

Grundsätzliche Überlegungen zur Projektbewertung am Beispiel des Straßenbaus*

Von Urs Schweizer

Diese Arbeit handelt von der Nutzenbewertung öffentlicher Aufwendungen für Leistungen, die die Eigenschaft intermediärer Güter haben. Im Vordergrund stehen dabei Straßenbauinvestitionen, die als Vorleistungen für die Fertigung des transportierten absatzbereiten Endprodukts aufgefaßt werden. Der Nutzen fällt hier in Form gesenkter Beförderungskosten an. Das beobachtbare Verkehrsvolumen vor und nach Ausbau wird für die Wohlfahrtsanalyse anhand verschiedener mikroökonomischer Modelle gedeutet. Die Nutzenbewertungen weichen je nach Modell in systematischer Weise voneinander ab und zwar selbst in den Fällen (verschwindende Einkommenselastizitäten), wo die Konsumentenrente als Fläche unter der Nachfragekurve einen verlässlichen Nutzenindikator darstellt.

Einleitung

Die Wirtschaftstheorie beschäftigt sich in zunehmendem Maß mit der Frage, unter welchen Umständen ein Versagen des sich selbst überlassenen Marktes zu vermuten sei. Dem Hinweis auf Marktversagen sollten dann natürlich Korrekturvorschläge folgen. Beiträge dazu haben sowohl die Theorie der Eigentumsrechte als auch die Public Choice-Theorie geliefert, wo es um die Entwicklung von Allokationsmechanismen geht, bei denen eine Enthüllung der subjektiven Präferenzen auch unter nicht-kooperativem Verhalten zu erwarten ist¹.

In der Praxis allerdings reagiert man auf Marktversagen immer noch vornehmlich mit direkteren staatlichen Eingriffen, bis hin zur Übernahme der Produktion oder Bereitstellung durch den Staat. Bei dieser Form des Eingriffs spielt die Wohlfahrtsanalyse eine wichtige Rolle, ermöglicht sie doch eine Bewertung staatlicher Investitionsentscheidungen und der Alternativen bei Preis- und Gebührengestaltung.

In der vorliegenden Arbeit sollen einige grundsätzliche Überlegungen zur Methode der Wohlfahrtsanalyse angestellt werden. Dabei be-

* Referat gehalten anlässlich der Herbstsitzung 1982 des Theoretischen Ausschusses des Vereins für Socialpolitik. Der Autor dankt den Teilnehmern für zahlreiche Anregungen.

¹ Vgl. Green/Laffont (1979).

schränken wir uns auf Probleme bei der Bewertung von Aufwendungen für Leistungen in Form von Bereitstellung intermediärer Güter. In Anlehnung an *Musgrave, Musgrave und Kullmer* (1975) soll das Beispiel des Straßenbaus im Vordergrund stehen. Die entsprechenden Investitionen werden dabei als Vorleistungen bei der Fertigung des transportierten absatzbereiten Endprodukts verstanden.

Das betrachtete Problem ist angesiedelt im Bereich zwischen den Extremfällen rein privater und rein öffentlicher Güter. Im Falle rein privater Güter wird sinnvollerweise ein Stückpreis erhoben. Das beobachtbare Nachfrageverhalten läßt Rückschlüsse auf die subjektiven Präferenzen zu und es ergibt sich die Möglichkeit, Ausgestaltungen der Tarifpolitik mithilfe der Konsumentenrente zu bewerten². Eine unkritische Verwendung der Konsumentenrente als Wohlstandsindikator birgt allerdings einige Gefahren in sich, wie wir noch deutlich sehen werden.

Im Falle öffentlicher Güter hingegen ist es äußerst schwierig, aus irgend welchem Marktverhalten Information über die subjektiven Präferenzen abzuleiten, es sei denn, diese Güter spielen die Rolle von Zwischenprodukten. Hier besteht dann die Möglichkeit, aufgrund von Angebot- und Nachfrageverhalten auf den Märkten der betroffenen Endprodukte eine Nutzenbewertung vorzunehmen.

Im gewählten Beispiel des Straßenbaus ist das Verkehrsvolumen in Abhängigkeit der Ausbaustufe zu beobachten. Die Nachfrage wird hier — sieht man von Straßenzöllen ab — nicht über einen Preis-, sondern einen Rationierungsmechanismus geregelt. Das Verkehrsvolumen erklärt sich unter anderem aufgrund des Verstopfungsgrades.

Als Projekt steht der Ausbau des Straßennetzes zwischen zwei Städten zur Bewertung aus. Der Ausbau würde die Fahrtkosten der Benutzer vermindern, wäre aber mit Investitionskosten verbunden. Das folgende Datenmaterial, so wollen wir unterstellen, stehe für eine Wohlfahrtsanalyse zur Verfügung. Bekannt sei das gegenwärtige Verkehrsvolumen sowie zu erwartende Veränderungen bei einer oder verschiedenen möglichen Ausbaustufen. Die Ausgabenhöhe f für Investitionen in den Straßenbau (Rentenpreis) möge dabei die Ausbaustufe charakterisieren. Mit $X(f)$ wird das zur Ausbaustufe f gehörige Verkehrsvolumen bezeichnet.

Ferner stehe Information bereit, was die durchschnittlichen Fahrtkosten in Abhängigkeit von Verkehrsvolumen und Ausbaustufe betrifft. Diese Kosten fallen direkt bei den Benutzern an. Sie betragen pro Fahrt bei einem Verkehrsvolumen x und einer Ausbaustufe f insgesamt

² Siehe etwa *Neumann/Schweizer/v. Weizsäcker* (1982).

$A(x, f)$ Geldeinheiten. Wir nehmen an, daß diese Kosten mit wachsendem Verkehrsvolumen infolge von Verstopfungseffekten steigen, daß sie aber bei konstantem Verkehrsvolumen mit steigenden Investitionsaufwendungen fallen. Vorausgesetzt wird also, daß

$$A_x(x, f) > 0 \text{ und } A_f(x, f) < 0 .$$

Das eben beschriebene Datenmaterial muß nun einer Wohlfahrtsanalyse unterzogen werden, deren Ziel die Bewertung verschiedener Ausbaustufen ist. Wir wollen zunächst die traditionelle Behandlung des Problems mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse schildern³. Das Vorgehen kann anhand von Abb. 1 erläutert werden.

