

## Die ökonomischen Aspekte des Zeitproblems im Verkehr\*)

VON PROF. DR. ROLF FUNCK, KARLSRUHE

## I.

Aus wirtschaftlicher Sicht kann man sich dem Zeitproblem im Verkehr von drei verschiedenen Standpunkten aus nähern: Man kann den Blickwinkel des Verladers im Güter- bzw. des Verkehrsmittelbenutzers im Personenverkehr übernehmen, man kann den Standpunkt des Verkehrsunternehmers als des Erzeugers von Transportleistungen einnehmen oder sich die Sicht des Verkehrswegebauträgers zu eigen machen. Es soll zunächst versucht werden, diese sachlich unterschiedlichen Ansätze auf ihre theoretischen Gemeinsamkeiten zurückzuführen.

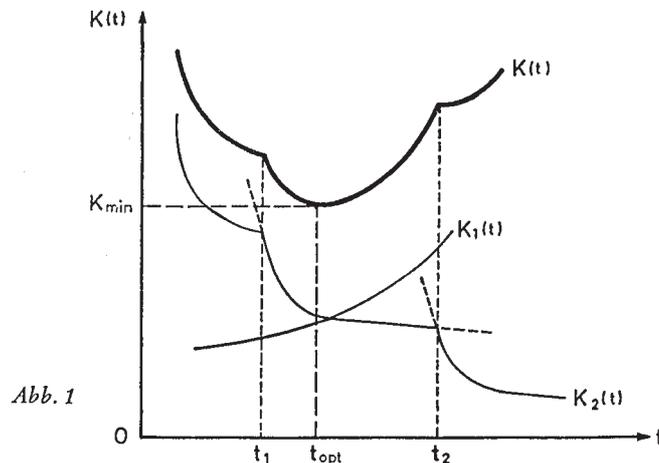
Für den Verlager eines Gutes ist die Transportzeit insofern von Bedeutung, als während des Beförderungsvorganges das transportierte Gut selbst bzw. das in dieses Gut investierte Kapital nicht anderweitig benutzt werden kann. Für den Benutzer eines Transportmittels im Personenverkehr gilt im allgemeinen das Entsprechende: Die Arbeitskraft steht während des Beförderungszeitraums nicht zu produktivem Einsatz oder zu konsumtiver Verwendung, zum Muße-»Verbrauch«, zur Verfügung. In zwei Ausnahmefällen trifft dies zwar nicht in vollem Umfang zu: Eine Verbindung der Inanspruchnahme eines Personenbeförderungsmittels mit produktiver Tätigkeit ist dann möglich, wenn es sich bei dem Verkehrsmittelbenutzer etwa um einen Unternehmer handelt, der auch während der Fahrt Entscheidungen vorbereiten und möglicherweise sogar treffen und (über Zug- oder Autotelefon) weiterleiten kann; die Konsumtion von Muße ist während der Fahrt dann möglich, wenn die Tatsache des Fahrens selbst als Entspannung und Genuß, eben als Muße, aufgefaßt wird. Wir beschränken die weitere Analyse jedoch auf den allgemeinen Fall, in dem dies nicht zutrifft.

Das wirtschaftliche Entscheidungsproblem, dem sich der Verlager im Hinblick auf die Transportzeit gegenübergestellt sieht, stellt sich dann in folgender Weise: Während der Beförderungsdauer ( $t$ ) entstehen als positiv zeitabhängige Kosten ( $K_1$ ) die Aufwendungen für die Verzinsung des in das Transportgut investierten Kapitals sowie die zeitbedingten Wertminderungen des Transportgutes; in Sonderfällen können Vertragsstrafen hinzutreten, die aus verspäteter Verfügbarkeit des Gutes beim Empfänger erwachsen. Diesen Positionen stehen als negativ zeitabhängige Kosten ( $K_2$ ) die Einsparungen von Lagerkosten gegenüber, die aus der Tatsache resultieren, daß während der Dauer der Beförderung eine besondere Lagerung des Gutes entfällt, sowie die Einsparung an Transportkosten, die üblicherweise durch Inanspruchnahme eines langsameren Transportmittels erzielt werden kann. Die Entscheidungsaufgabe kann dann bei rationalem Handeln mit

\*) Am 22./23. 5. 1967 fand in Karlsruhe ein vom Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe gemeinsam mit der Industrie- und Handelskammer Karlsruhe veranstaltetes Kolloquium über »Das Zeitproblem bei verschiedenen Verkehrssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Binnenschifffahrt in technischer und wirtschaftlicher Sicht« statt. Die vorliegende Arbeit stellt die überarbeitete Fassung des im Rahmen dieses Kolloquiums gehaltenen wirtschaftlichen Einführungsreferates dar.

