

Erweiterte wirtschaftliche Folgewirkungen von Verkehrsinvestitionen – Wider Economic Impacts

VON WERNER ROTHENGATTER

1. Motivation

Das alte Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP 2003) basierte auf einem Systemansatz, der möglichst viele Wirkungen von Verkehrsinvestitionen erfassen und monetär bewerten sollte. Da einige Wirkungsbereiche mit Hilfe der gleichen Indikatoren – in erster Linie Reisezeitdifferenzen – bewertet wurden, gab es zwangsläufig Doppelzählungen und Konsistenzprobleme. Diese hat das neue Bewertungsverfahren (Intraplan et al., 2014) in der Weise bereinigt, dass es die wirtschaftlichen Auswirkungen ausschließlich mit Hilfe von Konsumenten- und Produzentenrenten quantifiziert. Der Vorteil der neuen Methodik besteht neben der Vermeidung von Doppelzählungen auch in der konsistenten Behandlung des Nutzens primär induzierter und verlagerter Verkehre.

Die Beschränkung der Nutzenmessung auf die Konsumenten- und Produzentenrenten hat zur Konsequenz, dass weitere Wirkungen auf die Volkswirtschaft, die sich ganz allgemein mit „Wachstums-, Struktur- und Verteilungseffekten“ umschreiben lassen, völlig ausgeklammert bleiben. Intraplan et al. (2014, S. 112ff) begründen dies mit zwei Argumenten: Erstens gälten die Schätzungen solcher Effekte als weniger sicher und robust, sie seien kontextabhängig und damit nur schwer zu verallgemeinern. Zweitens erwarte die Strukturdatenprognose für den BVWP von IFO et al. (2012) für das Jahr 2030 Vollbeschäftigung in allen Regionen der Bundesrepublik und Vollausslastung der Kapazitäten. Da die Verkehrsprognose von diesem Zustand ausgeht, macht die Einbeziehung erweiterter wirtschaftlicher Folgewirkungen von Verkehrsinvestitionen keinen Sinn.

Der Verfasser hat an anderer Stelle auf die Schwächen bei Grundannahmen und ökonomischer Durchführung der Strukturdatenprognose hingewiesen (Rothengatter, 2015). Sie passt auch in keiner Weise mit der ökonomischen (siehe Fratzscher, 2015) und politischen (siehe Bodewig-Kommission, 2013) Diagnose zusammen, dass der mangelnde Infrastruk-

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Werner Rothengatter
Karlsruher Institut für Technologie
Waldhornstr. 27
76131 Karlsruhe
e-mail: werner.rothengatter@kit.edu

turausbau ein ernsthaftes Hindernis für die Erschließung wirtschaftlicher Entwicklungspotentiale darstellen kann.

Die Vollbeschäftigungshypothese für die Bundesrepublik Deutschland ab dem Jahre 2030 ist international ein Unikat. In anderen Ländern geht man davon aus, dass es durchaus Wachstums-, Struktur- und Verteilungseffekte von Verkehrsinvestitionen gibt, die bewertungsrelevant sind. In Großbritannien hat das Department for Transport (DfT, 2005) ein Verfahren zu deren Quantifizierung empfohlen, das auf Graham (2006) zurückgeht. Allerdings werden die Ergebnisse nicht mit denen der konventionellen Nutzen-Kosten-Analyse (KNA) zusammengefasst, da sie als weniger verlässlich und robust gelten. Der Rapport Quinet (2013) in Frankreich schlägt eine Berücksichtigung solcher Effekte für Großprojekte oder Projektkombinationen vor, ohne allerdings einen standardisierten Verfahrensvorschlag zu machen. Auch in den Niederlanden ist die Analyse von „other economic impacts (OEI)“ üblich (siehe Hunsucker, 2012).

Die EU Kommission hofft auf Synergie-Effekte („European Value“) von Verkehrsinvestitionen, die dazu beitragen sollen, Ländergrenzen und natürliche Barrieren zu überwinden. Daher setzt sie zunehmend auf integrierte Bewertungen, um die Entwicklungsperspektiven, die sich aus den Transeuropäischen Netzen und ihren Kernnetzkorridoren ergeben können, zu quantifizieren (z.B. in Schade et al., 2015). Denn gerade die Länder verbindenden Infrastrukturprojekte hätten bei einer Bewertung mit der konventionellen KNA kaum Realisierungschancen. Eine Vollbeschäftigungsperspektive für die EU im Jahr 2030 erscheint als weltfremde Illusion und das Erfordernis einer modernen Verkehrsinfrastruktur für die Verbesserung der Wettbewerbschancen europäischer Regionen naheliegend. Dabei darf man allerdings nicht verkennen, dass Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur allein noch keine Wachstumsgarantie geben können und dass Überinvestitionen, wie im spanischen Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnnetz, auch zu Wachstumsstörungen führen können.

Umso wichtiger erscheint die Anwendung integrierter Bewertungsverfahren unter Einbeziehung der „Wider Economic Impacts“ (WEI), weil sie nicht nur die potentiellen Chancen sondern auch die Risiken von Verkehrsinvestitionen aufdecken können und die Notwendigkeit von begleitenden Maßnahmen aufzeigen. Dies verlangt eine langfristige Perspektive und die Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen Verkehr und anderen Wirtschaftsbereichen. Damit sind naturgemäß Unsicherheiten verbunden, so dass man gern – wie im Falle des BVWP-Beraterkonsortiums – das unbequeme Terrain der WEI meidet, auch mit dem Zusatzargument, dass diese in einem hochindustrialisierten Land mit dichten Verkehrsnetzen keine große Rolle mehr spielen dürften.

Was die Unsicherheiten der Bewertung angeht, so ist daran zu erinnern, dass die konventionelle KNA ebenfalls auf einigen unsicheren Pfeilern steht, die nur durch Konventionen, Handbücher und tausendfache standardisierte Anwendung gestützt werden. Dies betrifft vor allem die Zeitbewertung mit ihren vielfältigen Unsicherheiten der Quantifizierung und Bewertung (kleine Zeiteinsparungen, kurze/weite Entfernungen, Reisezwecke, Entwicklungsstand betroffener Regionen, nutzbare Zeiten im Verkehrsmittel), die Bewertung von Unfallfolgen (ethische Parameter) oder von Klimaeffekten (Wert einer Tonne CO₂). Die vermeintlich höhere Sicherheit der Bewertung folgt hier vor allem aus der Bildung von

Mittelwerten aus verschiedenen Studien, die ihrerseits durch Quer-Bezüge miteinander verknüpft sind (vgl. das Handbuch der EU Kommission zu externen Kosten des Verkehrs (2014)). Unsicherheit kann also kein Argument sein, Effekte auszuklammern, wenn sie als relevant erscheinen, vielmehr muss Unsicherheit dazu herausfordern, Bewertungsverfahren anzuwenden, die mit ihr umgehen können.

2. Historischer Hintergrund

Der französische Verkehrsingenieur Jules Dupuit gilt als Begründer der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA; Dupuit, 1844). In der Tat hat er das Prinzip der Nutzenmessung auf Grundlage der Zahlungsbereitschaft der Nachfrager formuliert („utilité relative“), das rund 40 Jahre später von A. Marshall (1890) in Form der Konsumenten- und Produzentenrenten wieder aufgegriffen wurde. Marshall hat die Nutzenmessung in einen partialanalytischen Rahmen gestellt, der sich ausschließlich auf den betroffenen Teilmarkt – hier also: Verkehr – beschränkt. Die dadurch stark vereinfachte Wirkungsanalyse und die im Zuge vielfältiger Anwendungen erreichten Standardisierungen haben – auch in der einschlägigen Fachliteratur – die Grundvoraussetzungen dieses methodischen Ansatzes in den Hintergrund gedrängt, die unter anderem fallende Skalenerträge und Grenznutzen, konstante Grenznutzen des Geldes und – nach Korrektur der Marktfehler im Verkehrsbereich – ein vollständiges Konkurrenzgleichgewicht bedingen. Nur unter diesen Prämissen kann eine Partialanalyse des Verkehrsmarktes zu einer vollständigen Nutzenerfassung durch Konsumenten- und Produzentenrenten führen (vgl. Rothengatter, 1974).

