

Die Berücksichtigung von Neuverkehr bei der Bewertung von Verkehrsweginvestitionen

VON PETER CERWENKA, WIEN

1. Veranlassung und Anliegen

Regelmäßig wiederkehrend finden sich in den letzten Jahren auf einschlägigen Tagungen und in ebensolchen Zeitschriften - insbesondere aus dem Munde bzw. der Feder von verbal grün hinterlegten Verkehrsplanern - Äußerungen, die auch dankbar und eifrig von entsprechend eingefärbten Politikern aufgegriffen werden, etwa der folgenden Argumentation: Da durch neue Verkehrsinfrastrukturen (gemeint ist in aller Regel der als Feindbild gepflegte Straßenbau, aber nicht nur!) neuer Verkehr induziert wird, der bewirkt, daß trotz maßnahmebedingt beschleunigten Verkehrs im betrachteten System insgesamt gleich viel Transportzeit zugebracht wird wie vor der Realisierung der verkehrsbeschleunigenden infrastrukturellen Maßnahme („Zeiteinsparungsparadoxon“), sei es falsch und unzulässig, bei deren ökonomischer Bewertung maßnahmebedingte Zeiteinsparungen (die überdies zumeist den Löwenanteil an monetär transformierten Nutzen in ökonomischen Bewertungen für solche Maßnahmen ausmachen) in Rechnung zu stellen. Somit sei eigentlich jede weitere geschwindigkeitserhöhende Verkehrsinfrastrukturmaßnahme ökonomisch ineffizient und habe daher zu unterbleiben.

Stellvertretend für viele derartige, zurzeit geradezu modisch grassierende Äußerungen seien (in zeitlicher Reihenfolge) drei einschlägige Zitate aus der Fachliteratur angeführt:

- 1994 schrieb Topp¹: „Höhere Geschwindigkeiten ... durch Beschleunigung innerhalb eines Verkehrssystems - beispielsweise durch Straßenausbau oder Aufbau eines S-Bahnnetzes - führen keineswegs zu Reisezeiteinsparungen, wie immer argumentiert wird, sondern sie führen auf Dauer im statistischen Durchschnitt allein zu einem größeren Aktionsraum innerhalb des gleichen Zeitaufwandes. Insofern sind die monetarisierten Zeitersparnisse in Kosten-Nutzen-Analysen für Verkehrsprojekte in Stadt- und Regionalverkehr reine Fiktion.“

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Peter Cerwenka
Institut für Verkehrssystemplanung
Technische Universität Wien
Gußhausstraße 30/269
A-1040 Wien

¹ Topp, H.H.: Weniger Verkehr bei gleicher Mobilität? In: Internationales Verkehrswesen, 46(1994), Nr. 9, S. 486-493; hier: S. 490.

- 1996 bekräftigte Knoflacher²: „Es gibt keine Zeiteinsparungen durch Geschwindigkeitserhöhung im System. Selbstverständlich erlebt jeder von uns, wenn er sich schneller von A nach B bewegt, daß er weniger Zeit benötigt. Dies wird nun von Ökonomen, Technikern dazu benutzt, die Summe der Zeiteinsparungen mit bestimmten Geldbeträgen zu multiplizieren, um daraus den 'Nutzen' jeder Investition für schnellere Verkehrssysteme zu begründen. ... Es werden daher sämtliche Investitionen für schnelle Verkehrssysteme mit einer Größe begründet, die gar nicht existiert. Die Wirkungen dieses Irrtums sind allerdings erheblich.“
- Und 1997 sattelte Kotyza³ noch nach: „Da also höhere Geschwindigkeiten bei konstantem Zeitaufwand lediglich zu einer Ausdehnung der Reiseweiten führen, sind Investitionen in die Verkehrswege alleine daraus nicht zu rechtfertigen. Der Großteil der Verkehrsprojekte wird aber mit dem Nutzen der Zeiteinsparung begründet. Das ist eigentlich Unsinn, wenn die Zeit immer gleich ist.“

Nun scheint von der empirischen Befundlage der Fakten her gesehen alles in den zitierten Äußerungen seine Richtigkeit und Ordnung zu haben, aber dem scharf, unbeirrt und ohne ideologische Vorbelastung beobachtenden Zeitgenossen entgeht nun einmal nicht, daß das Verhalten der am Verkehr teilnehmenden Menschen eine gänzlich andere Sprache spricht. Und das Interessante und zum Nachdenken geradezu Herausfordernde daran besteht darin, daß diese gänzlich andere „Mobilitätssprache“ nicht nur von unwissenden Laien, sondern gerade und ganz besonders von den Verächtern der Zeiteinsparungstheorie selbst gepflogen wird.⁴ Der Autor hat sich über Jahre hinweg bemüht, gerade bei sehr konkreten Mobilitätsanlässen an bewußten Kritikern der Schnelligkeit das Motiv für deren konträr zu ihrem Wissen praktiziertes Handeln zu eruieren. Auswahlhaft mögen aus den persönlichen Erfahrungen des Autors folgende Beispiele die prall widerspruchsgeladene Szenerie ausleuchten:

- Nahezu alle höheren Chargen diverser europäischer Bahnmanagements bzw. öffentlicher Verkehrsunternehmen benutzen für kurze dienstliche Wege einen Dienstwagen, für lange Strecken das Flugzeug und diskreditieren auf diese Weise ihr eigenes Produkt, und zwar - auf konkretes Nachfragen hin - stets und ausnahmslos mit der Unter-vier-Augen-Begründung, daß sie mit ihrem eigenen Produkt zu langsam vorankommen.
- Viele der sich in der Öffentlichkeit artikulierenden Kritiker der Schnelligkeit gehören höheren Einkommenschichten an und leben ganz ungeniert genau jene unsanfte Mobilität, die sie an anderen so eindrucksvoll anprangern: Sie haben einen hochattraktiven

² Knoflacher, H.: Ursachen für das Wachstum mechanischer Mobilität und seine Folgen. In: Riedl, R.; Delpos, M. (Hrsg.): Die Ursachen des Wachstums, S. 200-210; hier: S. 202-203, Wien, 1996.

³ Kotyza, G.: Ökologie versus Mobilität. In: Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, 142(1997), Nr. 6, S. 519-521; hier: S. 520.

⁴ Siehe etwa: Borgeest, B.; Miersch, M.; Kühlenbeck, T.: Wir Öko-Schweine. In: Natur, 16(1996), Nr. 1, S. 16-22.

Arbeitsplatz im grauen Zentrum einer Stadt (z.B. an einer Universität oder in einem Planungsamt) und in typischer Pendelentfernung davon (ca. 20 - 30 km) ein hübsches, womöglich freistehendes Häuschen im Grünen und/oder (mehrere) Ingenieurbüros in beachtlicher Entfernung von ihrem Wohn- oder Erstarbeitsplatz. Die Distanzen dazwischen legen sie aber natürlich keineswegs sanft zu Fuß zurück. Auch sind sie in aller Regel nicht bereit, entweder das hübsche Häuschen im Grünen oder ihre attraktiven, oft auf mehrere Städte verteilten Arbeitsplätze im Grauen aufzugeben, sondern sie ziehen offenbar einen enormen Nutzen aus all den Distanzen, die sie mit entsprechend schnellen Verkehrsmitteln in ihrem (vielleicht einigermaßen) konstanten Zeitbudget überwinden können. Sie wählen diese ihre Situation auch durchaus freiwillig und werden von niemandem dazu gezwungen.

- Am augenfälligsten auch für jeden Laien wahrnehmbar ist das Verhalten von Fahrradkurieren: Sich kaum durch Verkehrsregeln zu Langsamkeit irritieren lassend, suchen sie sich jeweils den streng zeitkürzesten Weg zu ihren Auftragszielen, da sie ja nicht (wie etwa Beamte) nach Zeit, sondern nach der Anzahl und Entfernungsklasse erledigter Aufträge bezahlt werden. (Auch sie wählen dieses Verhalten ganz freiwillig, niemand zwingt sie.) Die Gesamtzeit, die sie im Einsatz sind, mag dabei im Durchschnitt - je nach persönlicher Fitneß - ziemlich konstant bleiben. Kaum eine Fahrradkurierorganisation wird auf den abwegigen Gedanken verfallen, ihre Kurierfahrer nach reiner Einsatzzeit zu bezahlen.
- Abschließend zu diesem Auszug aus der Registerarie der Widersprüche ist noch ein Fundamental-Paradoxon anzuführen, das der Autor schon an anderer Stelle⁵ dokumentiert hat: „Wer den realen Wert von zunächst eingesparter und dann reinvestierter Mobilitätszeit leugnet, muß ohne Wenn und Aber die gesamten Infrastrukturmetze für motorisierten Verkehr (also nicht nur Kraftverkehrsstraßen, sondern auch Schienennetze u.a.) rückbauen und anderen Nutzungen zuführen, da diese anderen Nutzungen auf jeden Fall wertvoller wären und Verkehrsinfrastruktur ja nur den einzigen, dann allerdings völlig wertlosen Zweck hat: den Raum in kurzer Zeit zu überwinden.“

Dieses Gewitter von herabprasselnden Widersprüchen ist keineswegs dazu bestimmt, die Kritiker der Schnelligkeit wegen Unglaubwürdigkeit ihres eigenen Mobilitätsverhaltens (zu dessen negativen Folgen sie nicht ungern durch Selbstaufopferung in Form eines ausgedehnten globalisierten Kongreßtourismus sowohl weltweit verdienstvolle missionarische Aufklärungsarbeit als auch ihren Beitrag leisten) an den Pranger zu stellen. Mögen begnadete Heuchler noch so sehr darüber klagen, daß andere genau das tun, was jene diesen verbieten möchten, weil man Verbotenes am liebsten exklusiv tut, aber das wirkt nicht erkenntnisfördernd. Vielmehr besteht die Absicht des Autors darin, die ganz offensichtliche Diskrepanz zwischen Reden und Handeln gerade der Kritiker dankbar als fruchtbaren Wi-

⁵ Cerwenka, P.: Mobilität zwischen Empirie und Engagement. In: Internationales Verkehrswesen, 46(1994), Nr. 11, S. 654-655.

derspruch aufzugreifen, um klärendes Licht ins Dunkel der bisherigen Argumentation zu bringen: Der ungeklärte Widerspruch ist ja die eigentliche Herausforderung des Wissenschaftlers. Und der hier soeben herausziselierende, unabwiesbare Widerspruch ist der eigentliche Anlaß für den vorliegenden Beitrag.

Als wichtiges Anliegen in Verfolgung dieser Absicht ist noch festzuhalten, daß möglichst umfassende ideologische Enthaltensamkeit angestrebt wird, denn „insgesamt ist zu diesem Thema ... eine bedenkliche ideologische Polarisierung festzustellen: Die klassischen Blei-fuß-Ideologen lassen einzig das Zeiteinsparungsargument gelten und bagatellisieren alle unerwünschten Begleiteffekte des motorisierten Verkehrs; die postmodernen Gegenideologen aus dem Lager der Grünbewegten erklären den Wert von Zeiteinsparungen für nicht existent und verabsolutieren damit die negativen Begleiteffekte.“⁶

Ein weiteres Anliegen besteht darin, daß äußerste begriffliche Klarheit, genaue Dimensionsangaben, übersichtliche Strukturierung und argumentative Nachvollziehbarkeit angestrebt werden, weil der didaktische Zweck des Überzeugens in diesem Beitrag dominiert. Insbesondere sollen die beiden hauptsächlich involvierten „Kulturen“, die der Ökonomen und die der Ingenieure, zu einer Verständnissymbiose zusammengeführt werden. Zugunsten dieser angestrebten Klarheit und Mittlerrolle werden auch einige vereinfachende Annahmen getroffen, die jeweils an betreffender Stelle benannt werden. Vertieft in die Materie eingeweihte Insider-Spezialisten mögen Nachsicht dafür aufbringen, daß ihnen das eine oder andere Vorgebrachte trivial erscheinen mag.

