

**ZEITSCHRIFT
FÜR
VERKEHRS-
WISSENSCHAFT**

INHALT DES HEFTES:

Luftverkehr und Energie Von Günther Becher, Lohmar	Seite 3
Strukturveränderungen der deutschen Binnenschiffahrtsflotte und deren Auswirkungen auf Reedereien und Partikuliere Von Gerd Schuh, Duisburg	Seite 38
Sensitivitätsanalyse einer Kriteriengewichtung bei der Bewertung von Auswirkungen mehrerer Planvarianten Von Wilhelm Leutzbach und Bernd-Michael Sahling, Karlsruhe	Seite 55
Buchbesprechung	Seite 67

Zuschriften für die Redaktion sind zu richten an
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22, 5000 Köln 41

Schriftleitung:
Prof. Dr. Herbert Baum
Seminar für Wirtschafts- und Finanzpolitik
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150, 4630 Bochum

Herstellung - Vertrieb - Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 4000 Düsseldorf 14
Telefon: (02 11) 67 30 56, Telex: 8 58 633 vvf

Einzelheft DM 18,50, Jahresabonnement DM 67,-
zuzüglich MwSt und Versandkosten.

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 7 vom 1. 1. 1978.

Erscheinungsweise: vierteljährlich.

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Luftverkehr und Energie

VON GÜNTHER BECHER, LOHMAR*)

V.st.a ✓
V.ps.a ✓

1. Zum Kontext des Energieproblems im Luftverkehr

Das Energieproblem, selbst wenn – wie im vorliegenden Fall – die Darstellung auf die Perspektive des international operierenden Luftverkehrs „eingengt“ wird, ist äußerst vielschichtig. Abhängigkeiten verschiedener Einflußfaktoren auf die Spezifika des Luftverkehrs sind von Wichtigkeit und daher in die Ausführungen einzubeziehen. Generell läßt sich folgendes feststellen:

- Das Energieproblem ist ein umfassendes Problem mit weltwirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen, betriebswirtschaftlichen als auch individualwirtschaftlichen Betrachtungsebenen. Darüber hinaus ist die Energiesituation natürlich nicht bloß ein ökonomisches, sondern in hohem Maße auch ein (macht-)politisches, ein technisches und ein ökologisches Problem¹⁾.
- Die Analyse der Energiesituation und der Versuch, Prognosen für die Zukunft abzuleiten, erfordert die Einbeziehung aller z. Z. relevanten Energieträger; es ist erforderlich, Substitutionseffekte zwischen den einzelnen Energieträgern und dabei die verstärkte Erschließung regenerativer Energieformen zu berücksichtigen.
- Unternehmungen, die dem tertiären Wirtschaftssektor (Dienstleistung, Transport, Verkehr) zuzuordnen sind, können Energiekosten allenfalls über die Effizienz der eingesetzten Menge – und dies verbunden mit z. T. hohen Investitionen – sowie durch eine selektive, optimierende Einkaufs- und Lagerpolitik beeinflussen. Das wichtigste Datum, der Preis, muß als exogene Determinante – und damit als nicht beeinflussbar – hingenommen werden, insbesondere deswegen, weil derartige Unternehmen nicht selten auf kurzfristig nicht substituierbare Energieträger festgelegt sind; im Falle des Luftverkehrs beträgt die Abhängigkeit 100 % bezogen auf den Einsatz von Mineralölprodukten.
- Zwar läßt sich der Einfluß von Treib-/und Betriebsstoffkosten auf die Kostenstruktur einer Luftverkehrsgesellschaft ohne weiteres separieren, für eine Beurteilung der Gesamtsituation der Luftverkehrsgesellschaften und für eine Erörterung möglicher Reaktionsmaßnahmen reicht eine solche Betrachtung jedoch nicht aus;

Anschrift des Verfassers:

Dr. Günther Becher
Mitglied des Vorstands
der Deutsche Lufthansa AG
Von-Gablenz-Str. 2–6
5000 Köln 21

*) Unter Mitarbeit von Herrn *Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Vieweg*, Alfter b. Bonn.
– Die Ausarbeitung repräsentiert den Stand Dezember 1982.

1) Vgl. *Lantzke, U.*, Energiewirtschaft – Perspektiven aus internationaler Sicht, in: *Rationalisierung*, Heft 10/11, 1981, S. 248.

die Mineralölpreisentwicklung ist in einem Zusammenhang mit der weltwirtschaftlichen Situation, die sie beeinflusst und von der sie wiederum rückbeeinflusst wird, in concreto mit der z. Z. bestehenden, weltweiten Rezession und ihren Konsequenzen sowie mit den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen zu sehen.

2. Die Energiesituation

2.1. Die Weltenergiesituation

Die Verfügbarkeitsbeschränkungen für Energie, die aus der Erschöpfung der geologischen Reserven resultieren, werden durch politische Restriktionen weiter verschärft. Die sich gegenwärtig vollziehende Neustrukturierung der Ölbezugswege²⁾ fördert die Störanfälligkeit der internationalen Ölmärkte und verschärft tendenziell die politischen Verfügbarkeitsrestriktionen für Mineralöl. Energieprobleme – nicht bloß bezogen auf den Mineralölbereich – sind deshalb nicht nur ins Spannungsfeld der Politik geraten, sondern sie bestimmen zunehmend selbst die Motivationen und Strategien der internationalen Machtpolitik³⁾. Mithin reduziert sich die Kalkulierbarkeit der Einflüsse, und Ungewißheit charakterisiert die Situation⁴⁾.

2.1.1. Die Energiesituation allgemein

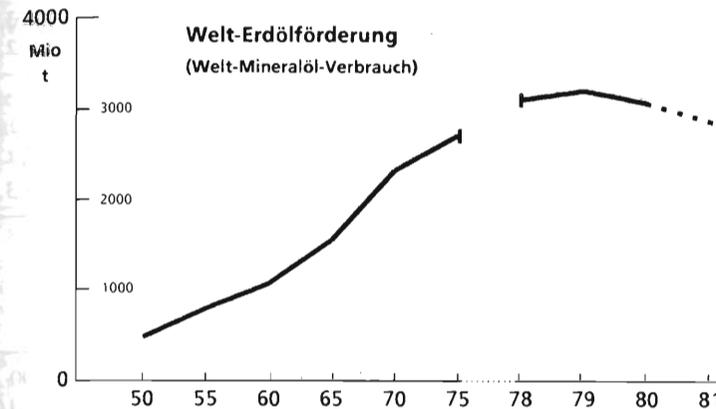
Von dem Gesamtweltenergieverbrauch 1979 in Höhe von ca. 8,8 Mrd. t SKE⁵⁾ (ohne regenerative Energie und Atomenergie) entfielen auf die Energieträger Mineralöl 46 %, auf Kohle 34 % und auf Erdgas 20 %⁶⁾.

Die Erdölförderung der gesamten Welt betrug 1981 2,86 Mrd. t (1980: 3,06/1979: 3,19), davon förderten die OPEC-Länder 1,1 Mrd. t (1,3/1,4). Rund ein Drittel (27 %) der Weltölförderung von 0,8 Mrd. t (0,9/1,1) entfällt auf den Nahen Osten, 609 Mio. t (603/586) auf die UdSSR, 477 Mio. t (482/479) auf die USA und rund 225 Mio. t (298/319) auf die afrikanischen Länder. Dieser Fördermenge steht ein Weltmineral-

- 2) Vgl. Pobl, H. G., Der Ölmarkt im Strukturwandel unter besonderer Berücksichtigung verkehrswirtschaftlicher Aspekte, in: Willeke, R. (Hrsg.), Bedingungen nachhaltiger Energiesicherung für den Verkehr, Düsseldorf 1980, S. 92 f. Während die Regierungen der Förderländer in 1970 ca. 6 % Eigentum am Rohöl hatten, waren dies in 1979 ca. 55 %. In diesem Ausmaß ist das Eigentum der Ölgesellschaften zurückgegangen. Siehe außerdem Bénard, A., World Oil and Cold Reality, in: Harvard Business Review, Nov. – Dez. 1980, wieder abgedruckt in: The McKinsey Quarterly, Herbst 1981, S. 30–47, hier S. 43 ff.
- 3) Vgl. Seidenfus, H. St., Energiewirtschaftlicher Strukturwandel und die Zukunft des Verkehrs, in: Vorträge und Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Heft 20, Göttingen 1980, S. 6.
- 4) Vgl. Schneider, H. K., Ungewisse Energie-Situation in Westeuropa, in: Gottlieb-Duttweiler Institut (Hrsg.), Kernenergie offen bilanziert. Brennpunkte (Bd. 4), Rüschlikon-Zürich 1976, S. 24.
- 5) 1 SKE (Steinkohleeinheit) = Energiegehalt von 1 kg Steinkohle = 7000 Kcal = 0,69 kg Öl
- 6) Vgl. Bund, K., Die Energieversorgung der Bundesrepublik in den achtziger Jahren. Internationale Aspekte – nationale Folgerungen, in: Brecht, C. et al. (Hrsg.), Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie 1980/81, Essen, S. 8.

ölverbrauch von 2,93 Mrd. t (3,02/3,16) gegenüber, wovon alleine ca. 26,3 % (26,7/27,6) die USA verbrauchten⁷⁾.

Abb. 1: Welterdölförderung 1950 – 1981



Quelle: Mineralölwirtschaftsverband, Jahresbericht 1981, a.a.O.

Die Steigerungen der Förder- und Verbrauchsmengen haben sich seit Beginn der 70er Jahre ganz deutlich verringert. Kurzfristig greifende Sparmaßnahmen⁸⁾ (ausgelöst durch die hohen Mineralölpreise) – und nicht zuletzt milde Winter – erklären diesen Trend. Ob und gegebenenfalls wie lange diese Tendenz andauern wird, steht dahin. Obwohl Energiepolitiker grundsätzlich nicht mehr von einem überraschungsfreien Szenario ausgehen können, ist es für die Orientierung bei der Konzeption energiepolitischer Maßnahmen unerlässlich, plausible Energieszenarien auch auf mittlere (bis zum Jahre 1990) und längere (bis zum Jahre 2000) Sicht zu entwerfen.

Mit Hilfe zweier Szenarien zeigt die IEA⁹⁾ entsprechend der aktuellen Erkenntnisse folgende weitere Entwicklung auf¹⁰⁾:

- 7) Mineralölwirtschaftsverband e. V., Arbeitsgemeinschaft Erdöl-Gewinnung und -Verarbeitung, Jahresbericht 1981, Hamburg 1981, S. T60 und T62.
- 8) Vgl. Lantzke, U., Energiewirtschaft . . . , a. a. O., S. 247.
- 9) IEA = Internationale Energie-Agentur, Paris. Die IEA wurde 1974 von den Industrieländern als Antwort auf die Ölkrise gegründet und umfaßt außer Frankreich, Finnland und Island alle OECD-Staaten; das entspricht ca. 80 % des Weltprimärenergieverbrauchs bzw. 70 % des Welterdölverbrauchs (jeweils ohne Planwirtschaftsländer).
- 10) IEA, World Energy Outlook II, Paris 1982, S. 24 und 44. (Der World Energy Outlook I wurde 1977 von der IEA veröffentlicht). Siehe außerdem: Lantzke, U., Energiewirtschaft . . . , a. a. O., S. 248. Siehe ferner die umfassende Analyse der Energiesituation in Stobough, R., Yergin, D. (Hrsg.), Energie-Report der Harvard Business School, Gütersloh 1980.

Tabelle 1: Prämissen des World Energy Outlook 1982, IEA

	1980 – 1985	1985 – 2000
<i>Szenario I</i>		
Steigender Öl-Preis/weniger Wachstum		
Öl-Preis, real	- 3,3 %	+ 3,0 %
Wirtschaftliches Wachstum	+ 2,4 %	+ 2,7 %
<i>Szenario II</i>		
Konstanter Öl-Preis/großes Wachstum		
Öl-Preis, real	- 3,9 %	+/- 0 %
Wirtschaftliches Wachstum	+ 2,6 %	+ 3,2 %

Quelle: IEA, World Energy Outlook 1982

Tabelle 2: Welt-Energieszenarien, Entwicklung 1980 – 2000

	1980	1985	1990	2000
		I/II	I/II	I/II
Nachfrage (in Mtoe ¹¹⁾)				
Primärenergie	3812	3930–3969	4269–4472	5089–5806
Endenergie	2670	2710–2739	2900–3038	3299–3762
davon für Transport in %	28,3	ca. 28,2	ca. 27	ca. 25
Angebot (in Mtoe)	3854	3930–3969	4269–4472	5089–5806
in % Öl	48,9	43,2/43,5	38,0/39,7	31,4/36,1
Gas	19,3	21,4/19,5	20,2/18,8	18,7/14,3
Kohle	21,3	22,2/22,2	24,6/24,2	29,2/30,0
Nuklear	3,8	7,6/7,7	10,0/10,0	11,2/10,7

Quelle: IEA, World Energy Outlook 1982

Die Bundesregierung rechnet bezogen auf die *Bundesrepublik Deutschland* mit nachstehendem Endenergieverbrauch¹²⁾:

11) Mtoe = Million tons of oil or equivalent; 1 toe = 7,57 barrels.

12) Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft, Energie-Programm der Bundesregierung. Dritte Fortschreibung vom 4. 11. 1981, S. 72 ff.

Tabelle 3: Energieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 1970 – 1995

	1970	1978	1985	1990	1995
Endenergieverbrauch in Mio t SKE	230,9	260,9	267 – 278	274 – 288	279 – 291
davon Verkehr in %	39,5	54,2	59 – 62	57 – 61	57 – 61
darunter Mineralölprodukte in Mio t SKE	131,1	152,0	132 – 139	125 – 130	117 – 123
in %	56,8	58,2	ca. 50	ca. 46	ca. 42

Quelle: Energie-Programm der Bundesregierung

Gemäß dieser beiden Zukunftseinschätzungen würde der Ölanteil am Energieverbrauch deutlich sinken. Erdöl könnte demzufolge in zunehmenden Maße für den Verkehrssektor¹³⁾ und für nicht-energetische Bereiche (z. B. Chemie/Pharmazie) reserviert werden.

2.1.2. Die Gestaltung des Energieangebots im Mineralölbereich

Aufgrund der 100%igen, auf absehbare Zeit bestehenbleibenden Abhängigkeit des Luftverkehrs vom Energieträger Mineralöl ist der Mineralölbereich für die Energiesituation im Luftverkehr von besonderer Relevanz. „Ölkrisen“ sind bisher weniger Mengen Krisen als vielmehr Preiskrisen („Ölpreisschock“) gewesen: dennoch gibt es eine Mengenkomponente. Die wesentlichsten Determinanten auf den Mineralölpreis sind in Abb. 2 schematisch zusammengestellt. Daraus wird u. a. die Rolle des Ölpreiskartells der OPEC¹⁴⁾ deutlich, die im Bewußtsein der starken Abhängigkeiten der Energiewirtschaften vom Mineralöl den Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage, insbesondere vermittels einer entsprechenden Preispolitik, steuert.

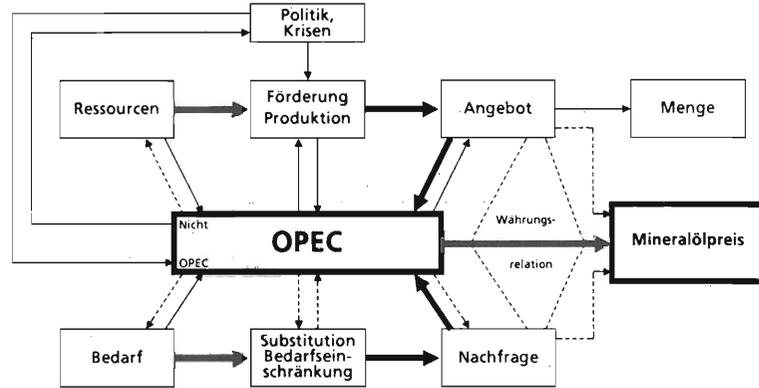
Die Erdöl-Weltmarktpreise auf der Basis ausgewählter OPEC-Staaten (mit ihren

13) Vgl. Forecasters Projecting Stabilizing Fuel Situation, in: Aviation Week & Space Technology, 3. November 1980, S. 63. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil (laut ICAO) nur 10–15 % des gesamten Rohöls technologisch für Kerosin verarbeitet werden können (ebenda S. 64).

ICAO = International Civil Aviation Organization. Sitz: Montreal, gegründet 1947, Staatenzusammenschluß in Sachen Luftverkehr.

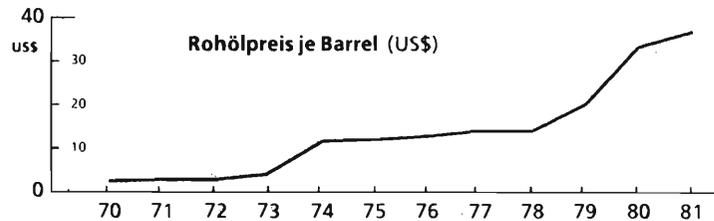
14) OPEC = Organization of Petroleum Exporting Countries (Algerien, Indonesien, Iran, Irak, Kuwait, Libyen, Nigeria, Oman, Qatar, Saudi-Arabien, Ver. Emirate, Venezuela, Ecuador, Gabun). 1981: 38,5 % der Welterdölförderung, ca. 60 % Weltölreserven.

Abb. 2: Determinanten des Mineralölpreises



Exportanteilen gewichtet) haben sich in US-\$ je Barrel¹⁵⁾ wie folgt entwickelt¹⁶⁾ (Jahresmittelwerte):

Abb. 3: Erdöl-Weltmarktpreise 1970 – 1981



Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1981

Zwischen dem 31. 12. 1978 und 31. 12. 1980 stieg der durchschnittliche Rohölpreis am Weltmarkt von 12,9 \$ pro Faß auf 32,0 \$ pro Faß, was einer Erhöhung von 148 % entspricht. Ende März 1981 lag der Preis pro Faß bei 35 \$, was einer weiteren Erhöhung von 9 % gleichkommt¹⁷⁾. Die Preissteigerungen wurden vollzogen, während zugleich der Ölverbrauch der Industrieländer zurückging (1979/80: - 8 %). Ein weiterer Rückgang des Ölverbrauchs in der ersten Jahreshälfte 1981¹⁸⁾ (IEA: minus 3 - 5 %) führte schließlich Mitte 1981 zu einem Angebotsüberhang am Welterdölmarkt, der nicht nur zu fallenden Spotmarktpreisen, sondern auch zu einer Rücknahme des offiziellen Ölverkaufspreises einer Reihe von Ölländern führte. Die Preise wurden im Juni 1981 von Ländern wie Mexiko, England und Norwegen um rund 4 \$ pro Faß gesenkt,

- 15) 1 U. S. Barrel (Petroleum) = 42 Gallonen = 158,97 Liter; 6,5 - 7,5 Barrel (je nach spezifischem Ölgewicht) = 1 Tonne.
- 16) Vgl. Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1981, Kapitel 12.4. Die Konversationsrate entspricht den ICAO-Umrechnungskursen.
- 17) Vgl. Lantzke, U., Energiewirtschaft . . . , a. a. O., S. 247.
- 18) Vgl. Welt-Erdölförderung im Abschwung, SHELL-Erdöl-Nachrichten (1/81), 8f. Außerdem: Bericht über die Versorgungslage bei Mineralöl, in: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung Bonn, BMWi (Hrsg.), Aktuelle Beiträge zur Wirtschafts- und Finanzpolitik, Tn Nr. 8082 vom 26. Mai 1981, S. 3-5.

während eine Reihe von meist kleineren Förderländern ihre Preise bereits vorher, u. a. durch den Wegfall von Prämien, gesenkt hatten¹⁹⁾. Die Ölpreisfront zeigte deutliche Anzeichen einer Destabilisierung; auch die OPEC-Länder verhielten sich uneinheitlich. Ende Oktober 1981 haben sich jedoch die OPEC-Mitglieder auf einen Grundpreis von 34 \$ je Barrel für den Zeitraum 1. 11. 1981 bis Ende 1982 geeinigt; Qualitätszu- und abschläge sind möglich, wodurch sich ein Preisband von 31,50 - 38 \$ pro Faß ergibt²⁰⁾. Nicht zuletzt wegen der Preisführerschaft der OPEC dürfte sich die Ölpreisentwicklung insgesamt auf dem genannten Niveau zunächst stabilisieren und eventuell leicht zurückentwickeln²¹⁾. Nicht zu berücksichtigen sind bei diesen Überlegungen preisbeeinflussende Entwicklungen, die sich aus Notständen einzelner Öl produzierender Länder ergeben können, wie z. B. Kriege (Iran/Irak) oder Staatsbankrotte oder Quasi-Bankrotte (z. B. Mexiko); derartige Einflußfaktoren sind kaum kalkulierbar.