Bezug auf die Bewältigung eines bestimmten Transportaktes darin bestehen, das Minimum der Summe aus den mit der Transportdauer variierenden Kosten ( $K_{\min}$ ) zu finden (vgl. *Abb. 1*). Die zugehörige Transportdauer ( $t_{\text{opt}}$ ) wäre dann die kostenoptimale.

Im Personenverkehr tritt das Entscheidungsproblem in ganz ähnlicher Form auf. Handelt es sich um Geschäftsverkehr, etwa um die Fahrt eines Monteurs zu seinem Einsatzort, so treten als positiv zeitabhängige Kosten die Brutto-Lohnaufwendungen sowie der kalkulatorische Gewinnentgang des Unternehmers auf, während als negativ zeitabhängige Kosten die Aufwendungen für die Transportmittelbenutzung in Betracht zu ziehen sind. Im Falle des privaten Personenverkehrs sind an Stelle von Lohn- und Gewinnentgang der Nutzwert der entgangenen Freizeit oder der Einkommenswert der alternativ während der Beförderungsdauer ausübaren Tätigkeiten als positiv zeitabhängige Kostenfaktoren zu berücksichtigen. In beiden Fällen ist also ein Minimierungsproblem von der Art zu lösen, wie es mit *Abb. 1* dargestellt wird.



$t_1, t_2$ : Punkte des Überganges von einem Transportmittel auf ein anderes

Für den die Transportleistung erzeugenden Verkehrsunternehmer geht es darum, die mit sich ändernder Beförderungsdauer je Transportakt (als dem Reziprok der Transportgeschwindigkeit) positiv und negativ variierenden Kostenarten einander gegenüberzustellen. So nehmen z. B. die Kosten des Arbeitseinsatzes, die Fahrer- und Beifahrerlöhne mit den Lohnnebenkosten, je Transportleistungseinheit mit steigender Transportdauer zu, während Teile der sachlichen Fahrzeugbetriebskosten mit zunehmender Transportdauer (abnehmender Geschwindigkeit) sinken; das dürfte insbesondere auf die Kosten des Kraftstoffverbrauchs und die Kosten der Abnutzung dem Verschleiß unterliegender Fahrzeugteile zutreffen. Auch hier stellt sich somit das Entscheidungsproblem als Minimierungsaufgabe.

Wie lautet das Zeitproblem im Verkehr für den Staat als denjenigen, der die Verkehrswege bereitstellt? Für ihn handelt es sich um die Frage, ob durch eine Erhöhung der In-

vestitionsausgaben für den Bau von Verkehrswegen, z. B. durch den Bau einer zusätzlichen Autobahnfahrspur, gesamtwirtschaftlich eine Kostensenkung erzielt werden kann dadurch, daß die Fahrzeuge, denen nun ein Fahrweg mit höherer Durchlaßkapazität zur Verfügung steht, ihre Transportvorgänge in kürzerer Zeit abwickeln können. Eine gesamtwirtschaftliche Kostenreduktion tritt dann ein, wenn die aus der Transportzeitsenkung resultierenden Betriebskostenminderungen bei den Verkehrsunternehmen die zusätzlichen Investitionskosten des Baulastträgers überkompensieren. Hier liegt ein Spezialfall des Problems des optimalen Einsatzes der in der Volkswirtschaft verfügbaren Produktionsfaktoren vor: Es geht darum, die Befriedigung einer gegebenen Nachfrage nach Transportleistungen mit einem möglichst geringen gesamten Faktoraufwand, für den Weg und den Betriebsablauf zusammengenommen, zu erreichen.

