

# Die Theorie der Zeitallokation und die empirische Reisezeitbewertung

VON ANDY OBERMEYER, CHRISTOS EVANGELINOS, DRESDEN

## 1. Einleitung

Ein wichtiges Ziel von Maßnahmen im Verkehrsbereich besteht in der Reduzierung der Reisezeit für die Verkehrsteilnehmer. Im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen sind diese Reisezeiteinsparungen zu monetarisieren – d. h. in Geldeinheiten zu bewerten. Bei diesen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von insbesondere Infrastrukturbaumaßnahmen im Verkehr liefern die monetär bewerteten Reisezeiteinsparungen typischerweise 70 bis 90 % des Gesamtnutzens (Welch und Williams, 1997, S. 231).<sup>1</sup> In Deutschland erfolgt eine Abwägung der Kosten und Nutzen von Verkehrswegen im Rahmen des Bundesverkehrswegeplans (BVWP). Entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse hat dabei der verwendete Reisezeitwert, der zur Umrechnung von Zeit- in Geldeinheiten angesetzt wird. Mit dem Zeitwert werden nicht etwa die Einsparung von Kraftstoffkosten oder ähnliche kraftfahrzeugbezogene Kosten abgebildet, sondern der Wert der eingesparten Reisezeit. Bei der Auseinandersetzung mit diesem Thema stellt sich aus theoretischer Sicht die Frage, warum Menschen Zeiteinsparungen überhaupt einen Wert beimessen. Eine intuitive Erklärung hierfür ist, dass sie die frei werdende Zeit für andere Aktivitäten nutzen können. Es ist allerdings auch nicht ungewöhnlich, dass das Reisen selbst als unangenehm empfunden wird und somit die Reduzierung der Reisezeit an sich schon einen Nutzengewinn für eine Person darstellt.

Es scheint also verschiedene Erklärungsansätze dafür zu geben, warum sich Reisezeitänderungen auf den Nutzen von Personen auswirken können. Für eine systematische modellbasierte Analyse der verschiedenen Einflüsse ist ein Blick in die Mikroökonomie unerlässlich.

---

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Verkehrswirtschaftler Andy Obermeyer  
Technische Universität Dresden  
Institut für Wirtschaft & Verkehr  
Chemnitzer Str. 48  
01187 Dresden  
e-mail: andy.obermeyer@tu-dresden.de

Dr. rer. pol. Christos Evangelinos  
Technische Universität Dresden  
Institut für Wirtschaft & Verkehr  
Chemnitzer Str. 48  
01187 Dresden  
e-mail: christos.evangelinos@tu-dresden.de

<sup>1</sup> Dass Reisezeiteinsparungen bei der derzeitigen Bewertungspraxis einen derart hohen Stellenwert einnehmen, wird allerdings auch kritisch gesehen. Metz (2008, S. 326) beispielsweise betont, dass Verkehrsprojekte – zumindest in der langen Frist – vielmehr auf die Verbesserung der Erreichbarkeit als auf die Realisierung von Reisezeiteinsparungen abzielen. Die aktuelle Fokussierung der Bewertungspraxis auf Reisezeiteinsparung ist seiner Auffassung nach nicht korrekt, wobei er sogar vom „Mythos Reisezeiteinsparung“ spricht (Metz, 2008, S. 322).

Hier liefert die sogenannte Zeitallokationstheorie die theoretische Grundlage für eine fundierte Interpretation von empirisch ermittelten Reisezeitwerten.

Aus diesem Grund ist die Zeitallokationstheorie Gegenstand der Abhandlungen in Abschnitt zwei. Im darauf folgenden Abschnitt drei wird auf methodische Grundlagen der empirischen Zeitwertermittlung mit diskreten Entscheidungsmodellen eingegangen. Diese Methode der Zeitwertermittlung stellt eine Zahlungsbereitschaftsanalyse dar. Der Beitrag beschränkt sich dabei auf die Zeitbewertung für den nicht-gewerblichen Personenverkehr.<sup>2</sup> Ein Schwerpunkt hierbei ist die Herausstellung der Verbindung zwischen der Zeitallokationstheorie und der empirischen Vorgehensweise. Diese Verbindung wird exemplarisch anhand eines konkreten Modells in Abschnitt vier aufgezeigt. Abschnitt fünf liefert einen Überblick der bisherigen empirischen Erkenntnisse zum Reisezeitwert und Abschnitt sechs fasst schließlich zusammen.

## 2. Zeitallokationstheorie

Die Zeitallokationstheorie liefert die theoretische Basis für die Reisezeitbewertung. Nachfolgend werden deren wichtigste Modelle und Entwicklungsschritte aufgeführt. Es wird gezeigt, welche Erweiterungen im Laufe der Zeit mit welcher Motivation und welchem Ergebnis vorgenommen wurden. Dabei werden auch einige wichtige Gleichungen für die aus den Modellen hervorgehenden Zeitwerte präsentiert.<sup>3</sup>

In der traditionellen mikroökonomischen Theorie des Konsumentenverhaltens wurde der Faktor Zeit nicht berücksichtigt (Jiang und Morikawa, 2004, S. 552). Der Nutzen der Individuen war in dieser Theorie ausschließlich durch den Konsum von Gütern geprägt, deren Erwerb lediglich durch die zugehörigen Preise und das verfügbare Einkommen determiniert wurde. Aussagen über den Wert der Zeit ließen sich daraus nicht ableiten. Dies änderte sich mit dem Aufsatz von Becker (1965). Seinem Ansatz zufolge kombinieren Personen Markt-güter und Zeit zu sogenannten „final goods“ (Jara-Diaz, 2008, S. 364). Die Intuition hierfür ist, dass nicht nur das Gut an sich zur Generierung von Nutzen ausreichend ist, sondern auch die für den Konsum benötigte Zeit zu berücksichtigen ist. Wie in der gesamten Zeitallokationstheorie ist Zeit damit als eine ökonomische Ressource zu betrachten, deren Allokation eine Person in der Weise wählt, dass der persönliche Nutzen maximiert wird (González, 1997, S. 246). Güter und Zeit sind bei Becker somit als Inputs zu betrachten, die vom Individuum zur Erstellung der letztendlich nutzenstiftenden „final goods“ eingesetzt werden (González, 1997, S. 246). Über diesen Weg fand die Zeit als Inputfaktor den Weg in die Nutzenfunktion des Individuums. Zusätzlich führte Becker eine Zeitrestriktion in das Modell ein, welche die vorhandene Zeit auf die Aktivitäten Arbeiten und Konsumieren aufteilt (Jiang und Morikawa, 2004, S. 552). Im Rahmen dieser Theorie kann die Zeit direkt

<sup>2</sup> Die Zeitwertermittlung im Geschäftsreise- und Frachtverkehr werden in diesem Beitrag nicht betrachtet.

<sup>3</sup> Für eine ausführliche formale Darstellung der Modelle sei auf die Arbeiten der nachfolgend erwähnten Autoren sowie auf González (1997, S. 246-264), Jara-Diaz (2008, S. 363-369), Mackie et al. (2001, S. 92-95) oder Jiang und Morikawa (2004, S. 552-554) verwiesen.

in Geld transformiert werden, indem Zeit aus dem Konsum hin zu Arbeit transferiert wird. Dies war die Grundlage für das erste Konzept der Zeitbewertung, nämlich der Opportunitätskostenbetrachtung der Zeitverwendung (Mackie et al., 2001, S. 92). Die Nutzung der verfügbaren Zeit für jede andere Aktivität als Arbeiten verursacht demnach Kosten in Höhe des Lohnsatzes. Dies gilt letztlich auch für das Reisen, womit der Zeitwert (*VOT*), wie in ( 1 ) dargestellt, dem Lohnsatz *w* entspricht (Jara-Diaz, 2008, S. 368).

$$VOT = w \quad (1)$$

Der nächste bedeutende Schritt in der Entwicklung der Zeitallokationstheorie bestand in der expliziten Berücksichtigung der Arbeitszeit (*W*) im Nutzen (*U*) durch Johnson (1966).<sup>4</sup> Dieses Vorgehen ist damit zu begründen, dass für das Individuum die Arbeitszeit selbst angenehm oder auch unangenehm sein kann und damit sowohl positiv als auch negativ auf den Nutzen des Individuums wirken kann (Jiang und Morikawa, 2004, S. 552). Im Ergebnis ist der Geldwert des Grenznutzens der Freizeit gleich dem Lohnsatz zuzüglich des Wertes des Grenznutzens der Arbeitszeit.<sup>5</sup> Somit ergibt sich auch aus diesem Modell ein von der konkreten Verwendung der Zeit unabhängiger Zeitwert für alle Nichtarbeitsaktivitäten. Dieser ist in ( 2 ) dargestellt, wobei *L* und *G* die Freizeit bzw. das Geld symbolisieren (Jara-Diaz, 2008, S. 368).

$$VOT = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} = w + \frac{\partial U / \partial W}{\partial U / \partial G} \quad (2)$$

DeSerpa (1971) berücksichtigt Güter und Aktivitäten als Argumente der Nutzenfunktion, wobei die Aktivitäten durch Zeitperioden repräsentiert sind (Jara-Diaz, 2008, S. 366). Eine Zeiteinsparung bei einer Aktivität (z. B. Reisen) führt damit zu einem indirekten Effekt auf den Nutzen über die Zeitrestriktion und zusätzlichen zu einem direkten Effekt über die Nutzenfunktion. Auf diese Weise kann z. B. berücksichtigt werden, dass die Reisezeit an sich vom Individuum als angenehm oder unangenehm empfunden wird.<sup>6</sup> Zusätzlich führte er Restriktionen ein, die Mindestauern für bestimmte Aktivitäten festlegen (Jara-Diaz, 2008, S. 366). Derartige Restriktionen bewirken letztlich, dass die Individuen mehr Zeit auf bestimmte Aktivitäten verwenden müssen, als sie es im hypothetischen Optimum ohne Restriktion tun würden. Diese Restriktionen greifen bei sogenannten Zwischenaktivitäten wie beispielsweise dem Reisen (Mackie et al., 2001, S. 93). Der Hauptbeitrag DeSerpas zur Zeitallokationstheorie besteht in der expliziten Darstellung von drei Komponenten des Zeitwertes (González, 1997, S. 249; Mackie et al., 2001, S. 93). Die erste Komponente

<sup>4</sup> Oort (1969) und Evans (1972) waren weitere Autoren, die dies aufgriffen.

<sup>5</sup> Der Wert des Grenznutzens der Freizeit ist die Grenzrate der Substitution zwischen Freizeit und Geld, wobei *G* den aggregierten Güterkonsum in Geldeinheiten widerspiegelt. Die Grenzrate der Substitution ist als marginale Zahlungsbereitschaft für eine zusätzliche Minute Freizeit zu interpretieren. Dementsprechend ist der Wert des Grenznutzens der Arbeitszeit die Grenzrate der Substitution zwischen Arbeitszeit und Geld.