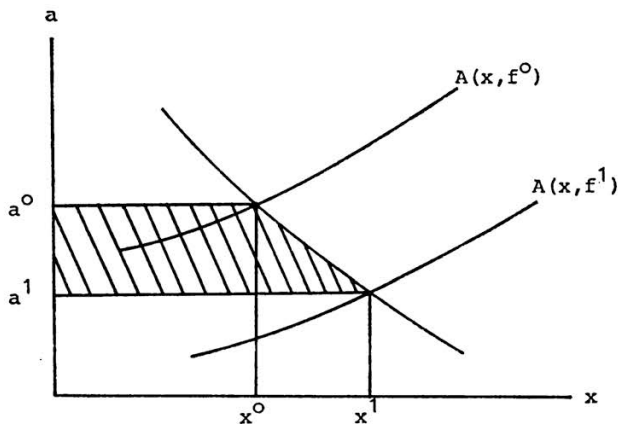


Abb. 1: Zur traditionellen Berechnung des Nutzengewinns

Auf der horizontalen Achse werden das Verkehrsvolumen x , auf der vertikalen Achse die Kosten a pro Fahrt abgetragen. Bei der gegenwärtigen Ausbaustufe f^0 ist ein Verkehrsvolumen $x^0 = X(f^0)$ zu beobachten. Die Kosten pro Fahrt betragen somit $a^0 = A(x^0, f^0)$.

Zur Diskussion stehe ein Ausbau $\Delta f = f^1 - f^0$, der ein neues Verkehrsvolumen $x^1 = X(f^1)$ bei durchschnittlichen Fahrtkosten $a^1 = A(x^1, f^1)$ zur Folge hätte. Der Nutzengewinn ΔN , aufgefaßt als Veränderung der Konsumentenrente, entspricht nach Musgrave et al.⁴ der in Abb. 1 schraffierten Fläche. Bei linearer „Nachfrage“ berechnet er sich zu

$$(1) \quad \Delta N = (a^0 - a^1)(x^0 + x^1) / 2 .$$

³ Vgl. Musgrave et al. (1975), 230 - 242.

⁴ Vgl. ebenda, 233.

Für empirische Zwecke wird diese Gleichung als Näherungsformel oft auch in den Fällen verwendet, wo die Hypothese einer linearen Nachfragefunktion in Ermangelung genauerer Daten ungetestet bleiben muß.

Der Nutzengewinn ΔN ist schließlich mit den zusätzlichen Kosten Δf zu vergleichen. Übersteigt der Gewinn die Kosten, d. h. $\Delta N > \Delta f$, so wird der Ausbau empfohlen. Anderenfalls sollte man davon absehen.

Die Methode erscheint attraktiv, führt sie doch bei verhältnismäßig geringem Datenaufwand zu einer Entscheidung. Sie ist aber ohne zusätzliche Überlegungen, wie sich zeigt, doch recht problematisch.

Nicht nur erweist sich die Konsumentenrente immer wieder als wenig brauchbarer Nutzenindikator⁵, sondern die Wohlfahrtsanalyse wird auch dadurch erschwert, daß das Datenmaterial oft unsichtbare Spuren des Allokationsmechanismus trägt. So mag eine widerspruchsfreie Deutung eines vorgegebenen Datensatzes im Rahmen sowohl vollständiger Konkurrenz als auch monopolistischer Verzerrung sein. Das Ergebnis der Wohlfahrtsanalyse kann aber unter Umständen entscheidend von der jeweiligen Deutung abhängen.

In unserem Beispiel wäre zu berücksichtigen, daß die Straßenbenutzung externe Kosten verursacht. Ob dabei ein Effizienzverlust entsteht, hängt vom Verhalten der Benutzer ab. Als Gedankenexperiment werden wir uns vorstellen, daß die Externalität durch Absprache oder Selbstbeschränkung möglicherweise internalisiert wird, ohne daß der Wohlfahrtsanalytiker darüber verlässliche Informationen besitzt. Er muß dann je nach Hypothese über die Internalisierung die Kosten und Nutzen unterschiedlich bewerten. Als Resultat dieser Arbeit stellt sich heraus (siehe Abschnitt 2 und 3), daß die Bewertungen in systematischer Weise voneinander abweichen werden.

Man kann hier berechtigterweise einwenden, die Internalisierung sei bei der Vielzahl der Straßenbenutzer unwahrscheinlich. Das Gedankenexperiment ist deshalb auch eher unter einem didaktischen Gesichtspunkt zu sehen. Aber, selbst wenn man darauf beharrt, daß die Externalität bestehen bleibt, existieren verschiedene Möglichkeiten der Deutung. Wiederum könnte man systematische Abweichungen bei der Projektbewertung feststellen (siehe auch Abschnitt 1).

Wir werden insgesamt drei verschiedene mikroökonomische Modelle einführen, die alle die beobachteten Daten, d. h. das Verkehrsvolumen in Abhängigkeit der Ausbaustufe, zu erzeugen vermögen und die Ausgabenbewertung einer Indifferenzkurvenanalyse zugänglich machen.

⁵ Vgl. *Chipman/Moore* (1976).

Die Modelle I und II unterstellen eine Ein-Konsumenten-Ökonomie oder, was formal äquivalent ist, eine Ökonomie mit mehreren identischen Konsumenten. Modell III trägt dem Umstand Rechnung, daß die Daten realistischerweise durch das Zusammenwirken des Verhaltens unterschiedlicher Konsumenten zustande kommen. Bei den Modellen I und III bleibt die Externalität bestehen, bei Modell II wird sie internalisiert.

Eine Rechtfertigung der oben geschilderten traditionellen Kosten-Nutzen-Analyse ist im wesentlichen nur im Rahmen von Modell I möglich, wenn außerdem die Verkehrsnachfrage als einkommensunabhängig vorausgesetzt werden kann. In diesem Fall führt der Test $\Delta N > \Delta f$ zum gleichen Ergebnis wie die Indifferenzkurvenanalyse. Dies soll in Abschnitt 1 gezeigt werden.

In Abschnitt 2 führen wir Modell II ein, bei dem die vollständige Internalisierung des externen Effektes unterstellt wird. Dabei ergibt sich verglichen mit Modell I ein größerer Wert für die Veränderung der Konsumentenrente. Es ist also möglich, daß der Ausbau aufgrund von Modell II empfohlen, aufgrund von Modell I aber abgelehnt wird, obwohl dasselbe Datenmaterial bewertet wird.

Modell II beschreibt auch die Situation, wie sie etwa bei Flutkontrollen anzutreffen wäre. Das Endprodukt — landwirtschaftliche Erzeugnisse etwa — wird hier über einen Markt vertrieben. Die öffentlichen Investitionen beeinflussen die Kostenkurven der Erzeuger. Einmal mehr wäre eine systematische Abweichung bei der Projektbewertung aufzuzeigen, je nach Hypothese über die Marktstruktur (Monopol, vollständiger Wettbewerb). Kennt der Wohlfahrtsanalytiker nur das Anbieterverhalten, nicht aber die Kostenstruktur, bleiben solche Hypothesen zwangsläufig ungetestet.