2. Einige Sprachregelungen und Vorklärungen

Zunächst ist der bereits im Titel dieses Beitrages aufscheinende Begriff „Neuverkehr“ zu definieren, der sich mittlerweile im Deutschen ziemlich eingebürgert hat und synonym zu den Begriffen „induzierter Verkehr“ oder „generierter Verkehr“ verwendet wird. Es handelt sich dabei um jenen Verkehr, der

- „a) durch Attraktivierung des Verkehrsangebotes (bei dessen Beschränkung auf die Verkehrsinfrastruktur: durch deren Ausweitung oder Verbesserung) zusätzlich ermöglicht und
- b) infolge davon von Verkehrsteilnehmern verursacht wird, die dieses Potential teilweise oder ganz realisieren.

⁶ Cerwenka, a.a.O., S. 655.

Oder identisch, aber komplementär definiert: Neuverkehr ist jener Verkehr, der ohne Attraktivierung des Verkehrsangebotes nicht zustandekäme.“⁷

Zur Demonstration des Wandels in der Wertung des Begriffes „Neuverkehr“ und auch zum Nachweis seines erstaunlichen Alters mag hier ein bereits nahezu historisches Zitat⁸ eingeflochten werden, das aus dem Jahre 1930 stammt: „Gerade hier im Rheinland kann man besonders deutlich erkennen, wie neue Verkehrsmittel Neuverkehr schaffen. Hier zeigt der Rhein als Binnenschiffahrtsweg, flankiert von zwei Eisenbahnlinien, einer elektrischen Schnellbahn und einem dichten Landstraßennetz die besondere Bedeutung jedes einzelnen dieser Verkehrsmittel. Und gerade hier hat sich der Verkehr so entwickelt, daß man darüber hinaus und dringlicher als in weniger erschlossenen Gegenden an den weiteren Ausbau der Verkehrsmittel denken muß. Gerade die hier in einem so außerordentlich hohen Ausmaß erfolgte Intensivierung des Verkehrs sollte erwiesen haben, daß neuartige Verkehrsmittel stets auch Verkehrszuwachs bringen.“

In dem vorliegenden Beitrag geht es **nicht** um die **mengenmäßige Ermittlung** von Neuverkehr. Dieser Aufgabe wurde bereits früher in dieser Zeitschrift ein Beitrag⁹ gewidmet. Den dortigen Erkenntnissen entsprechend soll die Existenz von Neuverkehr nicht mehr grundsätzlich in Frage gestellt werden. Hier geht es vielmehr **ausschließlich** um die **Bewertung** von Neuverkehr (vor allem im Zusammenhang mit der Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen). Diese diffizile Frage der Bewertung von Neuverkehr war in dem früheren Beitrag explizit ausgeklammert worden. Sie wird hiermit aufgegriffen, ihre Beantwortung hier nachgeholt. Ihre Behandlung kann somit als eine Art „zweiter Teil“ des Autors zum Gesamthema „Neuverkehr“ betrachtet werden.

Aus dem „ersten Teil“¹⁰ ist zunächst eine Basisterminologie aufzugreifen, die hier in aller Kürze wiederholt wird: Eine **Neuverkehrsmenge** (ihre genaue Dimension spielt an dieser Stelle noch keine Rolle) entsteht grundsätzlich dadurch, daß Verkehrsteilnehmer auf eine - im weitesten Sinne des Wortes - von ihnen wahrnehmbare Preisänderung (in der auch und vielleicht überwiegend Geschwindigkeitsänderungen enthalten sind) **elastisch** (Elastizität $\epsilon < 0$) reagieren. Im Falle der Annahme **unelastischen** (starren) Verhaltens (Elastizität $\epsilon = 0$) gibt es definitionsgemäß **keinen Neuverkehr**. (Dieser unelastische Fall liegt fast allen klassischen Verkehrsnachfragemodellen der Verkehrsingenieure zugrunde. Er ist - wie sich noch zeigen wird - ein wichtiger Bezugsfall mit unentbehrlicher Vergleichsfunktion.)

⁷ Cerwenka, P.; Hauger, G.: Neuverkehr - Realität oder Phantom? In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 67(1996), Nr. 4, S. 286-326; hier: S. 287.

⁸ Ausführungen von W. Scholz auf der am 27. Mai 1930 in Düsseldorf veranstalteten Verkehrstagung zum Thema „Eisenbahn und Kraftwagen“. In: Mitteilungen des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen in Rheinland und Westfalen, Jahrgang 1930, Nr. 3, Neue Folge, 18. Heft, Düsseldorf, S. 276-304; hier: S. 281.

⁹ Cerwenka, Hauger, a.a.O.

¹⁰ Cerwenka, Hauger, a.a.O.

Neuverkehr entspricht also elastischem Verhalten, fehlender Neuverkehr ist mit unelastischem Verhalten gleichzusetzen.

Obwohl grundsätzlich unendlich viele funktionelle Zusammenhänge zwischen Verkehrsnachfragemenge N und Preis p („Nachfragefunktionen“) denkbar sind, sofern diese Funktionen nur monoton fallend sind, soll hier aus Gründen der Einfachheit und Klarheit (für die meisten hier relevanten Aufgabenstellungen ausreichend genau) stets der Potenzansatz gewählt werden:

$$N_m = N_o \cdot (p_m/p_o)^\varepsilon \quad (1)$$

Der Index „o“ bezieht sich auf den Ausgangszustand eines Verkehrssystems („Ohne-Fall“), der Index „m“ auf den durch eine zu bewertende Maßnahme veränderten Zustand („Mit-Fall“). Mit „ ε “ wird die Elastizität (in diesem Fall die Preiselastizität der Verkehrsnachfragemenge) bezeichnet. Sie ist negativ und liefert für die Nachfragefunktion eine hyperbolische Kurvenschar. Ersetzt man den wahrgenommenen Preis p (z.B. in [DM/Fz-km]) durch einen Zeitbedarfswert t (z.B. in [min/Fz-km], Kehrwert der Geschwindigkeit), so ergibt sich für den Sonderfall $\varepsilon = -1$ (ε ist in diesem Fall die Zeitelastizität der Verkehrsnachfragemenge) das „Gesetz der konstanten Reisezeiten“, wenn konkurrierende Systeme vernachlässigt werden.¹¹

3. Grundkonzept

Das Grundkonzept basiert auf folgenden drei **Grundlagen**:

- Kosten (zeitbezogener¹² Werteverzehr) in der Dimension [DM/a] werden in ein Produkt aus Preis bzw. Kostensatz mit der Dimension [DM/Menge] und zeitbezogener¹² Verkehrsnachfragemenge [Menge/a] zerlegt.
- Kosten werden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Entscheidung über das Ausmaß der Verkehrsteilnahme in disjunkte Teilmengen segmentiert, nämlich
 - * in jene Kosten, die von den Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden und die daher ihre Entscheidungskalküle zur Verkehrsteilnahme durch Gegenüberstellung mit ihren subjektiven Nutzenerwartungen prägen (**interne Kosten**), und

¹¹ Cerwenka, Hauger, a.a.O., S. 304.

¹² Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier klargestellt, daß „zeitbezogen“ im Sinne von „kalenderzeitbezogen“ (z.B. auf ein Jahr [a] bezogen), nicht im Sinne von „reisezeitbezogen“ zu verstehen ist.

- * in jene Kosten, die den Verkehrsteilnehmern nicht in Rechnung gestellt werden, die von ihnen daher nicht wahrgenommen werden und ihre Entscheidungskalküle zur Verkehrsteilnahme nicht beeinflussen können (**externe Kosten**).
- Eine spezielle Kostenart, nämlich die **Infrastrukturkosten** der zu bewertenden (infrastrukturellen) Maßnahme selbst, gehört zwar - im soeben definierten Sinne - ebenfalls zu den externen Kosten. Diese Infrastrukturkosten werden aber bewußt als dritte disjunkte Kostengruppe geführt. Für sie wird angenommen, daß eine Zerlegung in das zuvor genannte Produkt nicht notwendig und nicht sinnvoll ist, weil die Infrastrukturkosten einer Maßnahme - jedenfalls innerhalb der Spannweite der Verkehrsnachfragemengen zwischen Berücksichtigung und Vernachlässigung von Neuverkehr (d.h. im Bereich des Intervalls zwischen elastischer und unelastischer Verkehrsnachfragemenge) - näherungsweise als ein von der Verkehrsnachfragemenge unabhängiger Fixkostenblock betrachtet werden können.

Eine geeignete **Symbolik** für diese Grundlagen lautet somit:

$$KI [DM/a] = p [DM/Menge] \cdot N [Menge/a] \quad (2)$$

mit folgenden Symbolbedeutungen:

KI interne Kosten pro Jahr

p (wahrgenommener) Preis

N Verkehrsnachfragemenge pro Jahr

$$KE [DM/a] = e [DM/Menge] \cdot N [Menge/a] \quad (3)$$

mit folgenden Symbolbedeutungen:

KE externe Kosten pro Jahr (stets ohne Infrastrukturkosten!)

e externer Kostensatz (stets ohne Infrastruktur!)

N Verkehrsnachfragemenge pro Jahr

$$IK [DM/a] = A [DM/a] + U [DM/a] \quad (4)$$

mit folgenden Symbolbedeutungen:

IK Infrastrukturkosten der zu bewertenden Maßnahme pro Jahr

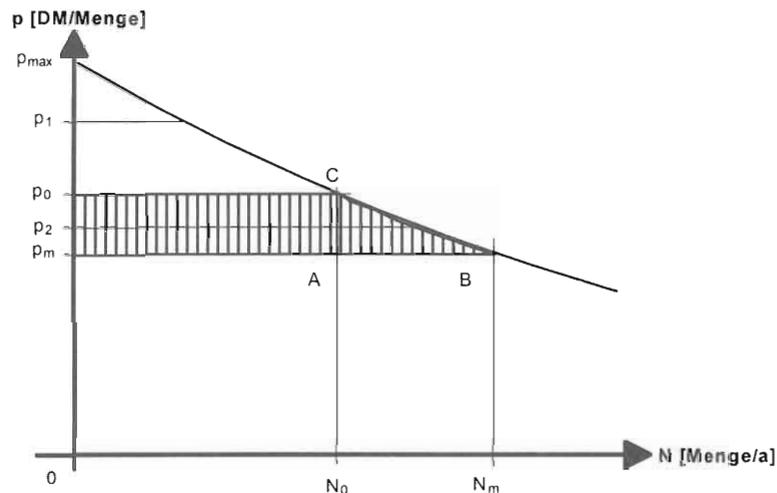
A Baukostenannuität der zu bewertenden Maßnahme (jährliche Abschreibung und Verzinsung der Investitionssumme)

U jährliche Unterhaltskosten der zu bewertenden Maßnahme

Mit dem Rüstzeug dieser Grundlagen ist nun für das **Segment der internen Kosten** mit Hilfe der Nachfragekurve das Grundkonzept des **internen Nutzens** einer Maßnahme (d.h. jenes Nutzens, der bei den Verkehrsteilnehmern anfällt) darzulegen. Dieses Grundkonzept ist zwar schon sehr alt, nichtsdestoweniger wird es in gewissen Kreisen geradezu in manischem oder magischem Wiederholungszwang mißverstanden oder ignoriert. Obwohl dieses Grundkonzept in der ökonomischen Fachliteratur gut dokumentiert ist und auch laufend verfeinert wird, soll es - weil hier der zentrale Ansatzpunkt zur Aufklärung der Widersprü-

che beheimatet ist - in seiner einfachsten Form (bewußt auch in anschaulichem, leichtfaßlichem Vokabular!) erklärt werden, wobei die graphische Darstellung der Abbildung 1 als Verständnishilfe dient. (Dabei ist zu beachten, daß die bei Ökonomen übliche Darstellungsweise gewählt wurde: Die unabhängige Variable p wird als Ordinate aufgetragen, die abhängige Variable N als Abszisse!)

