

Berechnungsmethoden und Analyse der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken*)

VON PROF. DR. VOJISLAV KOLARIĆ, BEOGRAD

I. Einführung in die Problematik

Berechnungsmethoden und Analyse der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken sind ein Problem des gegenwärtigen Verkehrs, das durch seine schnelle Strukturänderung entstanden ist. Die geschichtliche Entwicklung der Eisenbahn als Verkehrsträger zeichnet sich im Zeitraum von mehr als 100 Jahren als monopolistischer Verkehrsträger auf dem Verkehrsmarkt aus. Im Zeitablauf hat die Eisenbahn eine extensive Entwicklung erlebt. Der Streckenbau ist in den meisten Ländern der Erde aufgrund von Staatskonzessionen durchgeführt worden, bei denen die Wirtschaftlichkeit der Strecke nicht unbedingt garantiert worden ist. Viele andere Bedingungen (z. B. strategische und politische) haben beim Streckenbau eine zusätzliche Rolle gespielt. Aus diesen Gründen haben wir heute ein sehr breit gestreutes Eisenbahnstreckennetz, das wir bestimmt nicht hätten, wenn der Straßenverkehr früher als die Eisenbahn zu voller Wirkung gekommen wäre. Zu diesem Problem äußert sich ausführlich Voigt.¹⁾

Solange also die Eisenbahn der Hauptverkehrsträger auf dem Verkehrsmarkt war und eine bedeutende Rolle in der Entwicklung der volkswirtschaftlichen Produktionskräfte sowie des Kultur- und Gesellschaftslebens spielte, und deswegen als wichtiges Instrument der Wirtschafts-, Kultur- und Sozialpolitik des Staates galt, wurde die Frage der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität der Eisenbahnstrecken als sekundäres Problem betrachtet. Das vorherrschende Prinzip war: Die staatliche Eisenbahn muß als Verkehrsträger alle Bedürfnisse der Wirtschaft und der Gesellschaft ohne Rücksicht auf eigene kommerzielle Interessen befriedigen. Die monopolistischen Möglichkeiten der Eisenbahn auf den Verkehrsmärkten wurden durch starre Interventionsmaßnahmen des Staates und besonders durch gemeinwirtschaftliche Auflagen, wie Betriebs-, Beförderungs- und Tarifpflicht der Eisenbahn eingeschränkt. Diese Pflichten der Eisenbahn existieren in fast allen Ländern, jedoch unterschiedlich in der Intensität und Wirkung. Hieraus stellt sich das Problem, das heute in der Verkehrstheorie und Verkehrspraxis sowie in den internationalen Eisenbahnverkehrsorganisationen und in der supranationalen Verkehrspolitik erörtert wird.²⁾

Die gegenwärtige Entwicklung der Strukturveränderungen des Verkehrssystems hat das Problem der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität der Eisenbahnstrecken auf die Tagesordnung von Wissenschaft und Praxis gesetzt. Dieses Problem drängte besonders in den letzten zehn Jahren immer dringender nach einer Lösung. Die schnelle Entwicklung des

*) Dieser Aufsatz ist eine Zusammenfassung des in Vorbereitung befindlichen gleichnamigen Buches (in serbischer Sprache) des Autors.

¹⁾ Voigt, F., Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssystems (= Verkehrswissenschaftliche Forschungen, Bd. 1), Berlin 1960.

²⁾ Hennig, W., Die wirtschaftlichen Probleme der Eisenbahnen, in: Die Bundesbahn, 36. Jg. (1962), S. 169 ff.

Straßenverkehrs in den letzten Jahrzehnten und die Steigerung der Massenleistungsfähigkeit hat eine starke Konkurrenz des Straßenverkehrs zur Eisenbahn hervorgerufen. Die starke Abwanderung von Verkehr der Eisenbahn auf die Straße (besonders auf den kürzeren Beförderungsentfernungen und bei den sogenannten »hochtarifierten Waren«) hat die Eisenbahn in eine angespannte finanzielle Lage in fast allen Ländern der Welt oder sogar in Verlustzonen geführt, wobei sich der Straßenverkehr immer stärker entwickelt. Dieselbe Tendenz ist mehr und mehr auch in den Entwicklungsländern zu erkennen, wo der Straßenverkehr durch seine schnelle Entwicklung der starke Konkurrent der Eisenbahn wird.

Aus diesen Tendenzen der Entwicklung der Verkehrsstruktur stellt sich immer schärfer die Notwendigkeit der Bildung eines optimalen Verkehrssystems. Die wesentliche Wirkung der Transportkosten auf die Verkaufspreise, die regionale Entwicklung der Industriestandorte, der Lebensstandard und die Höhe des Volkseinkommens stellen die Forderung nach Bildung eines solchen Verkehrssystems auf, das die beste Befriedigung der Nachfrage nach Verkehrsleistungen bei niedrigsten volkswirtschaftlichen Transportkosten sicherstellt. Dieses bedeutet aber eine Überprüfung der technischen Struktur der Eisenbahn und ihrer Rolle auf den Verkehrsmärkten.

Die Rolle der Eisenbahn wird auf den Verkehrsmärkten — absolut gesehen — nicht schwächer werden; denn die gegenwärtige Entwicklung der Produktionskräfte der Volkswirtschaft und die gesellschaftliche Arbeitsteilung verursachen ein immer stärker werdendes Transportvolumen; es erhöht sich also das Gesamtvolumen der Transportleistungen bei allen Verkehrsträgern. Zwar wächst auch das Transportvolumen der Eisenbahn — gemessen in Tonnen und Tonnenkilometern — absolut, aber die Tendenzen weisen in zwei Richtungen³⁾:

1. Die durchschnittliche Beförderungsweite für Eisenbahntransporte wächst immer mehr. Auf den längeren Entfernungen arbeitet der Verkehrsträger Eisenbahn rentabler als auf den kürzeren (hierbei ist nur die Eisenbahn betrachtet).
2. Die Tendenz zur Konzentration der Eisenbahntransporte auf den Hauptstrecken (Magistralen) und die Verminderung der Transporte auf den Nebenstrecken verstärkt sich immer mehr, was gleichzeitig bedeutet, daß sich die Bedeutung der Eisenbahnen innerhalb des Verkehrssystems der einzelnen Volkswirtschaften durch die Substitutionsbeziehungen zum Straßenverkehr ändert.

In der technischen Struktur erlebt die Eisenbahn in der geltenden Entwicklungsphase Modernisierungsbestrebungen sowohl bei der technischen Ausstattung als auch bei der Organisation des Arbeitsprozesses mit folgendem Ziel:

- Erhöhung der Durchlaßfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Strecken;
- Erhöhung der Beförderungsgeschwindigkeit, der Bequemlichkeit und grundsätzlich durch die verschiedenen Maßnahmen Erhöhung der Qualität der Leistungen; hierdurch Stärkung der Konkurrenzfähigkeit;
- Rationalisierung der Organisation des Verkehrs auf den Nebenstrecken mit schwachem Verkehr im Sinne der elastischen Anpassung der Kapazitäten an die Nachfrage nach Verkehrsleistungen und der Verminderung der Transportkosten.

³⁾ Kolaric, V., Organizacija saobraćaja i problemi sannoupravljanja u saobraćajnim preduzećima, Beograd 1964.