Abschnitt 3 behandelt das Problem der Ausgabenbewertung bei teilbaren Projekten. Wir fragen zunächst nach schrittweisen Veränderungen, die auf eine höhere Indifferenzstufe führen. Dabei gelangt das Prinzip der enthüllten Präferenzen zur Anwendung, das sich als nützliches Instrument der angewandten Wohlfahrtsanalyse entpuppt⁶. Wiederum zeigt sich, daß die Bewertung innerhalb von Modell I systematisch gegenüber Modell II abweicht.

In Abschnitt 4 schließlich wird Modell I erweitert auf den Fall einer Ökonomie mit mehreren Konsumenten. Hier entstehen zusätzliche Schwierigkeiten bei der Deutung des Zahlenmaterials. Eine angewandte Wohlfahrtsanalyse dürfte in der Regel nur noch unter Zuflucht zu weiteren untestbaren Hypothesen möglich sein.

⁶ Vgl. auch *Schweizer* (1983).

1. Ein Modell mit Externalität

In diesem Abschnitt wird ein erstes mikroökonomisches Modell (Modell I) eingeführt, das die beobachteten Daten zu erklären im Stande ist. Wir gehen aus von einer Ökonomie mit nur einem Konsumenten, dessen Präferenzordnung wir uns durch die Nutzenfunktion $U(x, y)$ als gegeben vorstellen. Dabei steht x für Verkehrsvolumen und y für Ausgaben des übrigen Konsums. Der Preis für eine Einheit des x -Gutes wird mit p , das (monetäre) Einkommen des Konsumenten mit M bezeichnet. Die Nachfragefunktionen

$$x = \xi(p, M) \text{ und } y = \eta(p, M)$$

ergeben sich als Lösung des Problems der Nutzenmaximierung über alle Konsumbündel (x, y) , die der Budgetgleichung

$$px + y = M$$

genügen.

Der Preis p für eine Einheit Verkehrsvolumen (eine Fahrt) hat zunächst nur formale Bedeutung, da ja kein Wegzoll erhoben wird. Im folgenden wird dieser Preis aber als Ausdruck der Kosten pro Fahrt verstanden, die der Konsument zu tragen hat. Zwischen Verkehrsvolumen x , Ausbaustufe f und diesem Preis p besteht also die Beziehung:

$$(2) \quad p = A(x, f) .$$

Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß die Straßenbauinvestitionen durch eine lump-sum Steuer finanziert werden. Wird das Einkommen des Konsumenten vor Steuer mit E bezeichnet, so gilt also

$$(3) \quad M = E - f .$$

Schließlich wählt der Konsument seinen Präferenzen entsprechend ein Verkehrsvolumen gemäß

$$(4) \quad x = \xi(p, M) .$$

Die Gleichungen (2) - (4) erklären in Abhängigkeit der Ausbaustufe f das Verkehrsvolumen simultan mit den anderen endogenen Größen von Modell I. So erwartet der Konsument, pro Fahrt p Geldeinheiten aufwenden zu müssen, und er sieht sich aufgrund von (2) in seinen Erwartungen bestätigt. Der Konsument verhält sich außerdem rational, da er seinen Nutzen maximiert (vgl. (4)).

Allerdings kommt so das optimale Verkehrsvolumen nicht zustande, da der Konsument den sich selbst auferlegten Verstopfungseffekt

nicht berücksichtigt. Bei der Deutung mit mehreren identischen Konsumenten wäre Modell I außerdem zu unterscheiden von der Situation, wo der einzelne Konsument zwar die sich selbst, nicht aber die den anderen zugefügte Externalität in seine Entscheidung einbezieht.

Anhand von Modell I soll nun eine Ausgabenbewertung vorgenommen werden. Zur Auswahl stehen die Alternativen f^0 (gegenwärtiger Zustand) und f^1 (Ausbau der Straße). Die Verkehrsvolumen x^0 und x^1 vor und nach Ausbau werden durch Modell I erklärt. Dann betragen die Kosten pro Fahrt

$$p^0 = A(x^0, f^0) \text{ und } p^1 = A(x^1, f^1)$$

und die Einkommen nach Steuer

$$M_I^0 = E - f^0 \text{ und } M_I^1 = E - f^1.$$

Der Ausbau wirkt sich nutzenmäßig auf den Konsumenten wie ein Übergang der Preis-Einkommen-Relation von (p^0, M_I^0) auf (p^1, M_I^1) aus.

Falls die in Abb. 2 dargestellte Konstellation zugrunde liegt, so läßt sich ohne weitere Information nicht abklären, bei welcher Ausbaustufe eine höhere Indifferenzkurve erreicht wird.

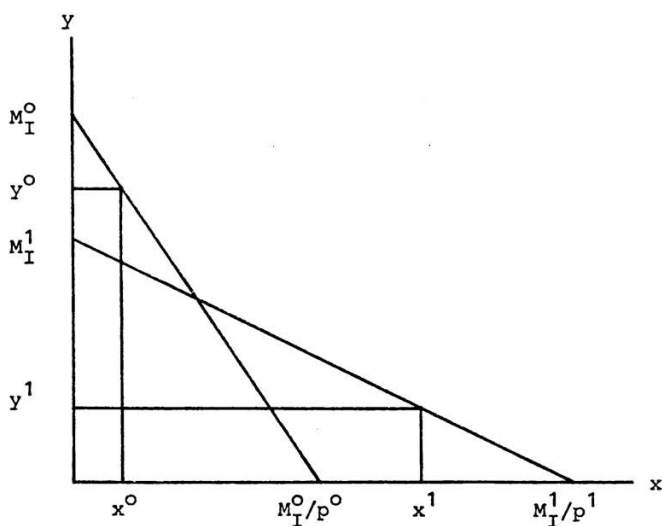


Abb. 2: Die Wirkung der erhöhten Investitionsausgaben

Trotzdem ergibt sich, jedenfalls bei Verwendung der Näherungsformel (1), bereits ein eindeutiger Wert des Zuwachses der Konsumenten-

rente ΔN und damit auch eine eindeutige Antwort auf den Test $\Delta N > \Delta f$. Dabei mag der Test positiv verlaufen, auch wenn das Bündel (x^1, y^1) auf einer niedrigeren Indifferenzkurve als (x^0, y^0) liegt.