Diese Fragestellung kann in etwas anderer Weise dann formuliert werden, wenn es kurzfristig aus technischen oder finanziellen Gründen nicht möglich ist oder nicht als zweckmäßig erachtet wird, die Kapazität überfüllter Verkehrswege zu vergrößern. Es ist dann prinzipiell möglich, durch Erhebung von gezielten Wegebenutzungsabgaben die Zahl der Verkehrsteilnehmer auf den überfüllten Teilen des Wegenetzes so zu reduzieren, daß diejenigen, die bereit sind, diese Abgaben zu zahlen, durch eine Reduktion der Transportdauer entschädigt werden.<sup>1)</sup> Für den einzelnen Verkehrswegebenutzer kommt es dann darauf an festzustellen, ob die Zusatzkosten, die aus der Benutzungsabgabe entstehen, größer oder kleiner sind als die Kostenminderung, die durch die Beschleunigung des Verkehrsablaufes entsteht.

Unter allen drei Gesichtspunkten, von denen aus die Zeit im Verkehr untersucht werden kann, stellt sich das damit verbundene Entscheidungsproblem als Minimierungsaufgabe. Damit diese Aufgaben gelöst werden können, ist es in jedem Fall erforderlich, der Transportzeit einen Wert beizumessen. Es muß daher nach Kriterien gesucht werden, auf Grund deren eine Bewertung der Zeit im Verkehr möglich ist.

## II.

In der deutschsprachigen Literatur ist das Problem der Zeitbewertung im Verkehr zuerst von *Karin Peschel*<sup>2)</sup> behandelt worden. Dabei sind zwei wichtige Gesichtspunkte herausgearbeitet worden. Als erster Grundsatz ist betont worden, daß die Zeit an sich kein Wertobjekt darstellt, sondern daß sie eine Bewertung nur finden kann als der Zeitraum, während dessen eine produktive Nutzung der Arbeitskraft und der sonstigen Produktionsfaktoren möglich ist bzw. währenddessen Muße konsumiert werden kann. Daraus ergibt sich als zweiter Grundsatz, daß der Bewertung der Zeit das opportunity-costs-Prinzip zugrunde zu legen ist, die Transportzeit also bewertet werden muß mit dem Gegenwert der entgangenen Produktionsmöglichkeiten bzw. der entgangenen Freizeit. Es wird vorgeschlagen, für die Bemessung des Wertes der Zeit im Güterverkehr von den Haltungskosten des Fahrzeugs auszugehen, zu denen insbesondere die Fahrer- und Beifahrerlöhne,

<sup>1)</sup> Zum Problem der Verkehrsstockungskosten vgl. *Funck, R., Peschel, K.*, Möglichkeiten der Kraftfahrzeugbesteuerung und ihre verkehrswirtschaftlichen Konsequenzen (= Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr, Heft 32), Bad Godesberg 1967, S. 16 ff., 29 ff., 70 ff.

<sup>2)</sup> *Peschel, K.*, Der Zeitwert in Wirtschaftlichkeitsrechnungen für den Straßenbau. Gutachten, erstattet unter Leitung von *A. Predöhl* und *R. Funck*, als Manuskript gedruckt, Münster 1961.  
*Dieselbe*, Der Zeitfaktor in Wirtschaftlichkeitsrechnungen für den Straßenbau, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 34. Jg. (1963), S. 11 ff.

die zeitbedingten Abschreibungen und einige weitere Größen zählen. Im Personenverkehr solle der Lohnsatz des Verkehrsmittelbenutzers für die Zeitbewertung herangezogen werden, da er die alternative Einkommenserzielungsmöglichkeit darstellt. Im Privatverkehr solle dieser Lohnsatz als Obergrenze der Bewertung gelten und zwar deswegen, weil der Wert einer zusätzlichen Freizeiteinheit unter den Lohnsatz sinken müsse, wenn in der Ausgangssituation die Grenznutzen von Einkommen und Freizeit nach dem zweiten Gossen'schen Gesetz zum Ausgleich gebracht worden seien.<sup>3)</sup>