<sup>6</sup> Dies geht bereits aus der Arbeit von Oort (1969) hervor. Da sich die Resultate seines Modells allerdings in denen von DeSerpa wiederfinden lassen, DeSerpas Modell aber eine entscheidende Erweiterung aufweist (Mindestdauerrestriktion), wird auf eine nähere Betrachtung des Modells von Oort verzichtet.

(VTR) betrachtet die Zeit als Ressource (*value of time as a resource*). Sie gibt den Wert einer hypothetischen Ausdehnung des gesamten zur Verfügung stehenden Zeitbudgets an. Sie entspricht damit dem Wert, den eine zusätzliche Zeiteinheit für das Individuum hätte. In der zweiten Komponente (VTC) wird die Zeit als Gut betrachtet (*value of time as a commodity*). Sie spiegelt den Wert, den die Zeit bei der Ausübung einer bestimmten Aktivität erzeugt, wider. Schließlich stellt die Differenz aus dem Wert der Zeit als Ressource und dem Wert der Zeit als Gut die dritte Komponente, den Wert der Mindestdauerreduzierung einer Aktivität, dar. Insoweit es sich bei der betreffenden Aktivität um das Reisen handelt, gibt diese Komponente den Wert der Reisezeiteinsparung wieder. Damit wird deutlich, dass es sich bei dem Zeitwert bzw. *value of time (VOT)* aus den vorangegangenen Studien streng genommen um den Wert der Zeiteinsparung bzw. *value of travel time savings (VTS)* handelt (Jiang und Morikawa, 2004, S. 553).<sup>7</sup> Da sich der Wert der Zeit als Gut von Aktivität zu Aktivität unterscheiden kann, können auch unterschiedliche Zeitwerte für z. B. Fahrzeit und Wartezeit mit dieser Theorie begründet werden (Mackie et al., 2001, S. 94). Auch verkehrsmittel- oder wegezweckspezifische Reisezeitwerte sind damit erklärbar.<sup>8</sup> Der Index  $i$  in (3) verdeutlicht, dass es sich hier um den Wert der Zeiteinsparung für eine bestimmte Aktivität  $i$  handelt (Jara-Diaz, 2008, S. 368; Jiang und Morikawa, 2004, S. 553).

$$VOT_i = VTS_i = VTR - VTC_i = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} - \frac{\partial U / \partial T_i}{\partial U / \partial G} \quad (3)$$

Anhand eines Beispiels lässt sich leicht verdeutlichen, woraus sich der Nutzenzuwachs durch eine Reisezeiteinsparung bei einem Individuum ergibt. Angenommen die Reisezeit einer Person reduziere sich um eine Minute. Dann ergibt sich für das Individuum eine in Geldeinheiten bewertete Nutzenerhöhung zum einen dadurch, dass die frei werdende Minute anderweitig genutzt werden kann und zum anderen daraus, dass die (unangenehme) Reisezeit an sich verringert wird.<sup>9</sup> Bei Aktivitäten, bei denen die Mindestdauerrestriktion nicht greift (die also vom Individuum freiwillig länger ausgeführt werden, als durch die Restriktion erforderlich), stimmen der Wert der Zeit als Ressource und der Wert der Zeit als Gut überein (González 1997, S. 250). Folglich ist der Wert der Mindestdauerreduzierung einer solchen Aktivität null (Jara-Diaz, 2008, S. 367).<sup>10</sup> Nach DeSerpa sind diese als Freizeitaktivitäten zu bezeichnen. Auf Grundlage dieses theoretischen Modells lassen sich also negative Reisezeitwerte, wie sie in der Empirie gelegentlich zu beobachten sind, nicht begrün-

<sup>7</sup> Im weiteren Verlauf dieses Beitrages wird zur besseren Lesbarkeit allerdings häufig die Bezeichnung Zeitwert als Kurzform verwendet.

<sup>8</sup> Dazu ist z. B. die Fahrt mit dem Bus als eine andere Aktivität als die Fahrt mit dem Auto zu betrachten.

<sup>9</sup> Damit sich ein positiver Wert der Zeiteinsparung für eine Aktivität ergibt, muss der Wert der Zeit als Gut nicht, wie üblicherweise bei der Aktivität Reisen angenommen, zwingend negativ sein. Ist der Grenznutzen aus der Aktivität positiv, dann fällt der Wert der Zeiteinsparung kleiner aus als der Wert der Zeit als Ressource.

<sup>10</sup> Dies folgt direkt daraus, dass die Dualvariable einer nicht bindenden Mindestdauerrestriktion null ist (González, 1997, S. 250).

den.<sup>11</sup> Die Tatsache, dass aus diesem Modell keine negativen Reisezeitwerte hervorgehen können, liegt darin begründet, dass im Optimum alle Freizeitaktivitäten den gleichen Grenznutzen liefern müssen. Hätte eine Aktivität einen höheren Grenznutzen als eine andere, dann würde das Individuum von sich aus die darin investierte Zeit erhöhen. Im Umkehrschluss würde die Zeit für Aktivitäten, die einen zu geringen Grenznutzen erzeugen, verringert werden. Diese Anpassungen führen im Endeffekt dazu, dass alle Freizeitaktivitäten den gleichen Grenznutzen aufweisen. Dies ist allerdings, wie bereits erwähnt, nur möglich, insoweit keine Mindestdauerrestriktion entgegensteht. Greift diese Restriktion, dann sinkt der Grenznutzen der Aktivität unter den der Freizeitaktivitäten. Bezogen auf ( 3 ) bedeutet das nichts anderes, als dass die Komponente *VTC* nie größer sein kann als *VTR*. Es kann also theoretisch (diesem Modell zufolge) nicht vorkommen, dass durch eine Reduktion der Mindestdauer der Nutzen des Individuums sinkt. Ein empirisch ermittelter negativer Zeitwert würde aber genau dies implizieren.

In der Literatur zur Zeitallokationstheorie werden weitere Bestimmungsgründe des Zeitwertes angeführt (Mackie et al., 2001, S. 94). Dies betrifft unter anderem Themen wie die Variation des Güterkonsums in Abhängigkeit der ausgeübten Aktivitäten sowie die Neuordnung von Aktivitäten, um sie nach einem gewünschten Ablaufplan auszuführen. Letzteres wurde von Small (1982) aufgegriffen. Jara-Diaz (2003) nahm sich der Frage nach dem Zusammenhang von Zeitaufteilung und Güterkonsum an. Er zeigte, dass die zusätzliche Berücksichtigung von Restriktionen, die ein Minimum an bestimmten Gütern für die Ausübung von Aktivitäten erfordern,<sup>12</sup> in einer vierten Komponente des Wertes der Zeiteinsparung resultiert, welche die Variation des Konsums durch das aufgrund der Reisezeiteinsparung erzeugte veränderte Aktivitätsmuster repräsentiert (Jara-Diaz, 2003, S. 15).<sup>13</sup>

In diesem Abschnitt wurden mit der Zeitallokationstheorie die theoretischen Grundlagen der Reisezeitbewertung dargestellt. Die Theorie gibt Aufschluss darüber, was unter dem Wert der Reisezeiteinsparung zu verstehen ist und wie sich dieser zusammensetzt. Einen entscheidenden Beitrag lieferte hier DeSerpa mit seiner Definition der drei Komponenten des Zeitwertes. In einfachen Worten geht daraus hervor, dass Reisezeitreduzierungen für Menschen von Nutzen sind, weil sie erstens in dieser Zeit anderen Aktivitäten nachgehen können und zweitens die womöglich unliebsame Aktivität Reisen an sich kürzer ausfällt. Des Weiteren liefert DeSerpa mit seiner Theorie die Grundlage dafür, dass der Wert der

---

<sup>11</sup> Empirisch ermittelte negative Reisezeitwerte können z. B. aufgrund von mit der Reise verbunden und einen positiven Nutzen generierenden Nebenaktivitäten (z. B. angenehmes Gespräch mit Mitreisenden) erzeugt werden (Hess und Axhausen, 2004, S. 2). Ist der Nutzen aus der Nebenaktivität hinreichend groß, kann dadurch u. U. der Nutzenverlust durch die aufgewendete Zeit für das Reisen überkompensiert werden. Außerdem sind Reisen, die rein aus dem Vergnügen an der Fahrt ausgeführt werden von den hier betrachteten Fahrten zur Erreichung einer bestimmten Destination abzugrenzen.

<sup>12</sup> Diese Restriktionen waren bereits implizit in einem früheren Modell von Evans (1972) enthalten. Jara-Diaz kombinierte quasi die Restriktionen von DeSerpa und Evans in einem Modell (Jara-Diaz, 2003, S. 367; Jiang und Morikawa, 2004, S. 554).

<sup>13</sup> Eine Person könnte z. B. aufgrund dessen, dass sie weniger Zeit im Auto verbringt und dadurch mehr Freizeit hat, auch weniger CDs mit klassischer Musik konsumieren und dafür öfter in die Oper gehen.

Reisezeiteinsparung je nach Verkehrsmittel, Wegezweck oder Komponente der komplexen Reisezeit (z. B. Fahrzeit, Wartezeit) unterschiedlich sein kann. Daraus geht auch deutlich hervor, dass der Reisezeitwert keineswegs dem Lohnsatz entsprechen muss. Er kann aus theoretischer Sicht vielmehr kleiner oder auch größer als der Lohnsatz sein (Small, 2012, S. 4).<sup>14</sup> Negative Zeitwerte sind mit der Zeitallokationstheorie nicht vereinbar (González, 1997, S. 257).

### 3. Modellierung diskreter Entscheidungen

Über die Beobachtung diskreter Entscheidungen in Bezug auf Reisezeit und Kosten kann der Reisezeitwert ermittelt werden. Ein einfaches Beispiel hierfür ist die Entscheidung zwischen einer schnellen (Reisezeit: 5 Minuten) und teuren (Preis: 2 €) Alternative und einer langsamen (Reisezeit: 10 Minuten), dafür aber billigeren (Preis: 1 €) Alternative für eine Reise von A nach B. Aus dem Verhältnis von Kosten- zu Zeitdifferenz (0,2 €/Minute bzw. 12 €/h) und der von einer Person getroffenen Entscheidung für eine der beiden Alternativen lässt sich eine Aussage über deren Zeitwert ableiten. Angenommen sie hätte die schnellere Alternative gewählt. So wäre dies ein Beleg dafür, dass die Person einer Zeiteinsparung von einer Minute einen Wert von mindestens 0,2 € beimisst. Der Zeitwert von 12 €/h würde damit eine untere Grenze des subjektiven Zeitwertes darstellen. Aus einer Vielzahl derartiger Entscheidungen lässt sich auf den Zeitwert der Person schließen. Zusätzlich sollte natürlich für weitere Einflüsse, in denen sich die beiden Alternativen unterscheiden, kontrolliert werden. Hierfür hat sich der Einsatz von diskreten Wahlmodellen („Discrete Choice Models“) etabliert.<sup>15</sup> In den folgenden drei Abschnitten werden die Grundzüge dieser Modelle vorgestellt, die Ermittlung des Zeitwertes erläutert und die Verbindung zur Zeitallokationstheorie hergestellt.

