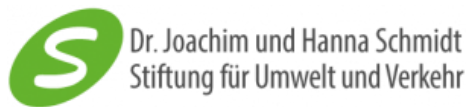


Werner Rothengatter

## **Integrierte Wirkungsanalyse und Bewertung als Grundlage einer künftigen Bundesverkehrswege- und Mobilitätsplanung**



Das vorliegende Gutachten wurde durch den Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) e.V. im Rahmen des durch die Dr. Joachim und Hanna Schmidt Stiftung für Umwelt und Verkehr geförderten Projekts „Neuausrichtung und Ökologisierung der Fernstraßenplanung im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung in Deutschland“ (NÖFS) in Auftrag gegeben und bearbeitet. Der BUND e.V. und der Autor danken der Stiftung sehr herzlich für ihre wertvolle Unterstützung.

Karlsruhe, Mai 2023

## Inhalt

- 1 Problemstellung und Auftrag
- 2 Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege und Notwendigkeit einer Neuorientierung
  - 2.1 Aktuelle gesetzliche Grundlage
  - 2.2 Neuorientierung im Rahmen eines Bundesmobilitätsplans
- 3 Bundesverkehrswegeplanung als Grundlage der Bedarfsplanung, Schwachpunkte und alternative Ansätze für die Bewertung
  - 3.1 Aktuelle methodische Grundlage
  - 3.2 Diagnose der wesentlichen Schwachpunkte
  - 3.3 Alternative Ansätze im Ausland und in der EU
  - 3.4 Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Mobilitätsplanung in Deutschland
- 4 Alternativer Entwurf zur Methodik der Bundesverkehrswegeplanung
  - 4.1 Grundidee
  - 4.2 Bewertungsebenen
  - 4.3 Strategieentwicklung
  - 4.4 Systembewertung
  - 4.5 Projektbewertung
  - 4.6 Organisation und Finanzierung
- 5 Möglichkeiten der Umsetzung
  - 5.1 Basis für Methoden und Daten in Deutschland
  - 5.2 Notwendige Erweiterungen
    - 5.2.1 Strategie-Ebene
    - 5.2.2 System-Ebene
    - 5.2.3 Projektebene, Neubau- und Ausbau-Investitionen
    - 5.2.4 Erstellung von Ersatzinvestitionsprogrammen
- 6 Integration alternativer Ansätze in eine reformierte Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege
  - 6.1 Erstellung eines Bundesmobilitätsplanes
  - 6.2 Konzipierung als rollende Planung

## **1 Problemstellung und Auftrag**

Das Ziel des Projektes NÖFS besteht darin, einen Beitrag dazu zu leisten, die Defizite bei den Natur- und Klimaschutzbelangen in der Fernstraßen- und Bundesverkehrswegeplanung zu beseitigen. In diesem Zusammenhang geht es auch darum, die Schwachstellen der bestehenden Bundesverkehrswegeplanung zu identifizieren und alternative Vorgehensweisen aufzuzeigen, die zu einer revidierten Bedarfsplanung mit angemessener Berücksichtigung von Natur und Klimaschutz führen. Der BUND hat hierzu mit Schreiben vom 20.7.2022 ein Gutachten vergeben, das auf Basis der Leistungsbeschreibung im Angebot vom 29.6.2022 durchzuführen ist. Dies betrifft die Positionen

- Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege und Notwendigkeit einer Neuorientierung,
- Bundesverkehrswegeplanung als Grundlage der Bedarfsplanung: Schwachpunkte und alternative Ansätze,
- Alternativer Entwurf zur Methodik der Bundesverkehrswegeplanung,
- Möglichkeiten der Umsetzung und
- Integration alternativer Ansätze in eine reformierte Bedarfsplanung für die Bundesverkehrswege.

## **2 Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege**

### **2.1 Aktuelle gesetzliche Grundlage<sup>1</sup>**

Die Bedarfsplanung des Bundes für die Bundesverkehrswege durchläuft nach aktueller gesetzlicher Grundlage die folgenden Schritte

- (1) Erstellung eines Bundesverkehrswegeplans (aktuell für 15 Jahre, 2016-2030);
- (2) Erstellung von Bedarfsplanentwürfen für die einzelnen Verkehrsträger und Kabinettsbeschluss;
- (3) Ausbaugesetze mit Bedarfsplanentwürfen als Anlage, vom Bundestag zu beschließen;
- (4) Bedarfsplanüberprüfungen alle 5 Jahre.

Daran schließen sich Raumordnungsverfahren, Linien- bzw. Trassenbestimmung und Planfeststellungsverfahren an. Der BMDV veröffentlicht alle 5 Jahre eine Ausbauplanung (Investitionsrahmenplan).

### **2.2 Neuorientierung im Rahmen eines Bundesmobilitätsplans**

VCD und BUND haben, unterstützt durch Experten, einen Vorschlag für ein Bundesmobilitätsgesetz ausgearbeitet, in dessen Mittelpunkt die Erstellung eines integrierten Bundesmobilitätsplanes steht. Daraus ergeben sich substantielle Veränderungen für die Bedarfsplanung:

- (1) Erstellung eines Bundesmobilitätsplanes (langfristig: 15 Jahre, perspektivisch: 30 Jahre);
- (2) Konzipierung als rollende Planung (kurz-, mittel- und langfristig);

---

<sup>1</sup> Siehe Gutachten von Becker Büttner Held (2021)

- (3) Erstellung von integrierten Bedarfsplanentwürfen mit folgenden Gesetzgebungsverfahren (Kabinettsbeschluss, Bundestagsbeschluss);
- (4) Bedarfsplanumsetzungsvereinbarung mit Planungsträgern.

Die auf die Bedarfsplanung folgenden Schritte des Planungsverfahrens bleiben formal unverändert. Inhaltlich können sie sich auf intensive Vorarbeiten im Rahmen einer reformierten Bedarfsplanung stützen (Raumordnung, netzbezogene Strategische Umweltprüfung, projektbezogene Umwelt-Risiko-Analyse).<sup>2</sup> Weiter sieht der Gesetzesentwurf vor, dass die Investitionsplanung durch eine Finanzplanung begleitet wird, die eine Finanzierung von Ersatzinvestitionen auf Grundlage von Finanzierungsvereinbarungen und eine verlässliche Finanzierung von Erweiterungs- und Modernisierungsinvestitionen durch Umgehung restriktiver Haushaltsgrundsätze (etwa: durch überjährige Finanzmittelzuweisung) erlaubt.

### 3 Bundesverkehrswegeplanung als Grundlage der Bedarfsplanung, Schwachpunkte und alternative Ansätze für die Bewertung

#### 3.1 Aktuelle methodische Grundlage

Die BVWP-Methodik von 2015 für den BVWP 2030 basiert auf folgenden Grundlagen:

- (1) Bewertungsgegenstand sind ca. 2000 einzelne Projekte. Sie werden als **unabhängig voneinander** angenommen.
- (2) Die **Anmeldungen** für den Straßenneu- und -ausbau stammen von den Bundesländern, für die Schiene von „allen“ (Deutsche Bahn AG, Länder, Verbände, Bürger) und für die Wasserstraßen von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung. Vorprüfungen durch das BMDV.
- (3) Die verkehrlichen Datengrundlagen entstammen einer Verkehrsprognose für das Jahr 2030, die auf einer soziodemographischen Prognose (Bevölkerung, Wirtschaft) basiert. Die projektbezogenen Verkehrsdaten ergeben sich aus einem modellbasierten Vergleich zwischen den **Zuständen mit und ohne das zu bewertende Projekt für das Jahr 2030**.
- (4) Zur Bestimmung der **Wirtschaftlichkeit und Dringlichkeit** eines Projekts werden die auf Basis der Verkehrsprognosedaten für das Jahr 2030 berechneten Projektnutzen auf die Annuität der Investitionskosten bezogen (Nutzen-Kosten-Verhältnis).
- (5) Die Nutzen werden mit Hilfe eines **Wohlfahrtskonzepts** bestimmt, das auf den veränderten Wertschätzungen (Zahlungsbereitschaften) der Nachfrager und den geänderten Ressourceneinsätzen für die Erstellung der Verkehrsleistungen basiert.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Siehe hierzu das Rechtsgutachten von Baumann Rechtsanwälte zu diesem Projekt.

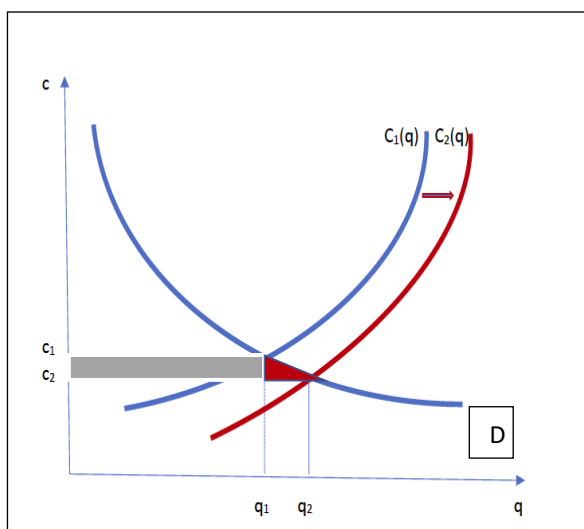
<sup>3</sup> Der Bericht „Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung“ enthält die Einzelheiten des Verfahrens. Die Ausführungen im Abschnitt 2.1 „Genereller Untersuchungsansatz“ sind allerdings irreführend. Es wird der Eindruck erweckt, als werde das Volkseinkommen als Maßstab für die Wohlfahrt genommen. Das Verfahren der Wohlfahrtsmessung in der BVWP-Bewertung dient aber nicht der Feststellung von Änderungen des Volkseinkommens. Das Volkseinkommen wird in der BVWP unter Annahme einer trendmäßigen Weiterentwicklung des Verkehrssektors prognostiziert und wird als unabhängig von den einzelnen Projekten wie auch von der Projektgesamtheit angenommen. Siehe Intraplan, Planco und TUBS (2015).

- (6) Monetär bewertete Ressourcenverzehr durch **externe Effekte** (Unfälle, Umwelt, Klima) sind enthalten. Die Bewertungsansätze wurden gegenüber Vorgänger- BVWPs deutlich angehoben, bleiben allerdings gegenüber den Nutzen aus Zeit- und Betriebskosteneinsparungen weniger bedeutend.
- (7) Neben den wirtschaftlichen Effekten werden **Effekte auf Umwelt, Raumordnung und Städtebau** mit nicht-monetären Ansätzen untersucht. Dies geschieht mit Verfahren der multikriteriellen Bewertung und wird nicht mit den wirtschaftlichen Effekten zusammengefasst. Die Ergebnisse dienen der Einstufung in mehr oder weniger kritische Projekte und werden bei der End-Priorisierung durch das Ministerium berücksichtigt.

### 3.2 Diagnose der wesentlichen Schwachpunkte

#### 3.2.1 Wohlfahrtskonzept der Nutzenmessung

Im angelsächsischen Raum hat sich ein Wohlfahrtskonzept zur Nutzenmessung in Nutzen-Kosten-Analysen durchgesetzt, dessen Grundlagen von A. Marshall (1890) stammen und von seinem Nachfolger A. C. Pigou (1920) in Richtung auf externe Effekte erweitert wurden. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass es ausreicht, die durch Investitionsmaßnahmen bewirkten Veränderungen nur auf dem Markt zu untersuchen, auf dem die Maßnahmen durchgeführt werden (**Partialanalyse**). Dies setzt voraus, dass sich **alle anderen Märkte im Gleichgewicht** befinden und durch die Maßnahmen nicht beeinflusst werden. Mit weiteren Annahmen (zusammengestellt in Box 3.1)<sup>4</sup> lassen sich Ausgangssituation „ohne“ und Endsituation „mit“ Maßnahme im üblichen Markt diagramm mit Angebots- und Nachfragekurven darstellen. Dabei entspricht die Angebotskurve der Grenzkostenkurve (Annahme vollständiger Konkurrenz auf den Märkten), so dass die Maßnahmenwirkungen durch **Verschiebung der Grenzkostenkurve** dargestellt werden können (wenn die Präferenzen der Nachfrager unverändert bleiben, also die Nachfragekurve konstant bleibt).



**c:** individuelle generalisierte Kosten (= Betriebskosten+ Fahrzeit\*Zeitwert) je Fahrt  
**q:** Verkehrsstärke

**Ressourceneinsparung:**  
 $(c_1 - c_2) \cdot q_1$

**Impliziter Nutzen**

$(c_1 - c_2) \cdot (q_2 - q_1) \cdot 1/2$   
 („rule of the half“)  
 aufgeschlüsselt nach: zusätzliche Fahrten, zusätzliche Fahrweite, Verkehrsverlagerung

<sup>4</sup> Alle Erläuterungsboxen befinden sich in der Anlage.

### Abbildung 3.1: Konzept der Wohlfahrtsmessung

Das dargestellte Konzept der Wohlfahrtsmessung bildet den Kern der Nutzenmessung für die BVWP-Projekte. Bevor auf wichtige Einzelheiten, wie die Bewertung der Zeit im Rahmen der generalisierten Kosten, eingegangen wird, ist zunächst zu analysieren, ob das Konzept in den Wirtschaftswissenschaften voll anerkannt und als methodische Grundlage praktischer Nutzen-Kosten-Untersuchungen akzeptiert wird.

#### 3.2.2 Konzept der Wohlfahrtsmessung in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion

Die Diskussion zu dem dargestellten Konzept der Wohlfahrtsmessung geht in zwei Richtungen:

- Theoretische Konsistenz
- Empirische Relevanz.

##### (i) Theoretische Konsistenz<sup>5</sup>

Wichtige Beiträge zur theoretischen Konsistenz des Konzepts sind in den 1930iger Jahren erschienen. Aus theoretischer Sicht stört vor allem die **Annahme gleicher Grenznutzen des Geldes**, die für die Benutzung von Zahlungsbereitschaften als individuelle Nutzenmaße erforderlich ist. Wird diese sehr unrealistische (und verteilungspolitisch fragwürdige) Annahme aufgegeben, so zeigen Hicks (1941)<sup>6</sup> und Henderson (1941), dass nicht mehr die Konsumentenrente (nach Marshall), sondern eine kompensierende Variation (z.B. des Einkommens, **siehe Box 2**) das relevante Maß für die individuelle Nutzenänderung darstellt.

Weiter setzt das Konzept voraus, dass sich die Wirtschaft im **Vollbeschäftigungsgleichgewicht** befindet. Denn ansonsten könnte sich die Analyse nicht auf den Verkehrsmarkt beschränken. In diesem Zusammenhang ist auch die implizite Annahme zu hinterfragen, dass es keine Substitutions- und Komplementaritätsbeziehungen zwischen den Märkten gibt. Gerade der Verkehrsmarkt ist in vielfältiger Weise mit anderen Märkten verflochten, da Verkehr in der Regel Wirtschaftsaktivitäten auf anderen Märkten an anderen Orten ermöglicht.<sup>7</sup>

##### (ii) Empirische Relevanz

P. Samuelson<sup>8</sup> hält Marshalls Beitrag für einen der **bedeutendsten Rückschritte** in der Geschichte der Wirtschaftswissenschaften. „Marshalls Mehrdeutigkeiten paralyisierten die

<sup>5</sup> Eine ausführliche Diskussion des Konzepts und seiner Verwendbarkeit für Nutzen-Kosten Untersuchung im Verkehr findet sich bei Rothengatter (1974).

<sup>6</sup> John R. Hicks, Träger des Alfred Nobel-Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften 1972. Ausführungen zum Problem der Nutzenmessung finden sich u.a. in seinen Publikationen Value and Capital (1946) oder The Rehabilitation of Consumer's Surplus (1941).

<sup>7</sup> Dies ist in der Theorie seit langem bekannt. Vgl.: Lipsey, R. G. and K. Lancaster (1956): "The General Theory of Second Best". The Review of Economic Studies. 24. 1. 11-32.

<sup>8</sup> P. A. Samuelson: Zweiter Träger des A. Nobel Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften 1970.

besten Gehirne in der angelsächsischen Richtung unseres Berufszweiges für drei Jahrzehnte. Um 1930 hatte die Forschung gerade wieder das Verständnis der reinen Monopoltheorie zurückgewonnen, das Cournot bereits 1838 erreicht hatte.“<sup>9</sup> Auch die Rettungsversuche für das Konsumentenrenten-Konzept durch Hicks und Henderson werden von Makro-Ökonomen als wertlos für die Umsetzung in wirtschaftspolitische Empfehlungen eingestuft. F. Machlup (1957) führt zu den Hicks’schen Erweiterungen aus: „Sie werden in keiner Weise Empfehlungen für die Wirtschaftspolitik berühren, gleichfalls nicht die Prognose künftiger oder Erklärungen für vergangene Ereignisse.“<sup>10</sup> Für Samuelson und Machlup sind die Ansätze von Marshall, ergänzt durch Hicks und Henderson, nur für Universitätskurse in reiner Wirtschaftstheorie geeignet, und selbst dies wird von Machlup noch relativiert.<sup>11</sup>

Wenn es um die wirtschaftliche Bewertung von Verkehrsinvestitionen geht, so erscheint eine Methodik wenig geeignet, die eine Optimalsituation auf allen Märkten außerhalb des Verkehrsmarktes unterstellt und somit keinen Einfluss auf andere Märkte annimmt. Es ist gerade ein wichtiges Ziel von Verkehrsinvestitionen, die übrigen Sektoren der Wirtschaft durch eine bessere Überbrückung des Raumes zu stärken. Weiter ist eine Bewertungsmethodik wenig geeignet, die statisch angelegt ist (konstante Jahresnutzen) und **keine Dynamik** der Entwicklung einbezieht, obwohl die Bewertung für Investitionen dienen soll, die eine jahrzehntelange Nutzungsdauer aufweisen. Der in Politiker-Reden und in Stellungnahmen der Unternehmensverbände immer wieder betonte Einfluss von Transport und Mobilität auf Wachstum, Strukturveränderung, Wissensökonomie und technischen Fortschritt kann mit statischen Modellen nicht abgebildet werden.

Gerade in einer Zeit, in der ein großer Umbau der wirtschaftlichen Strukturen in Richtung auf gesetzte Klima- und Umweltziele bevorsteht, führt die **Annahme der Konstanz von Wirtschaftsstrukturen** und deren Unabhängigkeit vom Verkehr im Bewertungsverfahren zu irrelevanten Ergebnissen.

Die Methodik der BVWP-Bewertung folgt also einem historischen theoretischen Modell, das die **wesentlichen Zukunftsfragen ausklammert**. Es scheint unabhängig von politischen Wertungen zu sein und erlaubt die modellkonforme Einbeziehung von Nutzen aus induzierten und verlagerten Verkehren (ohne Quantifizierung der Nachfragekurven mit dem Ansatz der „impliziten Nutzendifferenzen“). Bei näherer Betrachtung offenbaren sich aber **starke Werturteile** hinter der Definition einer konstanten Zahlungsbereitschaft als Wertemaß und die damit verbundene Annahme der gleichen Grenznutzen des Geldes für alle Konsumenten. Denn letztere bedeutet, dass **unterschiedliche Einkommenspositionen** der Menschen für deren monetäre Wertschätzung für Güter **keine Rolle** spielen. Weiter sind Zahlungsbereitschaften nicht in der Zeit stabil und unterliegen sich ändernden Bedingungen und gesellschaftlichen Wertschätzungen. Während zum Beispiel der Preis für ein CO<sub>2</sub>-Zertifikat im Jahr 2007 noch bei 0,7 EUR lag, hat er sich im Jahr 2021 auf 53,65 EUR durchschnittlich erhöht und lag zu Anfang 2023 bei ca. 85 EUR/Tonne CO<sub>2</sub>. Ähnlich verläuft die Entwicklung der monetären Bewertungsvorschläge für CO<sub>2</sub> Emissionen in Nutzen-Kosten-Analysen.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Samuelson, P. A., 1967. Übersetzung aus Rothengatter (1974).

<sup>10</sup> Eigene Übersetzung.

<sup>11</sup> Weitere Kritikpunkte finden sich bei Lipsey und Lancaster (1956).

<sup>12</sup> Vgl. zum Beispiel die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Bewertungen in den EU Handbooks on External Costs of Transport (CE Delft et al., 2019) und in den UBA-Methodenkonventionen.

Mit der Hypothese, dass der Verkehrsmarkt isoliert von den übrigen Märkten betrachtet werden kann, weil sich die übrigen Märkte in einem Preisgleichgewicht befinden, entfernt sich der Ansatz weiter von der wirtschaftlichen Realität. Die Marshall-Theorie fällt nicht nur hinter die Monopoltheorie früher französischer Ökonomen (Samuelson zitiert hier Cournot) zurück. Die französischen Ingenieur-Ökonomen um J. Dupuit entwickelten ferner bereits in der Mitte des 19. Jh. Bewertungsansätze für öffentliche Infrastrukturvorhaben, welche die Auswirkungen auf andere Märkte einbezogen, und vor allem die **Wirkungen auf Technologie und Produktivität** in den Mittelpunkt stellten. Sie zeigten in diesem Zusammenhang, dass eine partielle Betrachtung von Verkehrskosten für die Bewertung der Auswirkungen von Verkehrsinvestitionen zu falschen Schlüssen führen kann (siehe **Box 3**).

### 3.3 Alternative Ansätze im Ausland und in der EU

#### (1) Frankreich

Der französische Rapport Quinet<sup>13</sup> für die sozioökonomische Bewertung öffentlicher Investitionen basiert wie das deutsche Verfahren auf dem Konzept der Konsumentenrente. Es steht aber der Auslegung durch Dupuit (siehe Box 3) viel näher als dem Partialmodell von A. Marshall. Der Rapport behandelt mit großer Ausführlichkeit die unrealistischen Annahmen des Marshall-Ansatzes und analysiert zusätzlich:

- **Marktunvollkommenheiten** und unvollständige Konkurrenz,
- Räumliche Effekte von Verkehrsinvestitionen,
- Makroökonomische Konsequenzen (Beschäftigung und Wachstum) sowie
- Verteilungseffekte.

Daher wird der Konsumentenrenten-Ansatz („Calcul Traditionel“) erweitert durch die oben aufgeführten Bereiche („Enrichissement du Calcul Traditionel“).

Umwelteffekte werden noch konventionell, d.h. überwiegend auf Basis des Handbuchs der EU für die Bewertung von externen Effekten des Verkehrs, behandelt.<sup>14</sup> Allerdings fordert der Rapport eine Anpassung der sozioökonomischen Bewertung an die ökologischen Veränderungen und weist auf wahrscheinliche Notwendigkeiten einer solchen Anpassung hin, die begründet werden durch:

- Langfristwirkungen über den Bewertungshorizont für die Verkehrsprojekte hinaus,
- Strategische Basis der Bewertung auf Grundlage von Leitzielen,
- Anpassung des sozialen Diskonts und
- Konzipierung von Risiko-Analysen.

---

<sup>13</sup> Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective (2013): Évaluation Socioéconomique des Investissements Publics. Rapport de la mission présidée par Émile Quinet.

<sup>14</sup> CE Delft et al. (2019): Handbook on the external costs of transport. On behalf of the EU Commission. Delft.



Diese Anpassungsnotwendigkeit hat sich bereits wenig später im Bereich der externen Kosten durch Klimaeffekte ergeben. Ein zweiter Rapport Quinet<sup>15</sup> behandelt ausführlich die **Bewertung von Klimaeffekten** bei der Planung öffentlicher Investitionen und kommt zu weit höheren Bewertungen als der erste Rapport. So werden 250 EUR für 2030, 500 EUR für 2040 und 775 EUR für 2050 als monetäre Bewertungen für die Emission einer Tonne CO<sub>2</sub> vorgeschlagen.