2.2. Die Energiesituation im Luftverkehr

Bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland entfallen ca. 1,2 % des genannten Endenergieverbrauches auf den Luftverkehr²²⁾. Nach Angaben der ICAO beläuft sich der Verbrauch der zivilen Luftfahrt auf 4 % des gesamten Weltölverbrauchs²³⁾.

Der Energieverbrauch im Verkehrssektor verteilt sich auf die einzelnen Verkehrsträger wie folgt:

Tabelle 4: Energieverbrauch je Verkehrsträger

Verkehrsträger	USA ²⁴⁾	6 Westeurop. ²⁴⁾ Länder	BRD ²⁵⁾
Pkw	88,5	85,9	
Bus	0,7	5,1	86,6
Bahn	0,3	5,3	4,4
Binnenschifffahrt	-	-	2,5
Flugzeug	10,4	3,7	6,5
	100 %	100 %	100 %

Quellen: ADV und Darmstaedter et. al.

- 19) Vgl. Lantzke, U., Energiewirtschaft . . . , a. a. O., S. 247.
- 20) Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung, vom 31. 10. 1981, S. 1 sowie Die Welt, vom 31. 10. 1981, S. 1 und 3.
- 21) Siehe hierzu: Im Sog des Preisrutsches, in: Wirtschaftswoche (Nr. 50 vom 10. 12. 1982), S. 12 ff. sowie: Machtkampf in der OPEC, Frankfurter Allgemeine Zeitung, vom 21. 12. 1982, S. 7.
- 22) Vgl. Lissou, P., Energiesituation in der Bundesrepublik Deutschland, in: Willeke, R. (Hrsg.), Bedingungen nachhaltiger Energiesicherung . . . , a.a.O., S. 124, Kubne, M., Wolfram, U., Energieverbrauch im Personenverkehr der Bundesrepublik Deutschland in Gegenwart und Zukunft. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV), Stuttgart 1981, S. 9 ff. (Die Relation bezieht sich auf die Verbrauchsstruktur in 1978 und 1979.)
- 23) Vgl. Forecasters Projecting . . . , a.a.O., S. 64.
- 24) Nach Darmstaedter, Demkerley, Altmann, International Variations in Energy Use; Economy Impact 1979/4, zitiert nach Pohl, H. G., Der Ölmarkt im Strukturwandel . . . , a.a.O., S. 69.
- 25) Vgl. Kubne, M., Wolfram, U., Energieverbrauch im Personenverkehr . . . , a.a.O., S. 9.

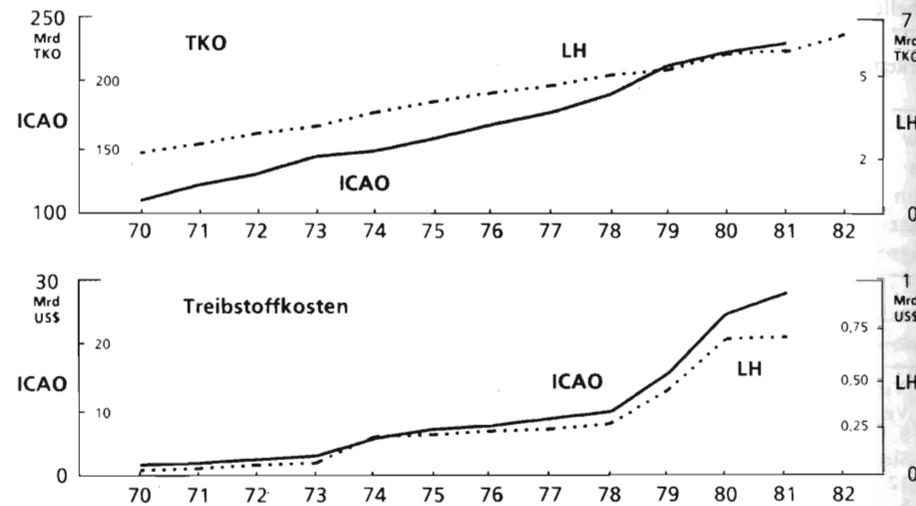
Zwar ist der prozentuale Anteil des Luftverkehrs am Energieverbrauch relativ gering, jedoch besteht eine vollständige Abhängigkeit des Luftverkehrs vom Mineralöl. Entwicklungen im Mineralölbereich sind direkt und in maßgeblicher Weise für den Luftverkehr relevant.

Für den zivilen Luftverkehr ist die Abhängigkeit vom Mineralöl deshalb besonders gravierend, weil sie nicht bloß technologisch begründet ist, sondern weil der Luftverkehr dem Preisgebaren der Ölförderländer völlig ausgesetzt ist. Der Treibstoff-Preis stellt eine exogene, nur in geringem Maße beeinflussbare Größe für eine jede Luftverkehrsgesellschaft dar²⁶⁾; selbst durch eine optimierende Einkaufspolitik läßt sich auf den abverlangten Preis kaum Einfluß nehmen; dies ist eine Funktion des relativ geringen auf den Luftverkehr entfallenden Verbrauchsanteils.

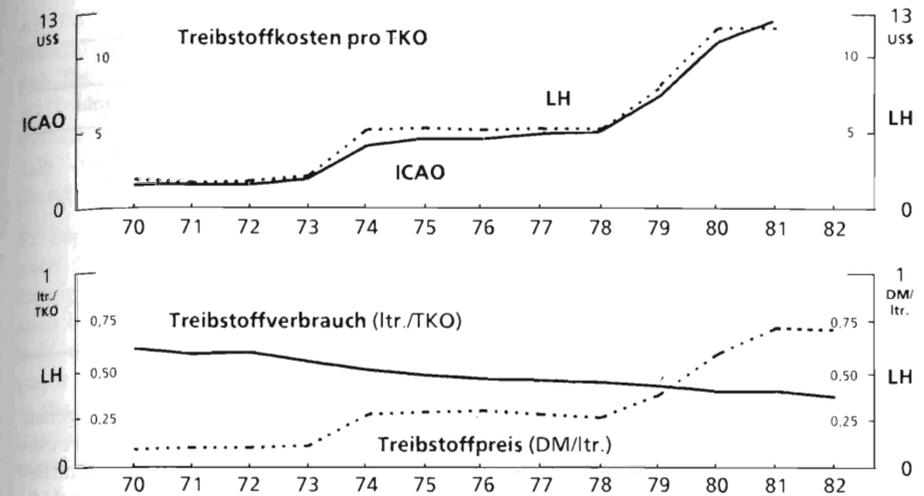
2.2.1. Die bisherige Entwicklung

Die bisherigen, unmittelbaren Auswirkungen der Entwicklungen im Mineralölbereich auf Kenngrößen des Luftverkehrs sind in den nachstehenden Diagrammen zusammen-

Abb. 4: Treibstoffsituation im Luftverkehr anhand von Kenngrößen



26) „The airlines are working hard on containing the costs they can control – today’s problem is that a very high proportion of the total cost burden is determined by outside forces.” Special Report: The 36th IATA Annual General Meeting, Part 1, in: Airline Newsletter, Chicago, 15 Nov. 1980, S. 370.
IATA = International Air Transport Association. Sitz: Montreal/Genf. Erstgründung 1919, neugegründet 1945. Zusammenschluß von 122 Luftverkehrsgesellschaften.



Quellen: ICAO und Deutsche Lufthansa AG

gefaßt²⁷⁾, wobei die TKO²⁸⁾-Entwicklung (ICAO, LH²⁹⁾) die Mengenbasis darstellt.

Die Kurvenverläufe lassen erkennen, daß trotz zurückgehendem Verbrauch aufgrund der Preisentwicklung die Kostenbelastungen der Luftverkehrsgesellschaften weiter zunehmen³⁰⁾ (s. auch Punkt 3.2.1 und Abb. 6).

2.2.2. Die derzeitige Situation

Infolge der aktuellen Nachfragesituation³¹⁾ und der jüngsten OPEC-Beschlüsse hielten sich die Treibstoff-Preise in 1981/1982 konstant bzw. waren leicht rückläufig. Während – bezogen auf US-Carrier – noch Preissteigerungen um rd. 3 % (Januar 1981) gegenüber dem Vormonat zu verzeichnen waren, konnten ab August 1981 vorübergehend leichte Preisrückgänge festgestellt werden³²⁾:

27) Die Daten entstammen diversen Berichtswerken der ICAO und der Deutschen Lufthansa AG. Weitere Daten, die auf eine Befragung von 46 national und international operierenden Luftverkehrsgesellschaften zurückgehen und die durch die Air Transport World durchgeführt worden ist, sind enthalten in: Special Survey Report: Fuel prices rose 30 % in 1980, are now 30 % of costs, in: Air Transport World, 4/81, S. 24 f.

28) TKO = Tonnen-Kilometres-Offered.

29) LH = (Airline designator) Deutsche Lufthansa AG

30) Vgl. Fuel Costs and sagging economics stifle airline traffic and profits, in: Air Transport World (5/81), S. 55: US-Domestic- und US-International-Trunks 1979/80: – 5,45 % Fuel-Verbrauch, + 54,4 % Fuel-Kosten.

31) Vgl. Demand Softening for Aviation Fuel (z. B. infolge des ‚Air traffic controllers walkout‘), in: Aviation Week & Space Technology, 9. Nov. 1981, S. 211.

32) Vgl. CAB-Charts: All Carrier Groups, Fuel Costs and Consumption, veröffentlicht jeweils in: Aviation Daily; September 1982: Rückgang gegenüber Vorjahresmonat um ca. 7 % (international).

Tabelle 5: Veränderung der Treibstoffpreise für US-Gesellschaften

	Änderung zum Vormonat in %	
	domestic	international
Januar 81	4,03	2,74
Mai 81	0,03	0,05
August 81	- 0,33	- 0,01
Dezember 81	- 0,04	- 0,52
März 82	- 1,49	- 1,80
September 82	- 0,46	- 0,01
Oktober 82	+ 0,89	+ 0,93

Quelle: CAB-Charts

Nachhaltige Engpässe in der Jet-Treibstoff-Versorgung sind in den vergangenen 2 Jahren nicht aufgetreten. (Allenfalls sind Störungen lokaler und temporärer Art eingetreten, z. B. in Karthoum und in Sydney infolge von Streiks.) Die U.S.-Gesamtbestände an Jet-Treibstoff lagen in diesem Zeitraum überwiegend über dem vom U.S. Department of Energy vorgegebenen „Average Range“ (35 – 40 Mio. Barrels); zum 12. November 1982 wurde ein Bestand von 41,1 Mio. Barrel registriert³³⁾.

Trotz der zur Zeit als unkritisch – weil insgesamt entspannter – anzusehenden Versorgungslage besteht latent das Risiko einer Betriebsgefährdung fort. Da die meisten Ölexportländer zu den politisch am wenigsten stabilen Regionen der Erde zu rechnen sind, kann selbst eine regional beschränkte Krise erhebliche Beeinträchtigungen auch für die Versorgung des Luftverkehrs mit Treibstoff hervorrufen.

Aufgrund der Preissituation und aufgrund der unsicheren Versorgungslage steht der Luftverkehr insgesamt und jede einzelne Luftverkehrsgesellschaft unter erheblichem Kosten- und Anpassungsdruck. Insofern befindet sich das Luftverkehrssystem in einem oktroyierten Wandel. Ihn zu bewältigen, bieten sich für Luftverkehrsgesellschaften Chancen; entsprechende Anstrengungen werden unternommen (vgl. Kapitel 4). Ihn nicht zu bewältigen, kann zum wirtschaftlichen Ende der jeweiligen Gesellschaft führen.

2.2.3. Die zukünftige Entwicklung

Die genannten Instabilitäten bringen für solche Prognosen, die eng an die zukünftige Entwicklung im Mineralölbereich gebunden sind, besondere Unsicherheit mit sich. Dennoch ist es unerlässlich, entsprechende (strategische) Leitlinien zu entwickeln. Voraussetzung dazu sind geeignete Szenarien. Beispiele für solche Szenarien, die die Gesamtenergiesituation zum Gegenstand haben, wurden unter Punkt 2.1.1. (vgl. Tabellen 1 bis 3) wiedergegeben. Prognosen wären auf der Basis ähnlicher Szenarien zu generieren³⁴⁾. Mit dieser Methode arbeiten – soweit dies absehbar ist – auch die großen Mineralölgesellschaften.

33) Vgl. DOE Chart: Jet Fuel Stocks, wöchentlich in: Aviation Daily.

34) Bezüglich einer allgemeinen Zukunftsdarstellung siehe: Wilkinson, K. G., The World Air Transportation System in the Year 2000, in: Tech Air, Vol. 37, No. 7, Juli 1980, S. 1 – 4.

Als Folge einer verstärkten Inanspruchnahme anderer Energieträger wird der Welt-Mineralölverbrauch auf lange Sicht (tendenziell) abnehmen (lt. Exxon 5 Mio. Barrels pro Tag weniger als 1990/2000 als 1979³⁵⁾). Durch die Nichtsubstituierbarkeit von Jet-Treibstoff im Luftverkehr wird dagegen der Anteil an Mineralöl, das zu Flugzeugtreibstoff verarbeitet wird, steigen³⁶⁾. Verschiedene Treibstoffhersteller erblicken deshalb im Jet-Treibstoff-Markt langfristig einen Wachstumsmarkt³⁷⁾. Dementsprechend ist das Interesse der Mineralölgesellschaften für diesen Produktionsbereich.

Es liegt auf der Hand, daß neben den Ölförderländern bei spezialisierten Märkten auch Treibstoffhersteller einen maßgeblichen Einfluß – sogar gelegentlich unabhängig vom Ölpreis – auf die Treibstoffsituation im Luftverkehrsbereich haben und auch behalten. „One analyst, who asked not to be identified, agreed that prices should hold at current levels but discounted much chance of further reductions unless the major suppliers cut prices. I will not call them a cartel, but let's say the 'controllers' – the four or five oil companies that supply the bulk of the jet fuel – if they keep together, prices will stay where they are. If those 'controllers' break, however, you might see a major decline in jet fuel prices.“³⁸⁾

In einer Langfristprognose ermittelt die US-Energy Information Administration (Jahresbericht 1980 an den Kongreß) einen Rohölpreis von 41 \$ pro Faß für 1990 und von 50 \$ pro Faß für 2000. Auf dieser Grundlage wird für das Jahr 1995 ein Jet-Treibstoff-Preis von 1,45 \$ pro Gallone³⁹⁾ vorausgesagt⁴⁰⁾. – Ob diese Preisschätzungen Bestand haben werden, wird die nähere Zukunft zeigen⁴¹⁾.

Der Luftverkehr wird im betrachteten Zeitraum in hohem Maße störanfällig gegenüber auftretenden Versorgungsengpässen bleiben, wenn auch – in klarem Bewußtsein der Lage – erhebliche Anstrengungen unternommen wurden und werden, um die Krisenanfälligkeit einzugrenzen und um Kosteneffekte zu kompensieren. Viele der einschlägigen Zukunftskonzepte lassen sich allerdings – wegen des erforderlichen Entwicklungsvorlaufs und des Investitionsumfangs – erst in den kommenden Jahren implementieren und werden demzufolge erst in der weiteren Zukunft Wirkung zeigen.

3. Auswirkungen der Energiesituation auf den Luftverkehr

Luftverkehrsgesellschaften sind als Dienstleistungsunternehmen dem tertiären Wirtschaftssektor zuzurechnen, so daß Preissteigerungen in einem Primärwirtschaftsbereich den Luftverkehrsbereich zwar in der Wirkung direkt, wenn auch erst nach mehrfachem

35) Vgl. Demand Softening . . . , a. a. O., S. 213.

36) Vgl. Forecasters Projecting . . . , a. a. O., S. 63f.: „It is conceivable that civil aviation fuel needs, towards the end of the century, may reach a level which represents more than 10 to 15 % of total oil supply, an official of ICAO said.“

37) Demand Softening . . . , a. a. O., S. 213.

38) Fuel Prices Expected to Hold Through 1981, Perhaps Longer, in: Aviation Daily, 29. Mai 1981, S. 154.

39) 1 Gallone = 3,785 Liter; 42 Gallonen = 1 Barrel.

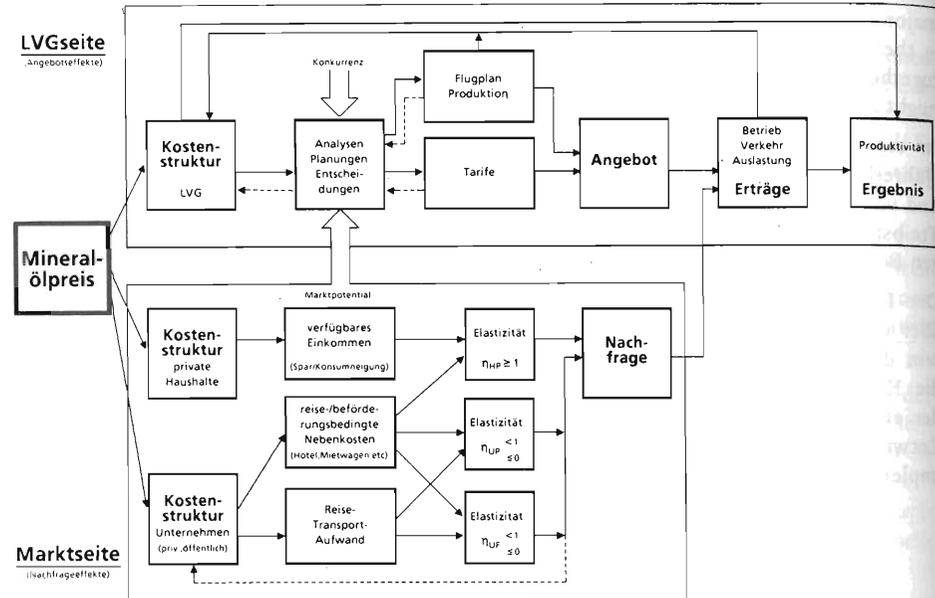
40) Vgl. Demand Softening . . . , a. a. O., S. 213.

41) Vgl. Demand Softening . . . , a. a. O., S. 213 (1980/85: –18 %).

Weiterwälzen der Preissteigerung erreichen. Dies ist ein wesentlicher Zusammenhang, der den speziellen Markt kennzeichnet, in dem die Lufttransport-Dienstleistung erbracht wird. Mineralölpreisveränderungen induzieren ein entsprechendes Verhalten bei den Leistungsnachfragern und wirken desweiteren über die Kostenstrukturen der Luftverkehrsgesellschaften auch auf deren Verhalten gegenüber der Konkurrenz im Markt.

Nachstehende Abb. 5 zeigt schematisch die relevanten Wirkzusammenhänge, die ausgehend von dem Mineralölpreis (vgl. Abb. 2) die Luftverkehrsgesellschaften sowie den dazugehörigen Markt beeinflussen.

Abb. 5: Auswirkungen des Mineralölpreises auf die Luftverkehrsgesellschaften und den Luftverkehrsmarkt.



3.1. Auswirkungen auf die für den Luftverkehr relevanten Umweltsegmente

Der Mineralölpreis tangiert aufgrund der Ölabhängigkeit der Industrienationen – unterschiedlich stark – alle Wirtschaftssubjekte, die Luftverkehrsgesellschaften jedoch im besonderen Maße. Die Mineralölsituation wirkt – subsumiert als ‚Angeboteffekte‘ (vgl. Punkt 3.2.1.) – zum einen auf die Verfügbarkeit und die Preise der Produktionsfaktoren, die zur Bereitstellung der Luftverkehrsdienstleistung einzusetzen sind, und – bezeichnet als ‚Nachfrageeffekte‘ – zum anderen auf das Verhalten der Dienstleistungsnachfrager.

