

Überlegungen zu Methoden der Bewertung des Nutzens von Maßnahmen im Verkehr

VON PHILIPP NAGL, WOLFGANG SCHWARZBAUER
UND RICHARD SELLNER, WIEN

1. Ausgangssituation

Der folgende Aufsatz beschäftigt sich mit zwei unterschiedlichen Methoden zur Messung und Bewertung des gesamtwirtschaftlichen („sozialen“) Nutzens aus Erreichbarkeitsveränderungen durch Maßnahmen im Verkehr, insbesondere Infrastrukturmaßnahmen. Mit dem erreichbarkeitsabhängigen Regionalmodell („EAR-Modell“) und damit einer Nutzenmessung über das BIP wurde eine neue Methode entwickelt, wie Nutzen von Erreichbarkeitsverbesserungen bewertet werden kann. Die wesentliche Frage ist daher, wie sich diese neue Methode mit der traditionellen Bewertung von Erreichbarkeitsverbesserungen über Verkehrsmodelle und einer anschließenden Monetarisierung der eingesparten Reisezeit vergleichen lässt.

Dabei geht es vor allem auch um die Frage, welche Implikationen eine allfällige Einbindung in Nutzen-Kosten-Analysen hat. Denn die Bewertung der Erreichbarkeitsverbesserungen alleine und ohne Gegenüberstellung zu den restlichen Wirkungen (z.B. Investitionskosten, externe Kosten) kann noch keine Entscheidungshilfe, im Sinne eines einzigen für verschiedene Alternativen jeweils vorliegenden Entscheidungskalküls, darstellen.

Der Artikel beginnt mit einer kurzen Einführung der beiden zu vergleichenden Verfahren, danach wird eine Gegenüberstellung und Diskussion der wesentlicher Aspekte durchgeführt.

2. Bewertung von Maßnahmen im Verkehr mit Fokus auf Bewertung des Nutzens

2.1 Einführung

Verkehrliche Maßnahmen und insbesondere der Teilbereich der Infrastrukturmaßnahmen haben eine große Bandbreite an möglichen Wirkungen. Diese bestehen vorrangig aus Verbesserungen in der Erreichbarkeit und in den Veränderungen im Verbrauch von Ressourcen. Das primäre Ziel der Verkehrs(system)planung ist es, die Erreichbarkeit und damit den

Anschrift des Verfassers:

Mag. Dr. Philipp Nagl
Wirtschaftsuniversität Wien
Institut für Transportwirtschaft und Logistik
Nordbergstrasse 15
A-1090 Wien

Wolfgang Schwarzbauer
Richard Sellner
Institut für Höhere Studien
Stumpergasse 56
A-1060 Wien

Nutzen aus dem Verkehr zu verbessern aber gleichzeitig den Ressourcenverbrauch („Kosten“) so gering wie möglich zu halten.¹ Dazu sind wissenschaftlich fundierte Methoden notwendig, die verkehrliche Maßnahmen in der großen Breite ihrer möglichen Wirkungen darzustellen vermögen. Gleichzeitig ist die immanente Inkommensurabilität der verschiedenen Auswirkungen zu überkommen und eine klare, möglichst eindimensionale Kenngröße zu erstellen, um eine komprimierte Aussage treffen zu können. Dies ist wichtig, da verkehrlichen Maßnahmen seitens der Entscheidungsträger (meistens Politiker) ein in einem normativen Prozess bestimmtes Zielsystem zugrunde liegt und die Verkehrsplanung innerhalb dieses Zielsystems eine Hilfestellung zur Entscheidungsfindung erarbeiten soll.²

Herausragende Bedeutung haben Entscheidungshilfen im Verkehrswesen bei Variantenvergleichen und Dringlichkeitsreihungen.³ Die aus dem Blickwinkel der Anforderungen an die Wissenschaftlichkeit herausragenden Methoden sind unter dem Oberbegriff Nutzen-Kosten-Untersuchungen zusammengefasst und untergliedern sich in vier Verfahren.⁴

Eine Wirkungsanalyse (WA) ist dabei potenziell in der Lage, alle Wirkungen einer Maßnahme zu erfassen und zu beschreiben, kann jedoch keine Wertsynthese durchführen. Die Nutzwertanalyse erfordert zumindest ordinaleskalierte Ausprägungen der Wirkungen. Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA) erfordert zusätzlich eine Monetarisierbarkeit der (Bereitstellungs-)Kosten, während die Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) eine vollständige Monetarisierung aller zu bewertenden Wirkungen notwendig macht.⁵ Das Ergebnis einer NKA ist ein eindimensionales Entscheidungskalkül, das als Nutzen/Kosten-Quotientenkriterium oder als Kostensummenkriterium dargestellt werden kann; beide sind ein Resultat der durchgeführten Wertsynthese.

Es ist damit offensichtlich, dass bei Durchführung einer NKA unter anderem eine Messung und Monetarisierung des Nutzens aus einer eventuellen Erreichbarkeitsveränderung notwendig ist. Theoretische Fundierung für die These, dass Erreichbarkeitsveränderungen eine Veränderung des Nutzen bzw. des Wohlstandes bewirken finden sich beispielsweise in der New Economic Geography.⁶ In diesen Modellen werden die Kosten der Raumüberwindung im Austausch ökonomischer Aktivität mit den Handels- oder Transportkosten erfasst. Über zentrifugale und zentripetale Kräfte führt die Höhe solcher Kosten zu Industriereallokationen im Raum. Maßgebend hierbei sind die ökonomischen Vorteile durch Skalenerträge und Absatzmarktgröße in Agglomerationen, sowie geringere Konsumentenpreise in Agglomerationen durch die Einsparung der Transportkosten. Demgegenüber stehen die Nachteile

¹ Vgl. Armbrrecht (2005).

