
Müssen in Kosten-Nutzen-Analysen die Einnahmenänderungen bei den betroffenen Verkehrsunternehmen berücksichtigt werden?

VON GEORG ABAY, ZÜRICH

1. Einleitung

Preisänderungen und Nachfrageverschiebungen im Transportsektor, die von Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur oder von verkehrspolitischen Massnahmen ausgelöst werden, haben auch Auswirkungen auf die Nettoeinnahmen der Betreiber der Verkehrseinrichtungen. Wird beispielsweise eine neue Autostrasse gebaut, so werden die Einnahmen des Staates aus den Treibstoffabgaben zu- oder abnehmen. Wenn die neue Strasse zudem eine Abwanderung vom öffentlichen Verkehr bewirkt, so werden im Allgemeinen die Einnahmen der Betreiber des öffentlichen Verkehrs sinken.

Die Frage, ob solche Einnahmenänderungen (das heisst die Einnahmenänderungen beim Betreiber des von der Investition begünstigten Verkehrsmittels und die Einnahmenverluste der konkurrierenden Verkehrsmittel) in einer volkswirtschaftlichen KNA berücksichtigt werden sollten, wird entsprechend der vorherrschenden Meinung im deutschen Sprachraum und insbesondere in den empfohlenen Bewertungsverfahren negativ beantwortet. Es wird die Meinung vertreten, dass diese Effekte nicht berücksichtigt werden dürfen, da es sich um so genannte Transfers handle.

Um es gleich vorwegzunehmen, auch in der englischsprachigen Literatur wurde diese Ansicht vertreten, allerdings nur bis zur Mitte der siebziger Jahre. In der heutigen angelsächsischen Praxis der volkswirtschaftlichen KNA werden diese Effekte nicht als Transfers betrachtet und deshalb in der Bewertung berücksichtigt.

Grundsätzlich geht es bei dieser Frage um die korrekte Ermittlung der Änderung des Ressourcenverbrauches als Folge einer Verkehrsinfrastrukturinvestition oder einer verkehrspolitischen Massnahme.

Anschrift des Verfassers:
Dr. oec. publ. Georg Abay
Rapp Trans AG
Uetlibergstrasse 132
CH-8045 Zürich
e-mail: georg.abay@rapp.ch

2. Die Einnahmenverluste der konkurrierenden Verkehrsmittel

Die Vertreter der vorherrschenden Meinung gehen davon aus, dass es sich bei diesen Einnahmenverlusten um reine Verteilwirkungen handelt, die im Rahmen einer KNA nicht relevant sind. Handelt es sich beim konkurrierenden Verkehrsmittel beispielsweise um die Eisenbahn, so sind die Einnahmenverluste, die infolge der Abwanderung entstehen, gleich gross wie die Ausgabensparnisse der Abwanderer. Was die Einen verlieren, gewinnen die Anderen. Auf den Ressourcenverbrauch hätten aber solche Effekte keinen Einfluss.

Diese Überzeugung ist offenbar so weit verbreitet, dass viele Autoren auf dieses Thema gar nicht eingehen. Zudem zeugen auch die meisten der bekannten Fallstudien von dieser Auffassung. In der deutschsprachigen Literatur schrieb Georgi vor mehr als dreissig Jahren (1970, Seiten 142-143):

"Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Auswirkungen des Projektes auf die Kosten der gesamten Verkehrsinfrastruktur infolge der kompetitiven Interdependenzen zwischen zwei oder mehreren Verkehrsträgern in Form von Transportkosteneinsparungen in die Kosten-Nutzen-Analyse als volkswirtschaftliche Vor- bzw. Nachteile einzusetzen sind, je nachdem, ob die Gesamtwirkung positiv oder negativ ist. Diese Transportkosteneinsparungen bestehen aus zwei Effekten:

- 1) *negativer Effekt: zusätzliche Abnutzungskosten des Strassensystems,*
- 2) *positiver Effekt: Einsparungen an laufenden Kosten der konkurrierenden Verkehrsträger als Folge des Nachfragerückgangs.*

Daraus ergeben sich zwei weitere Schlussfolgerungen: Würde der Einnahmenverlust der durch das neue Projekt verursacht wird, von dem obigen Ergebnis abgezogen werden, so käme das einer Doppelzählung der aus dem Substitutionsvorgang herrührenden Effekte gleich."

Relevant sind nach Georgi demnach einzig die Änderungen des Ressourcenverbrauchs im obigen Sinn, während die Berücksichtigung des Einnahmenverlustes eine Doppelzählung bedeuten würde.

Auch in den Bewertungsvorschriften des Bundesministers für Verkehr (BVWP 80, Seite 15) wurde die gleiche Meinung vertreten:

"Ergeben sich aufgrund von Distributionswirkungen höhere Verluste bei der Deutschen Bundesbahn und entsprechende Gewinne bei den privaten Haushalten oder Unternehmen, so erlangen Reisende oder Gesellschaften und/oder Belegschaftsangehörige der verladenden Wirtschaft Vorteile zu Lasten der Gesamtheit der abgabepflichtigen Bürger,

*die über staatliche Subventionen das höhere Bahndefizit decken müssen. Dies kann verteilungspolitisch unerwünscht sein. Aus diesem Grund sowie wegen des bis zum Ausmass eines Haushaltrisikos stark angewachsenen Zuschussbedarfs der Deutschen Bundesbahn erscheint es als gerechtfertigt, gesamtwirtschaftliche Nutzenüberschüsse gegenüber einzelwirtschaftlichen Zusatzverlusten abzuwägen. Diese Abwägung erfolgt **ausserhalb** des vorliegenden Bewertungsverfahrens."*

Es wird also auch hier die Auffassung vertreten, dass es sich bei den Erlöseinbussen um reine Distributionswirkungen handelt. Eine Berücksichtigung dieser verteilungspolitisch unerwünschten Wirkungen kann deshalb nur ausserhalb des Bewertungsverfahrens (=KNA) stattfinden.

Aber auch in der englischsprachigen Literatur wurde in den 70-er Jahren zum Teil ähnlich argumentiert (Gwilliam: The state of the Art, 1972). Gwilliam argumentierte ähnlich wie Georgi. Diese Position vertrat damals auch das Britische Transportministerium. [Sugden (1972), Seite 25]

Gegenteilige Positionen wurden etwa durch Van der Tak (1971), Sugden (1972), Mohring (1976), Thomson (1978) und Harrison (1974) im englischsprachigen Raum und durch J. Freirich (1974) im deutschsprachigen Raum vertreten, wobei mit Ausnahme von Sugden keiner der genannten Autoren auf die Kontroverse eingegangen ist.

Diese unterschiedlichen Meinungen wurden im deutschsprachigen Raum bisher nicht diskutiert oder nicht zur Kenntnis genommen. Die wenigsten Autoren weisen zudem auf das Vorhandensein von kontroversen Meinungen hin, so dass eine ganze Reihe von KNA-Anwendern im Vertrauen auf die ihnen bekannte Lehrmeinung, diese mehr oder weniger unbekümmert übernahm.

