

Probleme einer Investitionsplanung im Verkehr

VON PROF. DR. HARALD JÜRGENSEN, HAMBURG

I.

Durch Planung werden zukünftige Handlungen im voraus festgelegt. Die »Investitionsplanung im Verkehr« soll also die Investitionstätigkeit in den einzelnen Wegenetzen der Verkehrsträger für einen zukünftigen Zeitraum festlegen. Dieses Vorgehen ist aus mehreren Gründen für die ökonomisch optimale Ausgestaltung der Wegenetze unerlässlich:

- Zur Realisierung von Wegeinvestitionen wird eine beträchtliche Bauzeit benötigt. Die Entscheidungen über Investitionsobjekte müssen somit zumindest um diese Zeitspanne vor dem als notwendig erachteten Realisationszeitpunkt erfolgen.
- Wegeinvestitionen können nicht beliebig geteilt werden, stellen zu einem Teil also immer Vorhalteinvestitionen dar. Deshalb muß bei der Beurteilung von Investitionsobjekten das zukünftige Verkehrsgeschehen im betrachteten Verkehrsnetz berücksichtigt werden, denn nur so läßt sich erkennen, ob eine Investition gegenwärtig oder erst zu einem späteren Zeitpunkt gerechtfertigt ist.
- Bei grundsätzlich knappen Finanzmitteln können nicht alle vorteilhaften Investitionen ausgeführt werden. Die unumgängliche Auswahl muß für einen längeren Zeitraum erfolgen und zugleich die Reihenfolge der Realisierung der Investitionsobjekte vorab festlegen, damit die Mittel optimal eingesetzt werden können.
- Die Beurteilung eines Investitionsobjektes kann nicht ohne Einbeziehung der jetzigen und zukünftigen Ausgestaltung des Wegenetzes erfolgen. Um das gegenwärtig optimale Investitionsprogramm ermitteln zu können, muß also zugleich das zukünftige Investitionsgebaren festgelegt, d. h. geplant werden.

Diese Notwendigkeit einer Investitionsplanung im Verkehr scheint in den letzten Jahren von den verkehrspolitischen Instanzen immer deutlicher erkannt worden zu sein, wie die wachsende Zahl von aufgestellten Verkehrsplänen vermuten läßt. Der Verkehrswissenschaftler findet damit ein Ziel seiner langjährigen Bemühungen erfüllt, dennoch muß diese Entwicklung zugleich ein gründliches Durchdenken der bisher verwendeten Methoden bei der Aufstellung von Investitionsplänen auslösen, damit mögliche Fehler erkannt und beseitigt werden.

II.

In der Tat zeigt sich, daß die derzeitigen Planungsprozesse nicht die ökonomisch optimalen Wegeinvestitionen finden können: Maßgeblich für die Beurteilung von Investitionsobjekten müssen die ökonomischen Auswirkungen sein, der soziale Nutzen und die sozialen

Kosten des Verkehrs¹⁾. Häufig trifft man dennoch Verkehrspläne, bei denen diese ökonomischen Auswirkungen völlig außer acht gelassen worden sind. Allein nach Maßgabe rein verkehrstechnischer Kriterien werden in derartigen Plänen die Investitionsprogramme gebildet²⁾.

Die Planungsprozesse, bei denen nach ökonomischen Kriterien die Investitionsobjekte ausgewählt werden, bestimmen das Investitionsprogramm in der Regel auf folgende Weise³⁾:

Die Investitionsalternativen werden nur mittelbar vorgegeben, indem für ein zukünftiges Planungsjahr mehrere alternative Verkehrsnetze entworfen und ökonomisch untersucht werden. Die jeweils bis zu diesem Jahr zu tätigen Investitionen ergeben sich durch einen Vergleich des jetzigen Netzes mit den geplanten Netzalternativen. Von diesen Alternativnetzen wird dasjenige ausgewählt, das unter Berücksichtigung der Investitionsaufwendungen zu den niedrigsten Gesamtkosten des Verkehrs im Planungsjahr führt.

Aber auch diese Planungsmethode ist nicht frei von gravierenden Fehlern:

- Die (mittelbare) Vorgabe einiger Investitionsprogrammalternativen ist nicht zulässig, da das optimale Programm allenfalls zufällig erfaßt sein kann.
- Mit dem komparativ-statischen Entscheidungsverfahren kann die optimale Realisierungsreihenfolge der Investitionsobjekte nicht bestimmt werden.
- Die der traditionellen Investitionsrechnung entlehnten Kriterien zur Beurteilung der Verkehrsinvestitionen sind untauglich, die optimalen Investitionsalternativen zu finden⁴⁾.

Daß die Beschränkung auf wenige Alternativen eine unzulässige Einengung der Planungsaufgabe bedeutet, ist offensichtlich. Die weiteren genannten Mängel ergeben sich aus folgenden Überlegungen⁵⁾:

Zwischen den einzelnen Investitionsobjekten bestehen enge Wechselbeziehungen: Die Vorteilhaftigkeit einer Investition hängt mit ab von den gleichzeitig vorzunehmenden Investitionen (»zeitlich-horizontale Interdependenz«) und den zukünftigen bzw. bisher durchgeführten Investitionen (»zeitlich-vertikale Interdependenz«⁶⁾). Wegen dieser Nutzenverflechtung kann ein Investitionsobjekt nicht isoliert von den anderen Problemen betrachtet werden, vielmehr muß das Verkehrsnetz als Gesamtheit gesehen und simultan über jetzt und zukünftig vorzunehmende Investitionen entschieden werden.

Eine Investitionsplanung, die diesem Interdependenzproblem gerecht werden will, muß also dynamisch angelegt sein; bei nur komparativ-statischer Planung werden die vertikalen Interdependenzen umgangen und als zeitlich-horizontale aufgefaßt. In den Entscheidungskriterien der traditionellen Investitionsrechnung wird das Interdependenzproblem sogar völlig außer acht gelassen.