Obwohl die Entwicklung des Straßenverkehrs starke Einwirkungen auf die Zusammensetzung des Verkehrs der Eisenbahnen im oben angeführten Sinne hat, werden gewisse Transporte aufgrund der Güterart und der Beförderungsweiten immer der Eisenbahn zufallen. Bei dem stetig anwachsenden Transportvolumen sollte jeder Verkehrsträger den Teil übernehmen, den er gemäß seiner technischen und wirtschaftlichen Eigenart am besten befriedigen kann. Dadurch findet jeder Verkehrsträger seine volkswirtschaftliche Rolle im Verkehrssystem. Es sind nur durch Rentabilitätsrechnungen die Bereiche der volkswirtschaftlichen Rentabilität eines jeden Verkehrsträgers festzustellen, d. h. diejenigen Bereiche, in denen jeder Verkehrsträger — volkswirtschaftlich gesehen — am rentabelsten arbeitet.

Diese kurzgefaßten Tendenzen der Änderung der Rolle der Eisenbahnen auf den Verkehrsmärkten und die Forderung nach der Berechnung der volkswirtschaftlichen Rentabilität des Verkehrs werfen gleichzeitig das Problem der Berechnung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken auf.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken hat wesentliche Bedeutung für

- die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Organisationsmaßnahmen der Rationalisierung des Verkehrs auf den Strecken und der Rentabilität der Investitionen für Modernisierungsmaßnahmen sowie für die Kapazitätsentfaltung auf den Eisenbahnstrecken;
- die Berechnung der Rentabilität jeder einzelnen Strecke, insbesondere aber der Nebenstrecken mit schwachem Verkehr unter Beachtung verschiedener Substitutionsmöglichkeiten und — im Extremfall — der Stilllegung.

Die Berechnung und Analyse der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Organisationsmaßnahmen ist die wesentlichste Bedingung der Minimierung der Transportkosten durch Rationalisierung des Transportprozesses. Die Anpassung der Kapazitäten des Angebotes an die Nachfrage nach Verkehrsleistungen auf den Nebenstrecken erfolgt durch verschiedene Organisationsmaßnahmen (z. B. Beschränkung des Verkehrs auf eine bestimmte Zeit im Laufe des Tages, Umorganisation des kommerziellen Dienstes usw.). Von jeder Maßnahme gehen Wirkungen auf die Relation zwischen den Einnahmen und den Ausgaben auf der Strecke aus. Daher muß die jeweilige Relation festgestellt werden, bevor die der Berechnung zugrunde liegende Maßnahme vorgenommen wird.

Die Modernisierung des Transportprozesses durch die Elektrifizierung der Strecken fordert nicht nur einen entsprechenden, für die höhere Geschwindigkeit geeigneten Wagenpark, sondern auch den Umbau der Streckenanlagen für die höhere Geschwindigkeit (z. B. durch Begradigung, Erhöhung des möglichen Achsdruckes) sowie eine Änderung des Signalsystems. Diese Notwendigkeit erfordert umfangreiche Investitionen. Alle Maßnahmen, die auf einer Strecke vorgenommen werden, müssen eine ökonomische Grundlage haben, d. h. also wirtschaftlich gerechtfertigt werden können. Das bedeutet, daß jeder Investition eine Rentabilitätsrechnung vorausgeht, um beurteilen zu können, ob die Maßnahmen entsprechende Resultate zeitigen werden. Die Eisenbahnanlagen auf den Strecken und die Strecken selber haben eine lange Lebensdauer, und jede Überdimensionierung der Kapazitäten für das künftige (und nicht nur heutige) Verkehrsvolumen kann in der Zukunft die Verkehrsleistungen durch den hohen Anteil der fixen Kosten langfristig verteuern, wenn das erwartete Transportvolumen nicht eintritt. (Die fixen Kosten verteilen

sich also auf eine kleinere Anzahl von Transporteinheiten). Hieraus folgt, daß jede Investitions- und Organisationsmaßnahme unter Beachtung der Entwicklung der anderen Verkehrsträger und der künftigen Rentabilität der Strecken beurteilt werden muß, um die volkswirtschaftliche Rentabilität des Verkehrs auf einer bestimmten Verkehrsrelation oder in bestimmten Verkehrsbereichen zu sichern.

Andererseits muß berücksichtigt werden, daß vom Standpunkt der Eisenbahn als wirtschaftlicher Unternehmung die Konkurrenz auf den Verkehrsmärkten (auch wenn es sich um eine vom Staat geführte Preispolitik handelt) die Erhöhung der Preise für Transportleistungen begrenzt. Auch wenn die Eisenbahn mit einem gewissen Recht eine Änderung des Preissystems verlangt, um die Rentabilität zu sichern, wäre es doch der richtigere Weg, durch Rationalisierung und Kostensenkung zur Erhöhung der Rentabilität zu kommen. Das aber verlangt bereits im ersten Stadium Wirtschaftlichkeitsrechnungen über jede Maßnahme.

Das Problem der Berechnung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität der Eisenbahnstrecken entstand in diesem Sinne in den letzten Jahrzehnten vor allem bei Nebenstrecken durch die Notwendigkeit der Sanierung der Finanzlage der Eisenbahn. Hier kommen verschiedene Substitutionsmaßnahmen und im Extremfall die Stilllegung von Eisenbahnstrecken in Betracht, deren Rentabilität berechnet werden soll, und zwar:

1. Substitution des Personenverkehrs durch bahneigene Omnibusse; die Güterbeförderung bleibt auf der Strecke;
2. Substitution des Güterverkehrs durch bahneigene Lastkraftwagen; die Personenbeförderung bleibt auf der Strecke;
3. Stilllegung des Personenverkehrs (Übernahme von bahnfremden Transportunternehmungen);
4. Stilllegung des Güterverkehrs (Übernahme von bahnfremden Transportunternehmungen);
5. vollständige Substitution des Verkehrs durch bahneigene Omnibusse und Lastkraftwagen;
6. Stilllegung der Strecke (Substitution des gesamten Verkehrs durch bahnfremde Transportunternehmungen).

Jede dieser Maßnahmen und Substitutionsformen des Eisenbahnverkehrs hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Rentabilität, nämlich einmal auf die Rentabilität der einzelnen Strecken, betrachtet vom Standpunkt der betreffenden Verkehrsrelation innerhalb eines Graviationsbereiches, und zum anderen auf die Rentabilität des gesamten Eisenbahnnetzes.

Hieraus folgt, daß das Problem der Berechnung der Rentabilität von Strecken zwei wesentliche Aspekte hat, nämlich einerseits die Beurteilung der volkswirtschaftlichen Rentabilität einer Eisenbahnstrecke als Verkehrsweg innerhalb eines Gebietes im Verhältnis zu den anderen bestehenden Verkehrswegen und Verkehrsträgern, andererseits die Beurteilung der Rentabilität der Eisenbahnstrecken als eines Einflußfaktors auf die Rentabilität des einheitlichen Eisenbahnnetzes, wobei alle Nebenstrecken als Bäche der großen Flüsse die Rentabilität der Hauptstrecken wesentlich bestimmen und ändern können.

In der verkehrswirtschaftlichen Literatur sowie in der Praxis wird das Problem der Rentabilität von Eisenbahnstrecken meistens, was die Berechnungsmethode betrifft, in der Form der Ermittlung des Zubringerwertes der Nebenstrecken für die Hauptstrecken be-

handelt. Im Zuge der Behandlung dieses Themas sind verschiedene Definitionen des Zubringerwertes erarbeitet und unterschiedliche Berechnungsmethoden aufgestellt worden. Da die Definitionen und Berechnungsmethoden in der deutschen Literatur vor allem durch die Arbeiten von Poblentz⁴⁾, Rohde⁵⁾, Göbertshahn⁶⁾ und Pottgießer⁷⁾ bekannt bzw. dort nachlesbar sind, ist es nicht notwendig, die Methoden hier noch einmal im einzelnen anzuführen. Es kann nur darauf hingewiesen werden, daß die Anwendung verschiedener Methoden der Berechnung unterschiedliche Resultate ergeben können. Die Auswahl der Berechnungsmethoden hat also einen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis und die Beurteilung der Rentabilität der Strecken.