## (2) UK und Niederlande

UK und Niederlande wenden die Kosten-Nutzen-Analyse auf Grundlage des Marshall'schen Konsumentenrentenkonzepts analog zum deutschen Verfahren für die monetarisierbaren Wirkungen an.<sup>16</sup> Die **KNA im UK** beschränkt sich auf die Nutzen von Konsumenten und Produzenten und klammert Umwelt- und soziale Effekte aus. Letztere werden gesondert analysiert und fließen in die gesamte politische Beurteilung ein.

Interessant ist der Ansatz, erweiterte wirtschaftliche Effekte (**wider economic impacts, WEI**) mit einzubeziehen. Das Department for Transport (DoT) hatte über einen längeren Zeitraum die Entwicklung eines Gleichgewichtsmodells durch A. Venables – im Rahmen des SACTRA-Committees<sup>17</sup> - unterstützt, dieses Vorhaben aber schließlich wegen der hohen Komplexität und des Rechenbedarfs aufgegeben. Dagegen folgte das DoT einem Ansatz von Graham (2006), der das Komplexitätsproblem mit einem einfachen **Elastizitätenmodell** behandelte. Die Basis des Modells besteht in der Verwendung von Elastizitäten der sektoralen Produktivität hinsichtlich der effektiven Beschäftigungsdichte, wobei die Beschäftigungsdichte (EW/km<sup>2</sup>) mit der räumlichen Erreichbarkeit gewichtet wird. Dies ist die Schnittstelle zu Verkehrsinvestitionen, da letztere die räumliche Erreichbarkeit verbessern. Damit lassen sich **Agglomerationseffekte**, die aus der Verlagerung von Beschäftigten (durch Migration oder Berufspendeln) entstehen, quantifizieren.

Das WEI-Modell ist für Großinvestitionen wie die Hochgeschwindigkeitsverbindung HS2 von London Richtung Nordwesten zum Einsatz gekommen, um die hohen Investitionen zu rechtfertigen. Inhaltlich gibt es starke Kritik am UK-Elastizitätenmodell (siehe Rothengatter, 2017).

Die **NKA in den Niederlanden**<sup>18</sup> enthält eine detaillierte Anleitung für die Durchführung der NKA auf Grundlage des wohlfahrtstheoretischen Konzepts von Marshall. Die Leitlinie geht aber auch auf Kritikpunkte ein, die sich vor allem am Konzept der individuellen Nutzenmessung auf Basis der Zahlungsbereitschaft entzündet haben.<sup>19</sup> Wie die Autoren des deutschen Verfahrens so betrachten auch die Verfasser der niederländischen Leitlinie den Ansatz auf Basis der Zahlungsbereitschaft als wertneutral. Sie attestieren aber, dass die Berücksichtigung **ethischer Prinzipien** (etwa: Verteilungsgerechtigkeit) zu Änderungen der Bewertung führen würde.

---

<sup>15</sup> France Stratégie (2019): La valeur de l'action pour le climat. Rapport de la Commission présidée par Émile Quinet.

<sup>16</sup> UK: Department for Transport. TAG Unit A1.1: Cost-benefit Analysis. London. 2021.

NL:

<sup>17</sup> SACTRA: Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment

<sup>18</sup> Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB): General Guidance to Cost-Benefit Analysis. The Hague. 2013.

<sup>19</sup> Wee, B. van, 2012: Transport and Ethics: Ethics and the Evaluation of Transport Policies and Projects. Cheltenham.

Die Effekte auf Umwelt, Sicherheit, Raumordnung und Natur werden analog zum deutschen Verfahren monetär behandelt. Die Leitlinie beschränkt sich dabei auf die Beschreibung von möglichen Ansätzen und deren Problematik.<sup>20</sup> Auch die besonderen **Charakteristika des Arbeitsmarktes**, die offenbar weit von den Gleichgewichtshypothesen abweichen, werden angesprochen. Hier werden Literatur-Entwicklungen genannt, um das enge Wohlfahrtsmodell um Elemente zu erweitern, die eine Schätzung von Beschäftigungseffekten erlauben. Die Autoren gehen davon aus, dass sich die wesentlichen Effekte durch Verschiebungen von Angebots- und Nachfragekurven darstellen lassen, so dass keine generelle Veränderung des Wohlfahrtsansatzes notwendig ist.

### (3) Österreich

Österreich hat erst im Jahr 2021 ein standardisiertes Verfahren zur Bewertung von Eisenbahn-Infrastrukturprojekten entwickelt, das als Grundlage für die Projektauswahl für den Mobilitätsmasterplan 2030 (der die Serie der Generalverkehrspläne ablöste) diente. Das Verfahren geht von einer allgemeinen Nachhaltigkeits-Definition (Brundtland, in World Commission, 1987) für die Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Soziales aus und spezifiziert die dahinter liegenden Ziele in Teilziele und Indikatoren. Die Ergebnisse werden in einer **erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse** (eKNA) zusammengefasst.

Ein gravierender Unterschied zu den wohlfahrtsorientierten Vorgehensweisen besteht darin, dass auf eine Quantifizierung von Wohlfahrtsmaßen wie Konsumenten- oder Produzentenrente verzichtet wird. Vielmehr werden die wirtschaftlichen Effekte **einzel-, regional- und gesamtwirtschaftlich mit Simulationsanalysen** behandelt, die mit den üblichen Kenngrößen der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung arbeiten (etwa: Produktion, Kosten, Einkommen, Beschäftigung, Produktivität). Dazu dienen vor allem zwei Modellentwicklungen: Das **MultiReg Modell von WiFo**<sup>21</sup> modelliert die Wirtschaftsbeziehungen zwischen 9 Regionen und dem internationalen Handel mit Hilfe eines Input-Output Modells und quantifiziert die direkten, indirekten und induzierten Effekte, die sich aus Verkehrsinvestitionen in der Bau- und Betriebsphase ergeben. Das **EAR 2.0 Modell von IHS** spezifiziert die Effekte aus der Betriebsphase von Neuinvestitionen für den Güter- und Personenverkehr auf Basis veränderter Transportzeiten und Erreichbarkeiten. Die wirtschaftlichen Auswirkungen werden mit Hilfe von regionalen Produktionsfunktionen (Beziehungen zwischen regionalem Bruttoinlandsprodukt und Einsatzfaktoren – darunter veränderte Transportzeiten und Erreichbarkeiten) geschätzt. Dieses Vorgehen ist durch vielfältige Regionalstudien und Modellierungen (etwa: Potentialmodell von Biehl (1991); Modell SASI von Spiekermann und Wegener (2014)) gestützt und kann eine empirische Absicherung durch ökonometrische Schätzungen vorweisen (siehe **Box 4**).

In Österreich soll bis 2040 die Klimaneutralität erreicht werden. Der Mobilitätsmasterplan 2030 ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Dazu dienen diverse Umsetzungsziele (etwa: Steigerung des Güterverkehrsanteils der Bahn von 31 auf 40% bis 2040). Alle Projekte sind daraufhin zu prüfen, ob sie dem Ziel der Klimaneutralität entsprechen (**Klimachecks**). Die ersten Ergebnisse der Klimachecks haben dazu geführt, dass Projekte des Autobahnbaus wieder

---

<sup>20</sup> Beispiel, S. 124: „Environmental effects, such as the effects of particulate matter and noise annoyance, are difficult to monetise.“

<sup>21</sup> Wifo: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien. IHS: Institut für höhere Studien, Wien.

auf dem Prüfstand stehen und zum Teil bereits negativ entschieden wurden (etwa: Lobau-Autobahn).<sup>22</sup>

#### (4) Schweiz

Die in der Schweiz angewendeten Bewertungsverfahren für die Auswahl und Priorisierung von Verkehrsinfrastrukturprojekten sind im Zusammenhang mit der strategischen Entwicklung hin zu einem Zielnetz zu sehen. Das UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) ist der zentrale Träger der Verkehrspolitik und hat **strategische Entwicklungsprogramme** (STEP) bis zum Jahr 2040 entwickelt. Diese basieren auf Nachhaltigkeitszielen wie zum Beispiel drastische Verringerung der Treibhausgasemissionen und den dazu einzusetzenden Instrumenten (etwa: weitere Verlagerung des alpenquerenden Gütertransitverkehrs auf die Schiene).

Die Ausbaustrategien für Straße und Schiene werden finanziell durch langfristig angelegte Fonds-Konstruktionen abgesichert, so durch den Nationalstraßen- und Agglomerationsfonds Schweiz (NAF) und den Bahninfrastrukturfonds (BIF). Der BIF wird durch Einnahmen aus der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und durch zweckbestimmte und indexierte Anteile an Steuern und Haushaltsmitteln des Bundes gespeist.

Die klare Unterteilung nach Straße und Schiene findet sich auch bei den gesamtwirtschaftlichen Bewertungsverfahren wieder, die der Projektauswahl und -priorisierung dienen – im Rahmen der Strategie- und Finanzplanung. Für die **Straße** gilt das Bewertungssystem **NISTRA** (Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte). Das Handbuch NISTRA 2017 (publiziert im Oktober 2019) enthält eine Unterteilung der Bewertung in eine KNA (Kosten-Nutzen-Analyse) und eine KWA (Kosten-Wirksamkeitsanalyse). Die KNA ist ähnlich zur deutschen BVWP-Methodik aufgebaut und enthält die Veränderung generalisierter Kosten (Zeit – und Betriebskosten) des bestehenden Verkehrs wie auch den (impliziten) Nutzen des induzierten Verkehrs. Auch die Zeitbewertungen sind ähnlich<sup>23</sup>. Bei den monetären Bewertungen zu Umwelt- und Sicherheitseffekten wie auch der raumordnerischen Effekte gibt es Unterschiede, die aber nicht stark ins Gewicht fallen.

Der größte Unterschied zwischen Schweizer und deutschem Verfahren liegt in der **parallelen Durchführung einer vollständigen KWA-Bewertung** in der Schweiz. Dies bedeutet, dass eine nicht-monetäre Bewertung mit Punktskalen umfassend durchgeführt wird und zu einem alternativen Ergebnis bei der Projektbewertung führen kann. Am Ende muss politisch entschieden werden, welches Ergebnis für einen bestimmten Bewertungszweck verwendet werden soll. KWA-Ergebnisse eignen sich dabei besonders für die Auswahl von Projekten, die der Nachhaltigkeits-Orientierung am besten entsprechen. Monetäre KNA-Ergebnisse können für die Priorisierung heran gezogen werden da sie in der Schweiz (im Gegensatz zur deutschen BVWP) dynamisch quantifiziert werden und so die Darstellung von Zeitprofilen für die Nettonutzenentwicklung erlauben. Liegen hohe Nettonutzen bereits nach wenigen Jahren vor, so ergibt sich eine hohe Priorität, während bei hohen Nettonutzen in späteren Zeiträumen eine Verschiebung der Investitionen in die Zukunft gerechtfertigt erscheint.

<sup>22</sup> <https://infothek.bmk.gv.at/klimacheck-die-evaluierung-zum-asfinag-bauprogramm-liegt-vor/>

<sup>23</sup> Mit Prof. Axhausen von der ETH Zürich hatten sowohl das UVEK wie das deutsche BMVI den gleichen Berater für diesen Aspekt.

Der Leitfaden **Bahn NIBA** (Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte) enthält zusätzlich zur Verfahrensanleitung ein elektronisches Rechentool (eNIBA). Das monetäre Bewertungsschema von NISTRA wird auch bei NIBA angewendet. Dabei wird - wie im deutschen Verfahren - ein detailliertes Mengengerüst für die Veränderungen im Personen- und Güterverkehr erzeugt und monetär bewertet (einschließlich Umwelteffekte). Im Unterschied zum deutschen Verfahren werden alle Bewertungsindikatoren dynamisiert, so dass sich aus dem Zeitprofil der Nutzen Informationen für die Prioritätenbildung ableiten lassen.

## (5) EU

Die EU-Kommission hat einige Initiativen gestartet, um eine **integrierte Verkehrsplanung** mit geeigneten Modellen zu unterstützen. „integriert“ bedeutet dabei, dass die Interdependenzen zwischen Verkehr, Wirtschaft und Umwelt im Zusammenhang erfasst werden und so eine nachhaltige Planung der Verkehrsinfrastrukturen unterstützt wird. Folgende Modellentwicklungen fanden eine Förderung durch die EU-Kommission:

- Transtools
- Hightool
- Trimode
- ASTRA.

Das Modell **Transtools** diente zur Bewertung der Revision der Leitlinien für Transeuropäische Netze, die 2013 publiziert wurde. Es enthält Module für regionale Wirtschaft, für Personen- und Güterverkehr und ein europaweites Netz-Umlegungsmodul, um die Änderungen der Verkehrsbelastungen im Netz zu modellieren. Es generiert Informationen für die Bewertung der wirtschaftlichen, sicherheits- und umweltbezogenen Auswirkungen von Verkehrsprojekten. Die Beiträge zum integrierten Modell stammen von verschiedenen Instituten und Consultants und wurden vom Centre for Traffic and Transport der Technical University of Denmark koordiniert.<sup>24</sup>

Transtools wurde 2008 von den EU Forschungsorganisationen JRC und IPTS einer kritischen Prüfung auf Basis von 6 Projekten unterzogen. Das Ergebnis war negativ<sup>25</sup>, so dass auf eine ursprünglich geplante erweiterte Anwendung des Modells für 107 Projekte verzichtet wurde. Transtools wurde in der Folge mehrfach überarbeitet (das Transtools 3 - Modell wurde 2017 an die Kommission übergeben). Dennoch konnten die Implausibilitäten in der Verkehrsmodellierung (vor allem im Güterverkehr) nicht vollständig beseitigt werden. Zudem benötigte Transtools 3 unakzeptabel hohe Rechenzeiten (ca. 1 Woche für einen Komplett-Durchlauf), so dass die praktische Anwendung für mehrfache Szenarienrechnungen oder Rückkoppelungen nicht möglich war.

Das Modell **Hightool** ist als Antwort auf die festgestellten Schwachstellen von Transtools zu verstehen. Statt einer detaillierten geographischen Abbildung der Verkehrsnetze beschränkt sich Hightool auf funktionale Abbildungen in den Modulen Demographie, Wirtschaft,

<sup>24</sup> [https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc06/papers/papers/pap\\_1410.pdf](https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc06/papers/papers/pap_1410.pdf)

<sup>25</sup> [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/evaluation/pdf/expost2006/wp8\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/pdf/expost2006/wp8_final.pdf)

Personen- und Güterverkehrsnachfrage, Fahrzeugflotten, Umwelt und Verkehrssicherheit. Das Modell ist nicht für die Ebene der Bewertung von Einzelprojekten ausgelegt, sondern dient der Analyse und **Bewertung von Maßnahmenpaketen** der Europäischen Verkehrspolitik. Die Modellsimulation durchläuft die Module sequenziell, d.h. im Fall von Rückkoppelungen ist das Modell mehrfach anzuwenden. Aufgrund der kurzen Rechenzeiten ist dies kein Problem und der Nutzer hat die Möglichkeit, den Rechenprozess aufgrund seiner Informationswünsche zu steuern.

Mit **Trimode** kehrt die Kommission wieder zum Detaillierungsniveau von Transtools zurück. Trimode soll die besten Modelle für Verkehr, Wirtschaft, Energie und Umwelt auf eine Plattform bringen und damit sowohl die Bewertung von politischen Maßnahmen wie auch die Bewertung von Einzelprojekten zur nachhaltigen Infrastrukturentwicklung (Green Deal, Sustainable/Smart Mobility Strategy) erlauben. Die Modellbeiträge stammen von Organisationen, die ihre Einzelmodelle bereits erfolgreich in EU-Projekten angewendet haben.<sup>26</sup> Die Verkehrsmodelle sind wie bei Transtools geographisch detailliert und enthalten **Umlegungen des prognostizierten Verkehrs** in die Netze von Straße, Bahn, Schiffs- und Luftverkehr. Vor allem der Bereich des Güterverkehrs enthält Erweiterungen in Richtung auf die Simulation logistischer Entscheidungen von Transportunternehmen. Trimode befindet sich zur Zeit in einer Bewertungsschleife beim JRC (Joint Research Centre) der Kommission.

Das Modellsystem **ASTRA**<sup>27</sup> ist im Gegensatz zu den o.g. Modellen ein von vornherein integriertes System, das Wirtschaft, Verkehr, Energie und Umwelt für 29 Länder Europas einschließt. Es enthält keine geographische Abbildung von Netzen (hier vergleichbar mit Hightool), aber im Gegensatz zu Hightool eine simultane Berücksichtigung von **Rückkopplungsschleifen in der Zeit**. Das Modell eignet sich vor allem für die Untersuchung von Interdependenzen zwischen Politik-Aktionen im Zeitablauf. Die Erzeugung von zeitlichen Profilen für die modellierten Wirkungen auf Verkehr, Wirtschaft, Energie und Umwelt gibt Informationen über die geeignete zeitliche Anordnung von Maßnahmen, um gesetzte Zukunftsziele zu erreichen. Weitere Informationen zu den integrierten Bewertungsverfahren finden sich in **Box 5**.

### 3.4 Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Mobilitätsplanung in Deutschland

Die Diagnose der Schwachpunkte der **BVWP-Bewertungsmethodik** führt zu dem Ergebnis, dass das Verfahren für die Vorbereitung einer nachhaltigen Mobilitätsplanung **nicht geeignet** ist.

- Es basiert auf der (konstanten) Zahlungsbereitschaft von Konsumenten ohne Berücksichtigung der Einkommensverteilung und **überzeichnet Zeitgewinne** erstens durch Nicht-Berücksichtigung der Ausgangslage für die regionalen Erreichbarkeiten und zweitens durch die Multiplikation kleiner und kaum nutzbarer Zeitvorteile mit großen Nutzerzahlen.
- Es unterzeichnet dagegen Nutzen aus verbesserter **Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Resilienz**.

<sup>26</sup> Vgl. div. Autoren von TRT, PTV, E3MLab, M-Five: Trimode: Integrated transport model for Europe. In: Proceedings for 7<sup>th</sup> Transport Research Arena. TRA 2018. Vienna. Austria.

<sup>27</sup> <http://www.trt.it/en/tools/astra/>

- Das Verfahren basiert auf einem **komparativ-statischen** Vergleich der Zustände mit und ohne Investitionsprojekt zu einem Prognosejahr (2030). Der zeitliche Verlauf der Nutzen wird nicht modelliert. Die damit ermittelten Nutzen-Kosten-Verhältnisse sind nicht für die Prioritätenbildung geeignet. Sie berücksichtigen auch nicht die langfristige Rückführung der Zeitgewinne bei erneuter Staubildung durch induzierten Verkehr (vgl. Box 6).
- Die **Umwelt- und Raumordnungseffekte** werden einerseits monetär im Rahmen der KNA und zum zweiten nicht monetär in einem ergänzenden Schritt behandelt. Damit ist nicht klar, mit welchem Gewicht diese Effekte in die Endbeurteilung eingehen.
- Das Verfahren ist **nicht zielorientiert**. Es werden zwar allgemeine Ziele der Bundesverkehrswegeplanung genannt, aber es fehlen quantitative Zielorientierungen mit Zielnetzen, Meilensteinen und Realisationsprogrammen. Kontrollen der Zielerreichung im Zeitraum der Realisierung sind nicht vorgesehen.
- Die Realisationsmöglichkeiten bleiben offen, da die **Finanzierung** der ausgewählten Projekte nicht mit geplant wird.

Aus der Analyse der **internationalen Beispiele** lassen sich keine eindeutigen Schlussfolgerungen für die nachhaltige Fernverkehrsplanung in Deutschland ableiten:

- Aussageziel: Wirkung von Infrastrukturmaßnahmen auf das System oder auf einzelne Projekte

Die meisten nationalen Bewertungsverfahren zielen auf die Bewertung von Einzelprojekten. Nur das österreichische Verfahren zielt auf die Bewertung von Korridoren. Die EU – Verfahren zielen auf die Bewertung von Politik-Maßnahmen oder -paketen, bei manchen Modellentwicklungen sollen gleichzeitig Informationen für die Bewertung von Maßnahmenprogrammen (TEN-T) und von Einzelprojekten gewonnen werden.

- Projektbewertung mit wohlfahrts- oder regionalökonomischen Ansätzen

In den meisten Anwendungen dienen wohlfahrtsökonomische Ansätze dazu, Bewertungsgrundlagen für Einzelprojekte zu schaffen. Die KNA-Methodik<sup>28</sup> ist weitgehend standardisiert und es gibt einschlägige Leitfäden für die Durchführung sowie Vergleichsgrundlagen für kritische Bewertungen (etwa: Zeit, Umwelt, Sicherheit). Dies macht die Durchführung durch Consultants einfach und die Ergebnisse – zumindest optisch – vergleichbar. Regional- und makroökonomische Ansätze sind dagegen nicht standardisiert. Sie werden meist für Großprojekte in Form von Einzelstudien eingesetzt (Beispiel: Oeresund Projekt) und dienen als Ergänzung zur konventionellen KNA.

- Behandlung von Umwelt- und Sicherheitsaspekten integriert oder getrennt

In den nationalen KNA – Bewertungen werden die Umwelt- und Sicherheitsaspekte in den meisten Fällen mit monetären Ansätzen integriert und in das KNA-Ergebnis einbezogen. Im UK werden diese Effekte dagegen gesondert behandelt. Nur das deutsche Verfahren macht

---

<sup>28</sup> KNA: Kosten-Nutzen-Analyse; KWA: Kosten-Wirksamkeits-Analyse; die KWA wird hier vereinfachend mit der NWA (Nutzwertanalyse) gleichgesetzt.

beides, die Integration der monetarisierbaren Umwelt- und Sicherheitsaspekte in die KNA und die Behandlung nicht monetarisierbarer Effekte in einem gesonderten Teil der Bewertung.

- KWA-Anwendung

Die Durchführung einer kompletten Kostenwirksamkeits-Analyse ist nur im Schweizer Bewertungsverfahren für Straßenprojekte (NISTRA) vorgesehen. Im Unterschied zu anderen Anwendungen dient die KWA nicht nur dazu, nicht monetarisierbare Effekte zu bewerten (wie im deutschen Verfahren), sondern eine alternative Bewertung die KWA für alle Effekte parallel zur KNA durchzuführen. Dies kann zu abweichenden Ergebnissen zur KNA führen. Der Entscheidungsträger hat in diesem Fall zu entscheiden, welches Ergebnis zu seiner übergreifenden, nachhaltigen Entwicklungsstrategie passt.

### Schlussfolgerungen:

- (1) Trotz fundamentaler Kritik am **wohlfahrtsökonomischen Ansatz** hat sich dieser in den meisten Ländern als KNA-Standard durchgesetzt. Allerdings wurde meist – anders als in Deutschland – das Wohlfahrtsmodell ergänzt (etwa in Frankreich oder der Schweiz).
- (2) Auf der Projektebene gibt es auch die Möglichkeit eine **KWA** einzusetzen, entweder zusätzlich zur KNA (mit oder ohne Zusammenfassungsregeln) oder für die vollständige Liste der Effekte.
- (3) Weiter gibt es die Möglichkeit, die KNA nur auf Ressourceneinsparungen zu beschränken und/oder die **Bewertung mit Randbedingungen** zu versehen, um implausible oder nicht mit der Nachhaltigkeitsforderung kompatible Bewertungen (etwa: Dominanz vieler kleiner Zeitgewinne) zu vermeiden.
- (4) Auf der **Systemebene** erscheinen integrierte regional- und makroökonomische Bewertungsverfahren für Wirtschaft, Verkehr, Energie und Umwelt am besten geeignet. Sie heben die strikte Partialbetrachtung der KNA auf, können die dynamischen Interdependenzen zwischen den beeinflussten Bereichen einfangen und so die Nachhaltigkeit einer Veränderung des Verkehrssystems durch Infrastrukturprogramme bewerten. Gleichgewichtsmodelle bieten gegenüber Simulationsmodellen keinen praktischen Vorteil.