¹⁾ Zu den Begriffen »Sozialer Nutzen« und »Soziale Kosten« vgl. Jürgensen, H., Private und soziale Kosten, in: Beckerath, E. v. und Giersch, H. in Verbindung mit Lampert, H., (Hrsg.), Probleme der normativen Ökonomik und der wirtschaftlichen Beratung (= Schriften des Vereins für Socialpolitik, N. F. Bd. 29), Berlin 1963, S. 245 ff.; Michalski, W., Grundlegung eines operationalen Konzepts der Social Costs, Tübingen 1965.

²⁾ Vgl. Mäcke, P. A., Das Prognoseverfahren in der Straßenverkehrsplanung, Wiesbaden-Berlin 1964.

³⁾ Als Beispiel vgl. etwa: Pittsburgh Area Transportation Study (PAT'S), Vol. 2: Forecasts and Plans, Pittsburgh 1963.

⁴⁾ Vgl. Jacob, H., Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 34. Jg. (1964), S. 487 ff. und S. 551 ff.

⁵⁾ Vgl. ebenda, S. 502 ff.

⁶⁾ Diese Begriffe sind von H. Jacob geprägt worden.

III.

Von *H. Jacob* ist ein betriebliches Investitionsmodell entwickelt worden, das den genannten Interdependenzen voll Rechnung trägt. Es ist als lineare Programmierungsaufgabe formuliert und bestimmt simultan das Produktions- und das Investitionsprogramm für die einzelnen Zeitabschnitte der Planperiode⁷⁾. Der gedankliche Ansatz, auf dem dieses Modell fundiert, ist von *R. Ventker* auf die Investitionsplanung im Verkehr – konkretisiert am Beispiel der Straßennetzplanung – übertragen worden⁸⁾.

Wichtigstes Element dieses Planungsansatzes ist ebenfalls eine Programmierungsaufgabe. Mit ihr legt der Planungsträger für das vorliegende Planungsgebiet simultan die Aufteilung der Verkehrsströme auf die Verkehrswege und die Investitionsprogramme für die einzelnen Zeitabschnitte der Planperiode fest, die z. B. 20 Jahre umfassen mag. Diese – wirklichkeitsfremde – Simultanplanung ist zunächst unumgänglich, da die Aufteilung der Verkehrsströme auf die einzelnen Wege und die Investitionsentscheidungen wechselseitig voneinander abhängen: Bei der Aufteilung der Verkehrsströme muß bekannt sein, welche Wege existieren – mithin ist die Investitionsplanung Voraussetzung; andererseits setzt die Investitionsplanung die Kenntnis der zukünftigen Belastung, d. h. der Verkehrsstromaufteilung voraus. Eine simultane Planung unter einer Zielsetzung – wie in den betrieblichen Investitionsmodellen – ist jedoch nicht möglich. Es verbleibt deshalb nur der Ausweg, im Investitionsmodell die Verkehrsstromaufteilung mit festzulegen, um dann – in mehreren Planungsgängen – eine Abstimmung zwischen dem Investitionsmodell und einem eigenständigen Verkehrsstromaufteilungsmodell herbeizuführen⁹⁾.

Dieser Ansatz überwindet die Schwächen der bisherigen Planungsmethoden: Mit der Formulierung als Programmierungsaufgabe werden alle denkbaren Investitionsalternativen durch die Vorgabe eines Restriktionspolyeders in die Planung einbezogen. Die zeitlich-horizontalen und -vertikalen Interdependenzen werden durch die Simultanplanung von Verkehrsaufteilung und Investitionsprogrammen für die gesamte Planperiode hinreichend berücksichtigt.

IV.

Das Ergebnis des Investitionsmodells hängt entscheidend von der gewählten Zielsetzung ab. Die Formulierung einer allgemeingültigen Zielfunktion ist deshalb ein weiteres gravierendes Problem der Investitionsplanung im Verkehr. Generell gilt es bei jeder volkswirtschaftlichen Entscheidung, die Wohlfahrt der gesamten Gesellschaft – die Differenz zwischen sozialem Nutzen und sozialen Kosten – zu maximieren¹⁰⁾. Die Zielfunktion, an

⁷⁾ Vgl. *Jacob, H.*, Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, a.a.O., S. 551 ff.

⁸⁾ Vgl. *Ventker, R.*, Die ökonomischen Grundlagen der Verkehrsnetzplanung (= Verkehrswissenschaftliche Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Hamburg, Heft 11), Göttingen 1970, S. 61 ff.

⁹⁾ Vgl. dazu *Ventker, R.*, Die ökonomischen Grundlagen der Verkehrsnetzplanung, a.a.O., S. 81 ff. und S. 96 ff.

¹⁰⁾ Sicherlich ist die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt auch davon abhängig, wem der soziale Nutzen zufließt bzw. wer die sozialen Kosten trägt. Dieser Sachverhalt läßt sich nur näherungsweise erfassen, indem die politischen Instanzen als die kompetenten Vertreter der Gesellschaft die einzelnen Kosten- und Nutzenterme der Zielfunktion entsprechend ihrer Vorstellung von sozialer Gerechtigkeit gewichten.

der die Investitionsentscheidungen im Verkehr ausgerichtet werden, muß von dieser obersten Zielsetzung abgeleitet werden und mit ihr konsistent sein.

Die Investitionstätigkeit kann entweder im Rahmen einer Anpassungspolitik oder als Mittel einer Entwicklungspolitik betrieben werden¹¹⁾: Als Anpassungspolitik ist die Investitionstätigkeit dann zu verstehen, wenn sie auf die Anforderungen, die die antizipierte Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur stellt, bestmöglich ausgerichtet wird; hingegen wird die Investitionsplanung dann zur Entwicklungspolitik, wenn sie eigenständige Impulse zur Veränderung der Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur setzt. Im ersten Fall ist die Investitionsplanung also als Instrumentenvariable und die Entwicklung der Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur als Zielvariable der Regionalpolitik anzusehen, während im zweiten Fall die Investitionsplanung auch als Zielvariable aufgefaßt wird.

