac{\partial u}{\partial q_i} = \int_B^A \frac{\partial u}{\partial q_i} dq_i,$$

dann gilt nach dem totalen Differential der Funktion $u = u(q_1, q_2)$:

$$du = \frac{\partial u}{\partial q_1} dq_1 + \frac{\partial u}{\partial q_2} dq_2$$

sind. In diesem Fall gilt: $\frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_2} = 0$. Sind es Komplementär- oder Substitutionsgüter, dann gilt $\frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_2} > 0$ oder $\frac{\partial^2 u}{\partial q_1 \partial q_2} < 0$. Daher läßt sich das Zustandekommen von (1.19) nur mit dieser Angabe allein nicht feststellen. Die Integrabilitätsbedingung wird nur dann erfüllt, wenn beide Güter voneinander unabhängig sind. Der Wert von (1.19) läßt sich dann einwertig bestimmen, und man kann damit die wirtschaftspolitische Argumentation weiterführen.

Wenn q_1 unabhängig von q_2 ist, läßt sich Konstanz des Grenznutzens des Einkommens durch die Formel (1.19) unmittelbar feststellen, in der q_1 oder q_2 durch das Einkommen umgesetzt wird, und umgekehrt. Die Erfüllung der Integrabilitätsbedingung schließt folgende zwei Fälle ein: (1) den Fall der Konstanz des Grenznutzens des Einkommens, und (2) den Fall, der erfüllt würde, wenn zwei Güter abhängig voneinander seien. Daraus kann man schließen, daß die Erfüllung der Integrabilitätsbedingung weniger restriktiv ist als die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens, um die Änderungsgröße des Nutzens einwertig bestimmen zu lassen (KOHNO [18]). Da es vom wirtschaftstheoretischen Standpunkt nicht klar ist, wie sich die Formel (1.19) zusammensetzt, falls q_1 und q_2 Komplementär- oder Substitutionsgüter sind, muß in diesem Fall die traditionelle Terminologie benutzt werden. Die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens stellt dennoch eine annähernde Bedingung für die Einwertigkeit der Nutzensänderungsgröße, d. h. die Voraussetzung für die Anwendung der Rentenanalyse, dar.

3) Die Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage

Die Annahme der Konstanz des Grenznutzens des Einkommens, die sich in ein Modell zur Bewertung von Verkehrsinvestitionseffekten einführen läßt, ist ein Werturteil. Der Einbezug dieser Voraussetzung in den allgemeinen theoretischen Rahmen als besonderer Fall stellt

eine Weiterentwicklung dar. Dazu ist es notwendig, die Investitionseffekte im theoretischen Rahmen der allgemeinen Gleichgewichtsanalyse zu untersuchen. Selbstverständlich ist der Vorläufer dieser Analyse HICKS [9]. Seine Arbeiten sind von SILBERBERG [40], BURNS [4] und BOADWAY [3] usw. weitergeführt worden. Dieser Prozeß soll von uns auch unter der theoretischen Vorbereitung unserer bisherigen Arbeit analysiert werden.

Sei die Nutzenfunktion eines Konsumenten $u = u(q_1, q_2, \dots, q_n)$ in der Form des n -Güter-Modells, so läßt sich das totale Nutzendifferential wie folgt schreiben :

$$du = \sum_{j=1}^n \frac{\partial u}{\partial q_j} dq_j \quad \dots\dots\dots (1.20)$$

Da die Nachfragefunktion nach dem Gut j als $q_j = q_j(p_1, p_2, \dots, p_n, y^0)$ bezeichnet wird, wird die Nachfragevariation durch die Änderung aller Preise und des Einkommens als

$$dq_j = \sum_{i=1}^n \frac{\partial q_j}{\partial p_i} dp_i + \frac{\partial q_j}{\partial y^0} dy^0 \quad \dots\dots\dots (1.21)$$

dargestellt. Eingesetzt in (1.20) ergibt sich :

$$du = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial u}{\partial q_j} \frac{\partial q_j}{\partial p_i} dp_i + \sum_{j=1}^n \frac{\partial u}{\partial q_j} \frac{\partial q_j}{\partial y^0} dy^0 \quad \dots\dots\dots (1.22)$$

Unter der Voraussetzung eines rationalen Konsumentenverhaltens (Nutzenmaximierung) läßt sich die Formel (1.22) als

$$\frac{du}{\lambda} = \sum_{i=1}^n q_i dp_i - dy^0 \quad \dots\dots\dots (1.23)$$

anschreiben.⁽¹⁾ Die rechte Seite von (1.23) stellt das Einkommensäqui-

(1) Mit dem Konsumgleichgewichtsmodell (1.1) wird die Bedingung erster Ordnung für die Nutzenmaximierung zu :

$$\sum_{i=1}^n p_i q_i = y^0 \quad \dots\dots\dots (1.24)$$

$$\frac{\partial u}{\partial q_j} + \lambda p_j = 0 \quad \dots\dots\dots (1.25)$$

valent dar.⁽¹²⁾ Diese Konzeption, die durch die Formel (1.23) dargestellt wird, erfordert keine besondere Annahme bezüglich λ , d. h. die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens. Diese Konzeption schließt die spezielle Bedingung als besonderen Fall ein. Wenn die Änderungsgröße des Nutzens mit dem Grenznutzen der verschiedenen Einkommen bewertet wird, stellt der Wert das Einkommensäquivalent dar. Wenn man das Einkommensäquivalent als Verkehrsinvestitionseffekt in der Benutzersphäre bezeichnet, dann ist es möglich, diese Effekte im theoretischen Rahmen der allgemeinen Gleichgewichtsanalyse zu behandeln. Um diese Analyse auf die Beurteilung der Politik anwenden zu können, muß das Einkommensäquivalent einwertig bestimmt werden.

Ausgangspunkt der folgenden Ableitungen ist die Annahme, daß Verkehrsinvestitionen die Preise der n -Güter von dem Preisvektor $A(p_1^0, p_2^0, \dots, p_n^0)$ in den Vektor $B(p_1^1, p_2^1, \dots, p_n^1)$ verändern, auch wenn das Einkommen selbst für die Benutzer unverändert bleibt. Sei in der Formel (1.23) $dy^0=0$, so läßt sich das Einkommensäquivalent mit folgendem monetären Ausdruck bezeichnen.

$$\int_A^B \frac{du}{\lambda} = \int_A^B \sum_{i=1}^n q_i dp_i \quad \dots \quad (1.28)$$

Die Integrabilitätsbedingung, die Formel (1.28) einwertig bestimmt, wird zu :

Die beiden Seiten von (1.24) können nach Differenziation von p_i und y^0 in folgender Form geschrieben werden ;

$$q_i + \sum_{j=1}^n p_j \frac{\partial q_j}{\partial p_i} = 0 \quad \dots \quad (1.26)$$

$$\sum_{j=1}^n p_j \frac{\partial q_j}{\partial y^0} = 1 \quad \dots \quad (1.27)$$

Durch Einsetzen der Formeln (1.25), (1.26) und (1.27) in (1.22) ergibt sich (1.23).

- (12) BURNS a. a. O. definiert das Einkommensäquivalent wie folgt :
 Nutzensvariation = Grenznutzen des Einkommens
 × Einkommensäquivalent

$$\frac{\partial q_i}{\partial p_j} = \frac{\partial q_j}{\partial p_i} \quad \left(\begin{array}{l} i=1, 2, \dots, n \\ j=1, 2, \dots, n \end{array} \right)$$

Unter Berücksichtigung von (1.29), der die Symmetrie der Substitutionseffekte darstellenden Gleichung (1.9) und der SLUTSKY-Gleichung (1.11), gilt (1.30) (SILBERBURG a. a. O.):

$$\frac{y^0}{q_i} \frac{\partial q_i}{\partial y^0} = \frac{y^0}{q_j} \frac{\partial q_j}{\partial y^0} \dots \dots \dots (1.30)$$

(1.30) bedeutet die Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage.

Die theoretische Untersuchung über die Verkehrsinvestitionen hat uns folgende Voraussetzungen gezeigt: Aus dem partiellen Gleichgewichtspunkt läßt sich die Bedingung der Konstanz des Grenznutzens des Einkommens feststellen, während aus dem allgemeinen Gleichgewichtspunkt die Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage angenommen werden muß. Unter dieser Bedingung sollen im folgenden praktische Überlegungen vorgenommen werden.

II GESAMTWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE VON VERKEHRSINVESTITIONEN

Unsere bisherigen Erfahrungen zeigen, daß die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinvestitionen sehr weitgehend sind. Sie erreichen nicht nur die direkten Benutzer der Verkehrsleistungen, sondern auch jene Teile der Bevölkerung, die diese Leistungen nicht unmittelbar nutzen. Im folgenden wird der Fall der Autobahninvestitionen untersucht, um unseren Untersuchungsgegenstand weiter zu vertiefen.⁽¹³⁾

Aus dem Bau der Autobahn ergeben sich für die direkten Benutzer

(13) In Japan werden im Gegensatz zur Bundesrepublik Deutschland Autobahngebühren erhoben, bis die Autobahn abgeschrieben ist. Für Wissenschaftler gibt es daher viele Anregungen über die Beziehungen zwischen effektiver Benutzung der Autobahn und Gebührenniveau usw. zu arbeiten.

verschiedene Effekte z. B. in Form von Zeitersparnissen, von Kostenersparnissen oder in Form einer Erhöhung der Bequemlichkeit usw., für die Nichtbenutzer aber auch Wirkungen wie z. B. in Form einer Erhöhung des Bodenpreises, wenn sie Grund und Boden in der Nähe der Autobahn besitzen, und der zunehmenden Möglichkeit der Rationalisierung des Produktionsablaufes für in Autobahnnähe liegende Unternehmen. Außerdem induziert der Aus- bzw. Neubau einer Autobahn selbst die von HIRSHMAN [10] genannte abgeleitete Nachfrage. Wir sollten also genau prüfen, ob diese genannten Effekte für die Benutzer und die Nichtbenutzer voneinander abhängig sind oder nicht.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit wurde die grundlegende Theorie untersucht, um Verkehrsinvestitionseffekte als gesamtwirtschaftliche Rente zu erfassen. Wir haben dort einige Voraussetzungen, nämlich die Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage im allgemeinen Gleichgewichtspunkt und die Konstanz des Grenznutzens des Einkommens im partiellen Gleichgewichtspunkt, bestätigt. Darüberhinaus ist es in der Realität sehr schwierig, die der Rentenanalyse zugrunde liegende gesamte Nachfragekurve darzustellen. Daher wird in der Praxis eine vereinfachte Methode verwendet, indem man die Investitionseffekte der Autobahn durch Aufzählung der direkten und indirekten Effekte ohne Ausnahme oder Doppelzählung mißt, die sich aus der Investition ergrben würden. Diese Methode ist besonders praktikabel, obgleich sie vom theoretischen Standpunkt aus als unzureichend bezeichnet werden muß. Zunächst sollen nun die Investitionseffekte im allgemeinen unter pragmatischen Aspekten berücksichtigt werden, um Anhaltspunkte für die Erfassung des Zusammenhanges zwischen direktem und indirektem Effekt zu erhalten.

II-1 Allgemeine Darstellung der Investitionseffekte

Das Aktivitätsniveau einer Regionalwirtschaft vor und nach dem

Ausbau einer neuen Autobahn wird an Hand eines theoretischen Modells untersucht.^[14]

Sei das Aktivitätsniveau in der Zeit t $A(t)$, so läßt sich die Wachstumsgleichung der Regionalwirtschaft vor der Planung der neuen Autobahn (Planungszeit t_0) wie folgt darstellen:

$$A(t) - A(t-1) = rA(t-1) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

wobei r : Wachstumsrate der Regionalwirtschaft

Sei die Zeit der Bauabschlusses der neuen Autobahn t_1 , so wird diese Gleichung für den Zeitraum von $t=t_0$ bis $t=t_1$ als

$$A(t) - A(t-1) = rA(t-1) + S_1 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

bestimmt. Hier stellt S_1 einem potentiellen Anreiz dar, der die abgeleitete Nachfrage bezüglich dieser Region hervorruft. Nach der Lösung der linearen Differenzgleichung erster Ordnung (2.2) nach A_t ergibt sich:

$$A_t = A_0(1+r)^{t-t_0} + \frac{S_1}{r}(1+r)^{t-t_0} - \frac{S_1}{r} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Da nach dem Bau der Autobahn neue Benutzungseffekte entstehen, wird die Gleichung dieses Wachstumsmodells zu:

$$A(t) - A(t-1) = rA(t-1) + S_2 \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Da bedeutet S_2 einen aktuellen Anreiz ($S_2 > S_1 > 0$).^[15] Durch die Einsetzung der Lösung der Gleichung nach A_t in (2.3) ergibt sich:

$$A_t = A_0(1+r)^{t-t_0} + \frac{S_1}{r}(1+r)^{t-t_0} + \frac{S_2 - S_1}{r}(1+r)^{t-t_1} - \frac{S_2}{r} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

[14] Dieses Modell basiert auf der Arbeit der WASEDA UNI. [45] und wird hier weiterentwickelt.

[15] Die Größe zwischen S_2 und S_1 ist schwierig zu erfassen (siehe die Kritik von KOHNO [17]). Insbesondere von unserem Standpunkt aus ist die Voraussetzung $S_2 > S_1$ zweifelhaft, dennoch erscheint diese Annahme im allgemeinen zulässig.