#### 3.1 Grundzüge diskreter Wahlmodelle

In diesem Abschnitt werden die Grundzüge der Modellierung diskreter Entscheidungen erläutert. Die Ausführungen hierzu fußen vorwiegend auf Train (2009) sowie Ben-Akiva und Lerman (1994). Kernelement diskreter Wahlmodelle ist das Nutzenmaximierungskalkül. Es wird unterstellt, dass eine Person  $n$  aus einer Menge von zur Verfügung stehenden Alternativen genau die Alternative  $i$  auswählt, die den höchsten Nutzen  $U_{ni}$  stiftet. Ein weiterer zentraler Aspekt dieser Modelle ist die Aufteilung des Nutzens  $U_{ni}$  in eine deterministische Komponente  $V_{ni}$  und eine stochastische Komponente  $\varepsilon_{ni}$ .

---

<sup>14</sup> Dies hängt von dem Grenznutzen der Arbeitszeit und der Reisezeit ab. Wird unterstellt, dass beide Grenznutzen negativ sind, so würde ein Zeitwert unterhalb des Lohnsatzes bedeuten, dass für die Menschen das Grenzleid der Arbeit größer ist als das des Reisens. Diese Aussage kann mit Hilfe von Gleichung ( 2 ) und ( 3 ) leicht nachvollzogen werden.

<sup>15</sup> Die Ermittlung von Reisezeitwerten stellt nur eines von vielen Anwendungsfeldern diskreter Wahlmodelle dar. Für einen Überblick zur Geschichte dieser Modelle siehe McFadden (2001).

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (4)$$

Die deterministische Komponente enthält alle berücksichtigten Einflüsse auf die Entscheidung des Individuums, während die stochastische Komponente alle nicht berücksichtigten Elemente enthält. Die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative ( $P_{ni}$ ) lässt sich demnach wie folgt ermitteln:

$$P_{ni} = \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj}, \forall j \neq i) \quad (5)$$

$$P_{ni} = \text{Prob}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}, \forall j \neq i)$$

Die konkrete Art des Modells hängt letztlich von der Verteilungsannahme für die Zufallsnutzenkomponente ab. Bei einer Normalverteilung ergibt sich das Probit- und bei einer Gumbelverteilung (Extremwertverteilung Typ I) das bekannte Logit-Modell, wobei es weitere Ausprägungen wie z. B. Nested oder Mixed Logit-Modelle gibt (Train, 2009).

Die deterministische Nutzenkomponente ist eine Funktion der Attribute  $X_{ni}$  der Alternative und der Eigenschaften  $S_n$  des Individuums:<sup>16</sup>

$$V_{ni} = f(X_{ni}, S_n) \quad (6)$$

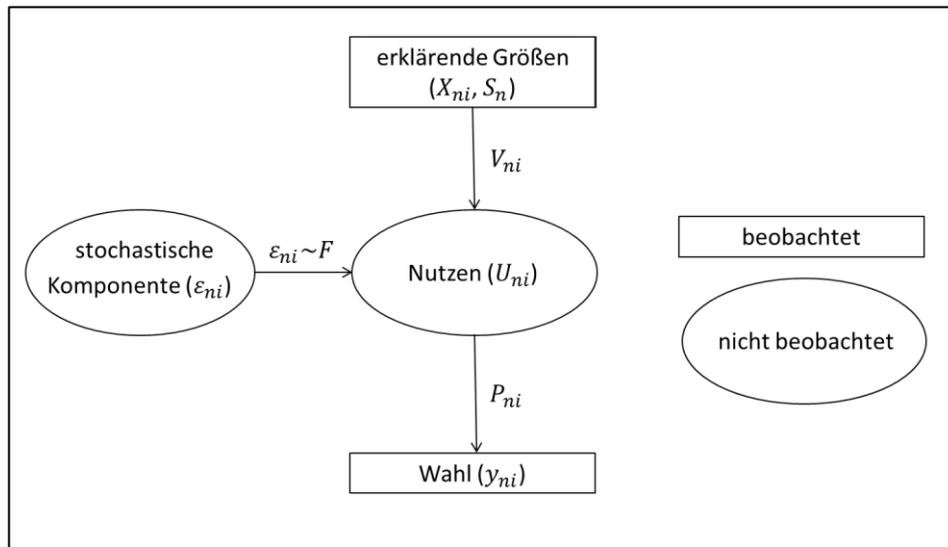
Eine einfache lineare deterministische Nutzenfunktion mit  $K$  verschiedenen Attributen ist in (7) dargestellt. Der Summand  $ASC_i$  wird als alternativenspezifische Konstante (*alternative-specific constant*) bezeichnet. Diese bildet den durchschnittlichen Effekt auf den Nutzen aller vom Modell unberücksichtigten Einflüsse ab (Train, 2009, S. 20).

$$V_{ni} = ASC_i + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kni} \quad (7)$$

Gesucht ist letztlich der Parametervektor  $\beta$ , der die zugehörige Log-Likelihood-Funktion maximiert (Train, 2009, S. 61). Die nachfolgende Abbildung stellt die Modellierung diskreter Entscheidung schematisch dar.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Die Attribute der Alternative können von den Eigenschaften des Individuums abhängen. Beispielsweise hängt die Fahrzeit mit dem Fahrrad von der physischen Verfassung der betreffenden Person ab.

<sup>17</sup>  $F$  stellt hierbei eine beliebige Verteilungsannahme (Verteilungsfunktion) dar.

**Abbildung 1: Modellierung diskreter Entscheidungen**

Quelle: eigene Darstellung.

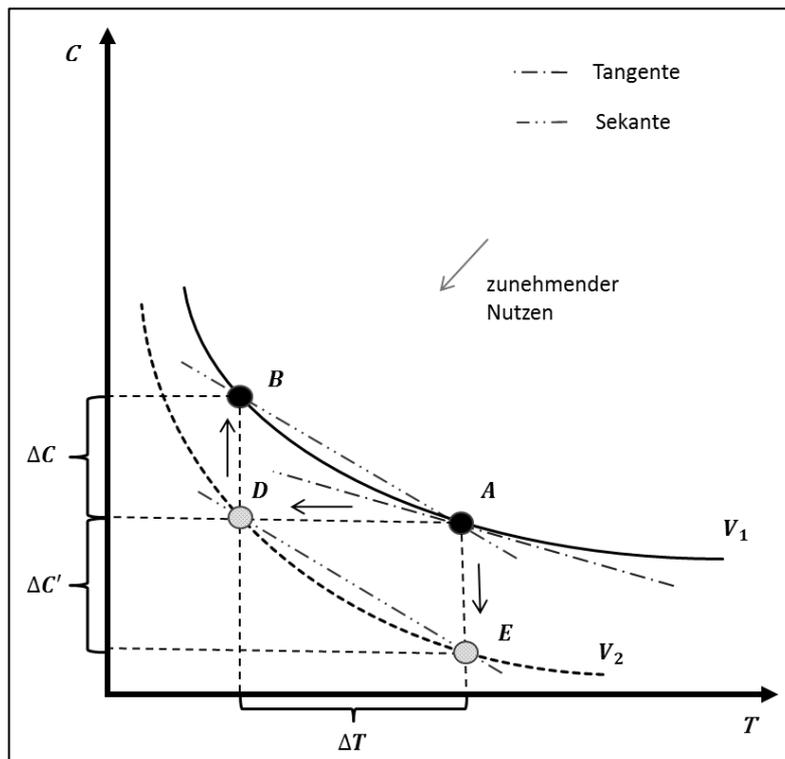
An dieser Stelle soll noch ein für die Zeitwertermittlung wichtiger Aspekt diskreter Wahlmodelle erwähnt werden. Die Skalierung des Nutzens ist grundsätzlich frei wählbar (Train, 2009, S. 23-25). Üblicherweise erfolgt die Skalierung des Nutzens durch die Normalisierung der Varianz der stochastischen Nutzenkomponente. Die Konsequenz daraus ist, dass Parameter von Modellen mit unterschiedlicher Varianz der Zufallsnutzenkomponente nicht unmittelbar vergleichbar sind. Des Weiteren ist Vorsicht beim Vergleich von Modellergebnissen auf Basis unterschiedlicher Datensätze geboten, da der unbeobachtete Nutzenanteil in verschiedenen Datensätzen eine unterschiedliche Varianz aufweisen kann. Allerdings hat die Skalierung, und das ist entscheidend für die Ermittlung von Reisezeitwerten, keinen Einfluss auf die Quotienten zweier Parameter. Diese können somit über unterschiedliche Modelle und Datensätze hinweg verglichen werden.

### 3.2 Ermittlung des Zeitwertes

Der Zeitwert ist letztendlich nichts anderes als das Austauschverhältnis zwischen Zeit ( $T$ ) und Kosten ( $C$ ). Für eine gegebene Zeitänderung ist genau die korrespondierende Kostenänderung zu bestimmen, die das Individuum auf dem gleichen Nutzenniveau wie zuvor belässt. Dies entspricht der kompensatorischen Variation (CV) (Boardman et al., 2006,

S. 64-69).<sup>18</sup> Alternativ könnte auch die äquivalente Variation (EV) herangezogen werden. Hierfür müsste die Kostenänderung bestimmt werden, die das Individuum bereits im Vorherigen auf das Nutzenniveau nach der Zeitänderung hebt. In Abbildung 2 ist dies grafisch anhand einer Zeiteinsparung dargestellt.

**Abbildung 2: Tangenten- und Sekantenzeitwert**



Quelle: eigene Darstellung.