Strenggenommen ist jede Verkehrsinvestition zugleich Anpassungs- und Entwicklungsinvestition¹²⁾, ebenso wie sie zugleich eine Ersatz- und Erweiterungsinvestition darstellt, doch kommen in den beiden politischen Strategien abweichende Zielvorstellungen für die Investitionsplanung zum Ausdruck, die diese Unterscheidung sinnvoll werden lassen: Bei der Anpassungspolitik sind die Investitionen optimal, mit denen die geplante Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur in der Region zur größtmöglichen Wohlfahrt für die Bewohner dieser Region gelangt. Bei der Entwicklungspolitik dagegen ist das Investitionsbündel optimal, das die Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur so beeinflusst und zugleich ihre wohlfahrtsmäßige Ergiebigkeit so steigert, daß die überhaupt maximal mögliche Wohlfahrt für die Bewohner der Planungsregion erreicht wird.

Entsprechend unterscheiden sich die sozialen Kosten und Nutzen, die jeweils in die Zielfunktion aufzunehmen sind:

- Bei der Anpassungspolitik liegen diese allein im Verkehrsbereich: Der soziale Nutzen liegt in der Bewältigung der aufgrund der geplanten Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur zu erwartenden Verkehrsströme und ist vorgegeben¹³⁾; die sozialen Kosten umfassen alle durch den Bau der Verkehrswege und durch den später auf ihnen fließenden Verkehr bedingten wohlfahrtsmäßigen Nachteile.
- Bei der Entwicklungspolitik beschränkt sich die Betrachtung nicht auf das Verkehrswesen, sondern umfaßt den gesamten Bereich ökonomischer Aktivität und ihre Auswirkungen auf die gesellschaftliche Wohlfahrt. Alle Veränderungen der Wohlfahrt, die durch die Investitionstätigkeit im Verkehr – mittelbar oder unmittelbar – ausgelöst werden, müssen jetzt in die Zielfunktion aufgenommen werden.

Zusätzlich zu den in der anpassungspolitischen Zielsetzung enthaltenen sozialen Kosten- und Nutzengrößen müssen in der entwicklungspolitischen Zielsetzung also auch die Wohlfahrtsauswirkungen erfaßt werden, die sich durch die verbesserte Attraktivität der Region in der Zukunft einstellen werden.

Investitionsplanung ist bisher meist nur als Anpassungsplanung verstanden worden: Die

¹¹⁾ Vgl. dazu ausführlich *Nicolaisen, D.*, Regionalpolitisch orientierte Verkehrsplanung im Ballungsraum (= Verkehrswissenschaftliche Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Hamburg, Heft 6), Göttingen 1968.

¹²⁾ Auch eine gedanklich als reine Anpassungsinvestition zu kennzeichnende Investition verändert das Verkehrsnetz und läßt die privaten Investoren reagieren, ihre Pläne revidieren. Dieses schlägt sich in der Induzierung von Verkehr nieder.

¹³⁾ Die Konstanz des sozialen Nutzens gilt strenggenommen nicht, da jede Verkehrsinvestition infolge Fahrkostensenkungen auch Verkehr induziert.

zukünftige Entwicklung der Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur, so wie sie sich aus dem bisherigen Trend und den in den Flächennutzungs- sowie Infrastrukturplänen niedergelegten wirtschaftspolitischen Zielen projizieren läßt, wird als Datum unterstellt und an ihr die Planung der Verkehrsinvestitionen so ausgerichtet, daß sich die prognostizierten Verkehrsströme¹⁴⁾ am günstigsten bewältigen lassen¹⁵⁾.

Es liegt auf der Hand, daß jede Region bestrebt ist, die maximal erzielbare Wohlfahrt zu erreichen. Sie muß deshalb bemüht sein, die Planung der Verkehrsinvestitionen aus der Phase der Anpassungsplanung herauszulösen und sie als Entwicklungsplanung neu zu konzipieren:

Das oben skizzierte Investitionsmodell wäre so zu erweitern, daß es das optimale Investitionsprogramm aufgrund seiner Auswirkungen auf die gesellschaftliche Wohlfahrt bestimmt. Da die Zielfunktion dann die anpassungspolitische Zielfunktion umschließt, ergibt sich aus dem optimalen Investitionsprogramm zugleich auch die optimale Mischung der Strategien Anpassungs- und Entwicklungspolitik. Diese – heute noch oft als Alternativen verstanden – bilden so eine Einheit und werden simultan optimal verfolgt.

V.

Diese Vorstellungen einer optimalen Investitionsplanung im Verkehr bleiben so lange irrational, wie es nicht gelingt, die Elemente der Zielfunktion und die Auswirkungen der einzelnen Investitionen auf die Zielkomponenten zu quantifizieren:

Bei der anpassungspolitischen Investitionsplanung kann die Zielfunktion als Kostenminimierungsfunktion geschrieben werden, da der soziale Nutzen der Investitionstätigkeit vorgegeben wird¹⁶⁾. Die Aufgabe der Planung lautet demnach, die einzelnen Investitionsprogramme für den Planungszeitraum so zu bestimmen, daß die sozialen Kosten der Investitionen in dieser Zeitspanne – die Herstellungskosten, die Verkehrskosten und die außerverkehrlichen Kosten – ein Minimum annehmen.

