

Berufs-, Geschäfts- und Einkaufsverkehr. Elastizitätsdeterminanten sind die Dringlichkeit der Nachfrage, die Bedeutung der Ausgaben für den Nahverkehr im Rahmen der Gesamtausgaben des häuslichen Budgets und die Substitutionsmöglichkeiten der Verkehrsmittel. Die Untersuchung hat ergeben, daß in allen Sparten des Nahverkehrs die Nachfrage nach Verkehrsleistungen wenig elastisch ist. Die Benutzung der öffentlichen Verkehrsmittel ist daher durch die Preisgestaltung der Tarife nur in geringem Umfang beeinflussbar. Prigge zieht aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß der Preis ein nicht besonders geeignetes Mittel zur Lenkung des Verkehrs ist. Auch die Kraftfahrer als die Konkurrenten der öffentlichen Verkehrsmittel reagieren nur in geringem Umfang auf Tarifänderungen.

C

Das Ergebnis der neuesten auf Tatsachen beruhenden Forschung über die Elastizität der Nachfrage nach Verkehrsleistungen im öffentlichen Personennahverkehr ist also anders ausgefallen, als man es früher geahnt hatte. Vielleicht hatten Gelehrte wie Engländer damals nicht ganz unrecht, als die öffentlichen Verkehrsmittel nur mit dem Fußgänger und dem Radfahrer als Konkurrenten zu rechnen hatten. Der Personenkraftwagen hat die Wettbewerbslage offenbar weitgehend verändert, seitdem er zum individuellen Massenverkehrsmittel geworden ist. Für den Erwerb und den Besitz eines Personenkraftwagens ist nicht nur das ökonomische, rationale Kalkül entscheidend, sondern ebenso stark spielen dafür emotionale Momente eine Rolle, die ein nicht kalkulierbares Element in die Wettbewerbssituation hineinragen.

Zeitbewertung im Personenverkehr*)

VON DIPL.-VOLKSWIRT WOLFGANG KENTNER, KÖLN

I. Der Zeitwert in Cost-Benefit-Analysen

Nach der am 10. Juni 1969 vom Bundestag verabschiedeten Haushaltsreform sind für geeignete öffentliche Maßnahmen von erheblicher finanzieller Bedeutung Nutzen-Kosten-Untersuchungen ab 1. Januar 1970 obligatorisch¹⁾. Die Infrastrukturinvestitionen erfordern wegen ihres hohen Finanzbedarfs und ihrer langen Lebensdauer eine besonders sorgfältigen Planung auf der Grundlage volkswirtschaftlich orientierter Effizienzanalysen²⁾. In diese gehen die Zeitersparnisse bei alternativen Planprojekten als Ertragskomponente ein. Insbesondere bei Investitionen, die der Entballung des innerstädtischen Verkehrs dienen, umfassen Zeitgewinne in Cost-Benefit-Analysen nicht selten über die Hälfte der Bruttonutzen; bereits geringe Änderungen in den Wertansätzen, vor allem für die Fahrzeit der die Verkehrsspitzen induzierenden Pendler, entscheiden über die Rangfolge und ökonomische Berechtigung einzelner Investitionsprogramme.

Die bisher benutzten Zeitwerte liegen in einem weiten Streubereich; sie variieren je nach Land, Investitionssektor und -projekt, sowie nach Zielsetzung und subjektivem Ermessen des jeweiligen Cost-Benefit-Analysten. Die meisten der amtlich benutzten Zeitwerte erscheinen eher willkürlich gegriffen als empirisch abgesichert und entbehren der für vergleichende Investitionsrechnungen notwendigen Differenzierung. In der BRD wurde im Jahre 1965 dem Ministerrat der Europäischen Konferenz der Verkehrsminister ein Zeitwert von 1,69 \$ je Stunde und PKW genannt³⁾; die neueste Fassung der »Richtlinien für Wirtschaftliche Vergleichsrechnungen im Straßenwesen« schlägt einen Stundensatz von 8,50 DM/PKW vor, gibt aber weder einen personenbezogenen Zeitwert an noch unterscheidet sie in Arbeits- und Nichtarbeits- sowie in Fahr- und Reisezeit⁴⁾. Für Cost-Benefit-Analysen der innerstädtischen Verkehrsinfrastruktur, die auch den öffentlichen Personenverkehr einbeziehen müssen, bilden diese fahrzeugbezogenen Zeitwerte daher keine geeignete Grundlage. Wirtschaftliche Investitionsrechnungen bedürfen allgemein anerkannter personenbezogener Zeitwerte, die zwar bis zu einem bestimmten Grade

*) Ein Teil der nachfolgenden Abhandlung ist aus einer Forschungsarbeit für das Bundesverkehrsministerium über Preis- und Investitionspolitik im Straßenverkehr hervorgegangen.

¹⁾ So § 7 Abs. 2 der BHO (BGBl. I vom 19. 8. 1969, S. 1284) und § 6 Abs. 2 des HGrG (BGBl. I vom 19. 8. 1969, S. 1273).

²⁾ Zu grundsätzlichen Fragen der Cost-Benefit-Analyse vgl. Georgi, H., Cost-benefit-analysis als Lenkungsinstrument öffentlicher Investitionen im Verkehr (= Forschungen aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Bd. 17), Göttingen 1970 und Kentner, W., Cost-Benefit-Analyse. Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen (= Berichte des Deutschen Industrieinstituts zur Wirtschaftspolitik, Nr. 10), Köln 1969.

³⁾ Conférence Européenne des Ministres des Transports (Hg.), Conseil des Ministres, Résolutions XV, Lisbon 29.130. 6. 1965 und Paris 26. 11. 1965, Paris o. J. (1966), Tab. 11, S. 143.

⁴⁾ Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Arbeitsausschuß Wirtschaftliche Straßenplanung. Richtlinien für Wirtschaftliche Vergleichsrechnungen im Straßenwesen - RWS, Ausgabe April 1970, Köln 1970, S. 7 und Anlage 24.

immer auf Konventionen beruhen werden, jedoch soweit wie möglich aufgefächert und empirisch abgesichert sein sollten.

Im in- und ausländischen Schrifttum nimmt die Problematik der Bewertung von Reisezeitgewinnen bereits einen breiten Raum ein: Während die theoretische Auseinandersetzung eine Konsolidierungsphase erreicht hat, erlebt die empirische Forschung über die Zeitpräferenzen der Reisenden, speziell des Berufsverkehrs, einen verheißungsvollen Aufschwung⁶⁾. Es erscheint daher angebracht, einige neuere Lösungsverfahren in ihren Möglichkeiten und Grenzen anhand der Ergebnisse der wichtigsten, vornehmlich anglo-amerikanischen Analysen zu erörtern und zu versuchen, daraus für die BRD operationale Schlußfolgerungen zu ziehen.

II. Der Einfluß der Zeitkategorie auf den Wertansatz

1. Erwerbszeit

Die Zeit besitzt keinen Wert an sich, sondern dieser wird abgeleitet aus der darin ausgeübten Tätigkeit⁶⁾. Für die Erwerbszeit, die definiert ist als die Zeit, in der regelmäßig einem Beruf nachgegangen wird, folgt daraus ein Bewertungssatz in Höhe des durchschnittlichen Stundenlohnes.

In theoretischer Betrachtung wird vom Idealmodell vollständigen Wettbewerbs ausgegangen, in dem die infolge besserer Verkehrsverhältnisse gewonnene Arbeitszeit wieder voll in gleichwertige produktive Tätigkeit überführt zu werden vermag. Für dieses zusätzliche Arbeitsangebot hat der Unternehmer dann keinen Bedarf, wenn das Grenzwertprodukt den Faktorpreis nicht erreicht. Der Unternehmer fragt mithin solange Arbeitsstunden nach, bis der Wert des Grenzproduktes einer Arbeitsstunde dem Lohnsatz entspricht. Aus diesem Grenzproduktivitätsprinzip ist eine wichtige Schlußfolgerung für den Lohnsatz zu ziehen. Dieser muß, was in der bisherigen Diskussion nicht immer hinreichend berücksichtigt wurde⁷⁾, vom Unternehmer aus gesehen werden. Das bedeutet, daß nicht der Brutto- oder gar Nettostundenlohn den Zeitwert ausdrückt, sondern der Betrag, den der Unternehmer als Preis für die Arbeitskraft zu bezahlen hat: Zu dem jährlichen Bruttoeinkommen des Arbeitnehmers müssen mithin der Arbeitgeberanteil für

⁶⁾ Vgl. etwa in der deutschen Literatur Peschel, K., Der Zeitfaktor in Wirtschaftlichkeitsrechnungen für den Straßenbau, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 34. Jg. (1963), S. 11–19; Jürgensen, H., Die Bedeutung des Zeitfaktors bei der Abstimmung öffentlicher und privater Investitionen im Straßenbau, in: Der Güterverkehr, 12. Jg. (1963), S. 3–6; Spary, P., Wachstums- und Wohlfandeffekte als Entscheidungskriterien bei öffentlichen Straßenbauinvestitionen (= Finanzwissenschaftliche Forschungsarbeiten, N. F., H. 37), Berlin 1968, S. 139–168; Funck, R., Die ökonomischen Aspekte des Zeitproblems im Verkehr, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 39. Jg. (1968), S. 171–179; in der ausländischen Literatur stammen neuere Beiträge von: Nelson, J. R., The Value of Travel Time, in: Chase, S. B. (Hg.), Problems in Public Expenditure Analysis, Washington, D. C. 1968, S. 78–119; Tipping, D. G., Time Savings in Transport Studies, in: The Economic Journal, Vol. 78 (1968), S. 843–854; Thomas, Th. C., Value of Time for Commuting Motorists, in: Highway Research Record, Nr. 245 (1968), S. 17–35; Oort, C. J., The Evaluation of Travelling, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 3 (1969), S. 279–286; European Conference of Ministers of Transport (Hg.), Theoretical and Practical Research on an Estimation of Time-Saving, Report of the Sixth Round Table on Transportation Economics, o. O. o. J. (1970).

⁶⁾ Auf diesen Aspekt und die Folgerung, daß der Zeitbewertung das Opportunitätskostenprinzip zugrunde zu legen ist, verwies besonders Peschel, K., Zeitwert . . . , a. a. O., S. 11 f.

⁷⁾ So diskutiert etwa D. W. Glassborow [The Road Research Laboratory's Investment Criterion Examined, in: Bulletin of the Oxford University Institute of Statistics, Vol. 22 (1960), S. 327–336, hier S. 331 f.], ob der Stundenlohn vor oder nach Steuerabzug als Richtmaß heranzuziehen ist.

die Sozialversicherung und gegebenenfalls die anderen, im üblichen Lohnsatz nicht ausgedrückten Sonderleistungen, wie etwa Urlaubsgeld, Essenszulage, Beihilfen oder 13. Monatsgehalt, hinzugezählt werden. Die Division mit den jährlichen Arbeitsstunden führt zu dem vom Unternehmer zu entrichtenden Marktpreis für die Arbeitsstunde und damit zum Zeitsatz.

Gegen diese Bewertungsmethode, die von einem Modell abgeleitet ist, lassen sich viele Einwände erheben. Sie entstammen überwiegend der Tatsache, daß die Prämissen in der wirtschaftlichen Wirklichkeit nicht gegeben sind. Auf dem Arbeitsmarkt herrscht weder auf der Angebots- noch auf der Nachfrageseite homogene atomistische Konkurrenz, die Arbeit wird nicht nach ihrem Grenzwertprodukt bezahlt, die Lohnentwicklung ist nach unten begrenzt und hängt von der Verhandlungsmacht der Tarifpartner ab. Die meisten Berufstätigen sind an festgelegte Arbeitszeiten gebunden und besitzen keine echte Wahl zwischen Arbeits- und Freizeit. Selbst wenn eine Transformation in Arbeitszeit möglich ist, kann darin nicht immer eine gleichwertige Arbeit ausgeführt werden⁸⁾.

Für die meisten Zwecke volkswirtschaftlicher Investitionsrechnungen dürfte ein kalkulatorischer Stundenwert auf der Grundlage eines Durchschnittswertes von 2000 Std. pro Jahr genügen. Daher wird vorgeschlagen, bei normaler Arbeitszeit $\frac{1}{2}\%$ der gesamten jährlichen Arbeitseinkommen zu nehmen; das führt zu einem einfach zu berechnenden kalkulatorischen Pauschalzeitwert, der für das Jahr 1970 voraussichtlich bei ungefähr 7,— DM liegen wird⁹⁾.

Bei Selbständigen könnte der in der eingesparten Zeit erzielte Nettoertrag herangezogen werden. Abgesehen von den grundsätzlichen Zurechnungsproblemen ergeben sich selbst bei gleichwertiger Arbeit unterschiedliche Stundensätze. Angenommen, ein selbständiger Taxifahrer erzielte bisher in einer Stunde mit drei Fahrten einen Nettoertrag von 6,— DM. Spart er wegen besserer Verkehrsverhältnisse nunmehr 25% an Zeit ein, dann beträgt deren Wert nicht 1,50 DM, sondern er hängt von der Preis- und Nachfrageentwicklung ab. Vermag der Taxiunternehmer eine gleichwertige vierte Fahrt auszuführen, dann ist sein Nettoertrag um 2,— DM und damit der Wert der Viertelstunde um ein Drittel gestiegen. Insbesondere aus praktischen Gründen eignen sich diese variablen Stundenwerte nicht, und es empfiehlt sich, vom mittleren arbeitsbedingten Jahreseinkommen auszugehen, bei normaler Arbeitszeit davon $\frac{1}{2}\%$ zu nehmen und die Mehr- oder Minderarbeitszeit pro rata temporis zu berücksichtigen. Dabei muß aus Vereinfachungsgründen die Gleichwertigkeit jeder einzelnen Arbeitsstunde unterstellt werden. Obwohl mannigfache Bedenken gegen das vorgestellte Berechnungsverfahren bestehen, dürfte diese Methode, die über die jährlichen totalen Arbeitseinkünfte den Zeitwert ermittelt, den Zielen der Nutzen-Kosten-Analysen besser entsprechen als ein konventioneller Brutto- oder Netto-lohnsatz¹⁰⁾.