II. Darstellung der bei der Formulierung der Berechnungsmethoden entstehenden Probleme

Bei der Formulierung der Berechnungsmethoden der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken ist es notwendig, vor allem die auf die Berechnung einwirkenden Probleme überhaupt erst einmal festzustellen, wobei die wichtigsten in Betracht kommenden Begriffe definiert werden müssen.

Für die Formulierung der hier kurzgefaßten Berechnungsmethoden sollen als Grundlage folgende Grundprobleme und Begriffe gelten.

1. Die Umschreibung des Inhaltes der Begriffe *Wirtschaftlichkeit* und *Rentabilität* ist die grundlegende Bedingung für die Festlegung entsprechender Berechnungsmethoden. In der zitierten Literatur über die Berechnungsmethoden für den Zubringerwert von Nebenstrecken wird nur der Begriff »Wirtschaftlichkeit« verwendet. Obwohl in der deutschen wissenschaftlichen Literatur die meisten Autoren die Begriffe *Wirtschaftlichkeit* und *Rentabilität* unterscheiden, wird häufig in der Praxis der Begriff *Wirtschaftlichkeit* verwendet, und das auch in den Fällen, in denen nicht die *Wirtschaftlichkeit*, sondern die *Rentabilität* betrachtet wird. Sollen die wirtschaftlichen Ergebnisse einer Eisenbahnstrecke gemessen werden, kann einmal die *Wirtschaftlichkeit* und zum anderen die *Rentabilität* festgestellt werden. Die zwei unterschiedlichen Begriffe haben auch zwei verschiedene Meßziele, und sie ergeben verschiedene Effekte. Eine Strecke kann rentabel sein, obwohl der Verkehr auf derselben unwirtschaftlich abgewickelt wird, und umgekehrt kann der Verkehr auf der Strecke wirtschaftlich sein, obwohl die Strecke insgesamt unrentabel ist.

Von diesem Standpunkt ausgehend, können die Begriffe *Wirtschaftlichkeit* und *Rentabilität* grundsätzlich auf folgende Weise formuliert werden, um später aus diesen Definitionen die entsprechenden Methoden der Berechnung der *Wirtschaftlichkeit* und der *Rentabilität* der Strecken entwickeln zu können:

Unter dem Begriff *Wirtschaftlichkeit* verstehen wir das Verhältnis zwischen dem Produktionsumfang (quantitativ oder im Wert der Produktion gemessen) und den für

⁴⁾ Poblentz, L., Der Einfluß von Nebenbahn-Stillegungen auf die Ertragsfähigkeit der Bundesbahn, in: Eisenbahntechn. Rundschau, 8. Jg. (1959), S. 258 ff.

⁵⁾ Rohde, W., Die wirtschaftliche Bedeutung der Nebenbahnen für die Deutsche Bundesbahn, in: Eisenbahntechn. Rundschau, 1. Jg. (1952), S. 246 ff.

⁶⁾ Göbertshahn, R., Theorie und Anwendung der Marginalkosten im Eisenbahnverkehr, unveröffentl. Vortragsmanuskript, Oktober 1959, Druck BD Frankfurt/M.

⁷⁾ Pottgießer, H., Was ist der Zubringerwert einer Eisenbahnstrecke? Versuch einer Begriffsbestimmung, in: Archiv für Eisenbahnwesen, 73. Jg. (1963), S. 150 ff.

das entsprechende Produktionsvolumen entstehenden Kosten. Für eine Eisenbahnstrecke bedeutet dies das Verhältnis zwischen dem Umfang von Einheitskilometern oder den auf die Strecke entfallenden Einnahmen und den Kosten des Verkehrs auf der Strecke, d. h.

$$E = \frac{\text{Qrtk}}{I + M + L} \text{ oder } \frac{V}{I + M + L}$$

Dementsprechend wird die Wirtschaftlichkeit des Verkehrs auf einer Strecke um so höher, je mehr Einheitskilometer oder je höhere Einnahmen mit weniger Kosten realisiert werden können. Anders ausgedrückt ist die Wirtschaftlichkeit um so größer, je geringer die Kosten pro Einheitskilometer sind, d. h.

$$E = \frac{I + M + L}{\text{Qrtk}}$$

Aus dieser Formel geht hervor, daß die Wirtschaftlichkeit durch zwei Komponenten bestimmt wird, und zwar durch den Produktionsumfang bzw. dadurch entstehende Einnahmen und durch die Kosten der Produktion.

Unter dem Begriff *Rentabilität* verstehen wir das Verhältnis zwischen dem Reingewinn einer Produktion und dem Wert des für die Produktion eingesetzten Kapitals, d. h. dem Wert der eingesetzten Anlage- und Umlaufmittel:

$$R = \frac{D}{S}$$

Dementsprechend ist die *Rentabilität* um so höher, je mehr Geldeinheiten des Reingewinns auf eine bestimmte Anzahl von Geldeinheiten des eingesetzten Kapitals entfallen. In der zitierten Berechnungsmethode des Zubringerwertes von Pottgießer⁸⁾ wird der Zubringerwert aufgrund des Finanzeffektes errechnet. Er stellt einen Saldo (S) von Einnahmen und Kosten der Strecke dar:

$$S_1 = (e + E) - (a + A)$$

$$S_2 = (r + e_z + E - E_v + E_b - E_{vb}) - (a_f - a_z - A_f - A_m + A_{vm} + A_{vb})$$

Hieraus geht hervor, daß sich der Zubringerwert aus dem Unterschied zwischen den Einnahmen und den Kosten auf dem gesamten Beförderungsweg, also auf Haupt- und Nebenstrecken, ergibt.

Das Einnahmen–Ausgaben–Verhältnis ist zweifellos ein bestimmendes Element, man kann es aber nicht als einzigen Bestimmungsfaktor annehmen. Wenn die reale *Rentabilität* einer Eisenbahnstrecke beurteilt werden soll, muß man auch in Betracht ziehen, in welchem Umfang von eingesetzten Grund- und Umlaufmitteln für ein bestimmtes Verkehrsvolumen das erzielte Wirtschaftsergebnis bestimmt wird. Das ist besonders wichtig, wenn es sich um Substitutionsvorgänge handelt; denn es ist nicht gleich, ob ein Wirtschaftsergebnis mit mehr oder weniger eingesetztem Kapital erreicht wird. Hier kann festgestellt werden, daß die bereits zitierten Berechnungsmethoden als Ermittlungsmethoden der *Rentabilität* von Eisenbahnstrecken unvollständig sind, weil nicht alle dafür

⁸⁾ Pottgießer, H., a.a.O.

notwendigen Elemente im Rechnungsansatz enthalten sind. In den nachstehenden Methoden werden daher alle drei Elemente – Einnahmen, Kosten und eingesetztes Anlagevermögen sowie die eingesetzten Umlaufmittel – berücksichtigt.