Während manche Autoren Dupuit als Vorläufer der Neoklassik und Begründer des Marginalismus in der Ökonomie sehen (etwa: Hotelling, 1938), liefert die vertiefte Analyse der Beiträge französischer Verkehrsingenieure einschließlich Dupuit um die Mitte des 19. Jh. ein anderes Bild (vgl. Ekelund und Hébert, 1999²). Während die führenden Ökonomen zu dieser Zeit an allgemeinen Prinzipien zur Maximierung der wirtschaftlichen Wohlfahrt interessiert waren und Märkte, die diesen Prinzipien nicht entsprachen, als Ausnahmen betrachteten³, konzentrierten sich die französischen Verkehrsingenieure auf die konkreten Probleme solcher Märkte, wie insbesondere des Verkehrsmarkts. Sie taten dies mit ausgeprägtem Selbstbewusstsein, das sich in den Worten von A. Caquot (zitiert in Ekelund und Hébert, 1999, S. 39) widerspiegelt: „Ingenieure machen Ökonomie, während andere nur darüber philosophieren“. Dies macht auf der anderen Seite auch die ablehnende Haltung führender Ökonomen (Walras, Say) gegenüber den Ingenieuren verständlich. Während Walras (1874) dafür plädierte, Ausnahmehäufigkeiten, wie den Eisenbahnmarkt, zu verstaatli-

² Ein Sonderheft zu Jules Dupuit ist für das Journal of Transport Policy in Vorbereitung. Weitergehende Ausführungen finden sich in dem Beitrag von Rothengatter zu „Mr. Dupuit and the Marginalists“.

³ So wurden die „externen Effekte“ von A. Marshall durch wachsende Skalenerträge begründet, die durch Führungsvorteile zwischen Unternehmen entstehen. Mit „extern“ waren also Ausnahmen von der Regel sinkender Skalenerträge (bzw. steigender Grenzkosten) gemeint.

chen, um sie mit staatlich verordneten Grenzkostenpreisen in die vollkommene Wettbewerbslandschaft zu integrieren, hatte Dupuit ein völlig anderes Verständnis vom Wettbewerb in Industrien, die durch steigende Skalenerträge und sinkende Grenzkosten gekennzeichnet sind. Dieses Verständnis fand erst mit einer Verspätung von mehr als einem Jahrhundert Eingang in die Wettbewerbstheorie, so zum Beispiel im Eigenschaftsansatz von Lancaster (1971), der Produkt- und Preisdifferenzierung (Boiteux, 1956; Willig, 1976) oder der Theorie angreifbarer Märkte (Baumol et al., 1982).

Die Nutzenmessung durch die Fläche unterhalb der Nachfragekurve D (Abbildung 1), sowie die Messung der Nutzenänderung durch eine Preisänderung durch die Flächen I (Nutzenänderung für bestehende Nutzer) und II (Nutzenänderung durch induzierte Nachfrage) erscheint völlig identisch mit der Konsumentenrenten-Änderung nach Marshall. Der entscheidende Unterschied liegt aber darin, dass Dupuit den Verkehrsmarkt nicht partialanalytisch betrachtet. Er greift das Beispiel von Navier auf (zitiert aus Ekelund und Hébert, 1999, S. 83), der den Nutzen aus einem Kanalprojekt mit Hilfe der Transportkostendifferenz im Vergleich „mit“ und „ohne“ Kanal ermittelt hatte. Zunächst weist er Navier auf einen logischen Fehler hin, denn dieser hatte den Nutzen mit $(p_0 - p_1) \cdot (q_1)$ quantifiziert und damit den Nutzen des induzierten Verkehrs verdoppelt, statt das Rechteck $(p_0 - p_1) \cdot (q_1 - q_0)$ zu halbieren (später „rule-of-the-half“ genannt).

Zweitens ist für ihn nicht die Preisdifferenz auf dem Verkehrsmarkt relevant, sondern die Preisdifferenz auf dem Markt für transportierte Güter. In Bezug auf das Kanalbeispiel geht er davon aus, dass auf dem Kanal Steine transportiert werden und durch den Neubau des Kanals ein neuer Standort für den Steinbruch (II) erschlossen werden kann, während der alte Steinbruch (I) durch die Straße per Tiertraktion erreichbar war (Abbildung 2).

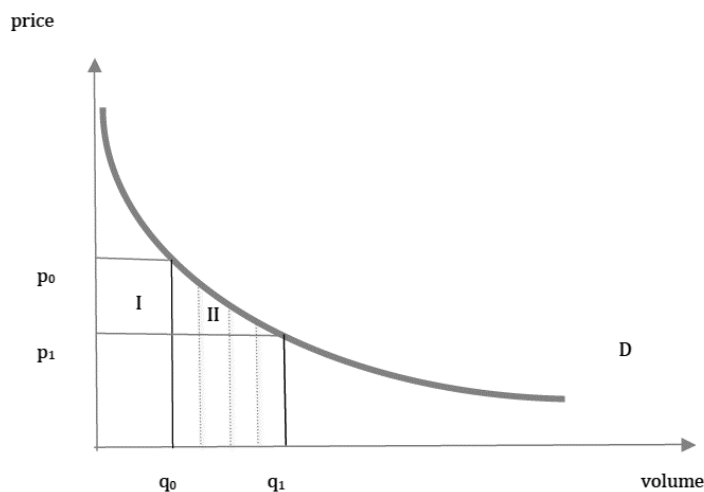


Abbildung 1: Nutzenmessung durch „utilité relative“. Quelle: Rothengatter (2016).

Preise und Mengen beziehen sich nach dem Dupuit-Ansatz auf die transportierten Produkte, also hier auf Steine am Ort der Vermarktung. Durch die Erschließung eines neuen Steinbruchs (II) über den Kanal können die Preise für Stein sinken, obwohl die Transportkosten (hier rechnet Dupuit mit durchschnittlichen Gesamtkosten einschließlich der Kapitalkosten) steigen können. Damit hat Dupuit den engen Rahmen der Partialanalyse auf dem Verkehrsmarkt gesprengt und einen ersten Schritt in die Quantifizierung von WEI unternommen. Denn sein Konzept lässt sich auf alle auf dem Kanal transportierten Produkte erweitern, deren Preise sich auch durch Erschließungseffekte ändern können. So kann man sich zum Beispiel vorstellen, dass Güter am Ort des Steinbedarfs erzeugt werden, welche die Schiffe auf dem neuen Kanal zu Verbrauchsorten in Richtung auf den neuen Steinbruch (II) transportieren können. Damit sinken deren Preise an den Verbrauchsorten und stiften dort Zusatznutzen. In den nächsten Runden könnten die Transportkosten sinken, weil Rückfrachten die Auslastung der Schiffe verbessern. Schließlich ist denkbar, dass Arbeitskräfte über die Wasserverbindung pendeln und so die Spezialisierung der Produktion erhöhen, oder dass Freizeitverkehre neu entstehen.