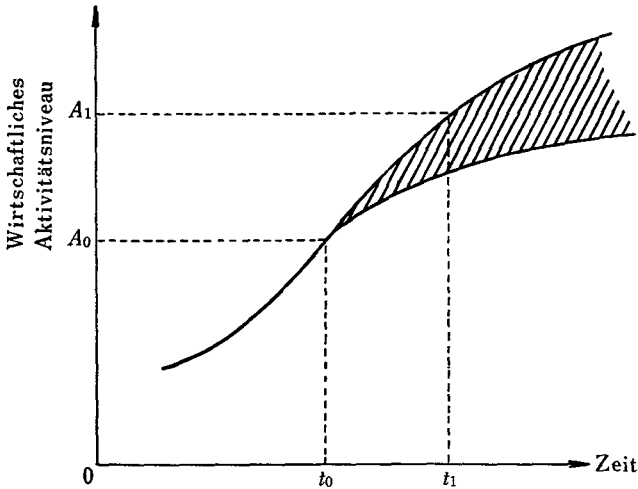


Abb. 2

(2.3) bedeutet, daß das Aktivitätsniveau der betreffenden Regionalwirtschaft mit der Zeit zunimmt, wenn $S_1 > r$ und $S_2 - S_1 > r$ zuzusandekommen.⁽⁶⁾ Daher lassen sich die totalen Effekte E der neuen Autobahn bis zum Zeitpunkt t in folgender Form darstellen:

$$E = \int_{t_0}^t \left\{ \frac{S_1}{r} (1+r)^{t-t_0} + \frac{S_2 - S_1}{r} (1+r)^{t-t_1} + \frac{S_2}{r} \right\} dt \quad \dots (2.6)$$

Der Wert von (2.6) einschließlich der abgeleiteten Nachfrage stellt nicht unbedingt die genauen totalen Effekte dar. Wenn zunächst die abgeleiteten Nachfrageeffekte, die sich nach der Zeit t_0 ergeben, in

(6) Die Wachstumsrate der Regionalwirtschaft kehrt mit der Zeit zu ihrem ursprünglichen Niveau zurück. Aus der Gleichung (2.4) wird wie folgt abgeleitet:

$$\frac{A(t+1) - A(t)}{A(t)} = r + \frac{S_2}{A(t)}$$

In dieser Formel gilt dann:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{S_2}{A(t)} \rightarrow 0$$

(WASEDA UNI. a. a. O.).

(2.6) berücksichtigt werden, so müssen drei Bedingungen erfüllt sein, damit diese Effekte als unabhängige regionale Entwicklungseffekte identifiziert werden können (MOHRING und HARWITZ [27], ADLER [1]):

- 1 Die für die abgeleitete Nachfrage relevante Investition würde ohne die Autobahninvestition nicht durchgeführt.
- 2 Ressourcen, die für die betreffende Investition eingesetzt werden, bleiben ungenutzt, wenn die Autobahninvestition nicht durchgeführt wird.
- 3 Die wirtschaftliche Aktivität anderer Regionen würde sich nicht abschwächen, auch wenn die Investition für die neue Autobahn getätigt wird.

Ansonsten bedeutet die betreffende Investition nur eine Änderung in der regionalen Allokation der gesamten Investitionsmenge. Tatsächlich ist die Erfüllung dieser Bedingungen sehr schwierig, insbesondere in Großstädten, wo kaum ungenutzte Ressourcen existieren.

Im folgenden werden jene Effekte nach dem Bau der neuen Autobahn untersucht, die nach dem Zeitpunkt t_1 eintreten. Der in der Formel (2.6) dargestellte Wert schließt fast keine Effekte ein, die transitreisenden Benutzer der Autobahn betreffen.⁽¹⁷⁾ Ein Teil dieser Benutzungseffekte muß zusätzlich berechnet werden. Wir müssen außerdem noch einige Punkte im Zusammenhang mit anderen Benutzungseffekten berücksichtigen. Die Rationalisierungseffekte der Produktions- und Transportplanung, die an der Autobahn liegenden Unternehmer refahren können, lassen sich als Übertragung der Benutzereffekt in der Formel (2.6) einbeziehen. Die einfache Aggregation des Wertes von (2.6) und der Benutzungseffekte würde jedoch zu einer Überschätzung der Investitionseffekte führen. Es ist daher schwierig, in der Formel

(17) Dennoch rufen die von ihnen bezahlten Gebühren die Erweiterungseffekte hervor. Externe negative Effekte, die transitreisenden Benutzer verursachen, können jedoch theoretisch in der Formel (2.6) bewertet werden.

(2.6) die totalen Effekte auf einmal zu bewerten, auch wenn r , S_1 und S_2 meßbar sind. Wir müssen daher die sich auf die direkte Benutzung der neuen Autobahn beziehenden und andere, sonstige Effekte einschließlich der zwischen beiden bestehenden Kausalzusammenhänge genau analysieren.

II-2 Externe Effekte

1) Direkte und indirekte Effekte

Die typische Definition der direkten Effekte aus der Leistungsabgabe einer Autobahn stammt von MOHRING und HARWITZ. Danach sind diese Effekte jene, die von den unmittelbaren Benutzern der Autobahn ohne time-lag sofort erfahren werden. Nach MOHRING und HARWITZ sind des weiteren indirekte Effekte jene, die Aktivität der Wirtschaftssubjekte außerhalb der eigentlichen Autobahnnutzung mit einiger Zeitverschiebung oder aber auch sofort beeinflussen. Wenn man die Bedingung der direkten Effekte in bezug auf die Zeit (ohne time-lag=sofort) weniger stark betont, dann ist das wesentliche Merkmal, das die beiden Effekte voneinander unterscheidet, darin zu sehen, ob es sich um eine direkte Benutzung der Autobahn handelt oder nicht. Selbstverständlich ist es möglich, daß die abgeleiteten Nachfrageeffekte zu den indirekten Effekten gezählt werden, wenn man die Zeitbedingung der indirekten Effekte in anderer Weise erfaßt. In der vorliegenden Untersuchung sind die direkten Effekte als solche definiert, die mit der direkten Benutzung der betreffenden Leistung zu tun haben, während alle sonstigen Effekte von Autobahninvestition als indirekte Effekte betrachtet werden. Die Möglichkeit einer Doppelzählung beider Effekte kann allerdings nicht ausgeschlossen werden.⁽¹⁸⁾ Von dieser Definition werden die direkten Effekte fast ohne Ausnahme erfaßt, und zwar ist auch ihre annähernde Bewertung möglich (SAKASHITA [38]). Demgegenüber ist die Definition der

(18) YAMADA [48] und KENNTNER [16] haben dazu grundlegende Überlegungen angestellt.

indirekten Effekte jedoch etwas unklar und das Problem der Messung dieser Effekte bleibt weiterhin ungelöst. Da die indirekten Effekte möglicherweise bei weitem größer sein können als die direkten (NAKAMURA [30]), müssen sie besonders sorgfältig untersucht werden.

Gemäß unserer Definition wird eine etwas vereinfachte Betrachtungsweise vorgenommen. Diese gesamtwirtschaftlichen Effekte (direkte und indirekte Effekte)⁽¹⁹⁾ sind zweifellos extern in dem Sinn, daß für sie keine marktmäßigen Bewertungsäquivalente existieren, wenn keine Autobahngebühren erhoben werden. Selbst wenn man etwa Gebühren erhebt, dann werden die diesen Gebühren entsprechenden Effekte durch den Markt bewertet, während die übrigen Effekte noch als externe Effekte existieren können. Der theoretisch angemessene Rahmen für eine Untersuchung der Verkehrsinvestitionseffekte ist daher die Theorie der externen Effekte. Aber diese Theorie ist noch nicht gesichert und muß noch weiter diskutiert werden. Man kann vermuten, daß unsere Differenzierung der Effekte in direkte und indirekte analog der von SCITOVSKY [39] vorgenommenen Einteilung in technologische und pekuniäre ist. Nicht wenige Wirtschaftstheoretiker haben Einwände gegen diese beiden Konzeptionen. Das Hauptziel dieser Arbeit liegt nicht darin, eine reine Theorie der externen Effekte zu entwickeln. Dennoch muß hier zumindest klar gestellt werden, in welcher Form externe Effekte von unserem Standpunkt aus berücksichtigt werden müssen. Im folgenden wird die grundlegende Theorie der externen Effekte kurz zusammengefaßt.

(19) Streng genommen, stellen die direkten Effekte plus einem Teil der indirekten die Nettoeffekte dar. Nach der Definition mögen die indirekten Effekte die Übertragungseffekte von den direkten Effekten mit einschließen. In diesem Fall müssen nur jene indirekten Effekte, die unabhängig von den direkten sind, zu den direkten Effekten addiert werden.

2) Konzeption der externen Effekte

i) Fall MARSHALL

MARSHALL [25] wies wohl als erster in einer Arbeit auf die Konzeption der externen Effekte hin. Er verstand unter externen Effekten alle Wirkungen, die sich für ein einzelnes Unternehmen aus der Ausdehnung der gesamten betreffenden Industrie unabhängig von der Kostenzahlung sowie den Anstrengungen des eigenen Betriebs ergeben. Demgegenüber wurden Effekte als intern bezeichnet, wenn sie aus der Erweiterung der Produktionsanlage sowie der Verwendung weiter entwickelter Maschinen und qualifiziertem Arbeitseinsatz resultieren. Im folgenden wird diese Konzeption in vereinfachter Form berücksichtigt. Die Kostenfunktion des Unternehmens k für das Gut j läßt sich wie folgt beschreiben:

$$C_{kj} = f_{kj}(x_{kj}, X_j) \dots\dots\dots (2.7)$$

mit x_{kj} : Produktionsmenge der Gutes j im Unternehmen k

X_j : Produktionsmenge des Gutes j der gesamten Industrie, zu der das Unternehmen k gehört.

$$X_j = \sum_{k=1}^r x_{kj}$$

Wenn $\frac{\partial C_{kj}}{\partial X_j} > 0$ ist, dann erfährt das Unternehmen k externe positive

Effekte, während sich bei $\frac{\partial C_{kj}}{\partial X_j} < 0$ externe negative Effekte ergeben.

Allerdings müssen wir dabei folgende Punkte im Zusammenhang mit der Konzeption von MARSHALL beachten²⁰⁾:

- 1 Diese Theorie wird nur im Rahmen der partiellen Gleichgewichtsanalyse erörtert.
- 2 Streng genommen, ist die Formel auch umkehrbar: Wenn X_j ,

(20) Selbst wenn die Theorie von MARSHALL die hier angeführten Probleme aufweist, führte sein scharfer Durchblick zur Entwicklung der Theorie der MARSHALL-PIGOU' schen Steuerungs- und Subventionspolitik, die eine theoretische Lösung der Bewertung externer Effekte durch den Marktmechanismus ermöglicht.

abnimmt, dann steigt C_{ij} . (Umgekehrt bei negativen Effekten)

- 3 Externe Effekte für einzelne Unternehmungen sind vom Standpunkt der betreffenden Industrie nur interne Effekte.

In den 30er Jahren modifizierte KAHN [14] die noch einige Probleme in sich bergende Konzeption zu einem mehr praktischeren Begriff. KAHN's Forderung lautet: Vor Beachtung jener Effekte, die sich aus der Erweiterung einer bestimmten Indusurie ergeben, müssen zunächst die von externen Effekten betroffenen Unternehmen selbst berücksichtigt werden. Damit kann man den Entstehungs- und Erstreckungsprozeß sowie das Zuordnungsproblem der externen Effekte wirkungsvoll diskutieren.

Unter Berücksichtigung des Aspekte, daß Verkehrsinvestitionseffekte innerhalb des Betriebsbereichs einer bestimmten Industrie allein nicht untersucht werden sollen, muß die Überlegung von KAHN sehr hoch eingeschätzt werden.

ii) Fall SCITOVSKY

Die Arbeit von SCITOVSKY, in der zwei Konzeptionen der externen Effekte dargestellt wurden, hat in verschiedenem Sinne die theoretische Diskussion der externen Effekte wesentlich beeinflusst. Auf Grundlage eines auch in der Gleichgewichtstheorie der MARSHALL'schen Schule verwandten Ansatzes hat SCITOVSKY einen insbesondere in der Theorie der Industrialisierung unterentwickelter Länder aufgenommene neue Konzeption erarbeitet. Diese schließt nicht nur unsere ursprüngliche Abgrenzung dieser Konzeption ein, sondern beinhaltet auch noch weitere Effekte. Da der Beziehungskomplex zwischen direkten und indirekten Effekten von Verkehrsinvestitionen dem bei SCITOVSKY entspricht, beachten nicht wenige Wissenschaftler seine Überlegungen.

Wenn die Produktionsfunktion eines Unternehmens sich nicht nur durch den eigenen Faktoreinsatz selbst, sondern auch durch die

Produktionsmenge sowie die Produktionsfaktoren anderen Unternehmen determiniert wird, und zwar für den Fall, daß diese Produktionsbeziehungen nicht marktmäßig bewertet werden, weil sie außerhalb des Marktes zum Tragen kommen, dann ergeben sich externe Effekte. SCITOVSKY hat diese Effekte technologische externe Effekte (technological external economies) genannt. Diese Definition entspricht der Definition von MARSHALL. Wenn die Produktionsmengen und die Produktionsfaktoren anderer Unternehmen durch den Markt als unabhängige Variable in die Gewinnfunktion des betreffenden Unternehmens eingeführt werden, so entstehen ebenfalls externe Effekte, die er als pekuniäre externe Effekte (peculiar external economies) bezeichnet hat.²¹⁾ SCITOVSKY's Absicht kann wie folgt zusammengefaßt werden: Da besonders in der Wirtschaft eines unterentwickelten Landes, wo der Marktmechanismus nur ungenügend funktioniert, die Preise relativ starr sind, so ist es schwierig, die betreffenden Effekte genau zu bewerten. Ebenso ist eine Feststellung sowohl der optimalen Produktionsmenge wie auch der optimalen Investition durch den Markt schwierig. Diese Effekte sollen also als externe Effekte erfaßt und unabhängig vom Marktmechanismus untersucht werden.