² Vgl. Cerwenka et al. (2007), S. 61ff.

³ Vgl. Cerwenka et al. (2007), S. 179ff.

⁴ Vgl. grundlegend Recktenwald (1970) und zusammenfassend bei Cerwenka et al. (2007), S. 192ff.

⁵ Vgl. detailliert zur NKA Mishan/Quah (2007).

⁶ Vgl. Krugman (1991).

für Unternehmen durch erhöhte Konkurrenz, was ihre Preisgestaltung und die zu erwartenden Profite negativ beeinflusst.⁷

Die Gründe, warum Veränderungen in der Reisezeit für Individuen von Bedeutung sind, bestehen im direkten Nutzen aus der geringeren Reisezeit, der Möglichkeit andere Aktivitäten auszuüben, verändertem Konsumverhalten und einem veränderten (weniger restringierten) Struktur an möglichen Aktivitäten.⁸

2.2 Bewertung des Nutzen einer Maßnahme im Verkehr mittels der Kombination aus Verkehrsnachfragemodell und des Wertes eingesparter Reisezeit („klassischer Ansatz“)

In diesem Bewertungsansatz erfolgt eine weitgehende Trennung zwischen der Prognose der Veränderungen im Verkehrssystem durch eine Maßnahme und der Bewertung dieser Veränderungen. Bei der Prognose finden häufig klassische Verkehrsmodelle („Vier-Stufen-Algorithmus“) Anwendung, wobei hier eine unterschiedliche Güte und tiefe der Modellierung erfolgt.⁹ Aus dieser Modellierung ergeben sich, abhängig von der jeweiligen Maßnahme, detaillierte Verkehrsbelastungspläne für die relevanten Netzteile. Verkehrsnachfragemodelle existieren sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr, die Entwicklung der Methoden auf dem Gebiet des Personenverkehrs ist jedoch deutlich weiter fortgeschritten.¹⁰

Die Bewertung der (Infrastruktur-)Maßnahme erfolgt in einem zweiten Schritt, nachdem die Veränderungen im Verkehrssystem prognostiziert wurden, in den meisten Fällen mit Hilfe einer NKA. Dabei werden vor allem die folgenden Wirkungsgruppen betrachtet:

- 1 Reisezeiten (Erreichbarkeiten)
- 2 Infrastrukturkosten
- 3 Betriebskosten
- 4 Verkehrssicherheit (Unfallkosten)
- 5 Umweltwirkungen (Umweltkosten)

Innerhalb der Umweltkosten findet meistens eine Beschränkung auf die Komponenten Schadstoffkosten, Kosten der Klimaveränderung und Lärmkosten statt.

Die im Mittelpunkt dieses Aufsatzes stehenden Erreichbarkeitsverbesserungen werden in eingesparte Reisezeit übertragen. Die Arbeiten von Becker (1965), DeSerpa (1971) und Evans (1972) zeigen, dass der Zeit, die ein Individuum von weniger angenehmen zu angenehmeren Aktivitäten umschichten kann, auch ein entsprechender Wert immanent ist. Geht

⁷ Vgl. Baldwin et al. (2003).

⁸ Vgl. Mackie et al. (2001), S. 5.

⁹ Vgl. Cerwenka et al. (2007), S. 162ff.

¹⁰ Vgl. Liedtke (2006).

man davon aus, dass anstatt der für die Aktivität „Reisen“ aufgewendete Zeit in den meisten Fällen angenehmere und nutzenstiftendere Aktivitäten möglich wären, haben eingesparte Reisezeiten einen Wert, den man als VTTS – Value of Travel Time Savings (Wert der eingesparten Reisezeit), bezeichnet, häufig wird auch nicht ganz präzise von „Zeitkosten“ gesprochen. Empirisch ermitteln lassen sich diese VTTS über RP (Revealed Preference) und vor allem SP (Stated Preference) Analysen, in denen im Wesentlichen die Zahlungsbereitschaften der Individuen ermittelt werden. Von letzteren liegen große Mengen und mit allerlei methodischen Innovationen durchgeführte Studien vor.¹¹

Diese, aus dem individuellen Verhalten der Individuen abgeleiteten, subjektiven VTTS finden bereits bei der Erstellung des Mengengerüsts im Verkehrsmodell Anwendung, wenn es darum geht Widerstandsfunktionen zu definieren, um die Ziel-, Verkehrsmittel- oder Routenwahl von Individuen nachzubilden. Es stellt sich aber die Frage, ob die subjektiven VTTS auch in dieser Form zur nachfolgenden gesamtwirtschaftlichen Bewertung in einer NKA angewendet werden sollen.

Bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung wird üblicherweise zwischen Geschäftsverkehr („work“) und allen anderen Reisezwecken („non-work“) unterschieden, wobei Berufspendelverkehre eine Hybridstellung einnehmen.¹² Die Einsparungen von Reisezeiten im Geschäftsverkehr sind in der Bewertung über Ressourcenwert der Zeit möglich, wofür am Arbeitsmarkt laufend Preise gebildet werden. Zu berücksichtigen ist, dass der Wert der eingesparten Reisezeit vor allem im Geschäftsverkehr abhängig vom Verkehrsmittel sein kann, da beispielsweise Reisezeit in der Bahn genutzt werden kann um Arbeit zu verrichten.¹³

Im Bereich der nicht-Geschäftsverkehre ist die Lage komplexer. Es besteht in diesem Fall genauso wie bei der Modellierung die Möglichkeit der Ermittlung von individuellen Zahlungsbereitschaften. Die Verwendung der individuellen Zahlungsbereitschaften hat allerdings eine Reihe von Problemen, diese formalisieren Galvez/Jara-Diaz (1998). Das Ergebnis ist die Erkenntnis, dass die Verwendung der subjektiven VTTS eine soziale Gewichtung der Individuen impliziert, die genau invers zum Grenznutzen des Einkommens der Individuen ist. Da der Grenznutzen des Einkommens aber bei zunehmenden Einkommen abnimmt (also der zweite Differenzialquotient negativ ist), ist die Verwendung der subjektiven VTTS in einer NKA regressiv und damit die Einsparungen der Reisezeit bei hohen Einkommensklassen übergewichtet.

Um diesem Problem zu entgehen verwendet man häufig einen einzelnen Wert für Reisezeiteinsparungen, der nicht nach Einkommen differenziert. Man setzt dadurch den Grenz-

¹¹ Vgl. Axhausen et al. (2008).

¹² Weitere Differenzierungen sind möglich, insbesondere hinsichtlich dem Verkehrsmittel und der Verkehrsweite. Vgl. Mackie et al. (2003), S. 75ff.

¹³ Vgl. Hensher (1997).

nutzen der eingesparten Reisezeit für alle Nutzer über alle Einkommensklassen gleich. Daraus entsteht der bedeutende Nachteil, dass die Kosten die Individuen für eine Infrastrukturmaßnahme zu tragen haben, sei es direkt durch Mauten oder Fahrpreise oder indirekt durch ein (progressives) Steuersystem, nicht reskaliert werden. Dadurch entsteht eine Inkonsistenz in der Bewertung von Zeit und Kosten, neben der zusätzlich schon sehr starken Annahme des konstanten Grenznutzens von Zeit über alle Einkommensgruppen.¹⁴

Diese Problematik könnte gelöst werden, indem in einem ersten Schritt eine nach Einkommensklassen differenzierte Bewertung des Nutzens mit den subjektiven VTTS durchgeführt wird und diese dann in einem zweiten Schritt eine soziale Gewichtung erfahren, was in analoger Form auch bei allen anderen Kosten- und Nutzenpositionen einer NKA durchzuführen wäre, also eine „soziale Teilbilanz“ aufgestellt wird.¹⁵ Dieses, vor allem hinsichtlich der notwendigen Daten, sehr aufwendige Verfahren führt dazu, dass aus pragmatischen Gründen in der Bewertungspraxis nur eine sehr eingeschränkte Ausdifferenzierung der VTTS vorgenommen wird. So schlägt die österreichische RVS für Geschäftsreisende pro eingesparter Stunde Reisezeit 28,00 EUR, für Berufspendler 10,00 EUR, für sonstige Reisezwecke 7,50 EUR (Preisstand 2006) als zu verwendende Werte vor. Zusätzlich existieren noch Werte für den Güterverkehr.¹⁶

Diese Werte, multipliziert mit den aus dem Verkehrsmodell errechneten Zeiteinsparungen von Personen und Gütern ergeben die monetär bewerteten, gesamtwirtschaftlichen Erreichbarkeitsverbesserungen, die unter diesem Wirkungsgruppenbereich in die NKA eingehen.

Zulässig ist diese Form der Aggregation nur dann, wenn sichergestellt werden kann, dass die errechneten Zeiteinsparungen auch in der gesamten Reisekette der Individuen bzw. der Güter genutzt werden können und nicht an einer anderen Stelle beispielsweise aufgrund längerer Wartezeiten wieder verloren gehen.

2.3 Bewertung des Nutzens einer Maßnahme im Verkehr mit dem Erreichbarkeitsabhängigen Regionalmodell („EAR“)

Das erreichbarkeitsabhängige Regionalmodell¹⁷ (EAR) ist ein um Erreichbarkeit erweitertes neoklassisches Regionalwachstumsmodell. Basierend auf der makroökonomischen Wachstumsliteratur¹⁸ werden der Wirtschaftsleistung die Inputfaktoren Arbeit, Kapital und Technologie gegenübergestellt. In der klassischen Wachstumstheorie, vor allem in den Arbeiten von Aschauer¹⁹, wird der Produktionsfaktor öffentliches Kapital, konkret auch

¹⁴ Vgl. dazu die empirischen Befunde von Axhausen et al. (2008).

¹⁵ Vgl. Mackie et al. (2003), S. 81f.

¹⁶ Vgl. FSV (2009) und Nagl (2008).

¹⁷ Vgl. Polasek und Schwarzbauer (2006).

¹⁸ Vgl. Barro und Sala-i-Martin (2003).

¹⁹ Vgl. Aschauer (1989) und (2000).