⁸⁾ Wenn während der Reise gearbeitet wird – Studium von Akten, Entwerfen von Schriftstücken – dann darf bei Reisezeitverkürzungen nur der Saldo zur Normalleistung veranschlagt werden.

⁹⁾ Eigene Hochrechnung aufgrund folgender Statistiken unter Berücksichtigung freiwilliger sozialer Unternehmerleistungen: Bundesarbeitsministerium (Hg.), Arbeits- und sozialstatistische Mitteilungen, insbes. Heft 12 (1969), S. 349; Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 22. Jg. (1970), Nr. 3, Statistischer Teil VIII, Tab. 8 und 3.

¹⁰⁾ Für praktische Rechnungen dürfte es in den meisten Fällen sinnvoller erscheinen, nicht zuerst jede minimale Zeitersparnis zu erfassen und, weil nicht alle Einsparungen voll produktiv eingesetzt werden, lediglich einen Teil zu bewerten, sondern von vornherein nur Zeiträume ab einer bestimmten Größenordnung zu berücksichtigen. Nach J. R. Nelson (Value . . . , a. a. O., S. 88) werden in amerikanischen Cost-Benefit-Analysen lediglich 40 bis 60% der Zeitersparnisse bewertet.

2. Pendelzeit

In der Literatur herrscht die Unterteilung der Zeit in »working-time« und »nonworking-time« vor. Für letztere bietet die ökonomische Theorie im Gegensatz zur Erwerbszeit keine Bewertungsgrundlage¹¹⁾. Stattdessen muß auf empirischem Wege mit Hilfe der sozial-ökonomischen Verhaltensforschung oder ähnlicher Methoden versucht werden, die Präferenzen der Reisenden zu erfahren. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wird von der Nichtarbeitszeit nachfolgend die Reisezeit der Berufspendler abgetrennt und gesondert als Pendelzeit behandelt.

Als Pendler werden angesehen

- Berufstätige, die in der Regel täglich Fahrten zwischen Wohn- und Arbeitsstätte unternehmen;
- Hausfrauen, die entsprechende Reisen zwischen Wohn- und Einkaufsstätte ausführen;
- Schüler und Studenten, die regelmäßig den Weg zwischen Wohn- und Ausbildungsstätte zurücklegen.

Die Bewertungsmethode beruht im Prinzip auf der Wahlmöglichkeit eines Pendlers, sich zwischen zwei Fahrtalternativen, von denen eine über erhöhte Kosten Zeitersparnisse bewirkt, zu entscheiden¹²⁾. Die Zeitpräferenz des Reisenden drückt dessen Zahlungsbereitschaft aus und wird empirisch gemessen, indem der Preis, den der Reisende bei einer effektiven Wahlentscheidung für eine Verkürzung der Reisezeit zu zahlen bereit ist, auf die Stunde umgelegt wird. Die drei bedeutendsten Verfahren bestehen aus einer Wahlentscheidung zwischen zwei *Fahrtgeschwindigkeiten*, *Verkehrsmitteln* oder *Verkehrswegen*. Bei Cost-Benefit-Analysen der Verkehrsinvestitionen in die Infrastruktur von Ballungsgebieten entfällt meistens der größte Anteil der Zeitkomponente auf die Pendelzeit. Daher wird angestrebt, anhand der neuesten Forschungsergebnisse aus Großbritannien und den USA einheitliche Richtsätze für die Bewertung der Pendelzeit aufzustellen. Dabei wird versucht, den Zeitwert nicht in Prozent vom Lohnsatz, sondern in Promille vom gesamten Jahresarbeitseinkommen anzugeben. Diese bereits bei der Erwerbszeit vorgeschlagene Methode bietet zwei Vorteile:

- Es werden auch zusätzliche, während des Jahres erteilte Bezüge erfaßt, die in dem von vielen Studien herangezogenen Lohnsatz nicht enthalten sind.
- Bei einheitlichem Promillesatz werden den Beziehern hoher Einkommen, denen zu meist mehr zusätzliche Bezüge zufließen und die relativ mehr Einkommensteuer abführen, auch höhere Zeitwerte zugerechnet; diese würden sich andernfalls nur mit gesonderten, auf den Netto- oder Bruttostundenlohn bezogenen Stundensätzen ergeben. Wie noch zu zeigen ist, bewerten die Reichen im Durchschnitt ihre eingesparte Reisezeit höher als die Armen.

3. Freizeit

Da die Bewertung gewonnener Freizeit ebenfalls von der darin ausgeübten Tätigkeit abhängt, dürfte es wegen der Anzahl der möglichen Freizeitbeschäftigungen weder mög-

¹¹⁾ So auch *European Conference of Ministers of Transport* (Hg.), *Research ...*, a.a.O., S. 122.

¹²⁾ Zu den grundsätzlichen Schwierigkeiten, alle anderen die Wahl der Reise beeinflussenden Faktoren auszuschließen vgl. etwa *Tipping, D. G.*, *Time ...*, a.a.O., S. 850.

lich sein, logisch einen exakten Wert, ausgedrückt in einem Bruchteil oder gar Vielfachen des Arbeitszeitwertes, zu deduzieren noch über entsprechend simulierte Märkte einen einheitlichen Stundensatz zu finden¹³⁾. Über die »willingness-to-pay-Methode« lassen sich lediglich für einzelne Reisekategorien brauchbare Stundenwerte ermitteln, die innerhalb eines vermutlich großen Streubereichs liegen werden. Selbst wenn es möglich ist, sie in Prozenten oder Promillen vom Lohnsatz oder Jahreseinkommen auszudrücken, bleiben noch die Freizeitgewinne der Nichtverdienergruppen offen: nichtschulpflichtige Kinder, Schüler, Studenten, Hausfrauen und Rentner. Für letztere mag die Zeit als freies Gut gelten, das damit keiner Bewertung zugänglich ist. Während für nichtschulpflichtige Kinder und Schüler unter 14 Jahren grobe und teilweise willkürliche Werte angenommen werden müssen, können für ältere Schüler und Studenten die Werte der entsprechenden, bereits einen Beruf ausübenden Altersgenossen als Richtschnur herangezogen werden.

In Nutzen-Kosten-Untersuchungen wird daher meistens die Freizeit unberücksichtigt gelassen, oder es wird mit mehreren alternativen Werten oder mit dem Lohnsatz gerechnet¹⁴⁾. Das britische *Ministry of Transport* veranschlagte im Jahre 1967 für Erwachsene 3 s/h und rechnet derzeit mit Stundenwerten von 3 s 3 d für Erwachsene und mit 1 s 1 d für Kinder¹⁵⁾. Damit wurde die Bewertungsvorschrift abgelöst, daß nur die Freizeit der Erwerbstätigen mit drei Viertel des Lohnsatzes zu erfassen sei. *Harrison* und *Quarmby* schlagen auf dem 6. ECMT-Round-Table im November 1969 in Paris vor, die Freizeit mit einem Viertel der Erwerbszeit zu bewerten, finden aber wenig Zustimmung bei den übrigen Tagungsteilnehmern¹⁶⁾.

Solche Freizeitwerte besitzen generell den Nachteil, nicht nach dem Reisezweck zu unterscheiden; eine Ausnahme bildet die *EG-Musteruntersuchung Paris-Le Havre*, in der zwei empirisch gesicherte Freizeitsätze benutzt werden¹⁷⁾:

- 3,79 FF/h für Ausflugs- und Ferienreisen.
- 4,72 FF/h für Reisen zu Verwandten und Freunden und aus persönlichen Angelegenheiten.

Der am geeignetsten erscheinende Lösungsansatz besteht darin, den Stundenwert für die Pendelzeit als Indikator für die Freizeit zu nehmen. Die Pendelzeit zählt ebenfalls zur Nichtarbeitszeit und bildet davon den Teil, der sich relativ am besten monetisieren läßt.

¹³⁾ Der in der ökonomischen Theorie geltende Satz, daß der marginale Nutzen einer Freizeit dem marginalen Nutzen der Erwerbszeit gleichkommt und somit der Lohnsatz den Stundenwert anzeigt, setzt eine freie Austauschbarkeit von Frei- und Erwerbszeit voraus, was trotz gleitender Arbeitszeit nicht gegeben ist. Zur Ableitung des Freizeitwertes aus einer individuellen Welfare-Funktion über den Lagrange-Multiplikator vgl. *Oort, C. J.*, *Evaluation ...*, a.a.O., S. 280 f.; er schreibt (S. 281): »The marginal utility of leisure equals the marginal utility of the money earned by spending the time in work, plus the marginal (dis)utility of labour«.

¹⁴⁾ Vgl. etwa *Coburn, T. M.*, *Beesley, M. E.*, *Reynolds, D. J.*, *The London-Birmingham Motorway, Traffic and Economics*, in: *Road Research Laboratory*, TP 46, London 1960, S. 61 f.; *Foster, C. D.*, *Beesley, M. E.*, *Estimating the Social Benefit of Constructing an Underground Railway in London*, in: *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 126 (1963), S. 46–78, insbes. S. 51 ff.; in einer neueren Cost-Benefit-Analyse des Göttinger Östrings wird der Freizeitwert mit dem Lohnsatz approximiert: Siehe *Eggeling, G.*, *Die Nutzen-Kosten-Analyse – Theoretische Grundlagen und praktische Anwendbarkeit – dargestellt an einem Straßenbauprojekt*, Diss., Göttingen 1969, S. 124.

¹⁵⁾ Nach mündlichen Auskünften vom britischen *Ministry of Transport* und vom *Road Research Laboratory*.

¹⁶⁾ *Harrison, A. J.*, *Quarmby, D. A.*, *The Value of Time in the Transport Planning: A Review*, in: *European Conference of Ministers of Transport* (Hg.), *Research ...*, a.a.O., S. 1–118, hier S. 63; zur Meinung der Tagungsteilnehmer vgl. ebenda, S. 123.

¹⁷⁾ *Kommission der Europäischen Gemeinschaften* (Hg.), *Bericht über die Musteruntersuchung gem. Art. 3 der Entscheidung des Rates Nr. 65/270/EWG vom 13. Mai 1965, SEK (69) 700 endg.*, Brüssel 1969, als Manuskript vervielfältigt, S. 186.

Abgesehen davon, daß bei einkommensabhängigen Pendelzeitwerten für Nichtverdiener zusätzliche Annahmen zu treffen sind, bedingt dieses Verfahren ein festes Verhältnis zwischen Pendel- und Freizeit.

Auch wenn darüber auf der Grundlage empirischer Forschungen noch keine genauen Angaben vorliegen, darf angenommen werden, daß der durchschnittliche Wertansatz für die Freizeit nicht über demjenigen für die Pendelzeit liegt. Denn es wäre — bei normaler Arbeitszeit — wenig einleuchtend, wenn die aus der Verkürzung der Freizeitreisen stammenden Tätigkeiten im Mittel höher bewertet würden als diejenigen aus verkürzten Pendelfahrten. Es ist wahrscheinlich, daß einige Freizeitreisende auch Freude am Fahren empfinden und eine Zeiteinsparung nicht sonderlich hoch bewerten.

Solche Hypothesen müssen jedoch erst noch empirisch getestet werden. Solange keine abgesicherten Forschungsergebnisse vorliegen, erscheint eine grundsätzliche Gleichstellung von Freizeitreisen mit den entsprechenden Pendelfahrten als plausibel und realistisch¹⁸⁾. Für Nutzen-Kosten-Untersuchungen der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Ballungsgebieten wird jedoch nach dem Prinzip der Vorsicht der halbe Pendelzeitsatz für angemessen erachtet.

Eine möglicherweise deswegen bedingte Unterbewertung läßt sich teilweise kompensieren, indem keine Sonderwerte für bestimmte Gruppen, wie etwa Kinder und Rentner, gebildet werden und indem diese Reisen während der üblichen Flutstunden mit den Sätzen der Pendelzeit veranschlagt werden. Neben Praktikabilitätsgründen spricht für dieses Vorgehen auch, daß die Fahrten von Schülern und Studenten zwischen Wohn- und Ausbildungsstätte ihrem Wesen nach ohnehin zu den Pendlerreisen gehören.

Mit dem halben Pendelzeitsatz wird also lediglich die Zeit bewertet, in der die Reisenden sich nicht vorwiegend aus Pendlern zusammensetzen und die dann vorgenommenen Fahrten in der Mehrzahl nicht so zeitgebunden und dringlich sind. Da die werktäglichen Freizeitreisen in den Ballungsgebieten ohnehin von untergeordneter Bedeutung sind, wirkt sich deren Bewertung mit dem halben Pendelzeitsatz in einer Cost-Benefit-Analyse relativ gering aus.

4. Anschlußzeit

Die Gesamtreisezeit läßt sich aufteilen in Geh-, Warte-, Fahr- und Umsteigezeit beim öffentlichen Personenverkehr und in Geh-, Fahr- und Parkraumsuchzeit beim individuellen Personenverkehr. Unter Anschlußzeiten werden diejenigen Zeitkategorien verstanden, die den Unterschied zwischen reiner Fahrzeit und Gesamtreisezeit bilden.

Aus Befragungen über die Bewertung eingesparter Anschlußzeit werden sich, wie unmittelbar einleuchtet, in der Regel höhere Werte als bei der entsprechenden Fahrzeit ergeben. Das deutet darauf hin, daß in die Zeitbewertung auch die Unbequemlichkeit des Fußmarsches, Umsteigens und Wartens einfließt. Zeit- und Komfortfaktor sind äußerst schwierig zu isolieren und die meisten empirischen Untersuchungen betrachten daher die Komfortkomponente als Residuum. So wird beispielsweise der Komfortwert eines eingesparten Fußmarsches in Frankreich mit 70% des reinen Zeitwertes und in USA mit dem doppelten Zeitsatz ermittelt¹⁹⁾, die in Großbritannien gefundenen Werte liegen dazwi-

¹⁸⁾ So auch Harrison, A. J., Quarmby, D. A., Value . . ., a.a.O., S. 63 f.