Abbildung 1: Nachfragefunktion



Die Grundargumentation ist die folgende (nachzulesen etwa bei van Suntum¹³): Der Brutto-Nutzen, den eine Konsumentenschaft (ein Kollektiv von Verkehrsteilnehmern) aus der Verkehrsteilnahme in einem bestehenden Verkehrssystem zieht, entspricht nicht genau dem Produkt aus nachgefragter Menge N_0 und wahrgenommenem Preis p_0 (Fläche des Rechtecks $0N_0Cp_0$), sondern er muß größer sein, weil einige Verkehrsteilnehmer - wenn die Nachfragefunktion eine echte Zahlungsbereitschaftskurve ist - bereit wären, auch einen höheren Preis (z.B. p_1) zu bezahlen. Würde man den genauen Verlauf der Nachfragefunktion kennen, so würde sich herausstellen, daß die Fläche des Dreiecks p_0Cp_{max} den Netto-Nutzen (= Brutto-Nutzen $0N_0Cp_{max}$ abzüglich geleisteter Zahlungen $0N_0Cp_0$) der Verkehrsteilnehmer darstellt. Umgekehrt führt nun eine wahrgenommene Preissenkung (etwa von p_0 auf p_m) dazu, daß weitere Verkehrsteilnehmer (oder die gleichen in stärkerem Ausmaß)

¹³ Van Suntum, U.: Konsumentenrente und Verkehrssektor. Berlin, 1986, S. 25-26.

„Verkehrsmengen“¹⁴ konsumieren, weil ihre Brutto-Nutzenerwartung **mindestens** dem Preis p_m entspricht, für einen Teil der Verkehrsteilnehmer zum Beispiel dem Preis p_2 . Der **interne Netto-Nutzen IN** entspricht somit insgesamt der in Abbildung 1 schraffierten Fläche und setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, nämlich

- aus den Einsparungen für diejenigen, die schon bisher im gleichen Ausmaß am Verkehr teilnahmen, dadurch, daß sie für ihre unveränderte Nachfragemenge einen geringeren Preis (p_m statt p_0) bezahlen müssen (Fläche des Rechtecks p_mACp_0), **und**
- aus dem Netto-Nutzen derjenigen, die nun neu oder stärker als bisher am Verkehr teilnehmen, weil durch Preissenkung von p_0 auf p_m für sie (etwa aus der Differenz $p_2 - p_m$) ein Netto-Nutzen entsteht. (Sie sind ja bereit, den Preis p_m zu zahlen, d.h., sie erwarten sich **mindestens** einen dem Preis p_m entsprechenden Nutzen.) Dieser Netto-Nutzen entsteht **nicht** dadurch, daß eine früher durchgeführte Ortsveränderung billiger wird, sondern dadurch, daß die latente Bereitschaft zu einer Ortsveränderung bei Erreichen der Preisschwelle p_m manifest wird, weil die Nutzenerwartung höher als p_m ist (Fläche des Dreiecks ABC). Dieser Nutzen wird zwar von den Verkehrsteilnehmern selber lukriert (er ist also eindeutig ein interner Nutzen), aber er fällt in aller Regel nicht im Verkehrssystem an, sondern außerhalb desselben, z.B. dadurch, daß man in üppiger Pendlerdistanz ein preiswertes Häuschen im Grünen genießen und dennoch einen einträglichen Arbeitsplatz in unwirtlicher oder aber für Wohnzwecke unerschwinglicher Zentrallage wahrnehmen kann, weil etwa die monatlichen Mietkosten eines Häuschens im Grünen inklusive der monatlichen Fahrtkosten fürs Pendeln niedriger sind als die Mietkosten eines Domizils vergleichbarer Lebensqualität in fußläufiger Arbeitsplatznähe. Es sei schon hier festgehalten, daß im unelastischen Fall N_0 und N_m zusammenfallen, womit diese zweite interne Netto-Nutzenkomponente (ABC) verschwindet. Das bedeutet aber ferner, daß der interne Netto-Nutzen mit Neuverkehr ($\epsilon < 0$) stets größer ist als ohne Neuverkehr ($\epsilon = 0$).

An dieser Stelle ist es angebracht, den elementaren Fehlschluß etwa der in Kapitel 1 zitierten Kritiker an einer Einbeziehung von Zeiteinsparungen in die Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen aufzuklären. Hierzu sei p nicht als Preis [DM/km], sondern als Zeitbedarfswert t [min/km] (Kehrwert der Geschwindigkeit) interpretiert. Als nachgefragte „Verkehrsmenge“ sei die jährliche Personenverkehrsleistung [P-km/a] definiert. Außerdem sei im Bereiche zwischen p_0 und p_m als Nachfragefunktion die schon erwähnte Potenzfunktion mit $\epsilon = -1$ (Hyperbel) gewählt: Dann entspricht die im Ausgangszustand zugebrachte Mobilitätszeit der Fläche $0N_0Cp_0$ und die im maßnahmebedingt veränderten Systemzustand zugebrachte Mobilitätszeit der Fläche $0N_mBp_m$. Und diese beiden Flächen sind in diesem Fall gleich groß, d.h.: **Trotz unveränderter im System ohne und mit Maßnahme phy-**

¹⁴ Bewußt wird hier noch von dimensionsmäßig unspezifizierten „Verkehrsmengen“ gesprochen, eine konkrete Dimensionierung folgt später (Kapitel 4).

sich zugebrachter Mobilitätszeit $0N_0Cp_0$ bzw. $0N_mBp_m$ gibt es einen internen Netto-Nutzen aus Geschwindigkeitserhöhung im Ausmaß der Fläche p_mBCp_0 .

Ehe man nun an die mathematische Ausformulierung des internen Netto-Nutzens IN schreitet, ist noch eine Vereinfachung zu deklarieren, die hier im gesamten Beitrag beibehalten wird: Die Komponente ABC des Netto-Nutzens (Abbildung 1) ist - wenn man Formel (1) zur Definition der Nachfragefunktion zugrundelegt - nicht exakt ein von drei Geraden begrenztes Dreieck, sondern dessen „Hypothense“ ist eine hyperbolisch gekrümmte Kurve. Zur Ermittlung dieser Nutzenkomponente wird aber näherungsweise stets angenommen, als handle es sich im Bereich zwischen N_0 und N_m (bzw. zwischen p_0 und p_m) bei der Nachfragefunktion um eine Gerade, so daß die Netto-Nutzenkomponente ABC dem halben Produkt aus Preisdifferenz $(p_0 - p_m)$ und Neuverkehrsmenge $(N_m - N_0)$ entspricht. Damit gilt für IN:

$$IN = (p_0 - p_m) \cdot N_0 + \frac{1}{2} \cdot (p_0 - p_m) \cdot (N_m - N_0) \text{ [DM/a]} \quad (5)$$

Dieser interne Netto-Nutzen IN wird in der Literatur auch häufig als „Konsumentenrente“ bezeichnet.¹⁵ Er entspricht der Fläche des Trapezes p_mBCp_0 von Abbildung 1.

Im Segment der externen Kosten liegen die Verhältnisse sehr viel einfacher. Da externe Kostensätze beim Verkehrsteilnehmer nicht mit einer Nutzenerwartung verrechnet werden und somit verhaltensirrelevant sind, sind sie genau so zu behandeln, wie die Kritiker der Zeiteinsparungsrelevanz fälschlicherweise mit den internen Kosten umgehen. Mit den bisherigen Symbolen läßt sich der externe Netto-Nutzen EN einer Maßnahme einfach in folgender Form anschreiben:

$$EN = KE_0 - KE_m = e_0 \cdot N_0 - e_m \cdot N_m \text{ [DM/a]} \quad (6)$$

Um nun die gesamte Wirkung $IN + EN$ zu veranschaulichen, wird in Abbildung 2 eine spezielle Darstellungsart gewählt: Der Teil oberhalb der Abszisse enthält die Darstellung der Konsumentenrente und entspricht Abbildung 1, während unterhalb der Abszisse die externen Kostensätze aufgetragen werden.

Der gesamte Netto-Nutzen NN [DM/a] der Maßnahme besteht aus der senkrecht schraffierten Fläche abzüglich der waagrecht schraffierten Fläche und abzüglich der (in Abbildung 2 nicht enthaltenen) Infrastrukturkosten IK der Maßnahme:

$$NN = IN + EN - IK = (p_0 - p_m) \cdot N_0 + \frac{1}{2} \cdot (p_0 - p_m) \cdot (N_m - N_0) + (e_0 - e_m) \cdot N_0 - e_m \cdot (N_m - N_0) - IK \text{ [DM/a]} \quad (7)$$

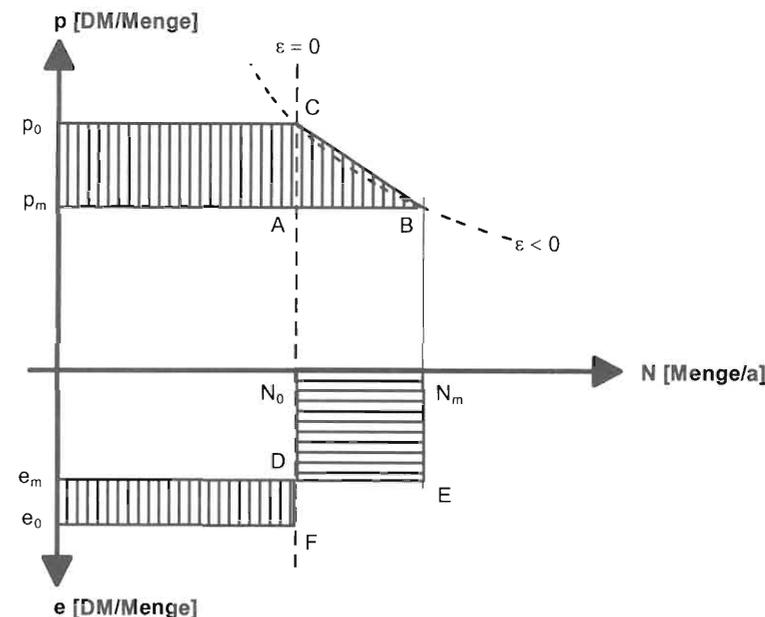
Und das in Kosten-Nutzen-Analysen häufig¹⁶ als Entscheidungskalkül zur Beurteilung der

¹⁵ Vgl. hierzu: van Suntum, a.a.O.

Wirtschaftlichkeit herangezogene Nutzen/Kosten-Quotenkriterium $Q [-]$ lautet dann:

$$Q = \frac{IN + EN}{IK} [-]$$

Abbildung 2: Zusammenwirken von internen und externen Kosten (ohne Infrastrukturkosten)



4. Die relevante Dimension der Verkehrsnachfragemenge

Bisher wurde die Verkehrsnachfragemenge bewußt noch nicht dimensionsmäßig spezifiziert. Dies muß aber nun geschehen.