Abb. 5 teilt die am Markt Luftverkehrsdienstleistungen nachfragenden Einheiten grob in ‚private Haushalte‘ und (private, öffentliche) ‚Unternehmen‘ auf, weil diese

beiden Bereiche der zu bedienenden Nachfrage unterschiedliche Nachfrageelastizitäten und demzufolge ein verschiedenes Nachfrageverhalten aufweisen⁴²⁾.

Für die Reiseneigung im Privatreisebereich (Touristik, Besuche von Angehörigen, ethnischer Verkehr, Veranstaltungen etc.) ist das verfügbare Einkommen in Verbindung mit der allgemeinen Spar-/Konsumquote maßgeblich. Außerdem wird die eventuell zu treffende Reiseentscheidung durch ‚reise-/beförderungsbedingte Nebenkosten‘ (Hotelkosten, Preissituation am Reiseort, Währungsrelation, Kosten der Zu-/Abbringer sowie der Fahrten am Reiseort, evtl. Mietwagen etc.) stark beeinflusst. Die angeführten Parameter ‚verfügbares Einkommen‘ und ‚reise-/beförderungsbedingte Nebenkosten‘ sind in Relation zum Gesamtreiseaufwand zu sehen, von dem wiederum die jeweils aktuellen Beförderungstarife eine wesentliche reiseneisende Komponente darstellen. Die aufgeführten Entscheidungsparameter inklusive der Beförderungskosten (Tarife) sind sämtlich Funktionen der Mineralölpreisentwicklung, dies macht den Einfluß des Mineralölpreises auf das private Reisenachfrageverhalten deutlich.

Obwohl in den meisten Industrienationen die jährliche Urlaubsreise in vielen privaten Haushalten (noch) als Besitzstandskomponente aufgefaßt wird, ist man hinsichtlich des Reiseziels, des zu verwendenden Verkehrsmittels und der Reisedauer in hohem Umfang flexibel. Insofern ist die Privatreisenachfrage als (preis-)elastisch anzusehen. Diese elastische Reaktion des Privatreisennachfragers ist mitbestimmend für die tendenziell rückläufigen Zuwächse der Nachfrage; diese Entwicklung hat sich in 1982 fortgesetzt.

Tabelle 6: Entwicklung der Privatreisenachfrage

	1971/73	73/75	75/77	77/79	79/81
Passage ⁴³⁾ Privatreisenachfrage (Mengensteigerung in %)	+ 40,7	- 8,8	+ 9,8	+ 37,5	+ 6,0

Quelle: Deutsche Lufthansa AG

Nahezu alle Aufwandsarten (und Ertragsarten) privater oder öffentlicher Unternehmen und Institutionen stehen unter dem Einfluß des Mineralölpreises. Lediglich bezüglich der Mittelbarkeit und des Ausmaßes der Einwirkung gibt es branchenabhängig, standortabhängig sowie in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße, der Organisationsstruktur etc. Unterschiede. Diese allgemeine Feststellung gilt im Be-

42) Bezogen auf die Passageseite teilt sich 1981 die Linienluftverkehrsnachfrage von/nach Deutschland in 45 % Privatreise- und 55 % Geschäftsreisenachfrage mit Steigerungsraten von durchschnittlich 6,6 % p. a. für den Privatreise- und von 5,2 % p. a. für den Geschäftsreisebereich ein (gem. Fluggastbefragung der Deutsche Lufthansa AG, hier Zeitraum 1971 – 1981). Auf den Frachtbereich (Fracht-TKT) entfallen 22,6% von der 1981 insgesamt weltweit erbrachten Transportleistung – 133,9 Mio TKT – (gem. ICAO Annual Report of the Council 1981, S. 3); TKT = ‚Ton-Kilometers transported‘.

43) Fluggastbefragungen der Deutsche Lufthansa AG bezogen auf den Linienverkehr von/nach der Bundesrepublik Deutschland.

sonderen für den Reise- und Transportaufwand sowie für die reise- und beförderungsbedingten Nebenkosten⁴⁴⁾. Die geschäftliche Reise- und Transportnachfrage verhält sich bei Preissteigerungen normalerweise im wesentlichen unelastisch, weil die Unternehmen zum einen die Notwendigkeit ihrer Reisen und Transporte anders als der Privatreisende veranschlagen und zum anderen weil die Unternehmen grundsätzlich über die Möglichkeit verfügen, ihre Aufwandssteigerungen über die Preise an ihre Abnehmer weiterzugeben (sofern dies der jeweilige Markt toleriert).

Tabelle 7: Entwicklung der Geschäftsreise- und Frachtnachfrage

	1971/73	73/75	75/77	77/79	79/81
Passage ⁴³⁾					
Geschäftsreisenauffrage (Mengensteigerung in %)	+ 3,1	+ 17,6	+ 15,4	+ 18,9	- 0,4
Fracht ⁴⁵⁾					
(Mengensteigerung in %)	+ 11,0	+ 2,9	+ 7,4	+ 4,2	+ 0,4

Quelle: ICAO und Deutsche Lufthansa AG.

Das beschriebene, für die Privatnachfrage und für die geschäftliche Nachfrage typische Verhalten scheint gerade in neuerer Zeit allerdings nicht länger Bestand zu haben. Im Privatreisebereich bleibt infolge der Luftverkehrskonkurrenzsituation mit den angebotenen Billigtarifen eine Flugreise auch weiterhin für breite Nachfragebereiche erschwinglich (Ergebnis: geringere Preis-Elastizität), während der Geschäftsreisenauffrage-Sektor verstärkt die Effizienz seiner Reisen (Kosten-Nutzen-Relation), zumindest soweit die Beförderungsklasse (First Class, Business Class etc.) betroffen ist, kritisch überprüft (Ergebnis: höhere Preis-Elastizität). Es scheint sich auch wachsend – wenn auch noch in geringem Umfang – eine wechselseitige Beeinflussung von Reisen und kommunikative Medien zu entwickeln.

Dennoch wird trotz der (mineralölpreisbedingten) Preissteigerung und der sich zunehmend anbietenden Substitutionsmöglichkeiten auf Dauer ein erheblicher Geschäftsreisbedarf („absolut unelastischer“ Nachfrageanteil) verbleiben.

3.2. Auswirkung auf die Luftverkehrsgesellschaften

Die Auswirkungen der Mineralölpreisentwicklung auf die Luftverkehrsgesellschaften sind zum einen in Auswirkungen auf jede einzelne Luftverkehrsgesellschaft und zum anderen in solche auf das Verhalten der markt beteiligten Luftverkehrsgesellschaften zueinander zu unterscheiden.

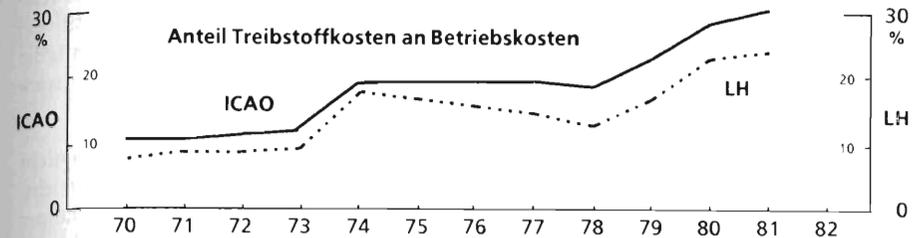
44) Natürlich beeinflussen auch Unternehmungen aufgrund ihrer speziellen Aufwands- und Ertragsstruktur die sog. „reise- und beförderungsbedingten Nebenkosten“ sowohl für den Privatreisenden als auch für den Geschäftsreisenden- und Frachtbereich.

45) Vgl. ICAO Annual Report of the Council 1981, S. 3.

3.2.1. Auswirkungen auf eine einzelne Luftverkehrsgesellschaft

Die Treibstoffkosten (allgemeiner: Aufwand an Betriebsstoffen) der Luftverkehrsgesellschaften haben in ihrem Anteil an den jeweiligen Betriebskosten erheblich zugenommen (s. Abb. 6; vgl. auch Abb. 4).

Abb. 6: Anteil Treibstoffkosten an Betriebskosten

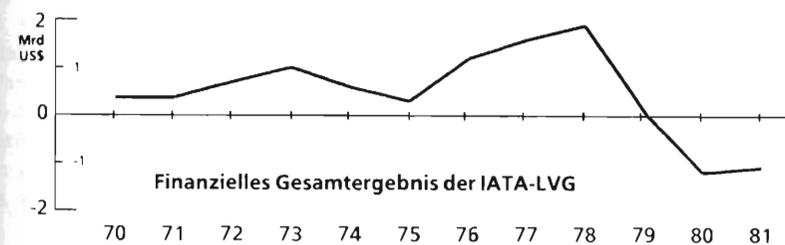


Quellen: ICAO und Deutsche Lufthansa AG

Bei den einzelnen Luftverkehrsgesellschaften ist in weniger als 10 Jahren der Anteil der Treibstoffkosten an den Gesamtbetriebskosten von ca. 8% auf 25 oder mehr Prozent gestiegen; dies ist eine drastische Veränderung der jeweiligen Kostenstruktur. Erhebliche Anpassungsmaßnahmen und Kompensationen sind angesichts derartiger Einwirkungen unerlässlich.

Der hohe und steigende Anteil der Treibstoffkosten an den Gesamtbetriebskosten wirkt sich natürlich auch auf das Betriebsergebnis aus, da ertragsseitige Gegensteuerungen nur mit zeitlicher Verzögerung greifen. So sind in den Jahren 1974 mit -33,7% und 1979 mit -76,3% gegenüber dem jeweiligen Vorjahr besonders gravierende Betriebsergebnisverringierungen entstanden⁴⁶⁾. Insbesondere die Ölpreissteigerung in den Jahren 1979/80 („Ölkrise“) hat zu hohen Verlusten geführt. Die IATA berichtet im einzelnen die in Abb. 7 veranschaulichten Verkehrsergebnisse⁴⁷⁾.

Abb. 7: IATA-Verkehrsergebnisse



Quelle: IATA

46) Siehe hierzu Aviation Report, No. 3067 vom 27. Okt. 1981, S. 3.

47) Vgl. IATA, State of the Industry, Annual Report, Part 1, versch. Jg. Gesamtergebnisse (vor Zinsen, vor Steuern), Gesamtverkehr. LVG = Luftverkehrsgesellschaft.

3.2.2. Auswirkungen auf das Marktverhalten der Luftverkehrsgesellschaften

Vom Trend der treibstoffbedingten Kostenstruktur-Verschiebung sind alle Luftverkehrsgesellschaften gleichermaßen betroffen. Dennoch sind die Auswirkungen von Mineralölpreissteigerungen zwischen den einzelnen Luftverkehrsgesellschaften hinsichtlich der Höhe der Auswirkung und deren zeitlichem Eintreten unterschiedlich. Die wirtschaftliche Situation der Luftverkehrsgesellschaften wird – insbesondere in Relation zur Konkurrenz – permanent neu definiert. Je nach der Höhe eines relativen Vorteils gegenüber dem Wettbewerber wird versucht, diesen mit positivem Effekt auf die Marktstellung zu realisieren. Dies war im Prinzip immer der Fall, die Entwicklung des exogenen Kostenfaktors Treibstoff jedoch wirkt hier sehr stark akzentuierend und verschiebend.

Kritisch bei diesem Prozeß ist der Umstand, daß sich ein derartiger Wettbewerb nicht vor dem Hintergrund eines insgesamt tragfähigen wirtschaftlichen Polsters vollzieht, sondern daß sich für viele Luftverkehrsgesellschaften diese Vorgänge in der Nähe der Gewinnschwelle oder unter Gefährdung eines Gewinnausweises ereignen. Hierin und in der Tatsache, daß sich der Luftverkehr nur eingeschränkt den Regeln des freien Wettbewerbs entsprechend verhält, sondern aus volkswirtschaftlichen Gründen durch die öffentliche Hand gestützt wird (nicht so in den USA), dürfte auch der Grund liegen, weshalb – trotz vereinzelter existenzbedrohender und zerstörender Auseinandersetzungen (z. B. in den USA) – in Teilbereichen eine gewisse Solidarisierung der Luftverkehrsgesellschaften aufgekommen ist.

Insofern wird die von allgemeinen Liberalisierungsanstrengungen (z. B. US-Deregulation) ausgelöste Wettbewerbsintensivierung durch die Treibstoffsituation zunächst tendenziell unterstützt, aber infolge des für weite Teile der Branche renditegefährdenden Aspekts letztlich zu einer gewissen Zurückhaltung gegenüber einer umfassenden und nachhaltigen Verschärfung des Wettbewerbs führen.

4. Anpassungen im Bereich des Luftverkehrs an die Energiesituation

Die Energiesituation zwingt die Luftverkehrsgesellschaften zu bedeutenden Anpassungsanstrengungen. Hierbei ist sowohl das Luftverkehrssystem als Ganzes als auch jede einzelne Luftverkehrsgesellschaft für sich gefordert. Die Maßnahmen, die eine Luftverkehrsgesellschaft zur Verbesserung ihrer Lage ergreift, stellt zugleich einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz dar. In der Realisierung geeigneter Anpassungsmaßnahmen liegt somit eine Chance für jede Luftverkehrsgesellschaft. Das hohe Sicherheitsbedürfnis des gesamten Luftverkehrssystems sowie das finanzielle Risiko, das zur Bewältigung der treibstoffbedingten Probleme zu tragen erforderlich ist, verbieten übereilte und experimentell-riskante Aktivitäten (im Sinne eines ‚trial and error‘).

4.1. Die Energiesituation im Luftverkehr stabilisierende Momente

Anpassungen im Bereich des Luftverkehrs an die Energiesituation bedürfen nicht nur des Einsatzes umfänglicher Finanzmittel (vgl. Punkt 4.3.2.), sondern auch der Zeit.

Das Luftverkehrssystem ist nicht in der Lage – nicht zuletzt aufgrund technologischer Restriktionen – sich kurzfristig an die gegebene Energiesituation anzupassen. Obwohl durch den permanenten Verbrauch des nicht-regenerativen Energieträgers Mineralöl die Verknappung grundsätzlich fortschreitet, gibt es Einflüsse, die diesem Problem entgegenwirken.

4.1.1. Internationale Zusammenarbeit

Das Luftverkehrssystem ist mit seinen Energieproblemen eingebettet in die nämlichen Probleme der Gesamtwirtschaft. Insofern ist der Luftverkehr von allen einschlägigen Maßnahmen seitens internationaler/supranationaler Organisationen⁴⁸⁾ mitbetroffen und profitiert – meist mittelbar – von den Erfolgen derartiger übergreifender Maßnahmen.

Ein weiterer, die Mineralölpreisentwicklung stabilisierender Aspekt, der ebenfalls dem Luftverkehr zugute kommt, geht von den gegenseitigen und sich zur Zeit weiter intensivierenden wirtschaftlichen Abhängigkeiten zwischen den ölfördernden und den ölnachfragenden Staaten aus.

Alle Aktivitäten der ölnachfragenden Staaten sind verständlicherweise auf eine Entspannung der vorherrschenden Energiesituation ausgerichtet. Diese (energie-)politische Grundeinstellung ist auch für den Luftverkehr von Vorteil, ohne daß hierbei Institutionen des Luftverkehrs selbst unmittelbar in Erscheinung treten müssen. Hierdurch gewinnen die Luftverkehrsgesellschaften einen Teil der Zeit, die sie benötigen, um ihrerseits die erforderlichen energiesparenden Technologien und Verfahren zu implementieren.

4.1.2. Erschließung zusätzlicher Energiequellen

In dem Maße, wie es gelingt, Anteile des Mineralölverbrauches durch Beanspruchung zum Mineralöl alternativer Energieträger⁴⁹⁾ – insbesondere regenerativer Energien⁵⁰⁾ – zu substituieren, entschärft sich die Versorgungslage und auch die Preissituation für jene Verbraucher, die z. T. bis zu 100 % vom Mineralöl abhängig sind⁵¹⁾. Einen ähnlichen Effekt haben alle Bemühungen zur Steigerung des Wirkungsgrades bei der Energiewandlung (bessere Wärmekoppelung, verbesserte Isolation etc.).

4.1.3. Der Globalcharakter des Luftverkehrssystems

Bei der heute bestehenden Internationalität der Geschäftsverbindungen (wie auch des Tourismus) dürfte allseits ein Konsensus über die Notwendigkeit des internationalen Luftverkehrs vorliegen. Den Ölförderstaaten geht es mit ihrer Ölpolitik nicht um die Beeinträchtigung des Luftverkehrssystems. Aus der Perspektive der Öl-

48) Z. B. im Rahmen der EG, der IEA, der Weltbank. Ebenso UN-Konferenz über neue und erneuerbare Energiequellen, Nairobi, August 1981. Vgl. zur internationalen energiepolitischen Zusammenarbeit: Bundesministerium für Wirtschaft, Energieprogramm . . . , a. a. O., S. 64 ff.

49) Erdgas, Steinkohle/Braunkohle, Geowärme etc.

50) Sonnen-, Wind-, Gezeiten-, Bioenergie etc.

51) Insbesondere der Luftverkehr (vgl. allerdings unter Punkt 4.2.3.: alternative Flugkraftstoffe) und weite Bereiche der chemischen Industrie.

förderstaaten ist der Luftverkehr – trotz seiner absoluten Abhängigkeit vom Mineralöl – nur ein relativ kleiner Verbraucherbereich und stellt im übrigen für sie eine Notwendigkeit dar.

Solange nicht die unwahrscheinliche Situation eintritt, daß einzelne Ölförderstaaten ihrerseits – weitgehend autonom – weltweit operierende Luftverkehrsgesellschaften betreiben⁵²⁾, dürfte das Funktionieren eines internationalen Luftverkehrssystems – wie dem heutigen – gleichermaßen im Interesse der ölnachfragenden wie auch der ölproduzierenden Staaten liegen. Der sich in diesem gemeinsamen Interesse ausdrückende Grundkonsens wirkt ruinösen Einflüssen tendenziell entgegen, was keineswegs ausschließt, daß nicht einzelne Luftverkehrsgesellschaften doch in existenzbedrohende Schwierigkeiten geraten können oder gar gezwungen werden, aus dem Markt zu gehen.

4.2. Anpassungsmaßnahmen im Luftverkehrssystem

Zahlreiche Luftverkehrsgesellschaften haben umfangreiche Energie-/Treibstoff-Sparprogramme erstellt⁵³⁾. Diese Maßnahmenkataloge⁵⁴⁾ werden sodann unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit abgeprüft und einzelne Maßnahmen zur Realisierung angewiesen. Ansatzpunkte für konkrete Maßnahmen zur Treibstoffeinsparung sind wie folgt zu veranschlagen⁵⁵⁾:

- Modifikation in Dienst stehender Flugzeuge (bis zu 20 % weniger Treibstoff),
- neue Bordausrüstung (bis zu 15 % weniger Treibstoff),
- Leistungsdaten-Computer (bis zu 4 % weniger Treibstoff),
- verringerte Geschwindigkeit (– 3 %),
- bessere Routen und angepaßte Planung (– 3 %),
- hecklastige Beladung der Flugzeuge (– 2 %),
- präzises Instrumentenfliegen (– 2 %),
- neue Triebwerksschaufeln beim Motor CF6–50 (– 1,7 %),
- saubere Triebwerke (– 1 %).