¹⁹⁾ Merlin, P., Les Transports Parisiens, Etude de Géographie Economique et Sociale, Paris 1967, S. 340 ff.; Lisco, Th. E., The Value of Commuters' Travel Time. A Study in Urban Transportation, The University of Chicago, Department of Economics, unveröffentlichte Dissertation 1967, S. 79 ff.



schen und entsprechen ungefähr der Fahrzeit²⁰⁾. Solche Untersuchungen bewerten den aus der Verkürzung der Reisezeit gewonnenen Komfort mit dem Bruchteil, aber auch mit dem Vielfachen des reinen Zeitwertes und beweisen, wie notwendig weitere empirische Forschungen sind, wobei nach der Art der Anschlußzeit differenziert werden sollte.

Der Unterschied zwischen Fahr- und Anschlußzeit wird hauptsächlich bestimmt von der zu erwartenden Pünktlichkeit der Verkehrsmittel, dem Informationsgrad der Reisenden hinsichtlich Fahrplan und möglichen Verspätungen, dem Verhältnis zur Gesamtreisezeit, den Wetterverhältnissen, dem bestehenden Wetterschutz und der Ausübung von Ersatz-tätigkeiten, wie z. B. Einkaufen, Lesen, Diskutieren, Einnehmen eines Imbiß u. ä.²¹⁾.

In empirischen Forschungen enthalten die von den Reisenden angegebenen Zeitwerte stets Komfortfaktoren und mithin werden lediglich Inklusivzeitwerte ermittelt. Daraus folgt, daß sich die Bewertung eingesparter Reisezeit nicht nur nach der Tätigkeit richtet, die in der eingesparten Zeit ausgeübt wird, sondern auch nach der Leistung, die während der Reise erbracht werden muß²²⁾.

III. Methoden empirischer Zeitforschung

1. Die Methode der Geschwindigkeitswahl

Bei der Annahme guter Verkehrsbedingungen, wie z. B. einwandfreier Fahrstraße, ungebundenen Verkehrs und mittlerer Fahrzeugbelegung, wird davon ausgegangen, daß der Fahrer seine Fahrgeschwindigkeit frei wählen kann und ab einer bestimmten betriebskostenminimalen Geschwindigkeit eine weitere Beschleunigung nur zu Lasten höherer Betriebskosten erreicht²³⁾. Der Wert der verringerten Fahrzeit wird also mit Hilfe der gestiegenen Betriebskosten ausgedrückt.

Die entsprechenden Gesamtkosten K_F setzen sich zusammen aus den Betriebskosten K_b , — als Funktion der Geschwindigkeit v — und den Kosten der für die zurückgelegte Strecke benötigten Zeit, die sich aus dem Quotienten von Zeitwert je Stunde K_t und gewünschter Fahrgeschwindigkeit zusammensetzt:

$$K_F = K_b(v) + \frac{K_t}{v}$$

Die Unterstellung, daß der Fahrer die Gesamtkosten minimieren will, bedingt, daß die erste Ableitung gleich Null gesetzt wird und führt zu dem Zeitwert je Stunde von:

$$K_t = v^2 \cdot \frac{dK_b}{dv}$$

²⁰⁾ Quarmby, D. A., Choice of Travel Mode for the Journey to Work: Some Findings, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 1 (1967), S. 273–314, insbes. S. 292 u. 294.

²¹⁾ Vgl. European Conference of Ministers of Transport (Hg.), Research . . ., a.a.O., S. 124 f.

²²⁾ Ahlrich auch C. J. Oort (Evaluation . . ., a.a.O., S. 285): »The benefits to be derived from a reduction of travelling time depend not only on the net value of the time gained, but also on the disutility of travel«.

²³⁾ Zur Methode vgl. im einzelnen Mohring, H., Relation between Optimum Congestion Tolls and Present Highway User Charges, in: Highway Research Record, Nr. 47 (1964), S. 1–14; ders., Urban Highway Investment, in: Dorfman, R., (Hg.), Measuring Benefits of Government Investments, 3. Aufl., Washington, D. C. 1967, S. 231–275; Aldrup, D., Theorie der Straßenplanung (= Forschungen aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Bd. 15), Göttingen 1963, S. 72 ff.

Sobald die sich entsprechend der steigenden Geschwindigkeit ändernden Betriebskosten über empirische fahrzeugkategoriale Tests bekannt sind, läßt sich über eine einfache Umrechnung der Stundensatz ermitteln.

2. Modal-Split-Methoden

Die erfolgversprechendste Methode, ökonomische Modelle für die Zeitbewertung zu bilden, besteht darin, den Reisenden eine echte binäre Wahl zwischen alternativen Verkehrsmitteln oder -wegen im Rahmen allgemeiner Modal-Split-Verfahren zu geben.

Wenn sich die Entscheidungsparameter lediglich auf Zeit- und Kostenunterschiede beschränken, spiegelt die getroffene Wahl zugunsten der schnelleren, aber teureren oder der billigeren, aber langsameren Alternative die Bewertung der Reisezeit wider.

Werden in einem Koordinatensystem die Zeit- und Kostenunterschiede abgetragen, dann läßt sich auf einfache Weise die den Zeitwert repräsentierende Regressionsgerade finden. Dieses insbesondere von *Beesley*²⁴⁾ für die Zeitbewertung benützte *Trade-Off-Verfahren* setzt voraus, daß sich die Reisenden solange indifferent verhalten, wie keine Zeit- und Kostenunterschiede bestehen, daß lediglich diese beiden Entscheidungsparameter existieren und daß keine Signifikanzprüfung erforderlich ist²⁵⁾.

Der genauere, jedoch nur über aufwendige EDV-Berechnungen gangbare Lösungsweg solcher *Modal-Choice-Modelle* geht von einer linearen Funktion der Form

$$f(x) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i$$

aus, in der x_i alle wesentlichen Merkmale der Alternative A in bezug auf die Alternative B und a_i entsprechende Konstanten darstellen. Die einzelnen Werte erhält man über verschiedene statistische Verfahren, die auf dem Gedanken der Diskriminanten- oder Regressionsanalyse beruhen²⁶⁾.

Nachfolgend soll wegen seiner grundsätzlichen Bedeutung für Modal-Split-Analysen und die zukünftige Elastizitätsforschung das derzeit modernste, und wie die Ergebnisse von empirischen Zeitwertuntersuchungen zeigen, auch erfolgreichste Verfahren in der Ausprägung als *Probit-Analyse* vorgestellt werden, und zwar als vereinfachte Synthese der Studien von *Warner, Quarmby, Lave, Lisco* und des *Stanford Research Institute*²⁷⁾ 28).

Den Ausgangspunkt bildet die Wahl zwischen den Alternativen A und B, die sich zu-

²⁴⁾ *Beesley, M. E.*, The Value of Time Spent in Travelling: Some New Evidence, in: *Economica*, Vol. 32 (1965), S. 174-185.

²⁵⁾ Vgl. auch *Harrison-Quarmby*, Value . . . , a.a.O., S. 41.

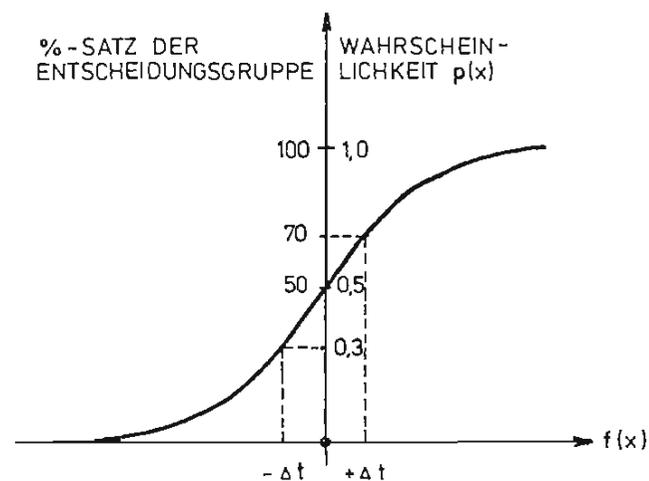
²⁶⁾ Zur Diskriminantenanalyse vgl. etwa *Quarmby, D. A.*, Choice . . . , a.a.O., S. 304 ff.

²⁷⁾ *Warner, St. L.*, Stochastic Choice of Mode in Urban Travel: A Study in Binary Choice, Evanston (Ill.) 1962, Kurzfassung bei *Rousselot, M., Glantz, P.*, Etude des Elements de la Demande dans le Marche des Transports, in: Deuxieme Symposium International sur la Theorie et la Pratique dans l'Economie des Transports, hg. von der *Conférence Européenne des Ministres des Transports*, o. O. 1968, S. 185 bis 217, hier Anhang 2, S. 209 f.; *Warner, St. L.*, Multivariate Regression of Dummy Variables under Normally Assumptions, in: *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58 (1963), S. 1054 bis 1063; *Quarmby, D. A.*, Choice . . . , a.a.O., S. 304 ff.; *Lisco, Th. E.*, Value . . . , a.a.O., *Thomas, Th. C.*, Value . . . , a.a.O., S. 28 ff.

²⁸⁾ Auf die methodologischen und terminologischen Unterschiede bei den einzelnen Autoren kann hier nicht eingegangen werden. Einen kurzen Überblick vermittelt *Lave, Ch. A.*, Modal Choice in Urban Transportation: A Behavioral Approach, Stanford University, o. O. 1968, insbes. 9 ff.

nächst in einem Merkmal unterscheiden. Wird eine genügend hohe Anzahl von Reisenden nach dem Wert dieses Entscheidungsparameters befragt, ergibt sich in der Regel ein häufiger mittlerer Wert(bereich), um den sich mit abnehmender Häufigkeit die niederen und höheren Werte symmetrisch gruppieren, wobei minimale und maximale Werte nur von ganz wenigen Testpersonen genannt werden. Graphisch wird eine solche Normalverteilung (*Gauß-Laplacesche* Verteilung) mit der bekannten Glockenkurve wiedergegeben. In praxi kann immer nur eine Stichprobe aller in Betracht kommenden Verkehrsteilnehmer untersucht werden. Mit Hilfe der Standard-Normalverteilung ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit anzugeben, mit der von den Ergebnissen der Stichprobe innerhalb bestimmter Grenzen auf die Grundgesamtheit geschlossen werden darf. Wenn die einzelnen Werte, die zu einer Glockenkurve führen, kumuliert werden, dann ergibt sich eine S-förmige Kurve, die Summenfunktion der Normalverteilung.

Abbildung 1: Basiskurve der Probit-Analyse
- Prinzipskizze -



Aus der in Abbildung 1 dargestellten Wahrscheinlichkeitskurve ist für jeden Abszissenwert entweder die Wahrscheinlichkeit, mit der ein einzelner die Alternative A wählt oder die prozentuale Aufteilung einer homogenen Gruppe von Reisenden auf die beiden Alternativen ersichtlich²⁹⁾. Diese im Prinzip wiedergegebene Basiskurve der Probit-Analyse kann in zwei Stufen interpretiert werden: Unterscheiden sich die Alternativen A und B lediglich in der Monovariablen, der Fahrzeit Δt , dann werden sich bei dem Grenzfalle $\Delta t = 0$ die Reisenden indifferent verhalten und sich je zur Hälfte für eine Alternative entscheiden. Bewirkt hingegen Alternative A eine Zeitersparnis von beispiels-

²⁹⁾ Vgl. *Thomas, Th. C.*, Value . . . , a.a.O., S. 19.

weise $\pm \Delta t$ Minuten, dann werden gemäß der abgebildeten Kurve 20% der Reisenden von Alternative B zu Alternative A umschwenken; das Modal-Split-Verhältnis lautet dann 70 zu 30. Unterscheiden sich die Alternativen in den Multivariablen, die alle in die auf der Abszisse abgetragenen Variablen $f(x)$ eingehen und gibt die Ordinate die Wahrscheinlichkeit, mit der sich die Reisenden bei den gegebenen Bedingungen für eine Alternative entscheiden, wieder, dann kann die Kurve als eine multivariable, kumulative Normalverteilung angesehen werden.

Solch ein S-förmiger Kurventyp zeigt die Wahrscheinlichkeit $p(x)$ an, mit der bei einer Änderung der Variablen eine Umlenkung zur Alternative A erfolgt, und wird mit folgender Formel ausgedrückt:

$$p(x) = \frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}}$$

Dabei bedeuten

$p(x)$ = die Wahrscheinlichkeit, mit der diese Alternative gewählt wird;

e = Basis der natürlichen Logarithmen = 2,7183;

$$f(x) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i;$$

x_i = die zu untersuchenden Merkmale, wie etwa Zeit, Kosten u. ä.;

a_i = Konstante³⁰⁾.

Die x_i -Werte geben den Unterschied beider Alternativen wieder, der auf mehrfache Weise gemessen werden kann: als Differenz ($x_{iA} - x_{iB}$), Quotient ($x_{iA} : x_{iB}$), Logarithmus ($\ln [x_{iA} : x_{iB}]$) oder als besonderer Koeffizient ($\Delta x_i : x_{iB}$). Nimmt $f(x)$ einen hohen positiven (negativen) Wert ein, dann ist die Wahrscheinlichkeit $p(x)$ groß, daß die Alternative A (B) gewählt wird. Verhalten sich die Wähler indifferent, ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $p(x) = 0,5$ bei $f(x) = 0$.