Sehr oft ist dagegen vorgebracht worden, daß es unangemessen sei, diese Effekte als externe Effekte zu bezeichnen, solange die Produktionsmengen und die Produktionsfaktoren anderer Unternehmen

21) Seien die Produktionsmenge, die Produktionsfaktoren und der Gewinn eines Unternehmens $x_1; l_1, c_1, \dots; p_1$, und die Produktionsmenge und die Produktionsfaktoren anderer Unternehmen $x_2; l_2, c_2, \dots$, dann lassen sich die Produktionsfunktion mit technologischen externen Effekten als

$$x_1 = F(l_1, c_1, \dots; x_2, l_2, c_2, \dots)$$

und die Gewinnfunktion mit pekuniären externen Effekten als

$$p_1 = G(x_1, l_1, c_1, \dots; x_2, l_2, c_2, \dots)$$

darstellen (SCITOVSKY a. a. O.).

KUMAGAI [23] hat schon sehr früh kritisiert, daß die pekuniären externen Effekte bei SCITOVSKY etwa nicht den Arbeitslohn von Zuwachs des Netto-Volkseinkommens einschließen.

durch den Markt in die Gewinnfunktion eines Unternehmens eingehen, wengleich auch die betreffenden Effekte anerkannt wurden (SAKASHITA a. a. O., IMAI u. a. [13], KOMIYA [22], MARGOLIS [24], PREST und TURVEY [36], DODGSON [5] usw.). So sagt zum Beispiel SAKASHITA, daß in einer Wirtschaft, in der Marktmechanismus genügend entwickelt ist, sich pekuniäre externe Effekte durch Preise fast automatisch als interne Effekte irgendeines an diesen Aktivitäten teilnehmenden Wirtschaftssubjektes darstellen lassen. Pekuniäre externe Effekte sind das notwendige Ergebnis der durch den Marktmechanismus voneinander abhängigen Aktivitäten der Wirtschaftssubjekte. Hierzu stellt IMAI u. a. fest, daß ihre Existenz zu keinem Marktversagen führt. KOMIYA wiederum behauptet, daß die sog. pekuniären externen Effekte im allgemeinen nur das Versagen verschiedener anderer Preismechanismen in etwas ungenauer Form darstellen, also im strengen Sinne nicht externen Effekten entsprechen. Diese sind charakteristische Einwände von Seiten japanischer Vertreter der allgemeinen Theorie gegen SCITOVSKY.

Es finden sich aber auch Befürworter der Auffassung von SCITOVSKY (KUMAGAI a. a. O., KOHNO [19]). Hier soll jedoch nur unser Standpunkt dargelegt werden. Wir vertreten den Standpunkt, daß unter pragmatischen Gesichtspunkten pekuniäre Effekte als extern anzusehen sind, und zwar aus folgenden Gründen: Erstens kann niemand die Existenz der sog. SCITOVSKY'schen pekuniären Effekte leugnen.²² Zweitens besitzen derartige Effekte die Eigenschaft, durch den Preismechanismus nur sehr schwer bewertet werden zu können (vgl. Fußnote 22), und wir haben nur wenig Erfahrung in der genauen Messung dieser Effekte selbst in einer entwickelten Wirtschaft.

(22) Diese Auffassung wird insbesondere von NAKAMURA [32] vertreten. Er betont, daß diese Effekte sich im allgemeinen bei Investitionen in die Infrastruktur, z. B. Straßen, Eisenbahn, Wasserversorgung sowie Kanalisation ergeben.

Darüberhinaus gibt es keinen hinreichenden Grund, die Bezeichnung „Externe Effekte“ abzulehnen, weil sie kaum eine Zahlungsbeziehung zwischen Investitionssubjekt und Nutznießer ergibt.

II-3 Direkte Effekte

1) Bemerkungen zur Messung und Bewertung der direkten Effekte
 Direkte Effekte ergeben sich, wenn man Verkehrsleistungen direkt konsumiert. Bei der Autobahnbenutzung gehören Ersparnisse der Fahrzeit, die Zunahme der Genauigkeit der Fahrzeit, Fahrtkostensparnisse, die Zunahme der Sicherheit sowie der Bequemlichkeit während der Fahrt usw. zu den direkten Effekten. Wenn diese Faktoren in Geldwert umgerechnet werden und die Nachfragekurve dargestellt wird, dann lassen sich die direkten Effekte als Konsumentenrente auf einmal erfassen. Bei einer Investition zur Beseitigung von Engpässen wären die direkten Effekte ziemlich groß, bei dem in der vorliegenden Arbeit behandelten Fall von Investitionen in entwickelten Ländern wären allerdings derartige Effekte nicht so bedeutsam wie im ersteren Fall. Aus theoretischer Sicht braucht nur die Konsumentenrente unter der modifizierten Nachfragekurve nach der betreffenden Verkehrsleistung als direkter Effekt behandelt zu werden. Untersuchen wir also zunächst dieses Problem.²³

Die Situation vor dem Bau der neuen Autobahn (ihre Leistung bezeichnen wir als B) wird berücksichtigt. Das Konsumgleichgewichtsmodell des ersten Kapitels wird auf $(n+1)$ -Güter erweitert und das $(n+1)$ ste Gut sei die Leistung der bestehenden Autobahn A (als A bezeichnet). Die Preise der $(n+1)$ -Güter seien als (p_1, \dots, p_n, p_A) ,

²³ Im folgenden wird die Arbeit von NAKAMURA [32] im Zusammenhang mit unserem Konsumgleichgewichtsmodell (I-1) interpretiert. Sein Modell läßt sich weiter auf die Diskussion der gesamten Nettoeffekte anwenden, wenn es sich um die im weiteren Sinn aufgefaßten Benutzer der betreffenden Verkehrsleistung handelt und ihre gesamte Nachfragekurve dargestellt werden kann.

und die jeweiligen Konsummengen als (q_1, \dots, q_n, q_A) bezeichnet. Die Aufgabe der Nutzenmaximierung eines Konsumenten mit gegebenem Einkommen y^0 stellt sich formaltheoretisch wie folgt dar:

$$\begin{cases} \text{Max. } u = u(q_1, \dots, q_n, q_A) & \dots\dots\dots (2.8) \\ \text{u. N. } \sum_{i=1}^n p_i q_i + p_A q_A = y^0 \end{cases}$$

wobei $q_i = q_i(p_1, \dots, p_n, p_A, y^0)$

Unter Verwendung lagrangescher Multiplikator ist die Bedingung erster Ordnung:

$$\frac{\partial u}{\partial q_A} = \frac{\partial u}{\partial y^0} p_A \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

mit $\lambda = -\frac{\partial u}{\partial y^0}$

Die Formel (2.9) läßt sich in folgender Weise umschreiben:

$$p_A \Delta q_A = -\frac{\frac{\partial u}{\partial q_A} \Delta q_A}{\frac{\partial u}{\partial y^0}} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

(2.10) stellt die Beziehungsformel des Geldbetrages dar, den der Konsument für eine zusätzliche Einheit dieses Gutes zu bezahlen bereit ist (willingness to pay). Das heißt mit anderen Worten, in der Formel (2.10) wird die Grenzbewertung nach dem Gut A dargestellt. Von der Entsprechung der Konsummenge zum Preis aus stellt der geometrische Ort der Entsprechungspunkte in diesem Stadium die MARSHALL' sche Nachfragekurve dar. Bei unterstellter Konstanz des Grenznutzens des Einkommens und abnehmendem Grenznutzen des Gutes A , nimmt der Geldbetrag der Grenzbewertung mit wachsender Konsummenge ab (siehe Abb. 3). Es läßt sich also der gesamte Geldbetrag der Grenzbewertung bei dem Preis p_A und der Konsummenge q_A als Integralwert unter der Nachfragekurve bis zum Punkt q_A darstellen. Die Differenz zwischen diesem Wert und dem von Konsumenten tatsächlich gezahlten Wert ist die Konsumentenrente.

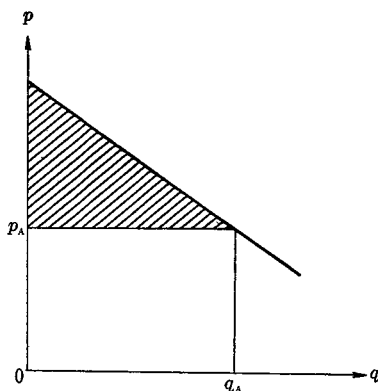


Abb. 3 Nachfragekurve nach der Leistung der Autobahn A und Konsumentenrente

Nun nehmen wir—nachdem ein Konsument unter Rentenmaximierung bereits $(n+1)$ —Güter konsumiert hat—das Auftreten der Leistung der neuen Autobahn (als B bezeichnet) an. Es ist sicherlich möglich, das oben erwähnte Modell auf $(n+2)$ —Güter anzuwenden, hier wird jedoch die folgende Überlegung zur Lösung in Anwendung gebracht.

Sei die Konsumplanung nach den ersten Gütern unverändert. Da das Gut B ein Substitution für das Gut A ist, bringt eine Substitution von A nach B abhängig vom Preisniveau des Gutes B dem Konsumenten eine unterschiedliche Kostenersparnis. In diesem Fall bleibt das Nutzenniveau unverändert. Der Betrag dieser Ersparnis entspricht vom Standpunkt der Benutzer aus den Investitionseffekten der neuen Autobahn B .²⁴

Zunächst würde nur die Menge q_A des Gutes A konsumiert, danach würde mit dem Auftreten des Gutes B die Konsummenge des neuen Gutes zunehmen, wobei das Nutzenniveau unverändert bleibt. Die

²⁴ Siehe I-1 1). Es ist kaum nötig zu sagen, daß die hier verwandte Nachfragekurve eine modifizierte Nachfragekurve ist.

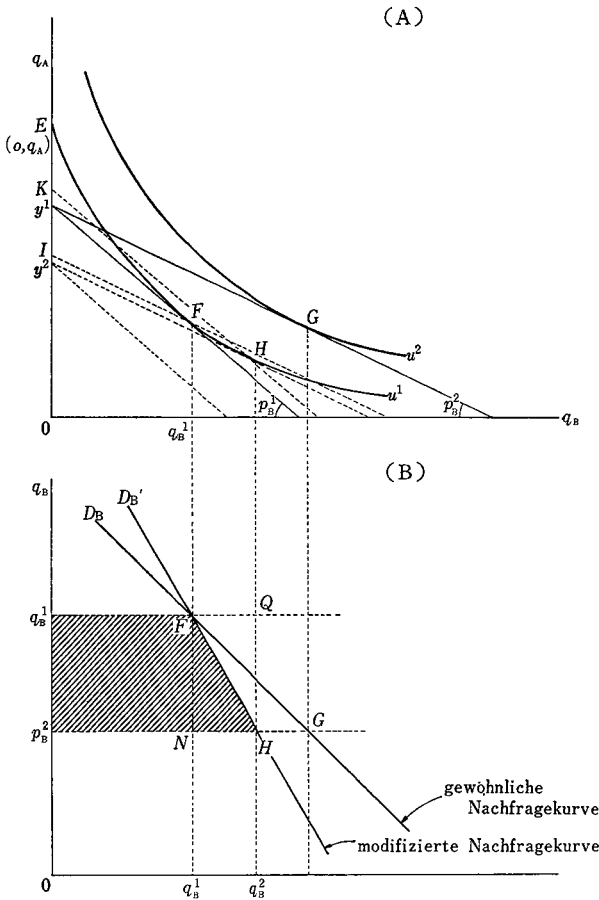


Abb. 4

möglichen Konsumkombinationen sind als Indifferenzkurve u^1 in Abb. 4 (A) dargestellt. Seien der Preis des Gutes A das Numéraire ($p_A = 1$), der Preis des Gutes B p_B^1 und das zur Autobahnleistung verfügbare Einkommen y^1 , dann wird der Gleichgewichtspunkt in F dargestellt. In diesem Fall werden Kostenersparnisse auf dem gleichen Niveau möglich. Der Betrag dieser Ersparnisse läßt sich wie folgt schreiben :

$$S = \int_0^{q_B^1} D_B' dq - p_B^1 q_B^1 \dots\dots\dots (2.11)$$

wobei D_B' : Modifizierte Nachfragekurve nach der Leistung der Autobahn B

Zum Zweck der Verallgemeinerung der Diskussion nehmen wir hier an, daß die Leistungen der Autobahnen A und B zusammen vom Anfang an verfügbar sind. Unsere Aufgabe ist es nun, anhand einer graphischen Darstellung festzustellen, woraus sich der Ertrag der Ersparnisse zusammensetzt, wenn der Ausgangspunkt der Analyse in F liegt. Fällt der Preis des Gutes B von p_B^1 auf p_B^2 , verschiebt sich der Gleichgewichtspunkt von F nach G und das Nutzenniveau steigt. Nun müssen wir besonders den Betrag der Ausgabenersparnisse beachten, der sich als Betrag des Zuwachses der Rente darstellen läßt. Wenn ein Konsument bei dem neuen Preissystem (Preis des Gutes $A=1$, Preis des Gutes $B=p_B^2$) noch sein früheres Nutzenniveau erhalten will, dann verschiebt sich der Gleichgewichtspunkt von F nach H , für dessen Realisierung ein Einkommen in Höhe von $0y^2$ ausreichend ist. $0y^2$ stellt das modifizierte Einkommen und y^1y^2 den von HICKS als compensating variation (C. V.) bezeichneten, jeweils angepaßten Betrag dar. C. V. entspricht also dem größten Geldbetrag, den man sparen kann (Von unserem Standpunkt aus entspricht C. V. daher den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Benutzer). C. V. ist weitaus größer als z. B. die Ersparnis bei Beibehaltung des Punktes F auf der gleichen Nutzenkurve (y^1I oder $\square p_B^1 FN p_B^2$ in Abb. 4).

$$C. V. \geq \square p_B^1 FN p_B^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

Wir wollen die Größe von C. V. als bestimmten Wert in Abb. 4 (B) darstellen.