III. Gliederung und Definition der Berechnungsgrundlagen

Die Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsrechnung stellt das zweite Grundproblem für die Formulierung einer Berechnungsmethode dar. Dieses Problem muß gelöst werden, da die Berechnung mit den vorstehend angeführten einfachen Formeln nicht durchgeführt werden kann. Diese Formeln reichen nur für die Berechnung der Rentabilität einer ganzen Unternehmung aus. Um die Rentabilität einer Eisenbahnstrecke ermitteln zu können und um besonders die Rentabilität für Vergleichsanalysen teilweiser oder Vollsubstitution des Verkehrs auf der Strecke erarbeiten zu können, muß die Grundformel in eine entsprechende, aussagefähige Anzahl von Elementen gegliedert werden. Bekanntlich haben die verschiedenen Kostenarten unterschiedliche Abhängigkeiten vom Transportumfang. Gewisse Kostenarten an verschiedenen Kostenstellen und bei verschiedenen Arbeitsprozessen (z. B. Beförderungs-, Abfertigungsdienst) haben auch einen unterschiedlichen Abhängigkeitsgrad vom Umfang der geleisteten Einheitskilometer. Ein Teil der Kosten ist fix, ein Teil ist relativ fix, d. h. die Kosten ändern sich beim Übergang auf eine nächst größere bzw. kleinere Kapazität. Gewisse Kosten verhalten sich proportional zur Transportleistung. Bei der Bahn besteht die Besonderheit, daß gewisse Kosten bei bestimmten Arbeitsplätzen an der Strecke, die z. B. in der Industrie theoretisch als variable Kosten betrachtet werden, Fixkosten-Charakter haben. Dadurch erhöht sich der Anteil fixer Kosten an den Gesamtkosten bei der Bahn im Vergleich zur Industrie.

Aus diesem Grunde ist bei der Formulierung der Berechnungsmethoden der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken die richtige Aufteilung der Kosten in fixe und variable sehr wichtig. Dies gilt um so mehr, als die Dynamik des Verkehrsumfanges auf einer Strecke einen unterschiedlichen Einfluß auf die Rentabilität der Strecke hat. Sie ist von folgenden Faktoren abhängig:

- (1) Befindet sich die Strecke in einer Phase der Zunahme oder der Abnahme des Verkehrsumfanges?
- (2) Verändert sich die Struktur der Beförderung, d. h. wie verändert sich das Verhältnis zwischen Personen- und Güterverkehr?
- (3) Handelt es sich zur Zeit der Betrachtung um eine Strecke mit einem hohen oder mit einem geringen Verkehrsumfang?

Zu (1):

Nach den oben erwähnten Verhaltensweisen der Kosten auf Eisenbahnstrecken bei unterschiedlichen Leistungen und bei unterschiedlicher Zusammensetzung des Verkehrsvolumens muß jetzt eine weitere Aufgliederung der fixen und der variablen Kosten vorgenommen werden.

Die fixen Kosten lassen sich in fixe Kosten der stationären Anlagen und des Betriebsdienstes an der Strecke (t_f) und fixe Kosten des Bahnerhaltungsdienstes (t_{os}) aufgliedern. Die Kosten der ersten Gruppe (t_f) sind absolut fix und bleiben überwiegend auch nach der Stilllegung der Strecke bestehen. Es zeigt sich hier also eine Kostenremanenz. Die Kosten der zweiten Gruppe (t_{os}) haben teilweise den Charakter relativ fixer Kosten.

Bei der teilweisen Stilllegung entweder des Personen- oder des Güterverkehrs ändern sich die Kosten nicht grundsätzlich. Anders ist es jedoch bei der Stilllegung der Strecke, wo sie gänzlich entfallen.

Es ist ebenfalls möglich, die variablen Kosten in zwei Gruppen aufzugliedern, nämlich in variable Kosten des Betriebsdienstes an der Strecke (z. B. Abfertigungskosten, Fahrdienstleitungskosten und alle anderen Kosten auf den Bahnhöfen; sie werden in nachfolgenden Formeln als (t_v) bezeichnet) und in Beförderungskosten, die entsprechende Vollkosten des Fahr- und Wagendienstes enthalten (t_m). Diese Kosten können als variable Kosten angesehen werden, wenn man eine Strecke betrachtet, obwohl theoretisch (vom Standpunkt des Betriebsdienstes aus) auch die fixen Kosten die Kosten des entsprechenden Dienstes enthalten. Sie sind als solche vom Standpunkt der Strecke mit Marginalkosten vergleichbar. Zwischen diesen beiden Gruppen variabler Kosten besteht ein offensichtlicher Unterschied im Hinblick auf den Grad ihrer Anpassungselastizität bezüglich des Verkehrsumfanges (Beschäftigungsgrades) auf der Strecke. Ferner ist es sehr bedeutend, daß die Anpassungselastizität in der Periode der Zunahme und in der Periode der Abnahme des Verkehrs auf der Strecke verschieden ist. Darauf weisen auch besonders *Hutter*⁹⁾, *Precht*¹⁰⁾ und *Effmert*¹¹⁾ hin. Ein Beispiel zeigt es ganz klar: Bei der Erhöhung der Zahl der beförderten Personen werden die Einnahmen schneller als die variablen Kosten dieser Verkehrsleistung wachsen. Erst bei der Einführung eines neuen Personenzuges entstehen Sprungkosten. Wenn jedoch eine Verminderung der Zahl der beförderten Personen eintritt, werden die gleichen variablen Kosten viel länger bestehen bleiben. Es besteht also auch eine Kostenremanenz bei den variablen Kosten. Hieraus erklärt sich, daß die Rentabilitätsergebnisse bei diesen zwei Phasen in der Analyse zu betrachten sind. Für die Methoden der Berechnung und der Analyse bedeutet dies folgendes:

- Die Rentabilität dieser Eisenbahnstrecke ist nicht nur aufgrund statisch gemessener Rentabilität, sondern aufgrund der Analyse der Dynamik der Rentabilität zu beurteilen, und
- die Rentabilität der Strecke ist nicht nur aufgrund der quantitativen, durch die Berechnungsmethode sich ergebenden Ergebnisse, sondern auch aufgrund der qualitativen Vergleichsanalyse der dynamischen, also in der Entwicklung zum Ausdruck kommenden Tendenzen und wirksam werdenden Faktoren zu beurteilen.

Zu (2):

Die zweite Eigenart der Dynamik der Rentabilität einer Eisenbahnstrecke ist im unterschiedlichen Elastizitätsgrad der Kapazitätsanpassung in bezug auf den Verkehrsumfang im Personen- und Güterverkehr zu sehen. Im Güterverkehr ist diese Elastizität höher; dadurch besteht ein kleinerer Unterschied in der Dynamik des Verhältnisses von Einnahmen und Kosten gegenüber dem Personenverkehr. Dies ist besonders bei der Vergleichsanalyse der Substitutionsmaßnahmen und -möglichkeiten zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen ist auch die Aufteilung und Zurechnung der Kosten auf den Personen-

⁹⁾ *Hutter, R.*, Das Grenzkostenprinzip in der Preisbildung der Verkehrsträger und seine Bedeutung für die Verkehrsteilung (= Vortragssonderdruck des Instituts für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln), Köln 1960.

¹⁰⁾ *Precht, G.*, Kostenrechnung und Tarifbildung von Schiene und Straße im Güterfernverkehr (= Verkehrswissenschaftliche Veröffentlichungen des Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr des Landes NRW, Heft 41), Düsseldorf 1958.

¹¹⁾ *Effmert, W.*, Betriebswirtschaftliche Eigenarten der Eisenbahn und ihrer Kostenrechnung, in: Archiv für Eisenbahnwesen, 69. Jg. (1959), S. 145 ff.

und Güterverkehr notwendig, um die entsprechenden Elemente der Rentabilitätsrechnung feststellen zu können.