Damit man eine einfache linear-probabilistische Funktion in eine nichtlineare S-förmige Kurve transformieren kann, werden üblicherweise die kumulative Normalkurve oder die logistische Kurve herangezogen³¹⁾. In jüngster Zeit hat Warner³²⁾ einen besonderen Algorithmus entwickelt, der eine solche Transformation mit erheblich weniger Rechenarbeit wie die beiden iterativen Verfahren gestattet³³⁾. Der besondere Vorteil solcher statistischer Techniken, die im Verkehrswesen bisher nur bei Zeitproblemen eingesetzt wurden, besteht darin, daß neben der Zeit auch noch andere Charakteristika unterschiedlicher Verkehrswege und -mittel untersucht werden können. Solche Modelle erlauben es, die Auswirkungen kleiner Veränderungen der unabhängigen Variablen auf die Wahlwahrschein-

³⁰⁾ Die entsprechende Formel für die Wahrscheinlichkeit, mit der Alternative B bevorzugt wird, lautet:

$$p(x) = \frac{1}{1 + e^{f(x)}}$$

³¹⁾ Die entsprechenden Verfahren werden »probit analysis« und »logit analysis« genannt. Vgl. dazu die grundlegenden Ausführungen bei Finney, D. J., Probit Analysis: A Statistical Treatment of the Sigmoid Response Curve, Nachdruck der 2. Auflage 1952, Cambridge 1962, insbes. S. 20 ff. und S. 246 ff.; vgl. auch Berkson, J., Maximum Likelihood and Minimum χ^2 Estimates of the Logistic Function, in: Journal of the American Statistical Association, Vol. 50 (1955), S. 130-162.

³²⁾ Warner, St. L., Stochastic Choice ..., a.a.O., S. 13 ff.

³³⁾ Zur vergleichenden Beurteilung dieser Verfahren siehe Lisco, Th. E., Value ..., a.a.O., S. 17 ff. (Lisco bezeichnet die Probit-Analyse auch als »multiple probit regression analysis«); Lave, Ch. A., Modal Choice ..., a.a.O., S. 28 ff. Eine abschließende Beurteilung über die Ergiebigkeit dieser Verfahren ist beim gegenwärtigen Forschungsstand noch nicht möglich.

lichkeit festzustellen, und daraus eine Elastizität der individuellen Nachfrage in bezug auf Preis, Zeit und Einkommen abzuleiten³⁴⁾.

Für die Elastizitätsforschung folgt daraus ein neuer, fruchtbarer Ansatzpunkt, und für die für eine Verkehrsplanung immer bedeutsamer werdenden *Modal-Split-Analysen* dürften sich damit bei weiterem Ausbau wahrscheinlich bessere Ergebnisse erzielen lassen als mit Hilfe der üblichen, schwer zu handhabenden sog. Gravitationsmodelle³⁵⁾.

IV. Empirisch gewonnene Zeitwerte³⁶⁾

1. Die Methode der Geschwindigkeitswahl

a) Amerikanische Ergebnisse

Möhring hat gemäß den bereits abgeleiteten Formeln in zwei Veröffentlichungen die Zeitwerte entsprechend den empirisch ermittelten Betriebskosten für verschiedene Geschwindigkeiten wie folgt errechnet³⁷⁾:

v (mph):	20	30	40	50	60	70
K_t (\$/h):	-0,02	0,13	0,62	2,06	7,38	7,82 ³⁸⁾

Auf der Basis der für die USA geltenden Standardwerte für Betriebskosten, Geschwindigkeit, Straßen- und Verkehrsverhältnisse gelangt er zu einem mittleren Zeitwert für die Insassen aller Kraftfahrzeuge von 3,00 \$³⁹⁾ und 2,80 \$⁴⁰⁾.

b) Deutsche Ergebnisse

Jürgensen und Aldrup finden auf ähnliche mathematische, aber auch auf graphische Weise einen Stundenwert von etwa 6 DM für PKW, 10 DM für LKW und 17 DM für Lastzüge⁴¹⁾. In einer späteren Studie geht Jürgensen von einem Volkswagen, Typ 1200,

³⁴⁾ Vgl. Rousselot, M., Glantz, P., Etude ..., a.a.O., S. 209.

³⁵⁾ Die »Gravitationsmodelle« beruhen im Prinzip auf der schon im vorigen Jahrhundert von Lille formulierten »Reiseformel«, die Aussagen über die Verkehrsmenge zwischen zwei Orten machen will. Dieses Verfahren wurde 1956 in München und 1959 in Bad Oldesloe praktisch erprobt und im Generalverkehrsplan Ruhrgebiet empfohlen: So Mäcke, P. A., Höltsken, D., Generalverkehrsplan Ruhrgebiet-Individualverkehr-Analyse, Text Nr. 11 der Schriftenreihe Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Essen 1967, insbes. S. 22 ff. Bisher konnten noch keine hinreichend exakten Angaben über den Einfluß einzelner Variablen gemacht werden. Zu generellen Modal-Split-Verfahren vgl. den Überblick bei Leonhardt, K., Stand der Modal-Split-Technik in den USA, in: Straßen-Verkehrs-Technik, 12. Jg. (1968), S. 55-60.

³⁶⁾ Die nachfolgende Auswahl an Fallstudien wurde im Juni 1969 mit dem *Time Research Team* des britischen *Ministry of Transport* abgestimmt und mit deutschen und amerikanischen Studien ergänzt; der Verfasser ist besonders Herrn A. J. Harrison für wertvolle Hinweise und Anregungen zu Dank verpflichtet. Für die Zustellung der zum Großteil unveröffentlichten Ergebnisse amerikanischer Musteruntersuchungen dankt der Verfasser den Herren Prof. Ch. A. Lave von der Irvine University, Dr. Th. E. Lisco, Chief Economist der Chicago Area Transportation Study und Dr. Th. C. Thomas, Senior Operations Analyst im *Stanford Research Institute*.

³⁷⁾ Möhring, H., Relation ..., a.a.O., Tab. 1, S. 3; *ders.*, Urban ..., a.a.O., Tab. 1, S. 245.

³⁸⁾ Der in der älteren Studie genannte Wert von 67,82 \$ beruht offensichtlich auf einem Rechen- oder Druckfehler.

³⁹⁾ Möhring, H., Relation ..., a.a.O., S. 3.

⁴⁰⁾ Möhring, H., Urban ..., a.a.O., S. 244.

⁴¹⁾ Vgl. Aldrup, D., Theorie ..., a.a.O., S. 72 ff., insbes. S. 77.

aus, dessen Betriebskostenminimum von 7,2 Dpf/km bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h liegt⁴²⁾. Eine Fahrbeschleunigung führt zu Kostensteigerungen, die folgende Zeitwerte für PKW widerspiegeln⁴³⁾ 41):

v (km/h):	50	60	70	80	90
K _t (DM/h):	0,60	1,80	3,40	5,80	8,90

Fiala und *Niklas* führen diesen insbesondere von *Aldrup* theoretisch ausgebauten Ansatz weiter für »Optimalgeschwindigkeiten« zwischen 100 und 180 km/h⁴⁵⁾. Bei einem PKW der oberen Mittelklasse (2,0–2,5 l Hubraum) und Kraftstoffkosten von 60 Dpf/l gelangen sie zu folgenden Stundenwerten⁴⁶⁾:

v (km/h):	100	110	120	130	140	150	160	170	180
K _t (DM/h):	9,30	12,90	18,70	25,40	33,70	42,30	50,90	66,55	93,00

2. Die Methode der Verkehrsmittelwahl

a) Französische Ergebnisse

Barbier und *Merlin* werteten in den Jahren 1961 und 1962 die Daten einer SNCF-Enquête bei über 70000 Eisenbahnbenutzern aus, die aus den Vororten von Paris einpendelten und ihren Weg zum Arbeitsplatz mit Hilfe von U-Bahn oder Autobus fortsetzen⁴⁷⁾. Die Autoren untersuchen die Einflussfaktoren einer Wahl zwischen beiden Anschlussverkehrsmitteln und leiten dabei die Höhe des Zeitwertes aus den unterschiedlichen Fahrpreisen, Fahr- und Umsteigezeiten ab. Während die U-Bahn lediglich ein einmaliges Umsteigen erfordert und zu einem Einheitstarif anbietet, richten sich beim Bus die Beförderungspreise nach der Anzahl der gefahrenen Teilstrecken. Der Wert einer eingesparten Reisestunde wird auf graphischem Wege ermittelt und beträgt 2,85 FF⁴⁸⁾. Für die Reisenden wird entsprechend ihrer beruflich-soziologischen Zusammensetzung ein durchschnittlicher Stundenlohn von 5,50 FF ermittelt, so daß die Zeit dieser Vorortbewohner mit ca. 52% des Lohnsatzes zu veranschlagen ist⁴⁹⁾. Auf ähnliche Art und Weise werden noch Werte gefunden für

⁴²⁾ *Jürgensen, H.*, Bewertung von Zeitverlusten im Straßenverkehr, in: TU Berlin, Fakultät für Bauingenieurwesen (Hg.), Planung, Bau und Betrieb des Schnellverkehrs in Ballungsräumen, Berlin o. J. (1967), S. 65–78, hier S. 71 ff.

⁴³⁾ *Jürgensen, H.*, Bewertung . . . , a.a.O., Tab. 1, S. 77.

⁴⁴⁾ Für einen Ford 12 M gelangt *G. Eggeling* (Nutzen-Kosten-Analyse . . . , a.a.O., S. 127 f.) zu ähnlichen Ergebnissen:

v (km/h):	60	70	80	90	100
K _t (DM/h):	1,72	4,12	4,61	7,78	10,80

⁴⁵⁾ *Fiala, E., Niklas, J.*, Nutzen/Kosten-Analysen von Sicherheitsprogrammen im Bereich des Straßenverkehrs (= Forschungsbericht Nr. 92 des Instituts für Kraftfahrzeuge der TU Berlin, Schlussbericht, als Manuskript vervielfältigt, Berlin 1970, Anhang I, S. 117 ff.

⁴⁶⁾ *Fiala, E., Niklas, J.*, Nutzen/Kosten-Analysen . . . , a.a.O., S. 124 f.

⁴⁷⁾ Vgl. im einzelnen die Berichte des Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Parisienne: Choix du Moyen de Transports par les Usagers, Okt. 1963 und Etude de divers Facteurs influents sur de Choix entre Autobus et Métropolitain par les Usagers des Lingnes SNCF de Banlieue, Okt. 1963; z. T. wiedergegeben bei *Malcor, R.*, Problèmes posés par l'Application d'une Tarification pour l'Utilisation des Infrastructures Routières, Rapport établi sur demande de la Commission des Communautés européennes, DOK 10444-1/VI/67-F der EG-Kommission, 1967 (Manuskript), Anhang S. 32 ff., und *Merlin, P.*, Transports . . . , a.a.O., S. 331 ff.; im folgenden wird nach *Merlin* vorgegangen.

⁴⁸⁾ *Merlin, P.*, Transports . . . , a.a.O., S. 339.

⁴⁹⁾ *Merlin, P.*, Transports . . . , a.a.O., S. 340. Für die Bewohner anderer Pariser Stadtteile wurde ein Jahr nach der Hauptanalyse ein Stundenwert von 4,80 FF errechnet.

- die Gehzeit: 4,85 FF/h;
- die Wartezeit an einer Bushaltestelle: für insgesamt 3 1/4 Minuten 0,15 FF;
- die Umsteigezeit an einer Métro-Station: für durchschnittlich 8 Minuten 0,19 FF⁵⁰⁾.

Der Zeitwert wird zwar relativ zum Einkommen angegeben, inwieweit er jedoch mit dem Einkommen variiert, ist nicht ersichtlich. Obwohl *Merlin* ausdrücklich darauf hinweist, daß diese Verkehrsteilnehmer über ein Automobil und ein überdurchschnittliches Einkommen verfügen, gibt er dessen Höhe nicht an.

b) Britische Ergebnisse

Die britischen Untersuchungen gehen von soziologisch relativ homogenen Gruppen in bestimmten Firmen, Ministerien oder Stadtverwaltungen aus, verteilen dort Fragebogen und werten die eintreffenden Antworten aus.

Beesley befragte im August 1963 2700 Angehörige eines britischen Ministeriums über ihre Fahrt zwischen Wohn- und Arbeitsstätte⁵¹⁾. 1450 der Angesprochenen beantworteten die Fragen nach dem gegenwärtig benutzten Verkehrsmittel und nach demjenigen, das sie, sofern sie noch keine Wahl getroffen hätten, als am geeignetsten ansehen würden; 250 Pendler besaßen überhaupt keine Beförderungsalternative und lediglich rund 28% waren sog. »raders«, die Zeit gegen Geld und umgekehrt eintauschen könnten.

Die Untersuchung unterscheidet zwei Einkommensgruppen (Clerical und Executive Officers) und basiert vor allem auf folgenden Prämissen: Die Reisenden einer Einkommensklasse bilden hinsichtlich der Zeiteinschätzung eine homogene Gruppe und wählen das Verkehrsmittel mit der geringsten »disutility of travel«, wobei sie sich in bezug auf die anteilige Fahr-, Geh- und Wartezeit bei Reisen mit öffentlichen Verkehrsmitteln indifferent verhalten.

Die Auswertung führt zu den in Tabelle 1 niedergelegten Ergebnissen, aus denen gefolgert werden kann, daß der Zeitwert eine Funktion des Einkommens ist und ungefähr ein Drittel desselben beträgt.

Tabelle 1:

Zeitwerte von *Beesley*

mittleres Einkommen		öffentlicher Verkehr			PKW		
pro Jahr	pro Std.	absolut pro Min.	relativ zum Ein- kommen pro Std.	absolut pro Min.	relativ zum Ein- kommen pro Std.		
£ 650	6 s 6 d	0,40 d	2 s	31%	0,40 d	2 s	31%
£ 850	9 s	0,63 d	3 s 2 d	35%	0,86 d	4 s 4 d	49%

Der *Greater London Council*⁵²⁾ und *Stopher*⁵³⁾ befragten in den Jahren 1964 und 1966 die Angehörigen der Londoner Stadtverwaltung über die Wahl des Verkehrsmittels zwi-

⁵⁰⁾ *Merlin, P.*, Transports . . . , a.a.O., S. 340 ff.