Mit einem derartigen Versagen dieses Tests muß man immer dann rechnen, wenn Einkommenseffekte im Spiel sind.⁷ Der Test ist deshalb nur bei zusätzlicher Information über den Verlauf der Indifferenzkurven zulässig.

Wir wollen einmal rein hypothetisch unterstellen, die Nutzenfunktion sei von der Gestalt

$$(5) \quad U(x, y) = B(x) + y.$$

$B(x)$ drückt in diesem Fall die Zahlungsbereitschaft für x Einheiten des Verkehrsvolumens aus. Sie ist infolge (5) unabhängig von der für übrige Ausgaben zur Verfügung stehenden Geldmenge y .

Die Nachfrage ξ hängt hier, solange Nutzenmaximierung zu einer inneren Lösung führt, nicht von der Höhe des Einkommens ab und berechnet sich implizit aus der Gleichung

$$B'(\xi(p)) = p.$$

Für die Nutzendifferenz

$$\Delta U_I = U(x^1, y^1) - U(x^0, y^0)$$

ergibt sich deshalb, wie eine einfache Rechnung zeigt, die Beziehung

$$\Delta U_I = \Delta N - \Delta f.$$

Unter der Annahme (5) führt also der Test $\Delta N > \Delta f$ im Rahmen von Modell I immer zum selben Ergebnis wie die Indifferenzkurvenanalyse.

Steht die Information (5) aber nicht zur Verfügung, so bleibt das Ergebnis der Indifferenzkurvenanalyse unbestimmt, auch wenn der Test $\Delta N > \Delta f$ eine eindeutige Antwort zu geben scheint.

Als unproblematisch hingegen erweist sich die Wohlfahrtsanalyse in der in Abb. 3 dargestellten Situation. Ohne weitere Überlegungen läßt sich sagen, daß der Ausbau von f^0 auf f^1 mit einem Nutzenzuwachs verbunden ist, weil das bei der Ausbaustufe f^0 freiwillig gewählte Bündel (x^0, y^0) unterhalb der sich bei Ausbaustufe f^1 ergebenden Budgetgeraden liegt. Der Konsument wird dann das Bündel (x^0, y^0) nicht mehr wählen, obwohl es budgetmäßig erreichbar bleibt. Er hat durch

⁷ Siehe auch *Chipman/Moore* (1976).

die Wahl von (x^0, y^0) in der Situation f^0 seine Präferenz für (x^1, y^1) gegenüber (x^0, y^0) enthüllt. Dieser Fall tritt immer dann ein, wenn

$$p^1 \cdot x^0 + y^0 < M^1$$

oder, was dasselbe ist, wenn

$$(6) \quad (p^0 - p^1) x^0 > \Delta f .$$

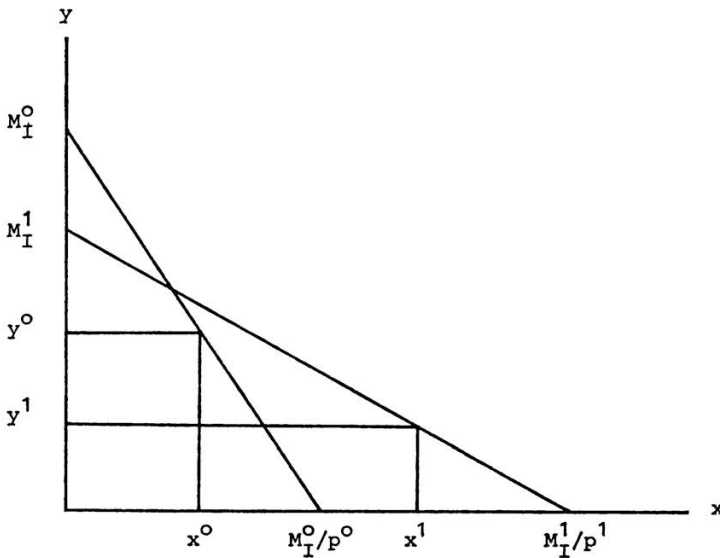


Abb. 3: Der Ausbau lohnt sich

Der Test (6), der auf der Enthüllung der Präferenzen beruht, hat den Vorteil, daß er einen Ausbau nur empfiehlt, wenn, unabhängig von der Nutzenfunktion, eine höhere Indifferenzkurve erreicht wird. Er ist konservativ in dem Sinn, daß sich ein Ausbau, auch wenn eine höhere Indifferenzstufe winkt, nicht notwendigerweise als lohnend entpuppt.

Im übrigen ist der Test (6) attraktiv, weil er noch weniger Information als die Berechnung von ΔN (Veränderung der Konsumentenrente) erfordert und weil er einem Nichtökonom — etwa einem zu beratenden Planer — eher erklärt werden kann als die Konsumentenrente, da keinerlei Verständnis für Nutzenbegriffe und Indifferenzkurven vorausgesetzt werden muß.

Der Test mag manchem bei der Bewertung von diskreten Alternativen aus dem oben genannten Grund als zu konservativ erscheinen. Dieser Kritikpunkt wird aber gegenstandslos, sobald es um die Be-

wertung von kontinuierlich veränderbaren Ausgabenhöhen geht. Bei kleinen Veränderungen nämlich hat die Nutzendifferenz hervorgerufen durch eine Änderung (dp, dM) der Preis-Einkommens-Relation dasselbe Vorzeichen wie der Wohlfahrtsindikator $dw = -\xi \bar{dp} + dM$, der das Restbudget nach Veränderung bei ursprünglichem Konsumbündel ausdrückt und dem auf der Enthüllung der Präferenzen beruhenden Test zugrunde liegt. Die Identität von Roy⁸ besagt nämlich, daß für die indirekte Nutzenfunktion $V(p, M)$ die Beziehung

$$\xi = -V_p / V_M$$

gilt und deswegen der Nutzengewinn

$$dV = V_M dw$$

positiv mit dw korreliert ist. Dadurch erklärt sich, warum der Test bei der Bewertung kleiner Veränderungen so nützliche Dienste erweist. Sein eigentlicher Vorteil besteht darin, daß die Beobachtungen von Nachfragedaten eine Indifferenzkurvenanalyse auch ohne den Umweg über Nutzenfunktionen ermöglichen.⁹

2. Die Externalität internalisiert

Modell I hat die Eigenschaft, daß das zu vorgegebener Ausbaustufe optimale Verkehrsvolumen in der Regel überschritten wird. Die durch Verstopfungseffekte hervorgerufene Externalität bleibt bestehen. Bei dem hier vorzustellenden Modell II hingegen soll sie vollständig internalisiert werden. Dabei spielt die Art der korrektiven Maßnahme keine Rolle.