## 4 Alternativer Entwurf zur Methodik der Bewertung in der Bundesverkehrswegeplanung

### 4.1 Grundidee

Die Grundidee für den Entwurf einer alternativen Methodik betrifft den (1) den ökonomischen Ansatz sowie (2) die Integration von Umwelteffekten und (3) von Raumordnungseffekten.

- (1) Die ökonomische Bewertung sollte die Auswirkung von Verkehrsinvestitionen auf die künftige Wirtschaftsentwicklung in Bezug auf **qualitatives Wachstum, technischen Fortschritts und Strukturwandel mit Zielrichtung auf die Klimaneutralität** des Verkehrs zum Gegenstand haben. Der Wohlfahrtsansatz basierend auf

statischen Zahlungsbereitschaften unter Annahme eines Vollbeschäftigungsgleichgewichts ist hierzu auf der Systemebene nicht geeignet.

- (2) Die Integration von Umwelteffekten in die Bewertung ist nach den Grundsätzen der ökologischen Ökonomie vorzunehmen.<sup>29</sup> Insbesondere gilt, dass es Umwelteinriffe gibt, die sich nicht monetär kompensieren lassen (kein „trade-off“ zwischen Umweltschaden und Geldkompensation, wenn **Schäden nicht reparabel und nicht revidierbar** sind). Dies bezieht sich zum Beispiel auf Klimaeffekte, Eingriffe in den Naturhaushalt oder Verschmutzung der Gewässer und Meere. Auch die Bewertung der Verkehrssicherheit mit monetären Äquivalenten für schwere Verletzung oder Tod übergeht das Problem der Nicht-Kompensierbarkeit menschlicher Verluste.
- (3) Der Einfluss der Verkehrsinfrastrukturen auf die Raumentwicklung ist über die Zeit nur langfristig revidierbar. Die Stadtentwicklung war zum Beispiel in der Nachkriegszeit durch die Anlage von Straßen für den wachsenden individuellen motorisierten Verkehr bestimmt. Städte wie Kopenhagen zeigen aber, dass eine Änderung in Richtung auf nachhaltige Verkehrssysteme möglich ist, aber **Jahrzehnte konsequenter Politik für umwelt- und klimafreundliche Verkehrsgestaltung** erfordert.

Bereits im Jahr 1998 wurde von IWW et al. ein Vorschlag für die Aufstellung umweltfreundlicher Fernverkehrskonzepte als Beitrag für die Bundesverkehrswegeplanung erarbeitet und dessen Umsetzbarkeit mit den damals verfügbaren Simulationsmodellen aufgezeigt. Dieser Vorschlag wird in aktuellen Beiträgen von PTV und ISV (2022) und vom Wissenschaftlichen Beirat des VDV (2022) wieder aufgegriffen.<sup>30</sup> Ausgangspunkt ist die Festlegung von konkreten Leit- und Handlungszielen einschließlich der für die Messung dienenden Indikatoren und die Orientierung des Bewertungsverfahrens an diesen Zielen.

## 4.2 Bewertungsebenen

Vier Ebenen sind bei einer nachhaltig orientierten Verkehrsinfrastrukturplanung zu durchlaufen:

- (1) **Strategieentwicklung**: Diese Ebene umfasst die politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, die Einordnung der Verkehrsinfrastrukturplanung in übergeordnete Gestaltungsziele, die Abgrenzung des Bewertungsbereichs, die Formulierung der Leistungs- und Wirkungsziele sowie der zur Messung notwendigen Indikatoren.
- (2) **Systembewertung**: Bei dieser Ebene geht es um die Ermittlung des Verkehrssystems mit Hilfe einer aggregierten Analyse und Bewertung unterschiedlicher Entwicklungsperspektiven für die Verkehrsnetze, bestehend aus infra- und Superstrukturen (Aktivitäten auf den Netzen). Ziel ist die Bestimmung eines Verkehrssystems, das den definierten Zielen nahekommt. Eine solche Bewertungsebene fehlt bislang in der BVWP völlig.

---

<sup>29</sup> Besonders einschlägige Publikationen zu diesem Thema finden sich bei Baumol and Oates (1979), Costanza (1996) oder Hampicke (1992). Die Veröffentlichungsdaten zeigen, dass die Grundprobleme des Zusammenhangs zwischen Wirtschaft und Umwelt bereits früh erkannt und die Konsequenzen für die Umweltpolitik seit Jahrzehnten wissenschaftlich präzise beschrieben wurden.

<sup>30</sup> Siehe IWW, IFEU, KuP und PTV (1998); PTV und ISV (2022).



- (3) **Projektbewertung:** Projekte, die grundsätzlich in das in (2) bestimmte Systemkonzept passen, sind hinsichtlich der Realisationsnotwendigkeit und hinsichtlich geeigneter Realisationszeitpunkte zu bewerten. Eine Prioritätenreihung verlangt die dynamische Anlage des Bewertungsverfahrens.
- (4) **Finanzierung:** Es ist erforderlich, eine stabile Finanzplanung mit der Investitionsplanung zu verknüpfen. Dies gilt vor allem für die Ersatz- und Modernisierungs-Investitionen, für die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen für die Dauer des Bundesmobilitätsplanes abgeschlossen werden können, wobei dem Schweizer Vorbild folgend Fonds-Konstruktionen mit gesetzlich abgesicherten Finanzierungsquellen eine weitere Prüfung verdienen.

### 4.3 Strategieentwicklung

Wie der Entwurf zu einem Bundesmobilitätsgesetz zeigt, gilt es, die institutionellen Zuständigkeiten für die Bundesverkehrswegeplanung zwischen Bund, Ländern und existenter wie vorgeschlagener Institutionen (u.a. Mobilitätsbundesamt, DB Netz AG, Bundesautobahngesellschaft) zu regeln. Neben der institutionellen Zuordnung von Verantwortlichkeiten sind festzulegen:

- **Rahmenbedingungen:** Institutionelle Zuständigkeiten, Bund, Länder, weitere Institutionen wie Bundesautobahngesellschaft, DB Netz AG, Bundesamt für Mobilität und Verkehr (Vorschlag BMG), Bürgerbeteiligung. Planungsablauf, beteiligte Akteure und deren Mitwirkungsrechte- und -möglichkeiten.
- **Bewertungsobjekte:** Bewertungsobjekte sind die Netze in Bundeskompetenz, zzgl. Anbindung von Flug- und Seehäfen, notwendige Kommunikationseinrichtungen, notwendige Versorgungsinfrastrukturen wie Ladeinfrastrukturen.
- **Projektvorschlagsverfahren:** Berechtigte Institutionen, Vorprüfung, Engpassanalyse, evtl. Einbeziehung PPP-Vorschläge; Vorschläge aus EU TEN-T; zurückgestellte Projekte aus der vorherigen Priorisierungsbewertung. Wesentlich: Projekte können nicht nur in Bauvorschlägen für die Infrastruktur bestehen (Neubau, Ausbau, Erhaltung) sondern auch Kommunikations-, Leit- und Versorgungssysteme (etwa: Ladeinfrastruktur) enthalten.
- **Festlegung verbindlicher Leit- und Handlungsziele, sowie von Zielkriterien:** Konkrete Zielvorgaben mit zeitlichen Meilensteinen und Zustandsziel 2045/50; Bezug: Infra- und Superstruktur, da die wesentlichen Zielbeiträge von Verkehrsaktivitäten stammen und die Verkehrsinfrastruktur hierzu nur den Optionsrahmen bereitstellt.
- **Festlegung von zu untersuchenden Szenarien:** Aus den Projektvorschlägen können alternative Szenarien folgen, die eine Entwicklung des Verkehrssystems in Richtung auf die definierten Ziele fördern. Diese Szenarien sind in vergleichbarer Maßstäblichkeit zu beschreiben und sind Grundlagen der Verkehrsprognosen.
- **Festlegung der Bewertungsmethodik:** Das gesamte Bewertungsverfahren besteht aus Einzelkomponenten der System- und Projektbewertung, die zu einem möglichst konsistenten Ablauf zusammen zu stellen sind. Weiter gilt es, die mit Hilfe verschiedener Ansätze (monetär, nicht monetär) erzielten Ergebnisse geeignet zusammen zu fassen.

#### 4.4 Systembewertung

Ein Verkehrssystem besteht aus Infra- und Superstrukturen (Aktivitäten auf den Infrastrukturen). Eine Systembewertung muss daher beide Ebenen einschließen, da insbesondere die Verkehrsaktivitäten den größten Teil der Effekte aus der Nutzung der Infrastrukturen ausmachen.

##### (i) *Aufgabenbereiche einer Systembewertung*

Folgende Aufgabenbereiche sind für eine Systembewertung wesentlich:

- Umsetzung der qualitativ beschriebenen Alternativ-Szenarien aus Abschnitt 4.3 in quantitative Eingangsgrößen für eine Bewertung
- Integration der Strategischen Umweltprüfung in die Systembewertung
- Zusammenstellung aller Veränderungen durch die definierten Alternativ-Szenarien
- Darstellung der Beziehungen und Rückkoppelungen im Zeitablauf, zum Beispiel durch Funktionaldiagramme
- Durchführung der Szenarienberechnungen und Auswahl einer bestgeeigneten Alternative
- Disaggregation der benötigten zusätzlichen oder modernisierten Infrastruktur in Form von Projekten und Ensembles
- Untersuchung der Durchführbarkeit und Identifikation kritischer Elemente, z.B. mit der Konsequenz mehrere Alternativen für kritische Projekte zu untersuchen
- Diskussion der Ergebnisse mit politischen Gremien und Bürger-Initiativen
- Verabschiedung eines geeigneten Szenarios (nach dem Schweizer Modell würde dies ein Referendum verlangen; für das deutsche politische System müsste ein geeignetes Verfahren entwickelt werden).

##### (ii) *Methodik*

Eine Systembewertung ist im bestehenden BVWP-Verfahren nicht vorgesehen. Daher ist auch die Methodik neu zu entwickeln. Hier bieten sich zwei Möglichkeiten an.

##### (1) *Systemanalyse auf aggregierter Ebene*

Analog zum **Hightool**-Modell (siehe Box 5) für die europäische Verkehrsplanung lässt sich mit begrenztem Aufwand ein aggregiertes Modell für die Systemauswahl in Deutschland entwickeln. Es würde auf eine detaillierte Abbildung der Netzgeographien und auf die Anwendung entsprechender Algorithmen für die Verkehrssimulation verzichten. Stattdessen käme eine funktionale Modellierung des Verkehrs zur Anwendung. Dies bedeutet, dass Cluster für die verschiedenen Verkehrssegmente nach Verkehrsarten und Raumeinheiten gebildet werden.

Auch das **ASTRA**-Modell (siehe Box 5) wäre für diese Aufgabenstellung geeignet und für eine funktionale Abbildung des Verkehrsgeschehens einsetzbar. Als Systemdynamik-Modell würde es sich vor allem für die Darstellung zeitlicher Anpassungsverläufe bei unterschiedlichen Zeitpunkten für die Einführung von Maßnahmen (etwa: Realisierung eines Infrastruktur-Moderisierungsprogramms für die Bahn in einem 15 Jahres-Zeitraum) eignen.

Beide Modelle enthalten Module für Wirtschaft, Verkehr, Energie und Umwelt auf der europäischen Ebene und generieren Zielerreichungsgrade für alle Bereiche. Beide Modelle haben gleichfalls den Vorzug niedriger Rechenzeiten, so dass sie für wiederholte Anwendungen geeignet sind, wenn kritische Maßnahmen rückgekoppelte Analysen erfordern.

## **(2) Systemanalyse auf disaggregierter Ebene**

Die Modellsysteme Transtools und Trimode, die für die EU-Kommission entwickelt wurden, sind für anspruchsvolle Bewertungsaufgaben geplant, die sowohl eine System- wie auch eine Projektbeurteilung einschließen. Sie enthalten detaillierte geographische Netz- und Regionalmodelle für die Verkehrssimulation. Vor allem Trimode (siehe Box 5) ist aus hoch entwickelten Einzelmodellen zusammengesetzt, die als solche bereits erfolgreich für EU-Projekte angewendet worden sind. So enthält zum Beispiel das Güterverkehrsmodell von Trimode logistische Abbildungen für direkte und indirekte Liefermöglichkeiten, die über mehrere Nachschubpfade und Zwischenknoten laufen können.

Während die Weiterentwicklung dieser Ansätze durchaus erfolgversprechend ist, sind sie doch zum gegenwärtigen Stand als noch unreif und wenig geeignet für die praktische Anwendung zu bewerten. Transtools wird wegen Implausibilitäten und hoher Rechenzeitanforderungen nicht mehr von der Kommission eingesetzt und Trimode befindet sich weiter in einer Prüfungsschleife beim JRC (Joint Research Centre der EU-Kommission in Sevilla). Die Wirtschafts- und Verkehrsmodelle liefern derzeit noch keine befriedigenden Ergebnisse.

## **(3) Pragmatische Empfehlung**

Beim gegenwärtigen Stand der Methodenentwicklung ist es empfehlenswert, die Ebenen der **Systemanalyse und Projektbewertung klar zu trennen**. Dies bedeutet, dass auf der Systemebene relativ überschaubare und transparente aggregierte Verfahren eingesetzt werden, die auch im Dialog mit Auftraggeber oder interessierten Gruppen geeignet sind, um eine Versachlichung von Diskussionen zu fördern. Wie das Schweizer Beispiel zeigt, ist es auch für die politische Auseinandersetzung sinnvoll, die Systemkonzeption (Beispiel: Alpen-Initiative für den Güterverkehr) von der Projektplanung und -bewertung (Trassierung und Dimensionierung zum Beispiel der Gotthard- oder Lötschberg-Tunnelprojekte) zu trennen.

## **4.5 Projektbewertung**

Die für eine Projektbewertung in Frage kommenden Vorhaben bzw. Ensembles (interdependente Projektkombinationen) sind in der Systemanalyse auf einer aggregierten Ebene identifiziert worden (Abschnitt 4.4). Auf der nun folgenden disaggregierten Ebene sind die Projekte mit folgenden Ergebniszielen zu untersuchen:

- **Auswahl unter Varianten:** Es ist möglich, dass die Systemanalyse nicht zu einem klaren Ergebnis in Bezug auf ein abgegrenztes Projekt geführt hat, sondern nur die Maßnahmennotwendigkeit in einem geographischen Raum dokumentiert. Dann kann es mehrere Varianten geben, die eine Zielerfüllung

versprechen. Die Bewertung dient dann der Bestimmung der Realisierungsnotwendigkeit und der bestgeeigneten Variante.

- **Prioritätenreihung unter Projekten:** Ein Investitionsprogramm muss über den Planungszeitraum verteilt werden. Damit gilt es, die Projekte in eine zeitliche Reihenfolge zu bringen.
- **Erhaltungsinvestitionen:** Erhaltungs- bzw. Ersatzinvestitionen setzen nur die politische Entscheidung voraus, dass die betrachtete Infrastruktur in der Zukunft weiter nutzbar bleiben soll. Im positiven Falle ist die zeitliche Anordnung der Erhaltungsvorhaben eine technisch-organisatorische Aufgabe, die mit Hilfe von statistischen Erwartungswerten für Verschleiß und Nutzungsdauer von Projektkomponenten, Zustandsbewertungen und Modernisierungsanforderungen zu lösen ist. Diese Aufgabe schließt dann weiter gehende Bewertungen mit ein, wenn über die Erhaltung hinaus eine Erneuerung mit Leistungs- oder Kapazitätserweiterung als Alternative zu prüfen ist.

### (i) **Wirtschaftlichkeitsprüfung und Auswahl unter Varianten**

#### (1) **Mengengerüst**

Grundlegend für alle Bewertungsschritte ist zunächst die Definition und Quantifizierung des Mengengerüsts mit dem verkehrswissenschaftlich aktuellen Instrumentarium. Hier befindet sich das deutsche BVWP-Verfahren zum Teil in der Spitzengruppe der europäischen Verkehrsplanungslandschaft. Die Ermittlung von Wege- und Kfz-Betriebskosten, von Reise- und Transportzeiten, von Zuverlässigkeit und Ladekoeffizienten, sowie von Geräusch- und Abgasbelastungen oder klimarelevanten Emissionen für alle Verkehrsträger bewegt sich auf einem hohen Niveau. Dies gilt allerdings nicht für die zentralen Aufgaben der aggregierten Verkehrsprognose und der Investitionskostenschätzung.

Die **Verkehrsprognose 2030 ist eine Trendfortschreibung**, die nicht sensitiv auf die Herausforderungen für die künftige Verkehrsgestaltung reagiert. Dies ist durch die Vorgabe für die Gutachter bedingt, dass die Verkehrsprognose keine Ziel- oder Wunschprognose darstellen, sondern die „wahrscheinliche Entwicklung“ reflektieren soll. Die Studie von PTV et al. (2022) zeigt, dass Maßnahmen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele zu signifikanten Änderungen der Verkehrsnachfrage (Modal Split) führen, wodurch sich die Inputs für die Bewertung erheblich ändern können. Die Kritik des Wissenschaftlichen Beirats beim VDV (2022) geht in die gleiche Richtung. Der Beirat stellt fest, dass die bisher zusammengestellten Planfälle für eine Aktualisierung der Verkehrsprognose offensichtlich von den Zielen der Bundesregierung (etwa fixiert im Klimaschutzgesetz) abweichen und nur für eine Anpassungsplanung, nicht aber für eine zielorientierte Planung, geeignet ist. Der Beirat empfiehlt eine Neuauflage der Diskussion um die Prämissen der geplanten Langfristprognose bei 2040.

Die Schätzungen für die **Investitionskosten** sind in Deutschland wenig ernst zu nehmen, da ein gemeinsames Interesse von Projektantragstellern und Ministerium besteht, möglichst viele Projekte in einem Plan unterzubringen, d.h., als finanzierbar erscheinen zu lassen. Die Ursachendiagnose und Empfehlungen der Reformkommission „Bau von Großprojekten“ (BMVI, 2015) haben bislang wenig an dieser deutschen Praxis geändert.

#### (2) **Wertgerüst**

Aus der Diagnose im Abschnitt 3 folgt, dass der bislang benutzte wohlfahrtsökonomische Ansatz der Bewertung nicht geeignet ist, dem Nachhaltigkeitsanspruch an die Infrastrukturplanung zu entsprechen. Andererseits wurde auch klar, dass dieser Ansatz vielfach angewendet wird, weil er bei hoher Anzahl von Projekten leicht umsetzbar ist und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet. Damit stehen sich zwei grundsätzlich verschiedene Alternativen zur Wahl:

- (a) **Beschränkung des KNA-Ansatzes** auf den Bereich Wirtschaft und der Zeitbewertung auf regionalwirtschaftlich relevante Zeiteinsparungen. Bestimmung eines KNA-Indikators nur für den Bereich Wirtschaft, während die Umwelt- und Raumordnungsindikatoren mit Hilfe der **KWA** quantifiziert werden.
- (b) Durchführung eines **KWA-Ansatzes für alle Bewertungsbereiche** und geeignete Zusammenfassung.

Beide Methoden könnten parallel getestet werden. Es ist aber nicht zu empfehlen, beide Ansätze in der Praxis einer Bundesmobilitätsplanung parallel – analog zum Schweizer Modell für die Straßenbewertung – durchzuführen, weil dies die Konsensbildung in Deutschland eher erschweren würde.

Beim Ansatz (a) würde es bei der BVWP-Kategorisierung von Projektwirkungen auf Wirtschaft, Umwelt, Raumordnung und Städtebau<sup>31</sup> bleiben, wobei im Modul Wirtschaft die bislang monetarisierten Umwelteffekte nicht mehr auftreten würden. Letztere würden – wie auch die Effekte für Raumordnung und Städtebau – nicht monetär bewertet und in einem abschließenden Bewertungsschritt mit den KNA – Ergebnissen zusammengefasst. Dies würde zu einer **transparenten Behandlung der Umwelteffekte** führen, die im BVWP-Verfahren in einen monetären und einen nicht monetären Teil behandelt wurden und in unterschiedlicher Weise in die Bewertung eingingen. Gleichfalls wäre eine Konsistenz von projektbezogener Umweltrisikoprüfung und Strategischer Umweltprüfung auf der Systemebene gewährleistet.

**(a) Beschränkung der Zeitbewertung auf regionalwirtschaftlich relevante Zeiteinsparungen**

Die Studie von PTV et al. (2022) zur Weiterentwicklung der Bewertungsmethodik des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) enthält einen Vorschlag, der die bestehende Methodik der Nutzenbewertung nicht grundsätzlich in Frage stellt, aber die kritisierte Überbewertung von Zeitnutzen aufheben kann. Die Verfasser schlagen vor, Reisezeitverbesserungen beim Verkehrsträger Straße nur noch bis zum „Erreichen einer **planerisch angemessenen Zielreisezeit**“ (S. 14) zu bewerten. Dazu könnten Bewertungsfunktionen der Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) genutzt werden. Die Studie enthält konkrete Berechnungsvorschläge, die zeigen, dass sich je nach RIN-Ansatz für die Festlegung von Zielreisezeiten der Nutzen auf die Hälfte bis auf ein Fünftel der BVWP-Zeitgewinne reduzieren lässt (Tabelle 1, S. 19).

Dieses Vorgehen wird auch von anderen regionalwirtschaftlich orientierten Studien gestützt. So gehen im Modell von Biehl (1991) nur Erreichbarkeitsvorteile in die Bewertung ein, bei denen die betroffenen Regionen einen Rückstand aufweisen (siehe **Box 4**). Die zentralen

---

<sup>31</sup> Vgl. hierzu das Gutachten von K. Beckmann zur raumordnerischen Bewertung.

Argumente sind hier die ***Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse*** in den Regionen sowie die abnehmenden Grenznutzen mit zunehmender Erreichbarkeit. Profitieren also hinsichtlich der Erreichbarkeit besser gestellte Regionen nochmals von Straßeninvestitionen, so wird dies in der Bewertung nicht berücksichtigt.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass der bisherige Ansatz zur Bewertung von Zeitgewinnen für den bestehenden und den induzierten Verkehr davon ausgeht, dass die für das Prognosejahr ermittelten Zeitgewinne dauerhaft sind. Vielfach werden aber die Zeitgewinne durch den Neu- und Ausbau von Straßen durch den ***induzierten Verkehr*** wieder teilweise reduziert. In **Box 6** wird dies näher erläutert und gezeigt, dass eine Berücksichtigung der Entwicklung des induzierten Verkehrs in einer langfristigen dynamischen Analyse den ökonomischen Nutzen von primär induzierten Verkehren stark reduzieren kann. Sekundär induzierte Zeitgewinne sind vor allem im Güterverkehr die Folge von veränderten Wirtschaftsaktivitäten und verlangen eine integrierte Analyse ihrer wirtschaftlichen Vorteile und umweltbezogenen Folgen, zum Beispiel durch regionalwirtschaftliche Simulationsmodelle (analog zur österreichischen eKNA, siehe Box 4).