⁵¹⁾ *Beesley, M. E.*, Value . . . , a.a.O., S. 174 ff.

⁵²⁾ *Barnett, C. A., Saalmans, P. D.*, Report on County Hall Journey to Work Survey 1964, unveröffentlichter Bericht, Greater London Council, Planning Department, London 1967.

⁵³⁾ *Stopher, P. R.*, Predicting Travel Mode Choice for the Work Journey, in: Traffic Engineering & Control, Vol. 9 (1967/68), S. 436–439; ders., Reports on the Journey to Work Survey 1966, unveröffentlichtes Forschungs Memorandum Nr. 48 des Greater London Council, Januar 1968.

schen Wohn- und Arbeitsplatz. *Stopher* verteilte an diesen Personenkreis 6395 Fragebogen, von denen 74% zurückkamen, davon 258 Stück ungültig, so daß sich 4908 auswerten ließen. Beide Analysen variieren den Ansatz von *Beesley* und verbessern ihn, indem mehrere Einkommensgruppen gebildet werden, wobei *Stopher* jedoch das Nettoeinkommen zugrunde legt. Obwohl die angewandten Methoden verschieden sind, führen beide Untersuchungen, wie aus Tabelle 2 hervorgeht, zu ähnlichen Resultaten⁵⁴⁾.

Tabelle 2: Zeitwerte vom Greater London Council und von *Stopher*

Greater London Council (1964)				Stopher (1966)			
Einkommen (brutto in £)	Zeitbewertung			Einkommen (netto in £)	Zeitbewertung		
	d/min	s, d/h	in % v. Eink.		d/min	s, d/h	in % v. Eink.
unter 750	0,4	2 s	32	unter 1000	0,45	2 s 3 d	32
750-999	0,6	3 s	33	1000-1499	0,65	3 s 3 d	26
1000-1499	0,6	3 s	23	1500-1999	0,80	4 s	23
1500-2499	0,6	3 s	15	2000-2999	1,10	5 s 6 d	21
2500 u. mehr	0,8	4 s	14	3000 u. mehr	0,20 ⁵⁵⁾	—	—

Der Wert der Zeit nimmt also bei wachsendem Einkommen absolut zu und relativ zu diesem ab.

Quarmby wählte im Jahre 1966 in Leeds 40 Firmen nach der Verkehrswertigkeit ihres Standortes aus und verteilte an sie 841 Fragebogen, von denen rund 82% beantwortet wurden⁵⁶⁾. Davon wertete er die Antworten derjenigen Pendler aus, die eine echte Wahl zwischen zwei Verkehrsmitteln besaßen: 542 Befragte konnten sich zwischen PKW und Omnibus und 67 zwischen PKW und Zug entscheiden. *Quarmby* legt seinen Berechnungen nicht die normalen, sondern die am Erhebungstag eingetretenen Verkehrsverhältnisse zugrunde. Aus dem aufbereiteten Datenmaterial bildet er mehrere Modelle und berechnet den Zeitwert über die Differenz, den Quotienten und die entsprechenden Logarithmen aus den alternativen Verkehrsmitteln und gelangt zu teilweise voneinander abweichenden Resultaten.

Die durchschnittlichen Zeitwerte von PKW und Bus liegen zwischen 3 s und 3 s 6 d je Stunde, was einem Anteil am Stundenlohn in Höhe von 21–25% gleichkommt⁵⁷⁾ 58), der über einen großen Bereich der Einkommensgruppen unverändert bleibt. Wenn ein Unterschied zwischen PKW- und Buszeit vorgenommen wird, dann entspricht der PKW-Zeitwert nur etwa zu 40–50% dem Bus-Wert. Der Autor glaubt jedoch, daß dieses Ergebnis noch nicht genügend abgesichert ist, um daraus eine allgemeine Höherbewertung der Buszeit zu folgern. Ein weiteres wichtiges Resultat der Studie besteht darin, daß Pendler ihre Anmarsch- und Wartezeit zwei- bis dreimal so hoch wie die Fahrzeit veranschlagen.

⁵⁴⁾ Nach *Stopher, P. R., Predicting ...*, a.a.O., Tafel 10, S. 7.

⁵⁵⁾ Den Wert für diese Einkommensgruppe veröffentlicht *Stopher* nur in: *Predicting ...*, a.a.O., Tafel IV, S. 438.

⁵⁶⁾ *Quarmby, D. A., Choice ...*, a.a.O., S. 273 ff.

⁵⁷⁾ Vgl. *Quarmby, D. A., Choice ...*, a.a.O., S. 297.

⁵⁸⁾ Ähnliche Ergebnisse ermittelt *Quarmby* auch für die PKW-Zug-Wähler, die wegen der kleinen Auswahlgruppe jedoch nicht als repräsentativ gelten können.

c) Amerikanische Ergebnisse

Die amerikanischen Studien bestimmen aus dem umfangreichen Datenmaterial allgemeiner Haushaltsbefragungen eine Testgruppe, beziehen deren Antworten auf die besondere Fragestellung und werten sie mit ausgeklügelten statistischen Verfahren und Computerprogrammen entsprechend aus.

*Lisco*⁵⁹⁾ wählte in seiner im Jahre 1967 abgeschlossenen Arbeit aus den Daten von 2000 Haushaltsbefragungen im Rahmen des »Chicago Skokie Swift Mass Transportation Demonstration«-Projekts eine Gruppe von 193 Pendlern mit ähnlichen Ursprungs- und Zielorten aus, von denen 159 Auskünfte über ihr Einkommen gaben⁶⁰⁾. Den Zeit- und Kostenunterschieden beider Verkehrsmittel legt er eigene Berechnungen zugrunde, so daß sich teilweise erhebliche Abweichungen gegenüber den Zeitschätzwerten der Pendler einstellen⁶¹⁾. Als weitere Entscheidungsparameter benutzt er Einkommen, Alter und Geschlecht der Reisenden. Je nach den unterstellten Betriebskosten bewertet der typische Pendler mittleren Einkommens die Reisezeit mit 4 und 5 Cents je Minute, was einem Stundensatz von 2,50 \$ und 2,70 \$ und einem Anteil am Stundenlohn zwischen 40% und 50% entspricht⁶²⁾. *Lisco* untersucht besonders die Beziehung zwischen Zeitwert und Einkommen und gelangt zu dem Ergebnis, daß bei einem Jahreseinkommen bis zu 5000 \$ kein Zusammenhang beider Größen besteht, von 5000 \$ bis 11000 \$ Restriktionen vorherrschen und eine echte Wahl des Verkehrsmittels erst ab der 11000 \$-Schwelle besteht⁶³⁾.

In seiner Hauptstudie unterteilt *Lisco* die Gesamtreisezeit nicht weiter, sondern berechnet in einer Zusatzuntersuchung die Bewertung der Gehzeit über die von den Reisenden gezahlten Parkgebühren im Zentrum von Chicago⁶⁴⁾. Auf diese Weise findet er den repräsentativen Wert von 12 Cents je Minute und folgert daraus, daß der Autofahrer in der City 30 Cents zu zahlen bereit ist, um den zusätzlichen Fußmarsch – in der Länge eines »Häuserblocks« – zu vermeiden. Die Gehzeit wird damit rund dreifach so hoch veranschlagt wie die Fahrzeit⁶⁵⁾. Das bedeutet, daß rund 8 Cents je Minute oder 4,80 \$ je Stunde anderen Entscheidungsparametern als dem Zeitfaktor anzulasten sind.

Lave schloß im Jahre 1968 an die von *Lisco* benutzten Verfahren an und untersuchte im Rahmen einer Modal-Split-Analyse zwischen PKW, Bus, Nahschnellverkehr und Zug die Bewertung der Zeit⁶⁶⁾. Von den rund 3000 Haushaltsbefragungen des »Cook County Highway Department« wählte er 425 geeignete aus und ermittelte Zeitwerte, die bei seinem Grundmodell und den beiden Varianten zwischen 42 und 72% des Lohnsatzes liegen⁶⁷⁾. Die Elastizität der Nachfrage in bezug auf die Zeit schwankt bei den

⁵⁹⁾ *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., Kurzfassung in: *ders., Value of Transportation*, in: Highway Research Record Nr. 245 (1968), S. 36. Nachfolgend wird nach dem Hauptwerk zitiert.

⁶⁰⁾ *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 40; Skokie ist ein Vorort von Chicago.

⁶¹⁾ Siehe im einzelnen *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 67 ff.

⁶²⁾ *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 56; gemäß Tab. 3, S. 55 geht *Lisco* von einem mittleren Einkommen von über 10000 \$ aus.

⁶³⁾ *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 46.

⁶⁴⁾ The Cost of Parking and Value of Walking Time, Anhang 3 zu *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 79 ff.

⁶⁵⁾ *Lisco, Th. E., Value ...*, a.a.O., S. 87 f.

⁶⁶⁾ *Lave, Ch. A., Modal Choice ...*, a.a.O., insbes. S. 36 ff.

⁶⁷⁾ Die Daten wurden über eine Zweibefragung einer Auswahl der 60000 Haushaltsinterviews der bekannten *Chicago Area Transportation Study* gewonnen. Daneben wertete *Lave* noch Daten des *Survey Research Center (SRC)* der Universität von Michigan aus. Vgl. *Lave, Ch. A., Modal Choice ...*, a.a.O., S. 36 ff. und S. 46 f.

drei Modellen zwischen $-0,87$ und $-1,7$. Obwohl der Autor zugibt, daß die verfügbaren Daten keine endgültige Antwort erlauben, neigt er dem unteren Wert zu⁶⁸⁾. Der Schwerpunkt der Studie liegt bei der Wahl zwischen PKW und Bus: Der Hauptgrund, sich gegen eine Busfahrt zu entscheiden, besteht in dem Wunsch nach Zeitersparnis.

Besonders bemerkenswert ist der Versuch, den Zeitwert in Abhängigkeit von der Zeitdauer zu messen. Für das Grundmodell ergeben sich folgende Wahrscheinlichkeiten einer Umlenkung des Individualverkehrs auf den Omnibus⁶⁹⁾:

Zeitersparnis (Min.):	5	10	15	20	25
Wahrscheinlichkeit:	0,031	0,067	0,109	0,155	0,206

Bei einem Zeitunterschied von z. B. 15 Minuten steigt die Wahrscheinlichkeit um 0,109, daß die Pendler auf den Bus umsteigen. Daraus folgt für die Praxis, daß der Bus zusätzlich rund 11% Fahrgäste gewinnen kann, wenn er seine Fahrgeschwindigkeit so erhöht, oder wenn der Individualverkehr – beispielsweise wegen Verkehrsstauungen – so verzögert wird, daß sich ein Zeitunterschied von einer Viertelstunde einstellt. Aus dieser Form der Darstellung sind bei Multiplikation der Wahrscheinlichkeit mit 100 die prozentualen Umlenkungseffekte und bei anschließender Division mit den entsprechenden Zeiteinsparungen die Elastizitätskoeffizienten ersichtlich⁷⁰⁾.

3. Die Methode der Verkehrswegewahl

Das *Bureau of Public Roads* untersuchte in einem großangelegten Test die dem Individualverkehr erwachsenden Nutzen aus einer Straßenverbesserung⁷¹⁾. Ein Standard-Kombiwagen fuhr in 17 US-Bundesstaaten 14 000 Meilen und testete 14 Strecken, auf denen die Reisenden eine Wahl zwischen einer Gebührenstraße und einer alternativen, abgabefreien Straße hatten⁷²⁾. Die PKW-Fahrer, die beide Strecken kannten, wurden in anschließenden Interviews nach ihren Entscheidungsgründen gefragt. Als wichtigsten Nutzen sahen 80% der Fahrer auf Gebührenstraßen Zeitersparnisse an⁷³⁾. Sie bewerteten deren Höhe mit durchschnittlich 2,37 Cents je Reiseminute, was 1,43 \$ je Stunde und PKW entspricht⁷⁴⁾. Die Studie macht keine genauen Angaben über die Anzahl der Fahrzeuginsassen, deren Reisezweck und Einkommen. Eine Umrechnung des Fahrzeugstundensatzes auf Personen, in Prozent je Stundenlohn und nach Einkommensgruppen ist mithin nicht möglich.

Das *Stanford Research Institute* untersuchte in einem 5 1/2 Jahre dauernden Forschungsprogramm von Ende 1961 bis Anfang 1967 den Zeitwert bei Personenwagen⁷⁵⁾. Die

⁶⁸⁾ Lave, Ch. A., *Modal Choice* . . . , a.a.O., S. 81.

⁶⁹⁾ Lave, Ch. A., *Modal Choice* . . . , a.a.O., Tab. 25, S. 83.

⁷⁰⁾ Der Autor betrachtet seine Resultate noch als vorläufig und will sie für eine geplante Veröffentlichung überprüfen und evtl. berichtigen. An den aufgezeigten Pauschal Tendenzen dürfte sich jedoch wenig ändern.

⁷¹⁾ *Bureau of Public Roads, US Department of Transportation*, Washington, D. C.; nachfolgend zitiert nach Claffey, P. J., *Characteristics of Passenger Car Travel on Toll Roads and Comparable Free Roads*, in: *Highway Research Board, Bulletin Nr. 306* (1961), S. 1–29.

⁷²⁾ Claffey, P. J., *Characteristics* . . . , a.a.O., S. 3.

⁷³⁾ Claffey, P. J., *Characteristics* . . . , a.a.O., S. 19.

⁷⁴⁾ Der Minutenwert von genau 2,365 wurde über eine multiple Regressionsanalyse mit Abweichungen von $\pm 0,59$ gewonnen. Vgl. Claffey, P. J., *Characteristics* . . . , a.a.O., S. 17.