Auch Jürgensen<sup>4)</sup> hat in einer 1963 erschienenen Arbeit den Lohnsatz als Zeitbewertungskriterium angewandt. Ebenfalls 1963 ist eine Untersuchung erschienen, die Jürgensen mit seinen Mitarbeitern Aldrup und Voigt<sup>5)</sup> gemeinsam formuliert hat und deren theoretischer Teil in ähnlicher Form im Rahmen einer größeren Arbeit Aldrups<sup>6)</sup> wiederkehrt. Hier ist der Ausgangspunkt der Zeitbewertung die Überlegung, daß Teile der Transportkosten, und zwar insbesondere die Fahrzeugbetriebskosten und die Zeitkosten, geschwindigkeitsabhängig sind. Es werden die marginalen Zeitkosten den marginalen Betriebskosten gegenübergestellt. Bei derjenigen Geschwindigkeit, bei der beide Größen einander gleich sind, ist das Minimum der gesamten Transportkosten erreicht, und es wird eine Bewertung der Verkehrszeit unter Berücksichtigung der Grenzkosten und der Fahrgeschwindigkeit möglich.

Im Gegensatz zu dem Ansatz von Peschel handelt es sich hier um eine kurzfristige Betrachtung des Zeitbewertungsproblems. Während dort eine Faktoreinsatzvariation und eine Änderung im Ausmaß der Kapitalbindung zur Grundlage der *opportunity-costs*-Überlegung gemacht wird, finden hier ausschließlich kurzfristig mögliche Kostenvariationen Berücksichtigung. Es erscheint somit nicht ausgeschlossen, daß es möglich ist, beide Ansätze miteinander zu verbinden.

Im Jahre 1964 ist eine Untersuchung des *Stanford Research Institute*<sup>7)</sup> erschienen, in welcher der Versuch gemacht wird, einen Zeitkostenindex als Zeitbewertungsersatz zu entwickeln. Mit der Begründung, daß es eine schwierige und fehlerträchtige Angelegenheit sei, die Zeitkosten in Geldwert auszudrücken, weicht man auf das Verfahren aus, die Gesamtkosten des Baues und der Unterhaltung einer neuen Fahrtstrecke sowie die Kosteneinsparungen, die bei den Benutzern der neuen Straße auftreten, ins Verhältnis zu setzen zu der gesamten Zeiteinsparung, die durch diese Strecke hervorgerufen wird. So ermittelte Indizes ermöglichen es, alternative Bauprojekte miteinander zu vergleichen, ohne daß ein Wertbetrag für die Verkehrszeit gefunden werden müßte.

Alle bisher erörterten Bewertungsansätze gehen von individual-wirtschaftlichen Entscheidungskriterien aus. Das trifft auch auf die Indexmethode des *Stanford Research Institute* zu: Dort werden die individuellen Zeiteinsparungen der Straßenbenutzer zugrundegelegt, und es wird versucht, unter Einbeziehung des Ansatzes subjektiver Irrtumswahrscheinlichkeiten über die Höhe des Wertes der eigenen Zeit das Ausmaß nicht rationaler Streckenentscheidungen der Kraftfahrer abzuschätzen und so zu einer möglichst genauen Vor-

<sup>3)</sup> Vgl. Peschel, K., *Der Zeitwert . . .*, a.a.O., S. 22 ff.

<sup>4)</sup> Jürgensen, H., Die Bedeutung des Zeitfaktors bei der Abstimmung öffentlicher und privater Investitionen im Straßenverkehr, in: *Der Güterverkehr*, 12. Jg. (1963), S. 3 ff.

<sup>5)</sup> Jürgensen, H., Aldrup, D. und Voigt, H.-G., *Der Zeitnutzen im Straßenverkehr*. Gutachten, Manuskript Hamburg 1963.

<sup>6)</sup> Aldrup, D., *Theorie der Straßenplanung* (= Forschungen aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Bd. 15), Göttingen 1963, S. 72 ff.

<sup>7)</sup> Haney, D. G. et al., *The Value of Time for Passenger Cars: Further Theory and Small-Scale Behavioral Studies*, Stanford Research Institute, Menlo Park (Cal.) 1964.

stellung über die Annahme der neuen Fahrstrecke durch den Kraftverkehr sowie die dadurch eintretenden effektiven Zeiteinsparungen zu gelangen.<sup>8)</sup>

In der Tat ist ausschließlich ein mikroökonomischer Bewertungsansatz möglich. Für eine makroökonomische Bewertung der Zeit gibt es keinerlei theoretische Begründung; der Quotient etwa aus Bruttosozialprodukt und Zahl der Erwerbstätigenstunden<sup>9)</sup> stellt eine Art durchschnittlicher Bruttoproduktivität des Faktoreinsatzes je Zeiteinheit dar, ist aber von einer Benutzbarkeit als Wertkoeffizient noch weiter entfernt als etwa eine Ziffer über die durchschnittliche Arbeitsproduktivität von der Verwendbarkeit als Lohnsatz.