Infrastrukturausstattung, hervorgehoben. Seither wird die Infrastrukturausstattung oft als Determinante für regionales Wachstum gesehen.²⁰

Nun stellt diese Abbildung zwar die Quantität (Schiene- oder Straßenkilometer, Investitionen in Infrastruktur in Euro) aber nicht die Qualität der Maßnahme bzw. die Wirkung auf die Erreichbarkeit dar. Da Erreichbarkeitsveränderungen die Mobilität von Produktionsfaktoren erhöht und durch die Senkung von Transportzeit und –kosten den Absatzmarkt vergrößert, ist mit Allokationsveränderungen und Effizienzgewinnen zu rechnen. Diese können sich zur Gänze oder teilweise als Wachstumsverlagerungseffekte bzw. Nettowachstumseffekte darstellen. Um Erreichbarkeit im Wachstumsregressionsansatz integrierbar zu machen, muss sie quantifiziert werden. Mögliche Maße sind die Anzahl der Verbindungen eines Knotens innerhalb eines Netzwerkes, die Distanz zwischen einem Knoten und den übrigen Knoten eines Netzwerkes, und viele andere.²¹ Mit dieser Vielzahl an möglichen Maßen für Erreichbarkeit erhöht sich die Anzahl möglicher Modelle und somit auch die funktionale Unsicherheit der Schätzmethode. Das EAR Modell verwendet deshalb Bayesian Model Averaging²² um aus der Vielzahl möglicher Wachstumsdeterminanten, die wichtigsten zu selektieren. Dieser Ansatz testet eine Vielzahl an möglichen Modellspezifikationen und ermöglicht es das Modell mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß auszuwählen. Zudem ist es durch die Bayesianische Modellierung auch möglich sogenannte *a priori* Information über Wirkungszusammenhänge (Höhe, Richtung und statistische Streuung der Effekte) in die Analyse einfließen zu lassen.

Als mögliche Erreichbarkeitsindikatoren werden im EAR Modell die Nah- und Fernereisezeit zwischen den politischen Bezirken Österreichs auf Schiene und Straße, gewichtet entweder mit räumlicher Distanz oder für Schiene auch mit Frequenz oder Volumen. Dies ist in Gleichung (1) und Tabelle (1) dargestellt:

$$ai_i^{(tr, str)} = \sum_{j=1}^N tt_{ij}^{(tr, str)} \omega_{ij}, \quad (1)$$

wobei ai_i der Erreichbarkeitsindikator der Region i für entweder Straße (str) oder Schiene (tr) ist, tt_{ij} die Reisezeit zwischen Region i und j , und ω_{ij} ein Gewicht, das abhängig vom Kontext definiert ist (siehe Tabelle 1), mit $dist_{ij}$ für die Distanz, vol_{ij} für das Volumen und $freq_{ij}$ für die Bedienungshäufigkeit zwischen Region i und j . Somit ergeben sich viele mögliche Erreichbarkeitsindikatoren, aus denen die statistisch und ökonomisch signifikantesten gewählt werden.

²⁰ Vgl. Lall (2007), Petrakos et al. (2007), Capello (2007) oder Berechman und Ozbay (2006).

²¹ Vgl. Bruinsma und Rietveld (1998) oder Spiekermann und Neubauer (2002) für einen Überblick möglicher Erreichbarkeitsindikatoren.

²² Vgl. Sala-i-Martin et al. (2004).

Tabelle 1: Gewichtungsschema der Erreichbarkeitsindikatoren

| | Erreichbarkeit Fernverkehr | Erreichbarkeit Nahverkehr |
|-------------------|---|---|
| distanzgewichtet | ai_1 $\omega_{ij} = \frac{dist_{ij}}{\sum_{j=1}^N dist_{ij}}$ | ai_2 $\omega_{ij} = \frac{\frac{1}{dist_{ij}}}{\sum_{j=1}^N \frac{1}{dist_{ij}}}$ |
| frequenzgewichtet | ai_3 $\omega_{ij} = \frac{freq_{ij} dist_{ij}}{\sum_{j=1}^N freq_{ij} dist_{ij}}$ | ai_4 $\omega_{ij} = \frac{freq_{ij} \frac{1}{dist_{ij}}}{\sum_{j=1}^N freq_{ij} \frac{1}{dist_{ij}}}$ |
| volumengewichtet | ai_5 $\omega_{ij} = \frac{vol_{ij} dist_{ij}}{\sum_{j=1}^N vol_{ij} dist_{ij}}$ | ai_6 $\omega_{ij} = \frac{vol_{ij} \frac{1}{dist_{ij}}}{\sum_{j=1}^N vol_{ij} \frac{1}{dist_{ij}}}$ |

ai_7 korrespondiert mit ai_1 , aber verwendet Strassen- statt Schienenreisetzeiten, selbiges gilt für die Paare ai_8 und ai_2 .

Quelle: IHS EAR-Modell.

Weiters werden sogenannte Potenzialfaktoren gebildet und getestet. Mittels des Gravitationsansatzes²³ werden hier die Massepunkte BIP, Beschäftigung, Betriebe oder Population von zwei Regionen verstanden, welche um die Distanz als Widerstand penalisiert werden.

Fahrzeitabhängiges Wachstumspotenzial zwischen Region i und j

$$Potential_{i,j} = \frac{Wachstum_i \cdot Wachstum_j}{dist_{i,j}}, \quad i, j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

In einem Gleichungssystem werden dann die abhängigen Größen BIP-, Beschäftigungs- und Betriebswachstum (3 Gleichungen) für Österreichs Regionen geschätzt. Da die jeweiligen Größen von einander und ihrer vergangenen Ausprägung (Lags) abhängen, werden auch diese in die Spezifikation inkludiert:

$$\Delta y_{t,k} = \rho W \Delta y_{t,k} + \alpha y_{t-1,k} + \sum_{v=1}^V \beta_v \log ai_{t,v} + \gamma F(X_t) + \varepsilon_{t,k}. \quad (3)$$

In Gleichung (3) steht $\Delta y_{t,k}$ für das Wirtschafts-, Beschäftigungs- oder Betriebswachstum (log-Differenzen), ρ stellt die räumlichen Spillover über die räumliche Nachbarschaftsmatrix W ²⁴ dar, α bildet den zeitlichen Zusammenhang ab, β_v den Einfluss des v -ten Erreichbarkeitsindikators, und die Funktion $F(X_t)$ sammelt sämtliche restlichen Faktoren wie sozioökonomische Größen, Potenzialfaktoren, höhere Terme der Regressoren (z.B. quadratische für parabolischen Zusammenhang) und autoregressive Prozesse.