Die genaue Spezifikation der Dimension der Verkehrsnachfragemenge ist bei jeder konkreten Aufgabenstellung stets sorgfältig zu überdenken. Insbesondere ist im Einzelfall in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung zu prüfen, ob Wege- bzw. Fahrtenanzahlen oder aber

¹⁶ Z.B. in: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS), Aktualisierung der RAS-W 86. Köln, Entwurf 1997, S. 54.

Verkehrsleistungen (Personen-km [P-km], Tonnen-km [t-km]) bzw. Fahrleistungen [Fz-km, Kfz-km, Wagen-km, Zug-km], jeweils auf eine Kalenderzeit (meist auf ein Jahr) bezogen, als rechnerisches Mengengerüst der Verkehrsnachfrage eingeführt werden sollen. In vielen Fällen (insbesondere im Bereich Straße) erweist es sich als zweckmäßig, Fahrleistungen (eventuell differenziert nach Pkw, Güter-Kfz, Bus) als relevante Mengendimension zu wählen, und zwar,

- weil erstens die meisten Kostengrößen annähernd proportional eher an Fahrleistungen als an Fahrtenanzahlen gekoppelt sind, d.h. einigermaßen (jedenfalls im hier relevanten Schwankungsbereich ohne und mit Berücksichtigung des Neuverkehrs) konstante Preise und konstante externe Kostensätze am ehesten mit Fahrleistungsbezug [DM/Kfz-km] gegeben sein dürften,
- weil zweitens nach allen bisherigen Befunden und Erfahrungen der Mobilitätsforschung die Fahrtenanzahlen weit weniger preiselastisch sind als Fahrleistungen, d.h., Nutzensteigerungen infolge Senkung von Mobilitätspreisen (bzw. infolge Erhöhung von Geschwindigkeiten) sich primär in zusätzlichen Fahrleistungen (bzw. Fahrtlängen) und nicht in zusätzlichen Fahrten manifestieren,
- und weil drittens (und infolge von erstens) in den Verkehrsnachfragemodellen der Verkehrsingenieure im allgemeinen Fahrleistungen und nicht Fahrtenanzahlen ausgewiesen werden.

Dennoch darf nicht vergessen werden, daß die originär der Nutzenermittlung dienende Verkehrsnachfragemenge nicht eine Verkehrs- oder Fahrleistung ist, sondern ein bestimmtes Quelle-Ziel-Raumüberwindungsmuster („Verkehrsverflechtungsmatrix“), das in Anzahlen von Fahrten bzw. von Wegen (allerdings sehr verschiedener Länge) seine Konkretisierung erfährt.

In den in den Kapiteln 7 und 8 durchexerzierten Beispielen werden aus den oben genannten Gründen Fahrleistungen als Verkehrsnachfragemengen gewählt.

5. Für die Maßnahmenbewertung relevante Systemzustände

Im allgemeinen erweisen sich drei Systemzustände zur Bewertung einer Verkehrsweginvestition als relevant, und zwar sowohl im Hinblick auf die konkrete rechnerische Bewältigung als auch im Hinblick auf die Interpretierbarkeit des Resultates:

- Der erste Systemzustand ist der in Kapitel 2 bereits erwähnte Ausgangszustand eines Verkehrssystems ohne die zu beurteilende Maßnahme („Ohne-Fall“). Alle diesen Zustand betreffenden Symbole werden mit dem Index „o“ versehen.

- Der zweite wichtige (bisher nicht erwähnte) Systemzustand ist ein fiktiver Zustand, nämlich jener Zustand, der zwar nun zusätzlich zum Ausgangszustand die zu bewertende Maßnahme enthält, aber keinen Neuverkehr. Es ist also genau jener Zustand, der in der Vergangenheit in aller Regel als einziger dem Ausgangszustand gegenübergestellt wurde. Man erhält ihn, indem man die Verkehrsverflechtungsmatrix des Ausgangszustandes auf das neue (nunmehr die zu bewertende Maßnahme enthaltende) Netz ohne Berücksichtigung von Elastizitäten umlegt. Durch dieses Vorgehen entsteht „umgeleiteter Verkehr ... : Das ist der Verkehr, der zwar seine Route, nicht aber Ausgangs- und Zielpunkt ändern wird, wenn das Projekt verwirklicht ist.“¹⁷ Den Symbolen dieses Systemzustandes wird der Index „m,u“ (mit Maßnahme, unelastisch) zugeordnet.
- Der dritte Systemzustand beinhaltet zusätzlich Neuverkehr, der durch elastische Reaktion der Verkehrsteilnehmer auf die Änderung des Preisgefüges infolge Realisierung der zu bewertenden Maßnahme entsteht. Den Symbolen dieses Zustandes wird der Index „m,e“ (mit Maßnahme, elastisch) zugeordnet.

6. Berücksichtigung von umgeleitetem Verkehr und von Neuverkehr

Es ist ein Charakteristikum verkehrsinfrastruktureller Maßnahmen, daß sie im allgemeinen sowohl umgeleiteten Verkehr als auch Neuverkehr zur Folge haben.

Aus Gründen der Klarheit wurde in diesem Beitrag bisher das Problem des umgeleiteten Verkehrs ausgeklammert, d.h., es wurde die Fiktion unterstellt, daß die Verkehrsnachfragemenge im unelastischen Mit-Fall identisch ist mit der Verkehrsnachfragemenge im Ohne-Fall. (Nur dann gilt z.B. Formel (1).) Dies trifft aber definitionsgemäß nur dann zu, wenn man als Verkehrsnachfragemenge die Verkehrsverflechtungsmatrix mit ihren Fahrtenanzahlen und nicht die Fahrleistungen definiert. Jene sind aber - wie in Kapitel 4 gezeigt wurde - wegen ihrer ökonomischen Charakteristika in der Regel in konkreten Rechnungen kaum brauchbar.

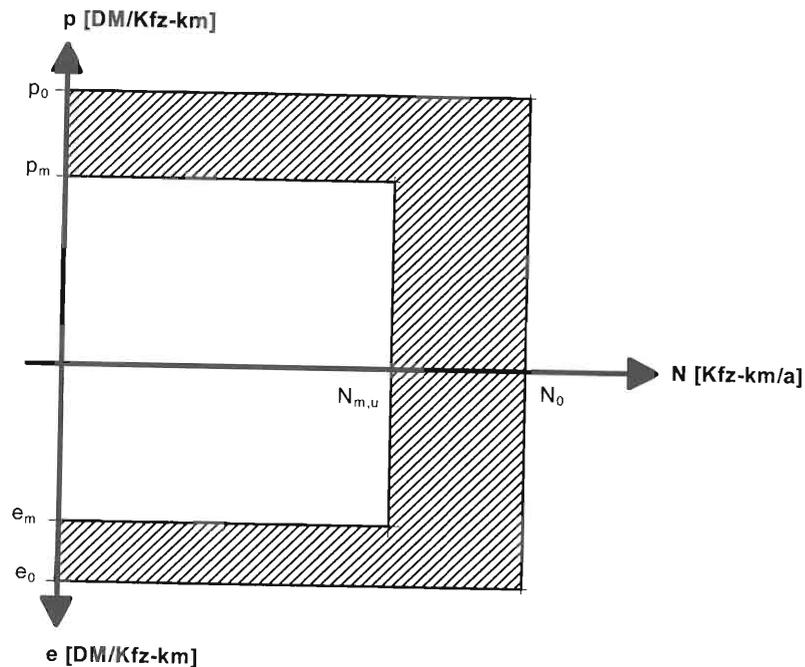
Zur widerspruchsfreien und plausiblen Berücksichtigung beider Effekte stelle man sich einen in zwei aufeinanderfolgenden Phasen ablaufenden Prozeß vor, der in der Tat auch in der Realität durch Lernen der Verkehrsteilnehmer in zeitlich versetzter Zweiphasigkeit ablaufen könnte:

¹⁷ Thomson, J.M.: Grundlagen der Verkehrspolitik. Bern und Stuttgart, 1978, S. 225. Van Suntum (van Suntum a.a.O., S. 157) weist darauf hin, daß umgeleiteter Verkehr nicht nur aufgrund einer Routenänderung, sondern auch durch Änderung der Verkehrsmittelwahl entstehen kann. Diese Modal-Split-Effekte werden aber im vorliegenden Beitrag bewußt nicht behandelt, um nicht die didaktische Anschaulichkeit des Neuverkehrsprinzips (die hier das Hauptanliegen ist) zu beeinträchtigen.

Phase 1: Hier findet der Übergang vom Ohne-Fall zum unelastischen Mit-Fall statt. Der daraus entstehende Netto-Nutzen sei mit NN_u bezeichnet. Er (bzw. der daraus ableitbare Nutzen/Kosten-Quotient Q) war in der Vergangenheit in aller Regel das relevante Beurteilungskalkül für eine Verkehrswegeinvestition.

Die schraffierte Fläche von Abbildung 3 zeigt graphisch die Nutzenwirkung dieser Phase 1, wobei nunmehr für die Verkehrsnachfragemenge konkret jährliche Fahrleistungen [Kfz-km/a] eingesetzt wurden.

Abbildung 3: Darstellung der Nutzenwirkung von Phase 1



Dabei wurde angenommen, daß durch die Maßnahme sowohl der wahrgenommene Preis als auch der externe Kostensatz als auch die Fahrleistungen durch umgeleiteten Verkehr gegenüber dem Ohne-Fall reduziert werden. (Dies muß natürlich nicht der Fall sein; trifft dies nicht zu, so wird dies in nachstehender Formel vorzeichengerecht berücksichtigt.) Damit und mit den in Abbildung 3 nicht enthaltenen Infrastrukturkosten IK ergibt sich NN_u zu:

$$NN_u = (p_o + e_o) \cdot N_o - (p_m + e_m) \cdot N_{m,u} - IK \quad [DM/a] \quad (8)$$

Phase 2: Hier findet nun der Übergang vom unelastischen Mit-Fall zum elastischen Mit-Fall, d.h. die Berücksichtigung von Neuverkehr, statt. Der nunmehr insgesamt (über beide Phasen zusammen) entstehende Netto-Nutzen sei mit NN_e bezeichnet. Bevor seine formelmäßige Quantifizierung dargestellt werden kann, ist noch eine dafür sehr **wichtige Annahme** festzuhalten, die hier ganz bewußt getroffen wird, um die angestrebte Anschaulichkeit des Neuverkehrsprinzips nicht zu beeinträchtigen: Im Intervall $[N_{m,u}, N_{m,e}]$ mögen sich sowohl p_m [DM/Kfz-km] als auch e_m [DM/Kfz-km] einigermaßen konstant verhalten, d.h., man braucht nicht zwischen $p_{m,u}$ und $p_{m,e}$ und ebenfalls nicht zwischen $e_{m,u}$ und $e_{m,e}$ zu unterscheiden. Diese Annahme, mit der die Staukostenproblematik hier bewußt ausgeklammert wird, trifft bei stark ausgelasteten Verkehrsnetzen zweifellos nicht zu, da dort durch Neuverkehr und wegen des durch das Fundamentaldiagramm gegebenen Zusammenhangs zwischen Auslastungsgrad und Geschwindigkeit sich unzweifelhaft $p_{m,e} > p_{m,u}$ und auch $e_{m,e} > e_{m,u}$ einstellen wird. Dieser Stau-Effekt würde allerdings wieder zu einem relativen Rückgang des Neuverkehrs innerhalb des Intervalls $[N_{m,u}, N_{m,e}]$ führen, so daß der tatsächliche Netto-Nutzen dann irgendwo zwischen NN_u und NN_e (im Sinne der getroffenen Annahme) zu liegen käme.