Folgende Beispiele verdeutlichen die Größenordnungen der Einsparungen:

Ein Prozent Kraftstoffeinsparung bei einer Boeing 747 bedeutet einen um ca. 160 000

- 52) Es gibt allerdings Anzeichen dafür, daß ölproduzierende Staaten ihre Luftverkehrsgesellschaften treibstoffkostenmäßig wesentlich besser stellen und damit deren Wettbewerbssituation erheblich verbessern.
- 53) Siehe Voigt, J., Clasen, M., Was kann eine Luftverkehrsgesellschaft tun, um auf dem Treibstoffsektor zu sparen? in: Internationales Verkehrswesen, 34. Jg. (2/1982), S. 84 – 88.
- 54) Z. B. IATA, Report of special FLOPAC (Flight Operations Advisory Committee) on fuel economics, Vancouver 1981 (DOC. GEN 2721); enthält alle von der IATA als relevant erachteten Einsparungsmaßnahmen und diente als Diskussionsgrundlage für die IATA-Veranstaltung „Aviation technology in the 80's“ vom 1. – 4. Dezember 1981 in Montreal. Beispielfhaft seien ferner interne Arbeitspapiere – überwiegend Maßnahmenkataloge, die sich an das Cockpitpersonal wenden – der folgenden Luftverkehrsgesellschaften zitiert:
- | | |
|------------------------------|--|
| <i>Air France:</i> | Economies de Carburant, Paris 1981 |
| <i>British Airways:</i> | Energy Savings with Today's Technology, (Stand 1980) |
| <i>Swissair:</i> | Fuel Saving Activities, Zürich 1981 |
| <i>Trans World Airlines:</i> | Fuel Conservations, New York 1980 |
| <i>Deutsche Lufthansa:</i> | s. z. B. unter Fußnote 53. |
- 55) Angaben nach Abraham, R., Vorstand Technik der Deutsche Lufthansa AG, publiziert unter Weichhammer, P., Titelthema: Treibstoffversorgung, in: Flug Revue, Heft 2, 1982, S. 12.

Gallonen geringeren Verbrauch pro Jahr. Ein um 1 Prozent reduzierter Verbrauch bei der *Lufthansa* spart ca. 17 Mio. DM jährlich⁵⁶⁾. Die umseitige Zusammenstellung in Tab. 8 gibt gegenüber obiger Auflistung von Möglichkeiten zur Teibstoffeinsparung einen einführenden Überblick darüber, welche Maßnahmen seitens der Luftverkehrsgesellschaften aktuell tatsächlich angegangen werden⁵⁷⁾. Dabei sind die aufgeführten Nennungshäufigkeiten lediglich als Hinweise auf Maßnahmenschwerpunkte zu verstehen, da die Beantwortung derartiger Fragen wohl unter dem Kriterium zu verstehen ist, was überhaupt und was insbesondere unter Konkurrenz Gesichtspunkten publiziert werden kann.

Eine Gegenüberstellung der Maßnahmenliste aus Tab. 8 gegenüber den Einsparungsmöglichkeiten zeigt, daß sich die Luftverkehrsgesellschaften entsprechend den Einsparungsschwerpunkten anpassen. Gemäß dieser Aufstellung rangieren operationelle Maßnahmen (46,1 %) vor Optimierungen im Bereich technischer Maßnahmen (37,0 %), Verbesserungen im Bereich der Treibstoffversorgung und des Treibstoffverbrauchs (9,3 %) wurden vor Allgemeinen Maßnahmen (7,2 %) und vor angebotsbezogenen Anpassungen (0,5 %) genannt.

Eine nähere Betrachtung der Anpassungsaktivitäten läßt erkennen, daß die Kosten-Nutzen-Relation sowie die Fristigkeit der jeweiligen Maßnahmen ausschlaggebend für deren Realisierung ist. Keine der Maßnahmen darf die Sicherheit beeinträchtigen oder zu Wettbewerbsnachteilen (z. B. etwa durch Rücknahme der Service-Standards gegenüber der Konkurrenz) führen.

4.2.1. Treibstoffversorgung

Der Treibstoffbedarf einer Luftverkehrsgesellschaft fällt mit einer zeitlichen sowie räumlichen Verteilung (gemäß Flugplan) an; d. h. zu einem bestimmten Zeitpunkt sind an einem bestimmten Ort bestimmte Treibstoffmengen zur Verfügung zu stellen. Im Zuge der Streckenplanung wird zwar grob den Gegebenheiten des jeweils relevanten Treibstoffmarktes Rechnung getragen, für kurzfristige Anpassungen, die aufgrund der im Treibstoff-Geschäft Platz greifenden Dynamik induziert werden, sind Maßnahmen zur Treibstoffversorgung umzusetzen, die diese weitgehend von den Zwängen des Flugplans ablösen. Derartige Maßnahmen machen es unerlässlich, permanent den Treibstoffmarkt zu beobachten. Je nach der aktuellen Preisentwicklung sind zur Abdeckung des zeitlich und räumlich verteilten Treibstoffbedarfs jeweils optimierte Strategien des Treibstoffankaufs, der Treibstoffzwischenlagerung sowie der Flugzeugbetankung zu generieren. Bei der Optimierung der Flugzeugbetankung ist die erzielte Kostenminderung beim Treibstoff-Einkauf gegen die Kosten aus dem

56) Ebenda.

57) Synoptische Auswertung zweier Befragungsaktionen von verschiedenen Luftverkehrsgesellschaften über deren Maßnahmen zur Treibstoffeinsparung. Antworten veröffentlicht in: Special Survey Report: Fuel prices rose 30% . . . , a.a.O., S. 23 – 25 (42 Luftverkehrsgesellschaften) und: Who's Who in Engineering/Maintenance . . . Who's Doing What to Cut Energy Costs, in: Airline Executive, Nov. 1981, S. 32 – 44 (71 Luftverkehrsgesellschaften).

Tabelle 8: Treibstoffsparende Maßnahmen

Treibstoffsparende Maßnahmen	%	%	%	Rang
I. Operationelle Maßnahmen				
Geringerer APU Einsatz	11,8			1
Bodenbewegungen mit abgeschalteten Triebwerken	8,6			4
Schleppen der Flugzeuge am Boden	3,7			9
Weniger Reserve-Treibstoff	0,9			17
Regelprogramm zum Starten der Motoren	0,7			18
Verfahren an der Rampe	0,2			20
Beladungssteuerung	0,2	26,2		20
Steige-, Reise- und Sinkflugverfahren	10,2			3
Verminderte Geschwindigkeiten	3,9			8
Sichtflug	0,5			19
Weniger Gegenschub	0,2	14,8		20
Routenplanung/-vorbereitung	2,1			14
EDV-Flugplanung	1,6			15
Allg. operative Verfahren	1,4	5,1	46,1	16
II. Technische Optimierungen				
Gewichtsreduzierung	11,3			2
Aerodynamische Sauberkeit	5,1			6
Wartungsverfahren	3,2			10
Flottenmodernisierung/ Gerätemodifikation	2,5			12
Anzeigepräzision der Instrumente	0,5	22,7		19
Leistungsdatenrechner an Bord				5
Treibstoff-Optimierungsrechner	7,6	7,6		
Navigationsrechner				7
Triebwerksmodifikation/Austausch von Triebw.	4,4			16
Kontrolle des Motorenwirkungsgrades	1,4			18
Überwachung der Triebwerksleistung	0,7			18
Motorenwäsche	0,2	6,7	37,0	20
III. Versorgung und Verbrauch				
Treibstoff-Überwachungsrechner	3,2			10
Betankungssteuerung	2,5			12
Verfolgung des Verbrauchs je Flugzeug	1,4			16
Spot-Einkäufe/Lagerung	0,5			19
Preisverhandlungen, Abrechnung	0,5			19
Treibstoffmittransport	0,5			19
Wirtschaftl. Betankung	0,2			20
Treibstoffmengenoptimierung	0,2			20
Routenabhängige Fuel-Strategien	0,2	9,3	9,3	20
IV. Allgemeine Maßnahmen				
Einsparungsprogramme/Handbücher	3,0			11
Training des Bordpersonals	2,3			13
Einsparungskampagnen/-seminare	0,9			17
Häufigerer Einsatz von Flugsimulatoren in der Schulung	0,9	7,2	7,2	17
V. Angebotsseitige Maßnahmen				
Streichen gering ausgelasteter Flüge	0,2			20
Mehr Sitze je Flugzeug	0,2	0,5	0,5	20
(Nennungen insgesamt: 432)	100 %	100 %	100 %	

Quelle: Befragung von 113 Luftverkehrsgesellschaften (s. Zit. 57)

Treibstoff-Mehrverbrauch abzuwägen, der sich aus dem Mittransport erhöhter Treibstoffmengen ('fuel-freighting') ergibt.

Festzuhalten bleibt, daß sich das Treibstoffangebot aus der Sicht einer weltweit operierenden Luftverkehrsgesellschaft ungleich heterogener darstellt als z. B. das Kraftstoffangebot im Bereich des Personenindividualverkehrs. Diese Heterogenität gibt natürlich umgekehrt auch verschiedene Ansatzpunkte für geeignete Optimierungen, selbst wenn insbesondere die Liniengesellschaften aufgrund ihrer Flugplanbindung in vieler Hinsicht nicht kurzfristig disponibel sind.

Für die Erfassung und Aufbereitung der für Optimierungsmaßnahmen zur Treibstoffversorgung benötigten Informationen setzen viele Luftverkehrsgesellschaften die automatische Datenverarbeitung ein. Derartige Optimierungssysteme sind meist unter der Bezeichnung 'Treibstoff-Management-Systeme' (TMS) installiert oder befinden sich derzeit in der Implementierungsphase⁵⁸⁾.

Eine weitere Möglichkeit zur Einflußnahme auf die Angebotspreise und -mengen durch die Luftverkehrsgesellschaften besteht darin, sich mit anderen (interessengleichen) Luftverkehrsgesellschaften zusammenzuschließen und Treibstoffgesellschaften zu gründen und zu betreiben. So haben z. B. mit Standort Anchorage zur Zeit 15 internationale, Anchorage bedienende Luftverkehrsgesellschaften die *Anchorage Fueling and Service Company Ltd.* gegründet und betreiben gemeinsam die dortigen Treibstoffversorgungseinrichtungen. Die Luftverkehrsgesellschaften sind in der Relation ihrer auf Anchorage bezogenen Pro-Rata-Fuel-Verbräuche an der Gesellschaft beteiligt. Eine Amortisation der getätigten Investitionen ergibt sich für die einzelnen Luftverkehrsgesellschaften binnen ca. 2 - 3 Jahren. Ähnliche Projekte sind auch für andere Standorte in Gang gesetzt worden⁵⁹⁾.

Infolge einer sich etwa weiter verschärfenden Treibstoffsituation wäre es durchaus nicht ausgeschlossen, daß sich Luftverkehrsgesellschaften finanziell auch an der Treibstoff-Herstellung beteiligen und sich eventuell sogar im Bereich der Mineralölförderung unmittelbar engagieren. Allerdings dürften auch derartige Projekte nicht für einzelne Luftverkehrsgesellschaften finanzierbar sein.

4.2.2. Angebotsgestaltung

Wesentliche Komponenten, die das Dienstleistungs-/Transportangebot einer Luftverkehrsgesellschaft ausmachen, sind der Flugplan (Strecken, Zeitenlagen, Gerät), der Komfort und Service bei Verkauf, Abfertigung und an Bord sowie die Beförderungstarife.

In Anbetracht einer kritischen Treibstoffsituation ist jede Luftverkehrsgesellschaft noch mehr als bisher auf eine möglichst hohe Auslastung ihrer Dienste angewiesen, da der betreffende Break-Even-Sitz-/Nutzladefaktor sich aufgrund der anfallenden hohen Treibstoffkosten nach oben verschiebt.

58) Bei der *Deutschen Lufthansa AG* wird ab Ende 1982 ein Mini-Computer-System eingesetzt, das es bei einem Investitionsvolumen von ca. 850 TDM erlauben wird, pro Jahr voraussichtlich 2,5 Mio DM an Treibstoffkosten einzusparen.

59) *Japan Airlines* z. B. gründete zum 1. Nov. 1982 die *Pacific Fuel Trading Corp.* mit Sitz in Los Angeles. Siehe: *Aviation Daily*, 19. Okt. 1982, S. 262.

Der verkehrsoptimale Flugplan erhält eine erhöhte Bedeutung. Unwirtschaftliche oder infolge einer veränderten Kostenstruktur unwirtschaftlich gewordene Strecken sind aus dem Angebot zu eliminieren. Das gemäß Flugplan einzusetzende Gerät ist möglichst exakt auf die zu erwartende Nachfrage hin zu dimensionieren. Hiervon können auch kurzfristige Auswirkungen auf den jeweiligen Flottenbestand ausgehen. Insofern resultiert schließlich aus der angespannten Treibstoffsituation die Notwendigkeit zur kurzfristigen (z. B. monatlichen) Feststellung des Streckenerfolgs sowie zu einer flexibel reagierenden Unternehmensplanung. Diese Forderungen lassen sich organisatorisch nur mit Hilfe des Einsatzes der automatischen Datenverarbeitung erfüllen: monatliche Streckenergebnisrechnung sowie Timesharing-Unterstützung für Alternativ-Planungsrechnungen und Programmsimulationen.

Weitergehende Anstrengungen und Sorgfalt sind im kundenunmittelbaren Bereich notwendig, um die Auslastung des Fluggeräts auf dem erforderlich hohen Niveau zu erhalten. Der Komfort an Bord, der sich u. a. in der Sitzqualität ausdrückt, stellt ein maßgebliches Verkaufsargument dar und hat somit Einfluß auf die Auslastung der Verkehrsdienste. Durch eine neue Bestuhlung der Flugzeuge kann neben der Steigerung der Sitzqualität (z. B. Breite der Sitze, Sitzabstand) bei Ausstattung mit leichteren Stühlen auch treibstoffsparend das Flugzeuggewicht reduziert werden.

In den Beförderungstarifen als weitere wesentliche Angebotskomponente äußert sich besonders drastisch das wirtschaftliche Problem, dem die Luftverkehrsgesellschaften infolge der explosionsartig gestiegenen Treibstoffkosten ausgesetzt sind. Einerseits sind die Luftverkehrsgesellschaften darauf angewiesen, möglichst hohe Tarife am Markt durchzusetzen, um über gesteigerte Durchschnittserträge die Kostendeckung anzustreben, und andererseits soll die Konkurrenzfähigkeit – ausgedrückt in Marktanteilen, Umsätzen und Ergebnissen – erhalten bleiben. Damit Tarifierhöhungen nicht negative Nachfrageeffekte singulär, d. h. in bezug auf eine einzelne Luftverkehrsgesellschaft hervorrufen, werden derartige tarifarische Veränderungen häufig durch die am jeweiligen Ort operierenden Gesellschaften oder im Rahmen der IATA konzertiert angestrebt. Die Abstimmungen erfolgen dabei in der Regel nicht im Detail, sondern die betreffenden Luftverkehrsgesellschaften verständigen sich nur über die Rahmen der aufgrund von Kostenschüben erforderlich gewordenen Tarifierhöhungen. Absprachen über geplante Tarifierhebungen erfolgen nur selten verbindlich. Deshalb geschieht es in einem Teilmarkt häufig, daß einzelne Luftverkehrsgesellschaften die abgestimmten neuen Tarife nur zögernd einführen, um auf diese Weise einen temporären Konkurrenzvorteil zu realisieren.

Die IATA hat im Mai 1981 einen neuen Mechanismus⁶⁰⁾ zur Anpassung der Tarife an Änderungen der Treibstoffpreise eingeführt. Die Mitglieder der *Traffic Conference* melden aus 26 Ländern der Erde, in denen sie Liniendienste durchführen, bestimmte Kosteninformationen an die IATA, aus denen sich regional/lokal der jeweilige Einfluß der Treibstoffkosten auf die Gesamtstreckenbetriebskosten ergibt. Solange die Steigerung der Gesamtstreckenbetriebskosten, soweit diese auf Treibstoffkostensteigerungen zurückzuführen sind, unter 1 Prozent liegt, erfolgt lediglich eine Fortschreibung der

60) Durch das Traffic Department: Resolution 018a und 018aa. Siehe in: IATA-Contact, No. 21, Mai 1981, S. 1, Punkt 2.

Daten auf die folgende Periode. Sobald jedoch diese Kenngröße die 1-Prozent-Marke überschreitet, . . . a conference can be called, subject to the approval of a majority of tariff coordinating members in a given area, and adjustments in tariffs negotiated for subsequent submission to government⁶¹⁾.

Im Jahr 1980 wurde das CAB durch das *International Air Transportation Competition Act* beauftragt, innerhalb von jeweils 60 Tagen den sog. Standard Foreign Fare Level (SFFL) abhängig von Kostenveränderungen stets neu zu adjustieren. Der SFFL (plus bestimmter Bandbreiten) definiert die mögliche Tarifsteigerung für solche Luftverkehrsgesellschaften, die die USA anfliegen. Aufgrund der in letzter Zeit nachgebenden Treibstoffpreise hatten sich auch die SFFLs zumindest für die Verkehrsgebiete Nordatlantik und Pazifik ermäßigt (Stand: Dez. 1982)⁶²⁾.

Eine besondere Problematik bezüglich treibstoffinduzierter Tarifierhebungen ergibt sich für die im Touristikverkehr tätigen Charterfluggesellschaften dadurch, daß Preisabschlüsse mit den Reiseveranstaltern eine längere Zeit vor dem Dienstleistungsergebnis – und mithin lange vor einer eventuell eintretenden Treibstoffpreiserhöhung – getätigt werden. Durch die Preisfestlegung mit dem genannten erheblichen zeitlichen Vorlauf sind eventuelle, sich unter Umständen sprungartig vollziehende Mineralölpreissteigerungen nur begrenzt antizipierbar. Dieses systemimmanente Problem der Charterer wiegt deshalb besonders schwer, weil der Anteil der Treibstoffkosten an den gesamten Streckenbetriebskosten bei Charterunternehmen extrem hoch ist (z. T. größer als 50 %). Gesetzlich zulässig ist in der *Bundesrepublik Deutschland* eine Weiterwälzung des Treibstoffkostenanstiegs nur dann, wenn sie 4 Monate vor Reiseantritt erfolgt⁶³⁾.

4.2.3. Technische Optimierungen

Angesichts der Bedeutung technischer Maßnahmen zur Verbesserung der Treibstoff-, d. h. der Kostensituation ist es evident, daß technische Neuerungen sich in erster Linie in technisch hochstehenden Ländern, d. h. in den Industrieländern und bei deren Luftverkehrsgesellschaften positiv auswirken. Dies bringt sehr wahrscheinlich die Konsequenz mit sich, daß sich auch auf diesem Felde der Abstand zwischen Industriestaaten und anderen, weniger industriell entwickelten Staaten vergrößert.

Möglichkeiten zu treibstoffsparenden, technischen Optimierungen gehen zum einen von der Luftfahrtindustrie, die sich – vereinfacht dargestellt – aus den Flugzeugherstellern, den Triebwerksherstellern und Electronic/Avionic-Herstellern zusammensetzt, und zum anderen von den einzelnen Luftverkehrsgesellschaften aus, die durch geeignete Modifikationen und Pflege der eingesetzten ‚Hardware‘ die Treibstoff-Effizienz weiter und zudem wettbewerbswirksam steigern können.

Der weitaus größte Kraftstoffspareffekt (rd. 80 %) liegt im Bereich sogenannter flottenpolitischer Maßnahmen, die im wesentlichen in der Anschaffung neuer Flugzeugmuster (einer neuen technologischen Generation), der verstärkten Umstellung auf Großraum-

61) Ebenda.

62) Siehe in: *Interavia Airletter*, No. 10, 155 vom 21. Dez. 1982, S. 5.

63) Gem. § 11, Nr. 1 AGB-Gesetz v. 9. 12. 1976.

flugerät und in dem Austausch kompletter Flottenteile gegen verbrauchsärmere Versionen des gleichen Typs liegen (z. B. Umtausch *Boeing 727-130* in *Boeing 727-230 advanced* oder *Boeing 737-130* in *Boeing 737-230 advanced* bei der *Deutsche Lufthansa AG* in den Jahren 1980-1982⁶⁴). - Maßnahmen, die die Flottenzusammensetzung verändern, sind mit Investitionen von beträchtlichem Ausmaß verbunden (vgl. im einzelnen Punkt 4.3.2.).

Die Flugzeughersteller - z. B. *Boeing*, *McDonnell Douglas*, *Lockheed* und *Airbus Industries* - stellen sich auf die flottenoptimierenden Notwendigkeiten der Luftverkehrsgesellschaften ein. Deshalb werden häufig Modifikationen an vorhandenen Gerätetypen und die Auflage neuer Flugzeugmuster in enger Kooperation mit den Luftverkehrsgesellschaften (sog. 'launching customers') konzipiert.