### III.

Das allgemeine Problem der Zeit und der Zeitbewertung im Verkehr soll mit Hilfe des im folgenden dargestellten Modells analysiert werden, in welchem aus der Produktions- und der Konsumtheorie geläufige Instrumente zur Anwendung gelangen. Der Verkehrsteilnehmer als Entscheidungsträger sieht sich vor die Aufgabe gestellt, die ihm insgesamt zur Verfügung stehende Zeit auf produktive Nutzung für Einkommenserzielungszwecke und auf konsumtive Nutzung als Freizeit aufzuteilen. Die Gesamtmenge der verfügbaren Zeit ist dabei durch die Länge der Untersuchungsperiode (1 Tag, 1 Woche etc.) definiert. Wird diese gesamte Zeitmenge wie in *Abb. 2* als  $\bar{T}$  bezeichnet, die für Einkommenserzielungszwecke genutzte Zeitmenge als  $E$  und die für Freizeit zwecke genutzte Zeitmenge als  $F$ , so gilt stets

$$(1) \quad \bar{T} = E + F.$$

Wenn es, wie in *Abb. 2* angenommen, ein bestimmtes psychologisch oder physiologisch bestimmtes Freizeitminimum  $F_{\min}$  gibt, das mindestens langfristig nicht ohne Gesundheitschädigung unterschritten werden kann, so ist damit zugleich der obere Grenzwert der für die Einkommenserzielung verfügbaren Zeit  $E_{\max}$  festgelegt. Die Zeittransformationskurve

$$(2) \quad T = T(E, F)$$

bringt dann durch ihre Steigung in jedem Punkt des  $(E, F)$ -Systems das Verhältnis der relativen Wertschätzung von Einkommenszeit und Freizeit durch das betreffende Wirtschaftssubjekt zum Ausdruck.  $T$  kann nur im Bereich des Gesamtzeitblocks  $[O\bar{T}(E)\bar{T}(F)]$  in *Abb. 2*] von  $\bar{T}(F)$  nach  $Q$  verlaufen. Obwohl hier der Einfachheit halber eine lineare Zeittransformationskurve von der Form

$$(3) \quad T = E \cdot v_E + F \cdot v_F$$

angenommen wird, kann  $T$  im Prinzip auch nichtlinear sein. Die Koeffizienten  $v_E$  und  $v_F$  stellen die Wertkoeffizienten der beiden Zeittypen dar.<sup>10)</sup> Die Steigung von  $T$  ist dann

$$(4) \quad \frac{\partial T}{\partial E} = \frac{v_E}{v_F} \frac{\partial T}{\partial F}$$

<sup>8)</sup> Vgl. *Haney, D. G. et al., The Value of Time . . .*, a.a.O., S. 29 ff.

<sup>9)</sup> Vgl. den Vorschlag von *Adamek, R., Zeit und Straßenverkehr*, in: *Straße und Autobahn*, 18. Jg. (1967), S. 18 ff.

<sup>10)</sup> Die Koeffizienten entstehen formal durch Division der Zeitwertkurve  $T \cdot v = E \cdot v_E^* + F \cdot v_F^*$  mit dem Wertniveaufaktor  $v$ , so daß gilt  $v_E = \frac{v_E^*}{v}$ ,  $v_F = \frac{v_F^*}{v}$ .