Der negative Anstieg der durch die Punkte  $A$  und  $B$  verlaufenden Sekante entspricht dem Zeitwert nach der Definition der kompensatorischen Variation, da das ursprüngliche Nutzenniveau  $V_1$  beibehalten wird. Der Zeitwert nach der äquivalenten Variation hingegen gleicht dem Betrag des Anstieges der durch die Punkte  $D$  und  $E$  verlaufenden Gerade auf

<sup>18</sup> Prinzipiell wird bei der kompensatorischen Variation das Einkommen angepasst. Die Einkommensänderung entspricht allerdings betragsmäßig genau der Kostenänderung. Aus dem in Abschnitt vier vorgestellten Modell geht zudem hervor, dass der geschätzte Kostenkoeffizient betragsmäßig dem Grenznutzen des Einkommens entspricht.

dem neuen Nutzenniveau  $V_2$ . Ausgehend von Abbildung 2 lassen sich die beiden Varianten des Sekantenzeitwertes (durchschnittlicher Zeitwert) nach ( 8 ) und ( 9 ) ermitteln.

$$VOT_{CV} = -\frac{\Delta C}{\Delta T} \quad (8)$$

$$VOT_{EV} = -\frac{\Delta C'}{\Delta T} \quad (9)$$

Im Falle, dass wie in diesem Beispiel der Nutzen durch eine Zeiteinsparung steigt, handelt es sich bei der kompensatorischen Variation um die Zahlungsbereitschaft (Willingness-to-Pay) für die Realisierung der Zeiteinsparung und bei der äquivalenten Variation um die Akzeptanzbereitschaft (Willingness-to-Accept) für die Nichtrealisierung (Ahlheim und Buchholz, 2000, S. 256).<sup>19</sup>

Wird hingegen eine Marginalbetrachtung durchgeführt, so entspricht der Zeitwert dem negativen Anstieg der Tangente am Punkt A. Dieser Zeitwert kann deshalb als Tangentenzeitwert (marginaler Zeitwert) bezeichnet werden. Der zugehörige formale Ausdruck ist in ( 10 ) ersichtlich.<sup>20</sup>

$$VOT_{Marginal} = -\frac{dC}{dT} = \frac{\partial V / \partial T}{\partial V / \partial C} \quad (10)$$

Beide Sekantenzeitwerte und der Tangentenzeitwert stimmen überein, wenn die Nutzenfunktion linear ist. Der Zeitwert entspricht in diesem Fall lediglich dem Quotienten aus Reisezeit- und Reisekostenkoeffizient.<sup>21</sup> Da in der praktischen Modellierung üblicherweise lineare Funktionen unterstellt werden, erfolgt die hier aufgeführte Unterscheidung zwischen den verschiedenen Varianten der Zeitermittlung in der Regel nicht.<sup>22</sup> Üblicherweise wird in der Literatur der Tangentenzeitwert verwendet. Über diesen lässt sich auch direkt die Verbindung zwischen den diskreten Wahlmodellen und der Zeitallokationstheorie her-

<sup>19</sup> Die Darstellung der Größenordnungen beider Maße ist in Abbildung 1 beliebig gewählt und hängt letztlich von der unterstellten Nutzenfunktion und damit vom Verlauf der Indifferenzkurven ab. Es soll lediglich verdeutlicht werden, dass beide Maße nicht generell übereinstimmen müssen. Ursachen hierfür sind in Ahlheim und Buchholz (2000) aufgeführt. Neben dem Einfluss der Art der Präferenzen spielen auch psychologische Aspekte wie z. B. die stärkere Wertung von Verlusten im Vergleich zu Gewinnen eine Rolle (Kahneman und Tversky, 1979). Aus klassisch mikroökonomischer Perspektive stimmen die beiden Maße (mit der Konsumentenrente bzw. deren Änderung) überein, wenn keine Einkommenseffekte existieren (Mas-Colell et al., 1995, S. 83). Empirische Ergebnisse zeigen im Regelfall, dass bei einem Gewinner die EV größer ist als die CV.

<sup>20</sup> Die hier dargestellte Grenzrate der Substitution zwischen Zeit und Kosten kann sowohl als marginale maximale Zahlungsbereitschaft als auch als marginale minimale Kompensationsforderung interpretiert werden (Dascher, 2013, S. 137-141).

<sup>21</sup> Wie in Abschnitt 3.1 erläutert, ist dieser Quotient unabhängig von der Skalierung des Nutzens.

<sup>22</sup> Die verschiedenen Formulierungen können jedoch, wenn auch nicht explizit so bezeichnet, in der Literatur gefunden werden. Axhausen et al. (2006) beispielsweise verwenden wie viele andere auch den marginalen Zeitwert. In den Arbeiten von Li und Hultkrantz (2004, S. 2) oder auch Cantillo et al. (2006, S. 817) lässt sich der durchschnittliche Zeitwert finden.

stellen und zeigen, dass die Interpretation des aus dem diskreten Wahlmodell hervorgehenden Zeitwertes, von der zugrunde gelegten Theorie abhängt.

#### 4. Verbindung von Zeitallokationstheorie und empirischer Methodik zur Ermittlung von Reisezeitwerten

Die Verbindung zwischen der Zeitallokationstheorie und den diskreten Wahlmodellen besteht in der bedingten indirekten Nutzenfunktion. Diese Funktion enthält die Lösung des Optimierungsproblems des Individuums. Sie liefert damit den maximal erzielbaren Nutzen bei gegebenen Ausgangswerten unter Berücksichtigung der Nebenbedingungen (Varian, 1994, S. 100). Insoweit sich die indirekte Nutzenfunktion auf eine bestimmte Alternative eines Entscheidungsproblems bezieht – also unter der Bedingung gilt, dass genau diese Alternative ausgewählt wurde, ist sie zusätzlich bedingt. Beispielsweise kann es bedingte indirekte Nutzenfunktionen für unterschiedliche Verkehrsmittel geben. Diese bedingten indirekten Nutzenfunktionen entsprechen den deterministischen Nutzenfunktionen in den diskreten Wahlmodellen (Jara-Diaz, 2008, S. 370). Zum Zwecke der Schätzung werden in der Regel lineare Approximationen dieser Funktionen verwendet.

Die Verbindung über die indirekte Nutzenfunktion liefert letztlich auch die Antwort darauf, warum z. B. Attribute wie Kosten, Zeit oder gar Lohnsätze, die üblicherweise Bestandteil von Restriktionen, nicht aber der Nutzenfunktion selbst sind, in der deterministischen Nutzenfunktion des empirischen Modells vorkommen können (González, 1997, S. 246; Train 2009, S. 53). Ein weiterer interessanter Aspekt ist, dass der Nutzen, der für die einzelnen Alternativen im diskreten Wahlmodell ermittelt wird, immer der maximal erzielbare Nutzen ist, wenn genau diese Alternative gewählt wird.

Bei der Interpretation des empirisch ermittelten Zeitwertes sollte der theoretische Hintergrund der Zeitallokationstheorie beachtet werden. Denn je nach zugrundeliegender Theorie unterscheiden sich die Spezifikation des empirischen Modells und die Interpretation des aus dem diskreten Wahlmodell ermittelten Zeitwertes (Jara-Diaz, 2008, S. 364). Auf Grundlage des Modells von Becker (1965) könnte beispielsweise die Verwendung von alternativen-spezifischen Parametern für die Reisezeit nicht begründet werden. Mit dem Modell von DeSerpa (1971) ist dies allerdings möglich. Ebenso wäre mit der Theorie von Becker ein aus dem diskreten Wahlmodell hervorgehender Zeitwert, der deutlich vom Lohnniveau abweicht, nicht erklärbar. Das DeSerpa-Modell liefert hierfür wiederum eine Erklärung.

Nachfolgend werden zwei Aspekte anhand eines Beispiels beleuchtet:

- (1) Die Herleitung der deterministischen Nutzenfunktion aus einem Nutzenmaximierungsproblem.
- (2) Der Einfluss des zugrundeliegenden Zeitallokationsmodells auf die Interpretation des empirisch ermittelten Reisezeitwertes.

Basierend auf den Modellen von Gonzales (1997, S. 258-259) und Bates (1987, S. 493-494) sei angenommen, ein Individuum habe eine Nutzenfunktion, die von den Attributen aggregierter Güterkonsum  $G$ , Freizeit  $L$  und Reisezeit  $T$  abhängt. Der Nutzen  $U$  wird unter Beachtung dreier Nebenbedingungen maximiert:

- (1) *Budgetrestriktion*: Dem Individuum steht ein Einkommen  $Y$  zur Verfügung, welches auf den Güterkonsum und die Reisekosten  $C$  aufgeteilt wird. Die zur Restriktion gehörige Dualvariable  $\lambda$  gibt den Grenznutzen des Einkommens an.
- (2) *Gesamtzeitrestriktion*: Das Individuum hat eine Zeit von  $T_0$  zur Verfügung, die es auf Freizeit  $L$  und Reisezeit  $T$  verteilen kann. Der Multiplikator  $\mu$  liefert den Grenznutzen der Erhöhung der gesamten zur Verfügung stehenden Zeit.
- (3) *Mindestdauerrestriktion*: Das Individuum benötigt zum Reisen eine gewisse Mindestdauer  $\bar{T}$ . Es ist hier nicht näher spezifiziert, woraus sich  $\bar{T}$  ergibt. Beispielsweise kann die Mindestreisezeit eine Funktion der Reisekosten  $C$  sein (Bates, 1987, S. 493). Eine Reduzierung dieser Mindestreisedauer um eine marginale Einheit stiftet einen Grenznutzen von  $\psi$ . Insoweit  $T > \bar{T}$  ist, nimmt die Dualvariable  $\psi$  den Wert null an (Bates, 1987, S. 494).

Die Arbeitszeit und damit auch das zur Verfügung stehende Einkommen werden in diesem Modell als vom Individuum nicht beeinflussbar angenommen.<sup>23</sup>

$$\begin{aligned}
 & \max_{G,L,T} U(G, L, T) && (11) \\
 \text{s. t. } & Y \geq G + C && [\lambda] \\
 & T_0 \geq L + T && [\mu] \\
 & T \geq \bar{T} && [\psi] \\
 & G, L, T \geq 0
 \end{aligned}$$

Ausgehend vom Nutzenmaximierungsproblem ( 11 ) ergeben sich die nachfolgend dargestellten Bedingungen erster Ordnung.

<sup>23</sup> In Anbetracht dessen, dass die Menschen zumindest in der kurzen Frist oft eine bestimmte Wochenarbeitszeit für eine festgesetzte Entlohnung arbeiten, ist dies eine plausible Annahme. Gonzalez (1997, S. 258) bezeichnet die Annahme einer völlig flexiblen Arbeitszeit gar als unrealistisch.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial U}{\partial G} &= \lambda & (12) \\
\frac{\partial U}{\partial L} &= \mu \\
\frac{\partial U}{\partial T} &= \mu - \psi \\
Y - G - C &= 0 \\
T_0 - L - T &= 0 \\
T - \bar{T} &\geq 0
\end{aligned}$$

Wird die direkte Nutzenfunktion ( $U$ ), wie in ( 13 ) dargestellt, im Optimum linear approximiert und darin die partiellen Ableitungen sowie  $G$  und  $L$  durch die Werte aus ( 12 ) ersetzt, ergibt sich die indirekte Nutzenfunktion ( $U^*$ ) ( 14 ).<sup>24</sup>

$$\begin{aligned}
U &\approx a + \left(\frac{\partial U}{\partial G}\right)G + \left(\frac{\partial U}{\partial L}\right)L + \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)T & (13) \\
U^* &\approx a + \lambda(Y - C) + \mu(T_0 - T) + (\mu - \psi)T & (14) \\
U^* &\approx a + \lambda(Y - C) + \mu T_0 - \psi T
\end{aligned}$$

Wird nun angenommen, es gäbe verschiedene Verkehrsmittel, aus denen genau eines ausgewählt werden muss, dann ergeben sich für das Nutzenmaximierungsproblem folgende Anpassungen:

- (1) Jedes Verkehrsmittel würde gesonderte Reisezeiten und Reisekosten aufweisen. Es wäre also jeweils  $T$  durch  $T_i$  und  $C$  durch  $C_i$  zu ersetzen, wobei der Index  $i$  für das jeweilige Verkehrsmittel steht.
- (2) Die Mindestreisedauer wäre von Verkehrsmittel zu Verkehrsmittel unterschiedlich. Damit wäre  $\bar{T}$  jeweils durch  $\bar{T}_i$  und  $\psi$  durch  $\psi_i$  zu ersetzen.