Im Vordergrund der Bemühungen der Flugzeughersteller steht die Treibstoff-Effizienz der neuen *Flugzeugtypen*⁶⁵). Dabei genügt es nicht, durch großes Gerät den Treibstoffverbrauch je Sitzplatz zu reduzieren. Dies trägt der sich ändernden Streckennetzstruktur vieler Luftverkehrsgesellschaften (durch z. B. Verdichtung von überregionalem Verkehr, Kurzstrecken-Shuttle) nicht Rechnung. Sinkende Auslastungen (infolge z. B. Abnahme der Gesamtnachfrage oder steigender konkurrierender Kapazitäten) läßt die Beschäftigung von großräumigen Flugzeugen lediglich in begrenztem Umfang zu⁶⁶).

Insofern kann die Größe eines Flugzeuges unter dem Aspekt der Treibstoff-Effizienz nur ein Parameter neben anderen sein⁶⁷). Hauptsächlich Ansatzpunkte für den Entwurf treibstoffsparender Flugzeuge liegen in der konsequenten Anwendung von Leichtbautechnik und Verbundmaterialien⁶⁸) sowie in einer besonderen aerodynamischen Gestaltung der Tragflügel mit hoher Streckung und niedrigem Profilwiderstand.

Durch Verwendung von Legierungen mit geringerem spezifischen Gewicht als die heute im Flugzeugbau verwendeten Materialien und durch den zunehmenden Einsatz von Verbundwerkstoffen werden sich ganz erhebliche Gewichtseinsparungen erzielen lassen.

64) Lufthansa und die Kraftstoffkrise - Gewinnsicherung durch moderne Technik, in: *Interavia*, 2/1981, S. 138/139.

65) Siehe *Tye, W.*, Civil aircraft design for fuel reduction, in: *Aeronautical Journal*, Vol. 85, No. 843 (April 1981), S. 134 - 142.

66) Hierzu steht nur scheinbar im Widerspruch, daß bei *Boeing* Pläne/Studien über eine *Boeing 747* 'full double-deck configuration' mit einer Kapazität für 600 - 800 Passagiere vorliegen, weil in den zurückliegenden Jahren 1977 - 81 bei den betreffenden Luftverkehrsgesellschaften eine beständig zunehmende ertragswirksame Nutzung des 'upper-deck' der *Boeing 747* beobachtet werden könnte. Vgl. *Boeing Aircraft Project Moves Forward*, in: *Aviation Week & Space Technology*, 9. Nov. 1981, S. 118 f.

67) Siehe hierzu ausführlich den Überblick über Zukunftskonzeptionen bei *Boeing*, *McDonnell-Douglas* und *Lockheed* in: Special Report: Fuel pressure on airline costs powers increased Boeing domination, in: *Air Transport World*, 3/81, S. 20 - 31. Ebenso Gesamtkonzeption von *Airbus Industries*. Vgl. hierzu z. B.: Mit Familienplanung will man Boeing Paroli bieten, in: *Fliegen*, März 1982, S. 34 f. Außerdem: Zukunftsmusik. Flugzeugtypen und Flugsysteme der zivilen Luftfahrt des 21. Jahrhunderts, Interview mit Lockheed-Präsident *Cortright*, in: *Flugrevue + Flugwelt*, 7/1981, S. 54 - 57.

68) Ein Verbundwerkstoff besteht aus einem Matrixwerkstoff (z. B. Epoxyharz), in den ein Verstärkungswerkstoff (z. B. Kohlenstoffaser, Borfaser) eingelagert ist. Diese Werkstoffe sind von hoher spezifischer Festigkeit und Elastizität, die sich abhängig von den Faseranteilen dimensionieren lassen.

sen⁶⁹). Ein aus Verbundwerkstoffen gefertigter *Boeing 737*-Stabilizer (Höhenleitwerk), der sich zur Zeit in der Flugerprobung befindet, ist 26 % leichter (und hat zudem - aufgrund mit dem neuen Werkstoff zusammenhängenden fertigungstechnischen Verbesserungen - 55 % weniger Bauteile und 60 % weniger Verbindungselemente)⁷⁰).

Im modernen Tragflächenbau geht es darum, die erkannten aerodynamischen Vorzüge des sog. 'transonischen Profils'⁷¹) mit treibstoffsparendem Effekt zu realisieren.

Das neue Profil ermöglicht eine geringere Pfeilung der Tragflächen bei größerer Dicke. Die geringere Pfeilung verbessert insbesondere die Langsamflugeigenschaften, wodurch speziell bei der Landung weniger Hochauftriebshilfen (Landeklappen) und weniger Triebwerksschub notwendig sind; hierdurch wird Treibstoff gespart und - übrigens - der Lärm verringert. Darüber hinaus wird infolge der geringeren Pfeilung und der größeren Dicke - und damit möglichen größeren Spannweiten - die 'Streckung'⁷²) der Tragfläche verbessert. Mit größerer Streckung steigt der Wirkungsgrad eines Flügels. Dies wird im wesentlichen dadurch bewirkt, daß der 'induzierte Widerstand', der durch die Randwirbel an den Flächenenden entsteht, bei weit auseinanderliegenden Flächenspitzen abnimmt.

Der 'induzierte Widerstand' läßt sich ebenfalls durch sogenannte Winglets verringern. Winglets sind hochgestellte Flächenenden⁷³), die jedoch den Nachteil haben, ein Torsionsmoment zu erzeugen, das die Fläche und damit das Profil verdreht. Die Winglets dürften allenfalls zur Nachrüstung bei Flugzeugen mit Flügeln niedriger Streckung interessant sein.

Weitere treibstoffsparende Verbesserungen der Tragfläche sind auf eine Verringerung der Reibungsverluste ausgerichtet. Trotz glatter, ungeteilter Oberfläche mit strömungsgünstigen Übergängen zwischen vorhandenen Teilen, gelingt es nicht, die Luftströmung an einer Tragfläche (an einem Flugzeug) laminar⁷⁴) zu halten. Die technische Lösung zur annähernden Erreichung einer idealen Laminarströmung besteht in einer sogenannten 'Grenzschichtabsaugung'. Realisierungen hierzu, die bei einem Langstreckenflug bis zu 40 % Kraftstoffeinsparung erwarten lassen, befinden sich derzeit in der Projektphase und dürften erst in den späten 90er Jahren erreicht sein.

Desweiteren ist vorgesehen, an den Tragflächen automatische Steuerelemente (sog. 'Wing Load Alleviation') einzusetzen, die die Flächenbelastung, verursacht durch Böen

69) Z. B. ca. im Jahre 1990: 15 - 20 % Gewichtseinsparung an Flugzeugstrukturteilen; dies entspräche einer Kraftstoffersparnis von 7 - 12 %. Vgl. *Lufthansa Flightcrew Info*, 5/81, S. 33.

70) Ebenda.

71) Das 'transonische Profil' ist für die Gestaltung der Tragfläche für größere Flugzeugmuster relevant. Vgl. auch *Welte, D., Birrenbach, R., Haberland, W.*, Wing Design for Light Aircraft with Improved Fuel Economy, in: *Zeitschrift für Flugwissenschaften und Weltraumforschung*, Bd. 5, Heft 5 (1981), S. 294 - 303.

72) Streckung = (Spannweite)²/Flügelfläche; Kennzahl für die aerodynamische Güte einer Tragfläche.

73) Die nach oben stehenden Seitenplatten eines Testflugzeuges (*McDonnell-Douglas KC-135*) waren 2,7 m hoch und wogen 70 kg. Die Treibstoffreduzierung wird mit 5 - 7 % angegeben. Siehe Einsparung von Treibstoff in der Luftfahrt, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, vom 10. 6. 1981; dort unter Bezugnahme auf „New Scientist“.

74) laminar = ohne Widerstände erzeugende Verwirbelungen.

oder Manöver, durch symmetrischen Ausschlag der Querruder begrenzt. Durch die Entlastung der Tragflügelstruktur wird es möglich, leichtere Flächen mit höherer Streckung zu bauen. Boeing rechnet durch den Einsatz derartiger 'Active Controls', die noch andere, künstliche (automatische) Stabilität schaffende Systeme einschließen, mit einer Treibstoffersparnis von 5–10 %⁷⁵⁾.

Weitere erhebliche Treibstoffeinsparungen werden aus der neuen Technologie eines 'All Electric Aircraft'⁷⁶⁾ erwartet. Hierunter wird ein Flugzeug verstanden, bei dem zur Signalübertragung und zur Betätigung der Steuerelemente, Klappen und der sekundären Systeme nur noch das Medium Elektrizität verwendet werden. Hierdurch könnte auf das komplette Hydrauliksystem eines Flugzeugs verzichtet werden; aus der betreffenden Gewichtseinsparung – bei einer *Lockheed* 1011: ca. 4000 lbs – resultiert die gewünschte Treibstoff-Einsparung.

Bei Flugzeugen der zukünftigen Generation werden der Schwerpunkt und der Auftriebspunkt nahe zusammengelegt, wodurch das Höhenleitwerk keinen vorne liegenden Schwerpunkt ausgleichen muß und damit kleiner und leichter ausgelegt werden kann. Das Fliegen eines i. d. S. 'destabilisierten' Flugzeuges setzt allerdings den Einsatz zuverlässiger Flugzeugführungs-Computer voraus⁷⁷⁾.

Die angesprochenen neuen technologischen Konzepte sind in der kommenden Flugzeuggeneration⁷⁸⁾ nur zum Teil bereits umgesetzt. Die Entwicklung zu einer gesteigerten Treibstoff-Effizienz geht beständig weiter. Dies gilt nicht nur für die Flugzeughersteller, sondern in gleicher Weise für die Hersteller von Triebwerken und Avionic-Systemen.

Im Hinblick auf die Senkung des Treibstoffverbrauchs verdienen die *Triebwerke*⁷⁹⁾ als die primären Verbraucher, besondere Beachtung. Das Ziel der technologischen Bemühungen besteht dabei in einer Erhöhung des Antriebs- sowie des thermischen Wirkungsgrades. Der Antriebswirkungsgrad läßt z. B. durch einen größeren Fan, durch eine herabgesetzte Fandrehzahl ('geared Fan')⁸⁰⁾ oder durch die Konzeption des sog. 'Prop-Fan'⁸¹⁾ steigern. Der thermische Wirkungsgrad kann durch höhere Betriebsdrucke und durch eine höhere Turbineneingangstemperatur verbessert werden. Hierfür sind geeignete Schaufelwerkstoffe einzusetzen (z. B. Keramik-, 'Single-Crystal'-Schaufeln⁸²⁾). Weitere Maßnahmen zur Verringerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs⁸³⁾ eines Triebwerks

75) Siehe in: Lufthansa Flightcrew Info, 5/81, S. 31 und Run-Out of New Technology Shifts Pressures to Management, in: Airline Executive, Nov. 1980, S. 36.

76) Cronin, M. J., The All-Electric Airplane – A new trend, in: Lockheed Horizons (81/82). Sowie in: Lufthansa Flightcrew Info 5/81, S. 32.

77) Kraftstoffeinsparung ist oberstes Entwicklungsziel, in: Frankfurter Rundschau, vom 20. 6. 81.

78) Special Report: Fuel pressure on airline costs . . . , a.a.O.

79) Für einen Überblick über die neueren Entwicklungen der großen Triebwerkshersteller siehe Fuel Efficiency Key to Engine Gains, in: Aviation Week & Space Technology, 3. Nov. 1980, S. 157 – 164 und Europeans Emphasize Fuel Efficiency, in: Aviation Week & Space Technology, 3. Nov. 1980, S. 165 – 171.

80) Siehe in: Lufthansa Flightcrew Info, 3/81, S. 27.

81) Vgl. Gunston, B., Erneutes Interesse am Propfan, in: Interavia, 6/1981, S. 586/587, Nittiäger, K., Eine neue Ära für den Propeller? in: Flugrevue, 6/1980, S. 40/41, Reik, B., Propellerumbauen – warum und wofür? in: Interavia, 12/1981, S. 1245 – 1247.

82) Das Triebwerk PW 2037 von Pratt & Whitney wird seit Anfang 1981 mit 'Single-Crystal'-Schaufeln ausgestattet.

83) SFC = Specific Fuel Consumption = Kraftstoffverbrauch pro Stunde und Lb Schub.

sind mit der Verbesserung der Aerodynamik der Schaufeln⁸⁴⁾ sowie mit der Reduzierung der Spaltverluste⁸⁵⁾ gegeben.

Gegenüber den Triebwerken der frühen 80er Jahre läßt der sog. E-Cube (NASA: Energy Efficient Engine) eine Verbesserung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs (SFC) von 3 – 4 % erwarten⁸⁶⁾. Für den Anfang der 90er Jahre kann demgegenüber mit einer Reduktion des SFC um ca. 10 % gerechnet werden⁸⁷⁾. Die Luftverkehrsgesellschaften sind bestrebt, sich auf dem Wege geeigneter Triebwerks-Umrüst-Programme die Vorteile der fortschreitenden Triebwerkstechnologie zu erschließen.

Die technologische Entwicklung der *elektronischen Ausrüstung* wird durch die fortschreitende Miniaturisierung elektronischer Bauteile und -einheiten möglich. Das Spektrum der Neuerungen reicht von einer neuen Instrumentierung (im Cockpit) infolge der Digitalisierung der Anzeigen und durch Mehrfunktionsanzeigen (unter Verwendung von CRTs⁸⁸⁾) bis hin zu komplexen Steuerungs- und Regeleinheiten bzw. kompletten Prozeßrechen-systemen (Flight Management Computer System, Navigationsrechner, Performance Management System).

Die Verwendung kompakter Instrumente führt zu einer treibstoffsparenden Gewichtsverringern und zum anderen wird durch Einsatz der neuen Avionic-Generation die Genauigkeit⁸⁹⁾ der Meß- und Anzeigeeinrichtungen erhöht, wodurch überhaupt erst ein konsequentes Fliegen in der Nähe des Betriebsoptimums möglich und die Verwendung von nachgelagerten Prozeßrechnern überhaupt erst sinnvoll wird.

Mit elektronischen Mitteln lassen sich treibstoffsparend⁹⁰⁾

- der Betriebszustand der Triebwerke optimieren,
- dem Piloten Navigationsunterstützung geben, um möglichst direkte Routen fliegen zu können,
- die Treibstoffzufuhr regulieren sowie
- 'Active Controls' (siehe weiter oben) realisieren.

Eine digitale Triebwerksregelung führt z. B. zu rd. 0,5 % Treibstoff-Ersparnis. Das komplette Potential der Einsparungsmöglichkeiten, die die Elektronik bietet, läßt sich allerdings nicht durch den isolierten Einsatz einzelner Bauteile/-gruppen sondern erst in ihrer Kombination zu einem integrierten Aircraft Management System erschließen⁹¹⁾.

84) Etwa durch das Drei-Wellen-Triebwerk von Rolls-Royce oder durch vom Betriebszustand abhängige Leitschaufelverstellung incl. elektronischer Regelung.

85) Z. B. durch 'Active Clearance Control'. Hierbei kühlt kalte Fan-Luft das Gehäuse vom linken Kompressor und der Hoch- und Niederdruckturbinen, wodurch das Gehäuse schrumpft und sich der Spalt zwischen den Schaufeln und dem Gehäuse verkleinert.

86) Run-Out of New Technology . . . , a.a.O., S. 38.

87) Siehe in: Lufthansa Flightcrew Info, 3/81, S. 28.

88) CRT = Cathode Ray Tube (Bildschirmmonitor).

89) Eine z. B. um 0,01 zu niedrige Machanzeige würde bei der Korrektur auf den Sollwert durch den Piloten einen erheblichen Treibstoffmehrerbrauch (je nach Flugzeugmuster 1,5 % (B 737) – 3,3 % (B 707)) hervorrufen. Siehe: Lufthansa und die Kraftstoffkrise, a.a.O., S. 139.

90) Vgl. Whitaker, R., Fuel savers in the cockpit, in: Flight International, 28. Februar 1981, S. 563 – 568.

91) Ebenda, S. 563.

Um ein Höchstmaß an Kraftstoffwirtschaftlichkeit zu erzielen, mußte das Management des vertikalen und des horizontalen Flugprofils – also die Navigation – in einem System zusammengeschlossen werden⁹²⁾. Ein solches System gestattet das ständige Vergleichen des Flugweges mit dem Flugplan, der im Rechner gespeichert ist, sowie das sofortige Erkennen von Abweichungen. Als bedeutendste Weiterentwicklung im Bereich der Flugmanagementsysteme ist die sog. ‚vierdimensionale Navigation‘ anzusehen, die den Flugplanungsparameter ‚Zeit‘ explizit in die Systemoptimierung einbezieht.

Von Lear Siegler⁹³⁾ werden folgende Einsparungswerte angegeben:

- genaueres Einhalten des vertikalen Flugprofils (i. w. durch Schubregelung): 2–7 % (Mittelzone: 3,5–4,5 %),
- genaueres Einhalten des horizontalen Flugprofils: ca. 2 %,
- Koppeln der Flugsteuerung (Nicklage): ca. 1 %,
- geringere Kraftstoffzuladung: 1 %.

Bordrechensysteme⁹⁴⁾ sparen nicht nur Treibstoff, sondern verlängern durch Herbeiführung optimaler Betriebszustände die Lebensdauer der aktiven Flugsysteme und tragen darüber hinaus dazu bei, Abläufe im Bereich der Flugsicherung zu vereinfachen⁹⁵⁾.

Eine weitere durch technologische Neuerungen grundsätzliche Möglichkeit des Luftverkehrs, sich an die Energiesituation anzupassen, besteht in der Entwicklung alternativer *Flugtreibstoffe*. Die angestrebte Substitution heutiger Treibstoffe soll insbesondere dazu führen, daß die vorhandene absolute Abhängigkeit des Luftverkehrs vom Mineralöl zumindest teilweise aufgehoben werden kann.

Als Basisstoffe für alternative Treibstoffe ist das sog. Synjet, das Flüssigmethan, der Flüssigalkohol und der Flüssigwasserstoff anzusehen⁹⁶⁾. Dabei scheint nach derzeitigem Erkenntniswissen vom Standpunkt der Kosten und der möglichst geringen Beeinträchtigung des derzeitigen Luftverkehrssystems das synthetische Flugkerosin (Synjet)⁹⁷⁾ favorisiert zu werden. Der Vorteil synthetischer Kraftstoffe besteht darin, daß diese nicht nur in den heutigen Flugzeugen ohne Umbauten eingesetzt werden können, sondern daß auch die vorhandene Infrastruktur zur Belieferung der Flughäfen, zur Lagerung und Verteilung des Kraftstoffs an die Betankungspunkte unverändert bleiben kann⁹⁸⁾. Gänzlich anders verhält sich dies bei z. B. Flüssigwasserstoff, der hinsichtlich Verfügbarkeit, Umweltfreundlichkeit und Energieausbeute als nahezu idealer Flugzeugkraftstoff ange-

92) Vgl. Bulloch, Chr., Kraftstoffsparen durch rechnergestütztes Flugmanagement, in: *Interavia* 11/1980, S. 1010 – 1012.

93) Ebenda, S. 1012.

94) Das Leistungsdaten- und Navigationssystem der neuen bei *Lufthansa* im Einsatz befindlichen *Boeing 727-230* verspricht eine Kraftstoffeinsparung von 3 – 4 %. Das Flugmanagement des *Airbus A 310* soll eine Einsparung von 3 % bringen. Vgl. *Lufthansa und die Kraftstoffkrise*, a.a.O., S. 139.

95) Vgl. Bulloch, Chr., Bordrechner sparen Kraftstoff und vereinfachen die Flugsicherung, in: *Interavia*, 3/1982, S. 251/252.

96) Vgl. Kern, Flugkraftstoffe der Zukunft und deren Alternativen, in: *OEL-Zeitschrift für die Mineralölwirtschaft*, August 1978, S. 224 – 228. Ferner: Bulloch, Chr., Alternativkraftstoffe Wann wird ihre Verwendung beginnen? in: *Interavia*, 7/1981, S. 715 – 717.