Im folgenden soll C. V. von einer anderen Seite her untersucht werden, um das Nutzenniveau u^1 zu aufrechterhalten. Es handelt sich um einen Konsumenten, der mit dem Einkommen y^0 die Güterkombination im Punkt H konsumiert. Angenommen, daß der Preis

nach dem Gut B von p_{B^1} auf p_{B^2} erhöht wird, dann fällt sein Nutzenniveau. Wenn jedoch das frühere Nutzenniveau erhalten bleiben soll, muß das Einkommen mindestens im $y^1 y^2$ erhöht werden. Daher ist $C. V.$ kleiner als z. B. der überschüssige Ausgabenbetrag im Punkt H auf derselben Nutzenkurve (Ky^2 oder $\square p_{B^1} Q H p_{B^2}$ in Abb. 4).

$$C. V. \leq \square p_{B^1} Q H p_{B^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

$C. V.$ in (2.12) und (2.13) entspricht dem Anpassungsbetrag, der aufzuwenden ist, um das Nutzenniveau u^1 zu erhalten und entspricht der Höhe von $y^1 y^2$.

$$\square p_{B^1} F N p_{B^2} \leq C. V. \leq p_{B^1} Q H p_{B^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Sei die Höhe der Preisänderung unendlich klein, so gilt die nächste Formel:

$$C. V. = p_{B^1} F H p_{B^2} \dots\dots\dots (2.15)$$

Die dem Konsumenten zurechenbaren Effekte ($C. V.$) lassen sich als die Veränderungsgröße der Konsumentenrente unter der modifizierten Nachfragekurve für das Gut B erfassen, wenn der Preis des Gutes B von p_{B^1} auf p_{B^2} fällt. In diesem Fall ändern sich die Konsummenge und die Konsumentenrente des Gutes A . Diese Veränderung ist jedoch schon in der Berechnung enthalten und darf also in der Formel (2.5) nicht zu $C. V.$ addiert oder von $C. V.$ abgezogen werden (NAKAMURA [32]).

2) Zeitwert

Von dem direkten Effekt der Autobahnleistung kann nur der Betrag der Fahrtkostensparnisse verhältnismäßig genau bewertet werden; demgegenüber ist die Erfassung und Bewertung sonstiger (intangibler) Effekte äußerst schwierig. PEARCE [35] hat eine Methode für die Bewertung dieser sonstigen Effekte wie folgt dargestellt:

First, surrogate prices can be sought by finding out what the

consumer would be willing to pay *if* there were a market in the intangible good.

A second approach does not require the use of subjective responses. Surrogate prices may be implicit in the behavior of economic agents.

A third approach abandons the attempt to pay money values on intangibles. It may be that a method of measurement exists conceptually but cannot be put into practice.

Hinsichtlich der dritten Methode soll „a conceptual method of measurement“ konkretisiert werden, während es nach unseren Erfahrungen schwierig ist, die erste Methode in einer Untersuchung anzuwenden. Von unserem Standpunkt aus können die in Frage kommenden Effekte annähernd erfaßt werden, wenn wir nach der zweiten Methode Maßnahmen vorbereiten, die eine statistische Behandlung ermöglichen. Im folgenden wird der grundlegende Ansatz über den Zeitwert (time-benefit) berücksichtigt, da unter der Gesamtheit der *intangiblen* Effekte die Forschung auf diesem Gebiet relativ weit entwickelt ist.²⁵

Im Mittelpunkt der Zeitwertforschung stehen der *Income-Approach* (FOSTER und BEESLEY [7]) und der *Cost-Approach* (MOHRING [28], St. CLAIR und LIEDER [42]). Im ersten Fall läßt sich der Zeitwert mit der Verdienstmöglichkeit messen, die durch die Zeitersparnis infolge der Autobahnbenutzung entsteht. Beim Cost-Approach kann man diesen Wert durch jene Kosten erfassen, die der Benützer für die ihm entstehenden Zeitersparnisse zu bezahlen bereit ist.²⁶

²⁵ Für eine Untersuchung der sonstigen Effekte (Effekte über die Qualitätsfaktoren der Leistung) stellt die Arbeit von VOIGT, LASCHET und WITTE [43] eine wichtige Quelle dar.

²⁶ Diese zwei Methoden incl. ihrer Vor- und Nachteile wurden bereits vom Verfasser [49] zusammengefaßt. PUSCH [37] hat eine wichtige theoretische Untersuchung über den Zeitwert in Personenverkehr vorgelegt, worauf hier besonders hingewiesen werden soll.

Aus dem praktischen Grund der Verfügbarkeit der Daten sollte allgemein die Methode von St. CLAIR verwendet werden. Diese Methode ist später von anderen weiterentwickelt worden (z. B. WASEDA UNI. [46]), die ihr zugrunde liegende Theorie läßt sich—basierend auf den Überlegungen des Abschnitts II-3 1)—wie folgt darstellen.

Auf der bestehenden Autobahn A sei der Preis pro km p_A und die Fahrzeit t_A , auf der neuen Autobahn B dagegen p_B und t_B . Da beide Leistungen substitutiv sind, kann man zum Zwecke der Vereinfachung annehmen, daß die Fahrkosten und die Fahrdistanz E gleich sind, jedoch die Fahrzeitdifferenz $t_A - t_B > 0$ ist. Wenn der monetäre Gegenwert für die Zeitersparnisse Z die Ungleichung

$$Z \geq \frac{(p_B - p_A)E}{t_A - t_B} (\equiv X) \dots\dots\dots (2.16)$$

erfüllt, dann wird der Konsum des Gutes B (Benutzung der Autobahn B) gesteigert. Der Wert von Z differiert interindividuell und hängt von der Art der benutzten Fahrzeuge ab. Angenommen, daß die Verteilung von Z als die wahrscheinliche Dichtefunktion $f(Z)$ bezeichnet werden kann,⁽²⁷⁾ dann läßt sich der Anteil beider Güter in Abb. 5 als S_A und S_B darstellen. Die Abb. 5 (B) zeigt die Kurve der Verteilungsfunktion. Unser Ziel ist es, die Funktion $f(Z)$ aus den verfügbaren Daten konkret darzustellen. Der Benutzungsanteil der Autobahn B läßt sich als

$$S_B = \int_X^\infty f(Z) dZ \dots\dots\dots (2.17)$$

bezeichnen. Dann gilt die nächste Formel:

$$F(X) = 1 - S_B \dots\dots\dots (2.18)$$

(27) In Japan wird nach unseren Erfahrungen $f(Z)$ oft als logarithmische Normalverteilung bezeichnet.

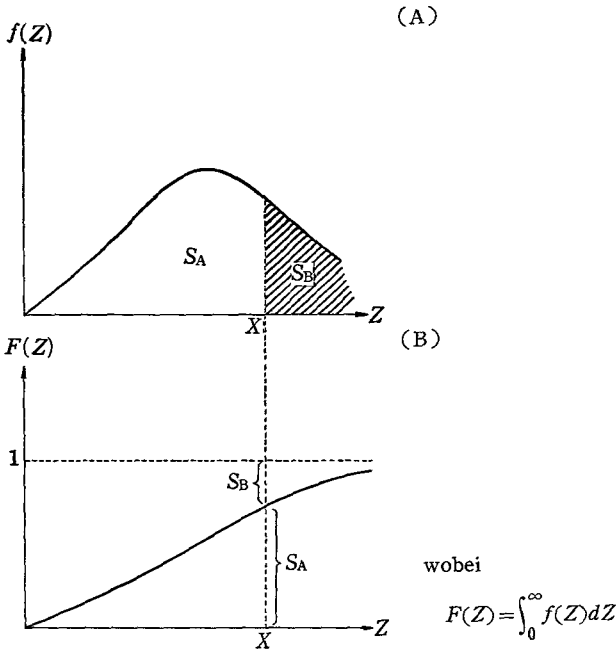


Abb. 5

(2.18) stellt die grundlegende Formel für die Messung der Verteilung des Zeitwertes dar. Da die Werte von p_A , p_B , t_A , t_B und S_B aus den Daten ähnlich gelagerter Fälle geschlossen werden können, läßt sich $F(Z)$ durch statistische Erhebung und Schätzungen bestimmen. Dabei muß auch die regionale Struktur entsprechend berücksichtigt werden. Die Differenzierung von $F(Z)$ nach Z ergibt $f(Z)$. Das heißt, daß die Verteilung des Zeitwertes aus den Daten über die Fahrtzeiten und die Fahrtkosten für beide Autobahnen sowie aus den verfügbaren Daten über das Benutzungsverhältnis zwischen den alternativen Autobahnen ermittelt werden kann.²⁸ Diese Lösung entspricht der zweiten Methode bei PEARCE. Sie kann in der Praxis verwendet werden,

²⁸ Die verwendeten Daten über das Benutzungsverhältnis zwischen den alternativen Autobahnen sollten jedoch immer stabil sein.

auch wenn sie theoretisch unbefriedigend erscheint.

II-4 Indirekte Effekte

Der Problembereich der indirekten Effekte von Verkehrsleistungen ist nicht so ausführlich erörtert worden wie der von direkten Effekten. Wie in II-2 1) schon erwähnt, ist die Definition dieser Effekte sehr unklar und es liegen keine konformen Auffassungen über die Möglichkeit einer Behandlung analog dem Konzept der externen Effekte vor.²⁹ Der Umfang solcher Effekte, die keine direkte Benutzung zur Verkehrsleistung haben, ist allerdings recht gross. Somit erscheint es unbedingt wichtig, die indirekten Effekte möglichst genau zu messen.

Wenn wir unter indirekten Effekten nur solche verstehen, die aus direkten Effekten ableitbar sind (MOHRING und HARWITZ a. a. O.), dann brauchen wir diese Wirkungen nicht zusätzlich zu den direkten Effekten zu messen. Tatsächlich bringt jedoch der Bau der neuen Autobahn z. B. die Minderung der Verkehrsstauung auf der bestehenden Straße, und dieser Effekt ergibt sich unabhängig von der direkten Benutzung der betreffenden Autobahn. Von unserem Standpunkt aus, daß nämlich die indirekten Effekte entstehen, auch wenn wir eine Verkehrsleistung nicht direkt benutzen, läßt sich der hier genannte Minderungseffekt als indirekter Effekt bezeichnen. Es erscheint auch unangemessen, diese Effekte als Übertragungseffekte aus den direkten Effekten anzusehen. Viele indirekte Effekte entstehen aus den direkten, aber die hier angeführten Minderungseffekte der Verkehrsstauung in der bestehenden Straße sollen nicht als Übertragungseffekte behandelt werden. Das Bestehen dieser Effekte läßt den Satz von MOHRING-HARWITZ nur partiell gültig sein. Daher

²⁹ SAKASHITA a. a. O. und andere wenden sich gegen die bei SCITOVSKY vorgeschlagenen zwei Konzeptionen überhaupt. Sie behaupten, daß indirekte Effekte nicht als externe Effekte behandelt werden dürfen. Wie in II-2 2) bereit festgestellt, werden hier demgegenüber die indirekten Effekte im theoretischen Rahmen der externen Effekte erfaßt.

müssen wir den einzelnen indirekten Effekt einschließlich seiner Beziehung zu den direkten Effekten untersuchen.

Beim ersten japanischen Autobahnbau zwischen NAGOYA und KOBE mußten das japanische Ministerium für Bau und The Japan Highway Public Corporation die Weltbank um eine Anleihe für den Baufonds bitten. Zu diesem Zwecke war die Vorlage von Planungsmaterial nötig. Damit begann eigentlich eine ernsthafte Forschung über den Straßenverkehr vom wirtschaftswissenschaftlichen Standpunkt aus. In diesen Materialien wurden die indirekten Effekte aus dem Bau einer Autobahn aufgelistet³⁰⁾ (vgl. Tab. 1). Nachher hat YAMADA [48] die in dieser Tabelle aufgezählten Effekte unter der folgenden Differenzierung zusammengefaßt: (1) Produktionskapazitätseffekte; (2) Industrialisierungseffekte; (3) Minderungseffekte der Verkehrsstauung auf der bestehenden Straße; (4) Effekte der Umweltbeeinträchtigung, und (5) Effekte aus der Steigerung der Bodenpreise. Diese Einteilung in ihrer Beziehung zu der bisherigen Klassifikation ist vom Verfasser in Tabell 1 unter der Bezeichnung „Bemerkung“ aufgezeigt. Zum Zwecke der Vereinfachung unserer Diskussion werden die indirekten Effekte nach YAMADA berücksichtigt.

Die unter (3) und (4) angeführten Effekte stellen zweifellos technologische externe Effekte (einschl. der externen negativen Effekte) dar (siehe II-2 2)). Die unter (3) genannten Effekte ergeben sich unabhängig von den direkten Effekten und müssen zusätzlich zu ihnen gemessen werden. Für die quantitative Erfassung der in Frage kommenden Verminderung läßt sich die Theorie der Stauungskosten anwenden, die bereits von WALTERS [44], NAKAMURA [30] und anderen entwickelt worden ist. Die unter (4) zusammengefaßten Effekte sind externe negative Effekte, die von den direkten Benutzern

30) Dazu hat KOHNO [19], [20] noch einige Effekte hinzugefügt und sie entsprechend den externen Effekten umgruppiert.