Zur Prognose werden die durch das Infrastrukturprojekt veränderten Erreichbarkeiten herangezogen. Durch die Abhängigkeit der ökonomischen Größen von ihrer Vergangenheit,

²³ Vgl. Tinbergen und Hendricus (1962).

²⁴ Vgl. Anselin (1988).

ergibt sich ein prognostizierter neuer Wachstumspfad, unter der Annahme, dass alle restlichen Größen gleich bleiben (*ceteris paribus*). Als Ergebnis erhält man die volkswirtschaftlichen, angebotsseitigen langfristigen Effekte von Infrastrukturinvestitionen, d.h. es wird der volkswirtschaftliche Nutzen durch das EAR Modell abgeschätzt.

3. Vergleich der beiden Verfahren zur Bewertung des Nutzens von Maßnahmen im Verkehr

3.1 Räumliche Detaillierbarkeit der Verfahren

Beim EAR-Modell handelt es sich um einen empirischen und zugleich makroskopischen Zugang: Man beobachtet einen Zusammenhang, konkret jenen dass verbesserte Erreichbarkeit zu einer Erhöhung der Wirtschaftsleistung führt, über einen Zeitraum und eine räumliche Dimension (Panel) und unterstellt, dass sich die zu untersuchende Erreichbarkeitsverbesserung im Untersuchungsfall nach den gleichen Mechanismen auswirken wird. Der in der Theorie gefundene Zusammenhang zwischen Erreichbarkeitsverbesserung und BIP wird statistisch nachgewiesen und die errechneten Parameter zu Prognose herangezogen.

Im Falle des klassischen Ansatzes über ein Verkehrsnachfragemodell handelt es sich um einen mikroskopischen Ansatz, da die Entscheidungssituation der Individuen im konkreten Untersuchungsraum abgebildet wird. Das Modell versucht aus Sicht der einzelnen Individuen bzw. von Individuenkollektiven festzustellen, wie hoch der Nutzen aus einer Maßnahme im Verkehr ist, und aggregiert diesen Nutzen anschließend über alle Individuen(kollektive).

Das Verkehrsmodell und die daraus errechneten Einsparungen an Reisezeiten können daher potentiell beliebig detailliert durchgeführt werden. Eigene Erhebungen können Sekundärdaten ergänzen. Längere Zeitreihen in die Vergangenheit sind nicht unbedingt erforderlich. Verkehrsmodelle bergen aber auch die Gefahr, dass sie durch die hohen methodischen und datenbezogenen Anforderungen, die vielfältigen Zusammenhänge nur unzureichend abbilden und dadurch sogar Fehler entstehen. Da in den meisten Fällen die Eingangsdaten in die Modellierung sehr umfangreich und nicht publiziert oder allgemein zugänglich sind, ist eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit des klassischen Ansatzes oft eingeschränkt.

Die Detaillierung im EAR-Modell ist von der Verfügbarkeit von Daten zum regionalen BIP abhängig. Diese Daten liegen derzeit bis zur NUTS-3²⁵ Ebene vor. Gegebenenfalls werden die Daten mittels anderer verfügbarer Informationen auf die Ebene der politischen Bezirke

²⁵ NUTS steht für *Nomenclature of Territorial Units for Statistics* und ist ein auf europäischer Ebene einheitliches hierarchisches Klassifikationssystem zur Erfassung räumlicher Bezugseinheiten, basierend auf der Einwohnerzahl. Die NUTS-3 Einheiten entsprechen den Landkreisen bzw. Kreisen und kreisfreien Städten in Deutschland (429) sowie Gruppen von politischen Bezirken in Österreich (insgesamt 35).

disaggregiert. Da diese Daten allgemein zugänglich sind, bietet die Bewertung des Nutzens über das EAR-Modell den Vorteil, dass bei Transparenz der Methode für eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit gute Voraussetzungen gegeben sind. Außerdem können die angebotsseitigen effizienzsteigernden langfristigen Effekte der Infrastrukturinvestitionen (Verlagerung wirtschaftlicher Aktivität, Schaffung neuer Arbeitsplätze nach Inbetriebnahme) abgebildet werden, was im individuellen Ansatz nicht möglich ist. Dabei müssen jedoch Präzisionseinbußen gegenüber dem individuellen Ansatz in Kauf genommen werden, da eine stärkere Aggregation der Regionen und Abstraktion der Betrachtungsebene vorliegt. Vor allem für kleinräumige Projekte (z.B. eine Fußgängerzone oder eine Ortsumfahungsstraße) eignet sich das EAR-Modell daher nicht.

Beide verglichenen Ansätze sind in ihrer Methodik zur Messung des Nutzens sehr unterschiedlich und die Ergebnisse sind daher nicht direkt miteinander vergleichbar bzw. ein Ergebnis kann nicht direkt ins jeweils andere übergeleitet werden. Wohl aber bereitet die Methodendiversifikation die Chance, dass zu einem besseren Verständnis der Mechanismen hinter der Bewertung des Nutzens von Maßnahmen im Verkehr beigetragen wird.