Unter Einbeziehung dieser beiden Anpassungen ergibt sich an Stelle von ( 14 ) Gleichung ( 15 ).<sup>25</sup> Werden nun noch die Terme, die nicht über die Alternativen variieren, eliminiert, ergeben sich die in ( 16 ) dargestellten bedingten indirekten Nutzenfunktionen.

$$U_i^* \approx a + \lambda(Y - C_i) + \mu T_0 - \psi_i T_i \quad (15)$$

$$V_i \approx -\lambda C_i - \psi_i T_i \quad (16)$$

Der Zeitwert kann in diskreten Wahlmodellen, wie zu ( 10 ) bereits erläutert, folgendermaßen ermittelt werden:

<sup>24</sup> Siehe González (1997, S. 258-259) oder auch Bates (1987, S. 493-494) für diese Vorgehensweise.

<sup>25</sup> Eine allgemeine Formulierung, in der von Beginn an alle Alternativen enthalten sind, ist z. B. in González (1997, S. 258-259) zu finden. Hier wurde zum Zwecke einer möglichst leicht erfassbaren Darstellung auf eine komplexere Modellformulierung verzichtet.

$$VOT_i = \frac{\partial V_i / \partial T_i}{\partial V_i / \partial C_i} = \frac{\psi_i}{\lambda} = VTS_i \quad (17)$$

Aus Gleichung ( 17 ) ist leicht zu erkennen, dass es sich bei dem hier ermittelten Zeitwert konkret um den Wert der Zeiteinsparung handelt. Er ist der Quotient aus dem Multiplikator der Mindestdauerrestriktion und der Budgetrestriktion. Es wird also der Grenznutzen einer Reduzierung der Mindestreisedauer durch den Grenznutzen des Einkommens dividiert.<sup>26</sup> Dementsprechend ist der Quotient der Wert der Mindestreisedauerreduzierung.

Mit Hilfe der Bedingungen erster Ordnung aus ( 12 ) lässt sich weiterhin zeigen, aus welchen Komponenten dieser Zeitwert zusammengesetzt ist. Durch Einsetzen und umstellen ergibt sich ( 19 ). Wird zusätzlich berücksichtigt, dass der Multiplikator und die Reisezeit alternativenspezifisch sind, ergibt sich schließlich Ausdruck ( 20 ).

$$\psi = \mu - \frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial L} - \frac{\partial U}{\partial T} \quad (18)$$

$$\frac{\psi}{\lambda} = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} - \frac{\partial U / \partial T}{\partial U / \partial G} \quad (19)$$

$$\frac{\psi_i}{\lambda} = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} - \frac{\partial U / \partial T_i}{\partial U / \partial G} \quad (20)$$

Dies entspricht exakt der bereits in den Ausführungen zum Modell von DeSerpa gezeigten Differenz aus dem Wert der Zeit als Ressource und dem Wert der Zeit als Gut in Gleichung ( 3 ).

Die beiden Komponenten auf der rechten Seite der Gleichung ( 20 ) sind eher theoretischer Natur, die für die Interpretation des empirisch ermittelten Zeitwertes von Bedeutung sind. Bates (1987, S. 497) merkte hierzu an, dass es fraglich sei, ob diese Komponenten je separat geschätzt werden können. Jedoch zeigen Jara-Diaz und Guevara (2003) sowie Jara-Diaz et al. (2008), dass dies möglich ist.<sup>27</sup> Für die Reisezeitbewertung ist allerdings der Wert der Zeiteinsparung als Ganzes von Interesse, weshalb auf die Schätzung der einzelnen Komponenten in diesem Beitrag nicht näher eingegangen wird.

<sup>26</sup> Hieraus geht hervor, dass der Grenznutzen des Einkommens über die Kostenvariable bestimmt wird.

<sup>27</sup> Sie betrachten in einem Modellierungsansatz die Zeitaufwände verschiedener Aktivitäten und die Verkehrsmittelwahl (Jara-Diaz und Guevara, 2003, S. 37).

## 5. Empirisch ermittelte Reisezeitwerte

In den vergangenen Jahrzehnten wurden weltweit zahlreiche Zeitwertstudien durchgeführt. Heraus sticht dabei die große Anzahl britischer Studien.<sup>28</sup> Für Deutschland sind hingegen nur wenige Beiträge zu Reisezeitwerten zu finden. Neben zahlreichen internationalen Zeitwertstudien existieren auch bereits verschiedene Literaturanalysen (z. B. Hensher, 2011, Small 2012 oder Small und Verhoef 2007). Verschiedene Autoren haben hierbei sogenannte Meta-Analysen durchgeführt (z. B. Abrantes und Wardman, 2011; Shires und de Jong, 2009; Zamparini und Reggiani, 2007). Bezugnehmend auf die erwähnten Literaturanalysen werden nachfolgend die wichtigsten Erkenntnisse aus der empirischen Literatur zusammengefasst.

Die Spanne der aus den Studien hervorgehenden Reisezeitwerte ist sehr groß. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, hängt doch der Zeitwert von verschiedenen Faktoren wie dem Reisezweck (z. B. Pendel- oder Freizeitfahrt), dem Verkehrsmittel und vielen weiteren ab. Auch die Einkommensdifferenzen zwischen den Ländern führen zu Unterschieden beim Zeitwert. Die Betrachtung der absoluten Zahlen liefert demnach nur begrenzt Aufschluss. Dennoch sollen nachfolgend einige wenige Werte aufgeführt werden, um einen Eindruck der Bandbreite zu vermitteln. Axhausen et al. (2006, S. 2) beispielsweise weisen in ihrer Literaturanalyse Zeitwerte zwischen 3,70 €/h (Schweden, sonstige Wege, 1994) und 20,50 €/h (Schweiz, Pendlerwege, 1998) auf.<sup>29</sup> In der Studie selbst werden Zeitwerte von bis zu 24,50 €/h geschätzt (Axhausen et al., 2006, S. 15).<sup>30</sup> Die von Shires und de Jong (2009, S. 323) auf Basis ihrer Regressionsergebnisse *berechneten* Zeitwerte für verschiedene EU-Länder und Verkehrsmittel (PKW, Bus und Zug) liegen in einem Bereich von 3,25 €/h (Litauen, sonstige Wegezwecke) bis 15,85 €/h (Luxemburg, Pendelwege).<sup>31</sup>

Ein Dokument, dem Reisezeitwerte für Deutschland entnommen werden können, ist z. B. die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik für den Bundesverkehrswegeplan. Demnach wird im BVWP für den nicht-gewerblichen Personenverkehr ein nicht weiter differen-

---

<sup>28</sup> Dies ist deutlich zu erkennen, wenn die Anzahl der aufgeführten Studien in der Literaturanalyse von Shires und de Jong (2009, S. 324-325) betrachtet wird. Abrantes und Wardman (2011, S. 15) haben ihre Meta-Analyse der Literatur zum Reisezeitwert gar ausschließlich auf 226 britische Studien gestützt und damit nach ihrem Dafürhalten die bis dahin umfassendste Meta-Analyse zum Reisezeitwert durchgeführt.

<sup>29</sup> Die Angaben beziehen sich auf das Preisniveau im Erhebungsjahr und wurden zum Kurs von 1,22 CHF/€ aus den in Axhausen et al. (2006, S. 2) aufgeführten Werten von Franken in Euro umgerechnet. In Preisen von 2012 ergibt sich für die Schweiz ein Wert von 27,40 €/h. Die Werte wurden auf Basis des harmonisierten Verbraucherpreisindex für den Euroraum ermittelt (Eurostat 2013). Eine ausführlichere Darstellung der in Axhausen et al. (2006) zitierten Studien ist in König et al. (2004, S. 25-36) zu finden.

<sup>30</sup> In Preisen von 2003. In Preisen von 2012 entspricht dies einem Wert von 29,50 €/h.

<sup>31</sup> In Preisen von 2003. In Preisen von 2012 sind die entsprechenden Werte 3,95 €/h bzw. 19,15 €/h. Die Werte wurden auf Basis des harmonisierten Verbraucherpreisindex für den Euroraum ermittelt (Eurostat 2013).

zierter Zeitwert von 5,47 €/h,<sup>32</sup> der zudem für den Straßenverkehr auf Grund einer unterstellten Zeitschwelle um 30 % auf 3,83 €/h reduziert ist, angesetzt (Birn et al., 2005, S. 73).<sup>33</sup> Der im BVWP angesetzte Zeitwert liegt damit an der unteren Grenze der oben dargestellten Bandbreite für Reisezeitwerte.<sup>34</sup> Derzeit findet eine Überarbeitung des Zeitkostensatzes für den BVWP 2015 statt.

Interessant ist es, den Zeitwert als Anteil des im jeweiligen Land vorherrschenden Bruttolohnsatzes zu betrachten.<sup>35</sup> Es hat sich herauskristallisiert, dass der Zeitwert für Pendelwege bei rund 50 % des Lohnsatzes liegt (Small 2012, S. 5; Small und Verhoef, 2007, S. 52-53). Auf Deutschland bezogen ergäbe sich damit ein Zeitwert von rund 11,30 €/h.<sup>36</sup> Streng genommen ist die Darstellung des Zeitwertes als Anteil des Lohnsatzes aber lediglich eine Approximation, denn wie aus der Empirie hervorgeht, wächst der Zeitwert lediglich unterproportional mit dem Einkommen (Small und Verhoef, 2007, S. 52). Die Abhängigkeit des Zeitwertes vom Einkommen und weiterer Einflussfaktoren wird in den Abschnitten 5.1 bis 5.6 erläutert. In Abschnitt 5.7. wird die Übertragung der empirisch ermittelten Reisezeitwerte in Bewertungsverfahren wie die Kosten-Nutzen-Analyse diskutiert.