Die optimale Lösung kann zum Beispiel durch Selbstbeschränkung zustande kommen. Ebenfalls denkbar wäre eine Verhandlungslösung im Sinne des Coase Theorems¹⁰ oder der damit im Zusammenhang stehenden Theorie der Eigentumsrechte (vgl. Einleitung).

Natürlich kann man sich auch die Lösung mit Hilfe einer Pigou'schen Steuer vorstellen, die den Vorteil hätte, eine wohlfahrtsmäßige Bewertung zu ermöglichen. Diesen Vorteil kann man sich aber auch bei den anderen Lösungen verschaffen, indem man die Pigou'sche Steuer als Schattenpreis für die korrektive Maßnahme berechnet.

Die Internalisierung des externen Effektes setzt voraus, daß das aus der Sicht des Konsumenten optimale Verkehrsvolumen nicht überschrit-

⁸ Siehe etwa Varian (1981), 96.

⁹ Siehe auch Schweizer (1983).

¹⁰ Siehe Coase (1960).

ten wird. Dieses ergibt sich als Lösung bei der Maximierung des Nutzens über alle Konsumbündel (x, y) , die der technologischen Beschränkung

$$(7) \quad x A(x, f) + y = E - f$$

genügen. Die notwendige Bedingung für ein Optimum, jedenfalls bei innerer Lösung, lautet

$$(8) \quad U_x/U_y = A(x, f) + x A_x(x, f) .$$

Modell II läßt sich auch so deuten, daß x ein rein privates Gut ist, das sich aus der Sicht des Produzenten zu Gesamtkosten $K(x, f) = x A(x, f)$ hergestellt werden kann. Die öffentlichen Aufwendungen f werden hier als für den Produzenten kostenfrei abgegebenes intermediäres Gut verstanden (vgl. Einleitung). Bedingung (8) bedeutet dann, daß der Preis gleich den Grenzkosten zu setzen ist.

In der ursprünglichen Deutung wird das Verkehrsvolumen x bei Modell II simultan mit y vermöge (7) und (8) erklärt.

Der Schattenpreis $U_x/U_y = p + t$ für eine Fahrt umfaßt neben den eigentlichen Kosten $p = A(x, f)$ eine Pigou'sche Steuer in der Höhe $t = x A_x(x, f)$ pro Fahrt. Das Aufkommen $s = tx$ aus dieser Steuer darf bei der Wohlfahrtsanalyse nicht vergessen werden. Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß die Steuereinnahmen als lump-sum Unterstützung an den Konsumenten zurückgezahlt werden.

Das optimale Verkehrsvolumen in Abhängigkeit der Ausbaustufe kann also durch ein Pigou'sches Schema der Gestalt

$$p = A(x, f)$$

$$t = x A_x(x, f)$$

$$M = E - f + tx$$

und

$$x = \xi(p + t, M)$$

charakterisiert werden.

Modell II ist wie sein Vorgänger in der Lage, das beobachtete Verkehrsvolumen in Abhängigkeit der Ausbaustufe zu erzeugen. Bei beiden Versionen handelt es sich um geschlossene mikroökonomische Modelle, die einer Indifferenzkurvenanalyse zugänglich sind. Trotzdem kann die Wohlfahrtsanalyse bei Verwendung der gleichen Datenbasis je nach Modell zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wie wir jetzt zeigen werden.

Als Alternativen stehen die beiden Ausbaustufen $k = 0$ und 1 , charakterisiert durch die Höhen f^0 und f^1 der Investitionsausgaben, zur

Wahl. Das Verkehrsvolumen bei Ausbaustufe k betrage x^k . Dann berechnen sich die Kosten pro Fahrt ($k = 0,1$) zu

$$p^k = A(x^k, f^k)$$

und die zugehörige Pigou'sche Steuerrate zu

$$t^k = x^k \cdot A_x(x^k, f^k) .$$

Die Einführung des Pigou'schen Schemas erlaubt, die Auswirkung der Ausbaustufe k auf den Konsumenten anhand der nutzenmäßig äquivalenten Preis-Einkommen-Relation $(p^k + t^k, M_{II}^k)$ zu erfassen, wobei das Einkommen infolge der Rückzahlung des Steueraufkommens zu

$$M_{II}^k = E - f^k + t^k x^k$$

berechnet werden muß. Die Nutzendifferenz, die sich unter Verwendung der indirekten Nutzenfunktion V als

$$\Delta U_{II} = V(p^1 + t^1, M_{II}^1) - V(p^0 + t^0, M_{II}^0)$$

ergibt, hat über die bessere Alternative zu entscheiden.

Als Beispiel wollen wir diese Nutzendifferenz unter der Annahme (5) einmal explizit berechnen. Die Konsumentenrente ist hier ein brauchbarer Nutzenindikator. Außerdem unterstellen wir zur Vereinfachung der Rechnung eine quadratische Zahlungsbereitschaftsfunktion $B(x)$ und damit eine lineare Nachfragefunktion $\xi(p)$.

Dann gilt

$$\Delta U_{II} = (p^0 + t^0 - p^1 - t^1)(x^0 + x^1) / 2 + M_{II}^1 - M_{II}^0$$

und

$$\Delta U_I = (p^0 - p^1)(x^0 + x^1) / 2 + M_I^1 - M_I^0$$

und folglich

$$\Delta U_{II} = \Delta U_I + (t^0 + t^1)(x^1 - x^0) / 2 .$$

Falls das Verkehrsvolumen mit dem Ausbau von f^0 auf f^1 steigt, d. h. $x^1 > x^0$, so wird sich aufgrund von Modell II gegenüber I immer eine höhere Nutzendifferenz ergeben. Insbesondere ist eine Konstellation

$$\Delta U_I < 0 < \Delta U_{II}$$

möglich, wo sich der Ausbau bewertet anhand von Modell II, nicht aber anhand von Modell I lohnt. Ein entsprechendes Resultat werden wir im Zusammenhang mit teilbaren Projekten herleiten, ohne dabei die einschränkende Annahme (5) zu benötigen.

Obwohl dasselbe Datenmaterial verwendet wird, hat die Deutung der Marktstruktur oder, allgemeiner, des Allokationsmechanismus einen systematischen Einfluß auf die Ausgabenbewertung. Ein erklärendes Mikromodell sollte deshalb jede Wohlfahrtsanalyse begleiten mit dem Ziel, alle benötigten Annahmen deutlich sichtbar zu machen.