Soziale Kosten fallen im Gegensatz zu privaten Kosten nicht nur als monetäre Größen an und können oft nicht quantitativ gemessen werden¹⁷⁾. Beides ist für die Lösung der gestellten Aufgabe aber unerlässlich. Deshalb müssen die nicht-monetären, aber quantitativen Kosten (vor allem Zeitaufwendungen) bewertet und die qualitativen Kosten in quantitative Kosten transformiert werden. Beides läßt sich wertfrei nicht durchführen, deshalb sollten die politischen Instanzen als die Vertreter der Gesellschaft diese Bewertung und Quantifizierung vornehmen und den Planungsträgern vorgeben¹⁸⁾.

¹⁴⁾ Zur Ableitung der Verkehrsnachfrage aus Parametern der Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur vgl. Jürgensen, H. und Mäcke, P. A., Das Verkehrsaufkommen in Abhängigkeit von der Siedlungs-, Wirtschafts- und Sozialstruktur (Flächennutzung) (= Überarbeiteter und erweiterter Bericht. Forschungsbericht, erstellt dem Bundesminister für Verkehr), Aachen/Hamburg 1970, als Manuskript vervielfältigt.

¹⁵⁾ Vgl. z. B. Mäcke, P. A., Das Prognoseverfahren in der Straßenverkehrsplanung, a.a.O.; PATS, Vol. 2: Forecasts and Plans, a.a.O.

¹⁶⁾ Je geringer der Zeitaufwand zur Bewältigung des vorgegebenen, antizipierten Verkehrs, desto günstiger ist das Investitionsprogramm nutzenmäßig zu beurteilen. Dieses wird in der Kostenminimierungsfunktion dadurch erfaßt, daß die gesamten Zeitaufwendungen als Kostenkomponente berücksichtigt werden.

¹⁷⁾ Vgl. Jürgensen, H., Private und soziale Kosten, a.a.O.

¹⁸⁾ Auf eine andere Möglichkeit, qualitative Auswirkungen der Investitionstätigkeit im Entscheidungskalkül zu berücksichtigen, wird auf S. 10 eingegangen.

Diese beiden Probleme bei der Konkretisierung der Zielfunktion fallen auch bei einer entwicklungspolitischen Investitionsplanung an, haben hier aber ein größeres Ausmaß:

Die »gesellschaftliche Wohlfahrt« ist als Ziel der entwicklungspolitischen Investitionsplanung ungeeignet, da sie sich nicht ausreichend konkretisieren läßt. Es ist sinnvoller, von diesem Oberziel Teilziele abzuleiten, die jeweils Aspekte der Wohlfahrt wiedergeben und gemeinsam verfolgt werden, damit diese kombinierte Zielsetzung mit dem Oberziel konsistent ist. Solche Ziele sind z. B. Maximierung von Lohn-, Wohn-, Freizeit- und Bildungswerten¹⁹⁾.

Aber auch für diese Teilziele gilt: Kann schon der einzelne keinen quantitativen Maßstab für seine Nutzenempfindungen bilden, so scheitert dieser Versuch für die Gesellschaft als Ganzes erst recht an der Unmöglichkeit des intrapersonalen Nutzenvergleichs. Dieses gilt nicht nur für solche Teilziele wie Freizeit- und Bildungswerte, sondern auch für die Lohnwertmaximierung.

Dennoch ist eine rationale Investitionsplanung möglich, die die genannten Ziele anstrebt. Man muß sich jedoch eindringlich vergegenwärtigen, daß dabei nur ein Suboptimum realisiert werden kann, von dem man noch nicht einmal weiß, wie weit es vom wahren Optimum entfernt ist:

Der Lohnwert und die Auswirkungen einer Investition auf dieses Ziel lassen sich durch eine Hilfsgröße messen. Nimmt man an, daß zusätzliche Löhne²⁰⁾ zugleich eine Lohnwertsteigerung bedeuten²¹⁾, so kann man anstelle der Lohnwertmaximierung die Lohnmaximierung setzen – eine operationale Zielgröße ist gefunden. Für keine der übrigen Teilziele läßt sich eine derartige quantitative Hilfsgröße finden, allenfalls sind es mehrere Hilfsgrößen, mit denen die Auswirkungen auf das jeweilige Teilziel – mehr oder weniger unzureichend – wiedergegeben werden können (z. B. für den Wohnwert: Pro-Kopf-Wohnfläche, Geschosflächenzahl, durchschnittliches Wohnalter etc.). Ungelöst bleibt, wie diese Hilfsgrößen mit der Lohnwert-Hilfsgröße zu einem quantitativen Maß verdichtet werden können.

In der Regel umfassen die übrigen Teilziele auch qualitative Aspekte der Wohlfahrt. Deshalb erfolgt deren Berücksichtigung zweckmäßigerweise auf andere Art:

Man beschränkt sich auf die Zielgröße »Lohnmaximierung« und stellt durch Formulierung geeigneter qualitativer Nebenbedingungen sicher, daß die übrigen Ziele ausreichend gewahrt werden. Die Grenzen dieser Restriktionen müssen von den politischen Instanzen vorgegeben werden und stellen Minimalstandards dar, die die Bedeutung widerspiegeln, die die Gesellschaft der Erfüllung des betreffenden Teilziels beilegt. Je wichtiger ein Teilziel erscheint, um so einengender sind die Nebenbedingungen zu formulieren.

Die Wissenschaft ist heute schon in der Lage, bei der Festlegung der Grenzen behilflich zu sein: Mit Sensibilitätsanalysen – z. B. der parametrischen Programmierung im Falle von Programmierungsrechnungen – läßt sich aufzeigen, wie der Zielerreichungsgrad – die erreichbare Lohnhöhe – durch eine Veränderung der Grenzen der betreffenden Nebenbedingungen beeinflußt wird. Die Gesellschaft kann so Klarheit darüber erlangen, welche »Ko-

¹⁹⁾ Vgl. Jürgensen, H., Lohnwert, Wohnwert, Freizeitwert (= Schriftenreihe der Gesellschaft für Wohnungs- und Siedlungswesen e. V.), Hamburg 1966.