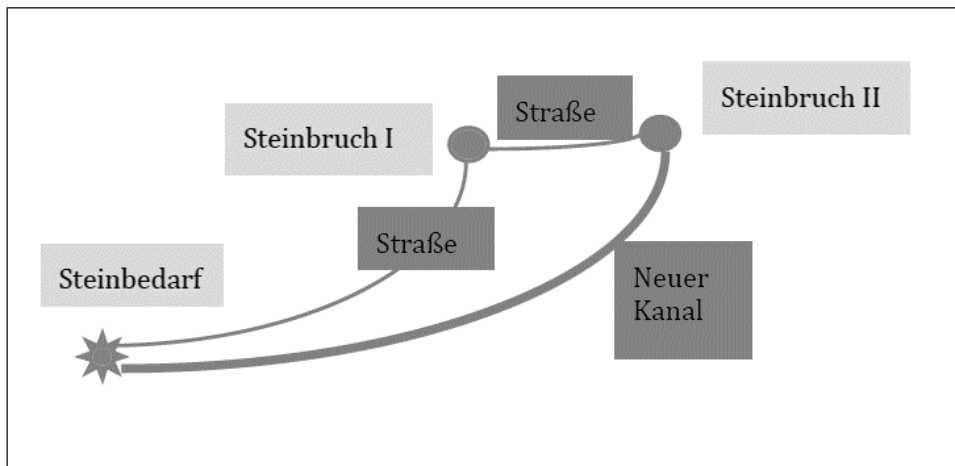


Abbildung 2: Erschließungseffekt durch einen neuen Kanal. Quelle: Rothengatter (2016).

Dies bedeutet, dass man einen großen Teil der heute diskutierten WEI an das Dupuit-Beispiel des Kanalbaus anknüpfen kann, weil sie Nutzen betreffen, die sich nicht durch den Marshall-Ansatz messen lassen. Damit kann der Bau des Kanals selbst dann ökonomisch gerechtfertigt sein, wenn die Reduktion der generalisierten Transportkosten die aufzuwendenden Kapitalkosten nicht aufwiegt, d.h. wenn sich der Kanal gemäß KNA nicht rechnet.

3. Definition von WEI und Ansätze zur Quantifizierung⁴

3.1 Begrifflichkeiten und Definition von WEI

Wohl kaum ein Phänomen wird in der Literatur mit so vielen Begrifflichkeiten umschrieben wie die WEI. So gibt es „indirekte“, „externe“, „Zweit-Runden“, „sekundäre“, „erweiterte“, „Zusatz-“, „induzierte“, „abgeleitete“, „Agglomerations-“ oder einfach „andere“⁵ Effekte.

Im EU-Projekt EUNET (2001) grenzte man in der KNA die „zwingend (mandatory)“ gegenüber den „fallweise (discretionary)“ zu berücksichtigenden Effekten ab. Die „zwingend“ einzubeziehenden Effekte bestehen aus den Veränderungen von Betriebs- und Zeitkosten der Nutzer sowie von monetär quantifizierbaren Unfallfolge- und Umweltkosten. „Fallweise“ lassen sich raumordnerische, strukturelle, arbeitsmarktbezogene oder verteilungspolitische Effekte mit aufnehmen, wobei die Schwierigkeiten der Quantifizierung und die Risiken für Doppelzählungen zunehmen.

Eine einfache und pragmatische Möglichkeit der Definition besteht darin, unter den WEI alle Effekte zusammen zu fassen, die in der konventionellen KNA mit „zwingend“ zu berücksichtigenden Effekten nicht angemessen erfasst und bewertet werden.⁶ Mit dieser einfachen Definition ergibt sich naturgemäß die Frage, was „nicht angemessen“ bedeutet. Hierzu lassen sich die Grundvoraussetzungen zur KNA aus dem Abschnitt 2 heranziehen. Abweichungen von diesen Voraussetzungen führen zu den Marktfehlern im Sinne der neoklassischen Theorie und in der Folge zu zusätzlichen Effekten, die von der KNA nicht eingefangen werden.

Es gibt aber in den Wirtschaftswissenschaften unterschiedliche Auffassungen darüber, wie weit die Realität von der neoklassischen Modellwelt abweicht. Dies kann sich auf nicht-konvexe Technologien (steigende Skalenerträge, fallende Grenzkostenkurven) in einigen Teilmärkten beziehen, die zu monopolistischer Konkurrenz und Agglomerationseffekten im Raum führen, wie dies in erweiterten neoklassischen Gleichgewichtsmodellen ((S)CGE: (spatial) computable general equilibrium models) angenommen wird. Es kann sich auch auf die Art der ökonomischen Anpassungen beziehen. So etwa nimmt man in Keynesianischen Modellen an, dass Mengenanpassungen schneller ablaufen als Preisanpassungen, so dass temporäre Mengengleichgewichte entstehen, die suboptimale Zustände der Wirtschaft (Unterbeschäftigung) charakterisieren. Der Ausgleich von Marktunvollkommenheiten mit Hilfe staatlicher Interventionen muss dann weit über die Internalisierung von externen Effekten hinausgehen und kann im Falle der Infrastrukturinvestitionen erhebliche Wirkungen über Multiplikator- und Akzeleratoreffekte auf anderen Märkten generieren. Abweichungen

⁴ Vgl. hierzu Rothengatter (2016).

⁵ In der angelsächsischen Literatur „other economic impacts (OEI)“ genannt.

⁶ Dies schließt die völlige Vernachlässigung von WEI ein.

können auch über Strukturveränderungen in der Zeit entstehen, von denen die neoklassische Welt abstrahiert, weil sie Güter- und Faktoreigenschaften als gegeben annimmt und Technologieänderungen nur exogen und pauschal in Wachstumsmodelle integriert. Schließlich kann man sich auch vollständig von der Vorstellung lösen, dass Individuen rational im Sinne der Neoklassik entscheiden und wirtschaftliche Anpassungsprozesse immer in Gleichgewichte münden müssen.

Dies bedeutet, dass der Umfang von WEI von der Modellwelt abhängt, die zur Identifizierung und Quantifizierung heran gezogen wird. In diesem Sinne gibt es eng abgegrenzte WEI, die begrenzte Abweichungen von der vollkommenen Wettbewerbswelt voraussetzen, und weit abgegrenzte WEI, die starke Abweichungen unterstellen. Letzteres gilt vor allem für makroökonomische Ansätze, die nicht von der Wohlfahrtsmessung ausgehen, sondern Indikatoren der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, wie BIP oder Beschäftigung, in den Fokus der Bewertung rücken.

Der folgende Abschnitt enthält eine Kurzübersicht über mögliche Verfahren zur Quantifizierung von WEI. Diese und andere Ansätze werden in Rothengatter (2016) ausführlicher beschrieben.

3.2 Ansätze zur Quantifizierung

3.2.1 SCGE- und Elastizitäten-Modelle

Räumliche Gleichgewichtsmodelle (spatial computable general equilibrium [SCGE] models) gelten als die anspruchsvollste ökonomische Methodik zur Quantifizierung von WEI. Die Modelle von Venables (2007) und Bröcker et al. (2010; 2011) gehen auf das Modell der ökonomischen Geographie von Krugman (1991) zurück. Dies beschreibt eine Wirtschaftswelt, in der einzelne Sektoren steigende Skalenerträge aufweisen, so dass sie sich an wenigen Standorten mit guter Erreichbarkeit im Raum verdichten und Agglomerationen bilden.

Das britische Verkehrsministerium (DfT, 2005) hat zunächst die Arbeiten von Venables an einem SCGE unterstützt, wurde aber wegen der wachsenden Komplexität dieses Projekts skeptisch und bevorzugte am Ende ein einfaches Elastizitäten-Modell, das von Graham (2006) entwickelt wurde. Dieses Modell hat die Eigenschaft, dass KNA- und WEI-Effekte klar getrennt und sowohl als Wohlfahrts- wie auch als BIP-Effekte quantifiziert werden können. Dies demonstriert die Tabelle 1.