Um nun beide Effekte - den des umgeleiteten Verkehrs und den des Neuverkehrs - gemeinsam berücksichtigen zu können, ist eine Hilfsvorstellung einzubringen, die wieder auf die originäre Dimension der Verkehrsnachfragemenge, also auf die Fahrten der Verkehrsverflechtungsmatrix, zurückgreift. Die von allen Verkehrsteilnehmern im System mit der umgeleiteten Nachfrage im Mittel wahrgenommene „Spreizung“ des Preises pro Fahrt gegenüber dem Ohne-Fall (sozusagen die preisliche „Elastizitätsspannung“) ist nicht $p_o - p_m$ [DM/Kfz-km], sondern $KI_o/Z - KI_{m,u}/Z$ [DM/Fahrt], wenn gemäß Gleichung (2) KI die im jeweiligen System entstandenen internen Kosten darstellt und Z die in beiden Systemen definitionsgemäß gleiche (aber unbekannte) jährliche Fahrtenanzahl. Setzt man gemäß Gleichung (2) für KI wieder das Produkt $p \cdot N$ ein, so ergibt sich daraus die Spreizung $p_o \cdot N_o/Z - p_m \cdot N_{m,u}/Z$ [DM/Fahrt]. Transformiert man diese wieder in eine fahrleistungsbezogene Preisspreizung, so erhält man durch Multiplikation mit Z/N_o die Spreizung $p_o - p_m \cdot (N_{m,u}/N_o)$. Man kann somit einen für die wahrgenommene und daher nachfragegereagte Preisspreizung maßgebenden reduzierten Preis $p_{m,red}$ definieren:

$$p_{m,red} = p_m \cdot (N_{m,u}/N_o) \quad [DM/Kfz-km] \quad (9)$$

Damit kann man nun Gleichung (1) durch folgende ersetzen:

$$N_{m,e} = N_{m,u} \cdot (p_{m,red}/p_o)^\epsilon \quad [Kfz-km/a] \quad (10)$$

Der Neuverkehr N_{neu} hat dann die Größe:

$$N_{neu} = N_{m,e} - N_{m,u} = N_{m,u} \cdot [(p_{m,red}/p_o)^\epsilon - 1] \quad [Kfz-km/a] \quad (11)$$

Damit ergibt sich schließlich für den endgültigen Netto-Nutzen NN_e der Wert:

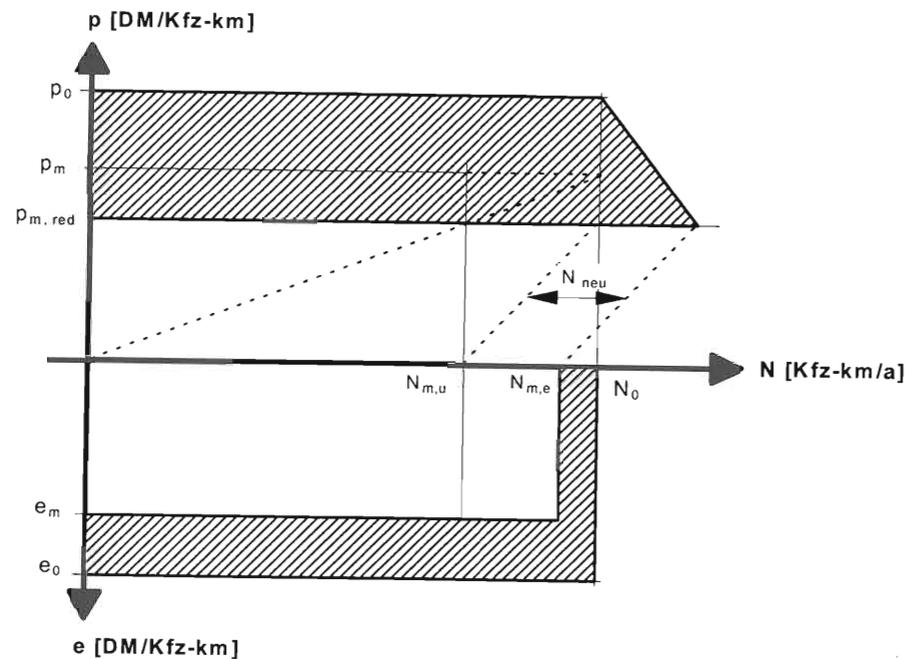
$$NN_e = NN_u + \frac{1}{2} \cdot (p_o - p_{m,red}) \cdot N_{neu} - e_m \cdot N_{neu} \quad [DM/a] \quad (12)$$

Der Zusammenhang ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt. (Aus Gründen der Anschaulichkeit wurde auch hier wieder $p_m < p_o$, $e_m < e_o$ und $N_{m,u} < N_o$ sowie sogar $N_{m,e} < N_o$ gewählt. Trifft dies im konkreten Fall nicht zu, wird dies in den Formeln durch Vorzeichenwechsel in den Differenzen korrekt berücksichtigt.)

NN_e (zuzüglich IK) entspricht der schraffierten Fläche in Abbildung 4, wobei das Rechteck $p_m \times N_{m,u}$ in das flächengleiche Rechteck $p_{m,red} \times N_o$ transformiert wurde.

Gleichung (12) und Abbildung 4 ist ferner zu entnehmen, daß die Berücksichtigung von Neuverkehr gegenüber seiner Vernachlässigung stets den externen Netto-Nutzen EN reduziert.

Abbildung 4: Darstellung der Nutzenwirkung von Phase 1 + 2



7. Ein theoretisches Beispiel zur Aufklärung des Zeiteinsparungsparadoxons

In diesem Kapitel wird ein theoretisches Beispiel durchexerziert, das den einzigen Zweck hat, den Kritikern der Schnelligkeit zu helfen, ihren auf dem (auch hier in diesem Beispiel nicht in Frage gestellten) Gesetz der konstanten Reisezeiten basierenden Trugschluß einzusehen.

Dazu wird folgendes fiktive Verkehrssystem (Ohne-Fall) definiert: Gegeben sei eine kurvenreiche Straße von A nach B (bzw. von B nach A) der Länge L [km] mit einer täglichen Verkehrsbelastung (in beiden Richtungen) von D [Kfz/d], deren Fahrzeuge sich sämtlich mit der Geschwindigkeit V [km/h] von A nach B bzw. von B nach A bewegen. (Die Verkehrsverflechtungsmatrix besteht also nur aus den beiden symmetrischen Verkehrsbeziehungen A - B und B - A.)

Maßnahme 1 bestünde darin, die alte Strecke von A nach B bzw. B nach A durch eine neue begradigte Strecke der halben Länge ($L/2$) zu ersetzen, auf der die Fahrzeuge mit der gleichen Geschwindigkeit V wie vorher verkehren.

Alternative **Maßnahme 2** bestünde darin, die alte Strecke von A nach B bzw. von B nach A in ihrer ursprünglichen Länge zu belassen, aber durch irgendwelche Maßnahmen zu erreichen, daß nach deren Realisierung auf der Strecke alle Fahrzeuge mit doppelter Geschwindigkeit ($2 \cdot V$) von A nach B bzw. von B nach A verkehren.

Von Interesse seien nur die internen Netto-Nutzen der beiden Maßnahmen für die Kraftfahrer selbst ($e = 0$, $IK = 0$) unter Berücksichtigung von Neuverkehr. Dabei mögen die internen Kosten ausschließlich aus Reisezeiten bestehen, die auch gar nicht mittels eines Zeitkostensatzes [DM/h] in monetäre Werte transformiert zu werden brauchen. In diesem Fall übernimmt der Kehrwert der Geschwindigkeit ($1/V$) [h/km] als Zeitbedarfswert t die Funktion eines „Naturalpreises“ p :

$$p = t = 1/V \text{ [h/km]}$$

Wie in Kapitel 2 gezeigt wurde, erfordert das Gesetz der konstanten Reisezeiten eine Zeitelastizität von $\epsilon = -1$. Mit diesem Annahmen-Set ergibt sich für **Maßnahme 1**:

$$N_o = D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$p_o = 1/V \text{ [h/km]}$$

$$N_{m,u} = D \cdot L/2 \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$p_m = 1/V \text{ [h/km]}$$

$$\text{Aus (9): } p_{m,red} = p_m \cdot (N_{m,u}/N_o) = 1/(2 \cdot V) \text{ [h/km]}$$

$$\text{Aus (10): } N_{m,e} = N_{m,u} \cdot (p_{m,red}/p_o)^\epsilon = D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$\text{Aus (11): } N_{neu} = N_{m,e} - N_{m,u} = D \cdot L/2 \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$\text{Aus (8): } NN_u = p_o \cdot N_o - p_m \cdot N_{m,u} = D \cdot L/(2 \cdot V) \text{ [Kfz-h/d]}$$

$$\text{Aus (12): } NN_e = NN_u + 1/2 \cdot (p_o - p_{m,red}) \cdot N_{neu} = (5/8) \cdot D \cdot L/V \text{ [Kfz-h/d]}$$

Die im System zugebrachte Reisezeit (KI_o bzw. $KI_{m,e}$) beträgt vor und nach Maßnahmenrealisierung nach Gleichung (2) $p_o \cdot N_o$ bzw. $p_m \cdot N_{m,e} = D \cdot L/V$ [Kfz-h/d].

Analog ergibt sich für **Maßnahme 2**:

$$N_o = D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$p_o = 1/V \text{ [h/km]}$$

$$N_{m,u} = D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$$

$$p_m = 1/(2 \cdot V) \text{ [h/km]}$$

Aus (9): $p_{m,red} = p_m = 1/(2 \cdot V) \text{ [h/km]}$

Aus (10): $N_{m,e} = N_{m,u} \cdot (p_{m,red}/p_o)^{\epsilon} = 2 \cdot D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$

Aus (11): $N_{neu} = N_{m,e} - N_{m,u} = D \cdot L \text{ [Kfz-km/d]}$

Aus (8): $NN_u = p_o \cdot N_o - p_m \cdot N_{m,u} = D \cdot L/(2 \cdot V) \text{ [Kfz-h/d]}$

Aus (12): $NN_e = NN_u + 1/2 \cdot (p_o - p_{m,red}) \cdot N_{neu} = (3/4) \cdot D \cdot L/V \text{ [Kfz-h/d]}$

Die im System zugebrachte Reisezeit (KI_o bzw. $KI_{m,e}$) beträgt vor und nach Maßnahmenrealisierung nach Gleichung (2) $p_o \cdot N_o$ bzw. $p_m \cdot N_{m,e} = D \cdot L/V$ [Kfz-h/d].

Quintessenz 1: In beiden Fällen wird trotz konstanter Systemreisezeit durch die Maßnahme unter Berücksichtigung von Neuverkehr ein beträchtlicher neuer **Netto-Zeitnutzen** (Konsumentenrente an Zeit) erzielt, nämlich mehr als die Hälfte der im System zugebrachten Reisezeit.

Quintessenz 2: Entgegen den Erwartungen ist dieser interne Netto-Zeitnutzen in den beiden Maßnahmefällen (Fall 1: Längenhalbierung, Fall 2: Geschwindigkeitsverdoppelung) **nicht gleich**, sondern im ersten Fall etwas niedriger als im zweiten (62,5% bzw. 75,0% der im System zugebrachten Reisezeit).