Tabelle 1 Indirekte Effekte der Autobahnbenutzung

		Entsprechende Gruppierung bei YAMADA
Externe positive Effekte	(a) Rationalisierungseffekte der Produktions- und Transportplanung	(1)
	(b) Industrialisierungseffekte	(2)
	(c) Nutzbarmachungseffekte der Ressourcen	(2)
	(d) Dispersionseffekte der Stadtvölkerung	(5)
	(e) Rationalisierungseffekte der Zirkulationswirtschaft	(1)
	(f) Vergrößerungseffekte des Marktes	(1), (5)
	(g) Minderungseffekte der Verkehrsstauung auf der bestehenden Straße	(3)
Externe negative Effekte	(h) Verminderung der landwirtschaftlichen Produktion durch alternative Verwendung des Agrarlandes	(1)
	(i) Verminderung der Produktion der vorhandenen Fabrik durch neu errichtete Betriebe	(2)
	(j) Verluste in Angebotsregionen, in denen die Änderung des Zirkulationsmodells nur wenige Angebote ermöglicht	(1)
	(k) Gesellschaftlicher Verlust durch Zerstörung von Kulturgütern und Sehenswürdigkeiten	(4)
	(l) Umweltschädigung durch Lärm und Abgase von Autos	(4)

auf die Nichtbenutzer ausgehen. Diesen Effekte müssen daher von den positiven direkten Effekten abgezogen werden. Abgesehen von der theoretischen Formulierung ist eine objektive quantitative Bewertung sehr schwierig (siehe III-1). Die letzten Effekte (5) stellen Übertragungseffekte aus direkten Effekten dar. Die Verkehrsinvestition in einer Region bewirkt eine vertikale Verschiebung der betreffenden Nachfragekurve nach Verkehrsleistungen, und die Konsume-

ntenrente der Benutzer nimmt entsprechend zu. Ein Teil dieses Rentenzuwachses ist als Übertragungseffekt den Bodenbesitzern, d. h. Nichtbenutzern der Verkehrsleistung zuzurechnen. Diese Effekte werden als „capital gain“ bezeichnet. Der Vorschlag einer 100 v. H.-Besteuerung solcher, „capital gains“ wird unter dem Aspekt einer effizienten Allokation der Ressourcen vorgebracht (KOMIYA und MURAKAMI [21]). Nach diesem Plan sollten diese Effekte dem Investor zugute kommen. Da sich die Erhöhungen der Bodenpreise durch den Marktmechanismus ergeben, gehören sie zu den pekuniären externen Effekten.⁶⁰⁾ Daher sollen diese Effekte nicht zu den direkten Effekten addiert werden.

Nun wenden wir uns den von YAMADA unter (1) zusammengefaßten Effekten zu. Die Benutzer können die eingesparten Kosten, die sich aus der vertikalen Verschiebung der Angebotskurve nach der Verkehrsleistung ergeben, zu einem anderen Produktionszweck verwenden. Das sind die Vergrößerungseffekte der Produktionskapazität, nämlich Effekte, die von den direkten Benutzern außerhalb der Verkehrseinrichtung mit einiger zeitlicher Verzögerung (time-lag) genutzt werden können. Da diese Effekte unserer Definition der direkten Effekte nicht entsprechen, sollen sie den indirekten Effekten zugerechnet werden. Dennoch können sie unabhängig von den direkten Effekten wie Zeitersparnisse u. a. nicht existieren.

Als letztes untersuchen wir die Industrialisierungseffekte. Diese müssen den oben erwähnten MOHRING-HARWITZ-Satz erfüllen, um als unabhängige Effekte anerkannt zu werden. In der hier besprochenen Situation ist dies jedoch extrem schwierig.

(31) Vom Gesichtspunkt der vertikalen Verschiebung der einzelnen Produktionsfunktionen einschließlich der für Verkehrsleistungen mehrerer Unternehmen in dem betreffenden Gebiet ist es auch möglich, diese Effekte vielmehr als eine Variante technologischer externer Effekte aufzulassen (NAKAMURA [31]).

Wir haben also gesehen, daß nur ein Teil der indirekten Effekte als Objekt zur Messung und Bewertung behandelt werden sollte. Der Übertragungsprozeß sowie die Übertragungsgröße müssen jedoch genau analysiert werden.

III Theoretische Modelle zur Messung und Bewertung der Investitionseffekte

Im Verlauf der bisherigen Untersuchung sind die Wirkungen von Verkehrsinvestition als externe Effekte erfaßt worden. Wir haben die technologischen externen Effekte als direkte Effekte und die technologischen sowie pekuniären externen Effekte als indirekte Effekte verstanden. Wir haben dabei auch festgestellt, daß diese Effekte vollständig und ohne Doppelzählung bewertet werden müssen. Für die Praxis ist eine einfache Methode empfohlen worden, die hauptsächlich in der Untersuchung und Bewertung der einzelnen Effekte besteht.

Wir haben zunächst einmal auf die Verwendung der theoretischen Methode, die Verkehrsinvestitionseffekte als gesamtwirtschaftliche Rente simultan zu erfassen, verzichtet. Dennoch sollten wir eine Verbindung zwischen theoretischer und empirischer Methode anstreben. Es erscheint durchaus möglich, zu diesem Zweck das vollkommene Marktmodell anzuwenden, wenn die bisherigen theoretischen Überlegungen dieser Arbeit dabei berücksichtigt werden.

Die Beziehung zwischen mehreren Unternehmen ist im allgemeinen in einem Modell unter Berücksichtigung externer Effekte analysiert worden, während die Beziehung zwischen Unternehmen und Konsumenten—trotz Anerkennung der Existenz dieser Interdependenzen—kaum untersucht worden ist. Für eine umfassende Diskussion des Problembereichs öffentlicher Verkehrsleistungen erscheint diese Sachlage unbefriedigend. Die Verkehrsinvestitionseffekte mögen mit

dem bestehenden theoretischen Modell bewertet werden, sofern die auf den transit-reisenden Verkehr bezogenen direkten Effekte auf andere Weise gemessen werden können. In diesem Kapitel wird zunächst die allgemeinen Gleichgewichtsmodelle besprochen, die technologischen externen Effekte explizit behandeln, und dann das Input-Output-Modell behandelt, mit dem die pekuniären Effekte untersucht werden.

III-1 Technologische externe Effekte

Die direkten Effekte aus der direkten Benutzung der Verkehrsleistung entsprechen den technologischen externen Effekten. Die Bewertung dieser Effekte soll zunächst vor der Diskussion des Problems ihrer Übertragung in die direkten Effekte durchgeführt werden.⁽³²⁾

Wir untersuchen zunächst diese Bewertungsmethode unter Restriktionen (III-1, 1)), dann versuchen wir eine Verallgemeinerung dieser Methode durch eine Reduktion der Voraussetzungen (III-1, 2)). Selbstverständlich erfolgt die Diskussion dieser Methoden im Rahmen der allgemeinen Gleichgewichtsanalyse.

1) Das Modell der PIGOU' schen Tradition

Unter der Annahme der Existenz externer Effekte sind die Gleichgewichtsbedingungen des Modells der vollkommenen Konkurrenz nicht erfüllt. Eine solche Situation ist vom Standpunkt der Wohlfahrts-theorie aus gesehen nicht wünschenswert. Dafür ist die bekannte PIGOU' sche Tradition aufgestellt worden. Wenn diese Tradition auch nicht wenige Probleme in sich birgt, ist sie doch auf die grundlegende Theorie der Bewertung der externen Effekte anwendbar. Zu diesem Zweck wird diese Tradition unter der vereinfachenden

(32) Wie in II-4 bereits festgestellt wurde, gibt es, soweit indirekte Effekte als Übertragungseffekte aus direkten Effekten aufgefaßt werden, keine Möglichkeit, daß technologische externe Effekte im strengen Sinne überhaupt existieren.

Annahme bezüglich der Zahl der Konsumenten und Produzenten berücksichtigt.⁶³ Da das hier zugrundegelegte Modell jedoch nur eine erste Annäherung für die Messung technologischer externer Effekte darstellt, stimmt es nicht immer mit dem zur Messung der von uns behandelten Investitionseffekte überein. Da es aber doch einen wichtigen Ausgangspunkt für unsere Untersuchung darstellt, beginnen wir die Diskussion mit diesem Modell.

Es wird der Zustand einer Pareto-optimalen Ressourcen-Allokation unter zwei Konsumenten untersucht. Angenommen, daß die Konsumenten die folgenden vier Güter verbrauchen, die jeweils in einer entsprechenden Industrie produziert werden: Bergbauprodukt, Autobahnleistung, Schwerindustrieprodukt und Zementherzeugnis. Es sollen hier nur jene Effekte behandelt werden, die sich aus der direkten Benutzung der Autobahnleistung ergeben. Nun nehmen wir des weiteren an, daß der Industriezweig „Straßenbau“ eine Autobahn mit ihrem Nutzungspotential anbietet und daß der Bergbau an der betreffenden Autobahn liegt. Die Eisen- und Stahlindustrie und die Zementindustrie benutzen die Autobahn, aber unter wesentlich ungünstigen Bedingungen als das in Autobahnnähe liegende Bergwerk, weil ihre Standorte weit von der Autobahn abliegen. Daher würden sich externe Effekte durch die Aktivität der Straßenleistungsindustrie nur für den Bergbau ergeben. Die Input-Output-Beziehungen unter diesen Voraussetzungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

In dieser Ökonomie werden die Konsummengen eines Konsumenten und die Inputmenge des Unternehmens, die zum Pareto-Optimum führen, als Bedingung erster Ordnung des Modells (3.1) gegeben.

⁶³ Vgl. IMAI u. a. [13]

Tabelle 2

Erzeugnisse Konsummenege Inputmenge					Erster Produkt- sfaktor	Bemerkungen (Nutzenfunktion des Konsu- menten, Produktionsfunktion des Unternehmens)
	Bergbauprodukt	Autobahnleistung	Schwerindustrie- produkt	Zementerzeugnis		
Konsummenege des ersten Konsumenten	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{15}	$u_1(q_{11}, q_{12}, q_{13}, q_{14}, q_{15})$
Konsummenege des zweiten Konsumenten	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}	q_{25}	$u_2(q_{21}, q_{22}, q_{23}, q_{24}, q_{25})$
Inputmenge des Bergbaus	—	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	$x_1 = f_1(x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{23}, x_{24})$
Inputmenge der Straßenleistungsindustrie	x_{21}	—	x_{23}	x_{24}	x_{25}	$x_2 = f_2(x_{21}, x_{23}, x_{24}, x_{25})$
Inputmenge der Eisen- und Stahlindustrie	x_{31}	x_{32}	—	x_{34}	x_{35}	$x_3 = f_3(x_{31}, x_{32}, x_{34}, x_{35})$
Inputmenge der Zementindustrie	x_{41}	x_{42}	x_{43}	—	x_{45}	$x_4 = f_4(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{45})$
Gesamtmenge aller Erzeugnisse	x_1	x_2	x_3	x_4	l_5	

wobei q_{ij} : Konsummenege des Konsumenten i von dem Erzeugnis j (Muße bei $j=5$)

x_k : Gesamterzeugnismenge des Unternehmens k

x_{kj} : Inputmenge des Unternehmens k für das Erzeugnis j ³⁴ (Erster Produktionsfaktor jedes Unternehmens bei $j=5$)

l_5 : Die gesamte vorhandene Menge des ersten Produktionsfaktors (konstant)

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{Max. } u_1(q_{11}, q_{12}, q_{13}, q_{14}, q_{15}) \\
 \text{u. N. } u_2(q_{21}, q_{22}, q_{23}, q_{24}, q_{25}) = \bar{u}_2 \\
 q_{11} + q_{21} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = f_1(x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{23}, x_{24}) \\
 q_{12} + q_{22} + x_{12} + x_{32} + x_{42} = f_2(x_{21}, x_{23}, x_{24}, x_{25}) \\
 q_{13} + q_{23} + x_{13} + x_{23} + x_{43} = f_3(x_{31}, x_{32}, x_{34}, x_{35}) \\
 q_{14} + q_{24} + x_{14} + x_{24} + x_{34} = f_4(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{45}) \\
 q_{15} + q_{25} + x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} = l_5 \\
 \dots\dots\dots
 \end{array} \right. \quad (3.1)$$

³⁴ Hier angenommen, daß $x_{kk} = 0$, $x_{kj} \geq 0$ sind.