In der empirischen Anwendung dominieren die Agglomerationseffekte (WB1). Diese misst Graham (2006) mit Hilfe eines Elastizitätenmodells, in dessen Mittelpunkt die Elastizitäten der sektorspezifischen (totalen) Faktorproduktivitäten in Bezug auf Änderungen der effektiven Beschäftigungsdichte stehen. Dies harmoniert mit der Krugman-Hypothese, dass sich in Sektoren mit steigenden Skalenerträgen Industrie-Konzentrationen und Agglomerationen im Raum bilden. In verdichteten Räumen sind dann die Produktivitäten höher als in dünn besiedelten Räumen. „Effektive“ Beschäftigungsdichten ergeben sich durch Gewichtung

der Beschäftigung mit der räumlichen Erreichbarkeit. Ein Ausbau der Verkehrsinfrastruktur führt zur Verbesserung der Erreichbarkeit und damit der effektiven Beschäftigungsdichte. Die Schätzungen von Graham für diese Elastizitäten in Großbritannien sind durch Hensher et al. (2012), sowie Legaspie et al. (2015) für Australien und Neuseeland ergänzt worden. Im Ergebnis zeigt sich eine sehr hohe Varianz und geringe Verlässlichkeit der Schätzungen, so dass die Größenordnung der geschätzten Agglomerationseffekte sehr unsicher ist.

Nutzenarten	Wohlfahrts- messung	Überlappung Wohlfahrt / BIP	BIP- Messung
Konventionelle KNA			
Δ Kfz-Betriebskosten	✓	WB3, GI ⁷	
Δ Zeitkosten Freizeit	✓		
Δ Zeitkosten Beruf	✓		
Δ Zeitkosten Geschäft	✓		
Δ Unfallkosten	✓		
Δ Umweltkosten	✓		
Erweiterte Nutzenmessung			
WB1: Agglomerationseffekte	✓	GI4	
WB2: Verstärkter Wettbewerb	✓	GI5	
WB3: Output +, imperfekte Märkte	✓	GI6	
WB4: Zusätzliches Arbeitsangebot	✓	GI1, GI2, GI3	
BIP-Messung			
GI1: Zusätzliche Arbeitskräfte		WB4	✓
GI2: Längere Arbeitszeit		WB4	✓
GI3: höhere Arbeitsproduktivität		WB4	✓
GI4: Agglomerationseffekte		WB1	✓
GI5: Unvollständiger Wettbewerb		WB2, WB3	✓
GI6: Δ Reisezeiten Geschäft		ΔZeit Geschäft	✓

Tabelle 1: Typologie von KNA und WEI-Effekten (Quelle: Legaspie 2015 nach Graham 2006)

⁷ Zu den Abkürzungen siehe Spalte 1.

Die These, dass WEI von Verkehrsinvestitionen vor allem in Agglomerationen auftreten, findet teilweise Bestätigung durch regionalwirtschaftliche ex-post Analysen von Hochgeschwindigkeitsstrecken wie Paris-Brüssel-Köln-Amsterdam-London (Vickerman, 2013). Allerdings bleiben bei einer solchen Konzentration auf Agglomerationseffekte andere strukturelle Wirkungen, wie Technologieänderungen oder Behebung regionaler Disparitäten, unberücksichtigt.

3.2.2 Makro- und regionalwirtschaftliche Modelle

a) CGE-Modelle

SCGE-Modelle müssen aufgrund ihrer hohen Komplexität Kompromisse bei der Abbildung von Wachstumsdynamik oder Strukturänderungen machen. Daher wird häufig auf die endogene Modellierung von räumlichen Gleichgewichten verzichtet, so dass ein CGE (computed general equilibrium) Modell entsteht. Das GEM-E3 Modell (siehe Saveyn et al., 2016) zum Beispiel berechnet ein Preisgleichgewicht in einer neoklassisch modellierten Ökonomie, in der die Angebots- und Nachfragefunktionen aus Optimierungskalkülen von Unternehmen und Haushalten abgeleitet werden. Es lässt in diesem Rahmen einige Unvollkommenheiten in ausgewählten Märkten zu, wie zum Beispiel Unterbeschäftigung, unvollkommene Substitution zwischen inländisch und ausländisch hergestellten Gütern oder wachsende Skalenerträge in Energie- und Verkehrssektoren. Da die gesamtwirtschaftlichen Kenngrößen wie BIP oder Beschäftigung mit Hilfe einfacher Indikatorfunktionen auf die Regionen herunter gebrochen werden, kann dieses Modell interregionale Ströme und Agglomerationseffekte nicht endogen abbilden. Auch der technische Fortschritt wird exogen angenommen, so dass das Wirtschaftswachstum nur durch Bevölkerungsveränderungen und exogenen technischen Fortschritt, wie im neoklassischen Wachstumsmodell von Solow (1956), erklärt wird.

b) Endogener technischer Fortschritt

Über mehrere Jahrzehnte hat die Wachstumstheorie hingenommen, dass der Parameter in der Produktionsfunktion, der das technische Wissen repräsentieren soll, eigentlich das technische Unwissen dokumentiert, weil er nicht endogen erklärt werden konnte. Romer (1990) hat diese unbefriedigende Prämisse aufgegeben. In seinem Modell entsteht technisches Wissen oder gleichbedeutend technischer Fortschritt bzw. Produktivitätsentwicklung durch den Einsatz hoch qualifizierten Humankapitals im Forschungs- und Entwicklungssektor der Volkswirtschaft. Die Ergebnisse lassen sich als Blaupausen vom Sektor für Kapitalgüter erwerben und verbessern die Produktivität von Arbeit und Kapital (totale Faktorproduktivität). Ausbildung und Einsatz von hoch qualifiziertem Humankapital ist somit die Triebkraft für das Wirtschaftswachstum.

Die durch das didaktische Romer-Modell gewonnene Erkenntnis, dass der technische Fortschritt durch endogene Größen erklärt werden kann, bildet die (zumeist implizite) Grundlage für disaggregierte Modelle, welche die Infrastruktur in ähnlicher Weise wie die Bildung

behandeln und damit zu einem der Motoren für Wachstum und Strukturänderung definieren.

c) Keynesianische Makro-Modelle

Viele ökonometrische Gesamtmodelle sind auf der Nachfrageseite keynesianisch aufgebaut und generieren Mengen- anstelle von Preisgleichgewichten. Damit können sie auch Multiplikator- und Akzeleratoreffekte erzeugen, die Wachstum und Wirtschaftsstruktur über Endnachfrage- und Kapazitätseffekte beeinflussen. Das sektoral stark differenzierte E3ME-Modell von Cambridge Econometrics⁸ fällt in diese Kategorie, wobei die Entwickler als Positivum hervorheben, dass die Abbildungsqualität des Modells nicht durch die restriktiven Prämissen eingengt wird, die den CGE-Modellen zugrunde liegen. Ähnlich wie E3ME berechnen auch die regional differenzierten Input-Output Modelle, wie das US Modell RIMS II⁹, in erster Linie Multiplikatorwirkungen.

d) Regionalwirtschaftliche Modelle

Die regionalwirtschaftlichen Modelle von Bökemann (2001) oder IHS (2012) erklären die regionalwirtschaftliche Produktion durch die üblichen Produktionsfaktoren und zusätzlich durch den Faktor Erreichbarkeit. Die regionalen Produktionsfunktionen werden im Querschnitt (etwa: für die NUTS 3 Regionen der EU) geschätzt, so dass sich die Wirkung von Infrastrukturinvestitionen durch Einsetzen der Erreichbarkeitsindikatoren mit und ohne Investitionen berechnen lässt. Biehl (1991) hat diesen Modellansatz auf eine andere Grundlage gestellt, indem er die regionalen Produktionsfaktoren als „Potentialfaktoren“ definiert, welche die Eigenschaften „immobil“, „unteilbar“, „nicht substituierbar“ und „polyvalent“ aufweisen und somit regionaltypisch sind. Die üblichen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital gelten als attrahierbar, während die Verkehrsinfrastruktur zu den Potentialfaktoren zählt. Das Modell von IWW et al. (2009) enthält die Potentialfaktoren Infrastruktur, hoch qualifiziertes Humankapital, weiche Standortfaktoren und Umweltqualität.