3.2 Wohlstand (Nutzen) vs. BIP

Es lässt sich hinsichtlich der Bewertung des Unterschiedes zwischen den Modellierungszugängen feststellen, dass das EAR-Modell nur BIP-relevante Veränderungen des Wohlstandes mit einbezieht. Hierin besteht das Hauptproblem der Bewertung der Erreichbarkeitsverbesserungen über das BIP, das schon Jürgensen (1963) bemerkt hat: „[...] die Wohlstandsmaximierung und nicht die Maximierung des Sozialprodukts ist das oberste Ziel der Wirtschaftspolitik und das Ausmaß der Freizeit ebenso zum Wohlstand zählt wie die Versorgung mit Gütern und Leistungen.“²⁶

Damit ist bei der Bewertung über den klassischen Ansatz das Einbeziehen von Wohlstandsverbesserungen möglich, die über das BIP hinaus gehen. Die Bewertung der Reisezeiteinsparungen, die BIP-wirksam sind finden sich im klassischen Ansatz nicht nur im Bereich Geschäftsreisen sowie bei der Bewertung von Reisezeiteinsparungen im Güterverkehr wieder. Auch Erreichbarkeitsverbesserungen im Nicht-Geschäftsverkehr sind teilweise im Ansatz über das EAR-Modell miteinbezogen. Jedoch auch hier nur jene Erreichbarkeitsverbesserungen, die BIP-wirksam sind.

Ein Argument für die Anwendung des EAR-Modells ist, dass in einem längeren Zeithorizont die Erreichbarkeitsverbesserungen mit einbezogen werden, die in der Berechnung des Wertes eingesparter Reisezeit nicht direkt erfasst sind. Ein Beispiel wäre der Fall eines Bergdorfes, das mit einer neuen Straße erschlossen wird und anfangs vor allem Schüler von der Reisezeitverkürzung in die Schule profitieren. Diese Reisezeitverkürzungen werden in der dem EAR-Modell zugrundeliegenden BIP-basierten Betrachtung zumindest kurzfristig

²⁶ Vgl. Jürgensen (1963), S. 109.

nicht erfasst, im klassischen Ansatz werden die Reisezeiteinsparungen der Schüler aber schon mit einem Wert versehen. Längerfristig könnten beispielsweise durch die neue Straße vorteilhafte touristische Bedingungen entstehen. Diese wären dann über das EAR-Modell abgedeckt, aber im klassischen Ansatz kaum abzubilden.

Die beiden Ansätze gewichten daher die den Nutzen von Maßnahmen im Verkehr beeinflussenden Effekte unterschiedlich. Das kann dazu führen, dass in einer NKA abhängig von der jeweilig gewählten Methode der Nutzenmessung unterschiedliche Ergebnisse auftreten.

Der disaggregierte Zugang im Verkehrsmodell erlaubt einen differenzierten Ausweis und eine differenzierte Bewertung von Nutzergruppen. Ein Infrastrukturprojekt, das *ceteris paribus* in einem Fall nur Freizeitreisenden und im anderen Fall nur Geschäftsreisenden dienen würde, wäre in den Auswirkungen im EAR-Modell gleich, während es im klassischen Ansatz möglich ist eine Detaillierung vorzunehmen.

Hinsichtlich der Erreichbarkeitsverbesserungen im Güterverkehr sind beim klassischen Ansatz vor allem Defizite in der Modellierung zu erkennen. In diesem Bereich sind die Forschungsansätze wesentlich weniger weit entwickelt wie im Personenverkehr. Diese differenzierten Entwicklungsstadien liegen beim EAR-Modell nicht vor, weshalb Aussagen für Personen- und Güterverkehr von gleicher Qualität getroffen werden können.

3.3 Verwendung der erzielten Ergebnisse der Nutzenmessung bei der Bewertung von Maßnahmen im Verkehr

Die Messung des Nutzens einer Maßnahme im Verkehr alleine erlaubt noch keine Aussage über die wirtschaftliche Effektivität bzw. Effizienz einer Maßnahme. Diese ist einzig in einer umfassenden NKA möglich. Dazu ist eine Gegenüberstellung aller bereits beschriebenen Wirkungsgruppen (vor allem Kosten) notwendig.

Die Kernproblematik liegt dabei in der Frage, ob die einzelnen Wirkungsgruppen disjunkt sind und keine Wechselwirkungen bestehen. Beim klassischen Ansatz der Nutzenbewertung wird das weitgehend als gegeben betrachtet.

Im Rahmen des EAR Modell und damit bei den BIP-Wirkungen liegt der Fall anders. Grundsätzlich fehlt dem EAR-Modell die Mengengerüstbasis für die Errechnung wesentlicher Wirkungsgruppen. Gerade für Unfall- und Umweltwirkungen wie Lärm ist die maximale Detaillierungsebene NUTS-3 zu grob. Es ist also für eine Bewertung einer Maßnahme mittels einer NKA weiterhin jedenfalls zusätzlich zu einem möglicherweise vorhandenen EAR-Modell ein Verkehrsmodell notwendig, da ansonsten kein Mengengerüst für die anderen Wirkungsgruppen möglich ist. Einzige Ausnahme neben dem ohnehin berechneten Nutzen aus Erreichbarkeitsverbesserungen bestehen in den Kosten der Klimaveränderung. Hier wäre eine Koppelung an die BIP-Effekte denkbar.