Nur x_{23} , x_{24} von den Inputmengen der Straßenleistungsindustrie würden technologische externe Effekte auf den Bergbau ausüben. Hier suchen wir eine Regulierungsmaßregel, um diese Effekte zu neutralisieren, die von x_{23} , x_{24} auf die Produktionsmenge des Bergbaus ausgeübt werden. Wir nehmen weiterhin an, daß die Straßenbauindustrie außer den Anlagen des Bergbaus noch weitere erforderliche Grundstücke zur Verfügung hat, um hier die für die Straßenunterhaltung notwendigen Stahlprodukte zu lagern. Dadurch wird die Aktivität des Bergbaus vermindert. Da diese Effekte im allgemeinen durch den Marktmechanismus nicht bewertet werden, sollen sie als negative technologische externe Effekte aufgefaßt werden. In diesem Fall gilt $\frac{\partial f_1}{\partial x_{23}} < 0$ (siehe die Formel (2.7)). Zusätzlich wird noch angenommen, daß die Straßenbauindustrie durch die Straßenunterhaltung mit Einsatz von Zementerzeugnissen eine Verbesserung der Qualität der Leistungsabgabe erreicht. Dabei bleibt das Preisniveau unverändert. Die Benutzungsbedingung für den Bergbau, der sehr häufig die Straßenleistung in Anspruch nimmt, wird verbessert, daher ergeben sich Kosten- sowie Zeitersparnisse usw. In diesem Fall kommt die Beziehung von $\frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} > 0$ zustande. Der Fall von $\frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} > 0$ wird untersucht, um die positiven direkten Effekte der Autobahnleistung zu diskutieren. Dafür soll es sich um Vorteile des Bergbaus handeln, die sich aus einer Verbesserung der Straßenqualität ergeben. Die partielle Ableitung erster Ordnung nach x_{24} läßt sich das Maximumbedingung von dem Modell (3.1) wie folgt beschreiben.

$$p_4 \left(1 - \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4} \right) = p_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_{24}} \quad \dots \quad (3.2)$$

mit $\lambda, p_j (j=1, \dots, 5)$: Lagrangesche Multiplikatoren

Die rechte Seite von (3.2) stellt die marginale Produktivität in bezug auf den Input des Zementerzeugnisses von der Straßenleistungsindustrie dar. Wenn der Preis des Zementprodukts $p_4 \left(1 - \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4} \right)$ ist, dann bietet sich kein Problem in bezug auf die Formel (3.2) vom

Standpunkt der Gleichgewichtsbedingung des Konkurrenzunternehmens. Der betreffende Preis muß jedoch aus volkswirtschaftlicher Sicht p_4 sein. Wenn also eine Regulierungsmaßregel vorbereitet wird, die den Preis des Zementerzeugnisses nur für die Straßenleistungsindustrie $p_4 \left(1 - \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}\right)$ ausgleichen läßt, dann wird die gesamtwirtschaftlich optimale Bedingung erfüllt, aber auch die Formel (3.2) selbst ebenfalls erfüllt. Eine Subvention für den zusätzlichen Input des Zementerzeugnisses von der Strassenbauindustrie muß mit der Rate von $\frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}$ gegeben werden.^{§§}

Der Vorteil des Bergbaus durch die Benutzung der verbesserten Straßen entspricht einer Subvention von $p_4 \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}$, die der Straßenbauindustrie zukommen soll. Dies sind selbstverständlich direkte Effekte. Es sind jedoch Informationen über die Preise und die Produktionsfunktionen erforderlich, um diesen Wert als Geldbetrag quantifizieren zu können. Diese Forderung ist schwer erfüllbar, wir könnten aus unserer Datenbank aber z. B. ein großes Simulationsmodell entwickeln und dieses Modell den Umständen gemäß anwenden. Wenn das politische Problem einer gerechten Einkommensverteilung von anderer Seite berücksichtigt wird, darf das PIGOU' sche Modell auch auf die Messung und Bewertung der direkten Effekte angewandt werden.

2) Allgemeines Gleichgewichtsmodell

In III-1 1) wurde die grundlegende Theorie der PIGOU' schen Tra-

§§ Sei die Subventionsrate r , so entspricht der Preis des Zementerzeugnisses für die Straßenbauindustrie dem folgenden Preis, nämlich dem Marktpreis p_4 minus dem zusätzlichen Preis.

$$p_4 \left(1 - \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}\right) = p_4(1 - r)$$

Daraus läßt sich die Subventionsrate wie folgt berechnen:

$$r = \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}$$

Tabelle 3

Gut \ Konsummenge Input-Outputmenge	Gut			Gesamtproduktionsmenge jedes Unternehmens	Bemerkungen (Nutzenfunktion Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsfunktion Produktionsfunktion)
	Gut 1	Gut j	Gut m		
Konsummenge des 1-sten Konsumenten	q_{11}	$\dots q_{1j}$	$\dots q_{1m}$		$u_1(q_{11}, \dots, q_{1m})$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		
Konsummenge des n-ten Konsumenten	q_{n1}	$\dots q_{nj}$	$\dots q_{nm}$		$u_n(q_{n1}, \dots, q_{nm})$
Gesamtwirtschaftliche Konsummenge	q_1	$\dots q_j$	$\dots q_m$		$W(q_1, \dots, q_m)$
Input-Outputmenge des 1-sten Unternehmens	x_{11}	$\dots x_{1j}$	$\dots x_{1m}$	x_1	$f_1(x_1, \dots, x_r) = 0$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
Input-Outputmenge des r-ten Unternehmens	x_{r1}	$\dots x_{rj}$	$\dots x_{rm}$	x_r	$f_r(x_1, \dots, x_r) = 0$
Ausgangsbestand jedes Gutes	\bar{q}_1	$\dots \bar{q}_j$	$\dots \bar{q}_m$		

wobei q_{ij} : Konsummenge des Konsumenten i nach dem Gut j
 q_j : Gesamtwirtschaftliche Konsummenge nach dem Gut j
 \bar{q}_j : Bestand des Gutes j
 x_k : Gesamtproduktionsmenge des Unternehmens k
 x_{kj} : Input-Outputmenge des Unternehmens k von dem Gut j

$$\begin{pmatrix} x_{kj} > 0 \longrightarrow \text{Output} \\ x_{kj} < 0 \longrightarrow \text{Input} \end{pmatrix}$$

dition durch Verwendung eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells unter sehr restriktiven Nebenbedingungen berücksichtigt. Diese Vereinfachungen begünstigen zwar eine theoretisch schlüssige Aussage, aber sie sind nicht realistisch. Ein allgemeineres Modell zur Messung und Bewertung der technologischen externen Effekte soll im folgenden durch eine Abschwächung der Restriktionen untersucht werden.⁽³⁾

(3) Vgl. NEGISHI [33], YAMADA [47], SOHMEN [41]

In einer Wirtschaft gibt es m -Güter, n -Konsumenten und r -Unternehmen. Alle Unternehmen beschäftigen sich mit der Erzeugung von 1 bis m Gütern. Hier sei angenommen, daß Interdependenzen der Unternehmen in Form technologischer externer Effekte vorliegen. Da die Zahl der Konsumenten diesmal n beträgt, ist es angemessen, die Zielfunktion als gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsfunktion zu bezeichnen.³⁷⁾ Sei das j -te Gut die Leistungsabgabe einer Autobahn. Die Input-Output-Relationen lassen sich wie folgt in Tabelle 3 darstellen.

Unser Gedankengang ist dabei folgender: Zunächst vergleichen wir die Wohlfahrtsmaximierungsbedingungen der in Tabelle 3 dargestellten Wirtschaft mit den Gleichgewichtsbedingungen der Konkurrenzunternehmen, die Differenzen können dann als technologische externe Effekte interpretiert werden.

Die betreffende Wohlfahrtsmaximierungsbedingung läßt sich als Bedingung erster Ordnung des Modells (3.3) beschreiben:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } W(q_1, q_2, \dots, q_m) \\ \text{u. N. } q_j = \sum_{k=1}^r x_{kj} + \bar{q}_j \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad \dots\dots\dots (3.3) \\ f_k(x_1, x_2, \dots, x_r) = 0 \quad (k=1, 2, \dots, r) \end{array} \right.$$

Seien $\alpha_j (j=1, \dots, m)$, $\beta_k (k=1, \dots, r)$ lageangesche Multiplikatoren, so wird die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsmaximierungsbedingung für die Input-Outputmenge für die Autobahnleistung des Unternehmens $s(x_{sj})$ zu:

$$\alpha_j + \sum_{k=1}^r \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}} = \alpha_j + \beta_s \frac{\partial f_s}{\partial x_{sj}} + \sum_{k=1}^{s-1} \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}} + \sum_{k=s+1}^r \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}} = 0 \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

³⁷⁾ Bereits ARROW [2] hat in seinem Theorem auf die Unmöglichkeit der konsistenten Aufstellung einer gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsfunktion hingewiesen, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll. Dennoch erscheint es durchaus angemessen, in einer derartigen Arbeit die Konzeption der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsfunktion vorauszusetzen.

Nun gilt folgende Gleichgewichtsbedingung für die Konkurrenzunternehmen :

$$\alpha_j = \beta_s \frac{\partial f_s}{\partial x_{sj}} \dots\dots\dots (3.5)$$

(s=1, 2, \dots, r)

Aus (3.4) und (3.5) läßt sich $\sum_{k=1}^{s-1} \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}} + \sum_{k=s+1}^r \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}}$ als technologische externe Effekte in bezug auf die Autobahnleistung identifizieren. In diesem Fall ist es auch möglich, diesen Wert als Geldbetrag auszudrücken, wenn genaue Informationen über die Preise und die Produktionsfunktionen sind.

Aber in den Formeln zur Erfassung der technologischen externen Effekte ($p_4 \frac{\partial f_1}{\partial x_{24}} \cdot \frac{p_1}{p_4}$ im PIGOU' schen Modell, und $\sum_{k=1}^{s-1} \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}} + \sum_{k=s+1}^r \beta_k \frac{\partial f_k}{\partial x_{sj}}$ im allgemeinen Gleichgewichtsmodell) sind nicht alle direkten Effekte eingeschlossen. Es handelt sich dabei nur um die direkten Effekte des Produzenten. Wie oben bereits erwähnt, müssen die externen Effekte des Konsumenten also auf andere Weise gemessen werden.^{§§}

III-2 Pekuniäre externe Effekte

Die Konzeption der pekuniären externen Effekte erscheint nach unserem Dafürhalten zur Erfassung und Bewertung z. B. der von HIRSHMAN genannten abgeleiteten Nachfrageeffekte der Verkehrsinvestitionen sowie der Kapazitätseffekte der Produktion etc. schlüssig. Wenn auch die direkten Effekte einer neuen Autobahn selbst im vorliegenden, hier behandelten Fall nicht so groß sein dürften, müssen

§§ Es ist auch möglich, die Konsummenge des Konsumenten zu berücksichtigen, wenn die Produktionsfunktion in Tabell. 3 als $f_s(x_1, \dots, x_r, q_j) = 0$ bezeichnet wird. Aber für eine Anwendung auf die Wirklichkeit ist diese Methode nicht zu empfehlen.

ihre Übertragungsprozesse dennoch sehr genau analysiert werden. Da insbesondere in der japanischen Situation, wo Autobahngebühren erhoben werden, die Investitionseffekte vom Gebührenniveau abhängig sind, erscheint es wichtig, in einem theoretischen Modell die Beziehung zwischen den Investitionseffekten und dem Gebührenniveau zu diskutieren. Das Input-Output-Modell scheint dafür anwendbar. Im folgenden wird die grundlegende Struktur dieses Modells untersucht.⁸⁹

In einer Wirtschaft mit n -Sektoren nehmen wir zunächst an, daß der n -te Sektor die Leistung einer neuen Autobahn anbietet. Die Preise für die einzelnen Sektorleistungen seien p_1, \dots, p_n . Wenn $\frac{p_i}{p_n}$ durch das Input-Output-Modell gemessen werden kann, dann lassen sich die pekuniären externen Effekte erfassen. Selbstverständlich müssen wir dabei auch die in dieser Arbeit ausgeführte Möglichkeit einer Doppelzählung beider Effekte beachten (siehe II-4).

Die Grundidee des hier zu untersuchenden Modells ist folgende: Ein im allgemeinen in der Input-Output-Analyse endogener Sektor wird als exogener Sektor (in unserem Fall ist dies der neue Autobahnleistungssektor) behandelt, und es werden die Produktionsmenge sowie der Preis für die betreffenden Sektorleistung unabhängig bestimmt. Die Beziehung von Input und Output läßt sich in diesem Fall wie in Tabelle 4 darstellen.