Diese Potentialfaktoren werden zusammen mit einem exogenen Parameter für die totale Faktorproduktivität über eine Cobb-Douglas-Funktion verknüpft und im Querschnitt geschätzt. Der entscheidende Unterschied zu Bökemann oder IHS besteht darin, dass die Schätzergebnisse Potentiale angeben und nicht a priori als Erwartungswerte für die regionale Produktion zu interpretieren sind. Dies bedeutet, dass weitere Tests erforderlich sind, um abzuschätzen, ob ein Potentialfaktor wie die Verkehrsinfrastruktur einen Engpass für die regionale Wirtschaftsentwicklung darstellt. Nur falls diese Tests eine Engpasslage identifizieren, ist das Ergebnis der Potentialschätzung für die Wirkungsanalyse relevant.

e) System Dynamics Modelle (SDM)

System Dynamics Modelle bestehen aus dynamischen Rückkopplungsschleifen, die Ausgangsimpulse verstärkt oder abgeschwächt weiter geben. Falls die abschwächenden Reakti-

⁸ <http://www.camecon.com/how/e3me-model/>

⁹ https://www.bea.gov/regional/pdf/rims/rimsii_user_guide.pdf

onen überwiegen, können Systeme zu Gleichgewichten konvergieren, ansonsten sind divergierende oder fluktuierende Bewegungen in der Zeit möglich, so zum Beispiel chaotische Trajektorien im Falle nicht-linearer Impuls-Reaktions-Mechanismen.¹⁰ SDM bestehen mathematisch aus einem System von Differenzgleichungen, die hohe Grade der Nichtlinearität, also vielfältige Lag-Strukturen, aufweisen können. Da eine explizite Lösung eines solchen Systems mit vielen nicht-linearen Gleichungen nicht möglich ist, hat J. Forrester (1968) eine Methode der numerischen Integration entwickelt, um die Bewegung des Systems in der Zeit zu approximieren. SDM sind also niemals komparativ-statisch, wie SCGE und KNA, sondern zeichnen immer vollständige Zeitprofile. Im Gegensatz zu den Gleichgewichtsmodellen lassen sie auch zu, dass in der Zeit Trendbrüche auftreten. Dies geschieht dann, wenn die zu Anfang dominanten Rückkoppelungsschleifen durch die dynamischen Interaktionsprozesse später von anderen überlagert werden.

Eine weitere typische Eigenschaft von SDM ist die Aufnahme mental-kreativer Hypothesen.¹¹ Das derzeit größte SDM im europäischen Raum, das Modell ASTRA (siehe Schade et al., 2015), basiert zum größten Teil auf ökonometrisch getesteten Beziehungen. Darüber hinaus sind aber auch sogenannte „Mikro-Makro-Brücken“ integriert. Diese speisen mikro-ökonomisch beobachtetes Entscheidungsverhalten zusammen mit Diffusionshypothesen in das System ein, um zu testen, ob sich daraus verstärkende Rückkoppelungen entwickeln, die zu Trendänderungen führen. Gerade für Technologie-Szenarien lassen sich durch solche Simulationen Erkenntnisse über die Ausbreitung neuer Technologien gewinnen.

f) Integrierte Bewertungsmodelle

Integrierte Bewertungsmodelle (integrated assessment models, IAM) sind zunächst von der Technologiefolgen- und Klimaforschung¹² entwickelt worden, um die Folgewirkungen von Entwicklungen oder politischen Aktionen auf allen relevanten Ebenen zu analysieren. Dazu koppelt man Bereichsmodelle auf gemeinsamen Datenplattformen, auf denen sie Zwischenergebnisse austauschen und Folgewirkungen in hinreichendem Detail (etwa: für die kritischen Bereiche [„tipping points“] der Klimafolgen) darstellen. Für das Gebiet der integrierten Bewertung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen hat die EU Kommission Modelle entwickeln lassen, wie zum Beispiel HIGHTOOL (abgeschlossen) oder TRIMODE (in Entwicklung). TRIMODE besteht aus den Sub-Modellen

- Makro- und Regionalökonomie (hier kommt das in a) erwähnte GEM-E3 Modell zum Einsatz)

¹⁰ Chaotische Trajektorien sind zum Beispiel Bewegungen um instabile Gleichgewichte, die sich in ähnlicher, aber nie in gleicher Weise wiederholen können. Besonders bekannt ist die Schmetterlingsform der Trajektorien im Falle von zwei instabilen Gleichgewichten.

¹¹ Dies wird von vielen Ökonomen als Schwachpunkt angesehen, weil subjektive Vorstellungen des Modellierers auf diese Weise einfließen können. Die Anwendung von SDM für das erste große Weltmodell von Meadows et al. (1972) gibt dafür ein schlagkräftiges Beispiel.

¹² Siehe IPCC, 5th Assessment Report, Report of Working Group III.

- Personenverkehrsmodell (Basis ist das VISUM-Modell von PTV)
- Güterverkehr (Modellentwicklungen von TRT und MDS-Transmodal)
- Netzmodell (Basis ist das VISUM-Modell von PTV)
- Energie und Umwelt (ein Teilmodell von GEM-E3).

Im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Modellen gehen die Sub-Modelle in vollem Detail ein, also die Verkehrsmodelle mit geographischer Netz- und Regionalabbildung mit hoher Differenzierung auf Angebots- und Nachfrageseite der Personen- und Güterverkehrssektoren. Dafür sind Abstriche bei der Gleichgewichtsmodellierung gegenüber SCGE und CGE in Kauf zu nehmen (obwohl GEM-E3 ein CGE ist, das Preis-Gleichgewichte modelliert). Gegenüber SDM ist die Rückkoppelungsdynamik deutlich schwächer (das Zeitintervall von TRIMODE ist mit 5 Jahren geplant, während ASTRA ein Drei-Monats-Intervall aufweist).

4. Relevanz von WEI

4.1 Relevanz der Abweichungen vom neoklassischen Standard-Modell

Das Hauptargument der BVWP-Beratungsinstitute gegen eine Berücksichtigung von WEI besteht darin, dass in der Zukunft Vollbeschäftigung in allen deutschen Regionen zu erwarten ist und die Verkehrsnetze in Deutschland bereits weitgehend ausgebaut sind. Die ökonomische Prognose unterstellt, dass sich die Bevölkerung rückläufig entwickelt, so dass künftig die (weniger qualifizierte) Arbeitskraft den limitierenden Faktor in der gesamtwirtschaftlichen Produktion darstellt. Auch der Ausbau der Kapazitäten richtet sich an diesem Engpass aus. Zwar gibt es ein Produktivitätswachstum durch technischen Fortschritt, dieser ist aber als vollkommen exogen und für alle Regionen mit 1% p.a. gleich angenommen.

WEI können a priori nur relevant sein, wenn diese Ausgangshypothesen der BVWP-Prognose nicht schlüssig sind. Diese beschreiben eine stationäre Wirtschaftswelt, in der sich eine vollbeschäftigte Wirtschaft allein durch Bevölkerungswachstum und eine konstante technische Fortschrittsrate angetrieben auf einem gleichgewichtigen Wachstumspfad mit konstanten Wachstumsraten bewegt. Innovationen bei Produkten und Verfahren, Veränderungen in der internationalen Konkurrenzlage oder Einflüsse der Bildungs- und Technologiepolitik spielen keine Rolle. Gleichfalls gibt es kein Problem mit der Unterbeschäftigung und keine Notwendigkeit, zurück gebliebene Regionen zu fördern.