Damit kann man nun an die **Auflösung des** in Kapitel 1 beschriebenen **Zeiteinsparungsparadoxons** herangehen. Wenn man ganz allgemein den (internen) Netto-Nutzen aus Zeiteinsparung mit NT [Kfz-h/a] und die tatsächliche Einsparung an physischer Zeit selbst mit ET [Kfz-h/a] bezeichnet, so ergeben sich mit $p = 1/V$ [h/km] als „Naturalpreis“ und mit N [Kfz-km/a] als jährlicher Verkehrsnachfragemenge für den Fall, daß durch die (geschwindigkeitserhöhende) Maßnahme keine veränderte Routenwahl stattfindet ($N_{m,u} = N_o$, $N_{m,e} = N_m$ gemäß Abbildung 1), mit einer beliebigen negativen Zeitelastizität ϵ ($\epsilon < 0$) für ET und NT folgende Zusammenhänge:

$$ET = \frac{N_o}{V_o} \cdot \left[1 - \left(\frac{V_o}{V_m} \right)^{\epsilon+1} \right]$$

$$NT = \frac{N_o}{V_o} \cdot \left(1 - \frac{V_o}{V_m} \right) \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{V_o}{V_m} \right)^{\epsilon} - 1 \right] \right\}$$

Es läßt sich zeigen, daß für alle $\epsilon < 0$ mit $V_m > V_o$ (geschwindigkeitserhöhende Maßnahme) NT stets größer als ET ist. Insbesondere ergeben sich mit $V_m > V_o$ folgende Konsequenzen:

Für $\epsilon = 0$: $ET > 0$, $NT > 0$ ($NT = ET$)

Für $0 > \epsilon > -1$: $ET > 0$, $NT > 0$ ($NT > ET$)

Für $\epsilon = -1$: $ET = 0$, $NT > 0$ ($NT > ET$)

Für $\epsilon < -1$: $ET < 0$, $NT > 0$ ($NT > ET$)

Das **Zeiteinsparungsparadoxon** klärt sich somit wie folgt auf: Unter Berücksichtigung von Neuverkehr ($\epsilon < 0$) ist bei Geschwindigkeitserhöhung der (interne) Netto-Nutzen aus Zeiteinsparung stets größer als die physische Zeiteinsparung selbst, und für den (durchaus möglichen) Fall, daß die Zeitelastizität unter -1 sinkt, erhält man sogar mit negativer physischer Zeiteinsparung ET einen positiven (internen) Netto-Nutzen NT aus dieser dann zusätzlich ins Verkehrssystem real investierten Zeit. (Zu beachten ist dabei, daß - wie schon erwähnt - der Netto-Nutzen aus Zeiteinsparung NT bewußt nicht monetarisiert wurde, so daß er dimensionsmäßig unmittelbar mit der physischen Zeiteinsparung ET vergleichbar ist.)

8. Ein praktisches Beispiel als Anregung zur Standardisierung

Das praktische Beispiel dient der Demonstration der konkreten Durchführbarkeit der zuvor dargelegten Theorie und ihrer Auswirkungen auf das Bewertungsergebnis. Auch auf bestimmte in der Praxis auftretende Probleme ist hinzuweisen.

Als konkretes Beispiel wird ein solches gewählt, das sich in Zukunft - etwa bei der Bundesverkehrswegeplanung - als standardmäßig durchzuführende Aufgabenstellung erweisen könnte.

Als Beispielfall wird die Bewertung einer infrastrukturellen Maßnahme gewählt, für welche bereits früher eine klassische Kosten-Nutzen-Analyse ohne Berücksichtigung von Neuverkehr durchgeführt worden war. Es handelt sich bei der Maßnahme um jenen Teil der Bundesautobahn A 252, welcher deren im Jahre 1990 in Betrieb gegangenes Teilstück mit der Bundesautobahn A 7 (Anschlußstelle Waltershof) in Hamburg verbinden soll

(„Südtangente Hamburg“). Als Zeithorizont für die Verkehrsprognose und für die Bewertung war das Jahr 2010 vereinbart gewesen.

Der Autor hat seinerzeit an dem im Auftrag der Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg durchgeführten Bewertungsprojekt¹⁸ mitgewirkt.¹⁹ Es ist nicht das Anliegen dieses Beitrages, die dort eingebrachten Wertansätze und Verfahren zur Ermittlung des Wirkungsmengengerüsts aufzurollen, vielmehr werden aus dem zitierten Projekt die hier erforderlichen Daten bzw. Zwischenresultate übernommen. Sie sind in Tabelle 1 zusammengestellt. (Aus Gründen der Anschaulichkeit wird hier bewußt auf eine Differenzierung nach Kfz-Arten verzichtet.)

Tabelle 1: Zusammenstellung der für das gewählte Beispiel (Südtangente Hamburg) erforderlichen Daten

Jährliche Kosten 2010 (in Preisen von 1990) [Mio DM/a]			
Nr.	Kostenart	Ohne-Fall (Index „o“)	Mit-Fall (unelastisch, ohne Neuverkehr) (Index „m,u“)
1	Kfz-Betriebskosten (darunter: Kraftstoffkosten)	3530,072 (1225,671)	3532,776 (1225,692)
2	Fahrzeitkosten	3338,084	3297,564
3	Unfallkosten	1104,598	1095,886
4	Umweltkosten (Lärm, Schadstoffe)	217,502	215,990
5	Trennwirkungskosten	46,248	45,428
6	Infrastrukturkosten IK (Baulastträgerkosten)	-	21,407
Fahrleistungen 2010 N [Mio Kfz-km/a]		11633,440	11716,279

Bevor nun die konkreten Zahlen verwertet werden, soll für den zukünftig zu erwartenden Fall, daß die Daten von Tabelle 1 in der Regel vorliegen werden, der Formelapparat unter der recht plausiblen Annahme einer (Intern-)Preiselastizität von $\varepsilon = -1$ vereinfacht werden.

Unter Verwendung der Grundzusammenhänge

¹⁸ CERWENKA, P. et al.: Untersuchung der verkehrswirtschaftlichen und ökologischen Effekte sowie der Auswirkungen auf das städtische Umfeld bei vollständiger Herstellung der A 252 - Südtangente Hamburg. Forschungsprojekt der Prognos AG und von Kessel + Partner im Auftrag der Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg, Basel/Freiburg, 1992.

¹⁹ Der Autor dankt der Baubehörde Hamburg für die Genehmigung zur Verwendung der in diesem Kapitel benötigten Daten und Resultate aus diesem Projekt.

$$KI = p \cdot N \quad (2) \quad \text{und} \quad KE = e \cdot N \quad (3)$$

in der entsprechenden Indizierung läßt sich zunächst der Netto-Nutzen NN_u im unelastischen Fall aus Gleichung (8) wie folgt ermitteln:

$$NN_u = (KI_o + KE_o) - (KI_{m,u} + KE_{m,u}) - IK \quad [DM/a] \quad (13)$$

Ferner läßt sich der Netto-Nutzen NN_e im elastischen Fall aus Gleichung (12) mit $\varepsilon = -1$ unter Verwendung der Gleichungen (9) bis (11) wie folgt ermitteln:

$$NN_e = NN_u + \frac{KI_o - KI_{m,u}}{KI_{m,u}} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \frac{N_{m,u}}{N_o} \cdot (KI_o - KI_{m,u}) - KE_{m,u} \right] \quad [DM/a] \quad (14)$$

Die entsprechenden, das eigentliche Resultat darstellenden Nutzen/Kosten-Quotienten Q lauten dann:

$$Q_u = \frac{NN_u + IK}{IK} \quad [-] \quad (15)$$

$$Q_e = \frac{NN_e + IK}{IK} \quad [-] \quad (16)$$

Wenn man nun an die Ermittlung der Größe NN_e herangeht, stellt sich in der Praxis sogleich ein fundamentales Problem: Zwar sind die Infrastrukturkosten IK eindeutig definierbar, hingegen ist es nicht unumstritten, die restlichen Kostenarten eindeutig entweder den internen oder den externen Kosten zuzurechnen. Dies ist insgesamt ein weites Diskussionsfeld, das hier nicht vertieft beackert werden soll. Nur die zwei Hauptargumentationslinien sollen angedeutet werden:

- In der klassischen Definition (die sich an der unmittelbaren Kostenträgerschaft, d.h. am Adressaten der Zahlungswirksamkeit, orientiert) zählen zu den internen Kosten die Kfz-Betriebskosten, die Fahrzeitkosten und ein Teil der Unfallkosten (nämlich die vom Kfz-Halter zu bezahlenden Unfallversicherungsprämien und weitere vom Unfallverursacher zu tragende Kosten).
- In der hier bedeutsameren Definition (die sich vorrangig daran orientiert, ob Kosten das Kalkül zur Verkehrsteilnahme beeinflussen oder nicht) wären hauptsächlich die variablen Bestandteile der eben genannten Kostenarten dazu zu zählen, weil - so die gängige entsprechende Auffassung - nur sie über die zurückgelegte Wegstrecke oder über die

Reisezeit unmittelbar wahrgenommen werden und somit zu Mobilitätsverhaltensreaktionen führen. Das wären vor allem die Kraftstoffkosten und die Fahrzeitkosten. Gleichwohl dürften aber auch die fixen (weder fahrleistungs- noch reisezeitabhängigen) internen Kosten einen gewissen (abgeschwächten) Einfluß auf das Kalkül zur Verkehrsteilnahme ausüben. Wenn das nicht der Fall wäre, würde der Verkehrsteilnehmer permanent seine fixen Mobilitätskosten sozusagen sich selbst subventionieren.

Als Resultierende aus diesen Überlegungen wird hier ein pragmatisches Vorgehen gewählt: Als interne Kosten fließt in die rechnerische Ermittlung hier die Summe aus Kfz-Betriebskosten und Fahrzeitkosten ein. (Dies soll aber keine generelle Präjudizierung sein; kann jemand bessere Argumente für eine andere Zuordnung vorbringen, so wird hiermit die Einladung zur Publizierung dieser Argumente ausgesprochen.) In dieser Vereinbarung ergeben sich die zur Ermittlung von NN_u , NN_e sowie Q_u , Q_e erforderlichen Eingangswerte für die Formeln (13) bis (16) gemäß Tabelle 2.

Tabelle 2: Relevante Kostengruppen für das gewählte Beispiel (Südtangente Hamburg)

Jährliche Kosten 2010 (in Preisen von 1990) [Mio DM/a]		
Kostengruppe	Ohne-Fall (Index „o“)	Mit-Fall (unelastisch, ohne Neuverkehr) (Index „m,u“)
Interne Kosten KI	6868,156	6830,340
Externe Kosten KE	1368,348	1357,304
KI + KE	8236,504	8187,644
Infrastrukturkosten IK	-	21,407

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengestellt, die man erhält, wenn man die Kosten aus Tabelle 2 und die Fahrleistungen N aus der letzten Zeile der Tabelle 1 in die Gleichungen (13) bis (16) einsetzt.