Sugden war vermutlich der erste, der darauf hinwies, dass die Vertreter der ersten Gruppe (welche die Verluste des konkurrierenden Verkehrsmittels bloss als Distributionswirkungen sehen) offenbar einem Trugschluss erlegen sind (Sugden (1972), Seite 25-26). Er erläutert seine Ansichten im Zusammenhang mit einer Fallstudie, welche die Aufhebung einer unrentablen Eisenbahnlinie und ihren Ersatz durch eine Autobusverbindung zum Thema hat. Bei seiner Argumentation ging er von den folgenden Annahmen aus:

Der Autobus verkehrt etwas langsamer als die Eisenbahn, die Tarife bleiben aber unverändert. In einer solchen Situation wird es möglicherweise Personen geben, die auf eine Reise wegen dem langsamer fahrenden Autobus verzichten. Diese Personen sind offensichtlich nun schlechter gestellt, sie erleiden eine Konsumentenrenteneinbusse. Sie sparen aber die Fahrgeldaufwendungen, während die Betreiber des öffentlichen Verkehrs entsprechend

weniger einnehmen. (Hieraus leiten die Vertreter der ersten Gruppe ihre Meinung ab, dass es sich hier nur um redistributive Effekte handelt).

Volkswirtschaftlich gesehen passiert aber nach Sugden noch etwas mehr. Eine Person, die auf diese Weise das Fahrgeld F spart, wird dafür etwas anderes, z.B. eine Zeitung kaufen. Damit auferlegt sie der Volkswirtschaft aber zusätzliche reale Kosten, welche genau den Grenzkosten der Zeitungsherstellung entsprechen¹.

Daraus folgt, dass ein zusätzlicher Ressourcenverbrauch im Werte von F die Volkswirtschaft belasten wird. Daneben gibt es auch eine Einsparung an Mitteln, da jetzt die Eisenbahnfahrt nicht mehr produziert werden muss. Der zusätzliche Ressourcenverbrauch entspricht demnach, alles aufsummiert, genau der Änderung der Nettoeinnahmen im öffentlichen Verkehr.

Gibt die betrachtete Person ihr Geld weiter im Transportsektor aus, so sind die Auswirkungen auf die Volkswirtschaft nicht viel anders. Der einzige Unterschied besteht darin, dass in diesem Bereich ziemlich gut abgeschätzt werden kann, um wie viel die Güterpreise von den sozialen Grenzkosten abweichen. Wird das im öffentlichen Verkehr gesparte Geld F für private Autofahrten ausgegeben, d.h. vereinfacht nur für Treibstoff, so geht der Volkswirtschaft gesamthaft eine Summe verloren, die für die Produktion des zusätzlich benötigten Treibstoffes erforderlich ist. (Diese Summe ist gleich F abzüglich der indirekten Treibstoffabgaben).

Die Argumentation von Sugden ist nach unserer Überzeugung richtig. Sie ist heute sowohl in den USA als auch in Grossbritannien allgemein akzeptiert. Im deutschsprachigen Raum hingegen wird bei den meisten Anwendungen immer noch aufgrund des Kenntnisstandes der 70-er Jahre bewertet.

Eine korrekte Analyse muss also auch die Erlöseinbussen der konkurrierenden Verkehrsmittel berücksichtigen.

Welche Erlöseinbussen müssen aber berücksichtigt werden, wenn durch Investitionen im öffentlichen Verkehr der private Strassenverkehr reduziert wird? Die bisherigen Überlegungen behalten auch für diesen Fall ihre Gültigkeit. Die betroffenen Unternehmungen sind der Staat, private Betreiber von Infrastrukturen (Eigentümer von Brücken, Tunnels, Autobahnen) und andere Unternehmen der Transportbranche. Beim Staat nehmen die Einnahmen aus den indirekten Treibstoffsteuern ab, bei den andern Betroffenen gehen die Umsätze zurück.

¹ Da nicht bekannt ist, wofür das gesparte Geld wirklich ausgegeben wird, ist die vereinfachende Annahme, dass ausserhalb des Transportsektors die Güterpreise ihren Grenzkosten entsprechen, durchaus legitim.

Alle diese Erlöseinbussen müssen also nebst den möglichen Betriebskosteneinsparungen auch berücksichtigt werden.

Nachfolgend wird ein weiteres kontroverses Thema in diesem Zusammenhang diskutiert; die Berücksichtigung des so genannten "steuerlichen Nutzens".

Am Schluss wird mit Hilfe des mikroökonomischen Modells von Van der Tak gezeigt, wie in der Praxis vorgegangen werden sollte, um den sozialen Nutzen einer Verkehrsinvestition möglichst genau ermitteln zu können.

3. Die Einnahmenänderungen bei den Betreibern des begünstigten Verkehrsmittels

Als Folge einer Investition in den öffentlichen Verkehr, die meistens nicht von Tarifänderungen begleitet wird, nehmen im Allgemeinen die Nachfrage nach Verkehrsleistungen und damit die Einnahmen der Betreiber zu. Für die Vertreter des traditionellen Verfahrens stellt dies ganz einfach den umgekehrten Fall dar. Den zusätzlichen Einnahmen stehen die zusätzlichen Aufwendungen der Benutzer des öffentlichen Verkehrs gegenüber, was also ebenfalls eine reine redistributive Bedeutung haben würde. Aufgrund der Überlegungen von Sugden muss aber wie folgt argumentiert werden:

Bringt die als Ersatz der unrentablen Eisenbahnlinie gedachte Autobusverbindung zusätzliche Vorteile für die Benutzer (z.B. kürzere Fahrzeiten), dann nimmt die Nachfrage nach den Leistungen des öffentlichen Verkehrs zu. Personen, welche die Eisenbahn wegen ihrer Langsamkeit bisher gemieden haben, benützen nun möglicherweise den Autobus. Da ihre Gesamtausgaben gleich bleiben, entlasten sie die Volkswirtschaft im Sinne einer Ressourcenersparnis in anderen Branchen.

Der Gesamtnutzen dieser Infrastrukturmassnahme ist demnach²:

$$N = \text{Zunahme der Benützernutzen (=Konsumentenrente) infolge kleinerer Zeitkosten} \\ + \text{Betriebskostensparnisse im öffentlichen Verkehr} \\ + \text{zusätzliche Einnahmen bei den Betreibern des öffentlichen Verkehrs}$$

Durch eine Investition in den Strassenverkehr werden die Einnahmen des Staates aus den Treibstoffsteuern zu- oder abnehmen. Bei einer Strasseninvestition, die zu einer Abnahme des Treibstoffverbrauchs je Fahrt führt (z.B. durch eine kürzere Verbindung), werden die Einnahmen des Staates je Fahrt abnehmen. Je nach Grösse des entstehenden Neuverkehrs können die Gesamteinnahmen des Staates jedoch zu- oder abnehmen.