### **(b) Quantifizierung von KWA-Indikatoren für alle Bewertungsbereiche**

Alternativ zu (a) könnten alle Bewertungsbereiche mit Hilfe einer KWA behandelt werden. Mit KWA sollen hier alle Verfahren der multikriteriellen Bewertung bezeichnet werden, also die Nutzwertanalyse mit ihren vielfältigen Ausgestaltungen und die Kosten-Wirksamkeits-Analyse mit ihrer Trennung in die Teilbereiche der Kosten und Wirksamkeiten und ihrer Zusammenfassung zu einem Wirksamkeits-Kosten-Index. Das ***Schweizer NISTRA Modell*** bietet ein Beispiel für die mögliche Vorgehensweise. Dabei können auch im Bereich der verkehrlichen Effekte Indikatoren berücksichtigt werden, die sich nur schwer monetarisieren lassen. Dies betrifft Indikatoren wie Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Resilienz. Die Studie von PTV et al. (2022) enthält auch hierzu interessante Vorschläge (siehe Abschnitt 3.1, S 15). Hier ist anzufügen, dass der Schienenverkehr bei diesen Kriterien bislang keine Vorteile gegenüber dem Straßenverkehr aufweist, weil sich die Pünktlichkeit sogar verschlechtert hat. Dies gilt sowohl für Deutschland wie auch für die EU, wo zum Beispiel die Pünktlichkeit für Güterzüge im Durchschnitt nur ca. 50% beträgt<sup>32</sup>. Im nächsten Jahrzehnt sind große Anstrengungen in den Bereichen Schiene, Binnenwasserstraßen und küstennahe Seeschifffahrt nötig, um die umweltfreundlicheren Verkehrsträger in die Lage zu versetzen, die politisch gesetzten Verlagerungsziele zu erreichen.<sup>33</sup>

Während das Mengengerüst einer KWA bis auf die oben genannten Erweiterungsmöglichkeiten weitgehend mit der KNA übereinstimmt, ist das Bewertungsverfahren neu zu konzipieren. Es besteht aus folgenden Komponenten:

---

<sup>32</sup> vgl. TRT, Ricardo, m-five, MC and TEPR (2021): Evaluation of Regulation (EU) No 913/2010 ... concerning a European Rail Network for Competitive Freight. Evaluation Support Study on behalf of the EU Commission. Brussels.

<sup>33</sup> vgl. m-five, TRT, Ricardo and TEPR (2021): Analysis accompanying the Impact Assessment for the Revision of Regulation (EU) 1315/2013 ... of the Trans-European Transport Network. Evaluation Support Study on behalf of the EU Commission. Brussels.

- Definition von Zielkriterien (messbare Zielgrößen auf Grundlage der strategischen Ziele aus Abschnitt 4.3)
- Aufbau einer Zielertragsmatrix (Ergebnisse zu den Zielkriterien in ihren unterschiedlichen Dimensionen)
- Bestimmung des Bewertungsverfahrens (nominale, ordinale, kardinale Behandlung der Zielerträge; im Folgenden gewählt: Kombination von nominalen (Checks von Mindestkriterien) und kardinalen (Zielerreichungsgrade) Skalierungen)
- Check von **Mindestkriterien** (Beispiel: Klimacheck)
- Normierung (gemeinsame Skala, z.B. Intervall 0-100, Transformationsregeln, z.B. Zielerreichungsgrade)
- Gewichtung (relative Gewichte der Zielkriterien)
- Zusammenfassung (etwa: Addition der gewichteten Zielerreichungsgrade)
- Sensitivitätsanalyse (Prüfung der Empfindlichkeit des Ergebnisses auf Änderungen der Gewichtungen, Beispiel: Gewichtung der Betriebskosten- und Zeitvorteile gegenüber den Umwelteffekten)
- **Rückkoppelungen** für Projekte mit unklaren Bewertungsergebnissen.

#### (ii) **Prioritätenreihung unter Projekten**

Das BVWP-Verfahren definiert die Dringlichkeitskategorien „vordringlicher Bedarf plus“ (VB+), „vordringlicher Bedarf“ (VB) und „weiterer Bedarf“ (WB). Für die Zuordnung zu VB+ sind maßgebend: „starke Minderung von Engpässen“, „keine hohe Umweltbetroffenheit“ und „hohes NKV“. Für die Zuordnung zu VB gelten: „hohes NKV“ oder „hohe raumordnerische Bedeutung“ (kein hohes NKV). Die NKV resultieren aus einem statischen „mit/ohne“ Vergleich für das Jahr 2030, wobei die Jahresnutzen 2030 auf die Annuität der Investitionskosten bezogen werden. Verkehrswissenschaftliche Studien haben schon früh gezeigt, dass solch ein statischer Vergleich ohne Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs von Nutzen und Kosten für eine Prioritätenreihung nicht geeignet ist (vgl. Rothengatter und Walther, 1990). Die in den Nachbarländern Österreich und Schweiz (siehe Abschnitt 3.3) angewendeten Methoden unterstreichen diesen Befund.

Für eine Prioritätenreihung sind zwei Aspekte maßgeblich:

- **Zeitlicher Verlauf der Nutzen und Kosten.** Sind die Nutzen in der Startphase bereits sehr hoch, so empfiehlt sich eine frühzeitige Realisierung. Ansonsten kann die Realisierung zeitlich verschoben werden, auch wenn das NKV vergleichsweise hoch ist.
- **Interdependenzen zwischen Projekten<sup>34</sup>:** Bestehen komplementäre Beziehungen zwischen Projekten (Gesamtnutzen höher als die Summe der Einzelnutzen), so ist eine Realisierung im gleichen Zeitabschnitt zu empfehlen. Liegen dagegen substitutive Beziehungen vor (Gesamtnutzen niedriger als die Summe der Einzelnutzen), so kann etwa im Falle von zwei Projekten das zweite Projekt zeitlich aufgeschoben werden, wenn das erste realisiert wird. Solche Beziehungen gibt es häufig zwischen Korridoren (Projekte in parallelen Korridoren:

---

<sup>34</sup> vgl. hierzu Szimba, E. (2008) Interdependence between Transport Infrastructure Projects. Karlsruhe Papers in Economic Policy Research. Ed. by R. Funck and W. Rothengatter. 25. Baden-Baden.

substitutiv; in kreuzenden Korridoren oder Ensembles (etwa getrennte Projekte für Knoten und Strecken; getrennte Projekte für Infrastrukturen und Kontrollsystem (ETCS)): komplementär).

### **(iii) Erhaltungs-/Ersatzinvestitionen**

Der Methodik-Teil zum BVWP-Bewertungsverfahren behandelt primär Neubau- und Ausbaumaßnahmen. Diese machen aber nur noch einen relativ geringen Teil der gesamten BVWP-Investitionen aus. Von den insgesamt 269,6 Mrd. EUR Investitionssumme entfallen 141,6 Mrd. auf Erhaltung und Ersatz (insgesamt: 52,5%: ohne „Schleppe“ und sonstige Investitionen: 69%). Von der für Aus- und Neubaumaßnahmen ausgewiesenen Investitionssumme von 106,4 Mrd. betreffen 25,1 Mrd. laufende oder fest disponierte Vorhaben und 42,8 Mrd. als „Schleppe“ von neuen Vorhaben mit Ersatz/Erhaltungsanteil (Projekte, die in einer späten Phase begonnen wurden und erst nach 2030 fertig gestellt werden). Der frei disponible Neu- und Ausbau betrifft nur noch 38,5 Mrd. oder 14,2% des gesamten Investitionsvolumens.

Um so wichtiger ist es, den Bedarf an Ersatzinvestitionen zeitlich abzuschätzen und zu prüfen, ob eine Verbindung von Ersatzinvestitionen mit Modernisierungs- oder Erweiterungsmaßnahmen zu rechtfertigen ist. Bereits früh haben Kommissionen darauf hingewiesen, dass der Erhaltungsbedarf für die Verkehrsnetze unterschätzt und dessen Finanzierung unzureichend geplant wurde. Die Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung („**Pällmann-Kommission**“)<sup>35</sup> identifizierte eine signifikante Finanzierungslücke für Erhaltungsinvestitionen und prägte den Begriff der „**Instandhaltungskrise**“ für das deutsche Verkehrsnetz.<sup>36</sup> Vom Investitionsvolumen des BVWP 1992 in Höhe von 490 Mill. DM könnten rund 120 Mill. DM nicht durch die seinerzeitige Haushaltsfinanzierung gedeckt werden. Die laufende Finanzierungslücke betrage 7,5 Mrd. DM pro Jahr. Die Kommission schlug eine Reihe von Maßnahmen zur Deckung der Finanzierungslücke vor, insbesondere die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren und die Einrichtung einer Bundesgesellschaft für die Finanzierung der Verkehrswege, aus der die Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft (VIFG) und später die Bundesautobahngesellschaft hervor gegangen sind.

Im Jahr 2012 diagnostizierte die Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ („**Daehre-Kommission**“) in ihren Endbericht eine Unterfinanzierung für die Erhaltung der Straßen des Bundes in Höhe von 1,55 Mrd. Euro p.a. zuzüglich 1 Mrd. Euro p.a. für den Nachholbedarf (unterlassene Erhaltung in der Vergangenheit). Für die Bundesschienenwege betrug die geschätzte Unterfinanzierung für die Erhaltung von 1,2 Mrd. Euro, und der Nachholbedarf von 0,2 Mrd. Euro p.a.. Für die Bundeswasserstraßen wurden Ersatz- und Nachholbedarf zusammen auf 0,5 Mrd. Euro p.a. geschätzt. Der gesamte Finanzbedarf für Erhaltung und Nachholbedarf belief sich auf 7,2 Mrd. EUR. Die „**Bodewig Kommission**“ „Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ kam 2016 zu ähnlichen Mittelbedarfen und befasste sich insbesondere mit dem Nachholbedarf („nachholende Sanierung“), dessen gesamter Finanzbedarf auf 12 Mrd. Euro für die Straße, 2 Mrd. Euro für die Schiene und 3,5 Mrd. Euro für Binnenwasserstraßen für die nächsten 15 Jahre geschätzt wurde.

<sup>35</sup> Hier werden nur die Pällmann-, Daehre- und Bodewig-Kommissionen erwähnt. Weitere Kommissionen (etwa: Fratzscher-Kommission; Bodewig/Secchi-Kommission für die EU) und eine Vielzahl von Literaturbeiträgen haben zu Lösungsvorschlägen beigetragen.

<sup>36</sup> Die Begriffe „Instandhaltung“ und „Erhaltung“ wurden im Bericht nicht eindeutig unterschieden.



Alle Kommissionen plädierten für organisatorische Änderungen, um die Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung zu sichern. Die Daehre-Kommission ging hier am weitesten mit ihren Vorschlägen für **Fonds-Lösungen** auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene. Die (haushaltsnahen) Fonds sollten aus Nutzergebühren und zweckbestimmten sowie langfristig festgelegten Haushaltszuweisungen finanziert werden.

Die o.g. Schätzungen zum Bedarf and Erhaltungsinvestitionen und zum Nachholbedarf basierten auf den Angaben der Berichte zur **Zustandserfassung und -bewertung** (ZEB, Bewertungen zwischen 1 (sehr gut) und 5 (sehr schlecht)) und Angaben der DB Netz AG. Der Zustand der Brücken an den Bundesfernstraßen wurde vom BMVI im Jahr 2018 noch verhalten optimistisch beurteilt: Zwar sei der Anteil der „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Brücken seit 2005 von 18% auf 13% zurück gegangen, doch konnte der negative Trend seit 2015 durchbrochen und eine Verringerung des Anteils der „nicht ausreichend“ oder „ungenügend“ beurteilten Brücken von 15% auf 12% erreicht werden. Nach den spektakulären Brückenschließungen oder Teilschließungen zum Beispiel bei Leverkusen oder Lüdenscheid sind Unzulänglichkeiten bei den Zustandsprüfungen zu Tage getreten, so dass sich die Anzahl der dringend reparatur- oder erneuerungsbedürftigen Brücken drastisch erhöht hat. Daraus folgt, dass die Schätzungen zum Nachholbedarf nochmals aktualisiert werden müssen.

Im Eisenbahnbereich galt die **Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung** (LuFV) seit 2009 als Musterlösung für die Netzerhaltung. Die LuFV III gilt von 2021 bis 2030 und weist der DB Netz AG den Bundesanteil an den LuFV-Mitteln unabhängig von der Haushaltslage des Bundes zu. Gegenwärtig zeigt sich, dass das Schienennetz den politischen Erwartungen (etwa: Verdoppelung des Personenfernverkehrs bis 2030, Steigerung des Güterverkehrsanteils der Schiene von 18 auf 25%) bei weitem nicht genügt und die notwendigen Baumaßnahmen in den nächsten Jahren mehr Behinderungen als Kapazitätserweiterungen schaffen. Offenbar ist auch das Baumanagement nicht effizient organisiert, da der Bahnvorstand eine Verbesserung ab 2024 verspricht. Am Ende ist fraglich, ob die benötigten Mittel für Sanierung, Modernisierung und Deutschland-Takt bis 2030 aufgebracht werden können, wenn sich die wirtschaftlichen Probleme vergrößern.

Aus der Darstellung von Bedeutung und Zukunftsentwicklung der Ersatzinvestitionen folgt, dass diese Aufgabe auch eine stärkere Beachtung im methodischen Bereich der Bundesmobilitätsplanung verdient. Die Methodik zur Ermittlung der periodischen Erhaltungsinvestitionen basiert auf statistischen **Erwartungswerten für Verschleiß und Erneuerungsbedarf**, den laufenden Daten aus den Zustandsbewertungen und den Modernisierungsforderungen, um die Anlagen in eine zukunftsfähige Nutzungsqualität zu bringen. Hierzu existieren Richtlinien der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen und eine umfangreiche Literatur im Verkehrsingenieurwesen. Für den Fernstraßenbereich liefert die Wegekostenrechnung (BMDV, 2021) grundlegende Daten, während die LuFV III Daten für den Eisenbahnbereich bereitstellt.

Erhaltungsinvestitionen setzen nur eine Entscheidung über den Fortbestand der Anlagen voraus. Sind sie aber mit Erweiterungsinvestitionen oder Änderungen etwa des Trassenverlaufs verbunden, so sind sie in Bezug auf die Bauwürdigkeit wie ein Ausbauprojekt zu behandeln. Bei der Prioritätenreihung spielt der Zeitpunkt der Ersatznotwendigkeit die zentrale Rolle. Wegen der wachsenden Bedeutung von Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen wird eine weitere Konkretisierung des methodischen Ansatzes in Kapitel 5 vorgeschlagen.

#### 4.6 Organisation und Finanzierung

Die in der Vergangenheit in Zeiten der Finanzknappheit eingesetzten Kommissionen haben alle zum Ergebnis geführt, dass eine nachhaltige und stabile Finanzplanung für Erhalt und zielgerichteten Ausbau der Verkehrsnetze unabdingbar ist. Dies ist mit der bestehenden Organisation für die Verwaltung der Verkehrsinfrastrukturen nicht möglich, so dass die o.g. Kommissionen auch empfohlen haben, die **Organisationsstrukturen anzupassen**.

Ein interessanter Vorschlag wurde in einer Studie der Hochschule Heilbronn et al. (2021) für das Umweltbundesamt entwickelt. Das Konzept („GUIDE“) zielt ab auf eine tragfähige Finanzierung im Rahmen einer leistungsfähigen Organisation für die nachhaltige Entwicklung von Verkehrsinfrastrukturen. Dieses Konzept besteht aus den Komponenten:

1. Verkehrsinfrastrukturgesellschaft Deutschland: Eine integrierte Infrastrukturgesellschaft ist das Fernziel. Diese kann privatrechtlich firmieren (analog zur DB Netz AG und zur Autobahn GmbH), ist aber in staatlichem Allein-Eigentum zu halten.
2. Bundesverkehrswegeausbaugesetz: Zusammenführung der drei Ausbaugesetze BSWAG, FStrAbG und WaStrAbG, kombinierter Verkehr als eigener Artikel.
3. Parlamentarische Aus- und Neubauverwaltung: Letztliche inhaltliche und finanzielle Verantwortung des Parlaments für Aus- und Neubau.
4. Nutzerfinanzierter laufender Substanzerhalt: Unterhaltung und Erhaltung sind über einen geschlossenen Finanzkreislauf zu finanzieren. Haushaltsnahe Fonds können der Abwicklung dienen, um Probleme der Überjährigkeit zu lösen.
5. Komplementärer umweltorientierter Substanzerhalt: Investitionen und Innovationen zur Verbesserung der Klima- und Umweltbilanz des Verkehrs.
6. Errichtung haushaltsnaher Fonds: Finanzquellen sind Nutzerbeiträge, komplementäre Haushaltsmittel (Schweizer Modell) und Einlagen institutioneller und privater Anleger (Modell Fratzscher-Kommission).
7. Verursachungsgerechte Anlastung externer Kosten: Auswirkung auf Modal Split und Einnahmen für Fonds.
8. Beibehaltung von ÖPP als Neu- und Ausbauoption: Trotz der negativen Bewertung durch den Bundesrechnungshof wird die Beibehaltung empfohlen, nicht zuletzt auf Grund positiver Erfahrungen im Ausland und negativen Erfahrungen mit ausschließlich öffentlich finanzierten Großprojekten im Inland.
9. Wirksame Regulierung („Infrastruktur Bundesamt“): Regulierungs- und Aufsichtsbehörde, Genehmigung für Nutzungsentgelte, diskriminierungsfreier Zugang zu Infrastrukturen, Aufgaben des Eisenbahn-Bundesamts, des Fernstraßen-Bundesamts, der GDWS sowie der Bundesnetzagentur.
10. Transparenz und Bürokratie-Abbau: Klare Zuordnung der Verantwortlichkeiten, Vereinheitlichung von Regelungen zwischen den Verkehrsträgern, Standardisierungen von Verfahren, Zusammenlegung von Organisationseinheiten.

Wenngleich nicht alle Punkte umsetzbar erscheinen und andere inhaltlich weiter durchdacht werden müssen, so ist doch anzuerkennen, dass die **ganzheitliche Analyse und Konzeptentwicklung** in diesem Projekt einen Weg aufzeigen, nachhaltige Infrastrukturentwicklungen organisatorisch zu unterstützen und finanziell zu ermöglichen. Analog zum Schweizer Modell der Verkehrsinfrastrukturplanung ist die **Finanzierung ein integraler Bestandteil der**

**Gesamtplanung** und verlangt entsprechende institutionelle Rahmenbedingungen (etwa: Fonds-Lösungen).

## 5 Möglichkeiten der Umsetzung

### 5.1 Basis für Methoden und Daten in Deutschland

Die wissenschaftliche Basis für die Modellierungen von Verkehr, Wirtschaft und Umwelt ist auf einem im europäischen Vergleich guten Niveau. Dies gilt vor allem für die Verkehrsmodellierung, wo zwar Verbesserungen in Teilbereichen möglich erscheinen (Beispiel: Güterverkehr, Bezug zur Logistik-Modellierung). Hier sind es weniger die Schwachstellen von Modellen, sondern die Modellvorgaben, die zu den problematischen Ergebnissen führen. Es geht daher nicht darum, neue Modellwelten zu entwerfen, um die Nachhaltigkeitsziele einer revidierten Verkehrswegeplanung anzunähern. Vielmehr gilt es, auf jeder Stufe des Planungsablaufs von der Zielformulierung über die System- und Projekt- bis zur Finanzplanung vorhandene Methoden und Daten zu kombinieren und zu testen.

### 5.2 Notwendige Erweiterungen

Grundlage für die Diskussion notwendiger Erweiterungen zur Methodik der Bundesverkehrswegeplanung ist das Vier-Ebenen-Konzept, das in Abschnitt 4.2 eingeführt wurde.

#### 5.2.1 Strategie-Ebene

##### (i) *Festlegung der Verantwortlichkeiten*

Der Regelungsvorschlag für ein Bundes-Mobilitätsgesetz sieht vor, dass die Verantwortung für die Ausgestaltung des Planungsprozesses beim zuständigen Ministerium liegt, wobei die Vorbereitung des Planungsprozesses einem neu zu gründenden **Bundesamt für Mobilität und Verkehr** zuzuordnen ist. Das Bundesamt soll der Rechts- und Fachaufsicht des zuständigen Ministeriums unterliegen und als fachlich zuständige Behörde alle erforderlichen Unterlagen für den Planungsprozess bereitstellen. Verschiedene Institutionen und Organisationen aus dem Verkehrssektor sind zu beteiligen (Bundesländer, Nachbarstaaten, EU-Kommission, Betreiber der Bundesverkehrswege, weitere zuständige Ministerien des Bundes, Beiräte für Mobilität und Verkehr sowie betroffene Gruppen der Zivilgesellschaft).

##### (ii) *Festlegung von Zielen und Zielkriterien*

Der Entwurf zum Bundes-Mobilitätsgesetz sieht eine Unterteilung der Ziele in **Leit- und Umsetzungsziele** vor.<sup>37</sup> Der BVWP 2030 beschränkt sich nur auf die Leitziele, die durch eine Weiterentwicklung der Verkehrsinfrastruktur konkret beeinflusst werden können. Dies betrifft die Verbesserung von:

---

<sup>37</sup> Es gibt eine Vielzahl von Zielcharakterisierungen mit ähnlichem Inhalt (siehe zum Beispiel BVWP 2030 (2015) oder PTV et al. (2022)).

- Mobilität im Personen- und Versorgungsaufgaben im Güterverkehr
- Verkehrssicherheit
- Umweltverträglichkeit (Natur, Landschaft, Schadstoffe, Klima)
- Lebensqualität in Regionen und Städten.

Diese Leitziele werden aber nicht in Form von Umsetzungszielen (in der BVWP-Terminologie „abgeleitete Ziele bzw. Lösungsstrategien“) konkretisiert. Daher enthält die BVWP 2030 auch keine **abprüfbaren Meilensteine** oder Zielerreichungsgrade. Vielmehr enthält die Nutzen-Kosten-Analyse eine Reihe von Ergebnissen zu Zielindikatoren (Betriebskosten- und Zeitnutzen, Verkehrssicherheit, Umwelt) auf der Projektebene, aber keine aggregierten Zielerreichungen auf der Systemebene.

Eine alternative Methodik zur Bundesmobilitäts- und -bedarfsplanung muss dagegen eine Konkretisierung der Leitziele in **Umsetzungsziele auf der System- und Projektebene** vorsehen. Dies betrifft zum Beispiel folgende Bereiche:<sup>38</sup>

- Netzzustand (Engpassbeseitigung, Nachholbedarf und laufender Bedarf an Ersatz, Erhaltung und Modernisierung)
- Senkung von Mobilitäts- und Transportkosten (Wettbewerbs-Benchmarks)
- Herstellung der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse in Regionen (verkehrlich: Erreichbarkeits-Bedingungen; Entwicklungsmöglichkeiten)
- Einhaltung von Umweltgrenzwerten (Lärm, Abgaskonzentrationen)
- Grenzwerte zu klimarelevanten Emissionen
- Grenzwerte zu Eingriffen in Natur und Landschaft
- Grenzwerte zum Unfallgeschehen
- Anforderungen zum Netzausbau aus internationalen Vorgaben und Verpflichtungen
- Anforderungen an die Modernisierung (in Verbindung mit Kommunikationsinfrastruktur, Ladeinfrastruktur, Versorgungsinfrastruktur).

### **(iii) Konzeption von alternativen Szenarien**

Hier geht es um die Ideenentwicklung für alternative Handlungs-Szenarien der Verkehrspolitik, also nicht um alternative Annahmensysteme zu exogenen Präferenzen, Technologie, Umweltentwicklung oder Handelsbeziehungen. Diese Szenarien beziehen sich auf die **gesamte Verkehrsstruktur** mit ihren Beziehungen zu anderen Wirtschaftssektoren und der sozialen Umgebung. Denn die Erreichung von Umsetzungszielen gelingt nicht allein durch Infrastrukturmaßnahmen. Vielmehr bieten diese nur Optionen für Veränderungen der Superstrukturen, auf denen Verkehrsverhalten und Verkehrstechnik zusammen treffen auf die gesetzten Umsetzungsziele wirken. Auf dieser Ebene sind zu berücksichtigen

- Projektvorschläge der Vorschlagsberechtigten (siehe Abschnitt 4.2)
- Verordnungen und Initiativen der EU, wie die Revision der Transeuropäischen Netze (Verordnung (EU) Nr. 1315/2013), Green Deal, Fit-for-55, Sustainable and Smart Mobility Strategy, Technical Guidance on the Proofing of Infrastructure (EU Initiatives, 2020)).