97) Synjet wird aus Mineralöl hergestellt, das einem festen Energieträger (z. B. Kohle, Ölschiefer) entzogen wird. Vgl. Bulloch, Chr., Alternativkraftstoffe . . . , a.a.O., S. 716.

98) Ebenda, S. 715.

sehen wird: für Flüssigwasserstoff wäre eine vollkommen neue Betankungsinfrastruktur zu schaffen⁹⁹⁾.

Für Flüssigwasserstoff sind z. B. hochvolumige Tanks erforderlich, was erhebliche Anforderungen an den Flugzeugbau stellt. Besondere Vorkehrungen für die Wartung und die Sicherheit derartiger Systeme, z. B. bei Tankleckagen in Flugzeugen sowie in Flughafenversorgungseinrichtungen, wären noch zu realisieren¹⁰⁰⁾. Entsprechende Studien und Versuche befinden sich in der Durchführung (*Lockheed*¹⁰¹⁾). „Much research remains to be done before liquid hydrogen can be used safely in aircraft and on the ground. Because of the industry's enormous investment in hydrocarbons, hydrogenfuelled aircraft are unlikely to be in regular service before the year 2010 – even if nuclear power stations can supply large quantities of liquid hydrogen at low cost. Nonetheless, the global availability of hydrogen and the demise of the hydrocarbons is likely to force its eventual use“¹⁰²⁾.

Andere Untersuchungen prüfen zur Zeit die Verwendbarkeit von Alkohol als alternativen Flugzeugtreibstoff; ein solches Projekt läuft z. B. unter der Regie des NAA¹⁰³⁾.

Ein prinzipielles Problem im Zusammenhang mit der Einführung neuer alternativer Flugzeugkraftstoffe besteht in der Internationalität des Luftverkehrs. Falls diese Internationalität nicht gefährdet sein soll, müssen alternative Treibstoffe nahezu gleicher Qualität in allen Staaten verfügbar gehalten werden, die sich am internationalen Luftverkehr beteiligen; hierzu wären international geltende Spezifikationen für Alternativkraftstoff zu definieren¹⁰⁴⁾.

Bis zur Realisierung des Einsatzes alternativer Flugbetriebsstoffe ist es ein langer Weg; er ist eher ein Erwartungshorizont als eine jetzt schon kalkulierbare Größe. Die eingetretene Energiesituation im Luftverkehr hat – wie oben skizziert – vielfache Impulse für technologische Neuerungen und Fortentwicklungen ausgelöst. Es ist selbstverständlich, daß ein derartiger technologischer Aufbruch auch einige *Exoten* hervorgebracht oder alte, überkommene Konzepte wieder neu aufgelegt hat. So gibt es Ideen zu Kurzstartflugzeugen, Riesenflugbooten und Hyperschallflugzeugen (Mach 5)¹⁰⁵⁾. Auch ist die Diskussion über Ballone und Luftschiffe wieder aktuell; ein besonders exotisches Gefährt stellt dabei der Van Dusen LTA 20, ein rollender und damit den sog. Magnus-Auftriebseffekt ausnutzender Heliumballon dar, der eine Lastengondel trägt¹⁰⁶⁾.

Die einzelnen Luftverkehrsgesellschaften sind in Ansehung der drängenden Probleme mit dem Blick auf das jetzt Notwendige bestrebt, zur Entlastung ihres Treibstoffkosten-

99) Vgl. Moxon, J., Fuels for the future, in: *Flight international*, vom 9. 5. 1981, S. 1301 – 1303, hier S. 1303.

100) Ebenda.

101) Ebenda.

102) Ebenda.

103) NAA = *National Aeronautic Association* (USA). Siehe hierzu in: *Aviation Daily*, vom 9. Juli 1981, S. 47.

104) Vgl. Bulloch, Chr., Alternativkraftstoffe . . . , a.a.O., S. 716. Moxon, J., Fuels for the future, a.a.O., S. 1301.

105) *Zukunfts-Musik*, . . . , a.a.O., S. 57.

106) Van Dusen rolls out airship, begins testing, in: *Aerospace Canada*, Winter 1982, S. 37. Ein rollender Ballon löst den Zeppelin ab, in: *Die Welt*, vom 3. Dez. 1981.

budgets die technologischen Innovationen, die die Luftfahrtindustrie jetzt schon hervorbringt, zu nutzen; hierzu sind z. T. umfängliche, längerfristig wirkende Neuinvestitionen erforderlich. Kurzfristiger wirksam und mit erheblich geringerem Investitionsaufwand verbunden sind dagegen technische Optimierungen am jeweiligen Flottenbestand. Zu diesen Optimierungsmaßnahmen zählt die Ersatzinstallation von vorhandenen Systemen, der Nacheinbau von neuen Systemen wie auch die Realisierung von Programmen zur systematischen Gewichtseinsparung (z. B. Flugzeuginterieur (Bestuhlung, Galley etc.), Außenlackierung). Neben derartigen Modifikationen am Fluggerät tragen die technischen Bereiche durch entsprechende Wartungsprogramme dafür Sorge, daß sich die Flugzeuge (z. B. Wirbel an der Außenkontur vermeiden, Waschfrequenz), die Triebwerke (Engine Performance Monitoring, Engine-Wash) und die Elektronik stets im optimalen technischen Zustand befinden. Abweichungen von diesem Optimum erhöhen den Kraftstoffverbrauch.

4.2.4. Operationelle Optimierungen

Operationelle Optimierungen betreffen alle treibstoffsparenden Anpassungen des Luftverkehrs, die sich auf die verkehrliche Abwicklung selbst beziehen. Operationelle Optimierungen in diesem Sinn umfassen die logistische Flughafengestaltung, die Abfertigung und den Bodenverkehr der Flugzeuge sowie alle Aspekte der treibstoffeffizienten Nutzung des Luftraums.

Nach Angaben von *Delta* und *Eastern Airlines* bewirkt der neue, im September 1981 eröffnete *Atlanta Hartsfield Airport* erhebliche Treibstoffeinsparungen¹⁰⁷⁾. Diese Einsparungen ergeben sich dadurch, daß der neue Terminalbereich zwischen zwei parallel verlaufende Start- und Landebahnen plaziert ist ('midfield complex'), was zu kürzeren Taxi-Zeiten führt¹⁰⁸⁾.

Grundsätzlich sollten Flughafenkapazitäten derart dimensioniert sein, daß dem Luftverkehr keine unproduktiven und dabei treibstoffineffizienten Engpaßsituationen entstehen¹⁰⁹⁾.

Eine treibstoffbewußte *Flugzeugabfertigung* ist im wesentlichen auf eine Gewichtsoptimierung aus. Dabei ist die nicht-zahlende Zuladung zu minimieren¹¹⁰⁾ und die gesamte Zuladung unter Trimmgesichtspunkten optimal im Flugzeug aufzuteilen. Eine Beladungsstrategie besteht darin, den Flugzeugschwerpunkt möglichst weit nach hinten und nahe an den Auftriebspunkt zu verlagern¹¹¹⁾.

107) *Delta*: 340 Starts pro Tag; Treibstoffeinsparung 50.000 gallons/Tag.
Eastern: 330 Starts pro Tag; Treibstoffeinsparung 312.000 gallons/Monat.
Vgl. *Woolsey, J.*, New Atlanta airport saving fuel via reduced taxi requirements, in: *Air Transport World*, 9/81, S. 60 – 62.

108) Vgl. ebenda, S. 60.

109) Diese Forderung gilt besonders für solche Flughäfen (in USA), die infolge von Deregulationseffekten ohnehin z. T. überlastet sind (z. B. Slot-Problem).

110) Z. B. mitgeführte Wasser- und Catering-Mengen in Abhängigkeit von Passagierzahlen, Treibstoff, Verzicht auf das Mitführen von Schwimmwesten bei Flügen, die ausschließlich über Land führen; vgl. *Victims of Airline Fuel Economies*, in: *International Herald Tribune*, vom 10. 4. 1981.

111) Z. B. Beladung der Flugzeuge mit Kraftstoff auf die hintere Schwerpunktlage, um den Trimmwiderstand zu verringern.

Während der Bodenzeiten sollte grundsätzlich die Energieversorgung der Flugzeugsysteme (z. B. für Klima, Beleuchtung) nicht durch das Bordaggregat (APU¹¹²⁾) sondern durch entsprechende Bodeneinrichtungen (GPU) erfolgen. Einer ATA-Studie zufolge amortisieren sich fest-installierte Ground Power Systems innerhalb weniger Jahre¹¹³⁾.

Nach Abschluß der Abfertigung sollten die Triebwerke erst gestartet werden, wenn auch ein unverzögertes *Taxiing*¹¹⁴⁾ absehbar ist. Das *Taxiing* wird von vielen Luftverkehrsgesellschaften mit noch nicht sämtlich gestarteten Triebwerken durchgeführt; erst kurz vor dem Start sind dann alle Motoren in Funktion. In vielen Fällen bewegen sich die Flugzeuge nicht aus eigener Kraft zum Start, sondern werden, zumindest einen Teil des Weges, dorthin geschleppt, so daß sich treibstoffineffiziente Bewegungen der Flugzeuge am Boden reduzieren.

Beim Startvorgang und bei der weiteren *Flugdurchführung* gibt es naturgemäß viele Ansatzpunkte treibstoffsparend zu operieren, z. B. die Möglichkeit einer Variation des Steigwinkels und der Fluggeschwindigkeit, sowie Methoden zur Entscheidung der wettermäßig günstigsten Route. Bei diesen Optimierungen ist der Einsatz moderner Computer-Systeme unverzichtbar.

Holding-Flüge sind unter dem Aspekt der Energiewirtschaftlichkeit des Luftverkehrs nach Möglichkeit zu vermeiden. Die *Flugsicherung* hat nicht nur auf die Aufgabe der Kollisionsverhütung, sondern hat den Verkehr so zu steuern, daß eine treibstoffeffiziente Nutzung des Luftraums sichergestellt ist. In diesem Sinne sollten Aufenthalte in Wartepositionen minimiert und die Anflugverfahren optimiert werden¹¹⁵⁾. Hierzu soll auch die Entwicklung des sog. Micro-Wave Landing Systems (MLS) beitragen, das 'gekrümmte' und damit kürzere Landeanflüge zuläßt¹¹⁶⁾.

4.3. Die Finanzierung der Anpassungsmaßnahmen

4.3.1. Die Wirtschaftlichkeitsproblematik

Die meisten größeren Luftverkehrsgesellschaften verfügen über umfassende Programme zur Treibstoffeinsparung. Im Rahmen derartiger Programme sind die jeweiligen Sparmaßnahmen als Einzelprojekte aufzufassen und werden entsprechend hinsichtlich der Fristigkeit des Eintretens ihrer Sparwirkung sowie bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit (Kapitalwert, Amortisation) untersucht, bevor sie realisiert werden.

Kurzfristig greifende Maßnahmen werden zunächst bevorzugt und bei Projekten mit gleichem Projektnutzen solche mit den niedrigeren Kosten (low cost) und dem geringeren Projektrisiko (low risk).

112) APU = Auxiliary Power Unit; über den wirtschaftlichen Einsatz der APU (u. a. beim Triebwerksstart) siehe im einzelnen: *Murphy, J.*, Garret Maps APU Fuel Economies, in: *Airline Executive*, Januar 1982, S. 15 – 17.

113) Energy Costs Impact Ground Equipment; Spur Major Shift to Air and Electrics, in: *Airline Executive*, Februar 1982, S. 20 ff. ATA = *Air Transport Association of America*. Dachverband der U.S.-Linienluftverkehrsgesellschaften.

114) D. h. ohne daß Warteschlangen beim *Taxiing* entstehen.

115) Vgl. *Bullock, Cbr.*, Bordrechner sparen Treibstoff . . . , a.a.O., S. 252.

116) Vgl. ebenda.

Darüber hinaus gilt es, auch solche Maßnahmen einzuleiten, die erst auf längere Sicht zu konkreten Treibstoffeinsparungen führen oder solche Projekte vorbereitend zu realisieren, die ihrerseits die Voraussetzung schaffen, damit andere Projekte darauf aufsetzen können.

Alle damit verbundenen Entscheidungen machen eingehende Projektrechnungen erforderlich. Im Mittelpunkt solcher Untersuchungen steht die Frage nach der zu erwartenden spezifischen Kraftstoffeinsparung. Basis hierfür sind meist (herstellereitige) Ingenieurrechnungen, Laborstudien etc., selten liegen einschlägige Erfahrungswerte vor. Die Intention der einzelnen Luftverkehrsgesellschaften geht dahin, die geplanten Einsparungsmaßnahmen auch wirtschaftlich optimal in ihre Gesamtrechnung einzupassen; dies läuft auf eine Gesamtoptimierung hinaus, wobei die zur Realisierung anstehenden Maßnahmen vielfach lediglich unter bestimmten *ceteris paribus*-Annahmen berücksichtigt werden können. Auch die wirtschaftlichen Bedingtheiten zwischen mehreren Sparmaßnahmen sind zu beachten. Insofern sind die je Einzelprojekt ausgewiesenen prozentualen Einsparungen im allgemeinen nicht ohne weiteres addierbar.

Ein weiteres Problem, das die Wirtschaftlichkeit eines Einsparungsprojektes anbetrifft, besteht darin, errechnete Spar-Effekte im späteren Betrieb tatsächlich zu verifizieren. Im realen Betrieb überlagern sich meist derart viele Einflüsse, so daß eine Abgrenzung einzelner Maßnahmen hinsichtlich ihres spezifischen Sparbeitrags nur in seltenen Fällen möglich ist. Exakte Messungen, sofern solche überhaupt durchführbar sind, verursachen häufig einen hohen Kostenaufwand, der durch den Erkenntnisgewinn nicht gerechtfertigt werden kann. So verbleibt *ex post* meist nur eine globale Gegenüberstellung der gesamten Verkehrsleistung einer Luftverkehrsgesellschaft zu der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs.

Zu den dargelegten mengenrechtlichen Unsicherheiten kommen außerdem noch die Unwägbarkeiten der Bewertung. Je höher der Marktpreis für Mineralöl ist, um so eher werden Maßnahmen/Investitionen zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs rentierlich und umgekehrt. Es ist deutlich, daß in diesen Zusammenhängen ein ganz erhebliches unternehmerisches Risiko enthalten ist, das sich zwar abschätzen, aber nicht genau erfassen läßt.

4.3.2. Der Finanzbedarf

Für die Ausmusterung eines Flugzeuges sind die technische und wirtschaftliche Lebensdauer ausschlaggebende Kriterien. Das Problem liegt dabei in der steigenden technischen und sinkenden wirtschaftlichen Lebensdauer¹¹⁷⁾. Die aktuelle Treibstoffsituation drückt dabei ganz erheblich auf die wirtschaftliche Lebensdauer, so daß die Luftverkehrsgesellschaften bestrebt sind, durch Modifikation der vorhandenen Flotte oder gar durch Ablösung von (Teil-)Flotten der Entwicklung neuer treibstoffsparender Technologien zu folgen.

117) Diese Diskrepanz erreichte in den letzten Jahren eine kritische Ausprägung. Während nach technischen Gesichtspunkten ein heute neues Flugzeug noch nach dem Jahr 2000 sicher fliegen kann, könnte es aber schon um 1990 wirtschaftlich überaltert sein.

Ende des Jahres 1980 waren im zivilen Luftverkehr weltweit¹¹⁸⁾ (ohne UdSSR und VR China) ca. 6000 Passagier- und 360 Frachtflugzeuge eingesetzt¹¹⁹⁾. Von diesen Passagierflugzeugen müssen bis 1995 ca. 70 % durch neue Flugzeuge ersetzt werden¹²⁰⁾; bei diesen Ausmusterungsentscheidungen dürfte die Treibstoff-Effizienz ein wichtiges Motiv darstellen. Über diese Ersatzbeschaffungen hinausgehend wird eine Flottenerweiterung im Umfang von rd. 2100 Einheiten geschätzt¹²¹⁾. Für den Kauf dieser Flugzeuge werden (zu Preisen von 1981) 225 Mrd. US\$ aufzuwenden sein. Bei einer angenommenen Preissteigerung für Flugzeuge von 12 % p. a., ergibt sich zu Marktpreisen ein Investbedarf von 600 Mrd. US\$ für den Zeitraum bis 1995. Zusätzlich müssen 360 Frachter – davon zwei Drittel Großraumflugzeuge – beschafft werden. Die laufenden Modernisierungsinvestitionen für die im Einsatz befindlichen Flugzeuge werden bis 1995 (zu Marktpreisen) auf knapp 100 Mrd. US\$ geschätzt¹²²⁾.

Andere Quellen beziffern den Finanzierungsbedarf für neue Flugzeuge mit 35 Mrd. US\$ (in den nächsten 10 Jahren; US-Airlines)¹²³⁾ bzw. mit rd. 56 – 60 Mrd. US\$ (bis 1990; US-Majors)¹²⁴⁾.

Die IATA rechnet für den Zeitraum bis 1990 bei einem unterstellten Verkehrswachstum von durchschnittlich 5 % p. a. mit einem Kapitalbedarf der IATA-Gesellschaften zur Anschaffung neuer Flugzeuge und Sachanlagen von rund 170 Mrd. \$ (in effektiven US\$)¹²⁵⁾.

Die Finanzierung der genannten Investitionen stellt keine einfache Aufgabe dar, da sich die meisten Luftverkehrsgesellschaften der Welt infolge einer verhaltenen Verkehrsnachfrage, der Veränderung ordnungspolitischer Rahmenbedingungen (z. B. US-Deregulation) und nicht zuletzt der Treibstoffpreisentwicklung in einer überaus schwierigen wirtschaftlichen Situation befinden. Ansehnliche Gewinne wären erforderlich, allein um die geplanten und bereits bestellten neuen Flugzeuge zu finanzieren¹²⁶⁾. Stattdessen wurden gerade in den Geschäftsjahren 1980 und 1981 – bis auf wenige Ausnahmen – erhebliche, z. T. existenzgefährdende Verluste ausgewiesen. Es besteht das Problem, wie angesichts marginaler Gewinne und zudem zum Teil hoher Zinsen die Finanzierung der erforderlichen Flottenmodernisierungen vonstatten gehen kann¹²⁷⁾. US-Gesellschaften beanspru-

118) Douglas Aircraft Company, Outlook for Commercial Aircraft 1981 – 1995. Long Beach, Cal., Juli 1981. In dieser Studie wurden insgesamt 201 Luftverkehrsgesellschaften hinsichtlich ihres Kapazitätsbedarfs analysiert.

119) Ebenda, S. 7.

120) Ebenda, S. 21.

121) Ebenda, S. 21 und S. 75.

122) Schätzung Deutsche Lufthansa AG, Frühjahr 1982.

123) Quelle: Citybank of New York. Siehe in: Aviation Daily, 12. Feb. 1982, S. 227.

124) Quelle: Merrill Lynch White Weld Capital Markets Group. Siehe in: Aviation Daily, 24. Feb. 1982, S. 284. Die genannte Schätzung wurde 1981 abgegeben; neuere Analysen weisen rd. 42 Mrd. US\$ aus. „The reduced projections reflect not only the industry's problems of soft traffic and excess capacity, but also its diminished hopes of replacing currently aging aircraft with more efficient versions as early as once hoped . . .“.

125) IATA, Airline Needs and Sources of Capital. A Study by IATA Financial and Economic Studies Sub-Committee. Part I (Juli 1981) und Part II (März 1982), hier Part I, S. 9.

126) „Estimates made by several of the major airlines indicate a profit of \$ 150 million to \$ 200 million per year will be necessary if their planned and already-ordered new aircraft are to be financed“, in: Aviation Daily, 12. Feb. 1982, S. 227.

127) Wall Street warns the US airlines about debts, in: Flight International, vom 17. 10. 1981.

chen dabei zunehmend ausländische Kapitalmärkte (Eurobond, Schweizer Franken, Yen)¹²⁸⁾.