3. Teilbare Projekte

Unseren bisherigen Überlegungen lag eine Entscheidungssituation mit zwei diskreten Alternativen zugrunde. Hier soll nun der Fall behandelt werden, wo die Ausbaustufe f (Ausgabenhöhe) kontinuierlich verändert werden kann. Die Projekte sind dann beliebig teilbar und man kann die Frage stellen, unter welchen Bedingungen eine kleine, schrittweise Veränderung df einen Nutzengewinn herbeiführt.

Nach den Resultaten des letzten Abschnitts dürfte es kaum verwundern, daß die Antwort vom unterstellten Mikromodell abhängt. Wir untersuchen deshalb sowohl Modell I (mit Externalität) als auch Modell II (Externalität internalisiert).

Bei Modell I (vgl. 1. Abschnitt) wird das Verkehrsvolumen $x = X(f)$ in Abhängigkeit der Ausbaustufe f durch das Gleichungssystem

$$\begin{aligned}x &= \xi(p, E - f) \\ p &= A(x, f)\end{aligned}$$

simultan mit den erwarteten Kosten p pro Fahrt erklärt. Eine (kleine) Veränderung df der Ausgabenhöhe induziert eine Veränderung dx im Verkehrsvolumen sowie eine Veränderung dp der pro Fahrt erwarteten Kosten. Zwischen diesen Größen bestehen gewisse Relationen, die sich — es handelt sich um kleine Veränderungen — durch totale Differentiation der das Modell beschreibenden Gleichungen ermitteln lassen. Auf diese Weise erhält man

$$\begin{aligned}dx &= X_f \cdot df \text{ und} \\ dp &= (A_x X_f + A_f) df.\end{aligned}$$

Die Veränderung ist nach dem Test, der auf der Enthüllung der Präferenzen beruht (vgl. 1. Abschnitt), erwünscht, falls der Wohlfahrtsindikator

$$dw_I = -(x dp + df)$$

einen positiven Wert annimmt. Der Indikator drückt das Restbudget aus, das bei Beibehaltung der ursprünglichen Konsumgewohnheiten nach der Veränderung zusätzlich zur Verfügung stünde. Er berechnet sich zu

$$(9) \quad dw_I = - [x (A_x X_f + A_f) + 1] df .$$

Je nachdem, welches Vorzeichen der Klammerausdruck in (9) hat, führt eine Ausgabenerhöhung oder -senkung zu einem Nutzengewinn. Eine notwendige Bedingung für ein (second best) Optimum besteht im Verschwinden des Klammerausdrucks.

Dieses Resultat wollen wir jetzt vergleichen mit dem Ergebnis, das sich ergibt, wenn das beobachtete Verkehrsvolumen $x = X(f)$ in Abhängigkeit der Ausbaustufe f vermöge Modell II erklärt wird. Der (Schatten-)Preis $q = p + t$ einschließlich Pigou'scher Steuer pro Fahrt beträgt (vgl. Abschnitt 2)

$$q = A(x, f) + x A_x(x, f).$$

Das Steueraufkommen beläuft sich auf

$$s = xt = x^2 A_x(x, f)$$

und wird annahmegemäß an den Konsumenten zurückgezahlt. Als Verkehrsvolumen ergibt sich

$$x = \xi(q, E - f + s) .$$

Eine Veränderung df der Ausbaustufe induziert Veränderungen dx , dq und ds der durch das Modell erklärten Größen, die sich zu

$$(10) \quad \begin{aligned} dx &= X_f df \\ dq &= [(2 A_x + x A_{xx}) X_f + A_f + x A_{xf}] df \end{aligned}$$

und

$$(11) \quad ds = [(2 x A_x + x^2 A_{xx}) X_f + x^2 A_{xf}] df$$

berechnen. Der Test beruht hier auf der Auswertung des Vorzeichens des Wohlfahrtsindikators

$$dw_{II} = - (x dq + df) + ds .$$

Positives Vorzeichen bedeutet Nutzensteigerung, negatives Nutzenverlust. Der Wert des Indikators läßt sich unter Verwendung der Gleichungen (10) - (11) leicht ermitteln. Es gilt

$$(12) \quad dw_{II} = - [x A_f + 1] df .$$

Die nutzenmäßige Bewertung der Veränderung df hängt vom Vorzeichen des Klammerausdrucks in (12) ab. Wiederum ergibt sich eine systematische Abweichung bei der Wohlfahrtsanalyse, je nachdem auf-

grund welchen Modells die Bewertung vorgenommen wird. Ein Vergleich der Gleichungen (9) und (12) zeigt, daß

$$dw_{II} = dw_I + xA_x X_I df.$$

Bei der Diskussion dieser Beziehung zwischen den Wohlfahrtsindikatoren in den beiden Modellen nehmen wir an, daß das Verkehrsvolumen mit wachsendem Ausbau steigt, d. h. $X_I > 0$, und daß es gilt, eine Ausgabenerhöhung $df > 0$ zu bewerten. Der Indikator dw_{II} ist dann immer größer als dw_I und es kann der Fall eintreten, wo die Ausgabenerhöhung durch Modell II empfohlen, durch Modell I aber verworfen wird. Oder man wähnt sich aufgrund von Modell I im Optimum (second best), weil der Klammerausdruck in (9) verschwindet. Stellt sich allerdings heraus, daß eher Modell II zutrifft, so empfiehlt sich eine weitere Ausgabenerhöhung. Das Umgekehrte gilt, wenn man sich aufgrund von Modell II im Optimum (first best) zu befinden glaubt, dabei aber eher Modell I zutrifft.

Wir betonen, daß es sich um die Auswertung desselben Datenmaterials handelt. Das Resultat besagt nicht etwa, ob die Straße im First oder Second Best Optimum bei identischen Nutzenfunktionen stärker auszubauen sei. Sondern es bezieht sich auf eine Situation, wo die Nutzenfunktion im Modell II gegenüber I so angepaßt wird, daß identische Verkehrsvolumen vor und nach Ausbau erklärt werden.

4. Ein Modell mit mehreren Konsumenten

Bisher haben wir das Datenmaterial, nämlich das Verkehrsvolumen in Abhängigkeit der Ausbaustufe, mit Hilfe eines Ein-Konsumenten-Modells zu erklären versucht. Besteht die Ökonomie aus mehreren identischen Konsumenten, so ändert sich an der formalen Analyse nichts, vorausgesetzt, die Investitionskosten werden gleichmäßig auf die Konsumenten verteilt.

Eine andere Situation ergibt sich, wenn die Konsumenten nach Präferenzordnung und Einkommen zu unterscheiden sind. Diesen Fall wollen wir im folgenden betrachten.