---

<sup>38</sup> Zur konkreten Definition und Messung der Umsetzungsziele und ihrer Zielkriterien vgl. IWW et al. (1998).

#### **(iv) Festlegung der Methodik**

Für das bestehende Verfahren der BVWP-Bewertung wurde ein Gutachten zur Weiterentwicklung der Methodik vergeben. In analoger Weise kann eine Studie zu einer alternativen Methodik die Möglichkeiten aufzeigen, wie mit dem bestehenden Datengerüst System- und Projektbewertungen durchzuführen sind. Dabei ist die Bewertung auf der **Systemebene neu** zu entwerfen. Auf der Projektebene ist das Mengengerüst der Bewertung weitgehend übernehmbar. Das Wertgerüst ist dagegen an den gesetzten Zielen zu orientieren. Die Grundlagen hierzu werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

#### **5.2.2 Systemebene**

Die Alternativ-Szenarien beschreiben unterschiedliche verkehrspolitische Handlungsprogramme, die zur Zielerreichung geeignet sein können. Diese Handlungsprogramme sind auf der politischen Ebene zu formulieren und auf der administrativen Ebene (z.B. von einem Bundesamt) so zu konkretisieren, dass sie als Planungsvorgaben dienen können. Sie sind auf der Systemebene hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Verkehr, Wirtschaft, Umwelt und Soziales zu untersuchen. Die dafür geeigneten Modelle wurden in den Abschnitten 3.3 und 4.4 diskutiert. Daraus ergab sich, dass auf der Systemanalyse und -bewertung bislang nur eine aggregierte Behandlung der Systeme möglich ist, so dass zum Beispiel ein „Zoomen“ auf die Projektebene ausscheidet. Die Bewertungsmethodik auf der Systemebene enthält die folgenden Schritte:

##### **(i) Festlegung des Basis-Szenarios (Planungsnullfall)**

Das Basis-Szenario beschreibt die Entwicklung von Verkehr, Wirtschaft, Umwelt und Sozialem ohne die politischen Handlungsprogramme. Diese Entwicklung ergibt sich aus einer Trendfortschreibung der Verkehrsentwicklung und ihrer Auswirkungen auf die übrigen Bereiche. Hier kann ein Verkehrsmodell zur Anwendung kommen, das auch für die Projektauswahl benötigt wird (siehe (vi)).

##### **(ii) Konkrete Beschreibung der Alternativ-Szenarien**

Die Handlungsprogramme sind für alle Verkehrsträger so detailliert zu spezifizieren, dass eine modellhafte Abbildung der Wirkungsbereiche zumindest mit Hilfe von funktionalen Beschreibungen auf einer grobkörnigen regionalen Ebene (etwa NUTS 3) möglich wird. Funktionale Beschreibung bedeutet in diesem Zusammenhang das Clustern von Nutzern und ihren Verhaltensweisen und deren Kombination mit Infrastruktur- und Raumtypen. Es erspart eine geographische Modellierung der einzelnen Verkehrsnetze.

##### **(iii) Leitdatenprognose**

Die Leitdaten für eine Verkehrsprognose bestehen aus Bevölkerungs- und Wirtschaftsprognosen, die auf der Ebene von NUTS 3 Regionen differenziert ausgewiesen werden. Die Wirtschaftsprognosen können für die Alternativ-Szenarien unterschiedlich ausfallen. Dies gilt weniger für die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen als für deren regionalwirtschaftliche Ausprägungen. Daher kommt es darauf an, die **regionalen Wirkungen** in ausreichendem Detail zu modellieren.

#### (iv) Integrierte Bewertung von Alternativ-Szenarien

Hier sind geeignete Modelle zu entwickeln. Regionalökonomische Modelle mit Input-Output Modulen (Beispiel: Multi-Reg)<sup>39</sup> generieren Informationen zu den regionalen Wirkungen von Verkehrsinvestitionen. Da in Deutschland die Verkehrsnetze bereits weit entwickelt sind, ist davon auszugehen, dass die makroökonomischen Wachstumseffekte begrenzt sind, während **die regionalen Effekte relevant** sein können. Integrierte Modelle (auf der aggregierten Ebene (Beispiele Hightool oder ASTRA) liefern Informationen zu den Interdependenzen zwischen Verkehr, Wirtschaft (einschließlich Strukturentwicklung), Energie und Umwelt. In einigen der genannten Beispiele ist eine Integration in die europäische Landschaft (TEN-T, Green Deal, Sustainable and Smart Mobility Strategy) bereits enthalten.

Die **Umweltbewertung** spielt auf der Systemebene eine herausgehobene Rolle, weil die Netzveränderungen gesamthaft betrachtet werden können. Dies bedeutet, dass die **Strategische Umweltprüfung** bereits an dieser Stelle des Verfahrens eingesetzt werden kann und nicht am Ende des gesamten Prozesses steht. Umweltverträglichkeitsprüfungen können daher in einem frühen Stadium vorgenommen und durch Planungsmodifikationen behandelt werden.

Im Ergebnis liefert die Systemanalyse und -prognose Verkehrsdaten nach Clustern, Wirtschaftsdaten (BIP, Beschäftigung) nach Sektoren und Regionen und Daten zur Umweltbeeinflussung und zum Energieverbrauch.<sup>40</sup> Die Ergebnisse der Modellsimulationen unter Vorgabe der Alternativ-Szenarien liefert die Grundlage für die Auswahl eines bestgeeigneten Szenarios. Dabei ist unwahrscheinlich, dass alle Zielergebnisse für ein Szenario sprechen. Daher sind **Abwägungen zu den Gewichten** der Ziele und eventuell Modifikationen von Szenarien erforderlich, um zu einer Entscheidung zu kommen. Es ist nicht zu empfehlen, diese Entscheidung mit einem formalisierten Verfahren vorzubereiten. Eher kommt ein **Expertengremium** (z.B. aus Beiräten der Ministerien für Verkehr, Wirtschaft und Umwelt zusammengesetzt) in Frage. Die oben genannten integrierten Verfahren eignen sich aufgrund niedriger Rechenzeiten und einfacher Input-Organisation zur on-line Unterstützung solcher Expertengremien. Sie dienen hier als Beleg für die Machbarkeit einer methodisch gestützten Systemanalyse- und -bewertung, die noch für die Bundesmobilitätsplanung zu entwickeln ist.

#### (v) Bestimmung von geeigneten Projekten

Die zum ausgewählten Ziel-Szenario passenden Projekte sind geographisch, funktional und wirtschaftlich konkret zu beschreiben. Dies kann in Form von fortgeschriebenen Projektbeschreibungen in den Dossiers im System PRINS geschehen. Dabei sind die bestehenden Unvollständigkeiten im Bereich Umwelt zu beheben.

### 5.2.3 Projektebene, Neubau- und Ausbau-Investitionen

Eine Projektbewertung verlangt zunächst eine Verkehrsprognose für das ausgewählte Ziel-Szenario mit Hilfe einer geographischen Abbildung der Verkehrsnetze und einer feinräumigen

<sup>39</sup> Kurze Modellbeschreibungen sind in den Boxen 4 und 5 zu finden.

<sup>40</sup> ASTRA enthält zusätzlich einen Technologieteil, der die künftige Entwicklung von Fahrzeugtechnologien (Elektromobilität) simuliert.

Regionalisierung. Die in der BVWP praktizierte Verkehrsprognose erfüllt diese Anforderungen methodisch, bedarf aber einer Aktualisierung und Verbesserung in Details (z.B.: Berücksichtigung logistischer Qualitätsmerkmale wie Pünktlichkeit, Verlässlichkeit und Resilienz). Auf dieser Basis lässt sich für jedes Projekt ein Mit/Ohne-Vergleich für den Prognosezeitraum durchführen. Das Bewertungsverfahren enthält zwei Komponenten: Auswahl unter Alternativen und Prioritätenreihung.

**(i) Wirtschaftlichkeitsprüfung und Auswahl unter alternativen Projekten:**

Die Diskussion in Abschnitt 4.5 hat ergeben, dass sich zwei Verfahrensweisen eignen können: eine komprimierte KNA für den Wirtschaftsteil mit einer KWA für die nicht monetär quantifizierten Wirkungsbereiche oder eine KWA für alle Bereiche. Aus der Analyse der internationalen Anwendung von Bewertungsverfahren zur Verkehrsinfrastruktur folgt, dass eine vollständige KWA bisher die Ausnahme darstellt und in der Schweiz nur parallel zur KNA angewendet wird. Eine Parallel-Anwendung beider Verfahren ist für deutsche Verhältnisse weniger geeignet, da sie die Konsensbildung nicht erleichtert. Daher wird im Folgenden nur das erstgenannte Verfahren näher beschrieben.

**A Komprimierte KNA**

Die monetär mess- und bewertbaren Wirkungen bestehen aus Veränderungen der

- Betriebskosten
- Zeitkosten
- variablen Wegekosten und
- Unfallkosten.

Die Summe dieser Wirkungen beschreibt die monetären Nutzen, denen die Investitionskosten gegenübergestellt werden (bei Jahresbetrachtungen deren Annuitäten). Die Betriebskostenänderungen werden durch Verkehrsmodelle und Kosteninputs aus der laufenden Verkehrsforschung gemessen und es ist kein Anlass für eine wesentliche Änderung der Quantifizierungsansätze für die einzelnen Verkehrsträger zu sehen. Das gleiche gilt für die Wegekosten, die im Straßenbereich durch Gutachten zu den Wegekosten für die Bundesfernstraßen<sup>41</sup> quantifiziert werden und als Grundlage für die Lkw-Bemautung dienen. Die Behandlung der **Zeitkosten** ist dagegen revisionsbedürftig. Hier sind folgende Aspekte zu **überprüfen**:

- Nichtberücksichtigung von kleinen Zeiteinsparungen. Zeiteinsparungen unterhalb einer Größenordnung von wenigen Minuten sind nicht für alternative Zeitverwendungen nutzbar und können vernachlässigt werden. Es ist festzulegen, an welcher Stelle die Begrenzung ansetzen soll und auf welcher Ebene (z.B.: Quell-Zielbeziehung) und für welche Segmente (z.B.: Nah-/Fernverkehr) sie angewendet wird.
- Nichtberücksichtigung von Zeiteinsparungen oberhalb von Qualitätsstandards. PTV et al. (2022) schlagen vor, Bewertungsfunktionen aus der RIN

---

<sup>41</sup> Das neueste Wegekostengutachten wurde vom BMDV 2022 vorgestellt unter „1930/StV10 - Wegekosten und externe Kosten des Bundesfernstraßennetzes im Zeitraum 2023 bis 2027“.

heranzuziehen und Zeiteinsparungen zu eliminieren, die bereits gut bediente Nutzer noch besserstellen. Der Aspekt der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse, der hinter einer solchen sozialen Bewertung von Zeiteinsparungen steht, wird in ähnlicher Weise im Modell der regionalen Potentialfaktoren von Biehl (1991) betont. Auch bei diesem Ansatz gehen nur Erreichbarkeitsverbesserungen in die Bewertung ein, die schlechter gestellte Regionen betreffen. Das vorgeschlagene Kriterium ist schon sehr alt und müsste aktualisiert werden.

- Reduktion der Zeitwerte im Betrachtungshorizont. In den nächsten Jahrzehnten werden Automatisierungsentwicklungen folgen, die eine erhöhte Nutzbarkeit von Reisezeiten für andere Zwecke möglich machen, wie es bei der Bahn bereits heute der Fall ist. Daraus folgt, dass das Hauptargument der monetären Zeitbewertung, nämlich die Verhinderung einer alternativen ökonomischen Nutzung der Reisezeit, über die Zeit abnehmen wird. Damit werden auch die Zeitwerte auf längere Sicht sinken.
- Differenzierte Berücksichtigung der impliziten Nutzen aus induziertem/verlagertem Verkehr: Induzierter Verkehr induziert einen zusätzlichen Nutzen einiger Verkehrsteilnehmer. Wenn dieser aber wiederum zu Stauwirkungen führt, so reduziert sich dieser Zusatznutzen wie auch der Nutzen des bestehenden Verkehrs aus der Verkehrsinvestition (siehe Box 6). Nur wenn keine Stauwirkungen durch den induzierten Verkehr zu erwarten sind (konstante Grenzkosten), dann kann sowohl der bestehende wie auch der induzierte Verkehr den Nutzen aus der Verkehrsinvestition voll realisieren.

## **B KWA für nicht monetarisierte Bereiche**

In vielen KNA, so auch in der bestehenden BVWP-Methodik, werden die „monetarisierbaren“ Umwelteffekte mit Kosten bewertet und in die KNA einbezogen. Darüber hinaus erscheinen die „nicht monetarisierbaren“ Effekte in der BVWP in einem gesonderten Analyse-Teil. Damit ist das Gewicht der Umweltwirkungen in der Gesamtbeurteilung unklar. Daher wird vorgeschlagen, die Umwelt- und Raumordnungseffekte vollständig auf der nicht-monetarisierbaren Ebene zu behandeln. Dies steht im Einklang mit dem Vorschlag, Kriterien der Strategischen Umweltprüfung bereits auf der Systemebene für die Systemauswahl mit einzubeziehen.

Die nicht monetarisierten Bereiche betreffen:

- Verkehrslärm
- Abgasemissionen
- Klimaeffekte
- Natur und Landschaft
- Upstream/Downstream Effekte
- Raumordnungseffekte

Die Behandlung kann in zwei Stufen geschehen:

- (1) Check auf Mindest-Zielerreichung: Ein Beispiel ist der Klimacheck, wie er in Österreich durchgeführt wird. Auch für die anderen Bereich lassen sich Mindestkriterien einführen, die auf der Projektebene zu erfüllen sind. Beispiele:



- Lärmgrenzwerte, Grenzwerte für Schadstoff-Konzentrationen, Ausgleichsmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft, Unfall-Grenzwerte, Mindest-Ereichbarkeiten von Regionen für die Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen. Grenzwerte eignen sich vor allem für nicht verrechenbare irreversible Schäden an Umwelt oder menschlicher Gesundheit.<sup>42</sup>
  - Im Falle von Klima, Lärm und Abgasen ist zu berücksichtigen, dass die Probleme aufgrund von technischen Entwicklungen (Elektro-Fahrzeuge) über die Zeit geringer werden können, wenn der technische Fortschritt in gesetzlich verankerte Standards umgesetzt wird. Dagegen können die upstream/downstream-Effekte ansteigen, weil Umwelteffekte in die vorgelagerte Wertschöpfungskette – und damit überwiegend ins Ausland - verschoben werden.
- (2) Verfahren der Mehrkriterien-Analyse: Hier gibt es mehrere Möglichkeiten für die die Schritte „Normalisierung“ (Herstellung einer einheitlichen Skala für alle Effekte), „Gewichtung“ und „Aggregation“ zu Nutzwerten in einer einheitlichen Skala.

### **C Zusammenfassung von KNA und KWA**

Die Zusammenfassung der Ergebnisse kann in vier Schritten geschehen:

- (1) Elimination aller Projekte, die einen NKV kleiner als 1 aufweisen oder den Check auf Mindest-Zielerreichung nicht bestehen.
- (2) Netzergänzungen zur Herstellung eines kompletten Zielnetzes durch proportionale Minderung der NKV– und Umwelt-Zielwerte. Alternativ: Überarbeitung der Projektplanungen.
- (3) Zusätzliche Bewertung kritischer Projekte und Projekt-Ensembles durch eine Expertenkommission.
- (4) Abstimmung Zielnetz, Projektauswahl und Finanzrahmen.

#### **(iii) Prioritätenreihung**

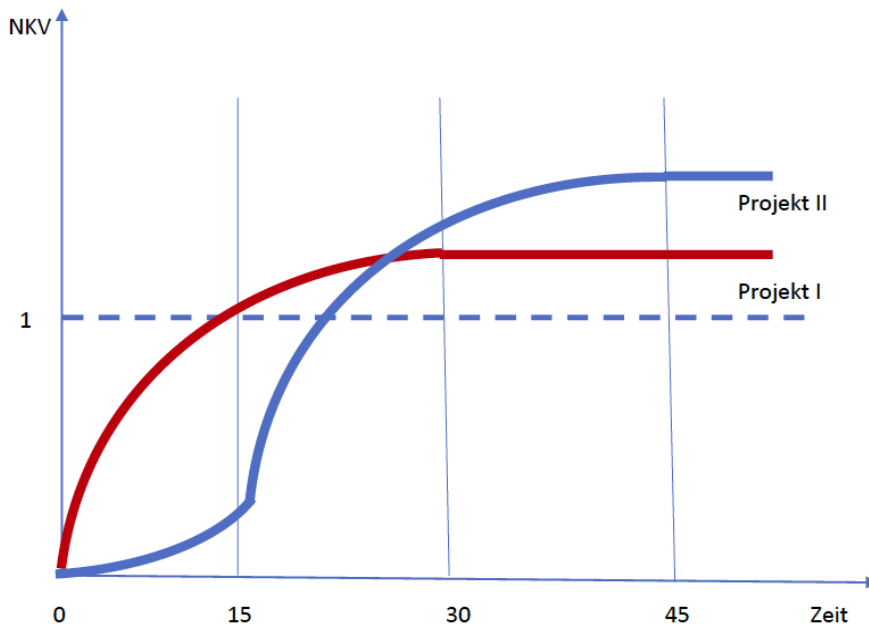
In A wurden bereits alle Maßnahmen mit niedrigem Umweltrisiko identifiziert. Daher sind zusätzlich die Ergebnisse aus der KNA für die Prioritätenbildung maßgebend. Wenn die KNA dynamisch durchgeführt wird, so ergeben sich Zeitprofile für die Nettonutzen, die als Grundlage für die Prioritätenreihung der Maßnahmen mit niedrigem Umweltrisiko (oder hohen Umweltentlastungen) genutzt werden können. Dies kann in folgenden Schritten geschehen:

- (1) Bestimmung der NKV-Profile für alle Maßnahmen mit geringem Umwelt-Risiko.
- (2) Bestimmung der Break-even-Punkte (Zeitpunkte der Erreichung von  $NKV > 1$ ).
- (3) Reihung nach Break-even-Punkten.

Dabei sind Projektinterdependenzen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 4.5 (ii)).

---

<sup>42</sup> Im Projekt von IWW et al. (1998) für das UBA wie auch bei Musso und Rothengatter (2013) wird gezeigt, dass mit der Setzung von Grenzwerten (Restriktionen) „Schattenpreise“ verbunden sind, wenn eine monetäre gesellschaftliche Zielfunktion formuliert werden kann. Diese Schattenpreise ergeben sich als Nebenprodukt der optimalen Lösung aus der Maximierung der Zielfunktion unter den Restriktionen der Grenzwerte.



**Abbildung 5.1: Break-even Punkte für Projekte**

Abbildung 5.1 veranschaulicht das Prinzip der Prioritätenreihung. Das Projekt I erreicht den Break-even Punkt etwa 15 Jahre nach Eröffnung, beim Projekt II sind dies ca. 20 Jahre. Projekt I erhält eine höhere Priorität, obwohl der Nutzen-Kosten-Koeffizient für den gesamten Planungshorizont für Projekt II höher ausfällt.

#### **5.2.4 Erstellung von Erhaltungs-/Ersatzinvestitionsprogrammen**

In Abschnitt 4.5 wurde auf den hohen und weiter steigenden Anteil der Ersatzinvestitionen am Volumen der Verkehrsinfrastruktur-Investitionen hingewiesen. Dabei gibt es zwei grundsätzliche Formen der Erhaltungsmaßnahmen:

- (1) Die Erhaltungsmaßnahme dient dem Ersatz bestehender Infrastrukturen, die eine Anpassung an neuere Standards einschließen, aber nicht zu einer Kapazitätserweiterung oder zu einer wesentlichen Verbesserung des Leistungsstandards führen.
- (2) Die Erhaltungsmaßnahme schließt einen Ausbau auf eine höhere Kapazität oder ein höheres Leistungsniveau ein.

Im Falle (2) ist eine Erhaltungsmaßnahme wie eine Neu- oder Ausbaumaßnahme zu behandeln. Daher reduziert sich die Behandlung von Ersatzinvestitionsprogrammen auf den Fall (1). Die Bemessung von Zeitpunkten und Umfang von Ersatzinvestitionen kann sich auf folgende Grundlagen stützen:

##### **(i) Richtwerte zu Nutzungsdauern von Anlagenbestandteilen**

Die Wegekostenrechnung basiert auf dieser Grundlage und nimmt feste Nutzungsdauern an, zum Beispiel für die einzelnen Binder- und Tragschichten von Straßen (RPE-Str 01) oder von

Ingenieurbauwerken (SIB für Brücken)<sup>43</sup>. Die Nutzungsdauern und periodischen Ersatzinvestitionen sind dann verkehrsunabhängig und für jeden Anlagenbestandteil konstant.

## (ii) Statistische Verfahren

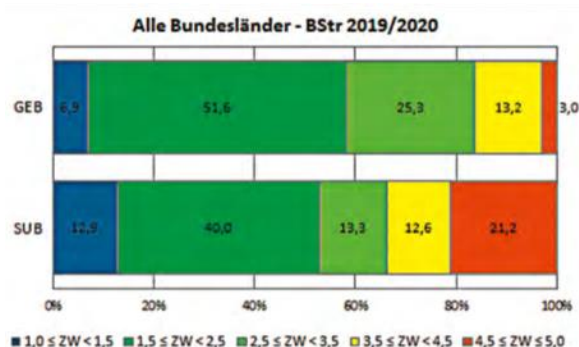
Aus den Dimensionierungsrichtlinien der Bauwerke und der erwarteten Belastung (im Falle von Straßen quantifiziert durch äquivalente 10t Achslasten) lässt sich ein Erwartungswert der Gesamtlebensdauer bzw. der Gesamtleitungsabgabe für jede Klasse von Gewerken ableiten. Zwar lassen sich keine deterministischen Aussagen über die Lebenserwartung einzelner Bauwerke treffen. Aber für ein Kollektiv ähnlicher (homogener) Anlagen lassen sich stochastische Ausfallfunktionen bestimmen.<sup>44</sup> Die Ausfallfunktionen bestimmen die Wahrscheinlichkeit, dass ein Anlagenteil nach einem bestimmten Nutzungszeitraum aufgrund von prognostizierten Übergängen schwerer Achsen ausfällt. Diese Funktionen lassen sich durch Vergangenheitsdaten und die Ergebnisse von Zustandserhebungen kalibrieren.

## (iii) Zustandserhebungen

### A Straßen

Der bauliche Zustand von Einzelanlagen und die Notwendigkeit einzelner Ersatzmaßnahmen sowie ihrer Zeitpunkte lässt sich durch regelmäßige Zustandserhebungen ermitteln. Im Straßenbereich liefert die Zustandserfassung und Bewertung (ZEB) die Datengrundlage für **Gebrauchs- und Substanzwerte**. Abbildung 5.2 zeigt die Ergebnisse der ZEB 2019/2020 mit Bewertungen zwischen 1 (sehr gut) und 5 (dringend reparaturbedürftig, Maßnahmen zur Verkehrsbeschränkung zu prüfen). Danach befinden 21,2% der Streckenabschnitte in einem kritischen Bereich zwischen 4.5 und 5.0.