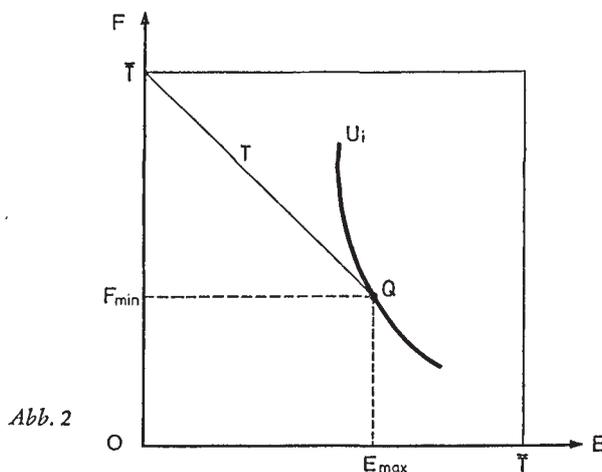


Abb. 2

Dies besagt, daß die Grenzrate der Transformation von Freizeit in Einkommenszeit dem Wertverhältnis der beiden Zeittypen der Größe nach entspricht.

Nehmen wir nun an, daß der Entscheidungsträger denjenigen Punkt auf seiner Zeittransformationskurve sucht, durch dessen Verwirklichung er seine Zeitnutzenfunktion

$$(5) \quad U = U(E, F)$$

maximieren kann. Wir unterstellen dazu, daß diese Nutzenfunktion in der üblichen Weise durch eine Schar vom Ursprung aus gesehen konvexer Indifferenzkurven abgebildet werden kann. Als Lösung des Optimierungsproblems

$$(6) \quad \begin{array}{l} \max U(E, F) \\ \text{sub } T(E, F) \end{array}$$

kommen dann zwei Fälle in Betracht.

Erstens ist eine solche Lage der Indifferenzkurven möglich, daß es, wie in *Abb. 2* dargestellt, keinen Berührungspunkt zwischen der Zeittransformationskurve und einer Indifferenzkurve gibt. In diesem Fall verwirklicht der Entscheidungsträger sein Nutzenmaximum  $U_i$ , wenn er den Punkt  $Q$  wählt, d. h. wenn er hinsichtlich des Zeiteinsatzes für die Erzielung von Einkommen bis an die obere Grenze geht.

Zur Erläuterung des zweiten Falles, der als der allgemeine angesehen werden soll, dient *Abb. 3*. Hier ist der Ursprung nach  $F_{\min}$  verlegt worden, so daß innerhalb des I. Quadranten nur noch die frei transformierbaren Zeitmengen erscheinen. Entsprechend wird der Schnittpunkt der Zeittransformationskurve mit der  $F$ -Achse als  $\Delta \bar{T}$  bezeichnet, um anzudeuten, daß der Abstand dieses Punktes vom neuen Ursprung  $F_{\min}$  noch um die Zeitstrecke  $OF_{\min}$  (in *Abb. 2*) vermehrt werden muß, um die Gesamtzeit  $\bar{T}$  zu erhalten.

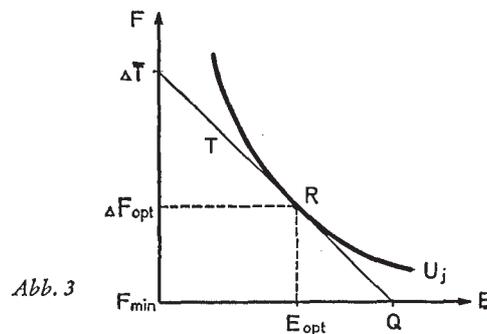
Ist die Schar der Indifferenzkurven, durch welche die Nutzenfunktion in den  $(E, F)$ -Raum abgebildet wird, so gelagert, daß sich ein Tangentialpunkt zwischen  $T$  und einer der Nutzenniveauekurven  $U_i$  ergibt, so stellt dieser Punkt  $R$  die gesuchte Optimalsituation dar. Seine Koordinaten geben die optimale Aufteilung der transformierbaren Zeit  $\Delta \bar{T}$

in Einkommens- und in Freizeit an. Die Lösung des Maximierungsproblems (6) mit Hilfe des *Lagrange*-Ansatzes

$$(7) \quad U' - \lambda T' = 0$$

liefert die in R geltenden Optimalbedingungen. Durch Nullsetzung der partiellen Ableitungen in (7) ergibt sich unter Berücksichtigung von (3):

$$(8) \quad \begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial E} - \lambda v_E &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial F} - \lambda v_F &= 0 \end{aligned}$$



Die Eliminierung des *Lagrange*-Multiplikators erbringt die Optimalbedingung

$$(9) \quad \frac{\frac{\partial U}{\partial E}}{\frac{\partial U}{\partial F}} = \frac{v_E}{v_F}$$

die zugleich mit (4) im Punkt R erfüllt ist. Die Wertrelation der beiden Zeittypen stimmt somit in der Optimalsituation außer mit der Grenzrate der Transformation auch mit der Grenzrate der Substitution von Einkommenserzielungszeit gegen Freizeit überein.