Zusätzlich lassen sich die Auswirkungen innerhalb der jeweiligen Wirkungsgruppen nicht klar voneinander trennen, da die BIP relevanten Wirkungen bereits im EAR-Modell beim Nutzen aus Erreichbarkeitsverbesserungen saldiert werden. Beispielsweise ist der Fall denkbar, dass ein Teil der BIP-Verbesserungen nicht durch verbesserte Erreichbarkeit zustande kommt, sondern durch andere Effekte wie Tätigkeiten, die zur Beseitigung negativer externer Effekte notwendig sind wie die Behandlung von verunfallten Personen. Ein anderes Beispiel wäre eine in einer bestimmten NUTS-3 Region (etwa einem Alpental) errichtete Autobahn, mit entsprechender Erreichbarkeitsverbesserung. Gleichzeitig erkranken Anwohner im Tal durch die erhöhte Schadstoffbelastung häufiger und das Tal verliert langfristig an Lebensqualität mit der Folge von Absiedelung wonach das BIP sinkt. An dieser Kausalkette lässt sich erkennen, dass Schadstoffe eine Wirkung auf das BIP haben können und dementsprechend bereits in der Berechnung des Nutzens enthalten wären. Es dürften daher nur BIP-externe Komponenten von Wirkungsgruppen berücksichtigt werden was aber eine Neuevaluierung aller derzeit verwendeter Bewertungssätze (Unfallkostensätze, Schadstoffkostensätze, usw.) erfordern würde da diese bisher nicht in BIP-wirksame und BIP-unwirksame Komponenten getrennt werden.

Da aber ohnehin ein Verkehrsmodell zur Verfügung steht, kann ohne großen zusätzlichen Aufwand der Nutzen auch über den Wert eingesparter Reisezeit errechnet werden. Es entsteht die äußerst vorteilhafte Situation, dass zwei mit unterschiedlichen Methoden errechnete Werte für den Nutzen eines Verkehrsprojekts herangezogen werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die klassische Nutzenmessung mit bestimmten Effekten ebenso signifikante Probleme hat. Wenn beispielsweise das beschriebene Alpental wegen der durch die Autobahn induzierten Schadstoffen an touristischer Attraktivität verliert, dann sind diese Kosten in den gängigen Modellen üblicherweise nicht erfasst. Weiter bildet der klassische Ansatz über das Verkehrsmodell und eingesparte Reisezeiten nur „Erstrundeneffekte“ im Wirtschaftskreislauf ab. Nicht abgebildet wird in diesem Fall etwa der Effekt, wenn in einem durch die neue Infrastruktur erschlossenen Gebiet sich im Laufe der Zeit zusätzliche Personen oder Unternehmen ansiedeln.

4. Zusammenfassung

Der Artikel ist ein erster Schritt zum Vergleich zweier Methoden der Nutzenmessung von Maßnahmen im Verkehr. Wesentlich dabei ist, dass die Messung des Nutzens alleine noch keine Aussage darüber zu treffen vermag, ob ein Projekt gesamtwirtschaftlich sinnvoll (effektiv oder effizient) ist. Dazu ist die Integration in eine NKA unbedingt erforderlich.

Eine Bewertung des Nutzens von Maßnahmen im Verkehr mit Hilfe des EAR-Modells hat den Vorteil der einfacheren Anwendbarkeit (insbesondere auch für den Güterverkehr) und der standardisierten Datenverfügbarkeit. Die Notwendigkeit der Bestimmung des Wertes der eingesparten Reisezeit, etwa durch aufwendige Stated-Preference-Analysen, entfällt. Nachteile liegen in der Vernachlässigung des Nutzens von Erreichbarkeitsverbesserungen

außerhalb des BIP sowie in Inkonsistenzen bei der Verwendung dieser Ergebnisse in eine NKA. Die im EAR-Modell ermittelten Effekte können deshalb weder substitutiv noch komplementär zu dem über die Reisezeiteinsparungen berechneten Nutzen gesehen werden, da nicht genauer quantifizierbare Überschneidungen stattfinden. Weiters ist zur Erstellung eines Mengengerüsts für Unfall- und Umweltkosten ohnehin ein Verkehrsmodell notwendig.

Aus heutiger Sicht ist daher zu empfehlen die klassische Nutzenmessung über Verkehrsmodelle und den Wert eingesparter Reisezeit für Personen und Güter wie bisher durchzuführen und in die NKA zu integrieren. Die Ergebnisse des EAR-Modells sind aufgrund ihres zusätzlichen Informationsgehalts sowie ihrer standardisierbaren Ergebnisse, so verfügbar, auszuweisen und den Ergebnissen der klassischen Nutzenmessung gegenüberzustellen. In begründeten Fällen könnte ein Ersatz der durch bewertete Reisezeiteinsparungen berechneten Nutzenkomponente in der NKA durch den im EAR-Modell ausgewiesenen Nutzen überlegt werden.

Die wesentlichen Fragestellungen für weitere Forschung finden sich in der Gegenüberstellung der Ergebnisse von durchgeführten Bewertungen derselben Projekte. Zusätzlich sind weitere Untersuchungen notwendig, wie z.B. die Gegenüberstellung des im EAR-Modell gemessenen Nutzens mit den Infrastruktur- und Betriebskosten sowie den Unfall- und Umweltkosten.