Die Finanzierungen zur Modernisierung der Flotten stellen insofern Probleme von besonderer Struktur dar, als gerade durch die zu ersetzenden, mit geringer Wirtschaftlichkeit operierenden Flugzeuge die Gewinnerzielung erschwert wird, die als solide Grundlage für die die Wirtschaftlichkeit verbessernden Flottenerneuerungen voraussetzen wäre. Obwohl sich nicht exakt abgrenzen läßt, welcher Anteil der Investitionen sich allein auf Maßnahmen zur Treibstoffeinsparung bezieht, steht außer Frage, daß diese Maßnahmen ein hohes Rationalisierungspotential beinhalten und somit nachhaltig zu einer Ergebnisverbesserung der jeweiligen Luftverkehrsgesellschaft beitragen können. Demzufolge besteht ein gewisser Zwang, Investitionen gerade in diesem Bereich vorzunehmen.

5. Ausblick

Bei der zur Zeit und wohl auch auf längere Sicht gegebenen starken Abhängigkeit des Luftverkehrs vom Mineralöl sind der Luftverkehr als Gesamtsystem sowie jede einzelne Luftverkehrsgesellschaft von den Ereignissen, die sich im Bereich der Energieversorgung vollziehen, unmittelbar mitbetroffen. Eintretende Knappheiten in der Versorgung und Preissteigerungen wirken direkt auf die Luftverkehrsgesellschaften. Die latente, allerdings erst durch die beiden sog. „Ölkrisen“ (1973 und 1979) bewußt gewordene Störanfälligkeit der weltweiten Energieversorgung trifft in besonderer Weise den Luftverkehr. Die hierbei wirkenden Zusammenhänge sind hochinterdependent. Der Luftverkehr ist in vielfacher Weise der jeweils aktuellen Treibstoff-Situation ausgeliefert.

Auch wenn derzeit eine gewisse Beruhigung der Mineralölpreisentwicklung zu verzeichnen ist, können – selbst unter der in der Tendenz sicherlich gültigen Prämisse moderater Wachstumsraten und gesteigerter Energieeffizienz – weitere negative Schübe auf die jeweiligen Betriebsergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Obwohl derartige Einflüsse in der Regel nicht planbar sind, ist es dennoch möglich, daß sich der Luftverkehr auf die veränderte Energiesituation einstellt. Für solche meist langfristig angelegten Anpassungsmaßnahmen gibt es zahlreiche Ansatzpunkte. Einige Maßnahmen der zum Teil umfänglichen Energiesparprogramme lassen sich durch eine Luftverkehrsgesellschaft autonom realisieren, andere Aktionen, insbesondere solche des Tarifbereichs, bedürfen der Abstimmung, um einseitige und damit zusätzlich belastende Wettbewerbsnachteile weitgehend zu vermeiden. Neue Ideen, und diese nicht bloß bezogen auf den technischen Bereich, sind für die anstehenden Anpassungen genauso erforderlich wie erhebliche Finanzmittel.

Im Luftverkehr werden sich strukturelle Veränderungen vollziehen, die auf mehr Flexibilität abzielen. Luftverkehrsgesellschaften mit Kreativität, Risikobereitschaft, umfassender strategischer Planung, genauem Kostenkalkül und erheblicher Kapitalkraft werden sich angesichts der bestehenden Energiesituation, teilweiser Liberalisierung und in Zukunft vermutlich langsamer wachsender Verkehrsnachfrage im Markt behaupten. Dies

128) Siehe ebenfalls in: *Aviation Daily*, 12. Feb. 1982, S. 227. Siehe außerdem in: *Aviation Daily*, 24. Feb. 1982, S. 284. Siehe des weiteren *Feldman, J.*, Aircraft manufacturers seek financing accord, in: *Air Transport World*, 3/82, S. 44 – 49.

erfordert einen ständigen Optimierungsprozeß. Das Luftverkehrssystem wird sich verändern. Gesellschaften, denen es nicht möglich ist, den sich aus der Kostensituation, insbesondere aus der Treibstoffsituation ergebenden Anforderungen zu genügen, werden entweder aus dem Markt austreten oder zu einer wachsenden Belastung von Subventionsgebern. Es hat den Anschein, als ob diese Entwicklung die Kluft, die zwischen hochtechnisierten und anderen Ländern und ihren Luftverkehrsgesellschaften besteht, – der übrigen Entwicklung folgend – vergrößern wird.

Summary

In the context of the current world energy situation and relevant forecast developments the effects of fuel availability on the air transport system are described. It is shown in detail which innovative and financial efforts of all participants in air transport have been undertaken and are still to be undertaken to adapt the international aviation system to the developments in the fuel sector and thus ensure its continuance whilst maintaining the present high service quality.

Résumé

On présente les conséquences de l'offre considérable de combustible pour le système du transport aérien en contexte de la situation mondiale actuelle de l'énergie et les développements pronostiqués y relatifs. On montre en détail quels efforts innovatifs et financiers toutes les personnes engagées dans l'aviation ont fait et réaliseront encore pour ajuster le système mondial du transport aérien au développement dans le domaine du combustible et pour assurer ainsi son maintien en conservant une qualité élevée du service.

Strukturveränderungen der deutschen Binnenschiffahrtsflotte und deren Auswirkungen auf Reedereien und Partikuliere

VON GERD SCHUH, DUISBURG

1. Vorbemerkung

In den letzten Jahren ist eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht worden, die sich mit der Wettbewerbssituation auf den Binnenschiffahrtsmärkten im allgemeinen und den Konzentrationstendenzen im Binnenschiffahrtsangebot im besonderen beschäftigt haben¹⁾. Die Untersuchungen basieren im wesentlichen auf einer Analyse des verfügbaren statistischen Materials über die Entwicklung der Flotte von Partikulieren und Reedereien sowie auf Befragungen der Autoren zur Wettbewerbsposition der jeweiligen Anbietergruppen. Mit Ausnahme der Untersuchung von *Schlenkermann* lassen die Veröffentlichungen eine detaillierte Analyse über die Motive der unterschiedlichen Investitions- und Desinvestitionspolitik der beiden Anbietergruppen ebenso vermissen, wie deren Auswirkungen auf die Wettbewerbssituation. Die Darstellung von *Dünner* ist zudem nicht frei von Ressentiments gegenüber Großreedereien. Als Ergebnis statistischer Relationen wird verallgemeinernd herausgestellt, daß die Marktposition der großen Reedereien stark ist und sich in den letzten Jahren verbesserte, während die der Partikuliere und kleineren Reedereien schwach ist und sich in den letzten Jahren verschlechtert hat. Der Partikulierschiffahrt wird nach wie vor und fälschlicherweise eine sog. Reservefunktion zugeschrieben. Damit sorgen die Reedereien für eine gute Auslastung der eigenen Flotte. „Konjunkturelle und saisonale Nachfrageschwankungen werden durch Einsatz von freien Partikulieren, Hauspartikulieren und Genossenschaften aufgefangen. Die Partikuliere fungieren somit in der unbefriedigenden Funktion (kostenlosen) als Raumreserve“²⁾. *Dünner* geht davon aus, daß die Partikuliere mit ihrer Raumreserve einen Garant für stetige Auslastung und Gewinne der reedereieigenen Flotte darstellen. Die genannten Autoren verkennen die Tatsache, daß sich verstärkt ab Anfang der 70er Jahre der interne Wettbewerb zwischen Reedereien und Partikulieren verändert hat. Zum einen ist diese Veränderung bedingt durch die Flottenstrukturverschiebung, die bei beiden Anbietergruppen unterschiedlich verlaufen ist und zum anderen durch die veränderte

Anschrift des Verfassers:

Dr. Gerd Schuh
Mitglied des Vorstandes der STINNES REEDEREI AG
August-Hirsch-Straße 3
4100 Duisburg-Ruhrort

- 1) Vgl. *Dünner, H. W.*, Die Wettbewerbssituation auf den Güterverkehrsmärkten der Bundesrepublik Deutschland (= Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Heft 92), Göttingen 1980; *Out, H.*, Analyse der Strukturen und Wettbewerbsverhältnisse in der Binnenschiffahrt, in: Ifo, Studien zur Verkehrswirtschaft 8, München 1978; *Schlenkermann, H.-G.*, Die Konzentration in der Binnenschiffahrt. Ursachen und Entwicklungen (= Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Heft 97), Göttingen 1982.
- 2) *Dünner, H. W.*, Die Wettbewerbssituation . . . , a.a.O., S. 41.

Organisationsform der Partikulierschiffahrt durch Umwandlung der Schifferbetriebsverbände in Genossenschaften, die ab 1972 wie reedereimäßig arbeitende Unternehmen am Markt auftreten.

Die derzeitige Beschäftigungssituation auf den Binnenschiffahrtsmärkten ist durch sinkende Transportmengen auf der einen sowie eine in den letzten 3 Jahren angestiegene Angebotskapazität in der internationalen Rheinschiffahrt andererseits gekennzeichnet. Seit 1978 macht sich wiederum erstmals eine spürbare Überkapazität mit anhaltendem Druck auf die freien grenzüberschreitenden Frachten bemerkbar. Sowohl Reeder wie Partikuliere werden hart damit konfrontiert. Erstmals in der Geschichte der Binnenschiffahrt haben nahezu alle großen Reedereien Tonnage stillgelegt, ihre Belegschaften befinden sich in Kurzarbeit oder wurden teilweise in Anpassung an die veränderte Beschäftigungssituation entlassen. Weder von einer stetigen Auslastung noch von Gewinnen der reedereieigenen Flotten zu Lasten der Partikulierschiffahrt kann die Rede sein.

Im nachfolgenden wird versucht darzustellen, daß die Partikuliere in vielen Bereichen ihre historisch gewachsene Reservefunktion verloren haben und daß sich auf einzelnen regionalen Teilmärkten eine zunehmende Arbeitsteilung entsprechend der spezifischen Kosten- und Leistungsvorteile beider Anbietergruppen entwickelt hat.

2. Strukturveränderungen der Flotte

Trotz des starken Vordringens des Straßenverkehrs ist es der Binnenschiffahrt gelungen, nicht nur absolut am Transportmengenwachstum zu partizipieren, sondern auch ihren Anteil am binnenländischen Gesamtgüterverkehr in etwa zu halten.

Tabelle 1: Entwicklung der Transportmengen und Verkehrsanteile der binnenländischen Güterverkehrsträger am deutschen Binnenverkehr

	1950		1960		1970		1981	
	1000 t	%						
Bundesbahn ¹⁾	229,3	68,6	298,7	51,2	351,7	42,0	302,8	33,6
Binnenschiffahrt	71,9	21,5	172,0	29,5	240,0	28,6	231,4	25,7
Straßengüterfernverkehr	32,9	9,9	99,2	17,0	164,9	19,8	297,5	33,0
Rohölföhrnleitungen	—	—	13,3	2,3	80,7	9,6	69,6	7,7
Gesamt	334,1	100	583,2	100	837,3	100	901,3	100

1) Frachtpflichtiger Verkehr

Quelle: Der Bundesminister für Verkehr, Verkehr in Zahlen 1981, S. 172; BdB und VBW, Binnenschiffahrt in Zahlen 1982, S. 74.

Voraussetzung für die Beteiligung der Binnenschiffahrt am Wachstum des Verkehrsmarktes war die enorme Rationalisierung der Flotte, mit der die Schiffahrtsunternehmen

nicht nur veränderten Kostenstrukturen, sondern gleichzeitig den veränderten Anforderungen der Verlager an den Schiffsraum in qualitativer und quantitativer Hinsicht Rechnung getragen haben. Die Flottenstrukturveränderung erfolgte im wesentlichen in zwei Phasen: Die erste Phase war gekennzeichnet durch den Übergang der Schleppschiffahrt zur Motorschiffahrt, die zweite durch das Vordringen der Schub- und Koppelverbandsschiffahrt, der Radar- und Continuefahrt sowie einer starken Verkürzung der Lade- und Löschezeiten infolge moderner Umschlagstechnik in den Häfen. Auf Teilstrecken des Wasserstraßensystems ging gleichzeitig eine Verbesserung der infrastrukturellen Verhältnisse einher.

Aus Tabelle 2 läßt sich die Veränderung der Flottenstruktur wie folgt skizzieren:

- Der Tragfähigkeitsanteil der Gütermotorschiffahrt an der Gesamtflotte stieg von rd. 16 % in 1950 auf rd. 77 % in 1981. Im gleichen Zeitraum ging der Anteil der Schleppkähne von rd. 84 % auf ca. 5 % zurück. Die heute noch vorhandenen Schleppkähne sind weitgehend als Lagerschiffe oder umgebaute Schubkähne eingesetzt.
- Die Schubleichtertonnage stieg von 0,5 % in 1960 auf rd. 18 % in 1981. Inklusive der zu Schubkähnen umgebauten Schleppkähne, die wirtschaftlich der Schubschiffahrt zuzuordnen sind, beträgt der Anteil der Schubschiffahrt an der Gesamttonnage zur Zeit rd. 20 %.
- Die durchschnittliche Tragfähigkeit pro Fahrzeug erhöhte sich von 593 t im Jahre 1950 auf 963 t im Jahre 1981, wobei der Wert für die Tankschiffahrt mit 1192 t um rd. 300 t über dem Vergleichswert der Trockenschiffahrt liegt.
- Innerhalb der Gesamtflotte hat sich das Verhältnis der Trockenschiffahrt zur Tankschiffahrt verschoben. Während der Anteil der Tankschiffahrt 1950 bei ca. 5 % lag ist ihr Anteil in 1981 auf über 20 % gestiegen.

3. Auswirkungen der Flottenstrukturveränderung

3.1. Auswirkungen auf die Entwicklung der Unternehmensstrukturen des Schiffsverkehrsangebots

Mit der Strukturveränderung der Flotte ging neben der Produktivitätssteigerung eine Veränderung in der Unternehmensstruktur einher. Das Binnenschiffsverkehrsangebot ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl mittelständischer Unternehmen, die in vielen Fällen nur über ein bis drei Schiffe verfügen (Partikuliere) sowie eine kleine Anzahl großer Reedereien, deren eigener Schiffspark bis zu 150 Einheiten umfaßt. Dazwischen liegen Reedereien aller Größenordnungen mit einer Vielfalt wirtschaftlicher Aktivitäten und unterschiedlichen unternehmenspolitischen Zielsetzungen.

Zu unterscheiden sind sog. freie Reedereien, d. h. Reedereien ohne schiffsverkehrsrechtliche Aktivitäten, Reedereien mit direkten oder indirekten Kapitalverflechtungen zu Industrie-, Handels- und Verkehrsunternehmen, Werksreedereien, die ausschließlich oder überwiegend für den eigenen Konzern bzw. das eigene Unternehmen transportieren sowie Unternehmen, die neben der Binnenschiffahrt noch Umschlags-, Speditions-, Lkw- und Handelsfunktionen wahrnehmen.

Von dieser Mannigfaltigkeit und Unterschiedlichkeit der wirtschaftlichen Betätigung

Tabelle 2: Entwicklung der Binnenschiffsflotte der Bundesrepublik Deutschland 1950 - 1981

	1950		1960		1970		1981	
	Anzahl	1000 t						
Motorschiffe								
Trockenschiffe	1 559	437	3 853	1 861	4 728	2 888	2 656	2 177
Tankschiffe	102	48	519	355	714	562	534	648
gesamt	1 661	485	4 372	2 216	5 442	3 450	3 190	2 825
%	32,2	16,2	55,5	46,0	82,3	75,5	83,7	76,9
Schub-/ Schleppkähne								
Trockenschiffe	3 363	2 412	3 296	2 474	880	818	221	184
Tankschiffe	134	92	176	103	151	75	40	19
gesamt	3 497	2 504	3 472	2 577	1 031	893	261	203
%	67,8	83,8	44,1	53,4	15,6	19,5	6,8	5,5
Schubleichter								
Trockenschiffe	-	-	29	29	127	204	310	566
Tankschiffe	-	-	-	-	15	24	51	78
gesamt	-	-	29	29	142	228	361	644
%	-	-	0,4	0,6	2,1	5,0	9,5	17,6
Gesamtflotte								
Trockenschiffe	4 922	2 849	7 178	4 364	5 735	3 910	3 187	2 927
Tankschiffe	236	140	695	458	880	661	625	745
Insgesamt	5 158	2 989	7 873	4 822	6 615	4 571	3 812	3 672
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: VBW, Sammlung von Daten und Fakten zur Darstellung der Leistungskraft der Binnenschiffahrt und der Bedeutung für die Verkehrswirtschaft, 1982, unveröffentlichtes Manuskript.

der Organisationsformen und Betriebsgrößen wird der interne Wettbewerb der Binnenschifffahrt maßgeblich beeinflusst.

Am 30. 6. 1980 waren 1949 Unternehmen in der Güterschifffahrt beschäftigt. Davon entfielen 1874 auf den gewerblichen Schiffsverkehr und 75 Unternehmen auf den Werkverkehr. Rechnet man einmal vereinfachend und abweichend von der Definition des Binnenschifffahrtsgesetzes (BSchVG) alle Unternehmen mit einer Ladekapazität bis zu 2000 t der Partikulierschifffahrt zu, so entfallen von der Gesamtzahl der Unternehmen 92,4 % auf diese Anbietergruppe, 7,1 % auf kleinere und mittlere Reedereien bis 50 000 t und 0,5 % auf größere und große Reedereien von 50 000 t bis über 100 000 t.

Tabelle 3: Unternehmensstruktur der deutschen Binnenschifffahrt

Gewerbliche Binnenschifffahrt	Zahl der Unternehmen		
	1970	1975	1980
Insgesamt	2891	2 274	1 874
davon Ladekapazität bis 1 000 t	2 323	1 691	1 268
von 1 001 bis 2 000 t	369	404	463
gesamt	2 692	2 095	1 731
%	93,1	92,1	92,4
von 2 001 bis 10 000 t	157	141	112
von 10 001 bis 50 000 t	31	26	22
gesamt	188	167	134
%	6,5	7,4	7,1
von 50 000 bis 100 000 t	8	7	5
über 100 001 t	3	5	4
gesamt	11	12	9
%	0,4	0,5	0,5

Quelle: Statistisches Bundesamt: Fachserie 8 (H) Verkehr, Reihe 4 (1), Binnenschifffahrt, verschiedene Jahrgänge.

Tabelle 3 zeigt, daß die Anzahl der in der gewerblichen Binnenschifffahrt tätigen Unternehmen von 1970 bis 1980 um 1017 zurückgegangen ist. Der Rückgang betraf in erster Linie die Partikulierschifffahrt. 961 Privatschiffer schieden in dieser Zeit, vorwiegend im Zuge der Abwrackaktion aus dem Markt aus. Insgesamt weist die Statistik für das Jahr 1980 1731 Partikulierunternehmen auf. Diese haben sich entweder in Genossenschaften organisiert, die wie reedereimäßig arbeitende Unternehmen am Markt operieren, fahren als sog. Hauspartikuliere in Unterbeschäftigung bei Reedereien, oder versuchen, sich frei am Markt zu betätigen, indem sie unmittelbare Verbindungen zur Verladerschaft bzw. zu Befrachtungsgesellschaften aufgebaut haben. Ca. 750 Partikuliere sind als sog.

Hauspartikuliere der Reedereien tätig, ca. 850 sind in 8 Genossenschaften organisiert. Der verbleibende Rest entfällt auf sog. freie Partikuliere.

3.2. Auswirkungen auf die Entwicklung der Angebotskapazität bei Reedereien und Partikulieren

Betrachtet man die Kapazitätsentwicklung von Reedereien und Partikulieren von 1955 bis 1982 im Zeitablauf, so werden drei unterschiedliche Entwicklungsphasen erkennbar.

Die erste Phase umfaßt die Zeit von 1955 bis 1968. In dieser Zeit stieg die Tonnage der Partikulierschifffahrt von 40,5 % auf 45,5 %, während die Tonnage der Reedereien von 56,4 % auf 51,4 % zurückging. In diesem Zeitraum erfolgte im wesentlichen der Übergang von der Schleppschifffahrt zur Motorschifffahrt. Die Reedereien trennten sich verstärkt von unwirtschaftlichem Schiffsraum. Bei den Partikulieren erfolgte dieser Prozeß langsamer.