Sehen wir nunmehr, nach der Bestimmung des Optimalpunktes R, die Grenzraten der Substitution und der Transformation als bekannt und einander gleich, das Wertverhältnis  $v_E/v_F$  hingegen als unbekannt an, so lassen sich zwei mögliche Bestimmungsgleichungen für den Wertkoeffizienten der Freizeit-Einheit  $v_F$  angeben. Aus (4) ergibt sich

$$(10.1) \quad v_F = v_E \cdot \frac{\frac{\partial T}{\partial F}}{\frac{\partial T}{\partial E}}$$

und aus (9) ergibt sich

$$(10.2) \quad v_F = v_E \cdot \frac{\frac{\partial U}{\partial F}}{\frac{\partial U}{\partial E}}$$

Das heißt, daß der Wert der Freizeit-Einheit bestimmt werden kann als Produkt aus dem Wert der auf Einkommenserzielung gerichteten Zeiteinheit mit der Grenzrate der Zeittransformation bzw. -substitution. Theoretisch ist damit das Zeitbewertungsproblem lösbar, wenn dem als Numéraire dienenden Wert der Einkommenszeit  $v_E$  eine Niveaugröße zugeordnet werden kann; hierfür bietet sich der Lohnsatz als zeitabhängige Einkommensgröße unmittelbar an.

Es bleibt jedoch das praktische Problem, die Grenzzraten der Substitution bzw. der Transformation empirisch zu fixieren.<sup>11)</sup> Hinsichtlich der marginalen Substitutionsrate dürfte das ein hoffnungsloses Unterfangen sein, da über die Bestimmungsgrößen der genauen Form und Lage der Indifferenzkurven keine Kenntnisse vorhanden sind und gegenwärtig kein Verfahren abschbar ist, mit dessen Hilfe solche Kenntnisse gewonnen werden könnten. Anders ist die Situation jedoch hinsichtlich der marginalen Transformationsraten. Diese können, soweit es das Problem der Zeit im Verkehr angeht, als das Verhältnis der marginalen Änderungsraten positiv und negativ zeitabhängiger Transportkostenbestandteile aufgefaßt werden, die oben in Abschnitt I diskutiert worden sind.

In die Bestimmung des Zeitwertes im Verkehr müssen nach diesem Ansatz somit im allgemeinen Fall der Lohnsatz und die kurzfristigen Grenzkosten der Transportleistungserzeugung einbezogen werden. Es zeigt sich, daß in der Tat die in Abschnitt II erörterten Bewertungsansätze von *Peschel* und *Aldrup* als Spezialfälle dieser allgemeinen Lösung angesehen werden können: Ist die Grenzrate der Transformation (das Verhältnis der zeitabhängigen Grenzkosten) gleich eins, so genügt der Lohnsatz als Bewertungskriterium; ist dieser eins, so reicht die Grenzkostenrelation für die Zeitbewertung aus.

#### IV.

Um das oben abgeleitete theoretische Modell an die Wirklichkeit heranzuführen und für praktische Zeitbewertungsprobleme im Verkehr nutzbar zu machen, sind empirische Untersuchungen in zwei Richtungen erforderlich. Diese können im Rahmen dieser Studie nur angedeutet werden.

Erstens ist es notwendig, die marginale Zeittransformationsrate empirisch genauer in den Griff zu bekommen, als das auf Grund des verfügbaren Materials möglich ist. Arbeiten über die zeitabhängigen Fahrzeugbetriebskosten im Kraftverkehr liegen zwar vor;<sup>12)</sup> auch über die Frage der Zeitabhängigkeit der Kosten des in die Ladung investierten Kapitals

<sup>11)</sup> Diese Aufgabe erübrigt sich nur dann, wenn in Abb. 2 die Zeittransformationskurve T mit der Verbindungskurve zwischen  $\bar{T}(E)$  und  $\bar{T}(F)$  zusammenfällt; denn in diesem Fall ist die Steigung von T in jedem Punkt dem Betrage nach gleich eins.