Zu (3):

Die dritte Eigenart der Dynamik der Rentabilität von Eisenbahnstrecken besteht in der unterschiedlichen Relation zwischen fixen und variablen Kosten auf der Strecke mit hohem oder geringem Verkehrsumfang. Auf Strecken mit hohem Verkehrsumfang besteht ein relativ größerer Block von variablen Kosten. Je geringer jedoch der Verkehrsumfang ist, um so niedriger liegt der Ausnutzungsgrad der Kapazitäten und der Arbeitskräfte. Die notwendige Anwesenheit der Arbeiter und Angestellten an den bestimmten Arbeitsplätzen führt dazu, daß die variablen Kosten theoretisch zu fixen Kosten übergehen. Diese Eigenart läßt den Einfluß von Substitutionsmaßnahmen auf die Rentabilität der anschließenden Strecken durch eine Verminderung des Verkehrsvolumens erkennen.

Bei der Gliederung der Kosten in Kostenelemente ist noch die Frage zu beantworten, ob die Kategorien der fixen und variablen Kosten oder aber die der Fix- und Marginalkosten zu verwenden sind. In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen der Marginalkosten.¹²⁾ Zum Teil werden die Marginalkosten als variable Kosten betrachtet, obwohl die Marginalkosten entweder kleiner oder größer oder aber auch gleich den variablen Kosten sein können. Zur Frage der Marginalkosten sind in der Literatur widersprüchliche Auffassungen zu finden; es bestehen z. B. wesentliche Unterschiede zwischen der französischen Marginalkosten- und der deutschen Vollkostentheorie.

Die Anwendung von Marginalkosten ist bei Wirtschaftsanalysen zweifellos vielseitig möglich und auch aussagefähig. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Eisenbahnstrecken ist es jedoch nötig, mit der Vollkostendeckung zu rechnen, obwohl auch hierin die Marginalkosten zum Ausdruck kommen. Um kein Mißverständnis aufkommen zu lassen, sollen die Gesamtkosten als fixe und variable Kostenelemente so gegliedert werden, daß die Vollkostenrechnung garantiert wird.

IV. Kategorien der Rentabilität

Die verschiedenen Kategorien der Rentabilität sind ebenfalls festzustellen, bevor eine Berechnung und Analyse unternommen wird. Hier können drei Gruppen der Rentabilität festgestellt werden:

- (1) erzielte (Ist-) Rentabilität
- (2) tatsächliche (reale) Rentabilität
- (3) potentielle (Soll-) Rentabilität.

Zu (1):

Die *erzielte Ist-Rentabilität* stellt jene Rentabilität dar, die aus den Angaben über Ist-einnahmen und Istkosten bei einem bestimmten, realen Verkehrsumfang und den dabei

¹²⁾ *Allais, U.*, Le problème de la coordination des transports et la théorie économique, in: Revue d'économie politique, Paris III-IV-1948. *Lartigue, R.*, Le calcul des prix de revient à la SNCF, in: Schweiz. Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, 15. Jg. (1960), S. 203. *Hutter, R.*, La théorie économique et la gestion commerciale des chemins de fer, in: Revue générale des chemins de fer, 69. Jg. (1950), S. 318 ff. *Oort, C. J.*, La théorie marginaliste et les prix de transport, Rotterdam 1960. *Meyer, R.*, Der Verkehr und seine grundlegenden Probleme, Basel 1956. *Lechner, K.*, Verkehrsbetriebslehre, Stuttgart 1963.

eingesetzten Mitteln durch eine bestimmte Berechnungsmethode errechnet wird. Dementsprechend resultiert eine so festgestellte Rentabilität aus der Wirkung aller Faktoren. Sie zeigt jedoch nicht die tatsächliche Rentabilität der Strecke. Wenn auf dem ganzen Eisenbahnnetz im Grundsatz einheitliche Tarife gelten und wenn außerdem verschiedene Ausnahmetarife und Tarifiermäßigungen angewandt werden, wird die Rentabilität bei gleichbleibend einwirkenden Ausnahmebedingungen nur durch den Einfluß der Struktur der zu Ausnahmetarifen beförderten Güter und zu verschiedenen Ermäßigungen beförderten Personen geändert. Aus diesem Grunde ist die so berechnete Rentabilität der Strecke nicht die reale, d. h. die tatsächliche Rentabilität.

Zu (2):

Die *tatsächliche (reale) Rentabilität* wird aufgrund derselben Angaben über Kosten, Verkehrsumfang und eingesetzte Mittel wie die erzielte Rentabilität errechnet, nur daß anstatt der Ist-einnahmen Einnahmen durch Vollpreise für den erzielten Verkehrsumfang festgestellt werden, um den Einfluß von Ermäßigungen auszuschließen. In diesem Falle werden die Kosten, die eingesetzten Mittel und der Verkehrsumfang die bestimmenden Faktoren sein.

Zu (3):

Die *potentielle Rentabilität* ist wesentlich für die Beurteilung der Rentabilität. Die Lebensdauer der Streckenanlagen ist sehr lang, und alle Investitionen für die Vergrößerung der Kapazitäten der Strecke sollen aufgrund der künftigen und nicht der heutigen Rentabilität der Strecken durchgeführt werden. Infolge der Entwicklung anderer Verkehrszweige können in der Zukunft stärkere Abwanderungen des Verkehrs von der Eisenbahn eintreten. Daneben können Änderungen in der Tarifpolitik auf die Rentabilität einen Einfluß haben. Deswegen ist bei der Analyse der Rentabilität der Strecken auch die potentielle Rentabilität zu ermitteln und zu beurteilen. Sie kann aufgrund folgender Analysen beurteilt werden:

- quantitative Analyse der Dynamik der Rentabilität, und zwar aufgrund der tatsächlichen Rentabilität in der vergangenen Periode und der geplanten Rentabilität aufgrund des erwarteten Verkehrsumfanges und anderer von ihm abhängiger Elemente (Einnahmen, Kosten, Mittel);
- qualitative Analyse der bestimmenden Faktoren der Verkehrsentwicklung auf der Strecke.

Hieraus ergibt sich, daß eine komplexe Analyse der Rentabilität einer Strecke vollkommene Ergebnisse nur dann ergeben kann, wenn alle drei Kategorien der Rentabilität berechnet und analysiert worden sind.

V. Methode und Phasen der Analyse

Die Analyse der Rentabilität von Eisenbahnstrecken unter Berücksichtigung aller Methoden wird in drei Phasen durchgeführt:

- (1) Feststellung der Grundlagen der Analyse;
- (2) Quantifizierung (d. h. Berechnung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität von Strecken aufgrund ausgewählter Daten);
- (3) qualitative Analyse der Ergebnisse und Bestimmungsfaktoren.

Nach der Untersuchung der entsprechenden Berechnungsmethoden der Rentabilität für die zweite Phase können wir endgültig die Methoden des Prozesses der Analyse wie folgt gruppieren:

- separative Berechnungsmethode der Rentabilität der einzelnen Eisenbahnstrecke als Verkehrsweg im Gravitationsgebiet;
- komplexe Analyse und Berechnungsmethode der Rentabilität der einzelnen Eisenbahnstrecke im Rahmen des ganzen Eisenbahnnetzes;
- komparative Vergleichsmethoden in den unter (a) und (b) angeführten Fällen.

Zu (1): Erste Phase: Feststellung der Grundlagen der Analyse

Diese Phase der Analyse stellt die Vorbereitungsphase dar, die folgende Aufgaben hat:

- Auswahl der Quellen von Daten für die Berechnung und die Analyse der Wirtschaftlichkeit und Rentabilität der Eisenbahnstrecken;
- Auswahl und Systematisierung der Angaben;
- Analyse und Überprüfung der Angaben und Definitionen der Berechnungsmethoden.