⁷⁵⁾ Zu Teilergebnissen vgl. Haney, D. G., *Use of Two Concepts of the Value of Time*, in: *Highway Research Record*, Nr. 12 (1963), S. 1–32; Curry, D. A., *Use of the Marginal Cost of Time in High-*

empirischen Versuche wurden hauptsächlich 1965/66 in acht von Texas bis Maine ausgewählten Ballungsgebieten mit zwei Methoden unternommen:

- Ein objektiver Test lieferte mit speziellen Meßfahrzeugen die notwendigen Streckendaten. In 37 Modellen wurde eine Auswahl von 521 Entscheidungsmöglichkeiten von Pendlern zwischen je einer Gebühren-Autoschnellstraße und einer gebührenfreien Normalstraße getroffen.
- Ein subjektiver Test fing in je rund einstündigen Interviews die Meinungen der Autofahrer ein. Aus den Daten von 812 Verkehrswegeentscheidungen von Pendlern wurden 12 Modelle erstellt.

Wie im Prinzip oben beschrieben, wird davon ausgegangen, daß $f(x)$ eine Funktion der Merkmale der Verkehrswege und -teilnehmer darstellt. Für die x_i -Werte werden über 200 verschiedene Variablen, die möglicherweise die Wahl beeinflussen, getestet. Das beste Gesamtmodell wird als lineare Funktion von hauptsächlich drei Variablen gebildet, die von über 80% der Reisenden als wichtigste Entscheidungsparameter angesehen werden:

- Straßengebühr je Person als Quotient von PKW-Gebühr und Anzahl der Insassen.
- Differenz der Fahrzeit beider Verkehrswege.
- Gesamteinkommen der Familie des PKW-Fahrers.

Das auf diese Weise mit Hilfe der *Probit-Analyse* aufbereitete und ausgewertete Material führt zu Zeitwerten je Person und Stunde von 1,82 \$ nach der objektiven Methode und 3,82 \$ nach der subjektiven Methode; als »bester Einzelwert« wird der Durchschnitt der beiden obigen Werte in Höhe von 2,82 \$ genommen⁷⁶⁾.

Die drei Hauptwerte gelten für eine Fahrtstrecke von mehr als fünf Meilen und für eine Fahrtdauer von mehr als zehn Minuten für Reisen zwischen Wohn- und Arbeitsstätte. Betont sei, daß insbesondere der Mittel- oder Einheitswert von 2,82 \$ als ein konstanter Stundensatz, unabhängig von Einkommen, Höhe der Zeitersparnis und anderen Kennzeichen von Verkehrsweg und -teilnehmer, angesehen wird. Über das durchschnittliche Einkommen der Reisenden in Höhe von 9200 \$ kann der Zeitwert in Prozent vom Lohnsatz ausgedrückt werden⁷⁷⁾. Die Annahme von 2000 Arbeitsstunden im Jahr führt zu einem Stundenlohn von 4,6 \$. Auf dieser Grundlage betragen die Stundenlohnanteile der drei Zeitwerte rund 40% bei der objektiven Methode, 83% bei der subjektiven Methode und 61% beim Einheitswert.

Über allgemeine Beziehungen zwischen den Zeitwerten und dem Einkommen werden keine hinreichend abgesicherten Ergebnisse vorgelegt. Stattdessen wird versucht, den Zeitwert in Beziehung zur Höhe der Zeitersparnisse zu setzen, indem näherungsweise innerhalb eines weiten mittleren Bereichs eine lineare Funktion zwischen dem Nutzen aus der Zeitverkürzung und deren Höhe angenommen und generell, entsprechend der Abbildung 2, von der Hypothese einer Kurve, nach der bis zu einer Fühlbarkeitsschwelle die Zeitersparnisse unbeachtet bleiben, ausgegangen wird⁷⁸⁾.

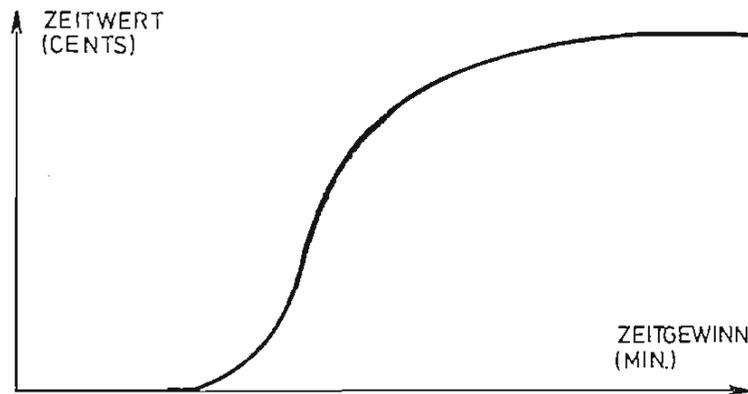
way Economy Studies, in: *Highway Research Board, Nr. 77* (1965), S. 48–59; Thomas, Th., C., *Value* . . . , a.a.O., S. 17 ff. Im folgenden wird nach den beiden, dem Verfasser vom *Stanford Research Institute* überlassenen Schlußberichten zitiert: *Stanford Research Institute* (Hg.), *The Value of Time for Passenger Cars*. Schlußbericht des Gutachtens für das *Bureau of Public Roads*, US Department of Transportation, CPR-11-0959, Bd. I und II, Menlo Park (Calif.), 1967.

⁷⁶⁾ Vgl. etwa *Stanford Research Institute* (Hg.), *Value* . . . , a.a.O., Bd. II, S. 80.

⁷⁷⁾ *Stanford Research Institute* (Hg.), *Value* . . . , a.a.O., Bd. II, S. 81; im Verhältnis zum Durchschnittseinkommen je Familie von lediglich 6500 \$ erscheint das mittlere Einkommen der erfaßten Pendler, bei denen Arbeiter überrepräsentiert sind, als ziemlich hoch.

⁷⁸⁾ *Stanford Research Institute* (Hg.), *Value* . . . , a.a.O., Bd. II, S. 82 ff. und insbes. Abb. 6a, S. 83.

Abbildung 2: Theoretische Zeit-Nutzen-Funktion



Nach dieser wohl umfangreichsten Pendelzeituntersuchung verfolgte das *Stanford Research Institute* in einem weiteren, unlängst abgeschlossenen Forschungsvorhaben das Ziel, den konstanten Einheitswert von 2,82 \$ durch variable Stundensätze zu ersetzen, die eine Funktion sowohl der Einkommensklasse der Pendler als auch der Höhe der ersparten Zeit darstellen⁷⁹⁾.

Ausgangspunkt bildet die erneute Bearbeitung des für die Grundstudie zusammengetragenen Materials, das nach neuen Gesichtspunkten ausgewertet wird, wobei viele der vormals gefundenen Ergebnisse mit Korrekturfaktoren versehen werden. Auf diese Weise wird versucht, die oben erwähnte Hypothese über die Art der Beziehungen zwischen Zeitnutzen und der Höhe der Reisezeitverkürzung zu testen und für jede Einkommensgruppe eine realistische S-Kurve zu finden.

Als Gesamtergebnis wird folgendes ermittelt:

- Der Zeitwert steigt mit dem Einkommen. Bei Reisenden mit einem Jahreseinkommen zwischen 4000–15 000 \$ wächst der Zeitwert mit einer Rate von annähernd 20 Cents je Person und Stunde bei jeder Zunahme des Einkommens von arbeitsstündlich 50 Cents oder jährlich 1000 \$.
- Bei sehr geringen Zeitgewinnen ist der Minutenwert unbedeutend; er steigt mit der Höhe des Zeitumfangs, erreicht in allen Einkommensklassen bei 14 Minuten sein Maximum und sinkt danach wieder.

Die Einzelwerte für acht Einkommensgruppen und Zeitersparnisse, die von einer Minute

⁷⁹⁾ *Stanford Research Institute* (Hg.), *The Value of Time of Commuting Motorists as a Function of Their Income Level and Amount of Time Saves*, unveröffentlichtes Gutachten für das *US Bureau of Public Roads*, FH-11-6881 (preliminary draft copy) Menlo Park (Calif.), o. J., nachfolgend zitiert als SRI-Neufassung. Wenngleich eine abschließende Veröffentlichung des Untersuchungsmaterials erst geplant ist, so liegen doch schon die zusammengefaßten Ergebnisse vor, die vom *Stanford Research Institute* als endgültig angesehen werden, und von denen es überzeugt ist, daß die empfohlenen Zeitwerte die Präferenzen der untersuchten Testgruppe widerspiegeln (so Vorwort und S. 32).

bis zu einer halben Stunde reichen, sind aus Tabelle 3 ersichtlich⁸⁰⁾. Danach läßt sich beispielsweise für die Einkommensgruppe 8000–9999 \$ entnehmen,

- daß eine Verdoppelung der eingesparten Zeit von 4 auf 8 und von 8 auf 16 Minuten zu einer jeweiligen Verdreifachung des Zeitnutzens führt;
- daß der durchschnittliche Minutenwert zwischen 1,3 und 3,3 Cents (= 46,5 : 14) schwanken kann;
- daß sich die vermutete Beziehung zwischen Zeithöhe und Nutzen nur zum Teil bestätigt.

Das aufgrund dieser Tabellenwerte erstellte Schaubild 3 zeigt, daß sich nicht eine »gestauchte«, sondern eine »gestreckte« S-Kurve ergibt⁸¹⁾.

Tabelle 3:

Einfluß des Zeitumfangs auf die Zeitbewertung – absolut. (in \$)

Zeitersparnis (in Minuten)	Jahreseinkommen (in \$)							
	unter 4.000	4.000 bis 5.999	6.000 bis 7.999	8.000 bis 9.999	10.000 bis 11.999	12.000 bis 14.999	15.000 bis 20.000	über 20.000
1.00	0,007	0,009	0,011	0,013	0,016	0,019	0,023	0,027
2.00	0,014	0,018	0,022	0,026	0,032	0,038	0,045	0,054
3.00	0,022	0,027	0,032	0,039	0,048	0,057	0,068	0,081
4.00	0,029	0,035	0,043	0,052	0,063	0,076	0,091	0,108
5.00	0,036	0,044	0,054	0,066	0,079	0,095	0,114	0,135
6.00	0,044	0,056	0,070	0,088	0,109	0,134	0,162	0,194
7.00	0,053	0,070	0,090	0,116	0,146	0,182	0,222	0,267
8.00	0,064	0,086	0,115	0,150	0,192	0,240	0,293	0,351
9.00	0,077	0,106	0,144	0,190	0,245	0,306	0,372	0,442
10.00	0,091	0,130	0,178	0,237	0,304	0,378	0,456	0,537
11.00	0,108	0,156	0,217	0,289	0,369	0,454	0,543	0,633
12.00	0,128	0,187	0,260	0,344	0,437	0,533	0,632	0,731
13.00	0,149	0,220	0,306	0,403	0,507	0,613	0,721	0,828
14.00	0,173	0,257	0,356	0,465	0,579	0,694	0,810	0,925
15.00	0,180	0,271	0,373	0,493	0,612	0,731	0,849	0,967
16.00	0,188	0,283	0,389	0,514	0,637	0,761	0,884	1,007
17.00	0,196	0,295	0,405	0,534	0,662	0,790	0,918	1,046
18.00	0,203	0,307	0,421	0,555	0,688	0,820	0,953	1,085
19.00	0,212	0,319	0,437	0,575	0,713	0,850	0,987	1,124
20.00	0,220	0,331	0,453	0,596	0,738	0,880	1,022	1,163
21.00	0,228	0,345	0,468	0,616	0,763	0,910	1,056	1,202
22.00	0,236	0,357	0,484	0,637	0,788	0,939	1,090	1,242
23.00	0,245	0,369	0,500	0,657	0,813	0,969	1,125	1,281
24.00	0,253	0,381	0,516	0,677	0,838	0,999	1,159	1,320
25.00	0,262	0,393	0,532	0,698	0,863	1,029	1,194	1,359
26.00	0,270	0,405	0,548	0,718	0,888	1,058	1,228	1,398
27.00	0,279	0,419	0,563	0,739	0,914	1,088	1,263	1,437
28.00	0,287	0,431	0,579	0,759	0,939	1,118	1,297	1,477
29.00	0,296	0,443	0,595	0,780	0,964	1,148	1,332	1,516
30.00	0,304	0,455	0,611	0,800	0,989	1,178	1,366	1,555

⁸⁰⁾ SRI-Neufassung, Tab. 4, S. 29.

⁸¹⁾ SRI-Neufassung, Abb. 4, S. 28.

Damit sich die Änderung der Zeitwerte für alle Einkommensklassen besser betrachten läßt, werden die in Tabelle 3 ermittelten Werte umgerechnet auf »äquivalente Stundenwerte«, indem unterstellt wird, daß eine Äquivalenzstunde aus der entsprechenden Anzahl von n-Minuten-Perioden besteht⁸²⁾; die Einzelergebnisse sind in Tabelle 4 niedergelegt⁸³⁾.