---

<sup>32</sup> Die Methodik, nach der dieser Wert ermittelt wurde, geht nicht unmittelbar aus der Bewertungsmethodik des BVWP 2003 hervor. Es wird jedoch auf die Methodik im BVWP von 1992 verwiesen (Birn et al., 2005, S. 73). Dort lässt sich dazu jedoch nur eine knappe Ausführung und ein Verweis auf Willeke und Paulußen (1991) finden (Planco Consulting, 1993, S. 30-31). Aufschlussreicher sind die Ausführungen in dem Bericht von Willeke und Paulußen (1991, S. 80-81). Demnach wurde, basierend auf internationalen Erfahrungswerten, für die Freizeit ein Wert in Höhe von 50 % des Bruttolohnes angesetzt. Dieser Wert wurde zusätzlich mit dem Anteil der Erwerbstätigen an der Gesamtbevölkerung multipliziert und damit implizit der Zeitwert der Nichterwerbstätigen auf null gesetzt. Wie bereits Willeke und Paulußen (1991, S. 86-87) kritisierten, ist dieses Vorgehen vor dem Hintergrund, dass auch nichterwerbstätige Personen ihrer Freizeit einen Wert zumessen, problematisch. Der im BVWP angesetzte Zeitwert fällt damit offensichtlich zu niedrig aus. Aus Willeke und Paulußen (1991, S. 80) geht zudem hervor, dass diese Verfahrensweise bereits im BVWP von 1985 Anwendung fand.

<sup>33</sup> Weitere Werte für Deutschland lassen sich in den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS 1997) finden (Zeitwert für Bewertungsverfahren). Etwas ältere empirische Studien, aus denen Zeitwerte für Deutschland hervorgehen, stammen von Mandel et. al. (1994, 1997). Obermeyer et al. (2013) haben kürzlich eine Studie zu Zeitwerten von Pendlern im Einzugsgebiet einer deutschen Großstadt veröffentlicht. Sie weisen Werte von 9 bis 13 €/h im motorisierten Verkehr aus. Evangelinos und Schütze (2013, S. 60) haben für Pendelfahrten in Mitteldeutschland einen Zeitwert von 13,41 €/h ermittelt.

<sup>34</sup> Zu beachten ist, dass es sich hierbei um einen Zeitwert für ein Bewertungsverfahren handelt und nicht um das Ergebnis einer empirischen Untersuchung.

<sup>35</sup> Waters (1996, S. 215) weist darauf hin, dass eigentlich der Nettolohnsatz relevant für die Untersuchung des Konsumentenverhaltens wäre. Allerdings wird in der Praxis der Bruttolohnsatz verwendet, da dieser einfacher verfügbar ist.

<sup>36</sup> Für die Berechnung wurde ein Bruttoverdienst von 3391 €/Monat (Statistisches Bundesamt, 2013) bei 150 Arbeitsstunden angesetzt.

### 5.1 Reisezeitwert und Einkommen

Aus verschiedenen Literaturanalysen ergibt sich, dass die Einkommenselastizität des Zeitwertes für Querschnitts- und Zeitreihendaten unterschiedlich ausfällt.<sup>37</sup> Für Querschnittsdaten (unterschiedliche Länder) ist eine Elastizität von rund 0,5 beobachtbar (Small 2012, S. 5). Shires und de Jong (2009, S. 323) z. B. ermitteln in ihrer Meta-Analyse Einkommenselastizitäten von 0,7 für Pendelfahrten und 0,5 für sonstige Wege. Trotz der Panelstruktur ihrer Daten betonen Shires und de Jong (2009, S. 320), dass die ermittelte Elastizität maßgeblich auf die querschnittsbedingte Variation zurückzuführen ist. Empirische Belege speziell für die intertemporale Einkommenselastizität sind nur begrenzt vorhanden. Die Meta-Analyse von Abrantes und Wardman (2011, S. 15) ist eine der wenigen Arbeiten, der sich hierzu fundierte Aussagen entnehmen lassen. Die von ihnen ermittelte Elastizität ist mit einem Wert von 0,9 deutlich höher als die oben aufgeführten Einkommenselastizitäten. Dieses Ergebnis liefert eine Rechtfertigung für die Anhebung des Zeitwertes bei steigendem Einkommen über die Zeit. Allerdings steht dieses Ergebnis in Widerspruch zu Untersuchungen für verschiedene Jahre in ein und demselben Land, bei denen nur ein geringes oder gar kein Wachstum des Zeitwertes mit dem Einkommen festgestellt wurde (Abrantes und Wardman, 2011, S. 15).

Außerdem gibt es Ergebnisse zur Variation der Einkommenselastizität selbst. Abrantes und Wardman (2011, S. 10) haben festgestellt, dass diese über die Zeit hinweg stabil ist. Börjesson et al. (2012, S. 376) schlussfolgern, dass die Einkommenselastizität vom Einkommen selbst abhängt und mit diesem steigt. Dies ist konsistent mit der Beobachtung, dass Einkommenselastizitäten aus früheren Studien geringer ausfallen als in aktuelleren (Börjesson et al., 2012, S. 377).<sup>38</sup> Small (2012, S. 5) merkt dazu an, dass dies bei Bestätigung durch weitere Studien entscheidenden Einfluss auf die Verteilung der Kosten und Nutzen von Politikmaßnahmen hätte.

### 5.2 Reisezeitwert nach Fahrtzweck

Aus der Meta-Analyse von Abrantes und Wardman (2011, S. 11) geht hervor, dass Pendelfahrten einen um 12 % höheren Wert der Reisezeiteinsparung als Freizeitwege aufweisen. Dies wurde durch eine Analyse von Studien, die Zeitwerte für verschiedene Wegezwecke ausweisen, bestätigt. Hierbei ergab sich im Mittel für Pendelfahrten ein um 10 % höherer Zeitwert als für Freizeitfahrten (Abrantes und Wardman, 2011, S. 11).<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> Das Einkommen wird beim Vergleich mehrerer Länder oder Zeitpunkte üblicherweise als Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf definiert.

<sup>38</sup> Das Einkommen ist über die Zeit hinweg gestiegen.

<sup>39</sup> Die angegebenen Werte gelten im Mittel. Beispielsweise zeigen Ergebnisse aus der schwedischen Zeitwertstudie einen um 30 % höheren Wert bei Pendelfahrten im Vergleich zu sonstigen privaten Fahrten (Börjesson und Eliasson, 2014, S. 154).

Zhang et al. (2004, S. 20) plädieren allerdings dafür keinen Unterschied zwischen den Zeitwerten nach Wegezweck zu treffen.<sup>40</sup>

### 5.3 Reisezeitwert bei Stau und zu Spitzenlastzeiten

Aus der Literatur geht hervor, dass zu Spitzenlastzeiten und bei Stau höhere Reisezeitwerte zu verzeichnen sind. Nach Abrantes und Wardman (2011, S. 11) sind Spitzenlastzeiten durch einen um 12 % höheren Zeitwert gekennzeichnet, wenn gleichzeitig für den Einfluss des Staus korrigiert wird. Aus den Zahlen von Hensher (2011, S. 149) gehen für Pendelfahrten bei Stau um 40 % (verlangsamer Verkehr) bis 92 % (Stop-and-go-Verkehr) erhöhte Zeitwerte im Vergleich zur freien Fahrt hervor. Für sonstige Fahrten beträgt die Spanne 27 % bis 53 %. Small (2012, S. 5) führt Aufschläge zwischen 25 und 55 % für Zeitwerte unter Stau an. Zhang et al. (2004, S. 20) zufolge sollte der Zeitwert unter Stau dem doppelten des Wertes ohne Stau entsprechen.

### 5.4 Reisezeit im und außerhalb des Verkehrsmittels

Die Gesamtreisezeit setzt sich neben der reinen Fahrzeit im Verkehrsmittel – *In-Vehicle Time* (IVT) – auch aus Zugangs-, Abgangs-, Umsteige- und Wartezeiten – *Out-Of-Vehicle Time* (OVT) – zusammen. Geh- und Wartezeiten werden dabei mit einem zwei- bis dreimal so hohen Zeitwert wie die IVT bewertet (Small 2012, S. 5; Small und Verhoef, 2007, S. 53). Nach Mackie et al. (2003, S. 45) ist es ein weitverbreiteter Grundsatz die OVT relativ zur IVT mit dem Faktor zwei anzusetzen. Wardman (2004, S. 376) schlägt für Gehzeiten einen Multiplikator von zwei und für Wartezeiten von 2,5 vor.

### 5.5 Reisezeitwert und Verkehrsmodus

Bezüglich der Reisezeitwerte für verschiedene Verkehrsmodi weisen Abrantes und Wardman (2011, S. 12) und Shires und de Jong (2009, S. 321) auf eine wichtige Unterscheidung hin. Es gibt zum einen den nutzer- und zum anderen den modusspezifischen Effekt. Ersterer ergibt sich aus den sozioökonomischen Eigenschaften (z. B. Einkommen) des betreffenden Nutzerkreises eines Verkehrsmittels. Der modusspezifische Effekt ist auf die Eigenschaften des jeweiligen Modus wie etwa Komfort oder Sicherheit zurückzuführen.

Die Schwierigkeit besteht darin, diese beiden Effekte voneinander zu trennen. In den meisten empirischen Studien können die beiden Effekte nicht separat ermittelt werden, da die Nutzer eines bestimmten Modus in der Regel lediglich Routenwahlexperimente innerhalb ihres gewählten Modus zu bearbeiten haben (Shires und de Jong, 2009, S. 321). Abrantes

---

<sup>40</sup> Ausgenommen davon sind berufliche bzw. gewerbliche Wege.

und Wardman konnten in ihrer Meta-Analyse für Großbritannien allerdings beide Effekte voneinander trennen.<sup>41</sup>

Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Nutzer von Bussen im Vergleich zu Autonutzern einen um 33 % reduzierten Zeitwert haben,<sup>42</sup> während der Zeitwert von Nutzern der Eisenbahn um 43 % über dem der Autofahrer liegt (Abrantes und Wardman, 2011, S. 11). Für Fluggäste ist der Zeitwert sogar viereinhalbmal so groß wie der von Autofahrern.<sup>43</sup> Auch Shires und de Jong (2009, S. 322) kommen zu ähnlichen Schlussfolgerungen.

Hinsichtlich des modusspezifischen Effektes kommen Abrantes und Wardman (2011, S. 12) auf Basis eines Studienvergleichs zum Ergebnis, dass die IVT beim Öffentlichen Verkehr (ÖV) höher bewertet wird als beim Individualverkehr (IV). Die höheren Zeitwerte im ÖV können z. B. aufgrund von Komforteinbußen entstehen. Im Widerspruch dazu steht das Ergebnis ihrer Meta-Analyse. Aus dieser geht für Zugfahrten ein geringerer Zeitwert als für Autofahrten hervor. Reisezeiteinsparungen im Flugzeug werden mehr als 80 % höher als Zeiteinsparungen im Auto bewertet, was Abrantes und Wardman (2011, S. 12) auf Komforteinbußen und eine mögliche Abneigung gegen das Fliegen zurückführen.