²⁰⁾ Unter Lohn ist natürlich eine beliebige Gesamteinkommensgröße zu verstehen (Pro-Kopf-Einkommen, Brutto sozialprodukt, persönlich verfügbares Einkommen etc.).

²¹⁾ Verteilungsgesichtspunkte bleiben bei dieser Formulierung unberücksichtigt.

sten« (Verringerung des Lohnwertes) die Verschärfung einer Nebenbedingung bedeutet und entscheiden, ob die Verbesserung eines Teilzielstandards diesen »Preis« wert ist. Die Grenzen der fraglichen Nebenbedingungen können solange korrigiert werden, bis sich in den Augen der Gesellschaft der entgangene Nutzen (Lohnwertverminderung) und der erzielbare Nutzen (verbessertes Teilzielstandard) entsprechen²²⁾.

Wie breit die Skala der genannten Teilziele zu wählen ist, hängt von der ökonomischen Situation der Gesellschaft und ihrer Fähigkeit ab, die Bedeutung derartiger Ziele für die Wohlstandsentwicklung zu erkennen: In den ersten Nachkriegsjahren galten Lohn- und Wohnwertmaximierung allein als gleichbedeutend mit Wohlfahrtsmaximierung. Mit wachsendem Pro-Kopf-Einkommen bei zunehmender Freizeit gewann der Freizeitwert für das Wohlfahrtsempfinden der Bürger an Gewicht. Zugleich verschob sich die relative Bedeutung der anderen beiden Zielkomponenten. Erst in den letzten Jahren wird verstärkt gefordert, den Bildungswert mit in das Zielbündel aufzunehmen. Langsam zeichnet sich sogar ab, daß die Wohlfahrtsempfindungen unserer Gesellschaft sich noch weiter verändern: Zunehmend wird gefordert, dem »Gesundheitswert« ökonomischer Aktivität Augenmerk zu widmen.

Die genannten Teilziele sind nicht voll miteinander verträglich; die Maximierung des einen Teilziels geht zu Lasten anderer Ziele: Die jeweilige Rangfolge, in der die Teilziele des – u. U. variierenden – Zielbündels angestrebt werden sollten, hängt wiederum von der ökonomischen Situation der Gesellschaft ab: Je günstiger die ökonomischen Lebensbedingungen werden, desto mehr Gewicht wird den außerökonomischen Komponenten der Wohlfahrt beigelegt, z. T. auch aus der Erkenntnis, daß nur dadurch die ökonomischen Elemente der Wohlfahrt – der Wohlstand – weiter vermehrt werden können. Deshalb kann allgemein nicht gesagt werden, welche Grenzen in den qualitativen Nebenbedingungen des Investitionsmodells anzusetzen sind.

VI.

Das im vorhergehenden entwickelte Konzept einer rationalen Investitionsplanung im Verkehr läßt sich nur verwirklichen, wenn alle empirischen Informationen, die dafür benötigt werden, auch beschaffbar sind. Diese Möglichkeit wird häufig verneint – an der Unlösbarkeit des Datenproblems scheitert jedes »Supermodell«.

Es wäre in der Tat äußerst unwahrscheinlich, daß alle Daten, die für die Lösung des Investitionsmodells erforderlich sind, bereits vorlägen. Insofern ist die Kritik nicht falsch. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß erst nach der Entwicklung des Planungskonzeptes – also des Investitionsmodells – im einzelnen bekannt ist, welche Daten benötigt werden. Da Daten stets problemorientiert zu erfassen sind, ist also die Bereitstellung der Daten eine Forschungsaufgabe, die erst im Anschluß an die Aufstellung des Investitionsmodells zu lösen ist.

Wird allerdings die sofortige Verwendbarkeit des Modells gefordert, so bilden die Daten den Anwendungsengpaß. Das Modell muß dann so vereinfacht werden, daß die benötigten Daten sich mit den verfügbaren Daten decken. Die Ergebnisse dieses Modells sind damit

²²⁾ Ein konkretes Beispiel dieser Methode ist für die Stadterneuerungsplanung von H. Diedrich durchgeführt worden; vgl. *Diedrich, H.*, Mathematische Optimierung: Der Rationalisierungsbeitrag für die Stadtplanungspraxis, Diss. Hamburg 1970.

nur grob-optimal. Deshalb sollten die Bemühungen dahin gehen, durch intensive Datenforschung die für eine feinere Planung benötigten Angaben zu erlangen, damit das Modell verbessert werden kann. Nur wo dieses aussichtslos oder ökonomisch sinnlos erscheint, ist es gerechtfertigt, das Investitionsmodell den Daten anzupassen.

Die für das anpassungspolitische Investitionsmodell erforderlichen Daten liegen bereits weitgehend vor²³⁾. Die vorhandenen Lücken lassen sich bei gezielter Datenforschung sicherlich schnell schließen. Aussichtsloser erscheint dieses Datenproblem jedoch beim entwicklungspolitischen Investitionsmodell:

Zwar erscheint es noch im Bereich des Möglichen zu liegen, die direkten Wirkungen der Verkehrsinvestitionen auf Lohn-, Wohn-, Freizeit- und Bildungswert zu messen, wie aber sollen die mittelbaren Attraktivitätswirkungen in ihrem Ausmaß und in ihrer funktionalen Abhängigkeit von der Investitionstätigkeit erfaßt werden? Wer könnte voraussagen, welche Zielwertsteigerungen etwa ein Autobahnbau durch ein heute noch verkehrsarmes Gebiet auslösen wird oder wie sich z. B. der regionale Lohnwert entwickelt, wenn ein städtisches Schnellbahnnetz gebaut wird?