Die individuelle Nachfrage nach Verkehrsvolumen wird in der Regel vom Einkommen (nach Steuer) abhängen. Dann entsteht die Schwierigkeit, daß das Verkehrsvolumen insgesamt nicht nur von der Höhe der Investitionsausgaben, sondern auch von deren Verteilung auf die Konsumenten beeinflusst wird. Beträgt der Beitrag von Konsument i ($i = 1, \dots, N$) f^i Geldeinheiten, so steht eine Summe

$$(13) \quad f = \sum_{i=1}^N f^i$$

für Investitionszwecke zur Verfügung. Das nachgefragte Verkehrsvolumen x hängt in diesem Fall von der Aufteilung der Kosten ab, d. h. es gilt

$$(14) \quad x = X(f^1, \dots, f^N) .$$

Wir wollen einmal optimistischerweise unterstellen, die durch (14) ausgedrückte Abhängigkeit des Verkehrsvolumens sei bekannt. Sie soll nun anhand eines Mikromodells mit N Konsumenten erklärt werden.

Das einzelne Individuum erwartet pro Fahrt Kosten in Höhe von p Geldeinheiten und sieht sich, wie schon bei Modell I, in seinen Erwartungen bestätigt, d.h. es gilt

$$(15) \quad p = A(x, f) .$$

Diese Kosten, so die Annahme, hängen nur von der Ausbaustufe f und dem Verkehrsvolumen x ab und sind für alle Konsumenten gleich.

Das Einkommen (vor Steuer) des Konsumenten i wird mit E^i , seine Nachfragefunktion mit ξ^i bezeichnet. Bei einer Steuer in der Höhe f^i und Kosten p pro Fahrt beträgt seine nachgefragte Menge

$$(16) \quad x^i = \xi^i(p, E^i - f^i)$$

und es entsteht ein Verkehrsvolumen von

$$(17) \quad x = \sum_{i=1}^N x^i .$$

Die Gleichungen (13) und (15) - (17) beschreiben ein mikroökonomisches Modell (Modell III), das die beobachtete Abhängigkeit (14) des Verkehrsvolumens von der Aufteilung der Investitionsausgaben zu erzeugen vermag. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung von Modell I. Die auf Verstopfung beruhende Externalität bleibt bestehen.

Wir betrachten jetzt eine kleine Veränderung der Steuerlasten $(df^1, \dots, df^N)$, die einer Veränderung

$$df = \sum df^i$$

der Investitionsausgaben oder auch einer reinen Umverteilung dienen kann. Die induzierte Veränderung der Kosten pro Fahrt, die von den Benutzern zu tragen sind, wird mit dp bezeichnet.

Die nutzenmäßige Auswirkung auf Konsument i soll mit dem nun schon vertrauten Wohlstandsindikator

$$dw^i = - (x^i dp + df^i)$$

erfaßt werden. Dieser berechnet sich zu

$$(18) \quad dw^i = -x^i \sum_{j=1}^N (A_x X_j + A_f) df^j - df^i,$$

wobei die Abkürzung $X_j = \partial X / \partial f^j$ verwendet wird.

Eine solche Veränderung stellt in der Regel einige Konsumenten nutzenmäßig besser, andere schlechter. Eine Bewertung setzt die Möglichkeit des interpersonellen Nutzenvergleichs voraus. Wir stellen uns aber auf den Standpunkt der Paretianischen Wohlfahrtsökonomik und nehmen eine solche Bewertung nicht vor.

Die Frage lautet dann vielmehr, ob es eine Veränderung ($df^1, \dots, df^N$) der Steuerlasten gibt, die alle Beteiligten besser stellt, d. h. $dw^i > 0$ für $i = 1, \dots, N$. Die Frage ist zu bejahen, sobald das lineare Gleichungssystem (18) den Rang N hat. Man braucht in diesem Fall nämlich lediglich positive Werte für $dw^1, \dots, dw^N$ vorzugeben und anschließend (18) nach ($df^1, \dots, df^N$) aufzulösen. So gelangt man zu einer Pareto-Verbesserung, bei der alle Konsumenten besser gestellt werden.

Umgekehrt stellt das Verschwinden der Determinante des Gleichungssystems (18) eine notwendige Bedingung für ein Pareto-Optimum (second best) dar.

Die numerische Erfassung von Gleichungssystemen (18) erfordert allerdings einen beträchtlichen Informationsaufwand. Nicht nur muß man die individuelle Nachfrage kennen, sondern es muß auch bekannt sein, wie sich eine auf einen Konsumenten beschränkte Steuererhöhung auf das aggregierte Verkehrsvolumen auswirkt.

Der Datenbedarf kann natürlich durch geeignete a priori Information reduziert werden. Unterstellt man etwa, das Verkehrsvolumen hänge, wie im Ein-Konsumenten-Fall, nur von der Ausgabenhöhe f und nicht von der Verteilung auf die Konsumenten ab, so vereinfacht sich die Analyse. In diesem Fall gilt

$$(19) \quad X_j = X_f \quad \text{für } j = 1, \dots, N.$$

Für das zugrundeliegende Mikromodell bedeutet diese Annahme, daß die individuelle Verkehrsnachfrage einkommensunelastisch ist oder daß wenigstens die partiellen Ableitungen ξ_M^i für alle Konsumenten übereinstimmen.

Unter der Annahme (19) kann man zunächst ähnlich vorgehen wie im Ein-Konsumenten-Fall. Man verändert die Ausgabenhöhe so, daß der Indikator

$$dW = -[x(A_x X_f + A_f) + 1] df$$

positiv wird (vgl. (9)). Unterstellt man Modell I, so bedeutet dies einen Nutzengewinn für den einen Konsumenten.

Bei Modell III muß dann aber die Ausgabenveränderung noch auf die Konsumenten übertragen werden. Als eine Möglichkeit bietet sich

$$df^i = -dW/N - x^i (A_x X_f + A_f) df$$

an. Nicht nur werden so die zusätzlichen Ausgaben vollständig finanziert, sondern der Wohlstandsindikator von Konsument i berechnet sich zu

$$dwi = dW/N .$$

Sobald also dW positiv ist, handelt es sich notwendigerweise um eine Pareto-Verbesserung. In diesem Sinn läßt sich unter der Annahme (19) die Ein-Konsumenten-Analyse nachträglich rechtfertigen. Die Annahme selbst aber dürfte in den seltensten Fällen empirisch zu testen sein. Und sollte dies doch einmal gelingen, so wird man genügend über die partiellen Ableitungen X_j wissen, um die Wohlfahrtsanalyse direkt an Hand von Gleichungssystem (18) durchzuführen.