² Von externen Effekten und weiteren möglichen Auswirkungen im Strassenverkehr wird hier der Einfachheit halber abgesehen.

Die zusätzlichen Einnahmen des Staates werden manchmal als steuerliche Nutzen (tax benefit) oder Nutzen des Staates bezeichnet³ (Thomson (1978), Seiten 157-159).

Die Bedeutung dieses steuerlichen Nutzens kann am besten anhand des folgenden Beispiels einer Strasseninvestition erläutert werden. Es gelten die folgenden Annahmen:

- zwischen den Ortschaften i und j wird eine neue, kürzere Strasse gebaut
- der Marktpreis für Benzin beträgt Fr. 1.80 pro Liter
- die Treibstoffsteuer und die indirekte Steuer für Benzin betragen Fr. 0,60 pro Liter; die volkswirtschaftlichen Kosten für einen Liter Benzin betragen also Fr. 1,20.
- die generalisierten Kosten einer Fahrt bestehen nur aus Treibstoffkosten
- für eine Fahrt von i nach j wird im alten Strassennetz 1 Liter Benzin benötigt und es werden 100 Fahrten durchgeführt; d.h. der Preis einer Fahrt beträgt Fr. 1,80 (=K₀), die volkswirtschaftlichen Kosten einer Fahrt betragen Fr. 1,20 (=V₀)
- wegen der kürzeren Strassenverbindung sinkt der Benzinverbrauch für eine Fahrt auf 0.5 Liter; der Preis einer Fahrt beträgt demnach neu Fr. 0,90 (=K₁) und die entsprechenden volkswirtschaftlichen Kosten Fr. 0,60 (=V₁)
- die Anzahl Fahrten nimmt auf 150 zu

Die Zusammenhänge sind in Abbildung 1 dargestellt.

Für die bisherigen Strassenbenützer (d.h. ohne Neuverkehr) entspricht der Konsumentenrentenzuwachs der Fläche K₀PRK₁ (=90 Franken). Der Staat hat gleichzeitig einen steuerlichen Verlust von Fr. 30.- (Fläche K₁RSV₁ minus Fläche K₀PQV₀)⁴.

Infolge des entstandenen Neuverkehrs profitieren aber auch die zusätzlichen Benützer. Deren Nutzen (Konsumentenrente) entspricht der Dreiecksfläche PTR (gleich Fr. 22.50). Die Treibstoffausgaben für den Neuverkehr betragen Fr. 45.- (=RTYX). Diesen stehen aber nur volkswirtschaftliche, d.h. reale Kosten in der Höhe der Fläche SUYX (=Fr. 30.-) gegenüber. Das heisst, der Staat erhält von den neuen Benützern Fr. 15.- an Treibstoffsteuern⁵. Der Gesamtnutzen (GN) der Strassenverbindung⁶ beträgt demnach:

³ Bei einer Abnahme der Einnahmen handelt es sich um negative (Steuer)Nutzen.

⁴ Da die Gesamtausgaben unverändert bleiben, bedeutet dies, dass ein zusätzlicher Ressourcenverbrauch im Umfang von Fr. 30.- die Volkswirtschaft belasten wird.

⁵ Das bedeutet, dass Ressourcen in der Höhe des Betrages RTUS (gleich Fr. 15.-) freigesetzt werden, welche einen zusätzlichen Nutzen darstellen.

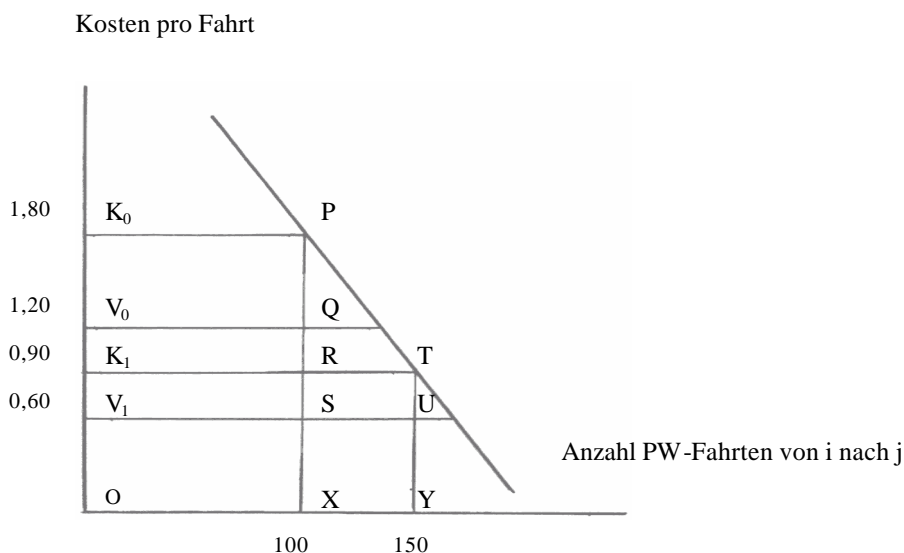
⁶ Von externen Effekten und weiteren möglichen Auswirkungen im öffentlichen Verkehr wird hier der Einfachheit halber ebenfalls abgesehen. Zudem wird davon ausgegangen, dass keine zusätzlichen Betriebskosten entstehen.

$\mathbf{GN} = \text{Fläche } K_0PTK_1 (= \text{Fr. } 112.50) + \text{Fläche } RTUS (= \text{Fr. } 15.00) + \text{Fläche } K_1RSV_1 (= \text{Fr. } 30.00) - \text{Fläche } K_0PQV_0 (= \text{Fr. } 60.00) = \mathbf{Fr. } 97.50$ (die Steuereinnahmen des Staates nehmen insgesamt um Fr. 15.-ab). In diesem speziellen Fall ist der Gesamtnutzen also kleiner als die Konsumentenrente.

Der Gesamtnutzen kann aber auch auf die folgende Weise ermittelt werden, die zum gleichen Resultat führt:

$$\mathbf{GN} = \text{Zunahme der Benützernutzen } (=K_0PTK_1) - \text{Einnahmenverluste des Staates } (=RTUS+K_1RSV_1-K_0PQV_0)$$

Abbildung 1: Der steuerliche Nutzen



Wird durch die Investition nur die Zeitkomponente der generalisierten Kosten einer Fahrt verändert (d.h. die Fahrtzeit wird kürzer, während die Betriebskosten gleich bleiben⁷), so werden die Einnahmen des Staates aus den Treibstoffabgaben tendenziell zunehmen, da zusätzliche Fahrten unternommen werden und die Einnahmen des Staates je Fahrt konstant bleiben. In einem solchen Fall ist der steuerliche Nutzen positiv.