Tabelle 4:

Einfluß des Zeitumfangs auf die Zeitbewertung – äquivalente Stundensätze (in \$)

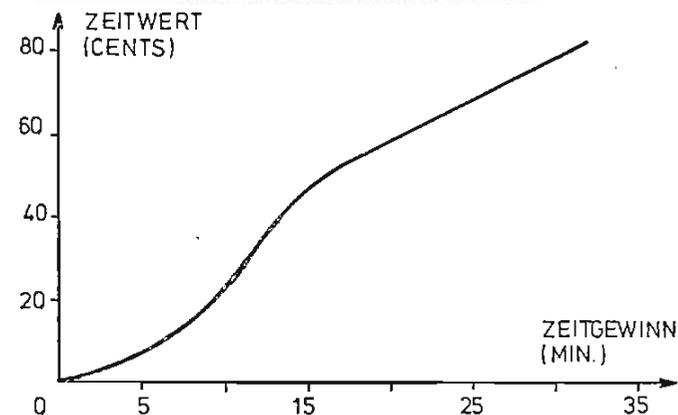
Zeitersparnis (in Minuten)	Jahreseinkommen (in \$)							
	unter 4.000	4.000 bis 5.999	6.000 bis 7.999	8.000 bis 9.999	10.000 bis 11.999	12.000 bis 14.999	15.000 bis 20.000	über 20.000
1.00	0,43	0,53	0,65	0,79	0,95	1,14	1,36	1,62
2.00	0,43	0,53	0,65	0,79	0,95	1,14	1,36	1,62
3.00	0,43	0,53	0,65	0,79	0,95	1,14	1,36	1,62
4.00	0,43	0,53	0,65	0,79	0,95	1,14	1,36	1,62
5.00	0,43	0,53	0,65	0,79	0,95	1,14	1,36	1,62
6.00	0,44	0,56	0,70	0,88	1,09	1,34	1,62	1,94
7.00	0,45	0,60	0,77	0,99	1,25	1,56	1,91	2,29
8.00	0,48	0,65	0,86	1,12	1,44	1,80	2,20	2,63
9.00	0,51	0,71	0,96	1,27	1,63	2,04	2,48	2,95
10.00	0,55	0,78	1,07	1,42	1,82	2,27	2,74	3,22
11.00	0,59	0,85	1,18	1,57	2,01	2,48	2,96	3,46
12.00	0,64	0,93	1,30	1,72	2,18	2,67	3,16	3,65
13.00	0,69	1,02	1,41	1,86	2,34	2,83	3,33	3,82
14.00	0,74	1,10	1,53	1,99	2,48	2,97	3,47	3,96
15.00	0,72	1,08	1,49	1,97	2,45	2,92	3,40	3,87
16.00	0,70	1,06	1,46	1,93	2,39	2,85	3,31	3,77
17.00	0,69	1,04	1,43	1,89	2,34	2,79	3,24	3,69
18.00	0,68	1,02	1,40	1,85	2,29	2,73	3,18	3,62
19.00	0,67	1,01	1,38	1,82	2,25	2,68	3,12	3,55
20.00	0,66	1,00	1,36	1,79	2,21	2,64	3,06	3,49
21.00	0,65	0,98	1,34	1,76	2,18	2,60	3,02	3,44
22.00	0,64	0,97	1,32	1,74	2,15	2,56	2,97	3,39
23.00	0,64	0,96	1,30	1,71	2,12	2,53	2,93	3,34
24.00	0,63	0,95	1,29	1,69	2,10	2,50	2,90	3,30
25.00	0,63	0,94	1,28	1,67	2,07	2,47	2,87	3,26
26.00	0,62	0,94	1,26	1,66	2,05	2,44	2,83	3,23
27.00	0,62	0,93	1,25	1,64	2,03	2,42	2,81	3,19
28.00	0,61	0,92	1,24	1,63	2,01	2,40	2,78	3,16
29.00	0,61	0,92	1,23	1,61	1,99	2,37	2,76	3,14
30.00	0,61	0,91	1,22	1,60	1,98	2,36	2,73	3,11

⁸²⁾ Die Laufgröße n erreicht Werte von 1 bis 30. Eine äquivalente Stunde ergibt sich beispielsweise aus sechs 10-Minuten-Perioden oder vier 15-Minuten-Perioden. Bei der vierten Einkommensgruppe folgen daraus etwa die Werte 1,42 \$ (= 6 × 23,7 c) und 1,97 \$ (= 4 × 49,3 c).

⁸³⁾ SRI-Neufassung, Tab. 5, S. 31.

Für eine richtige Interpretation der beiden Tabellenwerte sind die Berechnungsmethoden genau zu beachten. So ergeben sich etwa bei einem Pendler mit einem Jahreseinkommen von 9000 \$ äquivalente Stundenwerte, die für n-Minuten-Perioden gemäß Tabelle 4 zwischen 0,79 und 1,99 \$ und für die marginalen Minuten zwischen 0,79 \$ und 3,72 \$, was aus Tabelle 3 abzuleiten ist⁸⁴⁾, schwanken.

Abbildung 3: Empirische Zeit-Nutzen-Funktion
– Jahreseinkommen: 8000 bis 9999 \$ –



V. Beurteilung der Methoden und der daraus resultierenden Zeitwerte

1. Die Methode der Geschwindigkeitswahl

Aus den realitätsfernen Prämissen folgen die Einwände gegen diese Berechnungsmethode. Fahrbahn und Verkehrsverhältnisse sind selten so beschaffen, daß die Geschwindigkeit frei gewählt werden kann. Außerdem kennt der Fahrer nicht immer die genauen Zusammenhänge zwischen Betriebskosten und Fahrgeschwindigkeit. Selbst wenn er darüber Bescheid weiß, kann und wird er seine Geschwindigkeit nicht immer so wählen, daß sich das Betriebskostenminimum einstellt, sondern er wird sich auch oder hauptsächlich nach anderen Faktoren, wie z. B. Fahrkomfort, Sicherheit oder nervliche Beanspruchung richten⁸⁵⁾.

⁸⁴⁾ Eine zusätzliche Minute erreicht ihren maximalen Wert, wenn die Zeitdauer von 13 auf 14 Minuten erhöht wird. Bei der angenommenen Einkommensgruppe beträgt er gemäß Tabelle 3 (46,5–40,3 Cents =) 6,2 Cents; das entspricht 3,72 \$/h.

⁸⁵⁾ Diese Einwände erhebt besonders D. M. Wind, *The Economics of Highway Planning* (= Canadian Studies in Economics, Nr. 16), University of Toronto Press 1963 (Nachdruck 1965), S. 78) und bekräftigt neuerdings G. Eggeling, *Nutzen/Kosten-Analyse . . .*, a.a.O., S. 128.

Die Zeitwerte hängen bei dieser Methode von den Verbrauchs- und Kostenfunktionen der Fahrzeuge und nicht von den möglicherweise unterschiedlichen Präferenzen der Reisenden ab. Nach der Logik der Methode müßten stärker belegte Automobile auch schneller fahren. Es erscheint auch wenig plausibel, daß eine auf einer Überlandfahrt eingesparte Stunde nur einen Teil des Wertes derjenigen auf einer schnellen Autobahnfahrt ausmacht. Die von *Fiala* und *Niklas* für hohe Geschwindigkeiten ausgerechneten Werte zeigen, zu weldi unrealistischen Sätzen von nahezu 100 DM je Fahrstunde diese Methode führt.

Bei Stauungen im Straßenverkehr bewegt sich die mittlere Fahrgeschwindigkeit unterhalb derjenigen des Betriebskostenminimums. Der Fahrer vermag seine Geschwindigkeit nicht beliebig zu variieren, sondern ist vom jeweiligen Ballungsgrad abhängig, so daß sich negative Pendelzeitwerte einstellen können. Wenn überhaupt, dann eignet sich diese Methode lediglich für den ungebundenen Fernverkehr; für eine generelle Bewertung der Pendelzeiten ist sie abzulehnen.

2. Die Methode der Verkehrsmittelwahl

Die auf unterschiedliche Art gefundenen Ergebnisse stimmen teilweise überein, differieren aber auch in einigen Punkten. Die Hauptfrage besteht darin, inwieweit die gefundenen Resultate Allgemeingültigkeit beanspruchen können. Auffallend ist schon der geringe Umfang der jeweiligen Auswahlgruppe: Außer bei *Barbier-Merlin* und *Stopher* liegt die Anzahl der Testpersonen stets unter 600, bei *Lisco* sogar nur bei 159 Personen. Die jeweils gefundenen Einzelergebnisse lassen sich aus verschiedenen Gründen nicht ohne weiteres vergleichen:

- Während beim amerikanischen oder indirekten Verfahren aus den für primär andere Zwecke gegebenen Antworten eine Testgruppe erwählt wird, erfassen die Benutzer des englischen oder direkten Verfahrens nur die zeitbewußten, antwortwilligen Verkehrsteilnehmer. Außerdem wird damit stets eine soziologisch relativ homogene, aber untypische Gruppe getestet.
- Als Zeitersparnis wird teils der objektiv gemessene und teils – zutreffender – der von den Befragten geschätzte Wert zugrunde gelegt.
- Als Einkommen werden vornehmlich das Brutto-, aber vereinzelt auch das Nettoeinkommen erfaßt.
- Die Zeitersparnis wird nicht immer hinreichend untergliedert, so daß Geh- und Wartezeiten bei den Angaben nicht berücksichtigt oder nicht feststellbar sind.
- Der teilweise geringe Datenumfang führt bei einer kategorialen Auffächerung dazu, daß die für einige Untergruppen ermittelten Ergebnisse als nicht hinreichend abgesichert erscheinen⁸⁰⁾.

Dennoch lassen sich mit Vorbehalten bei der Methode der Verkehrsmittelwahl einige Ergebnisse herauskristallisieren:

- Die Reisenden besitzen ziemlich genaue Vorstellungen über den Wert von Zeitersparnissen.

⁸⁰⁾ So besteht etwa bei *Stopher* die höchste Einkommensgruppe aus nur 73 Testpersonen; der Korrelationskoeffizient beträgt nur $r = 0,49$; der entsprechende Tabellenwert von 0,2 d/min. erscheint daher als wenig repräsentativ.

- Der Stundenlohn liegt zwischen einem Viertel und der Hälfte des Lohnsatzes.
- Geh- und Wartezeiten werden mit einem Vielfachen des Lohnsatzes bewertet.
- Der Zeitwert steht in Beziehung zum Einkommen, zum Verkehrsmittel und zum Umfang der Zeitverkürzung⁸⁷⁾.

Insgesamt stellt die Zeitbewertung mit Hilfe der Verkehrsmittelwahl eine wesentlich bessere Methode als die der Geschwindigkeitswahl dar. Der Hauptmangel liegt indes darin, daß nur die Reisenden erfaßt werden, die eine echte binäre Wahl zwischen Verkehrsmitteln besitzen. Da eine Alternative fast immer der PKW bildet, läßt sich somit nur die für Pendler insgesamt nicht repräsentative Gruppe effektiver und potentieller PKW-Fahrer testen. Für den restlichen Teil, der offenbar niedere Einkommen bezieht, dürften sich andere Zeitwerte ergeben.

3. Die Methode der Verkehrswegewahl

Die vorgestellten diskussionswürdigen amerikanischen Versuche wurden mit einem sehr hohen Zeit-, Personal- und Materialaufwand unternommen, können jedoch aus mehreren Gründen nicht voll befriedigen.

Die von *Claffey* u. a. gefundenen Zeitwerte von 1,43 \$ je Stunde und Person ähneln zwar den offiziellen *AASHO*-Werten⁸⁸⁾, im Gegensatz zu diesen fehlen aber Angaben für eine Umrechnung auf den Reisenden und auf den Lohnsatz. Darüber hinaus werden die den Zeitwert bestimmenden Kostenunterschiede der beiden zur Auswahl stehenden Verkehrswege nicht als unabhängige, sondern als abhängige Variable angesehen. Diesen methodischen Mangel versuchten der *Mathematische Beratungsdienst des britischen Ministry of Transport* und das *Road Research Laboratory* auszumerken⁸⁹⁾. Sie erhielten über die notwendigen Korrekturrechnungen keine brauchbaren Ergebnisse mehr. Die ermittelten Werte sind daher als wenig aussagefähig abzulehnen.

Die im »Final-Report« zusammengefaßten Untersuchungsergebnisse des *Stanford Research Institute* werden zwar mit einem konsistenten Berechnungsverfahren vorgenommen, ihre Resultate decken sich aber nur wenig mit den im großen und ganzen übereinstimmenden Ergebnissen nach der Methode der Verkehrsmittelwahl. Während der objektive Wert von 1,82 \$ noch innerhalb der sonst ermittelten Prozentsätze vom Einkommen liegt, fällt der subjektive Wert von 3,82 \$ völlig aus dem Rahmen, und damit auch der Einheitswert. Dieser Standardwert wird mit einer ungenügend belegten Annahme aus dem arithmetischen Mittel der beiden Eckwerte gebildet; er wird als eine »vernünftige Schätzung« des wahren Zeitwertes für den durchschnittlichen Pendler und als eine Annäherung an die echte Zeit-Nutzen-Funktion betrachtet. Diese soll in Wirklichkeit wie eine »gestauchte« S-Kurve, ähnlich der Abbildung 2, verlaufen. Die mit Hilfe des konstanten Zeitwertes dann gewonnene Gerade führt zwangsläufig bei kleinen Zeitgewinnen zu negativen Werten, was jeglicher Erfahrung widerspricht. Wohl auch aus diesem Grunde

⁸⁷⁾ Dagegen ziehen Vertreter des britischen *Ministry of Transport* aus den Untersuchungen den Schluß, daß der Zeitwert unabhängig von der Reiselänge und damit dem Umfang der Zeitverkürzung ist. Dieser Interpretation kann, wie im weiteren näher erläutert wird, nicht zugestimmt werden. Vgl. *Harrison, A. J., Quarmby, D. A., Value . . .*, a.a.O., S. 67.

⁸⁸⁾ *American Association of State Highway Officials; Road User Benefit Analysis for Highway Improvements (Red Book)*, Washington, D. C. 1960, S. 126, deutsche Übersetzung, S. 155 f.

⁸⁹⁾ Vgl. *Harrison, A. J., Quarmby, D. A., Value . . .*, a.a.O., S. 102 f.

beschränkt das Institut die Gültigkeit seiner Ergebnisse auf eine Zeitdauer über 10 Minuten.