Schließlich bleibt zu erwähnen, daß man auch im Rahmen des Modells mit mehreren Konsumenten den externen Effekt als internalisiert betrachten könnte. Es würde sich dann um eine Erweiterung von Modell II handeln, deren Durchführung aber dem interessierten Leser überlassen bleibt.

Schlußfolgerung

Der Begriff der Pareto-Verbesserung darf nicht direkt auf die Realität, sondern nur auf ein die Realität abbildendes mikroökonomisches Modell angewendet werden. Eine objektive Beschreibung der Realität aber — etwa aufgrund von meßbaren Daten — bleibt immer ein in hohem Maße unvollständiges Abbild. Typischerweise sind außerdem mehrere Modelle mit dem gesicherten Abbild verträglich, ohne daß die Hypothese über das „richtige“ Modell getestet werden kann. Es ist deshalb keineswegs verwunderlich, daß die Wohlfahrtsanalyse anhand ein und desselben (unvollständigen) Spiegels der Realität je nach Modell zu unterschiedlichem Ergebnis gelangt.

Sind zum Beispiel für bestimmte Märkte Angebots- und Nachfrage-daten einschließlich der zugehörigen Elastizitäten bekannt, so läßt sich noch lange nicht entscheiden, ob vollständige Konkurrenz herrscht oder ob die Situation durch monopolistische Verzerrung gekennzeichnet ist. Hat der Wohlfahrtsanalytiker die Bewertung einer vorgeschlagenen Änderung in der Ausgestaltung der Verbrauchsteuern vorzunehmen, so wird seine Empfehlung aber von der unterstellten Marktstruktur abhängen.

Eigentlich müßte er alle mit dem vorliegenden Abbild verträglichen Mikromodelle ausfindig machen und je eine getrennte Projektbewertung vornehmen. Dieser Vorschlag ist natürlich nicht praktikabel, wie überhaupt keine Wohlfahrtsanalyse je so hieb- und stichfest gemacht werden kann, daß man ihr blind vertrauen sollte. Es muß ein akzeptabler Mittelweg beschritten werden.

Daß je nach Modell abweichende Nutzenbewertungen vorliegen, kann — wie gesagt — nicht überraschen. Auffällig ist jedoch, daß sowohl an dem hier in allen Einzelheiten ausgeführten Beispiel als auch an verwandten Situationen, auf die wir im Text lediglich hingewiesen haben, immer wieder systematische Abweichungen in der Bewertung festzustellen sind.

Spiele zum Beispiel die öffentlichen Aufwendungen die Rolle von Zwischenprodukten für die Herstellung eines über den Markt abgesetzten Endprodukts, so fällt die Bewertung unter der Hypothese monopolistischer Marktstruktur höher aus als wenn vollständiger Wettbewerb unterstellt wird. Die Herleitung dieses Resultats dürfte dem interessierten Leser nun wenig Mühe bereiten.

Das Auffinden solcher systematischer Abweichungen ist für die angewandte Wohlfahrtsanalyse von Bedeutung. Weiß man etwa, daß bei einer hypothetischen Marktstruktur II der Nutzengewinn regelmäßig höher eingeschätzt wird als wenn die ebenfalls mit der gesicherten Information verträgliche Marktstruktur I unterstellt wird, so wird man die Bewertung zunächst anhand von I vornehmen. Führt die Auswertung des Zahlenmaterials zu einer Empfehlung des Projektes, so muß der Fall II nicht mehr weiter getestet werden.

Auf eine solch systematische Abweichung haben wir in dieser Arbeit hingewiesen. Die Bewertung der Datenbasis ergibt einen höheren Nutzengewinn beim Ausbau des Straßennetzes, wenn die auf Verstopfung beruhende Externalität als internalisiert zu betrachten ist, gegenüber der Situation, wo sie bestehen bleibt.

Das Beispiel hat vermutlich eher grundsätzlichen Wert, als daß es bei der Ausgabenbewertung von Straßenbauinvestitionen tatsächlich hilfreich wäre. Da Straßen von vielen Leuten benutzt und auch keine korrektiven Zölle erhoben werden, erscheint die Internalisierung des externen Effektes wenig plausibel. Man wird deshalb Modell I oder III für realistischer als Modell II halten. Trotzdem kann das hier gezeigte Vorgehen als Vorbild bei der entsprechenden Behandlung anderer Situationen dienen. Wo genau systematische Abweichungen zu erwarten sind, muß allerdings der Gegenstand weiterer Forschungsbemühungen sein.

Zusammenfassung

Diese Arbeit behandelt grundsätzliche Probleme der Wohlfahrtsanalyse, wie sie bei der Bewertung öffentlicher Investitionen in Form von Zwischenprodukten auftreten. Am Beispiel des Straßenbaus wird gezeigt, wie das beobachtbare Verhalten der Benutzer und das übrige gesicherte Datenmaterial im Rahmen unterschiedlicher mikroökonomischer Modelle gedeutet werden kann. Die Modelle unterscheiden sich nach untestbaren Hypothesen über Merkmale des Allokationsmechanismus. Die Projektbewertungen — so wird gezeigt — weichen je nach Modell in systematischer Weise voneinander ab.

Summary

This paper deals with some problems arising with evaluating public expenditures for facilities which are in the nature of intermediate rather than final goods. The case of highway construction is taken to show how a given set of data on cost structure and user behavior can be explained with different microeconomic models. The models differ with respect to some untestable assumptions on the underlying allocation mechanism. The main conclusion of the paper is that expenditure evaluations deviate in a systematic way, depending on which model to be relied upon.

Literatur

- Chipman, J. S. and J. C. Moore* (1976), The Scope of Consumer's Surplus Arguments, in: A. Tang, F. Westfield and J. Worley (eds): *Evolution, Welfare and Time in Economics*. Lexington. 69 - 124.
- Coase, R. H.* (1960), The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics* 3, 1 - 44.
- Green, J. R. and J.-J. Laffont* (1979), *Incentives in Public Decision-Making*. Amsterdam.
- Musgrave, R. A., P. B. Musgrave und L. Kullmer* (1975), *Die öffentlichen Finanzen in Theorie und Praxis* 1. Tübingen.
- Neumann, K. H., U. Schweizer und C. C. von Weizsäcker* (1982), Tarifpolitik im Telekommunikationsbereich. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 138, 185 - 204.
- Schweizer, U.* (1983), Reducing Distortions under the Revealed Preference Hypothesis, *Zeitschrift für Nationalökonomie* 43, 31 - 43.
- Varian, H. R.* (1981), *Mikroökonomie*. München.