Genauere Antworten auf diese Fragen zu erhalten ist schlechterdings unmöglich. Um dennoch eine – für die Durchrechnung des Investitionsmodells notwendige – ungefähre Antwort zu finden, muß die Datenforschung neue Wege gehen. Eine geeignete Methode zur Abschätzung der indirekten Wirkungen der Investitionstätigkeit verspricht das Simulationspiel zu sein²⁴⁾:

Alle Gruppen, die die Entwicklung einer Region mitformen – z. B. Unternehmer, Gewerkschaften, Mieterverband, Behörden –, werden durch Spieler vertreten. In jeder Spielrunde haben die einzelnen Spieler Entscheidungen zu treffen über Lohnforderungen, Kapazitätserweiterungen, Mieten, politische Wahlen etc. Nach jeder solchen Entscheidungsrunde werden vom Computer neue Daten über Bevölkerungsentwicklung, Sozialprodukt etc. unter Einbeziehung der getroffenen Entscheidungen errechnet und den Spielern für die nächste Runde mitgeteilt.

Auf diese Weise könnten auch die Attraktivitätswirkungen der Verkehrsinvestitionen abgeschätzt und in das Investitionsmodell einbezogen werden. In mehreren Rechen- und Simulationsgängen kann man so zum voraussichtlich optimalen Investitionsprogramm vorstoßen.

VII.

Jede Investitionsentscheidung ist in die Zukunft gerichtet, deshalb umschließt das Investitionsmodell auch einen längeren, in die Zukunft reichenden Zeitraum. Die für die Investitionsentscheidungen benötigten Daten sind damit aber auch weitgehend unbekannt; es lassen sich nur Schätzwerte dieser noch nicht realisierten Größen vorgeben. Dadurch ist jeder Planung ein Unsicherheitsproblem immanent. Inwieweit daraus für den Planungsträger ein Risiko erwächst – die Gefahr, »... daß als Folge der Entscheidung Ergebnisse eintreten können, welche ... ungünstiger sind als die Ergebnisse, die ohne diese Entschei-

²³⁾ Vgl. *Ventker, R.*, Die ökonomischen Grundlagen der Verkehrsnetzplanung, a.a.O., S. 43 ff.

²⁴⁾ Vgl. *Metro: A Gaming Simulation; Toward a New Science of Urban Planning* (= Metro Project Technical Report No. 5), o.O. 1966; *Meier, R. L.* und *Duke, R. D.*, Gaming Simulation for Urban Planning, in *Journal of the American Institute of Planners*, 1966.

derung zu erwarten gewesen wären«²⁵⁾ –, hängt von der möglichen Korrigierbarkeit der getroffenen Entscheidungen ab. Investitionsentscheidungen im Verkehr können überhaupt nicht oder nur unter großen Verlusten rückgängig gemacht werden; damit ist der Investitionsplanung im Verkehr ein Risiko immanent, da beide genannten »... Tatbestände zusammentreffen:

1. die Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der relevanten Daten;
2. eine gewisse Starrheit der Entscheidung, das Unvermögen, sie kurzfristig ohne nennenswerte Opfer rückgängig zu machen oder zweckentsprechend abzuwandeln«²⁶⁾.

Es erscheint darum unverstänlich daß dem Unsicherheitsproblem bei der Investitionsplanung im Verkehr bisher überhaupt keine Aufmerksamkeit gewidmet worden ist.

Mit den Ursachen der Risikoentstehung sind dem Planungsträger zugleich die Wege aufgezeigt, wie er dem Risiko begegnen kann: Einmal kann man versuchen, die Korrigierbarkeit der Entscheidungen zu erhöhen. Diesen Bemühungen entspricht der Aufbau des skizzierten Investitionsmodells bereits weitgehend: Zwar werden für alle Perioden des Planungszeitraums die optimalen Investitionsentscheidungen simultan festgelegt, aber nur die Investitionen der unmittelbar nächsten Periode sind bindend – alle späteren Investitionsprogramme werden ja noch nicht realisiert und können noch korrigiert werden. Nach Ablauf der ersten Periode muß deshalb eine erneute Planung erfolgen, die um die abgelaufene Periode weiter in die Zukunft reicht als die erste Planung und genauere Datenschätzungen verwendet. Es werden neue optimale Programme errechnet, von denen wiederum nur das der ersten – ursprünglich: zweiten – Periode bindend ist. Durch diese gleitende Planung kann den Änderungen in den Datenschätzungen sofort entsprochen werden.

Bei diesem Vorgehen hängt die Abweichung des Optimums vom unbekanntem wahren Optimum mit davon ab, wie lang die einzelnen Planungsabschnitte gewählt werden und welches Investitionsprogramm in der ersten Periode realisiert worden ist. Denn über die zeitlich-vertikalen Interdependenzen beeinflussen diese Investitionen ja die zukünftigen Entscheidungen.

Der Planungsträger wird deshalb zum anderen auch den Wunsch hegen, schon für den ersten Planungsabschnitt zu wissen, welches Risiko die Verwirklichung eines bestimmten Investitionsprogrammes bedeuten kann. In diesem Fall ist das Investitionsmodell mit verschiedenen, als möglich erachteten Datenkonstellationen durchzurechnen²⁷⁾. Man erhält jeweils auf eine Datenkonstellation optimal zugeschnittene Investitionsprogramme. Zusätzlich kann man nun auch Investitionsprogramme errechnen, die auf mehrere Datenkonstellationen zugleich zugeschnitten sind und dadurch eine gewisse Flexibilität aufweisen²⁸⁾. Ein Investitionsprogramm, das bei einer Datenkonstellation den günstigsten Zielwert aufweist, wird bei Eintreffen einer anderen Datenkonstellation dem dafür optimalen Investitionsprogramm unterlegen sein. Der Entscheidungsträger hat sich über diese Auswirkungen Klarheit zu verschaffen und sich schließlich für eine Programmalternative zu entscheiden.