Für den hohen, nach der subjektiven Methode gewonnenen Wert lassen sich folgende Erklärungen finden:

- Die Auswahlgruppe der Reisenden verhält sich besonders zeitbewußt.
- Die geringe Straßengebühr, die den Kostenunterschied beider Strecken bedingt, begünstigt eine möglicherweise schwach entwickelte Differenzierungsfähigkeit oder -willigkeit der Befragten. Erst ein Interview läßt sie die Entscheidungsparameter gewahr werden, deren Einfluß auf die bereits vollzogene Verhaltensweise dann überschätzt wird.
- Der Zeitwert enthält andere, wichtige Faktoren, wie z. B. die geringere physische und psychische Fahrbeanspruchung auf der Gebührenstraße.
- Die Zeitersparnisse werden erst ab einem Minimum von 10 Minuten erfaßt; da die darunter liegenden Fahrzeitverkürzungen generell niedriger bewertet werden, führt deren Vernachlässigung zu einem höheren mittleren Minuten- und Stundenwert.
- Die mittleren amerikanischen Einkommen liegen wesentlich über den britischen, und/oder es werden nur Reisende einer besonders hohen Einkommensgruppe interviewt.

Diese genannten Erklärungsversuche sind zum Teil hypothetischer Art und müßten im einzelnen erst noch getestet werden. Für die letzte Erklärung spricht, daß der Durchschnittsverdienst der befragten Pendler um über 40% das dortige Normaleinkommen übertrifft⁹⁰⁾. Für eine Übertragung dieser Zeitwerte sei betont, daß sie nur für Stadtfahrten zwischen Heim- und Arbeitsstätte gelten. Die entsprechenden Werte für ländliche Gebiete dürften nach diesem Rechenverfahren erheblich tiefer liegen. Obwohl sich also für die drei vom *Stanford Research Institute* vorgeschlagenen Werte genügend Kritikpunkte finden lassen, beeinflussen sie schon jetzt die kalkulatorischen Zeitwerte eines *Highway Departments*⁹¹⁾.

Die neueste Zeitstudie des *Stanford Research Institute* überrascht wegen ihrer detaillierten Ergebnisse und beeindruckt wegen der nach Zeitdauer und Einkommen differenzierenden Tabellenwerte. Sie erfüllt eine der Hauptforderungen des britischen *Ministry of Transport* an die zukünftige Forschung, nämlich die Zeitwerte als Funktion der gewonnenen Zeitdauer zu betrachten⁹²⁾. Nach dieser Untersuchung ist die von den Teilnehmern des *ECMT-Round-Table* über die Zeitbewertung aufgestellte Hypothese einer Proportionalität zwischen Umfang und Bewertung von Zeiteinsparungen für die Pendelzeit nicht mehr aufrechtzuerhalten⁹³⁾.

Bei einer kritischen Überprüfung der bisher freigegebenen Ergebnisse muß man mit Erstaunen feststellen, daß die Daten der ersten und wohl überhaupt umfangreichsten Pendelzeituntersuchung des Instituts nun, entsprechend »angepaßt und gefiltert«, völlig neue Werte liefern, die von dem 2,82 § Standardwert erheblich abweichen⁹⁴⁾. Dieser Wider-

spruch dürfte wahrscheinlich auch der Grund sein, daß sich das *Stanford Research Institute* vorbehält, die von ihm als zuverlässig angesehenen und empfohlenen neuen Ergebnisse erst innerhalb eines größeren Rahmens zu veröffentlichen.

Die nunmehr empfohlenen Werte erscheinen auch logischer und plausibler als die zuerst ermittelten drei konstanten Zeitwerte. Ausgenommen sind dabei die Tabellenwerte (Tabelle 3 und 4) der ganz geringen Zeitgewinne, die nur rein rechnerisch gewonnen wurden. Die Studie ergibt, daß die Reisenden überhaupt erst ab einer bestimmten Zeitdauer einen Nutzen empfinden; bei der Hälfte von ihnen liegt diese kritische Zeitschwelle zwischen sechs und sieben Minuten⁹⁵⁾. Mit dieser Einschränkung könnten die Tabellenwerte eigentlich für eine *Cost-Benefit-Analyse* cum grano salis empfohlen werden, wenn eindeutige Umrechnungsschlüssel bestünden: Es ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, die Bedürfnisstruktur der amerikanischen Testgruppe auf deutsche Verhältnisse zu transformieren.

Errechnet man anhand der Tabelle 4 den Stundenlohn je Einkommensklasse, indem 2000 Arbeitsstunden je Jahr unterstellt werden, dann entdeckt man, daß sich, abgesehen von den extremen Einkommensgruppen, die nicht nach beiden Seiten abgegrenzt sind, die Wertansätze bei mehr als 10 Minuten Zeitersparnis innerhalb von 40% des Stundenlohns der Grenzwerte jeder Einkommensgruppe bewegen. Damit ist – überraschenderweise – die Verbindung zu den amerikanischen Ergebnissen, die nach der Methode der Verkehrsmittelwahl gewonnen sind, hergestellt⁹⁶⁾. Es erscheint durchaus möglich, daß sich in absehbarer Zeit, entsprechend des gestiegenen Lebensstandards und der sich dadurch wandelnden Bedürfnisstruktur, in europäischen Untersuchungen ebenfalls solche vergleichsweise hohen Stundenlohnsätze für die Pendelzeit ergeben. Diese Beurteilung der *Stanford-Resultate* muß sich jedoch vorbehalten, bei Vorlage des gesamten Untersuchungsmaterials die Akzente etwas zu verschieben, was jedoch wenig wahrscheinlich ist. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Methode der Verkehrswegwahl wegen der wenigen empirischen Studien noch nicht allgemein beurteilt werden kann, aber sich bereits jetzt ergibt, daß sie noch sehr ausbaufähig ist und Chancen besitzt, die Methode der Verkehrsmittelwahl hinsichtlich operationaler Ergebnisse zu übertreffen.

VI. Schlußfolgerungen

1. Methode

Die Beurteilung der drei Bewertungsverfahren zeigte, daß für die weiteren Forschungen nur die beiden letzten, auf sozioökonomischer und psychologischer Grundlage beruhenden, in Betracht kommen. Die Methode der Verkehrsmittelwahl eignet sich dabei lediglich für wesensverwandte Fahrzeugkategorien, bei denen der Zeitfaktor relativ einfach zu isolieren ist. Sie führt, wie gezeigt werden konnte, zu teilweise bereits plausiblen und

coefficients were estimated for each of these revised data sets and new values of time were calculated; das *Stanford Research Institute* empfiehlt zwar nicht länger einen konstanten Zeitwert, anhand der korrigierten Daten würde sich jedoch ein solcher von 3,50 § (S. 19) ergeben.

⁹²⁾ Es wird außerdem angeführt (S. 27), daß die positive Bewertung beim 3. Quartal bei 3,2 Minuten und beim 1. Quartal bei 9,7 Minuten beginnt.

⁹⁴⁾ Dabei muß jedoch der Widerspruch zu dem neuen, konstanten Wert von 3,3 § anhand der gesamten Untersuchungsdaten noch geklärt werden.

⁹⁰⁾ *Stanford Research Institute* (Hg.), *Value . . .*, a.a.O., Bd. II, S. 81.

⁹¹⁾ *Thomas, Th. C.*, *Value . . .*, a.a.O., Diskussionsbeitrag von *D. Neuzil*, S. 34.

⁹²⁾ Vgl. auch *Harrison, A. J., Quarmby, D. A.*, *Value . . .*, a.a.O., S. 67.

⁹³⁾ *European Conference of Ministers of Transport* (Hg.), *Research . . .*, a.a.O., S. 120.

⁹⁴⁾ So heißt es auf S. 18 der SRI-Neufassung: »The measured and reported data were reanalysed and adjusted and filtered to test the effect of measurement errors and eliminate them when possible. New

praktikablen Ergebnissen. Aus prinzipiellen Gründen erscheint jedoch die Methode der Verkehrswegewahl vorteilhafter: Die Gleichartigkeit der Alternativen ist bei ihnen noch eher zu simulieren als bei Verkehrsmitteln, bei denen meist individueller und öffentlicher Verkehr zur Auswahl stehen und damit erhebliche Komfortfaktoren in die Entscheidung einfließen⁹⁷⁾.

Die Hauptschwierigkeit besteht darin, geeignete Teststrecken zu finden. Ersatzweise könnten auch gebührenpflichtige Brücken, Tunnel oder Autofahren genommen werden. Doch sie besitzen meist den Nachteil, daß sie auch wegen anderer Faktoren, wie z. B. Betriebskostensparnisse, Wetterverhältnisse und größerer Fahrkomfort, zu dem auch die Pause auf Autofähre oder -zug gehören, bevorzugt werden.

In der BRD gibt es keine Gebührenstraßen, und die Ersatzlösungen dürften, im Hinblick auf die Pendelzeit, wenig brauchbare Resultate einbringen⁹⁸⁾. Es müßte jedoch im Rahmen der *Europäischen Konferenz der Verkehrsminister* oder der *Europäischen Gemeinschaften* geprüft werden, inwieweit für derartige Tests französische oder italienische Gebührenstraßen herangezogen werden können⁹⁹⁾. Diese Methode dürfte voraussichtlich die für praktische Investitionsrechnungen geeignetsten Werte liefern und sollte über empirische Musteruntersuchungen ausgebaut und gegebenenfalls mit subsidiären Verfahren kombiniert werden.

2. Kriterien

Eine Erweiterung und Verfeinerung der beiden erfolgversprechenden Methoden hat im größtmöglichen Ausmaß folgenden Postulaten zu genügen¹⁰⁰⁾:

- Die Testgruppe ist so hinreichend groß und repräsentativ zu wählen, daß keine der ausgewählten Merkmalsgruppen unterbesetzt ist.
- Jeder Getestete hat mit den Alternativen so vertraut zu sein, daß er eine echte Auswahl trifft. Das bedingt, daß die Zeit- und Kostenunterschiede der Alternativen eine Fühlbarkeitsschwelle überschreiten.
- Die volkswirtschaftliche Bewertung von Reisezeitgewinnen ist zu differenzieren nach
 - Erwerbs-, Pendel- und Freizeit;
 - Geh-, Warte-, Umsteige- und Fahrzeit beim öffentlichen Verkehr;
 - Geh-, Fahr- und Parkraumsuchzeit beim Individualverkehr;
 - Höhe des Jahreseinkommens;
 - Höhe der eingesparten Zeit und der Reiselänge;
 - Verdienener und Nichtverdienener;
 - objektiv ermittelten und subjektiv empfundenen Zeitverkürzungen;
 - Erfassungs- und Bewertungszeitpunkt.

⁹⁷⁾ Harrison, A. J., und Quarmby, D. A. (Value . . . , a.a.O., S. 39 ff., insbes. S. 60) vertreten die gegenteilige Auffassung, stellen aber lediglich auf die Praktikabilität für englische Verhältnisse ab. Nach Winch (Economics . . . , a.a.O., S. 78 f.) ist es bei der Methode der Verkehrsmittelwahl unmöglich, den Zeitfaktor von anderen Einflußgrößen zu isolieren.

⁹⁸⁾ Verkehrsteilnehmer, die nur gelegentlich fahren, scheiden stets aus, weil sie meistens nicht mit den Alternativen vertraut sind und deshalb keine echten »Wähler« sind.

⁹⁹⁾ Sie besitzen jedoch für die Fragestellung in der Regel den Nachteil, vornehmlich dem Fernverkehr zu dienen und große Abstände bei den Zufahrten zu besitzen, so daß geringe Zeitgewinne nicht zu erfassen sind. Dabei müßten zweckmäßigerweise die Gebühren höher veranschlagt und stärker gestaffelt werden.

¹⁰⁰⁾ Vgl. auch Harrison, A. J., Quarmby, D. A., Value . . . , a.a.O., S. 29 ff.

3. Bewertung

Da es in überschaubaren Zeiträumen nicht gelingen wird, bei empirischen Untersuchungen allen aufgeführten Postulaten zu genügen, muß man sich bei volkswirtschaftlichen Effizienzanalysen von Verkehrsinvestitionen zunächst mit etwas weniger differenzierten Zeitwerten begnügen. Es wird vorgeschlagen, daß die Zeitbewertung erst ab einer Mindestzeitersparnis, der kritischen Zeitdauer, beginnt: Für den Stadt(Orts)verkehr bei mehr als fünf Minuten und für den sonstigen Personennahverkehr bei mehr als zehn Minuten.

Empirisch abgesicherte Bewertungssätze lassen sich in absehbarer Zeit eher für den Nahverkehr als für den Fernverkehr finden. Unter Berücksichtigung französischer, britischer und amerikanischer Forschungsergebnisse werden für die BRD folgende personenbezogene, am Grundsatz der Vorsicht und Praktikabilität ausgerichteten Stundensätze empfohlen, die, von der Erwerbs- und Freizeit abgesehen, vornehmlich für den individuellen und öffentlichen Personennahverkehr in Agglomerationsräumen gelten:

- Die Erwerbszeit ist mit $\frac{1}{2}\%$ des arbeitsbedingten, jährlichen Gesamteinkommens zu veranschlagen; das entspricht einem auf das Jahr 1970 hochgerechneten Pauschalsatz von ungefähr 7,— DM.
- Die Pendelzeit ist mit $\frac{1}{6}\%$ des arbeitsbedingten, jährlichen Gesamteinkommens zu bewerten; das entspricht einem auf das Jahr 1970 hochgerechneten Pauschalsatz von aufgerundet 3,— DM.
- Für die Freizeit ist generell mit dem Pendelzeitsatz von etwa 3,— DM/h zu kalkulieren. Da dieser Wert nicht empirisch abgesichert ist, kann für spezielle Investitionsbereiche auch mit anderen Freizeitwerten, wie etwa dem halben Pendelzeitsatz, gerechnet werden.
- Für die Anschlußzeiten der Pendler, der Geh-, Warte- und Umsteigezeit ist das $2\frac{1}{2}$ -fache der entsprechenden Fahrzeit anzusetzen; das entspricht dem Stundensatz für die Erwerbszeit.