Tabelle 3: Ergebnisse für die Netto-Nutzen NN und für die Nutzen/Kosten-Quotienten Q für das gewählte Beispiel (Südtangente Hamburg)

	NN [Mio DM/a]	Q [-]
Unelastisch: $\epsilon = 0$ (ohne Neuverkehr)	27,453	2,282
Elastisch: $\epsilon = -1$ (mit Neuverkehr)	20,044	1,936

Es empfiehlt sich eine Kurzinterpretation des Ergebnisses: Warum sinkt NN bzw. Q im elastischen Fall gegenüber dem unelastischen (also infolge Einbeziehung von Neuverkehr)? Hier geben Abbildung 2 und Abbildung 4 sowie auch Gleichung (12) Auskunft: Sie alle zeigen, daß im elastischen Fall gegenüber dem unelastischen Fall immer dann eine Verbes-

serung, also $NN_e > NN_u$ bzw. $Q_e > Q_u$, eintritt, wenn die halbe Differenz der internen Preise vor und nach Maßnahmenrealisierung größer ist als der volle externe Kostensatz nach Maßnahmenrealisierung.

Für das Beispiel gilt:

$$\begin{aligned}
 p_o &= KI_o/N_o = 0,5904 \text{ DM/Kfz-km} \\
 p_{m,red} &= KI_{m,u}/N_o = 0,5871 \text{ DM/Kfz-km} \\
 p_o - p_{m,red} &= 0,0033 \text{ DM/Kfz-km} \\
 e_m &= KE_{m,u}/N_{m,u} = 0,1158 \text{ DM/Kfz-km}
 \end{aligned}$$

Da $0,0033/2 < 0,1158$ ist, muß $NN_e < NN_u$ und $Q_e < Q_u$ gelten.

Dies dürfte wohl die übliche Konstellation sein, weil positiv die halbe interne Preisdifferenz (vor und nach Maßnahmenrealisierung) und negativ der volle externe Kostensatz (nach Maßnahmenrealisierung) zu Buche schlägt. Abhilfe kann da nur die Senkung der externen Kosten (entweder durch ihre Internalisierung oder aber durch ihre Beseitigung) schaffen.

Allerdings ist - wenn jemand auf die Idee kommen sollte, nun diesen reduzierten Q-Wert mit Q-Werten von anderen (etwa in der Bundesverkehrswegeplanung bewerteten) Maßnahmen zu vergleichen, um Rangfolgen in einer Dringlichkeitsreihung neuverkehrsadäquat zu revidieren - zu beachten, daß dies erst dann statthaft ist, wenn diese Revision bei allen in der Dringlichkeit miteinander konkurrierenden Maßnahmen in gleicher Weise erfolgt ist. (Daraus leitet sich die zuvor geäußerte Vermutung ab, daß das hier gewählte Beispiel Demonstrationscharakter für eine standardisiert wiederkehrende Aufgabenstellung haben könnte.) Auch sind dann möglicherweise neue (reduzierte) Schwellenwerte für Q zu definieren, die jeweils erreicht werden müssen, damit eine Maßnahme zur Reihung in einer von mehreren Dringlichkeitsstufen zugelassen wird.

Abschließend zu diesem praktischen Beispiel bleibt noch darauf hinzuweisen, daß hier aus Gründen der Anschaulichkeit beim betrachteten Verkehrsnachfragesystem von einem homogenen Aggregat ausgegangen wurde; in konkreten Anwendungsfällen ist selbstverständlich nach den einzelnen Verkehrsbeziehungen der Verkehrsverflechtungsmatrix und nach Fahrzeugarten disaggregiert vorzugehen und erst anschließend zu aggregieren.

9. Analogien und Interpretationen

Anliegen dieses Kapitels ist es, Querbeziehungen des behandelten Themas zu zwei anderen aktuellen verkehrswissenschaftlichen Problembereichen aufzuzeigen und mit diesen „Werkstattgedanken“ den wissenschaftlichen Diskurs anzuregen.

9.1 „Externe Nutzen“ des Verkehrs

Hinsichtlich des Begriffes und der Wertung der „externen Nutzen“ des Verkehrs scheint in weiten Kreisen eine ähnliche Verwirrung zu herrschen wie hinsichtlich des Begriffes und der Wertung des „Neuverkehrs“. Zum einen dürfte das mit den ideologischen (d.h. je nach Interessenlage positiv oder negativ verhärteten) Vorbesetzungen beider Begriffe zu tun haben. Zum anderen kann auch eine tatsächliche Querbeziehung zwischen beiden Phänomenen hergestellt werden, die nachfolgend kurz aufgezeigt werden soll.

Verdienstvolle Klarheit in die Begrifflichkeit von internen und externen Nutzen des Verkehrs hat Baum kürzlich in dieser Zeitschrift geschaffen.²⁰ Er hat die Eigenschaft „intern“ und „extern“ ebenso wie in dem vorliegenden Beitrag definiert, wobei das Kriterium der Kostenträgerschaft (Ort des zahlungswirksamen Kostenanfalls beim Verkehrsteilnehmer oder bei anderen) und nicht das Kriterium der Verkehrsverhaltensreaktion im Vordergrund steht.²¹ Entscheidend ist nun aber die weitere Unterscheidung der externen Nutzen in pekuniäre und technologische Externalitäten. Pekuniäre externe Nutzen entstehen zwar nicht direkt beim Verkehrsteilnehmer selbst, sondern bei jemand anderem, aber sie werden über Preismechanismen auf Märkten ausgetauscht. Bei technologischen Externalitäten steht der Verkehrsteilnehmer mit dem nutzenziehenden Wirtschaftssubjekt nicht in einer Marktbeziehung.²² Mit Blick auf das Thema Neuverkehr wäre das Kriterium der Verkehrsverhaltensreaktion miteinzubringen: Demnach würden sowohl interne als auch pekuniäre externe Nutzen verkehrsverhaltensleitend wirken, während technologische externe Nutzen sich einer bewußten Intentionalität im Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmer entziehen. Wenn man sich diese Interpretation zu eigen macht, dann läßt sich die Konsumentenrente (Fläche des Trapezes p_mBCp_o in Abbildung 2) wie folgt deuten:

- Das Rechteck p_mACp_o entspricht eindeutig den eigentlichen internen Nutzen des Verkehrs: Die durch das Rechteck symbolisierten Nutzen fallen bei den Verkehrsteilnehmern selbst im Verkehrssystem an.
- Die zusätzliche durch Neuverkehr entstehende Konsumentenrente (Fläche des Dreiecks ABC) dürfte die Summe aus weiteren beim Verkehrsteilnehmer selbst, aber überwiegend nicht während der Verkehrsteilnahme anfallenden internen Netto-Nutzen sowie über Märkte mit anderen Wirtschaftssubjekten ausgetauschten pekuniären externen Nutzen darstellen.

²⁰ Baum, H.: Die volkswirtschaftlichen Nutzen des Verkehrs. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 68(1997), Nr. 1, S. 27-51.

²¹ Baum, a.a.O., S. 29-30.

²² Baum, a.a.O., S. 30.

(Leider gelingt es Baum im empirischen Teil seiner zitierten Arbeit nicht, die gesamten volkswirtschaftlichen Nutzen des Verkehrs in interne und externe und noch viel weniger die externen in pekuniäre und technologische externe quantitativ aufzuspalten.²³)

Die angeführte Segmentierung der maßnahmebedingt entstehenden Konsumentenrente hat eine wichtige Konsequenz: Wird bei der Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen Neuverkehr in Rechnung gestellt, so darf dann nicht noch einmal pauschal ein „externer Nutzen“ als zusätzliches Realisierungsargument einkalkuliert werden.²⁴ Sollten sich tatsächlich einmal echte „technologischer externe Nutzen“ trennscharf zu pekuniären empirisch quantifiziert nachweisen lassen und sollte sich analog zum externen Kostensatz e [DM/Kfz-km] auch sinnvoll ein „externer Nutzensatz“ en [DM/Kfz-km] bilden lassen, so wäre in allen Formeln dieses Beitrages, in denen e [DM/Kfz-km] vorkommt, dieses e um en zu saldieren, also durch $(e - en)$ [DM/Kfz-km] zu ersetzen.

9.2 Ökonomisches Rationalitätskalkül und Reisezeitbudget

Gerade angesichts des raumgreifenden Vordringens von Ideologien ist es nicht nur statthaft, sondern geradezu geboten, zu den Wurzeln zurückzukehren, um an ihnen wieder Halt zu finden. Eine solche Wurzel ist das fundamentale ökonomische Rationalitätskalkül in seinen beiden Ausprägungsformen:

- (a) für einen fest definierten Nutzen (Output) ein Minimum an Mitteln (Input) einsetzen
- (b) mit gegebenen Mitteln (Input) ein Maximum an Nutzen (Output) erzielen

Es wurde nun in Kapitel 7 gezeigt, daß sich der Kehrwert einer Geschwindigkeit (Zeitbedarfswert) mit der Dimension [h/km] oder [min/km] als naturales Äquivalent zu einem (monetären) Preis mit der Dimension [DM/km] deuten läßt, womit auch der sprichwörtlichen Gleichung $\text{Zeit} = \text{Geld}$ entsprochen wird.²⁵

²³ Baum, a.a.O., S. 51.

²⁴ Wesentlich für die Gültigkeit dieser Argumentation ist allerdings, daß ein diesem Gedankenkonzept adäquater Zeitkostensatz [DM/h] verwendet wird. Die unendliche Geschichte der Ermittlung eines solchen Zeitkostensatzes soll hier allerdings nicht prolongiert werden.

²⁵ Allein durch die Erwähnung dieser Gleichung outet man sich heute in manchen Kreisen als Technokrat. Es darf aber an dieser Stelle jemand zitiert werden, der nicht in diesem Verdacht steht und diese nüchterne Gleichung glänzend in poetische Worte übersetzt hat: „Mir erscheint es manches Mal wie eine Verschwendung, allzu lange an einem Ort zu sein.“ So der österreichische Schriftsteller Christoph Ransmayr in einem Interview (Frankfurter Allgemeine Magazin, Heft 914 vom 5.9.1997, S. 79) zu seiner unbändigen Lust, unterwegs zu sein. Die Frage nach der bevorzugten Art der Fortbewegung beantwortet er dort wie folgt: „Zu Fuß! Der Fußweg ist meistens das letzte Stück einer langen Bewegung, die mit dem Flugzeug beginnt. Natürlich ist es ein absurder Einsatz der Mittel, für das Gehen im Himalaya eine riesige Maschinerie in Gang zu setzen.“ (Ebenda, S. 78) Allerdings zwingt ihn niemand zu dieser Absurdität. Vielmehr stiftet sie ihm ganz offenbar einen enormen Nutzen dadurch, daß er sein (vielleicht konstantes) Fußwegezeitbudget manchmal lieber im Himalaya als zu Hause verausgabt.

Mit Bezug zu dieser Analogie läßt sich Geschwindigkeitserhöhung (Zeitbedarfsverwertung) **ohne** Neuverkehrsfolgen (Elastizität $\epsilon = 0$) als Rationalitätskalkül (a) interpretieren: Der Output (ein fest vorgegebenes Muster an Raumüberwindung) wird mit minimalen Mitteln (Zeitbudget) erzielt. **Mit** Neuverkehrsfolgen im Ausmaß von $\epsilon = -1$ stellt sich die genaue Analogie zu Rationalitätskalkül (b) ein: Mit fest vorgegebenen Mitteln (Zeitbudget) wird der Nutzenoutput eines variablen Raumüberwindungsmusters maximiert.

Beide Ausprägungsformen des ökonomischen Rationalitätskalküls stellen zweifelsfrei effiziente Handlungsmaximen (unter unterschiedlichen Randbedingungen) dar. Jemand, der Nutzenstiftung durch Geschwindigkeitserhöhung leugnet, wenn dadurch gleich viel Reisezeit im System zugebracht wird, gleicht genau jemandem, der Nutzenstiftung durch Preissenkung leugnet, wenn er nach Preissenkung insgesamt gleich viel Geld ausgibt wie vorher, weil er sich durch Mehrkonsum Nutzen stiftet. (Selbstverständlich soll bei diesen Analogien nicht verdrängt werden, daß bei ihnen das Problem der externen Kosten außer Betracht blieb. Aber auch diese Analogien zeigen, wie zunehmend wichtig es wird, diese externen Kosten zu internalisieren.)