Brückenbauwerke werden mit Noten zwischen 1 und 4 bewertet. Nach den ZEB-Ergebnissen befinden sich 11.5% der Brückenbauwerke in einem nicht ausreichenden oder ungenügenden Zustand.



**Abbildung 5.2: Ergebnisse der Zustandsbewertung für die Bundesfernstraßen von 2019/2020**

<sup>43</sup> Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen: RPE-Str 01 - [ Ausgabe 2001 ]

SIB: Straßeninformationsbank, Datenbank zu Bauwerken.

<sup>44</sup> Vgl. hierzu die Vorgehensweise bei der Bemessung von Abschreibungen in den Wegekostenrechnungen 2002 und 2007.

GEB: Gebrauchswert

SUB: Substanzwert

Der spektakuläre Ausfall einige Autobahnbrücken hat die Aufmerksamkeit für die Zustandsbewertung geschärft und aufgezeigt, dass die Kontrollen in der Vergangenheit unzureichend waren. Daher wird die **Zustandsbewertung weiter überarbeitet** werden müssen. Mit besseren Informationen über die Entwicklung der baulichen Zustände von Einzelanlagen in der Zeit können die statistischen Modelle (Ausfallfunktionen) zuverlässiger kalibriert werden, so dass sich die Prognostik für Zeiträume und Umfang notwendiger Ersatzinvestitionen verbessert.

Mit Gründung der Autobahn GmbH des Bundes im Jahr 2018 bietet sich die Möglichkeit, mit Hilfe einheitlicher Methoden und organisatorischer Verfahrensweisen Effizienzgewinne bei den Erhaltungsinvestitionen zu erzielen.

## B Eisenbahnen

Seit dem Jahr 2009 werden Instandhaltungsaufwendungen- und Erhaltungsinvestitionen gemeinsam von Bund und DB AG gemäß der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) getragen. Die im Jahr 2020 abgeschlossene LuFV III sieht einen Umfang von 86,2 Mrd. EUR für einen 10-Jahresabschnitt bis 2029 vor. Davon trägt die DB AG 24,2 Mrd. EUR und der Bund den 62 Mrd. EUR. Die DB AG hat hierzu jährlich einen Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht (IZB) vorzulegen.

Die Daehre- und Bodewig-Berichte zum Zustand der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung in Deutschland charakterisieren die Vorteile dieser Vereinbarung. Die Mittelbereitstellung für die Eisenbahninfrastruktur ist für die Laufzeit der LuFV verlässlich und nicht von jährlichen Haushaltsentscheidungen abhängig. Dies erlaubt die Aufstellung eines mittel- bis langfristigen Erhaltungsprogramms und dessen **Umsetzung nach baulichen und wirtschaftlichen Notwendigkeiten**. So sollen jährlich rund 2000 km Strecken und 2000 Weichen erneuert werden, weiter steht die Erneuerung von insgesamt 2000 Eisenbahnbrücken und von zahlreichen Stellwerken auf dem Programm.

Der IZB (2020, S. 25) weist folgende Investitionen für die Eisenbahn-Infrastruktur-Unternehmen (EIU) aus:

Investitionen der EIU	Summe	Anteil DB AG
<b>Gesamt</b>	7.699	1.090
<b>DB Netz AG</b>	6.249	917
<b>DB Station&amp;Service AG</b>	1.227	170
<b>DB Energie GmbH</b>	223	3

**Tabelle 5.1: Investitionen in das Bestandsnetz der DB Netz AG 2020**

Angaben in Mill. EUR

Quelle: IZB 2020

Mit der kräftigen Erhöhung der Mittel für Instandhaltung und Ersatz geht eine erhöhte Bautätigkeit einher, die zu streckenbezogenen Kapazitätseinschränkungen führt. Dadurch ist die

**Pünktlichkeit des Bahnverkehrs** stark zurück gegangen, im Juli 2022 haben nur 59,9 % aller Fernverkehrszüge ihr Ziel pünktlich erreicht (Zeitüberschreitung um mehr als 6 Minuten gegenüber dem Fahrplan). Noch schlechter sind die Zahlen im Güterverkehr. Angesichts der hochgesteckten Ziele (Verdoppelung des Personenfernverkehrs bis 2030, Steigerung des Marktanteils im Güterverkehr von ca. 18 auf 25%) gilt es, die bestehenden Engpässe durch Baustellen schnell abzubauen. Die DB AG hat bestätigt, dass die **Potentiale** eines effizienten Baustellen-Managements **nicht ausgeschöpft** sind und kündigt für 2024 einen Plan für die Generalsanierung zentraler Netzabschnitte an. Dabei geht es um Zusammenfassungen und räumliche Optimierung von Bauabschnitten, um die Zusammenlegung von sonst zeitlich auseinander gezogenen Baumaßnahmen und um Grund- anstelle von Teilsanierungen.

## 6 Integration alternativer Ansätze in eine reformierte Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege

Die vorgestellten alternativen Ansätze für den methodischen Aufbau einer Bundesmobilitätsplanung lassen sich in folgender Weise in eine reformierte Bedarfsplanung für die Bundesfernverkehrswege integrieren:

### 6.1 Erstellung eines Bundesmobilitätsplanes (langfristig: 15 Jahre, perspektivisch: 30 Jahre)

Der Langfristplan für einen 15-Jahres-Zeitraum besteht aus

- einem Plan für die Entwicklung des Verkehrssystems (Infra- und Superstrukturen),
- einer Projektplanung für die Infrastrukturprojekte des Neu- und Ausbaus,
- einem Plan für die Ersatzinvestitionen und
- einem Finanzplan.

Der Perspektivplan für einen 30-Jahres-Zeitraum besteht aus

- einem Plan für die Weiterentwicklung des Verkehrssystems (Infra- und Superstrukturen)
- einem Plan für die Weiterentwicklung des Ersatzinvestitionsbedarfs
- einem Finanz-Perspektiv-Plan.

### 6.2 Konzipierung als rollende Planung

Eine Überprüfung des langfristigen Bundesmobilitätsplanes kann in 5-Jahres-Zeitabständen stattfinden. System- und Projektplanungen sind aufgrund neuer Datenlagen zu revidieren, wobei die Methodik im Wesentlichen unverändert bleiben kann, wenn sie sich bewährt hat. Dies gilt auch für die Methodik der Wirtschafts- und Verkehrsprognosen sowie die Anpassung des Finanzrahmens. Alle Projekte, die noch nicht begonnen wurden oder sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium befinden (etwa: Im Plan-Feststellungs-Verfahren) sind neu zu bewerten.

Nach Ablauf des 15-Jahres-Zeitraums für den langfristigen Bundesmobilitätsplan ist eine grundlegende Revision der Verfahrensmodule vorzunehmen. Es ist davon auszugehen, dass sich die technischen, marktbezogenen und gesellschaftlichen Bedingungen und die methodischen Möglichkeiten so stark geändert haben, dass eine fundamentale Überarbeitung erforderlich erscheint. Der nächste Bundesmobilitätsplan besteht dann wieder aus einem Langfrist- und einem Perspektiv-Plan.

### **6.3 Inhaltliche Anforderungen**

#### ***(1) 4 Ebenen-Schema der Planung***

Die Planung sollte sich an den vier Bewertungsebenen orientieren:

- Strategieentwicklung
- Systembewertung
- Projektbewertung
- Organisation und Finanzierung.

#### ***(2) Orientierung an Zielen und Zielerreichungen***

Der reformierte Bedarfsplan für die Bundesverkehrswege orientiert sich an Zielen, die durch Zielerreichungsgrade präzisiert und quantifiziert werden und durch Meilensteine in ihrem zeitlichen Verlauf charakterisiert werden. Dazu gehört die Prüfung der Infrastrukturmaßnahmen auf Grundlage der SUP unter Einschluss von Alternativenprüfungen auf der Netz- und Projektebene. Der ITF hat in seinem Transport Outlook 2023 diese notwendige Neuorientierung der Verkehrsinvestitionsplanung unterstrichen.<sup>45</sup>

#### ***(3) Verkehrsprognosen für Trend- und Zielkonfigurationen***

Die Erstellung einer Trendprognose („business-as-usual“) als Basis der Bewertung für den Fall ohne Maßnahmen ist zu empfehlen, um die Notwendigkeit einer Trendänderung zu dokumentieren und die Verbesserungen durch Handlungsszenarien zu messen. Auf Basis der gesetzten Ziele für die Verkehrsentwicklung sind alternative Handlungsszenarien zu entwickeln, die eine weitgehende Zielerreichung versprechen. In diesem Zusammenhang sind sog. „**Back-casting**“ Verfahren nützlich. Sie gehen von einer gewünschten künftigen Systemkonfiguration aus und simulieren die notwendigen Schritte im Rückwärtsgang bis zur Gegenwart.

#### ***(4) Dynamische Lebenszyklus-Analyse***

Anstelle einer komparativ-statischen Analyse mit und ohne Maßnahmen muss eine dynamische Lebenszyklus-Analyse treten. Wichtige Bewertungsaspekte, wie zum Beispiel die zeitliche Priorisierung, die Zeiteinsparungen des bestehenden und des induzierten Verkehrs, die Zyklen von Ersatzinvestitionen oder die Zielerreichungsgrade an Meilensteinen, lassen sich nur durch eine Lebenszyklus-Analyse korrekt erfassen und bewerten.

---

<sup>45</sup> Policy recommendations: „Adopt a vision-led „decide and provide“ approach to infrastructure planning instead of a reactive “predict and provide” approach“. ITF (2023, p. 16).

### ***(5) Vollständige UVP und SUP***

Gemäß UVPG-Novelle sind die Ziele des globalen Klimaschutzes einzubeziehen und das Ziel der Klimaneutralität für Projekte zu beachten. Emissionen müssen im Rahmen der SUP auf Basis der Lebenszyklusemissionen berechnet werden und die Eingriffe in natürliche Senken einschließen. Gleichfalls sind die möglichen Betroffenheiten zu analysieren.<sup>46</sup>

### ***(6) Strategische Alternativen auf der Netzebene***

Die europarechtliche gebotene Alternativenprüfung (Richtlinie 2001/42/EG) verlangt eine Definition von Alternativen, die als zweckmäßig erachtet werden, um das Gesamtziel von Plänen oder Programmen zu erreichen.<sup>47</sup> Eine solche Prüfung ist bereits auf der Systemebene sinnvoll, wenn es um die Zusammenstellung von Netzkonfigurationen geht, welche die Ziele der Planung erfüllen können. Hier können Projekte und Projektensembles mit negativen Umweltwirkungen bereits identifiziert und daraufhin überprüft werden, ob sie mit Kompensationsmaßnahmen neutralisiert werden können. Im negativen Fall sind sie auszuschließen und im positiven Fall die Kosten der Kompensationen einzubeziehen.

### ***(7) Gesamt- und regionalwirtschaftliche Analysen für die wirtschaftliche Bewertung***

Die makro- und regionalwirtschaftlichen Folgewirkungen, vor allem von induzierten Verkehren, sind nur auf der Ebene von makro- und regionalwirtschaftlichen Analysen zu quantifizieren. Die Ergebnisse dieser erweiterten wirtschaftlichen Analysen („wider economic impacts“) sind auf der Systemebene zu berücksichtigen.

### ***(8) Projektbewertung mit kombinierter KNA und KWA***

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist ohne die Überschätzung von Zeitgewinnen beim bestehenden und beim induzierten Verkehr zu konzipieren. Die Umweltwirkungen verlangen eine intensive Prüfung der Umweltverträglichkeit, die auf der nicht-monetären Ebene integriert, d.h. ohne Aufteilung in monetär/nicht monetär quantifizierbare Bereich, durchgeführt werden sollte. Im Bereich der KWA können Mindest- oder Ausschlusskriterien eine größere Rolle spielen, sie sind bereits bei der Konzipierung der Projektalternativen zu beachten. Die Dringlichkeitsprüfung verlangt eine dynamische Analyse der Projektwirkungen, d.h., ein komparativ-statischer Vergleich ist keine ausreichende Grundlage.

### ***(9) Netzerhaltung vor Neu- und Ausbau***

Die Netzerhaltung wird die primäre Aufgabe künftiger Bedarfspläne für die Verkehrsinfrastrukturen sein. Hierzu sind noch methodische Ergänzungen für die optimalen Erhaltungszeitpunkte und eine verbesserte Zustandsbewertung erforderlich. Die daraus folgenden Erhaltungsinvestitionen sind den 5-Jahres-Plan-Perioden der Bundesmobilitätsplanung zuzuordnen. Die Bedarfsplanprüfungen haben Rückstände in der Erhaltung zu identifizieren und für die Folgeperiode als besonders vordringliche Maßnahmen einzuordnen. Für kritische

---

<sup>46</sup> Vgl. hierzu den Umweltbericht zum BVWP 2030 und die Kritik des Umweltbundesamtes.

<sup>47</sup> Siehe Umweltbundesamt (2020): Die Alternativenprüfung in der Strategischen Umweltprüfung und der Umweltverträglichkeitsprüfung. UBA Texte 83/2020.

Infrastruktur-Bestandteile wie Brückenbauwerke sind mittel- und langfristige Erhaltungspläne zu erstellen.



**Literatur:**

Baumol, W. J. and W. E. Oates (1979): *Economics, Environmental Policy and the Quality of Life*. Prentice-Hall.

Becker Büttner Held Rechtsanwälte (2021): *Gutachten: Der Bundesverkehrswegeplan. Status Quo, Reformbedarf und Änderungsmöglichkeiten*. Berlin.

Beckmann, K., Klein-Hitpass, A. und W. Rothengatter (2012): *Grundkonzeption einer nachhaltigen Bundesverkehrswegeplanung*. In: UBA Texte. 47.

Biehl, D. (1991): *The Role of Infrastructure in Regional Development*. In: Vickerman, R. (ed.): *Infrastructure and Regional Development*, London, 9-35.

BMVI (2015): *Reformkommission Bau von Großprojekten. Endbericht*. Berlin.

BMDV (2022): *Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2023-2027*. Berlin.

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.

Costanza, R. (1996): *Ecological economics: Reintegrating the study of humans and nature. Ecological Applications*. 6. 978-990.

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.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. UVEK. Bundesamt für Straßen. ASTRA (2019). *Handbuch NISTRA 2017. Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßenprojekte*. Bern.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. UVEK. Bundesamt für Verkehr. BAV (2016). *NIBA. Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahnprojekte*. Bern.

EU Initiatives (2019): *Green Deal (COM(2019), 640 final. Sustainable and Smart Mobility Strategy (COM(2020) 789 final. Revision of TEN-T Regulation. (EU) No 1315/2013. Proposal (COM(2021)812 final.*

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

Hampicke, U. (1992): *Ökologische Ökonomie*. Opladen.

Henderson, A. (1940-41): *Consumer's Surplus and the Compensating Variation*. In: *The Review of Economic Studies*. VIII. 117-121.

Hicks, J.R. (1940-41): The Rehabilitation of Consumers' Surplus. In: *The Review of Economic Studies*. VIII. 108-116.

Hochschule Heilbronn, Hochschule Worms, SSP und IVK (2021): Gesamtkonzept für eine umweltorientierte Organisation und Institutionalisierung einer verkehrsträgerübergreifenden Infrastrukturfinanzierung in Deutschland (GUIDE). Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Heilbronn.

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

Intraplan, Planco und TUBS (2015): Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung. München.

ITF (2023): Transport Outlook 2023. OECD Publishing. Paris.

IWW, IFEU, KuP und PTV (1998): Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte als Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung. Studie im Auftrag des Bundesumweltamtes. Karlsruhe.

IZB (2020): DB Netze: Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht 2020. Berlin.

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

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.

Lipsey, R.G. und K. Lancaster (1956): The General Theory of Second Best. *Review of Economic Studies*. 24.1. 11-32.

Machlup, F. (1957): Professor Hicks' Revision of Demand Theory. *American Economic Review*. XLVII. 47.1.119-135.

Marshall, A. (1890): Principles of Economics, London. 8<sup>th</sup> edition 1920.

Musso, A. und W. Rothengatter (2013): Internalisation of external costs of transport – A target driven approach with a focus on climate change. *Transport Policy*. 29. 303-314.

Pigou, A.C. (1920): The Economics of Welfare. London.

PTV Group, Fraunhofer ISI, M-FIVE (2019): Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr, Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Karlsruhe, November 2019, S.147 ff.

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/studie-verlagerungswirkungen-umwelteffekte-mobilitaetskonzepte.pdf?blob=publicationFile>.

PTV Group und ISV (2022): Weiterentwicklung der Bewertungsmethodik des Bundesverkehrswegeplans (BVWP). Karlsruhe.

Rothengatter, W. (1974): Konsumentenrente und kompensierende Einkommensvariation - Planungshilfen für die Preis- und Investitionspolitik im Verkehr? *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*. 1.1974.1-26.

Rothengatter, W., Walther J. C. et al. (1990): Erweiterung des Verfahrens zur Dynamischen Investitionsplanung für Verkehrsprojekte und Vorbereitung seiner Anwendung im Rahmen der BVWP 1990. Studie im Auftrag des BMV. Karlsruhe.

Rothengatter, W. (2015): BVWP-Bewertungsverfahren: Volle Fahrt zurück in die orthodoxe Neoklassik. *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*. 3.181-204.

Rothengatter, W. (2017): Wider Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments – Relevant or Negligible? In: *Transport Policy*. 59. 116-123.

Rothengatter, W. (2018): Mr. Dupuit and the Marginalists. In: Bonnafous, A. and W. Rothengatter (editors): Jules Dupuit: Secret Origins of Modern Transportation Science. *Journal of Transport Policy. Special Issue*.

Spiekermann, K. und M. Wegener (2014): ET 2050 European Territorial Scenarios Modelled by SASI. ET 2050 Modelling Workshop. Brussels.

Venables, A. (2006): 'Evaluating urban improvements. Cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation'. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41.173-186.

Wissenschaftlicher Beirat des VDV (2022): Stellungnahme vom 4.4.2022: Verkehrsprognose muss Klimaziele in den Mittelpunkt stellen. Köln.

Wissenschaftlicher Beirat für Verkehr (2009): Strategieplanung, Mobilität und Transport: Folgerungen für die Bundesverkehrswegeplanung. Berlin.

World Commission on Environment and Development (1987): Our Common Future. Oxford.

## Anlage: Boxen

### Box 1: Annahmensystem der neoklassischen Wohlfahrtstheorie und Nutzenkonzept

#### Annahmensystem

1. Vollkommen rational handelnde Konsumenten (Nutzenmaximierer).
2. Gleiche Grenznutzen des Geldes (Zusatznutzen eines weiteren Euro) für alle Konsumentengruppen.
3. Abnehmende Grenznutzen mit zunehmendem Konsum.
4. Vollkommen rational handelnde Produzenten (Gewinnmaximierer).
5. Steigende Grenzkosten mit der Produktionsmenge (abnehmende Grenzerträge). Keine Relevanz der Fixkosten.
6. Vollkommene Information (Entscheidungssicherheit).
7. Polypole auf allen Märkten, Marktgleichgewichte werden durch Preismechanismen erreicht.
8. Nachfrage- und Angebotskurven geben rationale Entscheidungen unter Annahmen 1.-7. wieder, so dass sie als Grundlage für die Nutzenschätzung verwendet werden können.

#### Nutzenkonzept nach A. Marshall

Es wird nur der Verkehrsmarkt betrachtet, mit generalisierten Kosten je Fahrt ( $c$ ) und Verkehrsstärke ( $q$ ). Alle anderen Märkte sind im vollständigen Konkurrenzgleichgewicht und werden durch den Verkehrsmarkt nicht wesentlich beeinflusst. Der Nutzen (netto) für Konsumenten in der Ausgangssituation ergibt sich aus der Fläche unterhalb der Nachfragekurve  $D$  bis zum Gleichgewichtspunkt ( $c_1; q_1$ ) abzüglich der Kosten (*siehe Abbildung 3.1*). Diese Fläche („Konsumentenrente“) gibt an, welche Zahlungsbereitschaft zusätzlich zu  $c_1$  noch vorhanden wäre, um in den Genuss des Gutes zu gelangen.

Die Kosten für Produzenten in der Ausgangssituation ergeben sich aus dem Überschuss der Einnahmen  $c_1 q_1$  über die Kosten (Fläche unterhalb der Angebots- (Grenzkosten-) kurve bis zum Gleichgewichtspunkt ( $c_1; q_1$ ), „Produzentenrente“).

Häufig wird angenommen, dass die Angebotskurve relativ flach verläuft (fast konstante Grenzkosten), so dass sich die Nutzenmessung auf die Konsumentenrente beschränken kann.

Eine Verkehrsinvestition bewirkt eine Verschiebung der Angebots- (Grenzkosten-) kurve nach rechts/ unten. Dies führt zu einem Zuwachs an Konsumentenrente, die besteht aus:

- O Ressourceneinsparung für die bestehenden Verkehrsteilnehmer in Höhe von  $(c_1 - c_2) \cdot q_1$ .
- O (Induzierte) Mehrnachfrage durch Erhöhung der Verkehrsstärke auf  $c_2$ . Der Zusatznutzen beträgt etwa  $(c_1 - c_2) \cdot (q_2 - q_1) \cdot 1/2$ .

In der BVWP – Methodik wird dieser Zusatznutzen als implizite Nutzendifferenz bezeichnet. Sie wird nicht nur für zusätzliche Fahrten berechnet, sondern auch für Verkehrsverlagerungen zwischen Verkehrsmitteln und zusätzliche Fahrtweiten. Die implizite Nutzendifferenz soll also alle Nachfragebewegungen erfassen, für die sich die Nutzen nicht direkt (etwa über Ressourceneinsparungen), sondern nur indirekt über das Nachfrageverhalten messen lassen. Die Bestimmung impliziter Nutzen im Personen- und Güterverkehr stellt eine erhebliche Ergänzung der zuvor angewandten Methodik dar und wird im Methodik-Gutachten des beauftragten Gutachterkonsortiums detailliert dargestellt.

## Box 2: Theorieansätze unter Voraussetzung vollständigen Gleichgewichts

### Partialanalyse für einen Markt

Ausgangspunkt ist die Annahme von Marshall (1890), dass der Verkehrsmarkt aus dem Zusammenhang aller Märkte herausgelöst betrachtet werden kann, weil die sich übrigen Märkte im Konkurrenzgleichgewicht befinden und durch die Änderungen auf dem Verkehrsmarkt nur marginal beeinflusst werden. Das Marshall'sche Nutzenmaß der Konsumentenrente basiert auf der Zahlungsbereitschaft von Konsumenten und setzt voraus, dass die Wertschätzung für eine Geldeinheit (***Grenznutzen des Geldes***) für alle Konsumenten gleich ist. Diese unrealistische Annahme hat einige Wohlfahrtsökonomien bereits früh gestört und sie haben versucht, einen Ansatz für die Nutzenmessung ohne diese Annahme zu entwickeln. Hicks (1941) und Henderson (1941) haben im Ergebnis insgesamt vier kompensierende Variationen vorgestellt, die eine Nutzenänderung für der Konsumenten anzeigen können:

- (1) Mengenkompensierende Variation, bestimmt durch die Einkommensreduzierung, die der Konsument nach einer Preisreduzierung (bzw. Grenzkostenreduzierung infolge einer Investitionsmaßnahme) maximal hinnehmen könnte, ohne die vor der Preissenkung bezogene Gütermengenkombination zu ändern.
- (2) Preiskompensierende Variation, bestimmt durch die Einkommensreduzierung, die der Konsument nach einer Preissenkung maximal hinnehmen könnte, ohne sein Nutzenniveau zu verändern,
- (3) Mengenäquivalente Variation, bestimmt durch die Einkommenserhöhung, die der Konsument bei Unterlassung einer Preissenkung fordern müsste, um die Gütermengenkombination kaufen zu können, die er nach der Preissenkung wünscht.
- (4) Preisäquivalente Variation, bestimmt durch die Einkommenserhöhung, die der Konsument bei Unterlassung der Preissenkung fordern müsste, um sein Nutzenniveau auf das Niveau nach der Preissenkung zu bringen.