Überlegen wir zuerst einmal allgemein. Seien x_i die Gesamtproduktionsmenge des Sektors i , a_{ij} der Input-Koeffizient, und b_i die Nettoproduktionsmenge des Sektors i , so wird das Mengengleichgewicht zu:

$$x_i - \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

⁸⁹ Vgl. YAMADA [47], SUGIYAMA [51]

Tabelle 4

Input-Sektoren Output-Sektoren	Endogene Sektoren				Exogene Sektoren		Produktions- menge
	1	2	.....	$n-1$	n	End- bedarf	
1	$a_{11}x_1$	$a_{12}x_2$	.....	$a_{1n-1}x_{n-1}$	$a_{1n}x_n$	b_1	x_1
2	$a_{21}x_1$	$a_{22}x_2$	.....	$a_{2n-1}x_{n-1}$	$a_{2n}x_n$	b_2	x_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$n-1$	$a_{n-11}x_1$	$a_{n-12}x_2$	.....	$a_{n-1n-1}x_{n-1}$	$a_{n-1n}x_n$	b_{n-1}	x_{n-1}
n	$a_{n1}x_1$	$a_{n2}x_2$	.....	$a_{nn-1}x_{n-1}$	$a_{nn}x_n$	b_n	x_n

wobei x_i : Gesamtproduktionsmenge des Sektors i (40)

a_{ij} : Input-Koeffizient

b_i : Nettoproduktionsmenge des Sektors i

Die Gleichung für das Preisgleichgewicht läßt sich wie folgt beschreiben :

$$p_j - \sum_{i=1}^n a_{ij} p_i = v_j \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Dabei stellt p_j den Preis pro Produktionseinheit des Sektors j dar und v_j den Gewinn der betreffenden Einheit. Die Gleichungen (3.6) und (3.7) stehen in Dualitätsbeziehung zueinander. Beide Gleichungen werden in Matrixschreibweise zu :

$$[E-A]X=b \quad \dots\dots\dots (3.6)'$$

mit $[E-A]$: Leontief-Matrix

$$[E-A']P=V \quad \dots\dots\dots (3.7)'$$

Da es unser Ziel ist, den theoretischen Wert $\frac{\partial p_i}{\partial p_n}$ zu messen, beachten wir zuerst die Gleichung (3.7). Die neue Gleichung des Preisgleichgewichts nach Exogenisierung des „Autobahnsektors“ läßt sich in folgender Form darstellen :

(40) x_n ist keine unbekannte Größe mehr.

$$[E^* - A'^*]P^* = A_i' p_n + V^* \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\text{wobei } [E^* - A'^*] = \begin{pmatrix} 1 - a_{11}, & -a_{21}, & \dots, & -a_{n-11} \\ -a_{12}, & 1 - a_{22}, & \dots, & -a_{n-12} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{1n-1}, & -a_{2n-1}, & \dots, & 1 - a_{n-1n-1} \end{pmatrix}$$

$$P^* = [p_1, p_2, \dots, p_{n-1}]'$$

$$A_i' = [a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn-1}]'$$

$$V^* = [v_1, v_2, \dots, v_{n-1}]'$$

Aus dem fundamentalen Theorem der Nichtnegativitätsbedingung⁴⁰⁾ kommt der *N* Satz zustande, das heißt, $[E^* - A'^*]$ stellt die singuläre Matrix dar und gleichzeitig existiert die nicht-negative Inverse dieser Matrix :

$$[E^* - A'^*]^{-1} = [\bar{a}_{ji}^*] = \bar{A}'^* \dots\dots\dots (3.9)$$

Nachdem die beiden Seiten der Gleichung (3.8) mit (3.9) von links multipliziert wird, differenzieren wir das Ergebnis nach p_n .

$$\frac{\partial P^*}{\partial p_n} = \bar{A}'^* A_i \dots\dots\dots (3.10)$$

(3.10) stellt den Effekt einer Schattenpreisänderung des neuen Autobahnleistungssektors auf die Preisänderung der endogenen Sektor dar.

41) Das fundamentale Theorem der Nichtnegativitätsbedingung läßt sich im folgenden darstellen ;

Über das lineare Gleichungssystem $PX = q$ (wobei $p_{ij} \leq 0, i \neq j$) sind die folgenden vier Sätze gleichwertig.

- | | |
|--|---|
| S Satz
(strong condition) | : $\forall q \geq 0, \exists X (\geq 0)$ |
| N Satz
(non-negatively
inversible condition) | : Matrix P ist singulär und gleichzeitig existiert die nicht-negativ inverse Matrix $P^{-1} \geq 0$. |
| W Satz
(weak condition) | : $\exists q > 0, \exists X (\geq 0)$ |
| H Satz
(Hawkins-Simons' Condition) | : Alle Hauptminoren der Matrix P sind positiv. |

Für diese Annahme hat NIKAIDO [34] den Beweis geführt, worauf hier besonders hingewiesen werden soll.

Nun wird diesmal die Gleichung des Mengengleichgewichts berücksichtigt, um die Formel (3.10) konkreter zu fassen. Wie die Gleichung (3.8) wird auch die neue Gleichung des Mengengleichgewichts wie folgt dargestellt:

$$[E^* - A^*]X^* = b^* \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

$$\text{wobei } [E^* - A^*] = \begin{pmatrix} 1 - a_{11}, & -a_{12}, & \dots, & -a_{1n-1} \\ -a_{21}, & 1 - a_{22}, & \dots, & -a_{2n-1} \\ \vdots & & & \\ -a_{n-11}, & -a_{n-12}, & \dots, & 1 - a_{n-1n-1} \end{pmatrix}$$

$$X^* = [x_1, x_2, \dots, x_{n-1}]'$$

$$b^* = [a_{1n}x_n + b_1, a_{2n}x_n + b_2, \dots, a_{n-1n}x_n + b_{n-1}]'$$

Aus dem *N* Satz in (3.6)' und (3.11) sind $[E - A]$ sowie $[E^* - A^*]$ die singuläre Matrix und ihre inverse Matrizes nichtnegativ.

$$[E - A]^{-1} = [\bar{a}_{ij}] = \bar{A} \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

$$[E^* - A^*]^{-1} = [\bar{a}'_{ij}] = \bar{A}' \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

Mit den Matrizes von (3.6)', (3.11), (3.12) und (3.13), sowie der Eigenschaft $[E - A][E - A]^{-1} = E$ läßt sich (3.14) berechnen.⁽⁴²⁾

$$\begin{bmatrix} [E^* - A^*]\bar{A} - A_j\bar{A}_i, & [E^* - A^*]\bar{A}_j - A_j\bar{a}_{nn} \\ [-A_i\bar{A} + (1 - a_{nn})\bar{A}_i, & -A_i\bar{A}_j + (1 - a_{nn})\bar{a}_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E^* & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\text{mit } A_j = [a_{1n}, a_{2n}, \dots, a_{n-1n}]', \quad A_i = [a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn-1}]$$

$$\bar{A}_j = [\bar{a}_{1n}, \bar{a}_{2n}, \dots, \bar{a}_{n-1n}]', \quad A_i' = [\bar{a}_{n1}, \bar{a}_{n2}, \dots, \bar{a}_{nn-1}]$$

$$\begin{aligned} (42) \quad & [E - A][E - A]^{-1} \\ & = \begin{pmatrix} 1 - a_{11}, & -a_{12}, & \dots, & -a_{1n-1}, & -a_{1n} \\ -a_{21}, & 1 - a_{22}, & \dots, & -a_{2n-1}, & -a_{2n} \\ \vdots & & & & \\ -a_{n-11}, & -a_{n-12}, & \dots, & 1 - a_{n-1n-1}, & -a_{n-1n} \\ -a_{n1}, & -a_{n2}, & \dots, & -a_{nn-1}, & 1 - a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{a}_{11}, & \bar{a}_{12}, & \dots, & \bar{a}_{1n-1}, & \bar{a}_{1n} \\ \bar{a}_{21}, & \bar{a}_{22}, & \dots, & \bar{a}_{2n-1}, & \bar{a}_{2n} \\ \vdots & & & & \\ \bar{a}_{n-11}, & \bar{a}_{n-12}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1}, & \bar{a}_{n-1n} \\ \bar{a}_{n1}, & \bar{a}_{n2}, & \dots, & \bar{a}_{nn-1}, & \bar{a}_{nn} \end{pmatrix} \\ & = \begin{pmatrix} E^* - A^* & -A_j \\ -A_i & 1 - a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{A} & \bar{A}_j \\ \bar{A}_i & \bar{a}_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & 0 & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E^* & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} \bar{a}_{11}, & \bar{a}_{12}, & \dots, & \bar{a}_{1n-1} \\ \bar{a}_{21}, & \bar{a}_{22}, & \dots, & \bar{a}_{2n-1} \\ \vdots & & & \\ \bar{a}_{n-11}, & \bar{a}_{n-12}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1} \end{pmatrix}$$

Aus (3.14) ergibt sich die nächste Formel:⁽³⁾

$$\bar{A}^* = \hat{A} - \frac{\bar{A}_j \bar{A}_i}{\bar{a}_{nn}} \dots \dots \dots (3.19)$$

(3.19) läßt sich auch allgemein verständlich in folgender Form darstellen.⁽⁴⁾

$$\bar{a}_{ij}^* = \bar{a}_{ij} - \frac{\bar{a}_{in} \bar{a}_{nj}}{\bar{a}_{nn}} \dots \dots \dots (3.19)'$$

Hier berechnen wir $\frac{\partial p_i}{\partial p_n}$. Dazu wird zunächst (3.19) in (3.10) eing-

⁽³⁾ (3.14) läßt sich wie folgt umschreiben:

$$[E^* - A^*] \hat{A} - A_j \bar{A}_i = E^* \dots \dots \dots (3.15)$$

$$[E^* - A^*] \bar{A}_j - A_j \bar{a}_{nn} = [0] \dots \dots \dots (3.16)$$

$$-A_i \hat{A} + (1 - a_{nn}) \bar{A}_i = [0] \dots \dots \dots (3.17)$$

$$-A_i \bar{A}_j + (1 - a_{nn}) \bar{a}_{nn} = 1 \dots \dots \dots (3.18)$$

Durch die Einsetzung von A_j in (3.15) ergibt sich die nächste Gleichung:

$$[E^* - A^*] \left(\hat{A} - \frac{\bar{A}_j \bar{A}_i}{\bar{a}_{nn}} \right) = E^*$$

Wenn beide Seiten dieser Gleichung mit der inversen Matrix $[E^* - A^*]^{-1}$ ($= \bar{A}^*$) von links multipliziert werden, kommt die nächste zustande:

$$[E^* - A^*]^{-1} [E^* - A^*] \left(\hat{A} - \frac{\bar{A}_j \bar{A}_i}{\bar{a}_{nn}} \right) = [E^* - A^*]^{-1} E^*$$

Damit läßt sich (3.19) berechnen.

⁽⁴⁾ (3.19) wird genauer in folgender Form dargestellt:

$$\begin{pmatrix} \bar{a}_{11}^*, & \bar{a}_{12}^*, & \dots, & \bar{a}_{1n-1}^* \\ \vdots & & & \\ \bar{a}_{n-11}^*, & \bar{a}_{n-12}^*, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1}^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{a}_{11}, & \bar{a}_{12}, & \dots, & \bar{a}_{1n-1} \\ \vdots & & & \\ \bar{a}_{n-11}, & \bar{a}_{n-12}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1} \end{pmatrix} - \frac{\begin{pmatrix} \bar{a}_{1n} \\ \vdots \\ \bar{a}_{n-1n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{a}_{n1}, & \dots, & \bar{a}_{nn-1} \end{pmatrix}}{\bar{a}_{nn}}$$

$$= \begin{pmatrix} \bar{a}_{11}, & \bar{a}_{12}, & \dots, & \bar{a}_{1n-1} \\ \vdots & & & \\ \bar{a}_{n-11}, & \bar{a}_{n-12}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1} \end{pmatrix} - \frac{\begin{pmatrix} \bar{a}_{1n} \bar{a}_{n1}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n} \bar{a}_{n1} \\ \vdots & & \\ \bar{a}_{1n} \bar{a}_{nn-1}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n} \bar{a}_{nn-1} \end{pmatrix}}{\bar{a}_{nn}}$$

Das i - j -te Element dieser Form gibt uns den allgemeinen Ausdruck (1.19)'.

esetzt:

$$\frac{\partial P^*}{\partial p_n} = \left(\hat{A} - \frac{\bar{A}_j \bar{A}_i}{\bar{a}_{nn}} \right) A_i' \quad \dots \quad (3.20)$$

dann wird das i - j -te Element der Formel (3.30) nach j von 1 bis $n-1$ aggregiert:

$$\frac{\partial p_i}{\partial p_n} = \sum_{j=1}^{n-1} \left(\bar{a}_{ji} - \frac{\bar{a}_{jn} \bar{a}_{ni}}{\bar{a}_{nn}} \right) a_{nj} \quad \dots \quad (3.21)$$

(3.17) und (3.18) lassen sich desweiteren wie folgt darstellen:⁽⁴⁵⁾

$$\sum_{j=1}^n -a_{nj} \bar{a}_{ji} + \bar{a}_{ni} = 0 \quad \dots \quad (3.17)'$$

$$\sum_{j=1}^n -a_{nj} \bar{a}_{jn} + \bar{a}_{nn} = 1 \quad \dots \quad (3.18)'$$

Durch die Veränderung des Sigmas $\sum_{j=1}^{n-1}$ mit $\sum_{j=1}^n$ ergibt sich (3.21)':

$$\frac{\partial p_i}{\partial p_n} = \sum_{j=1}^n \left(\bar{a}_{ji} - \frac{\bar{a}_{jn} \bar{a}_{ni}}{\bar{a}_{nn}} \right) a_{nj} - \left(\bar{a}_{ni} - \frac{\bar{a}_{nn} \bar{a}_{ni}}{\bar{a}_{nn}} \right) a_{nn}$$

(45) Zu (3.17):

$$\begin{aligned} & -A_i \bar{A} + (1 - a_{nn}) \bar{A}_i \\ & = [-a_{n1}, -a_{n2}, \dots, -a_{nn-1}] \begin{bmatrix} \bar{a}_{11}, & \bar{a}_{12}, & \dots, & \bar{a}_{1n-1} \\ \bar{a}_{21}, & \bar{a}_{22}, & \dots, & \bar{a}_{2n-1} \\ \vdots & & & \\ \bar{a}_{n-11}, & \bar{a}_{n-12}, & \dots, & \bar{a}_{n-1n-1} \end{bmatrix} \\ & \quad + (1 - a_{nn}) [\bar{a}_{n1}, \bar{a}_{n2}, \dots, \bar{a}_{nn-1}] \\ & = [-a_{n1} \bar{a}_{11} - a_{n2} \bar{a}_{21} - \dots - a_{nn-1} \bar{a}_{n-11}, \dots, \\ & \quad -a_{n1} \bar{a}_{1n-1} - a_{n2} \bar{a}_{2n-1} - \dots - a_{nn-1} \bar{a}_{n-1n-1}] \\ & \quad + [\bar{a}_{n1}, \bar{a}_{n2}, \dots, \bar{a}_{nn-1}] + [-a_{nn} \bar{a}_{n1} - a_{nn} \bar{a}_{n2} - \dots - a_{nn} \bar{a}_{nn-1}] \\ & = \left[\sum_{j=1}^n -a_{nj} \bar{a}_{j1}, \dots, \sum_{j=1}^n -a_{nj} \bar{a}_{jn-1} \right] + [\bar{a}_{n1}, \bar{a}_{n2}, \dots, \bar{a}_{nn-1}] \\ & = [0, \dots, 0] \end{aligned}$$

Der allgemeine Ausdruck (3.17)' wird durch das i - j -te Element gebildet.