Nun mögen sich manche ideologisch vorbelastete Zeitgenossen am Aufzeigen dieser Analogien stoßen. Es bleibt dessen ungeachtet jedermann unbenommen, auf den Einsatz ökonomischer Rationalitätskalküle in seinem persönlichen Lebenswandel zu verzichten und damit freiwillig eine Art Internalisierung externer Kosten an sich vorzunehmen. Zu einer allgemeinen Handlungsmaxime wird allen geschichtlichen Erfahrungen zufolge die Sistierung ökonomischer Rationalitätskalküle wohl nicht werden, zumal sich gerade die wasserpredigenden Kritiker selbst ausgesprochen unterdurchschnittlich als Kostverächter erweisen (siehe Kapitel 1).

10. Kondensat an Schlußfolgerungen

Unter den im vorliegenden Beitrag getroffenen Annahmen lassen sich folgende wesentliche Schlußfolgerungen ziehen:

1. Um Neuverkehr bei der Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen berücksichtigen zu können, ist die Unterscheidung der relevanten Kostenarten in interne Kosten und externe Kosten von zentraler Bedeutung. Wird Neuverkehr bei solchen Bewertungen (wie bisher in der Regel üblich) vernachlässigt, erübrigt sich diese Unterscheidung. Berücksichtigung von Neuverkehr ist gleichbedeutend mit der Annahme einer auf Änderungen interner Preise elastisch reagierenden Verkehrsnachfrage (Elastizität $\epsilon < 0$), Vernachlässigung von Neuverkehr ist gleichbedeutend mit unelastischer Verkehrsnachfrage (Elastizität $\epsilon = 0$).

2. Die bisher für derartige Bewertungen angewendete klassische Kosten-Nutzen-Analyse (z.B. gemäß Bundesverkehrswegeplanung²⁶) liefert widerspruchsfreie Bewertungsergebnisse für den Fall unelastischer Verkehrsnachfrage. Das hier vorgestellte Bewertungsverfahren ist somit eine konsistente, die Erklärungskraft erhöhende Verallgemeinerung des klassischen Bewertungsverfahrens, das Neuverkehr vernachlässigt hat.
3. Neuverkehr **erhöht** stets den **internen** Netto-Nutzen der Verkehrsteilnehmer, und zwar (dem Grundsatz, nicht dem Ausmaß nach) völlig unabhängig von der Höhe der dabei real waltenden (negativen) Elastizität ϵ , daher auch völlig unabhängig davon, ob im Verkehrssystem durch eine geschwindigkeitserhöhende Maßnahme bei einer Zeitelastizität $\epsilon_t < 0$ physische Reisezeit eingespart wird ($0 > \epsilon_t > -1$) oder nicht ($\epsilon_t \leq -1$). Die exklusive positive bzw. negative Beurteilung einer geschwindigkeitserhöhenden Verkehrswegeinvestition aufgrund einer eingesparten bzw. nicht eingesparten im Verkehrssystem physisch zugebrachten Zeitmenge ist bei Berücksichtigung von Neuverkehr sinnlos.
4. Neuverkehr **senkt** stets den **externen** Netto-Nutzen der zu beurteilenden Maßnahme (gegenüber Vernachlässigung von Neuverkehr).
5. Bei Vorhandensein (preislich nicht internalisierter) externer Kosten ist der **gesamte (interne + externe) Netto-Nutzen** infolge Neuverkehrs stets dann größer als bei unelastischer Verkehrsnachfrage, wenn die **Differenz** der internen Preise ohne und mit Maßnahme ($p_o - p_m$) mindestens doppelt so hoch ist wie der **gesamte** externe Kostensatz mit der Maßnahme (e_m). Wenn es gelänge, alle externen Kosten verhaltensleitend voll zu internalisieren, entspräche der gesamte Netto-Nutzen dem internen Netto-Nutzen, und der ist gemäß Punkt 3 unter Berücksichtigung von Neuverkehr stets größer als unter seiner Vernachlässigung.
6. Zur Ermittlung des Netto-Nutzens von Neuverkehr ist auch die Kenntnis des zugehörigen (fiktiven) unelastischen Systemzustandes mit Maßnahme erforderlich.
7. Insgesamt erklärt das hier vorgestellte Bewertungskonzept schlüssig die Reaktion der Verkehrsteilnehmer auf geschwindigkeitserhöhende Maßnahmen im Verkehrssystem und beseitigt damit alle in Kapitel 1 aufgelisteten Widersprüche.

²⁶ Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.): Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen - Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992. Forschungsvorhaben des Bundesministers für Verkehr, erstellt von PLANCO Consulting GmbH, Essen, in Zusammenarbeit mit BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Freiburg, und Ingenieurbüro Heusch Boesefeldt GmbH, Aachen. Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr, Heft 72, Bonn, 1993.

Schlußanmerkung des Autors in eigener Sache

Die vorliegende Problemstellung hat den Autor durch viele Jahre begleitet, bewegt und beschäftigt und schließlich in ihm den hiermit vorgestellten Lösungsweg reifen lassen, wobei wegen der starken ideologischen Vorbelastung des Themas vor allem die Aufklärungsabsicht im Vordergrund des Anliegens des Autors stand und steht.

In der Schlußphase gelangte dem Autor eine Arbeit zur Kenntnis, die ein sehr ähnliches Thema zum Gegenstand hat.²⁷ Der Autor hat diese Arbeit ganz bewußt nicht vor Fertigstellung seines eigenen, hiermit vorgestellten Beitrages gelesen, weil er unbeeinflusst davon seinen eigenen Gedanken-Gang konsequent zu Ende gehen wollte und auch in niemandes Auftrag und gänzlich ohne schützendes Teamgeleit dachte, sondern sich nur von dem Gedanken leiten ließ, die in der verkehrspolitischen Szenerie sich abzeichnenden Schluchten an fundamentalistischen neuverkehrsbedingten Argumentationswidersprüchen durch Aufklärung zu überbrücken - ein Anliegen, das man sich häufiger an Universitäten beheimatet wünschen würde.

Nach Fertigstellung des vorliegenden Beitrages hat der Autor nun die zitierte Arbeit mit Interesse gelesen, aber an seinem eigenen Beitrag danach kein Jota verändert, sondern lediglich diese Schlußanmerkung hinzugefügt. Es liegt hiermit der leider höchst rar gewordene Fall der unabhängigen Parallelbeforschung eines Themas vor. In den Grundzügen sind viele Gemeinsamkeiten und einander ergänzende Interpretationen erkennbar, es gibt aber auch Abweichungen. Möge die an dem Thema interessierte Scientific Community sich ihr Urteil bilden und aus der Gegenüberstellung der beiden Arbeiten fruchtbringende Anregungen zur Erhöhung des Erkenntnisstandes und der Erklärungskraft schöpfen.

Abstract

The subject of infrastructure-induced traffic lead in the past to very controversial discussions, both with respect to its amount and to its evaluation. In the present paper its existence is not questioned, but accepted throughout. For this case, which can be interpreted as a price- or time-dependently elastic reaction of road-users to reduction of price and increase of speed respectively according to realization of new traffic infrastructure, an evaluation procedure is presented that eliminates the past contradictions and turns into the procedure of the conventional cost-benefit-analysis in a consistent and conclusive way for the special (fictive) non-elastic case (i.e. neglecting infrastructure-induced traffic). In the now presented new evaluation procedure the differentiation of total costs arising by consumption of traffic performance between internal and external costs is of fundamental importance.

²⁷ Wagner, A. et al.: Qualifizierung, Quantifizierung und Evaluierung wegbauinduzierter Beförderungsprozesse. Pilotstudie des Instituts für Angewandte Wirtschaftsforschung (Tübingen), des Steinbeis-Transferzentrums Angewandte Systemanalyse (Stuttgart), der Ingenieurbüro Steierwald Schönharting und Partner GmbH (Stuttgart) und des Instituts für Sozialforschung - Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre (Universität Stuttgart) im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Stuttgart, 1996.

Europäische Umweltabgabe auf den Pkw-Verkehr? - Empirische Analyse der Kraftstoffnachfrage -

VON KARL-HEINZ STORCHMANN, ESSEN

Mit zunehmender Integration der Europäischen Union und der damit einhergehenden Intensivierung internationaler Arbeitsteilung haben die negativen externen Umwelteffekte des Güter- und Personenverkehrs drastisch zugenommen. Neben Flächenverbrauch, Zersiedelung und Versiegelung der Landschaft sowie Emissionen von Lärm und klassischen Luftschadstoffen (z.B. CO, NO_x oder VOC) stehen aufgrund des drohenden Klimawandels insbesondere die CO₂-Ausstöße im Mittelpunkt der umweltpolitischen Diskussion. So sind 1994 im Verkehrssektor EU-weit nahezu 850 Mill. t CO₂ emittiert worden, was einem Anteil von rund 27 vH an den gesamten CO₂-Emissionen der Union entspricht. Damit ist der Verkehrssektor nach dem Kraftwerksbereich der zweitgrößte europäische CO₂-Emittent. Mehr als die Hälfte aller verkehrsbedingten Emissionen gehen dabei auf den motorisierten Individualverkehr zurück.

Die Europäische Kommission hat diese Probleme bereits mehrfach aufgegriffen und die Notwendigkeit gemeinsamer europäischer Lösungsstrategien betont.¹ Aufgrund der konstanten Verknüpfung von CO₂-Emissionen und Kraftstoffverbrauch konzentrieren sich diese Bemühungen auf Verbrauchsreduktion von Vergaser- und Dieselmotoren. Vorschläge zu Minderungsstrategien knüpfen dabei bevorzugt am Kraftstoffpreis an, geht man doch davon aus, daß dieser die entscheidende Nachfragedeterminante sei. So hat die Kommission dem Rat der Europäischen Gemeinschaften 1991 einen „Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Einführung einer Steuer auf Kohlendioxidemissionen und Energie“² auf alle fossilen Brennstoffe unterbreitet. Für Vergaserkraftstoff war ein Ausgangssatz von etwa 2,6 Pf/l³ vorgesehen, der sich sieben Jahre lang um jährlich ein Drittel dieses Satzes

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Oec. Karl-Heinz Storchmann
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Hohenzollernstraße 1-3
45128 Essen

¹ Vgl. Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Grünbuch zu den Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt. Eine Gemeinschaftsstrategie für eine „dauerhaft umweltgerechte Mobilität“. KOM(92)46 endg., Brüssel 1992; Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Die künftige Entwicklung der gemeinsamen Verkehrspolitik - Globalkonzept einer Gemeinschaftsstrategie für eine auf Dauer tragbare Mobilität (Weißbuch). KOM(92)494 endg., Brüssel 1992 sowie Europäische Kommission, Faire und effiziente Preise im Verkehr. Politische Konzepte zur Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs in der Europäischen Union (Grünbuch). Bulletin der Europäischen Union, Beilage 2/96, Luxemburg 1996.

² Vgl. Deutscher Bundestag (Hrsg.), Drucksache 12/3398, Vorschlag über eine Richtlinie des Rates zur Einführung einer Steuer auf Kohlendioxidemissionen und Energie - KOM(92) 226 endg., Bonn 1992.

³ Bei einem Wechselkurs von 1,95 DM/ECU.