Die Bedeutung dieser Vorbereitungsaufgaben braucht nicht besonders betont zu werden; denn von der Richtigkeit der Angaben hängen die Ergebnisse der Berechnung ab. Es ist hier besonders wichtig, alle Methoden der Kosten- und Einnahmenverteilung für die Strecken festzustellen und ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Zu (2): Zweite Phase: Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität der Strecken

Nach der Aufbereitung der Daten folgt die Berechnung nach den definierten Formeln. Die Anwendung der Formeln und der Methoden wird durch das Ziel der Analyse bestimmt. Eine komplexe Analyse einer Strecke, die für die Stilllegung vorgesehen ist, verlangt die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität aller Maßnahmen, die vor der Stilllegung der Strecke vorgenommen werden können. Wegen der Kürze dieses Artikels sind wir gezwungen, hier nur die Reihenfolge der endgültigen Formel für jede Methode der Berechnung darzustellen, um den Verlauf der Analyse beobachten zu können.

(A) Nach der bei der Problemdifferenzierung erwähnten breiteren Gliederung der Berechnungselemente kann die Grundformel für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Eisenbahnstrecken wie folgt dargestellt werden:

$$E_1 = \frac{Q_{rtk}}{t_f + t_v + t_m + t_{os}} \quad \text{oder} \quad E_1 = \frac{V}{t_f + t_v + t_m + t_{os}}$$

Da die Wirtschaftlichkeit nur eine Komponente der Rentabilität ist, wird die Einwirkung von allen Faktoren auf die Rentabilität durch die folgende Berechnung der Rentabilität zum Ausdruck gebracht:

$$R_1 = \frac{v - (t_f + t_v + t_m + t_{os})}{s_f + s_m + s_{os}} \quad \text{oder} \quad R_1 = \frac{v - t_f - t_v - t_m - t_{os}}{s_f + s_m + s_{os}} \quad (a)$$

Im Ergebnis zeigt sich die Rentabilität einer Rechnungsperiode (z. B. 1 Jahr). Durch die Analyse der Dynamik der Rentabilität werden Tendenzen aufgedeckt. Wenn sich eine Tendenz der Verminderung der Rentabilität herausstellt, muß die Berechnung der

Rentabilität dieser Strecke im Rahmen des gesamten Netzes durchgeführt werden. In diesem Falle ist die vorstehende Berechnungsformel der separativen Analyse einzelner Strecken in folgende Formel der komplexen Analyse umzuwandeln:

$$R_{1a} = \frac{(v + V) - (t_f + t_v + t_m + t_{os} + T_f + T_v)}{s_f + s_m + s_{os} + S}$$

Die Formel der separativen Analyse wird bei der komplexen Analyse einzelner Maßnahmen durch weitere Glieder ausgedehnt. Um die Rechnung zu vereinfachen, nehmen wir in allen Formeln der komplexen Analyse (R_{1a} , R_{2a} usw.) an, daß $t_f + t_{os}$ der Größe t_f entspricht, da beide sich in diesem Fall als absolut fix verhalten. Weiterhin wird für $t_v + t_m$ der Ausdruck t_v gesetzt und $s_f + s_{os} + s_m = s$. Demzufolge lautet voranstehende Formel R_{1a} :

$$R_{1a} = \frac{v + V - (t_f + t_v + T_f + T_v)}{s + S} \quad \text{oder} \quad R_{1a} = \frac{v + V - t_f - t_v - T_f - T_v}{s + S} \quad (b)$$

Durch die Analyse so ermittelter Ergebnisse wird als Zubringerwert der Nebenstrecken zu den Hauptstrecken auch die Einwirkung sämtlicher Faktoren der Rentabilität der Strecken festgestellt. Die Analyse beginnt mit der Prüfung der Geldvorgänge, die in den verschiedenen möglichen Verhältnissen von:

$$v + V = t_f + t_v + T_f + T_v$$

ausgedrückt werden. Sie ist davon abhängig, aus welcher der folgenden Kombinationen die Ergebnisse resultieren:

$$v > t_f + t_v; \quad v = t_f + t_v; \quad v < t_f + t_v$$

und:

$$V > T_f + T_v; \quad V = T_f + T_v; \quad V < T_f + T_v$$

Dabei stellt sich die Aufgabe, die Kompensierungen zu analysieren und bei einer ständig vorhandenen Tendenz der Verminderung des Verkehrs auf der Strecke festzustellen, wann der Verkehrszustand:

$$v + V > t_f + t_v + T_f + T_v$$

dem Zustand der Grenzrentabilität

$$v + V = t_f + t_v + T_f + T_v$$

gleich sein wird.

Bis zu diesem Punkt ist der Zubringerwert der Nebenstrecken zu den Hauptstrecken absolut positiv, und erst bei weiterer Verminderung des Verkehrs, wenn

$$v + V < t_f + t_v + T_f + T_v$$

auf den niedrigsten Punkt

$$v + V = t_f + t_v + T_v$$

fallen wird, wo nur die variablen Kosten auf den anschließenden (Haupt-) Strecken durch die gesamten Einnahmen des Verkehrs von der betreffenden (analysierten) Strecke gedeckt werden, ist der Zubringerwert »relativ positiv«, weil hier noch ein Teil der fixen Kosten durch den Verkehr gedeckt wird, der sonst den übrigbleibenden Verkehr verteuern würde. Dabei wird die Höhe des eingesetzten Kapitals nicht wesentlich geändert.

(B) Stellt sich eine Tendenz zur ständigen Verminderung des Personenverkehrs heraus, muß die Wirtschaftlichkeit und die Rentabilität der Substitution des Personenverkehrs durch bahneigene Omnibusse geprüft werden. Die Wirtschaftlichkeit des gesamten Verkehrs wird sich in diesem Falle durch folgende Berechnung ermitteln lassen:

$$E_2 = \frac{v - v_p + v_z}{t_f + t_v - t_{vp} + t_m - t_{mp} + t_{os} + t_{zp}}$$

In Abhängigkeit davon, ob die absolute Größe von $-v_p$ größer oder kleiner ist als $+v_z$ und die Ersparnisse von t_{vp} und t_{mp} größer oder kleiner sind als die von t_{zp} , wird die Substitution wirtschaftlich oder unwirtschaftlich sein, d. h. $E_1 > E_2$ oder $E_1 = E_2$ oder $E_1 < E_2$.

Die Ergebnisse der Rentabilität sind von der Wirtschaftlichkeit im Zusammenhang mit Änderungen der Gesamtsumme von eingesetzten Mitteln abhängig. Dieses wird durch folgende Formel der separativen Methode ausgedrückt:

$$R_2 = \frac{v - v_p + v_{zp} - t_f - t_v + t_{vp} - t_m + t_{mp} - t_{os} - t_{zp}}{s_f + s_m - s_{mp} + s_{os} + s_{zp}} \quad (c)$$

Durch die Vergleichsmethode der Analyse wird geprüft, ob $R_2 < R_1$ oder $R_2 = R_1$ oder $R_2 > R_1$ ist. Im ersten Fall ist die Substitution nicht rentabel, im zweiten Fall ist eine Grenzrentabilität gegeben und im dritten Fall ist die Substitution rentabel, wenn die Strecke ohne Rücksicht auf das ganze Netz betrachtet wird. Wenn die Rentabilität der Strecke im Rahmen des gesamten Netzes analysiert wird, hängt sie vom Umfang des Anteils des nach der Substitution verbleibenden Verkehrs und der Gesamtkosten der Substitution sowie von den Einnahmen ab. Sie wird berechnet (wenn für $t_f + t_{os}$ der Ausdruck t_f , für $t_v + t_m$ der Ausdruck t_v gesetzt wird und $s = s_f + s_m + s_{os}$):

$$R_{2a} = \frac{v - v_p + v_{zp} + V - t_f - t_v + t_{vp} - t_{zp} - T_f - T_v}{s - s_p + s_{zp} + S}$$

Dieses gilt unter der Voraussetzung, daß durch die Substitution der gesamte Verkehr auf der Bahn bleibt.