⁷ Dieser Fall könnte eintreten, wenn die neue Strassenverbindung kürzer und schneller als die bestehende ist. Wegen der kürzeren Distanz wird der Treibstoffverbrauch nur abnehmen, wenn mit unveränderter Geschwindigkeit gefahren wird. Bei höheren Geschwindigkeiten nimmt der Verbrauch in bestimmten Fällen zu, so dass sich die beiden Effekte aufheben können.

Der steuerliche Nutzen, bzw. die Berücksichtigung der Änderung der staatlichen Steuereinnahmen wurde bis in die 70-er Jahre in den wenigsten Kosten-Nutzen-Analysen berücksichtigt. Die erste Untersuchung, die auch diese Effekte mit einbezog, war vermutlich die "London Transportation Survey" (1970), die sich auch in anderer Hinsicht positiv von ähnlichen Untersuchungen unterschied (Thomson (1978), Seiten 257-262). Der steuerliche Nutzen hat aber in der Folge noch beträchtliche Verwirrung verursacht und wurde noch eine zeitlang auch im angelsächsischen Sprachraum teilweise vehement abgelehnt⁸.

Seit Mitte der 70-er Jahren wird in der angelsächsischen Literatur der steuerliche Nutzen jedoch einhellig als realer Nutzen (gleich freigesetzte Ressourcen) [van der Tak (1971), Harrison (1974), Thomson (1974), Sassone and Schaffer (1978) u. a.] betrachtet.

In Bezug auf die "Steuerverluste" des Staates beim "alten Verkehr" (Fläche K_1RSV_1 minus Fläche K_0PQV_0 in Abbildung 1) waren die Meinungen nicht geteilt. Diese wurden im Allgemeinen indirekt berücksichtigt, indem die geltenden Marktpreise für Treibstoff von vorneherein um die geltenden Steueranteile bereinigt wurden. (Mit der Begründung, dass es sich bei den indirekten Steuern um Transfergrößen handelt, denen kein entsprechender volkswirtschaftlicher Ressourcenverbrauch gegenübersteht.) Die Nutzenermittlung erfolgte dann aufgrund dieser bereinigten Kostenansätze. Ein solches Vorgehen ist aber für die Nutzenermittlung *des Neuverkehrs* nicht korrekt.

4. Schlussfolgerungen und praktisches Vorgehen

Generell gilt die folgende Definition:

Der Nutzen einer Investition ergibt sich als Summe der Konsumentenrentenänderungen und der Änderung des Ressourcenverbrauchs in der gesamten Volkswirtschaft⁹.

Oder:

$$GN = \sum_g \Delta KR_g + \Delta \text{Ressourcen(Mittel)verbrauch} \quad (1)$$

ΔKR_g steht für die Nutzenänderung der Konsumenten des Gutes g , dessen Preis sich infolge der Verkehrsinvestition geändert hat.

Diese allgemein anerkannte Definition bleibt, wie in der Folge gezeigt wird, auch weiterhin gültig.

⁸ Zum Beispiel von Beesley and Walters (1970), Seite 244

⁹ Werden als Folge eines Projektes weniger Ressourcen benötigt, so entsteht der Gesellschaft ein Nutzen, falls die eingesparten Ressourcen anderswo effizient eingesetzt werden können.

Wie sollte aber praktisch vorgegangen werden, damit erstens alles lückenlos erfasst wird und andererseits nicht gleichzeitig Nettoeinnahmen, Ressourcenverbrauch sowie nicht relevante Konsumentenrenten berücksichtigt werden und es dabei zu Doppelzählungen kommt?

Wichtig ist vor allem, dass Folgendes beachtet wird:

Die Gesamtausgaben der Konsumenten sind bei allen Alternativen gleich hoch. Es ist der Mittelverbrauch, der von Alternative zu Alternative ändert.

Der Unterschied im Mittelverbrauch zwischen zwei Varianten wird auch Produzentennutzen (producers surplus) genannt (Thomson (1978), Seite 236-237), weil dieser auf der Seite der Betreiber anfällt. Produzentennutzen verbleiben nicht notwendigerweise bei diesen (wozu auch der Staat gehört), sondern können z.B. in Form von Preisreduktionen oder Steuertransfers an die Konsumenten weitergegeben werden.

Die einfachste Art, die Änderungen im Mittelverbrauch lückenlos zu erfassen, besteht darin, die Änderungen in den Nettoeinnahmen aller Produzenten abzuschätzen. Dies kann am einfachsten wie folgt gezeigt werden:

$$K = \sum \text{Bruttoeinnahmen} = \sum \text{Konsumentenausgaben} = \text{konstant}$$

$$N_0 = \sum \text{Nettoeinnahmen in der Nullvariante}$$

$$N_1 = \sum \text{Nettoeinnahmen in der Projektvariante}$$

$$M_0 = \sum \text{Mittelverbrauch in der Nullvariante}$$

$$M_1 = \sum \text{Mittelverbrauch in der Projektvariante}$$

Demnach gilt:

$$N_0 = K - M_0 \quad \text{und} \quad N_1 = K - M_1$$

eingesetzt:

$$N_0 - N_1 = K - M_0 - (K - M_1) \quad \text{oder:}$$

$$N_0 - N_1 = M_1 - M_0$$

Der Ausdruck $(N_0 - N_1)$ stellt die Änderung in den Nettoeinnahmen aller Produzenten, also des Staates und auch derjenigen in der Nichttransportbranche dar. Der Ausdruck rechts des Gleichheitszeichens ist gleich der Änderung des Mittelverbrauchs in der gesamten Volkswirtschaft.

Zwischen der Änderung der Nettoeinnahmen aller Produzenten und der Änderung des Mittelverbrauchs besteht also eine Identität.

Wie aber können diese Änderungen überhaupt erfasst werden, wenn nicht einmal bekannt ist, in welchen Branchen Nachfrage- und Preisänderungen als Folge einer Verkehrsinvestition stattfinden werden?

Zur Beantwortung dieser Frage muss der folgende Zusammenhang bekannt sein:

Die Summe der Änderungen der Flächen unter den betroffenen Transportnachfragekurven ist ein Mass für die Summe der Änderungen aller relevanten Konsumenten- und Produzentengewinne.

Es gilt demnach die folgende Identität¹⁰:

$$\sum \sum \sum \Delta KR_{ijk} = \sum_g \Delta KR_g + \sum_g \Delta PR_g \quad (2)$$

Dabei ist ΔKR_{ijk} die Änderung der Fläche unter der Transportnachfragekurve für die Verkehrsrelation von i nach j mit dem Verkehrsmittel k.

ΔKR_g steht für die Nutzenänderung der Konsumenten des Gutes g, dessen Preis sich infolge der Verkehrsinvestition geändert hat.

ΔPR_g zeigt die Gewinnänderung der Produzenten von Gut g.