Es ist weiterhin festzustellen, dass Nutzer für nichtgewählte Verkehrsmittel in einigen Studien einen höheren Zeitwert aufweisen als für das tatsächlich genutzte Verkehrsmittel. Dies kann als Selbstselektionseffekt interpretiert werden (Shires und de Jong, 2009, S. 322). Jedoch handelt es sich hierbei nicht um eine feste Regel. Aus Mackie et al. (2003, S. 60) ist zu erkennen, dass Autonutzer für die Eisenbahn einen geringeren, für den Bus jedoch einen höheren Zeitwert im Vergleich zum Auto zeigen. Dies kann nach Shires und de Jong (2009, S. 322) als Indiz für einen modusspezifischen Effekt gesehen werden.

Aufgrund der möglicherweise entgegengesetzten Wirkung von nutzer- und modusspezifischem Effekt, ist schwer vorherzusagen, ob z. B. ÖV-Zeitwerte generell niedriger oder höher sein müssen als IV-Zeitwerte. Dies hängt letztlich davon ab, welcher Effekt in der jeweiligen Studie dominiert.

## 5.6 Reisezeitwert nach Reisedistanz und Reisezeit

Aus verschiedenen Forschungsarbeiten geht hervor, dass der Zeitwert in Abhängigkeit der Reisezeit bzw. der Distanz variiert. Die Ergebnisse unterscheiden sich jedoch hinsichtlich

---

<sup>41</sup> Die im folgenden dargestellten Ergebnisse – insbesondere hinsichtlich Bus und Zug – sind nicht direkt auf Deutschland übertragbar, da im Gegensatz zu Ländern wie England im Nahverkehr in der Regel keine Preisunterschiede zwischen Bus und Bahn bestehen (aufgrund von Verkehrsverbänden in Deutschland) und im Mittelstrecken- bzw. Fernverkehr der Busverkehr in Deutschland (noch) eine untergeordnete Rolle spielt.

<sup>42</sup> Abrantes und Wardman (2011, S. 11) führen dies auf Einkommensunterschiede zwischen den Nutzergruppen zurück.

<sup>43</sup> Abrantes und Wardman (2011, S. 11) weisen hier auf eine Vermengung mit weiteren Effekten wie der Distanz und dem hohen Anteil an Geschäftsreisen hin.

der Wirkungsrichtung. So listet Kato (2006, S. 1) Studien auf, die mit steigender Distanz bzw. Reisezeit entweder fallende, konstante oder auch steigende Reisezeitwerte ausweisen.<sup>44</sup> Aus den Meta-Analysen von Shires und de Jong (2009, S. 319) sowie Abrantes und Wardman (2011, S. 10) geht hervor, dass der Wert der Reisezeiteinsparung mit der Distanz zunimmt.

### 5.7 Reisezeitwerte für Bewertungsverfahren

In den bisherigen Ausführungen wurde der subjektive Wert, den Reisende einer Zeiteinsparung beimessen, betrachtet. Dieser muss aber nicht notwendigerweise dem Wert entsprechen, der einer Reisezeiteinsparung aus gesellschaftlicher Sicht beizumessen ist. Besondere Bedeutung kommt hier der Diskussion um die Variation des Zeitwertes in Abhängigkeit des Einkommens zu. Zwar ist diese Abhängigkeit vielfach empirisch nachgewiesen worden, jedoch bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass sie auch in die Projektbewertung Eingang finden sollte. Ausgehend von einem Ansatz basierend auf sozialen Wohlfahrtsfunktionen zeigt z. B. Jara-Diaz (2008, S. 374), dass ein *gesellschaftlicher* Zeitwert eines Individuums bzw. einer Gruppe nur dann mit dem subjektiven Wert übereinstimmen kann, wenn die Gewichtung der einzelnen Individuen bzw. Gruppen invers mit dem marginalen Nutzen des Einkommens korreliert ist. Dies bedeutet letztendlich, dass Individuen bzw. Gruppen mit höherem Einkommen stärker gewichtet würden. Wie Börjesson und Eliasson (2014, S. 155) zusammenfassen, kann ausgehend von einer einheitlichen Gewichtung aller Gruppen (Bentham'sche Wohlfahrtsfunktion) und unter der Annahme, dass die Reisenden die letztendlichen Nutznießer von Verkehrsprojekten sind, gezeigt werden, dass der gesellschaftliche Zeitwert der Quotient aus den Grenznutzen der Reisezeit der *Reisenden* und dem Grenznutzen des Geldes der *für das Projekt zahlenden* Gruppe ist.<sup>45</sup> Börjesson und Eliasson (2014, S. 156) führen darauf aufbauend aus, dass der gesellschaftliche Zeitwert somit je nach Finanzierungsquelle (Nutzer oder staatliche Institution) variieren kann. Da der Grenznutzen der Zeiteinsparung der Reisenden Eingang in die Berechnung des gesellschaftlichen Zeitwertes findet, kann dieser ebenfalls über die Individuen variieren (Jara-Diaz, 2008, S. 375). Der Schluss, Einkommenseffekte auf den Zeitwert im Rahmen eines gesellschaftlichen Bewertungsverfahrens zu eliminieren, fußt letztlich auf der Annahme einer Bentham'schen Wohlfahrtsfunktion (Börjesson und Eliasson, 2014, S. 156). Letztendlich enthält aber auch die Bentham'sche Wohlfahrtsfunktion ein Werturteil, da allen Individuen das gleiche Gewicht zugesprochen wird. Außerdem kann die Annahme, dass die letztendlichen Nutznießer von Verkehrsprojekten lediglich die Reisenden sind, zumindest in der langen Frist kritisiert werden, da neben den Reisenden unter anderem auch Unternehmen, Steuerzahler oder Landeigentümer profitieren (Börjesson und Eliasson, 2014, S. 156). Somit gibt es durchaus auch Argumente auf die Elimination des Einkommenseffektes zu verzichten. Praktisch kann die Elimination des Einkommenseffektes

<sup>44</sup> Studien mit steigenden Reisezeitwerten sind z. B. Axhausen et al. (2006) oder Mackie et al. (2003). Fallende Zeitwerte gehen z. B. aus Hultkrantz und Mortazavi (2001) oder Mandel et. al. (1994, 1997) hervor.

<sup>45</sup> Jara-Diaz (2008, S. 374) definiert den gesellschaftliche Zeitwert einer Gruppe als Produkt aus deren Gewichtungsfaktor in der sozialen Wohlfahrtsfunktion und dem eben geschilderten Quotienten.

dadurch realisiert werden, dass der Zeitwert unter Nutzung des mittleren Einkommens der gesamten Stichprobe ermittelt wird (Börjesson und Eliasson, 2014 S. 155).

Des Weiteren existieren auch ökonometrische und praktische Probleme bei der Nutzung der empirisch ermittelten Zeitwerte in Bewertungsverfahren. Entspricht die Verteilung einer Einflussvariablen auf den Zeitwert in der Stichprobe nicht ihrer Verteilung in der Grundgesamtheit so sind gegebenenfalls Anpassungen erforderlich. Beispielsweise haben Axhausen et al. (2006, S. 15) die von ihnen ermittelten Zeitwerte unter Berücksichtigung der Einkommens- und Wegelängenverteilung für die Schweiz gewichtet. Ein praktisches Problem für die Bewertung besteht zudem darin, dass zwar bei der Reisezeitwertbestimmung zahlreiche Einflussfaktoren berücksichtigt werden können, die Fülle an Dimensionen, von denen der Wert der Reisezeiteinsparung abhängen kann, aber nicht in den Planungsinstrumenten abbildbar ist. Dies betrifft insbesondere auch sozioökonomische Einflüsse (Börjesson und Eliasson, 2014, S. 154).

## 6. Fazit

Reisezeiteinsparungen können aus verschiedenen Gründen einen Nutzen für die Verkehrsteilnehmer erzeugen. Dies geht aus der Zeitallokationstheorie hervor. Die Anfänge gehen hierbei auf Becker (1965) zurück, dessen Modell die theoretische Basis für die Bewertung von Zeiteinsparungen in Höhe des Lohnsatzes lieferte. Die jedoch bis heute wichtigste und am weitesten verbreitete Interpretation des Reisezeitwertes basiert auf DeSerpa (1971). Sein Modellierungsansatz zeigte, dass Reisezeitreduzierungen den Nutzen in zweierlei Hinsicht beeinflussen. Erstens weil in der eingesparten Zeit anderen Aktivitäten nachgegangen werden kann und zweitens weil die (unliebsame) Aktivität des Reisens an sich weniger lang ausgeführt werden muss.

DeSerpas Theorie ist auch in der Hinsicht von Bedeutung, dass sie unterschiedliche Zeitwerte für verschiedene Aktivitäten zulässt. Im Hinblick auf Reisezeiteinsparungen bedeutet dies, dass unterschiedliche Zeitkostensätze für beispielsweise verschiedene Verkehrsmittel und Wegezwecke nicht nur empirisch nachweisbar, sondern auch aus der mikroökonomischen Theorie heraus begründbar sind. Folglich muss der Reisezeitwert auch keineswegs dem Lohnsatz entsprechen, sondern kann von diesem nach oben oder unten hin abweichen. Auf Basis der Theorie von Becker wäre eine solche Interpretation nicht möglich. Dies zeigt welche Bedeutung das zugrunde gelegte mikroökonomische Modell für die Modellierung und Interpretation des empirisch ermittelten Reisezeitwertes hat.

Formal besteht die Verbindung zwischen der Zeitallokationstheorie und der in empirischen Studien oft verwendeten diskreten Entscheidungsmodelle in der bedingten indirekten Nutzenfunktion. Diese ist das Ergebnis des unterstellten Optimierungsverhaltens des Individuums in der Zeitallokationstheorie und gleichzeitig die zu schätzende Nutzenfunktion (deterministische Komponente) im diskreten Entscheidungsmodell.

Bei Betrachtung der empirisch ermittelten Reisezeitwerte wird deutlich, dass diese eine erhebliche Bandbreite aufweisen. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, hängt doch der Zeitwert von zahlreichen Einflussfaktoren ab. Diese sind z. B. Einkommen, Fahrtzweck, Stau, Modus oder Länge der Reise. Hinsichtlich einiger Faktoren lässt sich eine relativ klare Aussage über Wirkungsrichtung und Größe des Effektes treffen. Bei anderen hingegen sind die empirischen Resultate weniger eindeutig. Interessant ist z. B. dass der Wert der Reisezeiteinsparung approximativ bei 50 % des Bruttolohnsatzes liegt, Pendelwege nur einen um rund 10 % höheren Reisezeitwert als Freizeitfahrten aufweisen und für Reisezeiten außerhalb des Verkehrsmittels ein zwei bis dreimal so hoher Zeitwert wie für die reine Fahrzeit im Verkehrsmittel angenommen werden kann.