Eine andere Möglichkeit, sich die Risikoauswirkungen eines errechneten Investitionsprogramms zu verdeutlichen, gründet sich auf einer Sensibilitätsanalyse²⁹⁾: Die Datenkonstel-

²⁵⁾ Jacob, H., Preispolitik, Wiesbaden 1964, S. 246.

²⁶⁾ ebenda, S. 247 f.

²⁷⁾ Vgl. dazu Jacob, H., Zum Problem der Unsicherheit bei Investitionsentscheidungen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 37. Jg. (1967), S. 153 ff.

²⁸⁾ Vgl. Jacob, H., Flexibilitätsüberlegungen in der Investitionsrechnung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 37. Jg. (1967), S. 1 ff.

²⁹⁾ Vgl. zur Sensibilitätsanalyse Müller-Merbach, H., Operations Research, Berlin-Frankfurt 1969, S. 152 ff.

lation wird schrittweise verändert, bis die kritischen Grenzen ermittelt sind, die den – mehrdimensionalen – Datenbereich abstecken, innerhalb dessen das untersuchte Investitionsprogramm optimal bleibt. Nur wenn man annehmen kann, daß die Entwicklung der Daten auch außerhalb dieser Grenzen liegen kann, müssen die »Nachbarbereiche« ermittelt werden. Zwischen den alternativen, jeweils optimalen Investitionsprogrammen ist dann die Entscheidung zu treffen. Dabei kommt es neben der absoluten Höhe der Optima auch sicherlich auf die Reagibilität der Zielfunktion auf die Datenänderungen an.

VIII.

Je mehr man sich in die Probleme der Verkehrsinvestitionsplanung vertieft, desto vielschichtiger werden sie: Das Erkennen der anfangs erläuterten Nutzeninterdependenzen führte zur Entwicklung eines dynamischen Investitionsmodells. Dabei ist der Blick allein auf ein Verkehrswegenetz gelenkt worden. Nun bestehen aber auch zwischen den Investitionsentscheidungen in verschiedenen Wegenetzen Interdependenzen. Besonders deutlich wird dieses am Beispiel des Stadtverkehrs:

Investitionen in das System des öffentlichen Nahverkehrs verschieben die Attraktivitätsrelation von öffentlichem zum individuellen Verkehr zugunsten des öffentlichen Verkehrs und beeinflussen damit das Aufkommen auch des individuellen Verkehrs. Das muß bei der Straßennetzplanung berücksichtigt werden. Insoweit ist die Planung von Investitionen im Wegenetz des öffentlichen Verkehrs Voraussetzung der Straßennetzplanung. Entsprechend gilt aber auch die umgekehrte Relation. Diese Beziehungen sind sowohl zeitlich-horizontaler als auch -vertikaler Art.

Eine weitere Verflechtung besteht zwischen den Weeginvestitionen darin, daß einige knappe Einsatzfaktoren – insbesondere die Finanzmittel – gemeinsam genutzt werden³⁰⁾. Der Mitteleinsatz in einer Verwendungsrichtung ist in diesem Fall abhängig von dem Mitteleinsatz in den anderen Verwendungsrichtungen.

Wollte man also eine optimale Investitionsplanung im Verkehr verfolgen, müßte man die einzelnen Investitionsmodelle zusammenfassen und simultan über die Investitionen in den einzelnen Wegenetzen entscheiden. Die Lösung, das globale Optimum, ist dann in Bezug auf die Investitionsplanung eines Wegenetzes zugleich das lokale Optimum.

Die hier skizzierten Nutzen- und Faktorinterdependenzen bestehen generell zwischen allen Infrastrukturplanungen. Die Bemühungen um eine ökonomisch-optimale Investitionsplanung können deshalb nicht bei der integrierten Verkehrsplanung – die alle Verkehrsbereiche umfassende Investitionsplanung – stehenbleiben, sondern müssen erweitert werden zu einer ökonomisch-optimalen Infrastrukturplanung, die alle Infrastrukturbereiche simultan plant.

Dieses würde aber eine bedenkliche politische Machtballung bedeuten, die unseren Vorstellungen einer marktwirtschaftlichen Ordnung zuwiderlaufen. Zudem läßt die voraussehbare Entwicklung der elektronischen Rechenanlagen die Durchrechnung eines dafür notwendigen umfassenden Investitionsmodells in absehbarer Zeit sicher nicht zu.

³⁰⁾ Das Problem ähnelt also der Alternativproduktion in der Betriebswirtschaftslehre; vgl. Jacob, H., Preispolitik, a.a.O., S. 54 und S. 114 ff.

Deshalb erscheint ein anderes Verfahren zur Erzielung optimaler Investitionsprogramme erfolgversprechender³¹⁾: Die einzelnen Investitionspläne werden dezentral aufgestellt. In mehreren Rechengängen lassen sich diese Pläne entsprechend dem Organisationsprinzip des Dekompositionsalgorithmus der linearen Programmierung so abstimmen, daß sie bezüglich der Inanspruchnahme der knappen Einsatzfaktoren zu optimalen Ergebnissen kommen. Die Nutzeninterdependenzen werden dabei allerdings nicht voll berücksichtigt. Das Verfahren läßt sich aber entsprechend erweitern.

³¹⁾ Vgl. dazu im einzelnen *Ventker, R.*, Die ökonomischen Grundlagen der Verkehrsnetzplanung, a.a.O., S. 168 ff.

Summary

Investment planning is essential for the economically optimum development of transport route systems. Decisive for the evaluation of individual objects of investment are their economic effects, their social benefits, and their social costs. There are interdependencies between the individual objects of investment so that the transport route system must be seen as a whole and investment planning must be dynamically applied. However, the ideas of an optimum investment planning remain irrational as long as it is not possible to measure the political adaptation and development strategies of the goal function oriented to social welfare, and also to measure the effects of the individual investments on the components of this function. The method which offers itself to limit the risk inherent in every investment planning is the sliding planning, i.e. the attempt to raise the correctibility of the decision made. Because interdependencies exist in general between all infrastructure planning, the effort cannot stop with integrated and with all embracing investment planning. The effort must be extended to an economically optimum infrastructure planning that includes all infrastructure spheres simultaneously.