**Fazit:** Wird die problematische Annahme der Gleichheit von Grenznutzen aufgehoben, so ist die ***Konsumentenrente nicht mehr ein konsistentes Nutzenmaß.***

### Gleichgewichtsmodelle für alle Märkte

Die Marshall-Hypothese, dass man einen Markt aus dem Zusammenhang der Märkte trennen kann, ohne das übrige Marktgeschehen zu betrachten, ist gleichfalls von vielen Ökonomen

bezweifelt worden. Dieses Vorgehen hat zwar einen hohen didaktischen Wert und daher Eingang in alle Lehrbücher zur ökonomischen Mikro- und Wohlfahrtstheorie gefunden. Wenn aber Investitionsprogramme im Verkehr zu beurteilen sind, so ist davon auszugehen, dass sie in enger **Interaktion mit anderen Märkten** stehen, da der Verkehr die Überbrückung des Raumes und damit die Verbindung vielfältiger Wirtschaftsaktivitäten an verschiedenen Orten erlaubt. So ist Verkehr die Voraussetzung für die wirtschaftliche Globalisierung.

Die Erkenntnis, dass die Marktinterdependenzen betrachtet werden müssen, wenn Verkehrsinvestitionen zu beurteilen sind, hat zu Modellentwicklungen in unterschiedliche Richtungen geführt. Insbesondere ergeben sich einige Möglichkeiten, die Annahme der „Vollständigkeit“ von Gleichgewichten aufzuheben und Marktunvollkommenheiten zuzulassen. Eine **Marktunvollkommenheit** ist zum Beispiel die Möglichkeit der räumlichen Konzentration von Wirtschaftsaktivitäten (Agglomerationseffekte), wie sie von P. Krugman<sup>48</sup> zur Erklärung der räumlichen Entwicklung verwendet wurde. Die Entwicklung von Gleichgewichtsmodellen mit dieser Eigenschaft sind unter den Kürzeln CGE (computed general equilibrium models) und SCGE (spatial computed general equilibrium models) bekannt. Sie werden von „neoklassisch orientierten“<sup>49</sup> Ökonomen als am besten geeignete Instrumente für gesamtwirtschaftliche Bewertungen angesehen und erfordern einen erheblichen Modellierungs- und Rechenaufwand.<sup>50</sup>

Vor allem die Ansätze von Venables (2006) haben Ökonomen angeregt, Gleichgewichtsmodelle für die Beurteilung von Verkehrsinvestitionen zu entwickeln. Zum Beispiel hat Bröcker (2011) das SCGE „CE Europe“ entwickelt, das eine Analyse der regionalwirtschaftlichen Wirkungen von Verkehrsinvestitionen erlaubt. Die EU-Kommission lässt ein CGE anwenden, um die Auswirkungen von Gesetzesänderungen auf Verkehr, Wirtschaft und Umwelt zu analysieren (GEM-E3, heute unter der Bezeichnung E3MLAB angeboten).<sup>51</sup>

**Fazit:** Wird die Annahme, dass die Prozesse auf dem Verkehrsmarkt die übrigen Märkte nicht beeinflussen, aufgehoben, so wird eine **Gesamtanalyse für alle betroffenen Märkte** erforderlich.

### Box 3: Beiträge der französischen Ingenieur-Ökonomen um die Mitte des 19. Jh.

In den französischen Eliteschulen École Polytechnique und École National des Ponts et Chaussées wurden nicht nur ingenieurtechnische Grundlagen für den Bau von Verkehrsinfrastrukturen erforscht und gelehrt, sondern auch deren Kostenbewertung. Herausragender Absolvent und später Lehrer an den Schulen was Jules Dupuit (1804-1866), für den die Kosteneffizienz der Investitionen im Mittelpunkt stand. Er entwickelte 40 Jahre vor A. Marshall ein

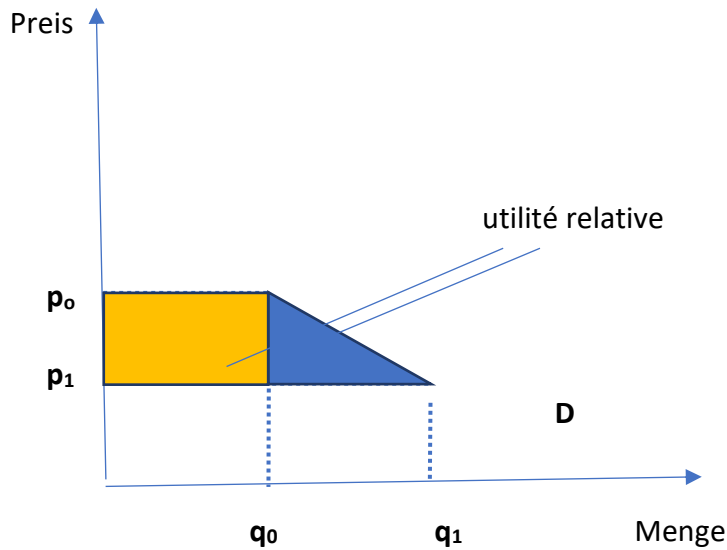
<sup>48</sup> P. R. Krugman, Träger des A. Nobel Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften 2008, Begründer der „New Economic Geography“. Er leitet räumliche Agglomerationseffekte aus der Annahme ab, dass auf manchen Märkten steigende Skalenerträge (Aufhebung der Annahme 5 aus Box 1) gegeben sind.

<sup>49</sup> Neoklassik: Zweig der Wirtschaftswissenschaften, der das Wirtschaftsgeschehen mit wesentlichen Annahmen aus der Box 1 (vor allem: Rationalverhalten, Preisgleichgewichte) beschreibt und dazu Optimierungs- und Gleichgewichtsmodelle verwendet.

<sup>50</sup> Hierzu wurden Software-Tools unter der Bezeichnung GAMS (General Algebraic Modeling System) für die Lösung großer Optimierungsaufgaben entwickelt.

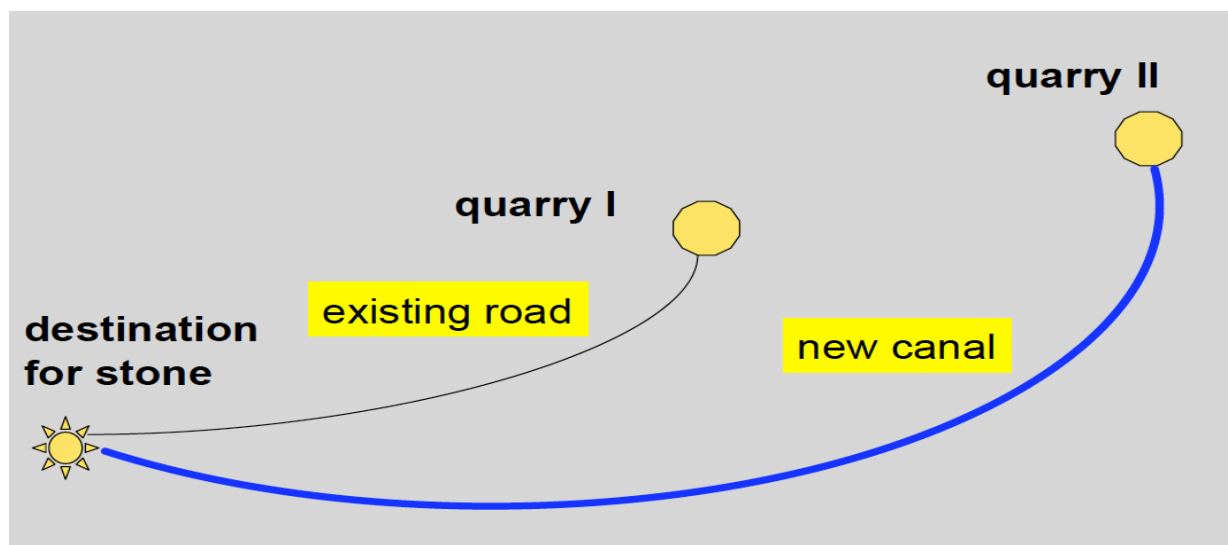
<sup>51</sup> P. Capros: GEM-E3. Computable general equilibrium model for studying economy-energy-environment interactions. Brüssel. 1995,

wirtschaftliches Bewertungsmodell, das auf den ersten Blick mit der Marshall'schen Konsumentenrente identisch zu sein scheint (siehe Graphik).<sup>52</sup>



**Abbildung B.3.1: Nutzenänderung nach J. Dupuit (1844)**

Wie bei Marshall ergibt sich die Nutzenänderung (*utilité relative*) aus der Kostenersparnis für bestehende und dem Mengenzuwachs aus preis-induzierten Aktivitäten. Der entscheidende Unterschied zu Marshall besteht aber darin, dass sich Preis und Menge nicht auf den Verkehrssektor beziehen, sondern auf die mit dem Verkehr transportierten und damit nach einer Investition kostengünstiger zu erwerbenden Produkte. Dies macht Dupuit mit dem berühmten Kanalbeispiel klar.



**Abbildung B.3.2: Kanalbeispiel von Dupuit (aus: Rothengatter (2018))**

<sup>52</sup> Bonnafous und Rothengatter haben hierzu einen Sonderband in der Zeitschrift Journal of Transport Policy herausgegeben. A. Bonnafous and W. Rothengatter (eds. 2018): Jules Dupuit: Secret Origins of Modern Transportation Science. Special Issue of Journal of Transport Policy. 2018.

Ausgangssituation ist ein Steinbruch I, der mit einem Fuhrweg verbunden ist, über den der gebrochene Stein mit Tiertraktion zur Empfängerregion transportiert wird. Die Investitionsalternative besteht darin, einen Kanal zu einem zweiten Steinbruch II zu bauen, an dem der Stein wesentlich kostengünstiger gewonnen werden kann. Dupuit zeigt, dass die Lösung nicht allein aus der Differenz der Transportkosten abgeleitet werden kann. Vielmehr ist die **Summe aus Transport- und Produktionskosten** entscheidend. Damit bezieht er die erwartete **Produktivitätserhöhung** aus veränderten Produktionstechnologien in das Nutzenmaß ein.

Dupuit hat diese Erkenntnisse weit vor A. Marshall publiziert<sup>53</sup>. Sein umfangreiches Werk wurde von den angelsächsischen Autoren, die in den Wirtschaftswissenschaften führend waren, nicht beachtet, was weitgehend auf Sprachprobleme zurückzuführen ist. Erst über 100 Jahre später erschien die erste englischsprachige Übersetzung von zwei Dupuit-Aufsätzen. Danach wurde Dupuit zwar in angelsächsischen Publikationen zwar zitiert, aber nicht der entscheidende Unterschied zum Partialmodell von A. Marshall, also die **Analyse aller betroffenen Märkte anstelle der Partialanalyse** nur für den Verkehrsmarkt. Mit dieser Idee kann Dupuit als ein Begründer von integrierten Bewertungsverfahren als Grundlage für Verkehrsinvestitionen angesehen werden, wenngleich Umwelteffekte, Raumordnung und Soziales (Einkommensverteilung) zu seiner Zeit noch keine Rolle spielten (vgl. Rothengatter, 2018).

#### Box 4: Schätzung des Einflusses von Verkehrsinvestitionen auf das regionale Bruttoinlandsaufkommen (BIP)

##### 1. IHS – EAR 2.0 Modell (WiFo und IHS, 2020)<sup>54</sup>

Ziel ist die Messung von zusätzlicher Wirtschaftsleistung und Beschäftigung durch verbesserte Erreichbarkeit. Die Beziehungen zwischen Einflussfaktoren und BIP lassen sich mit Hilfe von multiplikativen regionalen Produktionsfunktionen darstellen, deren Logarithmierung den folgenden linearen Zusammenhang ergibt:

$$(4.1) \quad \ln Y_{i,s} = \ln A + \alpha_s \ln K_{i,s} + \beta_{1,s} \ln L_{i,s} + \beta_{2,s} \ln H_i + \phi_s \ln AI_i + \ln \varepsilon_{i,s}$$

- $Y_{i,s}$ : BIP in Region i und Wirtschaftssektor s
- A: technologisches Niveau (techn. Fortschrittskonstante in Produktionsfunktionen)
- $K_{i,s}$ : physischer Kapitalstock in Region i und Wirtschaftssektor s
- $L_{i,s}$ : Beschäftigte in Region i und Wirtschaftssektor s
- $H_i$ : Humankapitalstock in Region i (etwa: Beschäftigte im F&E-Sektor)
- $AI_i$ : Erreichbarkeitsindikator für Region i
- Koeffizienten  $\alpha, \beta, \dots$ : mit Hilfe statistischer Schätzung zu ermitteln
- $\varepsilon_{i,s}$ : Störterm

Erreichbarkeitsindizes:

<sup>53</sup> Dupuit J. (1844), « De la mesure de l'utilité des travaux publics », *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e série, Mémoires et Documents, n°116, t. VIII, pp. 332-375.

<sup>54</sup> [https://de.search.yahoo.com/yhs/search?hspart=trp&hsimp=yhs-001&type=Y21\\_F163\\_204855\\_110220&p=wifo+gesamtwirtschaftliche+Bewertungsverfahren](https://de.search.yahoo.com/yhs/search?hspart=trp&hsimp=yhs-001&type=Y21_F163_204855_110220&p=wifo+gesamtwirtschaftliche+Bewertungsverfahren)



Güterverkehr:

$$AI_i^{GV} = \sum_j BIP_j \exp(-\beta t_{ij}^{GV})$$

Personenverkehr:

$$AI_i^{PV} = \sum_j POP_j \exp(-\beta t_{ij}^{PV})$$

Mit BIP: Bruttoinlandsprodukt

POP: Bevölkerung

$t_{ij}$ : Zeitbedarf für eine Fahrt zwischen Regionen i und j

## 2. Biehl-Modell der Potentialfaktoren (Biehl, 1991)

Das Modell von Biehl ist gleichfalls für Zwecke der Schätzung der Auswirkung von Erreichbarkeitsveränderungen auf das regionale BIP verwendet worden.<sup>55</sup> Die Einflussfaktoren werden ähnlich definiert, so dass eine explizite Darstellung hier unterbleiben kann. Der Unterschied zum IHS-Modell besteht darin, dass die **Einflussfaktoren als Potentialfaktoren** definiert werden, die regional unterschiedlich ausgeprägte Wirkungen erzeugen. Dazu dient eine Schätzung der vorhandenen Ausstattung einer Region mit Potentialfaktoren. Ist die Ausstattung mit dem Potentialfaktor Erreichbarkeit unterdurchschnittlich, dann ist eine Auswirkung zu erwarten. Ist sie dagegen überdurchschnittlich, so wird die Verkehrsinvestition keine wesentlichen Auswirkungen haben.

Dies wird für alle Regionen durchgetestet, so dass alle Regionen mit unterdurchschnittlicher Ausstattung mit dem Potentialfaktor Erreichbarkeit in die aggregierte Wirkungsbilanz dieses Potentialfaktors einfließen. Mit diesem Ansatz folgt Biehl dem verteilungspolitischen Grundsatz, primär **Unterversorgungen mit Potentialfaktoren** auszugleichen, um gleichwertige Lebensverhältnisse in den Regionen herzustellen.

### Box 5: Wesentliche Module von Hightool, ASTRA und Trimode

**Hightool:** Hightool ist ein frei verfügbares (open source) aggregiertes Bewertungsmodell für den EU-Bereich das die Interdependenzen zwischen Wirtschaft, Verkehr und Umwelt auf einer einheitlichen Plattform (Java basiert) zusammenführt. Die Verkehrsaktivitäten werden nicht netzbasiert sondern funktional abgebildet, also auf Basis von Clustern. Die regionale Auflösung folgt der NUTS 2 Gliederung europäischer Regionen. Hightool erzeugt die wesentlichen Outputindikatoren deutscher und europäischer Verkehrspolitik mit besonderem Bezug zu Nachhaltigkeits-Indikatoren in ihrer Entwicklung bis zum Jahr 2050.

Aufgrund des Verzichts auf geographische Modellierung der Netze und auf Umlegungsverfahren erlaubt das Modell kurze Rechenzeiten und ist als Dialog-Werkzeug für Bewertungs-Teams oder politische Gremien geeignet. Die Entwicklung von Hightool wurde mit dem deutschen Mobilitätspreis 2017 ausgezeichnet.

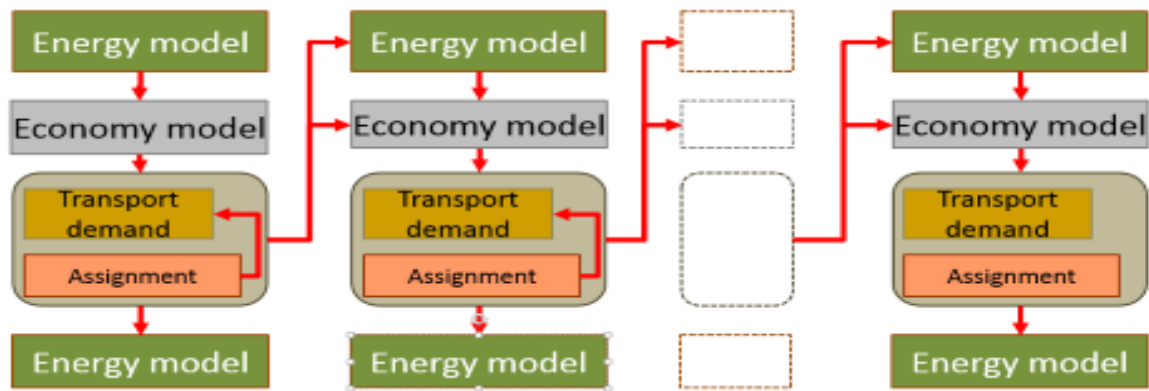
**ASTRA:** ASTRA ist ein Systemdynamik-Modell (SDM), das in seinen Grundlagen in den 1960er Jahren beim MIT von J. Forrester entwickelt wurde. Der Systemdynamik-Ansatz wurde besonders bekannt durch seine Anwendung im Weltmodell von Dennis und Donella Meadows, dessen Ergebnisse im Buch „The Limits to Growth“ (1972) zusammengefasst wurden. SDM Modelle setzen sich aus vier Grundlagen zusammen:

- Informations- und Feedback-Theorie (Kybernetik)
- Entscheidungstheorie
- Experimentelle Computersimulation
- Mentale Problemlösungsansätze.

SDM gehen von der Hypothese aus, dass das Verhalten eines Systems durch seine dynamischen Rückkoppelungsschleifen bestimmt wird (Kybernetik). Dabei gilt es, Ansatzpunkte für Systemverbesserungen zu identifizieren, wenn das System durch politische Entscheidungen in bestimmte Richtungen bewegt werden soll. Das SDM ist kein Optimierungsmodell, liefert aber Informationen für die Reaktion des Systems auf exogene Eingriffe (Entscheidungstheorie) und erlaubt kontrollierte Annäherungen an Zielgrößen (Thermostat-Beispiel). Die mathematische Struktur eines SDM ist ein System nicht-linearer Differenzgleichungen, das nicht explizit lösbar ist. Dazu hat Forrester ein Verfahren der numerischen Integration entwickelt, das eine sukzessive Abarbeitung einfacher Teillösungen ermöglicht und so die Reaktion des Systems auf exogene Eingriffe im Zeitverlauf anzeigt (experimentelle Computersimulation). Ein SDM verlangt die **quantitative Beschreibung aller Systemkomponenten**, Partialansätze sind nicht möglich. Daher ergibt sich oft die Notwendigkeit, fehlende Modellkomponenten mit Expertenwissen und kreativen Ideen zu füllen (mentale Problemlösungsansätze). Die letztgenannte Eigenschaft hat SDM im Bereich der Wirtschaftstheorie über lange Zeit in eine Außenseiter-Rolle gedrängt, weil das strenge Wissenschaftspostulat der Unabhängigkeit der Theoreme von Zeit und Raum bei mentalen Problemlösungsansätzen nicht einzuhalten ist.

Forrester hat nicht nur die theoretischen Elemente von SDM entwickelt, sondern auch den ersten Compiler („DYNAMO“), der besonders einfache und intuitive Eingaben erlaubt sowie den Aufbau und quantitative Analyse von Systemen ohne Kenntnis der mathematischen Prozeduren. DYNAMO ist heute noch die Grundlage der kommerziellen Software ITHINK/STELLA. Große Modellanwendungen verlangen den Einsatz weiter entwickelter SDM-Systeme wie zum Beispiel VENSIM, das in ASTRA verwendet wird und für die Bearbeitung großer Systeme geeignet ist. ASTRA modelliert ca. 30 europäische Länder und deren Wirtschafts- und Verkehrssysteme, sowie die Verkehrstechnologie, Energie und Umwelt in einer geographischen Auflösung nach NUTS 2. Es wird zur Zeit von TRT (Milano), FhG ISI (Karlsruhe) und m-five (Karlsruhe) angewendet.

**Trimode** enthält die in der Graphik angeführten Modellkomponenten Verkehr (Personen, Güter, Umlegung), Wirtschaft (national für alle EU-Länder, regional nach NUTS 3 Gliederung), Energie und Umwelt (Fahrzeugflotten, Energieverbrauch, Emissionen). Die beteiligten Organisationen TRT, PTV, E3MLAB, m-five und MDS Transmodal sind für mehrere EU-Projekte mit ihren Modellwerkzeugen tätig gewesen und haben sich verpflichtet, ihre Modelle auf eine gemeinsame Plattform zu bringen, um sowohl aggregierte Bewertungen zu Politikstrategien im Verkehr wie auch disaggregierte Bewertungen auf der Projektebene zu erzeugen.



**Abbildung B 5.1: Komponenten des Trimode-Modells**

Quelle: TRT (2020): Trimode Model Description. Milan.

Mit der Vergabe dieses Projekts an ein Konsortium mit ausgewiesenen Partnern hat die Kommission versucht, ein Modellierer-Ideal zu verwirklichen, das darin besteht, sowohl Politik-Strategien aggregiert zu bewerten wie auch die Ergebnisse durch Zoomen in die Details von Verkehrssegmenten und -regionen hinterlegen zu können. Das Projekt ist zwar abgeschlossen, aber noch nicht mit einem zufriedenstellenden Ergebnis. Dabei ist offen, ob weitere Arbeiten an Projektteilen diesen Mangel beheben können oder ob die Modelle der Partner nicht gut zusammenpassen. Zum Beispiel benutzt E3 MLAB ein makroökonomisches Gleichgewichtsmodell (CGE), das vollkommene Gleichgewichte für die meisten Märkte voraussetzt und keine Veränderung des nationalen Kapitalstocks durch Infrastrukturinvestitionen abbildet. Verkehrsinvestitionen können in diesem Modell daher keine Wachstums- und Struktureffekte erzeugen und sind damit für die Wirtschaftsentwicklung bis auf Kostensenkungseffekte weitgehend unbedeutend. So ist unklar, ob der sehr ambitionierte Anstoß der Kommission in Richtung auf die Entwicklung disaggregierter integrierter Bewertungsmodelle im Verkehr im JRC - Forschungslabor von Sevilla endet.