Der Ausdruck $(M_1 - M_0)$, d.h. die Änderung des Mittelverbrauchs, kann weiter in die folgenden Komponenten gegliedert werden:

$$M_1 - M_0 = \sum_g \Delta PR_g + \sum_t \Delta PR_t = \Delta \text{Mittelverbrauch} \quad (3)$$

ΔPR_g zeigt die Gewinnänderung der Produzenten von Gut g und

¹⁰ Für den Beweis siehe Anhang "Die korrekte Interpretation der Fläche unter der Transportnachfragekurve"

$\sum_t \Delta PR_t$ entspricht der Summe der Gewinnänderungen der Produzenten in der Transportbranche.

(3) in (1) eingesetzt, wird der Gesamtnutzen einer Verkehrsinvestition gleich:

$$GN = \sum_g \Delta KR_g + \sum_g \Delta PR_g + \sum_t \Delta PR_t \quad (4)$$

oder (2) in (4) eingesetzt:

$$GN = \sum_k \sum_i \sum_j \Delta KR_{ijk} + \sum_t \Delta PR_t$$

Oder anders ausgedrückt:

Der Gesamtnutzen einer Verkehrsinvestition ist gleich der Summe der Flächenveränderungen unter den betroffenen Transportnachfragekurven und der Summe der Nettoeinnahmenänderungen in der Transportbranche.

An dieser Stelle muss jedoch betont werden, dass diese Formel nur unter der Voraussetzung gültig ist, dass ausserhalb des Transportsektors die Güterpreise ihren Grenzkosten entsprechen und keine externen Effekte existieren. Realistischerweise darf sie deshalb nur als Näherungsformel betrachtet werden.

Im Scottish Transport Appraisal Guidance (Vers. 1, September 2003) steht in diesem Zusammenhang der folgende Satz (Kap. 8.4.2):

„The accepted best measure of welfare gain is the change in consumer surplus enjoyed by individuals and the change in producer surplus/deficit accruing to transport suppliers.“

The change in *producer surplus/deficit* ist identisch mit den Nettoeinnahmenänderungen der *transport suppliers* (zu denen auch der Staat gehört) und ist auch identisch mit der Änderung des Ressourcenverbrauchs in der Volkswirtschaft. Oder anders gesagt: Der Wohlfahrtsgewinn als Folge einer Verkehrsinvestition (Strasse oder Schiene) ist identisch mit der Änderung der Konsumentenrenten (unter der betroffenen Nachfragekurven) und der Änderung des Ressourcenverbrauchs.

Um weitere Auswirkungen muss sich der Kosten-Nutzen-Analytiker nur dann kümmern, wenn es im Zusammenhang mit der Investition zu Veränderungen im Bereich der externen Effekte kommt. Für die Berücksichtigung dieser Effekte gibt es heute allgemein anerkannte und bewährte Verfahren.

Zur Illustration der Vorgehensweise kann das Beispiel der Strasseninvestition (Abbildung 1) verwendet werden. Der Gesamtnutzen für die Konsumenten und den Staat beträgt in diesem Beispiel Fr. 97.50. Dies entspricht, falls keine zusätzlichen Betriebskosten entstehen, dem sozialen Nettonutzen der Investition.

Dieses Resultat kann nun auf drei verschiedene Arten interpretiert und berechnet werden (SN gleich sozialer Nettonutzen):

- (1) $SN = \text{Volkswirtschaftliche Kostenersparnis beim "alten Verkehr" } (=V_0QSV_1) \text{ plus}$
 $\text{Bruttonutzen des Neuverkehrs } (=XP_{TY}) \text{ minus volkswirtschaftliche Kosten des}$
 $\text{Neuverkehrs } (=XSUY),$
 bzw. in Zahlen: Fr. 60.00 + Fr. 67.50 - Fr. 30.00 = Fr. 97.50
- (2) $SN = \text{Konsumentenrentenzuwachs } (K_0PTK_1) \text{ plus Zunahme der Nettoeinnahmen}$
 $\text{der betroffenen Produzenten (hier des Staates } =K_1TUV_1 - K_0PQV_0),$
 bzw. in Zahlen: Fr. 112.50 + (Fr. 45.00 - Fr. 60.00) = Fr.97.50
- (3) $SN = \text{Konsumentenrentenzuwachs } (=K_0PTK_1) \text{ minus zusätzlicher Mittelverbrauch}$
 $(=OK_0PX - OK_1TY - OV_0QX + OV_1UY),$
 bzw. in Zahlen: Fr. 112.50 - (Fr. 180.00 - Fr. 135.00 - Fr. 120.00 + Fr. 90.00) = Fr. 97.50

Die letztgenannte Interpretation bedarf einer zusätzlichen Erläuterung. Auf den ersten Blick scheint es, dass trotz Neuverkehr weniger Mittel verbraucht werden. Dies stimmt beim Treibstoff, bei dem der Minderverbrauch 30 Fr. beträgt. Die Ausgaben der Konsumenten für Benzin haben jedoch um Fr. 45.00 abgenommen. Da die Gesamtausgaben der Konsumenten aber gleich bleiben, werden im Nicht-Transportsektor zusätzliche Mittel im Wert von Fr. 45.00 verbraucht.

Total werden also infolge der Massnahme zusätzliche Mittel im Wert von Fr. 15.00 beansprucht. Aufgrund dieses einfachen Beispiels ist es klar, dass die Interpretation bei (2) am einfachsten ist.

Um das Beispiel etwas realistischer zu gestalten, kann auch die Schiene einbezogen werden. Dazu wird folgendes angenommen:

- Die Gesamtausgaben der Konsumenten im Schienenverkehr betragen Fr. 500.- im Nullfall und Fr. 400.- im Planungsfall. Oder anders ausgedrückt, wegen der neuen Strasse nimmt der Betreiber des Schienenverkehrs 100.- Fr. weniger ein (die Erlöseinbusse beträgt 100.- Fr.).

- Der Ressourcenverbrauch im Schienenverkehr (Betriebskosten) soll 400.- Fr. im Nullfall und 350.- Fr. im Planungsfall betragen. Somit betragen die Nettoeinnahmen der Betreiber des öffentlichen Verkehrs 100.- Fr. vor und 50.- Fr. nach Eröffnung der neuen Strasse.

Die einfachste Methode, die Auswirkungen auf den Mittelverbrauch abzuschätzen ist, wie oben gezeigt, die Änderung in den Nettoeinnahmen aller Produzenten in der Transportbranche zu bestimmen. Die Änderung der Nettoeinnahmen des Staates (aus dem Benzinzoll) beträgt minus Fr. 15.- (Fr. 45.- minus Fr. 60.-). Die Änderung der Nettoeinnahmen des öffentlichen Verkehrsbetriebs beträgt minus Fr. 50.-. Der Produzentennutzen im Verkehrssektor nimmt also total um Fr. 65.- ab. Der soziale Nettonutzen der neuen Strasse beträgt also beim erweiterten Beispiel nur noch Fr. 47.50 (Konsumentenrentenzuwachs minus Abnahme der Produzentenrenten, in Zahlen: Fr. 112.50 minus Fr. 65.-).