In der Vergangenheit hat es nie eine längere Zeitphase mit solchen Bedingungen in allen Regionen einer Volkswirtschaft gegeben – wenn man von Nachkriegszeiten oder Aufholphasen nach längerer Unterdrückung von Marktkräften (China) absieht. Gäbe es in politischen Normallagen eine solche heile Wirtschaftswelt, so wäre sie auch nach Schumpeter (1952) keineswegs ein marktwirtschaftliches Ideal. Denn sie wäre einem System unterlegen, das seine Strukturen durch „schöpferische Zerstörung“ periodisch erneuert, dadurch

Erfindungen in Innovationen umsetzen und so seine internationale Wettbewerbsfähigkeit steigern kann. Eine dynamische Wirtschaftslandschaft mit permanentem Druck auf Veränderung und Verlust an Wettbewerbsfähigkeit bei Stationarität erscheint als die realistischere Zukunftsperspektive.

In einem sich evolutorisch verändernden Wirtschaftssystem spielen die Faktoren Bildung und Infrastruktur eine besondere Rolle. Bildung generiert das qualifizierte Humankapital, das nach Romer (1990) die Blaupausen für Innovationen erzeugt. Diese verändern in Schüben die Technologiewelt. Die höheren Bildungsschichten können auch auf der Nachfrageseite als erste Adoptoren dazu beitragen, dass neue Produkte in die Märkte diffundieren. Der Beitrag der Verkehrsinfrastruktur für die räumliche Wirtschaft wurde von Friedrich List (1838) hervorgehoben, in der Folge teilweise überzeichnet (Aschauer, 1989) und erst spät in den Zusammenhang mit anderen Einflussgrößen des regionalen Wirtschaftswachstums gestellt (Biehl, 1991), mit denen sie vernetzt werden muss, um wachstumsfördernd zu wirken.

Die Verkehrsinfrastruktur ist direkt mit ihren Nutzern und indirekt mit zahlreichen Aktivitäten in anderen Sektoren verbunden. Insofern zeigt sich ihr Beitrag zu innovativen Strukturänderungen nur durch die Einbeziehung der beeinflussten Sektoren in die Wirkungsanalyse. Dies gilt insbesondere für die Verknüpfung mit der Kommunikationsinfrastruktur und deren Nutzung im Rahmen der „Vierten Industriellen Revolution (4IR)“. Das Konzept der vier industriellen Revolutionen wurde – unabhängig von den in der Ökonomie bekannten Kondratieff-Zyklen – von einer Arbeitsgruppe unter Leitung von H. Kagermann (ehemaliger CEO der SAP) und S. Drais (ehemaliger Vize-CEO von Bosch) entwickelt und bei der Hannover CEBIT im Jahr 2013 vorgestellt. Die 4IR ist gekennzeichnet durch die Durchdringung der Arbeits- und Lebensbereiche mit digitaler Technik und Automatisierung sowie dem „Internet der Dinge“ (vgl. Schwab, 2016). Verkehr ist ein bevorzugter Anwendungsbereich der 4IR, vom autonomen Fahren bis hin zur Steuerung logistischer Ketten – eventuell dezentral durch „intelligente“ Container oder Pakete. Auf der Konsumseite betreffen auch Entwicklungen wie die „Sharing Ökonomie“ sehr stark den Verkehr (z.B. Über Mobilitäts-Dienste). Bei der Eisenbahn ist eine effektivere Nutzung von Zugfahrten für Geschäfts- und Freizeit Zwecke möglich, so dass die übliche Bewertung von Reisezeiten über die Opportunitätskosten (über alternativ mögliche Arbeitszeit) nicht mehr sinnvoll ist. Gleiches wird künftig gelten, wenn Pkw autonom gesteuert werden. Es ist erkennbar, dass solche technischen Entwicklungen eine andere Form der Nutzung von Infrastrukturen und deren Interdependenzen (hier: Verkehr und Kommunikation) induzieren und somit eine ganzheitliche sozioökonomische Analyse verlangen.

Gleichfalls ist vor diesem Hintergrund das traditionelle „mit“/„ohne“-Prinzip der Bewertung in Frage zu stellen. Die „ohne“-Entwicklung ist nicht alternativlos, wie dies derzeit angenommen wird. Geht es um die Megatrends für Technologie, Alterung der Gesellschaft, Mobilitätspräferenzen oder Klimawandel, so sind mehrere Entwicklungspfade möglich. Dies bedeutet, dass die Szenarien der Zukunft mehrere „ohne“-Fälle beschreiben können, vor deren Hintergrund Verkehrsinvestitionen zu bewerten sind. Letztlich ist die Entwicklung unter Einbeziehung von Verkehrsinvestitionen mit dem „ohne“-Szenario zu verglei-

chen, das die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit aufweist oder mit einem breiten politischen Konsens angestrebt wird. Aber mit der Bewertung eines Investitionsplanes auf Grundlage mehrerer „ohne“-Fälle erhält man eine Basis für Risiko-Abschätzungen und damit für die Beurteilung der Robustheit.

4.2 Objekte integrativer Bewertung

Der größte Teil der in der BVWP bewerteten Projekte besteht aus Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen sowie kleineren Neubauvorhaben. Es ist offensichtlich, dass eine Analyse von WEI hierfür nicht erforderlich ist. Vielmehr geht es um

- Großprojekte,
- Korridor-, Teilnetz- und Gesamtnetzplanungen sowie
- Systembewertungen.

Großprojekte für die Straße mit einem Investitionsvolumen von über 1 Mrd. EUR sind in der BVWP bei den Neuen Vorhaben nur vereinzelt vertreten. Es fällt auf, dass das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) bei den Großprojekten erheblich geringer ausfällt als bei kleineren Vorhaben. Das größte Straßenbauprojekt, der 161 km lange Abschnitt der A20 zwischen Westerstede und Hohenfelde, weist geschätzte Investitionsausgaben von 2,6 Mrd. EUR und ein NKV von 1,9 auf. Das NKV kleinerer Projekte liegt durchweg erheblich höher und übertrifft teilweise eine Größenordnung von 10.

Hier liegt die Vermutung nahe, dass kleinere Projekte in der BVWP-Bewertung systematische Vorteile erfahren. Dies lässt sich zum guten Teil¹³ auf die Zeitbewertung mit durchschnittlichen Stundensätzen zurückführen, so dass auch kleine Zeitvorteile bewertet werden, selbst wenn sie keine Änderung in den Aktivitätenprogrammen von Haushalten oder in der Logistik von Unternehmen bewirken können. In der Summe machen solche rein rechnerischen Vorteile einen hohen Anteil der Zeitnutzen bei kleinen Projekten aus und führen wegen der verhältnismäßig geringen Investitionskosten zu den höchsten volkswirtschaftlichen Renditen. Die meisten Eisenbahnvorhaben sind Großprojekte, für welche die genannten Nachteile in der Bewertung gleichfalls gelten. Sie bewirken ferner ökonomisch nutzbare Zeiten für die Nutzer während der Reise (für Geschäfts- und Freizeit Zwecke), die für die Umsteiger von Straße und Flugzeug anteilig angerechnet werden müssten. Diese Wirkung lässt sich mit der Bewertung von Reisezeitdifferenzen zu Durchschnittssätzen nicht einfangen.

Die Beispiele zeigen zunächst, dass die KNA-Ergebnisse für Klein- und Großprojekte in der BVWP kaum vergleichbar sind. Die durch Großprojekte bewirkten Umstellungen von Aktivitätenmustern im Personenverkehr und Logistik-Systemen – mit ihren Ausstrahlungen in andere Wirtschaftssektoren – bleiben weitgehend unberücksichtigt, während kleine Zeit-

¹³ Naturgemäß erhalten kleine Projekte auch Vorteile durch die Quotientenbildung, also die Division der Nutzen durch die Investitionskosten.

einsparungen, die nur höhere Bequemlichkeiten in der Durchführung bestehender Verhaltensmuster widerspiegeln, einen hohen Stellenwert bekommen. Eine Berücksichtigung von WEI kann diese Bewertungsschiefe beheben.