<sup>12)</sup> Vgl. *Wehner, B.*, Die Kraftfahrzeug-Betriebskosten in Abhängigkeit von den Straßen- und Verkehrsbedingungen (= Berichte des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen der Technischen Universität Berlin, Heft 1), Berlin/München 1964.

sowie der Lagerhaltungskosten unter Einschluß von Vertragsstrafen sind bereits Vorarbeiten angestellt worden;<sup>13)</sup> doch fehlt es noch an der Zusammenfassung der Teilaspekte. Zweitens müssen die Voraussetzungen, unter denen das Modell abgeleitet worden ist, näher an die Wirklichkeit herangeführt werden. Im Modell ist z. B. davon ausgegangen worden, daß marginale Zeiteinheiten aus der konsumtiven in die produktive Verwendung überführt werden können und umgekehrt; dies ist die in nicht-linearen Modellen übliche Annahme der vollständigen Teilbarkeit der ökonomischen Quantitäten. Demgegenüber besteht in der wirtschaftlichen Wirklichkeit in aller Regel nur die Möglichkeit, Faktorböcke zusätzlich produktiv einzusetzen oder für konsumtive Nutzung der freiwerdenden Zeit stillzulegen. Solche zusätzlichen Nebenbedingungen können technischer (Produktionskomplexe) oder rechtlich-organisatorischer Natur (Arbeitszeitregelungen) sein.

Das Zeitbewertungsproblem bleibt aber auch bei einer Einführung solcher Erschwerungen und Einschränkungen prinzipiell lösbar. An die Stelle von Optimallösungen der oben skizzierten Art treten dann Second-best-Lösungen

Selbst jedoch wenn es gelingt, das theoretische Problem der Zeitbewertung realitätsnah zu lösen, und selbst wenn es gelingt, empirisches Zahlenmaterial zu entwickeln, mit dessen Hilfe diese Bewertungskriterien in rechenhafte Größen übersetzt werden können, so wäre damit das Zeitproblem im Verkehr noch nicht endgültig gelöst; denn das Problem hat auch einen politischen Aspekt. Wenn etwa bei der Planung alternativer Verkehrswege-Investitionen die individuellen Zeitbewertungen verschiedener Individuen oder verschiedener Gruppen von Wirtschaftssubjekten eine Rolle spielen, so taucht das Problem der interpersonellen Vergleichbarkeit der Zeitnutzen auf. Nach der auf *Pareto* basierenden Auffassung der modernen Nutzen- und Wohlfahrtstheorie ist ein solcher Vergleich nicht möglich. Es wird daher dann notwendig, den individuellen Zeitwerten der Wegebenutzergruppen Gewichte beizumessen, die aus wirtschaftspolitischen Zielvorstellungen abgeleitet werden.<sup>14)</sup> Letztlich sind es also nicht die rechenhaften Größen, sondern die zielabhängigen wirtschaftspolitischen Entscheidungen, die über die soziale Rentabilität der Investitionen im Verkehr entscheiden.

<sup>13)</sup> *Glabe, W.*, Die Determinanten der Nachfrage nach Verkehrsleistungen auf der Straße (=Vorträge und Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, H. 21), Göttingen 1959.

<sup>14)</sup> *Haney, D. G.* und *Kurz, M.* machen das an einem Beispiel deutlich: Stehen als Investitionsalternativen zwei Straßenbauprojekte zur Auswahl, von denen das Projekt A die Verbindung zwischen einem Arbeiterwohnviertel und dem zugehörigen Arbeitsgebiet, das andere Projekt M die Verbindung zwischen einem Wohngebiet von Millionären und einem Golfplatz herstellen würde, und sind die Zeitwerte dieser Benutzergruppen respektive 1 \$ und 100 \$ je Zeiteinheit, so erfordert die politisch wünschenswerte Entscheidung zugunsten des Projektes A eine entsprechende Gewichtung der Zeitwerte. Vgl. *Haney, D. G.* et al., *The Value of Time . . .*, a.a.O., S. 33 ff.