Résumé

Une planification d'investissements est indispensable pour la formation économique optimale des voies de transport. L'appréciation des objets d'investissements particuliers est déterminée par leurs effets économiques, leur bénéfice social et leurs coûts sociaux. Entre les objets d'investissements particuliers il y a des interdépendances; c'est pourquoi le réseau des transports doit être vue dans sa totalité et une planification d'investissements doit être établie d'une façon dynamique. Cependant, les idées d'une planification d'investissements optimale restent irrationnelles jusqu'au moment où l'on sera capable de quantifier, du point de vue politique d'assimilation et politique de développement, les stratégies de la fonction d'objectif, qui est déterminée par la prospérité publique, et où l'on sera également capable de quantifier les effets des investissements particuliers sur les composants de cette fonction. Comme une méthode à diminuer le risque qui est immanent à chaque planification d'investissement, il y a la planification successive, c'est-à-dire, l'essai d'augmenter la possibilité de corriger la décision prise. Vu le fait qu'il y a des interdépendances générales entre toutes les planifications d'infrastructure, les efforts ne peuvent pas se terminer au niveau de la planification intégrée et comprenant tous les secteurs des transports. Ils doivent être élargis sous forme d'une planification économique optimale qui rend compte simultanément de tous les secteurs d'infrastructure.

Infrastrukturpolitik und Wettbewerb im Verkehr

VON PROFESSOR DR. WALTER HAMM, MARBURG/LAHN

Das Zusammenwirken vieler Einzelwirtschaften in einem arbeitsteiligen Prozeß ist ohne ein Minimum an Infrastruktur unmöglich. Im weitesten Sinne werden unter volkswirtschaftlicher Infrastruktur die für ein gutes Funktionieren arbeitsteiliger Prozesse als erforderlich angesehenen öffentlichen Anlagen und Einrichtungen verstanden¹⁾. Es handelt sich dabei vor allem um die rechtliche und soziale Ordnung, um Einrichtungen im Bildungs- und Gesundheitswesen sowie um Anlagen der Verkehrs-, Energie- und Wasserwirtschaft. Voraussetzung für die Produktion öffentlicher Dienstleistungen sind zum Teil beträchtliche Investitionen²⁾. Die Bedingungen, zu denen Einzelwirtschaften öffentliche Einrichtungen und Anlagen zur Verfügung gestellt werden, können die Startbedingungen von Konkurrenten im Wettbewerbsprozeß wesentlich beeinflussen, das heißt zur Begünstigung oder Benachteiligung einzelner Anbieter(gruppen) oder Nachfrager(gruppen) führen. Das Ausmaß derartiger *Wettbewerbsverzerrungen* wird tendenziell um so ausgeprägter sein, je größer das Gewicht der öffentlichen Dienstleistungen in der einzelwirtschaftlichen Kostenrechnung ist. Für den Verkehr trifft diese Bedingung in hohem Maße zu. Die Verkehrswege in der Bundesrepublik Deutschland repräsentieren einen Wiederbeschaffungswert (nach den Preisen von 1966) von über 220 Milliarden DM (Straßennetz allein rund 170 Milliarden DM)³⁾. Der überwiegende Teil der materiellen Infrastruktur dürfte damit auf Verkehrswege entfallen. Sollkostenberechnungen haben ergeben, daß bis zu 40% der Kosten von Verkehrsbetrieben Wegekosten sind⁴⁾.

Auch aus anderen Gründen ist die Infrastrukturpolitik für die Wettbewerbsbeziehungen im Verkehr von erheblicher Bedeutung. Diese Zusammenhänge werden im ersten Abschnitt übersichtsartig dargestellt. Danach wird zu prüfen sein, ob die Ansicht zutrifft, daß Wettbewerbsverzerrungen im Bereich der Infrastruktur konkurrenzwirtschaftlich organisierte Marktprozesse im Verkehr nicht zulassen, oder ob die öffentliche Hand die Verkehrsinfrastruktur zu gleichartigen Bedingungen zur Verfügung stellen und Begünstigungen oder Benachteiligungen einzelner Konkurrenten insoweit ausräumen kann.

¹⁾ Vgl. *Hirschman, O.*, Die Strategie der wirtschaftlichen Entwicklung, Stuttgart 1967, S. 78.

²⁾ *Hirschman* benutzt den schwer übersetzbaren Begriff »social overhead capital«. Im deutschen Sprachgebiet hat sich der Ausdruck »materielle Infrastruktur« durchgesetzt. Vgl. *Jochimsen, R.*, Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung, Tübingen 1966, sowie *Jochimsen, R.* und *Simonis, U. E.* (Hrsg.), Theorie und Praxis der Infrastrukturpolitik (= Schriften des Vereins für Socialpolitik, N. F. Band 54, Berlin 1970), passim, insbesondere den Beitrag von *E. Tuchtfeldt* zu diesem Band: Infrastrukturinvestitionen als Mittel der Strukturpolitik, S. 125 ff.

³⁾ Vgl. *Arbeitsgruppe Wegekosten* im Bundesverkehrsministerium, Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland (= Heft 34 der Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr), Bad Godesberg 1969, S. 12.

⁴⁾ Vgl. *Arbeitsgruppe Wegekosten* im Bundesverkehrsministerium, Bericht . . ., a.a.O., S. 12, sowie: Stellungnahme des gewerblichen Güterkraftverkehrs zum Wegekostenbericht aus dem Bundesverkehrsministerium, Frankfurt 1970, S. 92. — Nach den Berechnungen der Arbeitsgruppe entfallen im Wagenladungsverkehr der Deutschen Bundesbahn 40,7% der Gesamtkosten auf Wegekosten.