Die Verbesserung von Verkehrsinfrastrukturen verringert die generalisierten Kosten der Nutzer (Betriebs- und Zeitkosten) und kann so zu zusätzlichen Fahrten anregen. Zu unterscheiden sind auf der **Projektebene**:

- (1) **Primär induzierte Verkehre**. Diese resultieren aus:
  - Verlagerungen von Verkehren im Netz (Änderungen der Routenwahl)
  - Verlagerungen von anderen Verkehrsmitteln (Änderungen der Modalwahl)
  - Verlängerungen von Fahrten (Änderungen der Zielwahl)
  - Neu entstehende Fahrten (Änderungen der Fahrtenhäufigkeit).
- (2) **Sekundär induzierte Verkehre**. Diese resultieren aus:
  - Änderungen der Standortwahl
  - Änderungen der Produktivitäten und der Logistikketten.

Beide Arten von induzierten Verkehren treten beim Personen- wie auch beim Güterverkehr auf, gleichfalls bei Straße, Schiene, Luft oder Wasserstraße. Die primär induzierten Verkehre sind seit langem Bestandteil verkehrswissenschaftlicher Analysen, im Personenverkehr gut erforscht und in Kosten-Nutzen-Analysen oft berücksichtigt (siehe Abbildung 3.1 im Abschnitt 3, rotes Dreieck).<sup>56</sup> Dies gilt nicht für den Güterverkehr und für sekundär induzierte Verkehre.

Die Bewertung des induzierten Verkehrs betrifft zwei Wirkungsbereiche:

- (1) **Wirtschaftlicher Nutzen zusätzlicher Verkehrsaktivitäten**: Die zusätzlichen Verkehrsaktivitäten stiften den durchführenden Akteuren einen zusätzlichen Nutzen, sonst würden sie nicht durchgeführt. Bei der Nutzenmessung ist eine realitätsnahe Quantifizierung mit Hilfe von Verkehrsmodellen von großer Bedeutung. Führen zum Beispiel induzierte Verkehre wieder zu Stauerscheinungen, so reduziert sich deren Nutzen gegenüber dem Fall einer dauerhaften Staubeseitigung.
- (2) **Externe Auswirkungen auf Umwelt und Sicherheit**: Zusätzliche Verkehre, vor allem bei der Straße und der Luft, führen zu zusätzlichen externen Effekten wie Lärm- und Abgasbelastungen, klimarelevanten Emissionen, Unfallfolgen, Energieeinsatz und Flächenbeanspruchungen. Diese können zu negativen Netto-Nutzen der induzierten Verkehre führen.

## **A Primär induzierte Personenverkehre**

### **(i) Verlagerungen von Verkehren im Netz (Änderungen der Routenwahl)**

Diese Veränderungen lassen sich mit Hilfe von Routenwahlmodellen quantifizieren und durch die Änderung der generalisierten Kosten als Nutzen bewerten, unter Einbeziehung von negativen externen Effekten.

---

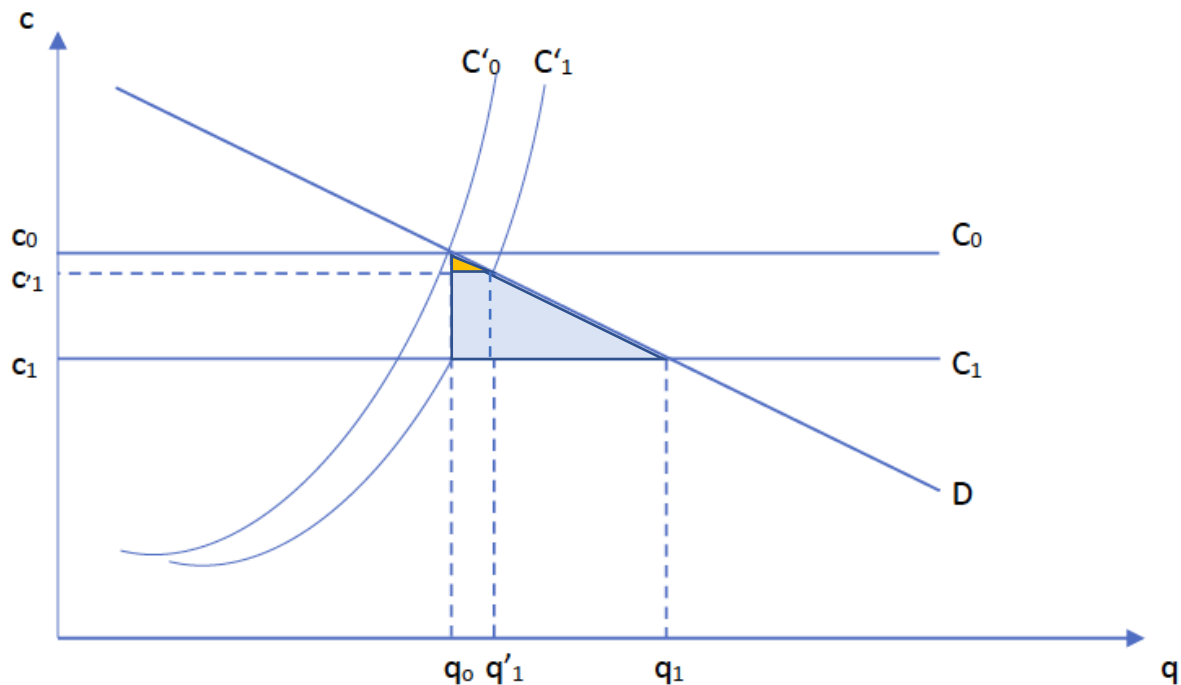
<sup>56</sup> Zum Beispiel: Cervero, R. and M. Hansen. (2002). Induced Travel Demand and Induced Road Investment: A Simultaneous Equation Analysis. *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(3), 469-490. Handy, S. (2014). Impact of Highway Capacity and Induced Travel on Passenger Vehicle Use and Greenhouse Gas Emissions. Policy Brief.

[http://www.arb.ca.gov/cc/sb375/policies/hwycapacity/highway\\_capacity\\_brief.pdf](http://www.arb.ca.gov/cc/sb375/policies/hwycapacity/highway_capacity_brief.pdf)

(ii) **Modale Verlagerungen, Fahrtenverlängerungen, Fahrtenhäufigkeiten**

Die verkehrlichen Veränderungen lassen sich mit Hilfe von Verkehrsaufkommens- und Modal-Split-Modellen quantifizieren. Die Bewertung geschieht in der BVWP durch das Surplus-Konzept (Abbildung 3.1), also im Prinzip durch die zusätzliche Konsumentenrente. Zusätzliche Anpassungen (Berücksichtigung von Produzentenrente) sind erforderlich, wenn etwa durch Verlagerungen von der Straße zur Schiene zusätzliche Einnahmen für die Schienenverkehrsanbieter entstehen. Dabei sind die negativen externen Effekte mit einzubeziehen.

**Probleme der Nutzenmessung für primär induzierte Personenverkehre auf Basis von Konsumentenrenten**



**Abbildung B 5.1: Vergleich implizite Nutzen ohne und mit Stauwirkungen**

- $c_i$ : generalisierte Grenzkosten
- $C_i$ : generalisierte Kosten
- $q_i$ : Verkehrsstärke
- D: Nachfragefunktion

Liegen keine Stauwirkungen vor, so verlaufen die Grenzkostenfunktionen parallel zur  $q$ -Achse und die Wirkungen einer Investition führen zur Verschiebung von  $c_0$  nach  $c_1$ . Das Verkehrsgleichgewicht verschiebt sich dann von  $(c_0, q_0)$  nach  $(c_1, q_1)$ , so dass ein impliziter Nutzen entsteht in Höhe von

$$(B5.1) \quad U_{\text{imp}} = \frac{1}{2} * (C_0 - C_1) * (q_1 - q_0) \quad (\text{„rule of the half“}).$$

Liegen dagegen Staueffekte vor, so verläuft die Grenzkostenfunktion  $C'_0$  stark ansteigend in der Nähe des Ausgangspunktes  $(c_0, q_0)$ . Eine gleich hohe Senkung der generalisierten Kosten im Ausgangspunkt verschiebt dann das Gleichgewicht auf  $(c'_1, q'_1)$ . Der implizite Nutzen beträgt dann nur noch

$$(B5.2) \quad U'_{imp} = \frac{1}{2} * (c_0 - c'_1) * (q'_1 - q_0).$$

Man erkennt in der Graphik, dass  $U'_{imp} < U_{imp}$ .

Die Benutzung des einfachen neoklassischen Modells der Konsumentenrente – analog zum BVWP-Bewertungsmodell – führt bereits zu wichtigen Schlüssen:

- (1) Der implizite Nutzen aus induzierten Verkehren sinkt mit wachsender Stauentwicklung nach Realisierung eines Projektes. Im Gegensatz dazu steigen die externen Kosten mit wachsender Stauentwicklung.
- (2) Wird das Ausgangsniveau des Staus durch den induzierten Verkehr wieder erreicht, so ist der implizite Nutzen nur noch gering.
- (3) Mit der Verringerung des impliziten Nutzens durch induzierte Verkehre durch Schaffung neuer Staueffekte geht auch eine Verringerung der Einsparung generalisierter Kosten für den bestehenden Verkehr einher.
- (4) Wird im Straßenverkehr die Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten mit der Bepreisung der Kapazitätsnutzung kombiniert, so lassen sich die Staueffekte reduzieren und höhere implizite Nutzen erzielen. Dies entspricht den - seit langem bekannten - Empfehlungen in der verkehrswissenschaftlichen Literatur.<sup>57</sup>
- (5) Werden in der Verkehrsprognose die Staueffekte durch induzierte Verkehre nicht oder nur unvollständig berücksichtigt, so werden modellhaft Nutzen berechnet, die in der Realität nicht erzielt werden. Dies geschieht in der BVWP dadurch, dass der Verkehr für ein Prognosejahr mit und ohne ein Projekt modelliert und angenommen wird, dass die modellierte Staureduzierung langfristig erhalten bleibt.
- (6) Der Verlauf konstanter Grenzkosten (also: Stau-Freiheit) ist stärker im Bahnverkehr anzutreffen, wenn die Kapazitäten nicht voll genutzt werden. Induzierte Verkehre im Bahnverkehr bei unterausgelasteten Kapazitäten sind daher höher zu bewerten als induzierte Verkehre im Straßenverkehr, wenn die anfänglichen Kosteneinsparungen langfristig wieder abgebaut werden.

Wenn sich der implizite Nutzen über die Zeit verringert, so ist eine dynamische Analyse erforderlich, um den gesamten impliziten Nutzen zu erfassen. Abbildung B5.2 zeigt dies im Prinzip-Schema. Es ergibt sich dann ein impliziter Nutzen (brutto, also ohne Berücksichtigung von externen Kosten) von:

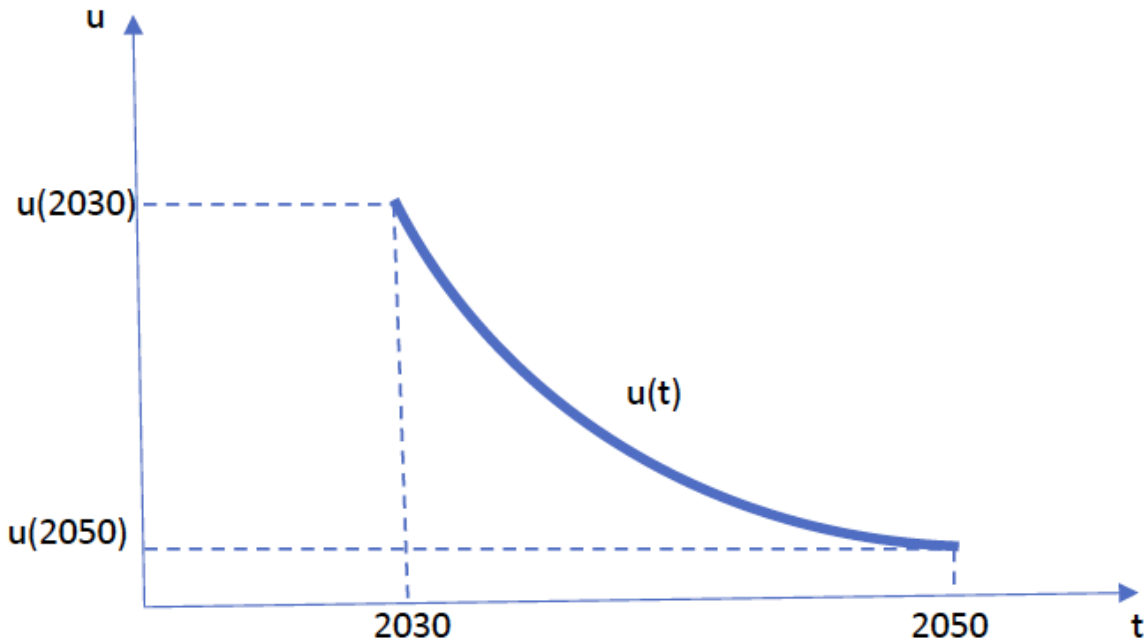
$$(B5.3) \quad u_{imp} = \int_{2030}^{2050} u(t) dt$$

---

<sup>57</sup> "Together, these findings strengthen the case for congestion pricing as a policy response to traffic congestion". Duranton, G. and /M. A. Turner (2009): The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities, National Bureau of economic Research, 1050 Massachusetts Avenue Cambridge, MA 02138 , Working Paper 15376, S. 42 ff. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w15376/w15376.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15376/w15376.pdf).

Vgl. auch: Vickrey, W.S. (1969): Congestion Theory and Transport Investment. American Economic Review. 59. 2. 251-260.

Es ist in der Graphik ersichtlich, dass dieser Betrag erheblich geringer ist als das Rechteck  $(u(230)) \cdot (2050-2030)$ , wie es bei Konstanz der für das Jahr 2030 gemessenen Nutzen entstünde.



**Abbildung B5.2: Impliziter Nutzenverlauf bei Staubildung**

Die Ansätze für eine Revision der Bewertung primär induzierter Personenverkehre liegen daher primär:

- in einer realitätsnahen Modellierung der Staueffekte für zusammenhängende Projekte (Beispiel: Folge von Ortsumfahrungen entlang einer Fernstraße);
- in einer life-cycle Modellierung, in der Investitionswirkungen nicht nur für ein Zukunftsjahr, sondern über den die gesamte Nutzungsdauer von Projekten unter Einschluss wieder auftretender Staueffekte ermittelt werden;
- in einer Anpassung der Zeitbewertung, wie in Abschnitt 5.2.3 diskutiert: Nichtberücksichtigung kleiner Zeiteinsparungen, Nichtberücksichtigung von Zeiteinsparungen oberhalb von Qualitätsstandards, Reduktion der ökonomischen Zeitwerte.

Die wirtschaftlichen Vorteile induzierter Personenverkehre sind auf der Systemebene zu behandeln, da sich primär und sekundär induzierte Verkehre überlagern. Regionalwirtschaftliche Analysen können hier die Grundlage für die Bewertung liefern, indem die aus veränderten Erreichbarkeiten resultierenden Änderungen wirtschaftlicher Austauschbeziehungen, teilräumlicher Attraktivitäten und Wirtschaftsleistungen quantifiziert werden. Auf der negativen Seite stehen die damit verbundenen externen Effekte.

## **B Sekundär induzierte Personenverkehre**

Sekundär induzierte Personenverkehre durch den Infrastrukturausbau entstehen durch:

- Änderungen der Siedlungsstrukturen (z.B.: Entdichtung, Ablösung der Siedlungen von Verkehrsachsen, Veränderungen der Zentrensysteme)
- Attraktivierung von Regionen für die Wirtschaft, Freizeitgestaltung und den Tourismus sowie als Wohnstandorte.

**(i) Änderungen der Siedlungsstrukturen**

Die verbesserte Erreichbarkeit von Zentren aus dem Umland regt – zusammen mit Bodenpreisen, Wohnkosten<sup>58</sup> und staatlichen Förderungen wie der Pendlerpauschale – zu Veränderungen der Wohnstandorte. Dies schlägt sich in vermehrten Pendelverkehren und deren Fahrtweiten nieder. Der Pendlerverkehr in Deutschland hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten um 30% erhöht.<sup>59</sup> Rund zwei Drittel dieser Verkehre werden mit dem Pkw zurückgelegt, wobei im Durchschnitt weniger als 1,1 Personen im Pkw sitzen.

Die Daten zur Entwicklung des Pendelverkehrs zeigen, dass sich relevante Wirkungen bereits im Zeithorizont der Bundesverkehrswegeplanung (15 Jahre) ergeben. Mit einer Erweiterung des Zeithorizonts auf 25-30 Jahre ist eine Berücksichtigung dieser Effekte notwendig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Teile der durch Änderungen der Wohnstandorte bedingten induzierten Straßenverkehre durch Umsetzung raumordnerischer Ziele (dezentrale Konzentration, Entwicklungsachsen, Polyzentralität) bedingt sind bzw. erleichtert werden und entstehen, wenn die öffentlichen Verkehrsangebote unzureichend angepasst werden.

**(ii) Attraktivierung von Regionen für die Wirtschaft und den Tourismus**

Sekundär induzierte Personenverkehr durch den Infrastrukturausbau entstehen durch:

- Wanderungen und Pendelverkehre zu Standorten mit höherer Produktivität, besserer Lebensqualität wie auch attraktiveren Wohnstandorten
- Erhöhung der Produktivitäten in Regionen mit unterausgelastetem Produktionspotential
- Einkaufsverkehre zu Einkaufszentren
- Freizeitverkehre zu Tourismus-Standorten.

Die Studien zu erweiterten wirtschaftlichen Wirkungsanalysen (WEI: wider economic impacts)<sup>60</sup> beleuchten die langfristigen Produktivitätseffekte von Verkehrsinvestitionen, wobei in der angelsächsischen Literatur die Erhöhung der Produktivitäten durch die Wanderung von Arbeitskräften zu produktiveren Wirtschaftsstandorten im Mittelpunkt stehen. Andere

---

<sup>58</sup> Die Wohn- und Pendelkosten in kleinen Gemeinden liegen in den kleinsten Gemeinden um ca. ein Viertel niedriger als in großen Städten, am Beispiel Nordrhein-Westfalens. Dies bedeutet: Pendeln aus dem Umland bedeutet neben der Möglichkeit höherer Einkommen auch niedrigere Lebenshaltungskosten. Siehe Agora-Verkehrswende (2021).

<sup>59</sup> Agora-Verkehrswende (2021). Pendlerverkehr in Deutschland. Zahlen und Fakten zu den Wegen zwischen Wohn- und Arbeitsort. [www.agora-verkehrswende.de](http://www.agora-verkehrswende.de).

<sup>60</sup> Siehe Rothengatter, W. (2017): Wider Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments: Relevant or Negligible? Transport Policy. 19. 124-133.



Studien zeigen, dass die Produktivität in Schlüsselsektoren gesteigert werden kann, wenn starke Verbesserungen der Infrastruktur-Qualitäten realisiert werden.<sup>61</sup>

Verbesserte Erreichbarkeiten regen zu einem verstärkten Angebot an regionalen und über-regionalen Einkaufszentren oder spezialisierten Produkt-Angeboten an. Diese aus Sicht der Wirtschaft positiven Effekte sind aus Sicht der Stadt- und Regionalentwicklung sowie im Hinblick auf ihre Umweltwirkungen zu gewichten (einschließlich Flächenbeanspruchungen und Erschließungskosten sowie zusätzlicher Infrastruktur-Anbindungen).

Verkehre für Freizeit und touristische Zwecke nehmen gegenüber den durch Beruf oder Geschäft bedingten Reisezwecken zu und sind aus wirtschaftlicher Sicht zunächst positiv zu bewerten. Aber auch hier ist eine regional- und umweltpolitische Gewichtung erforderlich.

### **C Primär induzierte Güterverkehre**

Im Güterverkehr wird der induzierte Verkehr in der BVWP mit dem Argument vernachlässigt, dass verbesserte Transportwege erst mit langem zeitlichem Versatz Einfluss auf Produktions- und Lagerstrukturen haben.<sup>62</sup> Wenngleich größere Infrastrukturmaßnahmen für den Straßenverkehr bereits kurzfristig einen Einfluss auf den regionalen und städtischen Liefer- und Besorgungsverkehr haben können, so sind im Güterfernverkehr logistische Umstellungen eher mittel- und langfristig zu erwarten. Wie im Personenverkehr werden sich primär und sekundär induzierte Güterverkehre überlagern, wobei im Güterfernverkehr der sekundäre Beitrag überwiegen dürfte.

### **D Sekundär induzierte Güterverkehre**

Sekundär induzierte Güterverkehre entstehen infolge von Infrastrukturmaßnahmen durch

- Veränderungen von Produktion, Dienstleistungen und Handel bei verbesserten Standortqualitäten
- Veränderungen der Logistik.

Die Ursachen der Verkehrszunahmen sind zunächst die angestrebten wirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinvestitionen, nämlich Wachstums- und Struktureffekte. Die Messung solcher Effekte ist durch Technologie-Folgenabschätzungen, Produktivitätsanalysen und sektorale Struktur-Analysen möglich, allerdings nur auf der Ebene von makro- und regionalökonomischen Studien. Dies bedeutet, dass derartige Analysen auf der Ebene von Projekten wenig aussagefähig sind, so dass sie auf der Ebene der Systemanalysen durchgeführt werden müssen.

---

<sup>61</sup> Etwa: Yoshino, N. and M. Nakahigashi (2018): The Productivity Effect of Infrastructure Investment in Thailand and Japan. In: Yoshino, N., Helble, M. and U. Abidhadjaev: Financing Infrastructure in Asia and Pacific. Asian Development Institute. Tokyo.

<sup>62</sup> Siehe Methodenhandbuch zum BVWP, S. 74 ff.

Die positiven Effekte werden auch hier durch die negativen Folgewirkungen begleitet, wenn sich die zusätzlichen Verkehre wie in der Vergangenheit auf der Straße bewegen. Eine umweltorientierte Verkehrspolitik ist daher auszurichten an

- einer Abkoppelung des Straßengüterverkehrs vom Wirtschaftswachstum (dies ist in der BVWP nicht gelungen, da die Lkw-Verkehrsleistung 2010-30 mit plus 38% prognostiziert wird, während das erwartete Wachstum des realen BIP nur bei 25% liegt),
- einer deutlichen Modal-Split-Verlagerung zugunsten umweltverträglicherer Verkehrsmittel,
- einer starken Verbesserung der Antriebstechnologien im Straßengüterverkehr (life-cycle Einsparungen an CO<sub>2</sub> und an Energie).

## **E Konsequenzen für die Bewertung**

Die wichtigsten Konsequenzen in Bezug auf die Behandlung des induzierten Verkehrs sind

- Eine Berücksichtigung von primär und sekundär induzierten Verkehren ist erforderlich. Langfristige sekundäre Effekte können die primären kurz- und mittelfristigen Effekte bei weitem überschreiten. Daher ist eine langfristige life-cycle Analyse mit Darstellung des zeitlichen Verlaufs von Nutzen und Kosten angezeigt.
- Eine adäquate Messung und Bewertung ist auf der Ebene von Projekten nicht (bis auf große „Megaprojekte“) möglich, sondern verlangt die Wirkungsanalyse von größeren Netzteilen sowie der gesamten Netzplanung.
- Die Beschränkung auf kurz- und mittelfristige verkehrliche Effekte von Projekten („implizite Projektnutzen“ in der BVWP) und auf ein Prognosejahr führt nicht zu bewertungsrelevanten Ergebnissen. Gesamt- und regionalwirtschaftliche Analysen sind als Bewertungsgrundlage für den induzierten Verkehr – vor allem für den sekundäre induzierten Güterverkehr – unabdingbar.
- Den positiven wirtschaftlichen Effekten stehen negative externe Effekte gegenüber. Während die positiven Wirkungen primär induzierter Verkehre aufgrund von wieder auftretenden Staubbildungen langfristig zurück gehen, steigen die negativen Wirkungen durch externe Effekte.