Zu (3.18):

$$\begin{aligned} -A_i \bar{A}_j + (1 - a_{nn}) \bar{a}_{nn} & = [-a_{n1}, -a_{n2}, \dots, -a_{nn-1}] [\bar{a}_{1n}, \bar{a}_{2n}, \dots, \bar{a}_{n-1n}]' \\ & \quad + \bar{a}_{nn} - a_{nn} \bar{a}_{nn} \\ & = \sum_{j=1}^n -a_{nj} \bar{a}_{jn} + \bar{a}_{nn} = 1 \end{aligned}$$

$$= \sum_{j=1}^n a_{nj} \bar{a}_{ji} - \sum_{j=1}^n a_{nj} \bar{a}_{jn} \frac{\bar{a}_{ni}}{\bar{a}_{nn}} \dots\dots\dots (3.21)'$$

Die Einsetzung von (3.14)' und (3.15)' in (3.21)' läßt (3.22) zustandekommen.

$$\frac{\partial p_i}{\partial p_n} = \frac{\bar{a}_{ni}}{\bar{a}_{nn}} \dots\dots\dots (3.22)$$

Der Effekt einer Preisänderung des „Autobahnsektors“ auf die Preisänderung des i -Sektors läßt sich als Quotient des n - i -ten Elements und des n - n -ten Elements der Leontief-inversen Matrix darstellen. Es ist jedoch in der Praxis schwierig, diese Leontief-inverse Matrix zu ermitteln. Wenn eine modifizierte Input-Output-Tabelle, die den neuen Autobahnleistungssektor aus der bestehenden regionalen Input-Output-Tabelle als exogenen Sektor herauszieht, verfügbar wäre, dann könnte die betreffende Matrix vom Standpunkt der vergleichenden Wirtschaftsgeschichte behandelt werden.

Dieses Modell deutet eine Möglichkeit der monetären Bewertung des Effekts der Änderung des Gebührenniveaus für die Nutzung einer Autobahn auf die Preisänderung Sektoren. Aus diesem Grunde wäre dieses Modell zur praktischen Messung und Bewertung der Verkehrsinvestitionseffekte nützlich, selbst wenn die Preise des exogenen Sektors nach unseren bisherigen Erfahrungen nur annähernd ermittelt werden könnten, und zwar unter der Voraussetzung, daß die betreffende Input-Output-Tabelle verfügbar sei.⁺

Abschließen soll die Diskussion über die theoretischen Modelle dieses

⁺ Erst nach Abschluß der vorliegenden Arbeit ist dem Verfasser für diese Frage wichtige neue Abhandlung von

Lowe, P. D. „Pricing Problems in an Input-Output Approach to Environment Protection“, The Review of Economics and Statistics, Vol. LXI, No. 1, Febr. 1979.

bekannt geworden. Auf sie soll in der nächsten Arbeit des Verfassers näher eingegangen werden.

Kapitels kurz zusammengefaßt werden. Da die Konzeption der pekuniären externen Effekte von SCITOVSKY von uns anerkannt worden ist, stellt das Input-Output-Modell in diesem Sinne eine angemessene Methode zur Bewertung der gesamten Wirkungen von Verkehrsinvestitionen dar. Demgegenüber muß u. a. die Reduzierung von Verkehrsstauungen auf der bestehenden Straße, die durch Autobahninvestitionen bewirkt werden kann, usw. auf andere Weise gemessen werden (siehe II-4). Vom Standpunkt der Input-Output-Analyse aus muß stets „das Problem, die Effekte ohne Ausnahme zu aggregieren“ beachtet werden. Demgegenüber muß in dem Modell zur Erfassung technologischer externer Effekte „das Problem des Übertragungsprozesses und der Übertragungsgröße der direkten Effekte“ eingehend berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang muß auch die Frage einer möglichen Doppelzählung geprüft werden. Daher bietet sich eine kombinierte Anwendung beider Methoden an.

SCHLUSSDEMERKUNG

In der vorliegenden Arbeit haben wir zunächst versucht, öffentliche Verkehrsinvestitionseffekte als gesamtwirtschaftliche Rente zu erfassen. Es wurde dabei festgestellt, daß einige Voraussetzungen angenommen werden müssen: die Bedingung der Konstanz des Grenznutzens des Einkommens im partiellen Gleichgewicht sowie der Konstanz der Einkommenselastizität der Nachfrage in der allgemeinen Gleichgewichtsanalyse. Da es darüberhinaus tatsächlich schwierig ist, die der Rentenanalyse zugrundeliegende gesamte Nachfragekurve nach Verkehrsleistungen darzustellen, so wurde in der Praxis eine vereinfachte Methode, die einzelnen Effekte aus Verkehrsinvestitionen aufzuzählen, unterstellt. Auf die Verwendung einer theoretischen Methode wurde verzichtet.

Direkte und indirekte Effekte aus dem Bau und Betrieb einer Auto-

bahn wurden als externe Effekte bezeichnet. Nach der Begriffsdefinition der externen Effekte von SCITOVSKY haben wir die Konzeption der pekuniären Effekte indirekten Effekten gleichgesetzt. Dem Problem der vollständigen Aufzählung der Investitionseffekte und der Vermeidung von Doppplzählungen wurde in diesem Fall besonderes Augenmerk gewidmet.

Zuletzt wurden die von unserem Standpunkt bereits entwickelten Modelle auf die Messung und Bewertung dieser Effekte angewandt. Wir haben allgemeine Gleichgewichtsmodelle zur theoretischen Fassung technologischer externer Effekte sowie ein Input-Output-Modell für pekuniäre externe Effekte unter sucht.

Es wurde festgestellt, daß der Entwurf eines theoretischen Modells zur Ad-hoc-Messung von Verkehrsinvestitionseffekten ohne Ausnahme oder Doppelzählung schwierig ist. In dieser Arbeit haben wir die Möglichkeit von Modellkonstruktionen keinesfalls abgelehnt. Da aber die Verkehrswissenschaft eine angewandte Wissenschaft ist, sollten wir uns nicht nur mit der theoretischen Modellanalyse befassen. Die theoretische Vervesserung der bestehenden praktischen Methoden ist noch weiter zu entwickeln.

Verkehrsplanungen sind in nicht geringem Umfang durchgeführt und die betreffenden Daten auch gesammelt worden. Aus diesen Daten über die Preise sowie die sektoralen Produktionsfunktionen ließe sich ein umfangreiches Simulationsmodell konstruieren, das eine differenzierte Analyse externen Effekte zulassen würde.

Die vorliegende Untersuchung stellt gewissenmaßen die methodisch-theoretischen Vorüberlegungen hierfür dar. Unsere nächste Aufgabe wird die Entwicklung eines exakten Modells sein.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] ADLER, H. A.: Economic Evaluation of Transport Projects, in FROMM, G. ed. Transport Investment and Economic Development, 1965
- [2] ARROW, K. J.: Social Choice and Individual Values, 2 nd. ed. 1963
- [3] BOADWAY, R. W.: The Welfare Foundation of Cost-Benefit Analysis, in: Economic Journal, Dec. 1974
- [4] BURNS, M. E.: A Note on the Concept and Measurement of Consumer's Surplus, in: American Economic Review, June 1973
- [5] DODGSON, J. R.: External Effects and Secondary Benefits in Road Investment Appraisal, in: Journal of Transport Economics and Policy, May 1973
- [6] DUPUIT, J. J. E. J.: De la mesure de l'utilité des travaux publics, in: Annales des Ponts et Chaussées, 1844- engl. Übersetzung: On the Measurement of Public Works, in: International Economic Papers, No. 2, 1952
- [7] FOSTER, C. D. and BEESLEY, M. E.: Estimating the Social Benefit of Constructing an Underground Railway in London, in: Journal of Royal Statistical Society, Series A. 126, 1963
- [8] HENDERSON, J. M. and QUANDT, R. E.: Microeconomic Theory, 2 nd. ed. 1971
- [9] HICKS, J. R.: Value and Capital, 2 nd. ed. 1946
- [10] HIRSHMAN, A. O.: The Strategy of Economic Development, 1958
- [11] HOTELLING, H.: The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates, in: Econometrica, July 1938
- [12] IMAI, K. mit anderen: Kakaku-Riron I, 1971
- [13] IMAI, K. mit anderen: Kakaku-Riron II, 1971
- [14] KAHN, R. F.: Some Notes on Ideal Output, in: Economic Journal, March 1935
- [15] KAIZUKA, K.: Zaisei-Shishitsu no Keizai-Benseki, 1971
- [16] KENNTNER, W.: Zur Theorie einer intergrierten Preis- und Investitionspolitik im Verkehr, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 1972
- [17] KOHNO, H.: Kōkyō-Tōshi no dōgakuteki saiteki Hensei, 1968
- [18] KOHNO, H.: Kōtsū-Tōshi no Keizai-Kōka, in: OKANO, Y. and YAMADA, H. ed. Kōtsū-Keizaigaku Kōgi, 1974
- [19] KOHNO, H.: Kōkyō-Tōshi no kansetsu Keizai-Kōka, 1976
- [20] KOHNO, H.: Jidōsha-Kōtsū no shakaiteki Beneki, in: KONNO, G. and OKANO, Y. ed. Gendai Jidōsha-Kōtsūron, 1979
- [21] KOMIYA, R. and MURAKAMI, Y.: Chika-Taisaku no Kihon-Mondai in: SAEKI, N. and KOMIYA, R. ed. Nihon no Tochi-Mondai, 1972
- [22] KOMIYA, R.: Gendai Nihon-Keizai Kenkyū, 1975
- [23] KUMAGAI, H.: Gaibu-Keizai, Kinsei-Seichō oyobi Tōshi-Kijun, 1959
- [24] MARGOLIS, J.: Secondary Benefits, External Economies, and the Justification of Public Investment. RES Aug. 1957
- [25] MARSHALL, A.: Principles of Economics, 8 th. ed. 1925

- [26] MICHASKI, W. : Infrastrukturpolitik im Engpaß, 1966
- [27] MOHRING, H. and HARWITZ, M. : Highway Benefits, 1962
- [28] MOHRING, H. : Urban Highway Investment, in : DORFMAN, R. ed. Measuring Benefits of Government Investment, 1965
- [29] NAKAMURA, M. : Saiteki Tōshi-Haibun to Kakaku-Kikō, in : Keizaigakuronshū, Vol. 35, No. 4, 1970
- [30] NAKAMURA, M. : Dōro-Ryōkin no Kettei Kijun to Dōro-Tōshi no Keizai-Kōka, in : OHTSUKA, KOMIYA, OKANO ed. Chiiki-Keizai to Kōtsu, 1977
- [31] NAKAMURA, M. : Kōkyō-Unchin-Seisaku no Kihon-Mondai, in : Journal of Japan Academy of Transportation Economics, 1972
- [32] NAKAMURA, M. : Hiyō-Beneki Bunseki, 1979
- [33] NEGISHI, T. : Kakaku to Haibun no Riron, 1963
- [34] NIKAIDO, H. : Introduction to Sets and Mapping in Modern Economics, 1960
- [35] PEARCE, D. W. : Cost-Benefit Analysis, 1971
- [36] PREST, A. R. and TURVEY, R. : Cost-Benefit Analysis : A. Surney, in : Economic Journal, Dec. 1965
- [37] PUSCH, R. H. : Ökonomie des Faktors Zeit im Personenverkehr, 1972
- [38] SAKASHITA, N. : Kōsoku Didōsha-Dōro no Keizai-Kōka Keisoku-Hōhō no Saikentō, in : Expressways and Automobiles, Vol. 14, No. 3, 1971
- [39] SCITOVSKY, T. : Two Concepts of External Economies, in : Journal of Political Economy, April 1964
- [40] SILBERBURG, E. : Duality and the Many Consumers Surplus, American Economic Review, June 1973
- [41] SOHMEN, E. : Allokationstheorie und Wirtschaftspolitik, 1976
- [42] St. CLAIR, G. P. and LIEDER, N. : Evaluation of Unit Cost of Time and Strain and Discomfort Cost of Non Uniform Driving in : Highway Research Board, Special Report 56, 1960
- [43] VOIGT, F., LASCHET, W. und WITTE, H. : Bestimmung der Versorgungs- und Erschließungsqualität von Fernverkehrsleistungen, 1976
- [44] WALTERS, A. A. : The Theory of Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion, in : Econometrica, 1961
- [45] WASEDA UNI. : Kaihatsu-Kōtsūryō no Kenkyū, 1959
- [46] WASEDA UNI. : Yūhatsu-Kōtsūryō Santei-MODEL ni kansuru Kenkyū, 1966
- [47] YAMADA, H. : Gaibu-Keizai to Kōtsū-Tōshi-Kōka, in : Keizaironshū, Vol. 103, No. 4, 1969
- [48] YAMADA, H. : Shakai-Shihon no Keizai-Kōka ni tsuite, in Keizaironshū, Vol. 116, No. 1. 2, 1975
- [49] SUGIYAMA, M. : Jikan-Beneki no Santei-Hōhō, 1977
- [50] SUGIYAMA, M. : Preisbildung öffentlicher Unternehmen im Verkehrssektor, 1979
- [51] SUGIYAMA, M. : Grundtheorie der Input-Output-Analyse, in Vorbereitung