### Abstract

Travel time savings are usually the most substantial economic benefit of transport infrastructure projects. This paper reviews literature on three major fields of the subjective valuation of travel time savings. At first, we address the microeconomic foundation of current research. At second, we provide the link between theory and empirical valuation methods, in particular between the theory of time allocation and discrete choice models. Finally, we summarize findings from empirical literature, especially from meta-analyses. As we show, the value of time depends on the wage rate but it does not necessarily coincide with it. The connection between discrete choice models used for value of time elicitation and the time allocation theory is the conditional indirect utility function. Empirical values of travel time savings depend on various factors such as income, congestion or distance.

Schlagworte: value of time, time allocation theory, discrete choice model

### Danksagung

Wir danken Herrn B. Wieland sowie zwei anonymen Gutachten für kritische Hinweise und Verbesserungsvorschläge. Für alle verbleibenden Irrtümer, Unklarheiten und Fehler sind allein die Autoren verantwortlich.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Abrantes, P.A.L. und Wardman, M.R. (2011), Meta-Analysis of UK Values of Travel Time: An Update, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(1), S. 1-17.
- Ahlheim, M. und Buchholz, M. (2000), WTP or WTA - Is that the Question? : Reflections on the Difference between "Willingness to Pay" and "Willingness to Accept", *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht: ZfU; Beiträge zur rechts-, wirtschafts- u. sozialwissenschaftl. Umweltforschung*, Frankfurt, M: Dt. Fachverl, ISSN 0343-7167, ZDB-ID 2466144. 23(2)253-271.
- Axhausen, K.W., König, A., Abay, G., Bates, J.J. und Bierlaire, M. (2006), Swiss Value of Travel Time Savings. <http://e-collection.library.ethz.ch/view/eth:28966> (16.09.2011).
- Bates, J.J. (1987), Measuring Travel Time Values with a Discrete Choice Model: a Note, *Economic Journal*, 97(386), S. 493-498.
- Becker, G.S. (1965), A Theory of the Allocation of Time, *Economic Journal*, 75(299), S. 493-517.
- Ben-Akiva, M. und Lerman, S.R. (1994), *Discrete Choice Analysis / Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge, London.
- Birn, K., Bolik, H. und Rieken, P. (2005), Bundesverkehrswegeplan 2003 – Die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. und Weimer, D.L. (2006), *Cost-Benefit Analysis / Concepts and Practice*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Börjesson, M., Fosgerau, M. und Algiers, S. (2012), On the Income Elasticity of the Value of Travel Time, *Transportation Research Part A: Policy & Practice*, 46(2), S. 368-377.
- Börjesson, M. und Eliasson, J. (2014), Experiences from the Swedish Value of Time Study, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, S. 144-158.
- Cantillo, V., Heydecker, B. und Ortúzar, J.d.D. (2006), A Discrete Choice Model Incorporating Thresholds for Perception in Attribute Values, *Transportation Research Part B: Methodological*, 40(9), S. 807-825.
- Dascher, K. (2013), *Volkswirtschaftslehre – eine Einführung in Bausteinen*, 2. Aufl., Oldenbourg, München.
- DeSerpa, A.C. (1971), A Theory of the Economics of Time, *Economic Journal*, 81(324), S. 828-846.
- Eurostat (2013): Harmonisierter Verbraucherpreisindex EU-Raum, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/hicp/data/database> (18.10.2013).

- Evans, A.W. (1972), On the Theory of the Valuation and Allocation of Time, *Scottish Journal of Political Economy*, 19(1), S. 1-17.
- Evangelinos, C. und Schütze, M. (2013), Zur Frage des Nutzens von Verkehrsverbänden: Eine empirische Analyse im Gebiet des MDV, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 84 (1), S. 50-68.
- González, R.M. (1997), The Value of Time: a Theoretical Review, *Transport Reviews*, 17(3), S. 245-266.
- Hess, S. und Axhausen, K.W. (2004), *Checking our Assumptions in Mixed Logit Modelling: Recovering Taste Distributions*, CTS Working Paper. Centre for Transport Studies, Imperial College London.
- Hensher, D.A. (2011), Valuation of Travel Time Savings, in: A. de Palma, R. Lindsey, E. Quinet und R. Vickerman (Hrsg.), *A Handbook of Transport Economics*, Edward Elgar, S. 135-159.
- Hultkrantz, L. und Mortazavi, R. (2001), Anomalies in the Value of Travel-Time Changes, *Journal of Transport Economics and Policy*, 35(2), S. 285-299.
- Jara-Diaz, S.R. (2008), Allocation and Valuation of Travel Time Savings, in: D.A. Hensher und K.J. Button (Hrsg.), *Handbook of Transport Modelling*, 2. Auflage, Elsevier Ltd., Oxford, S. 363-379.
- Jara-Diaz, S.R. (2003), On the Goods-Activities Technical Relations in the Time Allocation Theory, *Transportation*, 30(3), S. 245-260.
- Jara-Diaz, S.R. und Guevara, C.A. (2003), Behind the Subjective Value of Travel Time Savings: The Perception of Work, Leisure, and Travel from a Joint Mode Choice Activity Model. *Journal of Transport Economics and Policy*, 37(1), S. 29-46.
- Jara-Díaz, S.R., Munizaga, M.A., Greeven, P., Guerra, R. und Axhausen, K. (2008), Estimating the Value of Leisure from a Time Allocation Model, *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(10), S. 946-957.
- Jiang, M., und Morikawa, T. (2004), Theoretical Analysis on the Variation of Value of Travel Time Savings, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(8), S. 551-571.
- Johnson, M.B. (1966), Travel Time and the Price of Leisure, *Economic Inquiry*, 4(2), S. 135-145.
- Kahneman, D. und Tversky, A. (1979), Prospect Theory: An Analysis of Decision Making under Risk, *Econometrica*, 47(2), S. 263-292.
- Kato, H. (2006), Nonlinearity of the utility function and the value of travel time savings: empirical analysis of interregional travel mode choice of Japan, Proceedings of European Transport Conference 2006, Strasburg.
- König, A., Axhausen, K.W. und Abay, G. (2004), Zeitkostenansätze im Personenverkehr, Bericht an Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Straßen.

- Li, C. und Hultkrantz, L. (2004), A Stochastic Threshold Model for Estimating the Value of Travel Time, in: B. Mao, Z. Tian und Q. Sun (Hrsg.), *Traffic and Transportation Studies, Proceedings of ICTTS 2004*, Beijing. Science Press, S. 363-373.
- Mackie, P.J., Wardman, M., Fowkes, A.S., Whelan, G. und Nellthorp, J. (2003), Values of Travel Time Savings in the UK, Report to Department for Transport.
- Mackie, P.J., Jara-Diaz, S.R. und Fowkes, A.S. (2001), The Value of Travel Time Savings in Evaluation, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(2-3), S. 91-106.
- Mandel, B., Gaudry, M. und Rothengatter, W. (1997), A Disaggregate Box-Cox Logit Mode Choice Model of Intercity Passenger Travel in Germany and Its Implications for High-Speed Rail Demand Forecasts, *Annals of Regional Science*, 31(2), S. 99-120.
- Mandel, B., Gaudry, M. und Rothengatter, W. (1994), Linear or Nonlinear Utility Functions in Logit Models? The Impact on German High-Speed Rail Demand Forecasts, *Transportation Research Part B: Methodological*, 28(2), S. 91-101.
- Mas-Colell, A., Whinston, M.D. und Green, J.R. (1995), *Microeconomic theory*, Oxford Univ. Press, New York.
- McFadden, D. (2001), Economic Choices, *American Economic Review*, 91(3), S. 351-378.
- Metz, D. (2008), The myth of travel time saving, *Transport Reviews*, 28(3), S. 321-336.
- Obermeyer, A., Evangelinos, C. und Beshertz, A. (2013), Der Wert der Reisezeit deutscher Pendler, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 14(1-2), S. 118-131.
- Oort, C.J. (1969), The Evaluation of Travelling Time, *Journal of Transport Economics and Policy*, 3(3), S. 279-286.
- Planco Consulting (1993), Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen – Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992. Schlußbericht zum FE Vorhaben 90372/92. Schriftenreihe - Bundesministerium für Verkehr, 72.
- Shires, J.D. und Jong, G.C.d. (2009), An International Meta-Analysis of Values of Travel Time Savings, *Evaluation and Program Planning*, 32(4), S. 315-325.
- Small, K.A. (2012), Valuation of Travel Time, *Economics of Transportation*, 1(1-2), S. 2-14.
- Small, K.A. (1982), The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips, *American Economic Review*, 72(3), S. 467-479.
- Small, K.A. und Verhoef, E. (2007), *The Economics of Urban Transportation*, Routledge, New York.
- Statistisches Bundesamt (2013b), Durchschnittliche Bruttoverdienste – Deutschland, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VerdiensteArbeit/skosten/VerdiensteVerdienstunterschiede/Tabellen/LangeReiheD.html> (28.10.2013)
- Train, K. (2009), *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge Univ. Press, Cambridge u.a.

- Varian, H.R. (1994), *Mikroökonomie*, 3. Auflage, Oldenbourg, München.
- Wardman, M. (2004), Public Transport Values of Time, *Transport Policy*, 11(4), S. 363-377.
- Waters, W.G. (1996), Values of travel time savings in road transport project evaluation, in: D. Hensher, J. King und T.H. Oum (Hrsg.), *World Transport Research - 3: Transport modelling/assessment*, Pergamon.
- Welch, M. und H. Williams (1997), The Sensitivity of Transport Investment Benefits to the Evaluation of Small Travel-Time Savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, 31(3), S. 231-254.
- Willeke, R. und Paulußen, U. (1991), Berücksichtigung projektbedingter Ersparnisse an Reisezeit im nicht-gewerblichen Personenverkehr bei der Planung von Verkehrswegen des Bundes. Endbericht zum Forschungsauftrag 90227/90 des Bundesministers für Verkehr.
- Zamparini, L. und Reggiani, A. (2007), Meta-Analysis and the Value of Travel Time Savings: A Transatlantic Perspective in Passenger Transport, *Networks & Spatial Economics*, 7(4), S. 377-396.
- Zhang, A., Boardman, A.E., Gillen, D. und Waters, I. (2004), Towards Estimating the Social and Environmental Costs of Transportation in Canada, Report for Transport Canada.