Dasselbe Resultat wird auch mit Methode (3) erzielt. Die Konsumentenausgaben für Verkehr nehmen total um Fr. 145.- ab (Fr. 45.- im Privatverkehr und Fr. 100.- im öffentlichen Verkehr). Da sich die Gesamtausgaben der Konsumenten jedoch nicht verändern, bedeutet dies gleichzeitig, dass im Nicht-Transportsektor zusätzliche Ressourcen im Werte von Fr. 145.- verbraucht werden. Im Transportsektor selber werden aber Ressourcen im Wert von Fr. 85.- eingespart, nämlich Fr. 30.- im Privatverkehr (Minderverbrauch an Benzin) und Fr. 50.- im öffentlichen Verkehr (Kostensparnis des Verkehrsbetriebs). Die totale Zunahme des Mittelverbrauchs infolge der neuen Strasse beträgt demnach Fr. 65.- (Fr. 145.- minus Fr. 80.-). Der soziale Nettonutzen beträgt wiederum Fr. 47.50 (Konsumentenrentenzuwachs minus zusätzlicher Mittelverbrauch).

Die Realität kann natürlich wesentlich komplizierter sein. Im Prinzip müssen für alle betroffenen Verkehrsbeziehungen die Änderungen der Benzinzolleinnahmen neben den Änderungen der Konsumentenrenten ermittelt werden. Zudem werden sich die Steuereinnahmen des Staates auch im Nicht-Transportsektor ändern, da die Güterpreise meist auch indirekte Steuern enthalten. (Der Einfachheit halber kann dabei angenommen werden, dass der Steuersatz für alle Güter gleich gross ist.)

Zudem können mehrere Verkehrsmittel von einer bestimmten Investitionsmassnahme betroffen sein, auch solche, die nicht als Konkurrenten gelten (z. B. Taxi).

Das Prinzip der Nettonutzenermittlung bleibt aber auch für komplexere Situationen gleich:

Der zusätzliche Mittelverbrauch kann am einfachsten über die Abschätzung der Auswirkungen auf die Nettoeinnahmen der Produzenten in der Transportbranche ermittelt werden.

Durch die Einbeziehung der Produzentenrenten in die Untersuchung wird die Aufgabe des Kosten-Nutzen-Analytikers schwieriger, da er unter Anderem auch die Kosten- und Erlösstruktur für ferne Jahre prognostizieren muss. Zudem ist es nicht sicher, ob ein eventueller Verlust beim öffentlichen Verkehr vom Staat (d.h. von jedem einzelnen steuerzahlenden Mitglied der Gesellschaft) getragen wird, oder ob er über Fahrpreiserhöhungen weitergegeben wird (was zu einem weiteren Ansteigen des Privatverkehrs und zu zusätzlichen Konsumentenrenteneinbussen bei den verbleibenden Benützern des öffentlichen Verkehrs führen würde).

Am Schluss dieser Ausführungen soll es nicht unerwähnt bleiben, dass die wichtigsten Schlussfolgerungen, die hier hergeleitet wurden, allein aus dem "Van der Tak'schen Modell" (vgl. Anhang) hätten hergeleitet werden können. Darauf wurde jedoch bewusst verzichtet und zwar deshalb, weil Van der Tak im Gegensatz zu Sugden keine Gelegenheit bietet, auf die eingangs erwähnten kontroversen Meinungen einzugehen. Eine Auseinandersetzung mit den verschiedenen Ansichten ist aber in diesem Fall gewinnbringender, als das blosse "Verkünden der Wahrheit".

Anhang: Interpretation der Fläche unter der Transport-Nachfragekurve – Das Modell von H. Van der TAK

Um die notwendigen Zusammenhänge herleiten zu können, wird ein einfaches Modell verwendet, welches auf P. Samuelson (1952) zurückgeht, aber in dieser Form von Van der Tak (1971) formuliert wurde. Nachfolgend werden die Bedingungen der vollkommenen Konkurrenz vorausgesetzt. Zudem wird der Einfachheit halber angenommen, dass die Einheitstransportkosten konstant, d.h. unabhängig vom Transportvolumen sind, und dass keine externen Effekte existieren.

Im Modell sind zwei Regionen durch eine einzige Strasse miteinander verbunden. Diese ist ausschliesslich für den Transport eines einzigen Gutes reserviert, welches in den beiden Regionen gehandelt, d.h. produziert und konsumiert wird. Für dieses Gut besteht in der Region A ein Importbedarf, weil die eigenen Produzenten beim sich ergebenden Gleichgewichtspreis nicht in der Lage sind, die gesamte Nachfrage zu befriedigen.

Die Differenz wird von Region B nach A exportiert. Der Preisunterschied zwischen den zwei Regionen entspricht den konstanten Einheitstransportkosten¹¹. Wenn diese infolge einer Verkehrsinvestition abnehmen, so wird der Preisunterschied entsprechend kleiner. Das Gut wird in der Region A billiger und in der Region B teurer. Die Konsumenten in der Region A stehen besser, diejenigen in der Region B schlechter da.

¹¹ D.h., die Grenzkosten des Transports sind konstant.

Die Produzenten, welche das Gut in der Region A produzieren, verlieren Marktanteile, da der Import zunimmt. Infolgedessen gehen ihre Gewinne zurück. Die Produzenten, welche in der Region B domiziliert sind, profitieren, indem sie mehr Ware zu einem höheren Preis absetzen können. Die Summe der Gewinne und Verluste an Konsumenten- und Produzentenrenten ergibt den Nettonutzen der Investition.

Die Zusammenhänge sind in Abbildung 1 dargestellt.

N_A und N_B sind die Nachfragefunktionen in den Regionen A und B. A_A ist die Angebotskurve der Produzenten in A, welche nur in A verkaufen. A_B ist die Angebotskurve der Produzenten in B für beide Märkte.

Vor der Verkehrsinvestition betragen die Gleichgewichtspreise P_A^0 , bzw. P_B^0 ,

nach der Investition betragen sie P_A^1 , bzw. P_B^1 .

Die importierte Menge betrug vorher BC (=KJ) und nachher ED (=HI) Einheiten. Dabei gingen die Einheitskosten von C_0 auf C_1 zurück.

In der Region A beträgt der Konsumentenrentenzuwachs ACDF und die Gewinnabnahme der Produzenten ABEF.