Ein weiteres Problem für die KNA-Anwendung ergibt sich dann, wenn ein Großprojekt eine Gesamtnetzplanung mit unterschiedlichen Komponenten verlangt, wie zum Beispiel das Bahn-Projekt Stuttgart-Ulm. Hier entstehen Nutzen aus dem Fernverkehr, dem Regional- und Nahverkehr, der Flughafen-Anbindung und der zusätzlich nutzbaren Fläche des Gleisvorfelds. Dabei sind Bewertungen für den Fernverkehrsteil mit dem BVWP-Verfahren und für den Nahverkehr mit der standardisierten Bewertung für ÖPNV-Vorhaben durchgeführt worden, die in keiner Weise zusammen passen. Das Land Baden-Württemberg hatte daher vor Abschluss der Finanzierungsvereinbarung eine integrierte volkswirtschaftliche Bewertung in Auftrag gegeben, um zu prüfen, ob sein finanzielles Engagement wirtschaftlich gerechtfertigt ist (siehe IWW et al., 2009).

Die Vorbereitung von Systementscheidungen stellt ein besonderes Anwendungsfeld für WEI-Verfahren dar. Dies bezieht sich zunächst auf die Entwicklung neuer Technologien. Ein Beispielfall ist das japanische Magnetschnellbahnprojekt, das künftig die Ballungsräume Tokyo, Nagoya und Osaka mit einer zusätzlichen bodengebundenen Verkehrsader – neben dem bestehenden Tokaido-Shinkansen – verbinden soll. Hier geht es einerseits um eine Technologieentscheidung, die eine Technologie-Folgenabschätzung notwendig macht. Zum zweiten geht es um eine verkehrspolitische Entscheidung, denn eine solch aufwendige Neubaustrecke (geschätzt: 100 Mrd. USD) lohnt sich nur, wenn erhebliche Teile des Kurzstrecken-Luftverkehrs verlagert werden können. Dies ist aber nur zu erwarten, wenn die Flughafenkapazität für den Kurzstrecken-Luftverkehr (speziell: Tokyo Haneda) beschränkt bleibt. Die Entscheidungsgrundlage für diesen Systementscheid wurde unter anderem mit Hilfe eines CGE vorbereitet, das in Hayashi et al. (2015) beschrieben wird.

Ein weiteres Beispiel für Systementscheidungen ist die Berücksichtigung des Einflusses der „Vierten Industriellen Revolution“ auf die Logistik. Synchronisierte Nachschubketten mit automatischen Steuerungen von Umschlagsprozessen, Lagerbewegungen, Sortier- und Verpackungsoperationen bis hin zu Produktergänzungen und -differenzierungen durch additive Fertigungsanlagen in Güterverkehrszentren sind neben den viel diskutierten Automatisierungen von Transportbewegungen zu erwarten. Bei letzteren werden Verkehrsmittel, welche die Logistik seit Jahrzehnten erfolgreich integriert hat, im Vorteil sein, auch wenn dies höhere technische Anstrengungen erfordert. Dies gilt vor allem für den Lkw-Transport gegenüber der Bahn-Konkurrenz. Müller et al. (2017) zeigen, dass es bei der Eisenbahn hohe Barrieren für die Einführung technischer Innovationen gibt (technische Abgeschlossenheit, Pfadabhängigkeit, Investitions-Risiko), die technisch mögliche Sprünge verhindern. Ohne massive staatliche Unterstützung, die weit über die Infrastruktur-Subventionierung hinausgeht, ist keine Änderung der Marktsituation zu erwarten. Falls es durch staatliche Anschubhilfe zu einer partiellen Marktdominanz kommt, kann ein deutlicher Sprung bei den Nutzen von Bahnprojekten entstehen. Ist dagegen die Unterstützung moderat, so führen damit erreichbare inkrementale Verbesserungen der Infrastruktur nicht zu Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit, sondern eher zur Fortsetzung negativer

Trends. Die WEI-Modellierung – zum Beispiel mit Hilfe von Systemdynamik – kann Informationen über die Dosis staatlicher Unterstützung generieren, die erforderlich ist, um eine Trendwende, also eine Überwindung der Pfadabhängigkeit, zu erreichen.

Systementscheide können gleichfalls notwendig werden, wenn es um die Einhaltung der in den Weltklimakonferenzen von Paris und Marrakesch beschlossenen Grenzwerte für die Klimaerwärmung geht. Die EU Kommission hält in ihrem Weißbuch von 2011 eine CO₂-Reduktion von 60% im Jahr 2050 gegenüber 1990 im Verkehrssektor für notwendig. Dazu sollen die Mitgliedsländer einen Strategiemix entwickeln. Naturgemäß wird jedes Land daran interessiert sein, diesen Mix so zu gestalten, dass die Kosten für die Wirtschaft so gering wie möglich ausfallen. Dies lässt sich durch Strategie-Szenarien und deren Bewertung mit Hilfe integrierter Modelle unter Einschluss von WEI simulieren.

5. Zusammenfassung mit der KNA und Fazit

Eine Zusammenfassung der KNA-Ergebnisse mit WEI ist nur beim englischen Bewertungsverfahren möglich. Dies ist aber an starke Voraussetzungen gebunden, abstrahiert von Strukturänderungen und liefert Ergebnisse, die politischen Zielen zuwider laufen können. Für SCGE ist eine Zusammenfassung nicht erforderlich, da der Gleichgewichtsansatz umfassend ist und den direkt beeinflussten Verkehrssektor einschließt. Alle auf Indikatoren der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung basierenden Verfahren liefern Resultate, die nicht mit der KNA zusammen passen.

Damit bietet es sich an, die Ergebnisse als getrennte Informationsgrundlagen für die politische Entscheidung zu behandeln. Als Beispiel lässt sich die Umweltbewertung heran ziehen. Eine partielle Bewertung einiger Umwelteffekte findet sich in monetärer Form in der KNA, während die SUP (Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung) eine umfassende Gesamtbewertung aller Umweltkonsequenzen vornimmt. In analoger Weise ließe sich die ökonomische Bewertung für geeignete Bewertungsobjekte in eine gesamtstrategische WEI-Analyse und eine projektbezogene KNA unterteilen. Da die WEI-Analyse nicht standardisierbar ist, lässt sich der Vorschlag des Rapport Quinet (2013) aufgreifen, ein wissenschaftliches Begleitkomitee für ein geeignetes Bewertungsobjekt einzurichten, das die Zielrichtung der WEI-Analyse definiert, die Ausschreibung für ein geeignetes Projekt vorbereitet, ein Institut für die Aufgabe auswählt, dessen Arbeit begleitet und am Ende die Auswertung für den politischen Entscheidungsträger übernimmt.

6. Abstract

Bereits Jules Dupuit, der Begründer der Kosten-Nutzen-Analyse, hat die Grundlage für die Berücksichtigung von erweiterten wirtschaftlichen Folgewirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (wider economic impacts, WEI) gelegt. Im Gegensatz zur Wohlfahrtsmessung durch Konsumenten- und Produzentenrenten auf dem Verkehrsmarkt schlägt er die Messung dieser Größen auf dem Markt für transportierte Güter vor. Dies führt konsequent zur Einbeziehung von WEI, wenn Märkte unvollständig im Sinne der neoklassi-

schen Theorie organisiert sind. Die Art der Quantifizierung von WEI ist davon abhängig, wie stark die Abweichungen vom vollständigen Wettbewerbsgleichgewicht angenommen werden. Die (räumlichen) Gleichgewichtsansätze sehen diese Abweichungen in wenigen Teilmärkten, während sich systemdynamische oder integrierte Bewertungsmodelle weitgehend von der neoklassischen Plattform lösen können. Es wird gezeigt, dass WEI für Großprojekte, Teil-/Gesamtnetzplanungen und Systembewertungen relevant sind und neben der traditionellen KNA durchgeführt werden sollten.