(C) Wenn der Fall vorliegt, daß der Güterverkehr eine Tendenz zur Abnahme aufweist, dann wird die gleiche Berechnung nur mit den Änderungen der den Güterverkehr betreffenden Glieder der Formel durchgeführt.

Die Wirtschaftlichkeit wird durch die Formel ermittelt:

$$E_3 = \frac{v - v_r + v_{zr}}{t_f + t_v - t_{vr} + t_m - t_{mr} + t_{os} + t_{zp}}$$

Die Rentabilität wird zuerst nach der separativen Methode durch folgende Formel ermittelt:

$$R_3 = \frac{v - v_r + v_{zr} - t_f - t_v + t_{vr} - t_m + t_{mr} - t_{os} - t_{zr}}{s_f + s_m - s_{mr} + s_{os} + s_{zr}} \quad (d)$$

Danach folgt die komplexe Analyse im Rahmen des gesamten Netzes durch die Formel (bei $t_f = t_f + t_m$; $t_v = t_v + t_m$; $s = s_f + s_m + s_{os}$):

$$R_{3a} = \frac{v - v_r + v_{zr} + V - t_f - t_v - t_{zr} - T_f - T_v}{s - s_r + s_{zr} + S} \quad (e)$$

Durch die Vergleichsanalyse der Ergebnisse in den Formeln (e) mit (b) und auch (e) mit (d) werden die entsprechenden Schlußfolgerungen wie bei der Substitution des Personenverkehrs gezogen.

Durch die Substitution des Verkehrs der Eisenbahn mittels bahneigener Omnibusse und Lastkraftwagen werden keine stärkeren Änderungen auf den anderen Strecken entstehen. Wenn jedoch die Substitution nach den oben angeführten Berechnungen keine positiven Ergebnisse ergibt, werden weitere Analysen der Rentabilität der Strecke unter der Bedingung teilweiser oder totaler Stilllegung des Verkehrs durchgeführt.

(D) Wenn es als zweckmäßig erscheint, den Personenverkehr auf der Strecke stillzulegen und die Übernahme dieses Verkehrs bahnfremden Verkehrsträgern zu überlassen, wird zuerst die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme durch folgende Berechnung

$$E_4 = \frac{v - v_{ip}}{t_f + t_v - t_{vip} + t_m - t_{mip} + t_{os}}$$

überprüft und danach die Rentabilität nach der separativen Methode

$$R_4 = \frac{v - v_{ip} - t_f - t_v + t_{vip} - t_m + t_{mip} - t_{os}}{s_f + s_m - s_{mp} + s_{os}} \quad (f)$$

analysiert, um festzustellen, ob $R_1 < R_2 > R_4$ oder $R_1 < R_2 < R_4$ ist. Hierbei läge die Grenzrentabilität beim Zustand $R_1 = R_2 = R_4$.

Da jedoch bei der Stilllegung des Personenverkehrs auf einer Strecke größere Änderungen der Rentabilität der anschließenden (Haupt-) Strecken als im Falle der Substitution durch bahneigene Omnibusse eintreten können, kann nur die komplexe Analyse vollkommene Ergebnisse liefern. Unter der Voraussetzung, daß der gesamte Personenverkehr in diesem Falle von der Bahn abwandert, lautet die Berechnung wie folgt (bei $t_f = t_f + t_{os}$; $t_v = t_v + t_m$; $s = s_f + s_m + s_{os}$):

$$R_{4a} = \frac{v - v_{ip} + V - V_{ip} - t_f - t_v + t_{vip} - T_f - T_v + T_{vip}}{s - s_{ip} + S} \quad (g)$$

(E) Im Falle, daß bei einem höheren Anteil des Personenverkehrs am Gesamtverkehr der Strecke der Güterverkehr die Tendenz einer starken Verminderung aufweist, werden die gleichen Analysen mit entsprechenden Gliedern der Formeln durchgeführt.

Die Wirtschaftlichkeit wird ermittelt durch:

$$E_5 = \frac{v - v_{ir}}{t_f + t_v - t_{vir} + t_m - t_{mir} + t_{os}}$$

Die Rentabilität nach der separativen Methode wird ermittelt durch:

$$R_5 = \frac{v - v_{ir} - t_f - t_v + t_{vir} - t_m + t_{mir} - t_{os}}{s_f + s_m - s_{mir} + s_{os}} \quad (h)$$

Die Rentabilität der Strecke wird aber andere Ergebnisse zeitigen, wenn die Strecke im Rahmen des ganzen Netzes betrachtet wird. Die Auswirkungen der Stilllegung des Güterverkehrs sind auf anderen Strecken größer als bei der Stilllegung des Personenverkehrs. Unter der Voraussetzung, daß der gesamte Güterverkehr durch die Stilllegung einer

Strecke von der Bahn abwandert, wird die Berechnung mit folgender Formel durchgeführt:

$$R_{5a} = \frac{v - v_{ir} + V - V_{ir} - t_f - t_v + t_{vir} - T_f - T_v + T_{vir}}{s - s_{ir} + S} \quad (i)$$

Gewisse Transporte werden jedoch wegen ihrer natürlichen Zugehörigkeit zur Eisenbahn zu den nächstliegenden anderen Bahnhöfen auf den anderen Eisenbahnstrecken abwandern. In diesem Falle wird die Rentabilität der Stilllegung (R_{5a}) in positiver Richtung geändert. Der Grad der Rentabilität kann durch folgende Berechnung ermittelt werden, indem eine entsprechende Vervollständigung der voranstehenden Formel vorgenommen wird:

$$R_{5a} = \frac{v - v_{ir} + V - V_{ir} + V_{igr} - t_f - t_v + t_{vir} - T_f - T_v + T_{vir} - T_{vigr}}{s - s_{ir} + S}$$

Die Rentabilität der Stilllegung wird um so größer, je mehr der Güterverkehr zu den nächstliegenden Bahnhöfen hinstrebt und wenn dabei

$$V - V_{ir} + V_{igr} > T_f - T_v + T_{vir} - T_{vigr}$$

ist (bei $V_{igr} = 2 V_{aigr} + V_{bigr}$ und $T_{vigr} = 2 T_{vaigr} + T_{vbigr}$), weil in diesem Falle die Einnahmen und die Kosten für die Abfertigung auf der stillgelegten Strecke für den Güterverkehr auf den Ausweichbahnhöfen der nächstliegenden Strecken erscheinen werden.

In diesem Falle wird $R_{1a} < R_{3a} < R_{5a}$ sein.

(F) Wenn der gesamte Eisenbahnverkehr zur Abwanderung tendiert, und zwar in einem solchen Maße, daß die Rentabilität der Strecke nicht mehr gewährleistet ist, wird eine vollkommene Stilllegung der Strecke zu überprüfen sein, und zwar zuerst durch Vollsubstitution mit bahneigenen Omnibussen und Lastkraftwagen und danach durch Substitution mittels bahnfremder Verkehrsträger.

Die Rentabilität der Strecke bei einem durch bahneigene Omnibusse und Lastkraftwagen ersetzten Verkehr wird durch folgende endgültige Formel der separativen Methode

$$R_6 = \frac{P + v_z - t_f - t_z}{s_f + s_z} \quad (j)$$

und danach durch die komplexe Analyse

$$R_{6a} = \frac{P + v_z + V - t_f - t_z - T_f - T_v}{s - s_1 + s_z + S} \quad (k)$$

berechnet. Nach der Vergleichsanalyse der entsprechenden Elemente und der Ergebnisse aus den Formeln (j) und (k) wird die Berechnung der Rentabilität der äußersten möglichen Maßnahmen unternommen, und zwar für den Fall, daß der gesamte Verkehr auf der stillgelegten Strecke bahnfremden Verkehrsträgern überlassen wird. (Es handelt sich hier also um die Rentabilität der Stilllegung der Strecke.)