Beweis:

In der vollkommenen Konkurrenz ist die Angebotskurve einer Unternehmung mit jenem Abschnitt der Grenzkostenkurve (=erste Ableitung der Gesamtkostenkurve $C(m)$) identisch, welche über der durchschnittlichen variablen Kostenkurve liegt. Da der Unternehmungsgewinn der Differenz zwischen Einnahmen und Kosten entspricht, ist die Gewinnabnahme identisch mit der Abnahme der Einnahmen (?E) minus die Abnahme der Kosten (?K), wobei

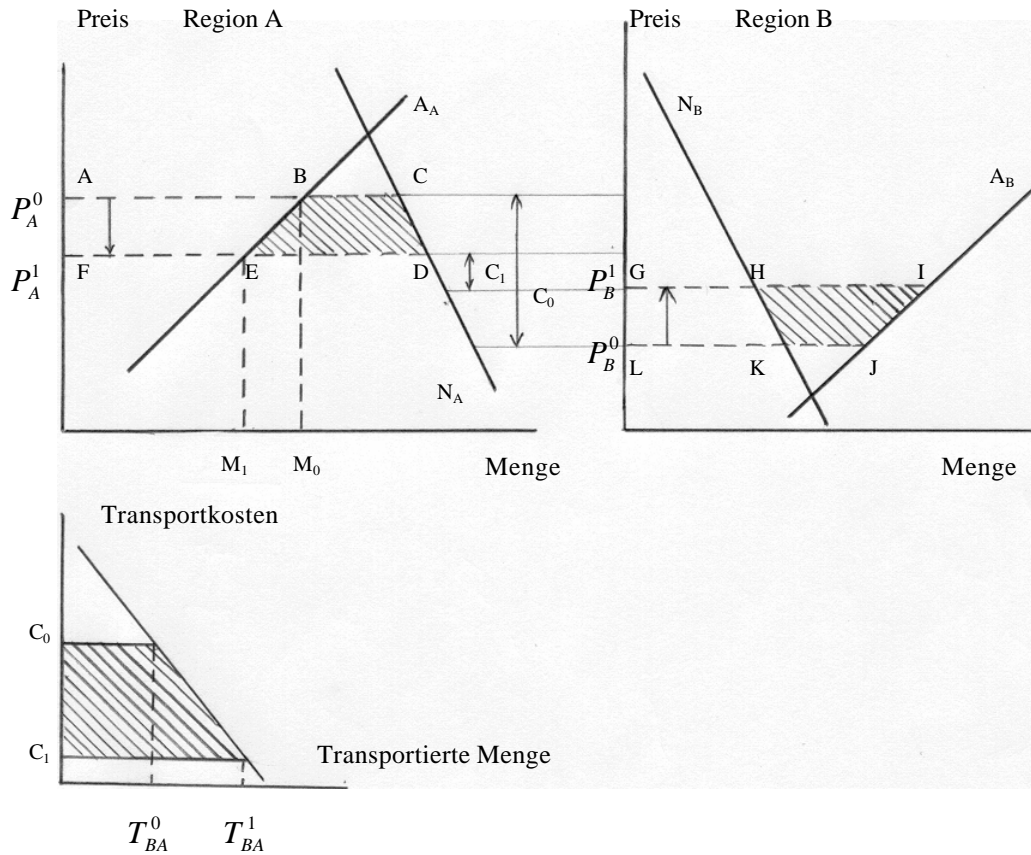
$$\Delta E = OABM - OFEM = ABEF + BM_0M_1E$$

und

$$\Delta K = \int_{M_1}^{M_2} C'(m)dm = \int_{M_1}^{M_0} A_A(m)dm = BM_0M_1E \rightarrow \Delta E - \Delta K = ABEF$$

(was zu beweisen war.)

Abbildung 1: Die Märkte in den Regionen A und B sowie die abgeleitete Transportnachfragekurve



Der Nettogewinn für die Region A ist positiv und entspricht der schraffierten Fläche *BCDE*. In der Region B profitieren die Produzenten, indem ihre Gewinne um den Betrag *GJIL* zunehmen, und die Konsumenten stehen um den Betrag *GHKL* schlechter da. Aber auch in dieser Region ist der Nettogewinn positiv und entspricht der Fläche *HIJK*.

Der Gesamtnutzen (GN) der Verkehrsinvestition beträgt demnach *BCDE + HIJK*.
Oder:

$$GN = \sum_g \Delta KR_g + \sum_g \Delta PR_g = BCDE + HIJK$$

Wobei,

$\sum_g \Delta KR_g$: Summe der Nutzenänderungen der Konsumenten des Gutes g in beiden Regionen und

$\sum_g \Delta PR_g$: Summe der Nettogewinnänderungen der Produzenten des Gutes g in beiden Regionen.

Da jedoch

$$BC = KJ = T_{BA}^0$$

und

$$ED = HI = T_{BA}^1$$

weil die importierte Menge der exportierten entspricht.

Demzufolge wird der Gesamtnutzen (GN):

$$GN = 0.5 \cdot (P_A^0 - P_A^1) \cdot (T_{BA}^0 + T_{BA}^1) + 0.5 \cdot (P_B^1 - P_B^0) \cdot (T_{BA}^0 + T_{BA}^1)$$

Bzw.:

$$GN = 0.5 \cdot (T_{BA}^0 + T_{BA}^1) \cdot (P_A^0 - P_A^1 + P_B^1 - P_B^0)$$

Und weil $P_A^0 - P_B^0 = C_0$ und $P_B^1 - P_A^1 = -C_1$ wird obige Gleichung vereinfacht:

$$GN = 0.5 \cdot (T_{BA}^0 + T_{BA}^1) \cdot (C_0 - C_1)$$

Dieser Ausdruck ist aber genau mit der Änderung der Fläche unter der entsprechenden Transportnachfragekurve identisch, wenn die Transportkosten von C_0 auf C_1 fallen und die transportierte Menge von T_{BA}^0 auf T_{BA}^1 zunimmt¹².

Der Nutzen der Investitionsmaßnahme kann demnach entweder als die Summe der Nutzenänderungen der Konsumenten und der Produzenten dieses Gutes oder aber alternativ, als die Zunahme der Konsumentenrente unter der Transportnachfragekurve interpretiert werden.

¹² Die Steigung der Transportnachfragekurve kann aus den Steigungen der Nachfrage- und der Angebotsfunktionen (N_A , N_B , A_A , A_B) bestimmt werden, da das Transportvolumen einzig vom interregionalen Handelsvolumen abhängig ist.

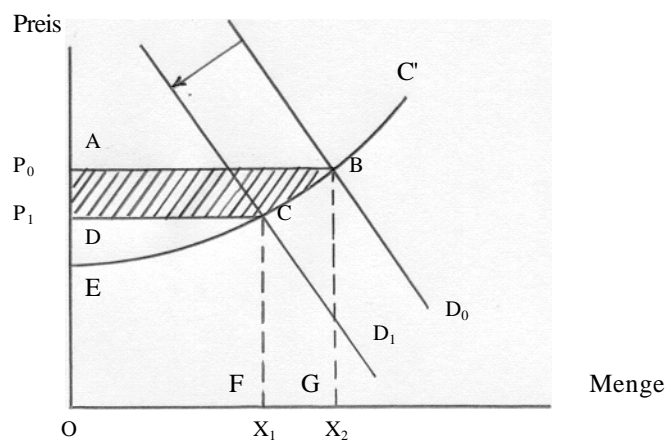
Dieses Resultat kann verallgemeinert werden, indem eine dritte Region C eingeführt wird. Auf den Beweis wird hier aus Platzgründen verzichtet¹³.