Abstract

This article outlines and compares two distinct methods of assessing the economic social utility of infrastructure investments within the cost-benefit analysis evaluation approach. The most frequently used approach is the value of travel time savings, which aggregates individual time savings accruing from accessibility increases due to infrastructure improvements. In the second approach benefits are modeled on the basis of a neoclassical, regional macro-economic growth model enhanced by aggregate accessibility measures and are measured in terms of additional GDP. The two methods mainly differ with respect to the scope of the evaluation units, the measure of welfare and the transmission mechanisms of accessibility to social utility. Even though the methods aren't disjoint and can therefore not be summed up; both approaches add additional information about the expected utility of infrastructure and should be implemented and compared within a cost-benefit analysis.

Literaturverzeichnis

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Armbrecht, H. (2005), *Bewertung ohne Markt? - Entscheidungshilfen und Entscheidungsverfahren für die Infrastrukturpolitik*, in: Hartwig, K.-H. u. A. Knorr (Hrsg.), *Neuere Entwicklungen in der Infrastrukturpolitik*, Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Heft 157.

- Aschauer, David Alan, (1989): "Is public expenditure productive?," *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 23(2), pages 177-200, March.
- Axhausen, K.W., Hess, S., König, A., Abay, G., Bates, J., Bierlaire, M. (2008): Income and distance elasticities of travel time savings: New Swiss results, in: *Transport Policy* 15, S. 173-185.
- Baldwin, R., Forslid, R., Martin, P., Ottaviano, G., und Robert-Nicoud, F. (2003): *Economic geography and public policy*. Princeton University Press.
- Barro, R. J. und Sala-i-Martin, X. (2003): *Economic Growth*. Boston, Mass., 2. Edition.
- Becker, G. (1965): A theory of the allocation of time, *The Economic Journal* 75, S. 493-514.
- Berechman, J. and Ozbay, D. O. K. (2006): Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels. *Transportation*, 33:537-551.
- Bruinsma, F. and Rietveld, P. (1998): The accessibility of european cities: Theoretical framework and comparison of approaches. *Environment and Planning*, 30:499-521.
- Capello, R. (2007). A forecasting territorial model of regional growth: the MASST model. *Annals of Regional Science*, 41:753.787.
- Cerwenka, P., G. Hauger, B. Hörl und M. Klamer (2007): *Handbuch der Verkehrssystemplanung*, Wien.
- Aschauer, D.A. (2000): Do states optimize? Public capital and economic growth, *The Annals of Regional Science*, Springer, vol. 34(3), 343-363.
- DeSerpa, A. (1971): A theory of the allocation of time, *The Economic Journal* 81, S. 828-846.
- Evans, A. (1972): On the theory of the economics of time, *Scottish Journal of Political Economy* 19, 1-17.
- FSV (2009): *Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr: Ermittlung des Wertes von Reisezeiteinsparungen und der Fahrzeugbetriebskosten-grundwerte zur Bewertung von Maßnahmen im Verkehr (RVS 02.01.22)*, derzeit noch nicht final publiziert.
- Galvez, T.E. und Jara-Diaz, S. (1998): On the social Valuation of Travel Time Savings, *International Journal of Transport Economics* 25, S. 205-219.
- Hensher, D.A (1977): *The Value of Business Travel Time*, Pergamon, Oxford.
- Jürgensen, H.: Zeitwert und Wirtschaftlichkeitsrechnung im Straßenbau, in: *Standardjahrbuch Schiene und Straße* 13, Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag, Dortmund.
- Krugman, P. (1991): Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 99(3), 483-99, June.

- Lall, S. V. (2007): Infrastructure and regional growth, growth dynamics and policy relevance for india. *Annals of Regional Science*, 41(3):581-599.
- Liedtke, G. (2006): *An Actor-based Approach to Commodity Transport Modelling*, Dissertation, Karlsruhe.
- Mackie, P. J., Wadman, M., Fowkes, A.S., Whelan, G., Nellthorp, J. and Bates, J. (2003): *Values of Travel Time Savings UK*, Institute of Transportation Studies, University of Leeds, Working Paper 567.
- Mackie, P.J., Jara-Diaz, S., Fowkes, A.S. (2001): The value of travel time savings in evaluation, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 37, S. 91-106.
- Mishan, E., Quah, E. (2007): *Cost Benefit Analysis*, 5th Edition, Routledge.
- Nagl, Ph. (2008): Ermittlung des Wertes von Reisezeiteinsparungen und der Fahrzeugbetriebskostengrundwerte zur Bewertung von Maßnahmen im Verkehr – Dokumentation zur RVS 02.01.22, in: *Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* 2/2008, S. 28-37.
- Petrakos, G., Kallioras, D., and Anagnostou, A. (2007): A generalized model of regional economic growth in the european union. *DYNREG*, Working Paper 12.
- Polasek, W. and Schwarzbauer, W. (2006): Traffic accessibility and the effect on firms and population in 99 austrian regions. *Economics Series* 198, Institute for Advanced Studies.
- Recktenwald, H. (1970): *Nutzen-Kosten-Analyse und Programmbudget – Grundlage staatlicher Entscheidung und Planung*, Tübingen.
- Sala-i-Martin, X., Doppelhofer, G., and Miller, R. I. (2004): Determinants of long-term growth: A bayesian averaging of classical estimates (bace) approach. *The American Economic Review*, 94(4):813 - 835.
- Spiekermann, K. and Neubauer, J. (2002): *European accessibility and peripherality: Concepts, models and indicators*. Technical report, Nordregio Working Papers 2002:9.
- Tinbergen, J. and Hendricus, C. (1962): *Mathematical models of economic growth*. New York.