(G) Die Rentabilität der Stilllegung wird durch folgende Berechnung ermittelt:

$$R_{7a} = \frac{P + V - V_i + V_{ig} - t_f - T_f - T_v + T_{vi} - T_{vig}}{s - s_1 + S - S_i + S_{ig}} \quad (l)$$

Wenn vorausgesetzt wird, daß nur ein Teil des Verkehrs zu den nächstliegenden Strecken

ausweichen wird, kann die oben angeführte Berechnung durch $+V = -V_i$ und $-T_v = +T_{vi}$ vereinfacht und durch folgende Formel ersetzt werden:

$$R_{7a} = \frac{P + V_{ig} - t_f - T_f - T_{vig}}{s - s_1 + S - S_i + S_{ig}} \quad (m)$$

(bei: $V_{ig} = 2 V_{aig} + V_{big}$; $T_{vig} = 2 T_{vaig} + T_{vbig}$).

Die weitere Vergleichsanalyse soll ermitteln,

wann $R_{1a} < R_{6a} > R_{7a}$, d. h. Stilllegung bei Substitution durch bahneigene Omnibusse und Lkw, rentabler ist;

wann $R_{1a} < R_{6a} < R_{7a}$, d. h. Stilllegung bei Substitution durch bahnfremde Omnibusse und Lkw, rentabler ist;

wann $R_{1a} = R_{6a} = R_{7a}$, d. h. die Grenzrentabilität, erreicht ist.

Die qualitative Analyse der Ergebnisse soll alle Kompensationsquellen und Einflüsse verschiedener Faktoren deutlich machen.

Zu (3): Dritte Phase: Qualitative Analyse der Ergebnisse und der Faktoren

In dieser Phase der Analyse werden (a) die in der zweiten Phase ermittelten Ergebnisse, (b) die Dynamik der Wirtschaftlichkeit und der Rentabilität und (c) die potentielle Rentabilität durch die Wirkung sämtlicher Faktoren analysiert und entsprechende Schlußfolgerungen gezogen. Aufgrund dieser Schlußfolgerungen werden die entsprechenden Maßnahmen vorgenommen.

Wir müssen auf die breitere Ausführung der Methoden qualitativer Analyse in dieser Phase wegen des begrenzten Raumes verzichten. Unser Ziel war es, nur einen kurzgefaßten Abriss der Methoden und der Probleme der Berechnungsmethoden selbst darzulegen, um die Konzeption deutlich machen zu können. Wir konnten daher nicht sämtliche Ableitungen der einzelnen Formeln der Berechnungen vollständig darstellen, sondern nur die endgültigen Formeln.

Abkürzungen der Berechnungsglieder:

Begriffe

E	Wirtschaftlichkeit	T	Aufwand für Abfertigung und Beförderung (des Gemeinverkehrs) auf den anderen Strecken
R	Rentabilität	s	Wert der eingesetzten Grund- und Umlaufmittel für den Verkehr auf der analysierten Strecke
I	Kosten der Investitionen	S	Anteil des Wertes der eingesetzten Grund- und Umlaufmittel für den Gemeinverkehr der analysierten Strecke auf den anderen Strecken
M	Sachkosten	P	Rückgewinn bei Stilllegung der analysierten Strecke
L	Arbeitskraftkosten	t	Aufwand für Abfertigung und Beförderung auf der analysierten Strecke
v	Einnahmen für die Abfertigung und Beförderung auf der analysierten Strecke		
V	Anteilige Einnahmen für die Abfertigung und Beförderung (des Gemeinverkehrs) auf den anderen Strecken		

Indizes der Begriffe

f	fixe (Kosten) bzw. stationäre Mittel auf der Strecke	p	Kosten für Personenverkehr
v	variable Kosten	r	— für Güterverkehr
os	Kosten für Bahnunterhaltung	Z	— durch Ersatzverkehr (durch Substitution)
m	Kosten des Fahrdienstes (nur Beförderung der Züge)	a	— für Abfertigung
i	— für verlorenen Verkehr (bei Substitutionsmaßnahmen und Stilllegung der Strecke)	b	— für Beförderung
p	— für Personenverkehr	g	— für Ausweichverkehr (der nach der Stilllegung den nächstliegenden Strecken zufällt)

Kurzstreckenluftverkehr in Europa — heute und morgen

Ergebnisse einer Analyse von Angebot und Nachfrage
auf europäischen Fluglinienverbindungen

VON DIPL.-ING. V. PORGER, KÖLN

1. Übersicht

Nur wenige Fragestellungen der Verkehrsluftfahrt sind heute so stark umstritten wie das Problem »Kurzstrecken«-Luftverkehr. Nicht wenig mag der Umstand zu dem Streit der Ansichten und Meinungen beitragen, daß es bisher noch keine allgemein anerkannte Terminologie des Begriffes »Kurzstrecken«-Luftverkehr gibt. Sollen daher Stand und Entwicklungsaussichten dieses Luftverkehrszweigs hier behandelt werden, so ist zuvor eine Begriffsbestimmung unerlässlich.

Die derzeitige und künftige Situation im innereuropäischen Personenluftverkehr über kurze Entfernungen auf Liniendienstbasis — nur von diesem wird im folgenden die Rede sein — sollen durch eine Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage gekennzeichnet werden. Statistisches Material über den Umfang der Nachfrage nach entsprechenden Flugpassagen steht in der Mehrzahl der Fälle nicht bzw. in unzureichender Menge zur Verfügung. So blieb meist nur der Rückgriff auf die Angebotsgröße übrig, die als Maßstab für die Höhe der vorhandenen Nachfrage dienen mußte. Aus diesem Grunde war einer Analyse des Angebots auf den betreffenden Fluglinienverbindungen ein breiterer Raum zuzubilligen, als das sonst erforderlich gewesen wäre.

Das Fahrzeug gibt, wie es seinem Charakter als Fortbewegungsmittel entspricht, das Tempo der Verkehrsentwicklung an. Dafür bietet auch der Luftverkehr genügend Beispiele. Stand und Aussichten des »Kurzstrecken«-Luftverkehrs werden daher nicht zuletzt unter dem Gesichtswinkel der Luftfahrzeugentwicklung zu betrachten sein. Das gilt für die soeben begonnene Umstellung auf neues Flugmaterial ebenso wie für die zahlreichen Bemühungen, auf neuen Wegen eine Lösung des Problems »Kurzstrecken«-Luftfahrzeug zu finden.

Sogenannte Senkrechtstarter werden sich im kommenden Jahrzehnt als ein Luftfahrzeugmaterial anbieten, das für den »Kurzstrecken«-Verkehr besonders geeignet sein könnte. Sie versprechen — anders als der ebenfalls senkrecht startende und landende Hubschrauber bisheriger Konzeption —, dem neuzeitlichen Normalflugzeug mit Strahltriebwerken an Geschwindigkeit annähernd gleichzukommen. Halten sie dieses Versprechen, so könnten sie dem europäischen Flugliniennetz, das seine Verbindungen zwischen den verschiedenen in- und ausländischen Flughäfen spannt, eine in mancher Hinsicht andere Gestalt geben. Für eine solche Aussicht wäre anzuführen, daß mehr als die Hälfte des innereuropäischen Linienluftverkehrs auf »Kurzstrecken«-Verbindungen abgewickelt wird. Es lohnt daher, den Möglichkeiten einer derartigen Entwicklung am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland (BRD) einmal nachzugehen.