Literatur

- Aschauer (1989) 'Is Public Expenditure Productive' *Journal of Monetary Economics*. 23. 2. 177-200.
- Baumol, W. J., Panzar, J.C. and R. D. Willig (1982) *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*. New York.
- Biehl, D. (1991) 'The Role of Infrastructure in Regional Development', Vickerman, R. (ed.): *Infrastructure and Regional Development*. London. 9-35.
- Bodewig-Kommission (2013) Kommission „Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“. Konzeptdokument. Berlin.
- Bökemann (2001) *Theorie der Raumplanung*. München.
- Boiteux, M. (1956) 'Sur la gestion des Monopoles Publics astreints a l'équilibre budgétaire'. *Econometrica*. 24. 22-40.
- Bröcker, J. Korzhenevych, A. and C. Schürmann (2010) 'Assessing Spatial Equity and Efficiency Impacts of Transport Infrastructure Projects', *Transportation Research Part B*. 44. 795-811.
- Bröcker, J. and J. Mercenier (2011) 'General Equilibrium Models for Transportation Economics', in Palma, A.de, Lindsey, R, Quinet, E. and R. Vickerman (eds.): *Handbook of Transport Economics*. Cheltenham. 21-46.
- Department of Transport (DfT) of the UK (2006): *Transport, Wider Economic Benefits and Impacts of GDP*. London.
- Department of Transport (DfT) of the UK (2012): *Economic case for HS2: Updated appraisal of transport user benefits and wider economic benefits*. London.
- Dupuit, J. (1844) 'De la mesure de l'utilité des travaux publics' *Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents*, 2d ser. 8.2. 332-375.
- Ekelund, R. B. Jr. and R. F. Hébert (1999) *Secret Origins of Modern Microeconomics: Dupuit and the Engineers*. Chicago.
- EU Commission (2014) *Handbook on External Costs of Transport*. Brussels.
- EU Framework Research Projekte: ASTRA (2005); EUNET (2001); IASON (2005); TIP-MAC (2005); HIGHTOOL (2016). Berichte im Internet.

Fratzscher-Kommission (2015) Stärkung von Investitionen in Deutschland. Im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Energie. Berlin.

Forrester J. W. (1968) Principles of Systems. New York.

Graham, D.J. (2006) Wider Economic Benefits of Transport Improvements: Link Between City Size & Productivity. Study on behalf of the DfT. London.

Hayashi, Y., Morichi, S. Oum, T.-H. and W. Rothengatter (eds) (2015) Intercity Transport and Climate Change. New York.

Hotelling (1938) 'The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates'. *Econometrica*. 6. 242-269

Hensher, D.A., Truong, T.P., Mulley, L. and H. Ellison (2012) 'Assessing the wider economy impacts of transport infrastructure investment with an illustrative application to the North-West Rail Link project in Sydney, Australia', *Journal of Transport Geography*, 24. 292-305.

Hunsucker, A. (2012) Finance, Welfare and OEI: an Appraisal of Appraisals. MA Thesis at Erasmus Univ. Rotterdam.

IFO und Helmut-Schmidt-Universität Hamburg (2012) Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung 2010 bis 2030. Dresden.

IHS (2012) Gesamtwirtschaftliche Bewertungsverfahren. Grundlagen und Anwendungen von Bewertungsverfahren für Entscheidungsfindungen von Infrastrukturvorhaben. Wien.

Intraplan, PLANCO und TUBS (2014) Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung. Im Auftrage des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin.

IPCC (2014) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of IPCC. Cambridge. UK.

IWW, SRF and VWI (2009) Volkswirtschaftliche Bewertung des Projektes Baden-Württemberg 21 (BW21). Study for the Ministry of Transport Baden-Württemberg. Karlsruhe.

Krugman, P. (1991) 'Increasing returns and economic geography', *Journal of Political Economy*, 99.3. 483-499.

Lancaster, K.J. (1971) Consumer Demand: A New Approach. New York.

Legaspi, J, Hensher, D. and B. Wang (2015) 'Estimating the wider economic benefits of transport investments: The case of the Sydney North West Rail Link project', *Case Studies on Transport Policy*, 3.2.2015.182-195.

List, F. (1938) Das deutsche National-Transport-System in volks- und staatswirtschaftlicher Beziehung. Leipzig.

- Marshall, A. (1890) *Principles of Economics*, London.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and W.W. Behrens III (1972): *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's project on predicament of mankind*. Bel Air. Cal.
- Müller, S., Liedtke, G. und A. Lobig (2017) 'Chancen und Barrieren im deutschen Schienengüterverkehr: Eine innovationstheoretische Perspektive'. Zur Veröffentlichung angenommen in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*.
- Quinet, E. (Pres.) (2013) *L'Evaluation Socioéconomique des Investissements Publics*. Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective. Paris.
- Romer, P. M. (1990) 'Endogenous Technological Change', *Journal of Political Economy*, 98.5. 71-102.
- Rothengatter, W., 1974: 'Konsumentenrente und kompensierende Einkommensvariation – Planungshilfen für die Preis- und Investitionspolitik im Verkehr?' *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*. 45.1. 1-26.
- Rothengatter, W. (2014) 'Large-scale Transportation Projects: Wider Economic Impacts and Long-run Dynamics', in: Funk, R. and W. Rothengatter (eds.). *Man, Space, Time and Environment – Economic Interactions in Four Dimensions*. Baden-Baden. 2014. 319-344.
- Rothengatter, W. (2015) 'BVWP Bewertungsverfahren: Volle Fahrt zurück in die orthodoxe Neoklassik'. *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*. 86. 3. 181-204.
- Rothengatter, W. (2016) 'Wider Economic Impacts of Transport Investments – Relevant or Negligible'. Paper presented to the World Conference on Transport Research. Shanghai. 2016. Zur Veröffentlichung angenommen in: *Transport Policy*.
- SACTRA (1999) *Transport and the Economy*, Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, London: The Stationary Office.
- Saveyn, B., Paroussos, L., Szewczyk, W., Vandyck, T., Ciscar, J.C., Karkatsoulis, P., Fragkiadakis, K., Fragkos, P., Vrontisi, V., Capros, P. and D. van Regemorter (2016). 'Economic Assessment of Climate, Energy and Air Quality Policies in the EU with the GEM-E3 Model: An Overview'. In Dinar, A. (Ed.), *WSPC Reference on Natural Resources and Environmental Policy in the Era of Global Change: Computable General Equilibrium Models* (Vol. 3). pp 207-246. Singapore.
- Schade, W., Krail, M., Hartwig, J., Walther, C., Sutter, D., Killer, M., Maibach, M., Gomez-Sanchez, J. and K. Hitscherich (2015), *Cost of non-completion of the TEN-T*. Report on behalf of the European Commission, Karlsruhe.
- Schumpeter (1952) *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. Fünfte Aufl. Berlin.
- Solow, R.M. (1956) 'A Contribution to the Theory of Economic Growth', *Quarterly Journal of Economics*, 1. 65-94.

Venables, A. (2007) 'Evaluating urban improvements. Cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation', *Journal of Transport Economics and Policy*, 41.173-186.

Vickerman, R.W. (2013) 'The wider economic impacts of mega-projects in transport', in: H. Priemus and B van Wee (eds.). *International Handbook on Mega-Projects*, Cheltenham, 2013. 381-397.

Walras, L. (1874) *Elements of Pure Economics*. Transl. 1954. Homewood.

Willig, R. D. (1976) 'Pareto-Superior Non-linear Outlay Schedules'. *The Bell Journal of Economics*. 9. 56-69.