Das hier vorgestellte Modell basiert auf Zusammenhängen, die für den Güterverkehr relevant sind. Die gewonnenen Erkenntnisse können jedoch ohne Probleme auf den Personenverkehr übertragen werden.

Bis jetzt wurde davon ausgegangen, dass durch die Transportkostensenkung nur die Konsumenten und die Produzenten des gehandelten Gutes betroffen werden. Realistischer ist aber die Annahme, dass auch Nachfrageverschiebungen bei den anderen Gütern auftreten werden. In der Region A wird die Nachfrage nach Substitutionsgütern abnehmen und die Nachfrage nach Komplementärgütern zunehmen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage ob das bisherige Nutzenmass modifiziert werden muss oder nicht.

Werden z.B. Öltransporte billiger, so wird die Nachfrage nach Kohle zurückgehen. Die Zusammenhänge sind in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Sinkende Nachfrage bei einem Substitutionsgut



Die ursprüngliche Nachfragekurve D_0 für Kohle verschiebt sich nach D_1 . Wegen der steigenden Grenzpreiskurve C' sinkt der Preis von P_0 auf P_1 . In der Folge vermindern sich die Nettoeinnahmen der Kohleproduzenten um die Fläche $ABCD$. Gleichzeitig stehen aber die Konsumenten besser da. Ihr Nutzenzuwachs entspricht ebenfalls der Fläche $ABCD$.

¹³ Vgl. dazu Abay (1984), Seiten 29-31

Gewinnabnahme und Nutzenzuwachs heben sich also gerade auf. Würde sich die Nachfragekurve umgekehrt von D_1 nach D_0 verschieben, so würde die Nutzenabnahme der Konsumenten von einer entsprechenden Gewinnzunahme der Produzenten kompensiert. Es kann deshalb der Schluss gezogen werden, dass man sich um diese Effekte nicht kümmern muss, solange die dem Modell zu Grunde liegenden Bedingungen erfüllt sind.

Die Änderung der Fläche unter der Transportnachfragekurve entspricht somit der Summe der Nutzenänderungen der Konsumenten und der Produzenten des Gutes, dessen Preis sich infolge der Verkehrsinvestition geändert hat.

Ändern sich die Preise mehrerer Güter infolge der Verkehrsinvestition, so bleibt die Änderung der Fläche unter der Transportnachfragekurve immer noch das relevante Mass für den Gesamtnutzen. Das Modell kann zudem weiter verallgemeinert werden; die Transportkosten können sich auch auf anderen Verkehrsrelationen ändern und es können auch konkurrierende Verkehrsmittel von der Investitionsmassnahme betroffen sein. Allgemein gilt weiterhin die folgende Identität:

$$\sum_g \sum_j \sum_k \Delta KR_{ijk} = \sum_g \Delta KR_g + \sum_g \Delta PR_g$$

Dabei ist ΔKR_{ijk} die Änderung der Fläche unter der Transportnachfragekurve für die Verkehrsrelation von i nach j mit dem Verkehrsmittel k .

ΔKR_g steht für die Nutzenänderung der Konsumenten des Gutes g , dessen Preis sich infolge der Verkehrsinvestition geändert hat.

ΔPR_g zeigt die Gewinnänderung der Produzenten von Gut g .

Die Summe der Änderungen der Flächen unter den betroffenen Transportnachfragekurven ist ein Mass für die Summe der Änderungen aller relevanten Konsumenten- und Produzentengewinne.

Abstract

Price changes and demand shifts in the transport sector induced by some policy measures or by investments in transport infrastructure have in general an impact on the net revenues of the involved transport operators. A new road e.g. might attract some people who formerly used public transport; in consequence the revenues of public transport operators might decline. On the other hand the new road might increase the fuel tax revenues of the central government. According to the prevailing opinion and practice in the German assessment schemes, these changes in the net revenues are regarded as „pecuniary spillover effects“ (transfers) and therefore they are explicitly not taken into account in cba's. The same view was adopted also in Great Britain in the early 1970-ies. However soon after that some British economists reali-

sed that there is a fallacy in this reasoning; in the british cba-practice of today these effects are fully taken into account. The article shows why these effects should be included in a cba to achieve a better allocation of resources.

Literatur

- Abay G. (1984): Kosten-Nutzen-Analyse für Verkehrsinvestitionen. Dissertation Universität Zürich.
- Beesley M. E. und Walters A. A (1970) Some Problems in the Evaluation of Urban Road Investments, Applied Economics, vol 1, pp 241-259, 1970
- Button, K. (1993) Transport Economics, 2nd Edition, England
- Der Bundesminister für Verkehr (1979) Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Investitionsvorhaben im Bereich der Verkehrswege (BVWP 80)
- Frerich J. (1974) Die Konsumentenrente, Jahrbuch für Sozialwissenschaft, Bd. 25, S. 367-392
- Georgi H. (1980) Cost-Benefit-Analysis als Lenkungsinstrument öffentlicher Investitionen im Verkehr, Göttingen
- Gwilliam K. M. (1972) Economic Evaluation of Transport Projects, Transportation Planning and Technology, vol. 1, pp 123-142
- Harrison A. J. (1974) The Economics of Transport Appraisal, London
- Mishan E. J. (1976) Cost-Benefit Analysis, New York
- Mohring H. (1976) Transportation Economics, Cambridge, Mass.
- Plath F. (1977) Nutzen-Kosten-Analyse für städtische Verkehrsprojekte, Tübingen
- Samuelson P. A. (1952) Spatial Price Equilibrium and Linear Programming, The American Economic Review, vol. XLII, pp 283-303
- Sassone P. G. und Schaffer W.A. (1978) Cost-Benefit-Analysis, a Handbook, New York
- Scottish Transport Appraisal Guidance, Vers. 1, Sept. 2003, Edinburgh
- Sugden R. (1972) Cost Benefit Analysis and the withdrawal of Railway Services, Bulletin of Economic Research, vol. 24, pp 23-32
- Sugden R. (1999) Developing a consistent Cost-Benefit Framework for Multimodal Transport Appraisal, University of East Anglia
- Thomson J. M. (1978) Grundlagen der Verkehrspolitik, Bern
- Van der Tak H. und Ray A. (1971) The Economic Benefits of Road Transport Projects, World Bank Staff Occasional Papers, Nr. 13, Baltimore