Die zweite Phase umfaßt die Zeit von 1969 bis 1975. Sie beginnt mit der ab 1969 im Rahmen des verkehrspolitischen Programms von 1968 bis 1972 eingeführten Abwrackaktion. In dieser Zeit sank der Anteil der Partikulierschifffahrt von 45,5 % auf rd. 35,9 %. In der gleichen Zeit stieg der Anteil der Reedereitonnage von 51,4 % auf 59,4 %.

Im Rahmen der Abwrackaktion schieden bis 1975 über 2400 Schiffe mit rd. 1,2 Mio t Tragfähigkeit aus dem Markt aus. Dabei handelt es sich in erster Linie um Tonnage von Partikulieren, die sich durch den Anreiz von Abwrackprämien und staatlichen Zuschüssen von altem und unwirtschaftlichem Raum trennten. Im gleichen Zeitraum wurden neue Investitionen von rd. 1 Mio t Tragfähigkeit durchgeführt, die nahezu ausschließlich auf Reedereien entfielen. Die Partikuliere verfügen in der Regel nicht über die notwendige Finanzkraft, neue Schiffe zu bauen, deren Anschaffungswerte heute je nach Schiffstyp und Ausstattung zwischen 2,5 Mio DM bis 5,0 Mio DM betragen.

Wie Tabelle 5 zeigt, entfielen von den Neuinvestitionen bis 1975 rd. 690 000 t auf die Trockenschifffahrt und rd. 320 000 t auf die Tankschifffahrt. Von der Trockenschifffahrt entfielen über 50 % der Neubautonnage auf die Schubschifffahrt. Diese Investitionen wurden im wesentlichen von den Hüttenwerksreedereien durchgeführt bzw. von solchen Reedereien, die mit Konzernen der Montanindustrie mittelbar oder unmittelbar kapitalmäßig verbunden sind.

Der zweite Investitionsschub mit einer Tonnage von rd. 350 000 t erfolgte von Gewerbetreibern, die ausschließlich aus steuerlichen Erwägungen im Rahmen des Berlin-Förderungsgesetzes in Binnenschiffe investierten, ohne daß eine Kapazitätsausdehnung vom Markt her notwendig gewesen wäre. Schließlich ging ein dritter Investitionsschub von der Tankschifffahrt aus, dem zum Teil optimistische Erwartungen der in Tankschifffahrt tätigen Unternehmen zugrunde lagen und zum Teil ebenfalls Investitionsentscheidungen gewerbetreiber „Steuerspekulanten“.

Von 1975 bis 1982 (dritte Phase) ist der Anteil der Partikuliere mit 35,9 % an der Gesamtkapazität unverändert geblieben. Während dieser Phase gingen die Partikuliere verstärkt dazu über, sich durch Modernisierungen ihres Schiffsraumes in Form von Reduzierung der Laderäume, Schiffsverlängerungen, Raumabschottungen u. a. m. den gestiegenen Raumanforderungen der Verlader anzupassen. Sie verkauften bzw. wrackten

Tabelle 4: Entwicklung des Frachtraumes in der Binnenschifffahrt nach Eigentumsmerkmalen

Jahr ¹⁾	Partikulierschiffe			Reedereischiffe			Werkschiffe			Gesamt ²⁾			
	Anz.	in % Tragf. 1000 t	in %	Anz.	in % Tragf. 1000 t	in %	Anz.	in % Tragf. 1000 t	in %	Anz.	in % Tragf. 1000 t	in %	
1955	3 182	50,3	40,5	2 598	41,1	56,4	402	6,4	2,7	6 324	100	3 794	100
1968	4 075	56,8	45,5	2 701	37,7	51,4	396	5,5	3,1	7 172	100	4 709	100
1975	2 365	46,0	35,9	2 395	46,6	59,4	382	7,4	4,7	5 142	100	4 390	100
1982	1 679	46,5	35,9	1 579	43,8	58,3	351	9,7	5,8	3 609	100	3 548	100

1) Jeweils zum 1. Januar des betreffenden Jahres.

2) Bis 1960 einschl. der behördeneigenen Binnenschiffe.

Quelle: Out, H., Analyse der Strukturen und Wettbewerbsverhältnisse in der Binnenschifffahrt, in: Ifo, Studien zur Verkehrswirtschaft, Heft 8, Tab. A 4 sowie BdB und VBW, Binnenschifffahrt in Zahlen 1982, S. 18.

Tabelle 5: Neubau von Binnenschiffen 1969 – 1981

Schiffsgattungen	1969 – 1975 1000 t	1976 – 1981 1000 t	1969 – 1981 1000 t
Motorschiffe			
Trockenschifffahrt	331 762	96 969	428 731
Tankschifffahrt	248 095	15 794	263 889
gesamt	579 857	112 763	692 620
Schubleichter			
Trockenschifffahrt	358 796	165 532	524 328
Tankschifffahrt	71 611	9 891	81 502
gesamt	430 407	175 423	605 830
Gesamt			
Trockenschifffahrt	690 558	262 501	953 059
Tankschifffahrt	319 706	25 685	345 391
Insgesamt	1 010 264	288 186	1 298 450

Quelle: BdB und VBW, Binnenschifffahrt in Zahlen 1981, S. 6.

kleinere Fahrzeuge ab und ersetzen sie durch größere Motorschiffe, welche sie gebraucht von Reedereien erwarben. Die Tonnage der Reedereien ging in der dritten Phase geringfügig zurück, während der Anteil der Werkschifffahrt geringfügig anstieg. Absolut sank die Kapazität der Partikuliere um rd. 300 000 t, die der Reedereien um 540 000 t. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß im gleichen Zeitraum von den Reedereien neue Investitionen in Höhe von 288 000 t durchgeführt wurden. Diese Investitionen betrafen im wesentlichen wiederum die Schubschifffahrt sowie Investitionen in moderne Großraumschiffe mit über 100 m Länge und 10,00 bis 11,40 m Breite.

Zusammenfassend läßt sich zur Entwicklung der Unternehmensstruktur der deutschen Binnenschifffahrt feststellen, daß sich mit Schwerpunkt in den letzten 15 Jahren eine in der Geschichte der Binnenschifffahrt beispiellose Unternehmensschumpfung ergeben hat. Nahezu 1000 Privatschiffer haben ihr Gewerbe aufgegeben. Viele traditionsreiche Reedereien existieren nicht mehr, andere erscheinen zusammengefaßt unter einer neuen Firma. Die Strukturveränderung der Flotte wurde maßgeblich von der Investitions- und Desinvestitionspolitik der Reedereien beeinflusst. Viele Reedereien haben die ihnen zur Verfügung stehenden Investitionsmittel aufgrund der über Jahre schwachen Ertragskraft der Binnenschifffahrt in den letzten zwei Jahrzehnten nicht mehr voll in der Binnenschifffahrt investiert, sondern verstärkt in anderen Bereichen, wie in Umschlagsanlagen, Lagerhäuser und Lastkraftwagen.

Daneben hat der Verkauf von älteren und kleineren Fahrzeugen seitens der Reedereien, insbesondere während der zwei letzten Phasen, diese Entwicklung maßgeblich unterstützt. Für die größeren Reedereien wurde es – insbesondere ab 1970 – immer proble-

matischer, kleinere und mittlere Motorgüterschiffe wirtschaftlich zu beschäftigen, da sich in dieser Zeit die Personalkosten wesentlich stärker erhöht haben als in früheren Jahren. Während z. B. in der Zeit von 1960 bis 1969 die Lohnkosten um 64 % stiegen, erhöhten sich die Lohnaufwendungen von 1970 bis heute um über 200 %. Die Personalkosten, die heute für ein Motorschiff für einen Reeder bei über 270 000 DM liegen, machen bereits 50 % der Gesamtkosten eines Binnenschiffes aus.

Auf der anderen Seite sind die Frachten im freien grenzüberschreitenden Verkehr nicht nur nicht den Kostensteigerungen im Zeitablauf gefolgt, sondern mit Ausnahme weniger Jahre unter das Niveau von 1970/71 gesunken. Dieser Erlösverfall sowie die Kostenexplosion haben dazu geführt, daß sich die größeren Reedereien in den letzten 12 Jahren nahezu vollständig von der einzelfahrenden Motorschiffsflotte unter 1200 t getrennt haben. Parallel zum Verkauf haben sie verstärkt in kapitalintensive, jedoch weniger personalkostenintensive Schub- und Koppelverbandsschiffe sowie Großraumfahrzeuge investiert.

Welche Umstrukturierungsprobleme in der Praxis in kürzester Zeit zu bewältigen waren, vermag beispielhaft die Flottenstrukturentwicklung der STINNES REEDEREI, eine der bedeutendsten europäischen Reedereien, aufzuzeigen. Im Jahre 1971 umfaßte deren Flotte rd. 400 000 t Tragfähigkeit, wovon etwa 80 % auf einzelfahrende Motorschiffe in der Größenordnung um 1200 t entfielen. Heute wird die Flotte geprägt von einem 85 %igen Anteil der Schub- und Koppelverbände in der Größenordnung zwischen 3000 und 10 000 t pro Einheit. Der Rest entfällt auf Einzelfahrer zwischen 1400 t und 1600 t. Die Gesamttonnage wurde nahezu halbiert, die Transportleistung blieb fast die gleiche. Bei anderen Reedereien ist die Flottenmodernisierung in ähnlicher Richtung verlaufen.

3.3. Auswirkungen auf die Flottenstruktur bei Reedereien und Partikulieren

Durch die nach Art und Umfang unterschiedliche Entwicklung von Investition und Desinvestition hat sich bei Reedereien und Partikulieren eine deutliche Differenzierung in der Flottenstruktur ergeben, die sich wie folgt aus Tabelle 6 und 7 skizzieren läßt:

Tabelle 6: Bestand an Schubleichtern/Schubkähnen sowie schiebenden Selbstfahrern
1. 1. 1982 nach Eigentumsmerkmalen

Eigentumsmerkmale	Schubleichter/ Schubkähne			Schiebende Selbstfahrer		
	Anzahl	Tragfähigkeit 1000 t	%	Anzahl	Tragfähigkeit 1000 t	%
Partikuliere Reedereien	8	11,7	1,7	12	17,0	12,7
Werks- reedereien	348	626,8	92,2	73	114,8	85,4
Gesamt	408	680,0	100,0	87	134,4	100,0

Quelle: BdB und VBW, Binnenschifffahrt in Zahlen 1982, S. 18.

- Die Schubschiffahrtskapazität, die rd. 20 % der deutschen Binnenschiffsflotte umfaßt, entfällt zu 98 % auf Reedereien einschließlich Werksreedereien und zu 2 % auf Partikuliere. Die Schubschiffahrt wird heute im wesentlichen von Hüttenwerksreedereien betrieben, die über das notwendige Ladungsaufkommen aus dem eigenen Konzern verfügen, sowie von größeren Reedereien, die längerfristige Beschäftigungsverträge mit Verladern geschlossen haben. Der Aufbau der Schubschiffahrt war mit hohen Investitionen verbunden, die die Partikuliere aufgrund der fehlenden Kapitalkraft einerseits sowie der fehlenden Ladungsnähe andererseits nicht durchführen konnten.
- Auch an der Koppelverbandsschiffahrt³⁾ sind die Partikuliere nur schwach beteiligt. Lediglich 12,6 % der schiebenden Selbstfahrer für trockene und nasse Güter entfallen auf die Partikulierschiffahrt. In der Tankschiffahrt werden Koppelverbände ausschließlich von Reedereien angeboten.
- Der Beschäftigungsschwerpunkt der Partikuliere liegt im Motorgüterschiffseinsatz der Trockenschiffahrt 56,1 % der Motorgüterschiffskapazität für trockene Ladung entfallen auf die Partikulierschiffahrt, während der Anteil der Reedereien bei 37,8 % und der Werkschiffahrt bei 6,1 % liegt.
- Die Struktur der Motorgüterschiffsflotte zeigt dabei deutliche Unterschiede zwischen Reedereien und Partikulieren. Während über 80 % der Motorschiffe von Partikulieren auf Fahrzeuge unter 1000 t entfallen, liegt mit 80 % der Schwerpunkt der Motorgüterflotte der Reedereien bei Schiffen über 1000 t. Mit steigender Schiffsgröße sinkt der Anteil der Partikulierschiffahrt. Großmotorschiffe mit über 2000 t liegen zu 95 % in Händen der Reedereien. Fahrzeuge bis zu 1400 t befinden sich bei den Reedereien im wesentlichen im Eigentum von kleineren und mittleren Unternehmen. Die Großreedereien haben sich weitgehend auch von Schiffen dieser Größenordnung getrennt.
- In der Tankschiffahrt wird ein weiterer Strukturunterschied zwischen beiden Anbietergruppen deutlich. Von der gesamten Tankschiffskapazität entfallen (vgl. Tabelle 8) lediglich 9 % auf Partikuliere, während der Anteil der Reedereien einschließlich Werksreedereien bei rd. 91 % liegt. Die Schub- und Koppelverbandsschiffahrt wird in der Tankschiffahrt ausschließlich von Reedereien betrieben.

3.4. Zukünftige Entwicklungstendenzen der Binnenschifffahrtsangebote

Die Flottenstruktur wird sich in der Zukunft weniger stark verändern, als dies in der Vergangenheit der Fall war. Die Reedereien werden ihre Investitions- und Desinvestitionspolitik weiter unter dem Aspekt steigender Personalkosten sowie steigender Energiekosten beurteilen. Dabei werden sie mehr als in der Vergangenheit bei der Konzipierung neuer Fahrzeuge einem flexiblen Einsatz der Schiffe in unterschiedlichen Beschäftigungslagen Rechnung tragen.

Bei den Partikulieren werden sich die Investitionen in erster Linie auf eine Modernisierung des vorhandenen Flottenparks richten. Folgende Entwicklungstendenzen zeichnen sich für die Gesamtflotte ab:

³⁾ Unter einem Koppelverband ist eine Schiffseinheit zu verstehen, die aus einem schiebenden Selbstfahrer und einem oder mehreren Schubleichtern oder Schub-/Schleppkähnen besteht. Die Anzahl der Leichter ist weitgehend abhängig von der Motorenstärke des schiebenden Selbstfahrers.

Tabelle 7: Bestand der Motorgüterschiffe am 31. 12. 1981 nach Schiffsgattungen, Größenklassen und Eigentumsmerkmalen

	Gesamt		Partikuliere		Reedereien		Werksreedereien	
	Anzahl	t	Anzahl	t	Anzahl	t	Anzahl	t
Motorgüterschiffe								
<i>Trockenschiffahrt</i>								
bis 1000 t	1 689	994 854	1 255	766 687	239	157 231	195	70 936
1001 – 1400 t	567	678 791	248	295 080	298	358 164	21	25 547
1401 – 2000 t	180	283 486	56	87 348	108	171 092	16	25 046
über 2000 t	41	98 484	2	4 854	38	91 480	1	2 150
Gesamt	2 477	2 055 615	1 561	1 153 969	683	777 967	233	123 679
Tankschiffahrt								
bis 1000 t	126	100 672	21	14 596	97	79 944	8	6 132
1001 – 1400 t	248	300 605	31	37 241	213	258 949	4	4 415
1401 – 2000 t	88	138 270	4	6 932	83	129 586	1	1 752
über 2000 t	6	13 221	—	—	6	13 221	—	—
Gesamt	468	552 768	56	58 769	399	481 700	13	12 299
Insgesamt								
bis 1000 t	1 815	1 095 526	1 276	781 283	336	237 175	203	77 068
1001 – 1400 t	815	979 396	279	332 321	511	617 113	25	29 962
1401 – 2000 t	268	421 756	60	94 280	191	300 678	17	26 798
über 2000 t	47	111 705	2	4 854	44	104 701	1	2 150
Gesamt	2 945	2 608 383	1 617	1 212 738	1 082	1 259 667	246	135 978

Quelle: Statistisches Bundesamt vD – 31, Binnenschiffahrtskartei.

Tabelle 8: Bestand an Tankschiffen – 1. 12. 1981 nach Eigentumsmerkmalen

	Tankmotorschiffe			Tank-Schubleichter/-kähne		
	Anzahl	1000 t	%	Anzahl	1000 t	%
Partikuliere Reedereien	56	58,8	10,6	2	0,6	0,5
Werksreedereien	399	481,7	87,1	95	121,6	90,7
Gesamt	468	552,8	100,0	112	134,1	100,0

Quelle: Statistisches Bundesamt, Binnenschiffahrtskartei.

Der Anteil der Schubschiffahrt an der Gesamttonnage wird bedeutend langsamer wachsen als in der Vergangenheit. Zunehmend hat man heute erkannt, daß die Schubschiffahrt nur dort eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Betriebsform ist, wo die Voraussetzungen aufgrund des hohen Ladungsaufkommens und kontinuierlicher Verkehrsabläufe zwischen Knotenpunkten bei leistungsfähigen Lade- und Löscheinrichtungen gegeben ist. Soweit diese Voraussetzungen vorhanden sind – wie z. B. im Erzverkehr für die Hüttenwerke – werden diese Verkehre heute bereits überwiegend durch die Schubschiffahrt abgewickelt. Dasselbe trifft für einen Großteil von Kohleverkehren im Niederrhein- und Moselverkehr sowie für großströmige Baustofftransporte am Mittelrhein zu, soweit diese kontinuierlich zwischen Knotenpunkten abgewickelt werden können.

Prognosen, die noch vor 10 Jahren davon ausgingen, daß im Jahre 1990 die Schubschiffahrt einen Anteil an der Tonnage von annähernd 50 % haben könnte, haben sich als falsch erwiesen. Mit einer Ausdehnung der Schubschiffahrtstonnage über 25 % ist in den nächsten 10 bis 20 Jahren nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu rechnen.

Der Anteil der schiebenden Selbstfahrer, die in Koppelverbandsformation eingesetzt werden können, wird weiter zunehmen. Wo die genannten Voraussetzungen der Schubschiffahrt nicht gegeben sind, hat sich bereits in der Vergangenheit – insbesondere bei Beschäftigungsschwankungen – die Betriebsform des Koppelverbandes bewährt.

Der Koppelverband kann in Formation mit einem Leichter auch in den Nebenwasserstraßen des Rheins und im Kanalnetz eingesetzt werden, soweit seine Abmessungen dies gestatten. Er bietet neben den im Vergleich zum Einzelfahrer niedrigeren Personalkosten pro Leistungseinheit im Vergleich zur Schubeinheit eine bedeutend höhere betriebstechnische Flexibilität. Während die Schubboote bei sinkender Nachfrage nach schubschiffsfähigen Verkehren sehr schnell an die Grenze einer wirtschaftlichen Beschäftigung in anderen Relationen stoßen, ist bei Koppelverbänden in bedeutend höherem Maße ein Einsatz in anderen Verkehren und Relationen gewährleistet. So nimmt es denn nicht wunder, daß heute diejenigen Reedereien, die in der Vergangenheit nahezu ausschließlich in Schubschiffe bzw. Schubleichter investiert haben, seit

einigen Jahren verstärkt zur Koppelverbandsschiffahrt übergehen. Zum Teil sind diese Investitionen beeinflusst von einem sich ändernden Güteraufkommen, nicht zuletzt durch eine erwartete Belebung des Kohleverkehrs. Dieser Verkehr weist eine breitere regionale Streuung als die heutigen klassischen Schubschiffsverkehre auf; zum anderen lassen die infrastrukturellen Voraussetzungen zu vielen Kohleempfangsstandorten den Einsatz von Schubeinheiten nicht zu.

- Bei Neubauten wird der Trend zu großen Einraumfahrzeugen anhalten. Im Bundesverkehrsministerium geht eine Arbeitsgruppe „Flottenstruktur“ davon aus, daß die durchschnittliche Schiffsneubaugröße für den Einsatz im Rheinverkehr bei 2000 t und darüber liegen wird. Die untere Grenze der durchschnittlichen Neubaugröße wird bei etwa 1500 t angesiedelt. Diese Ergebnisse werden auch durch eine Umfrage der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V. Ende 1977 über das zukünftige Investitionsverhalten von Reedereien im Einzugsgebiet des Rheins bestätigt, wonach die große Mehrzahl der neuen Motorschiffe über 100 m lang sein wird.
- Schließlich bleibt nach wie vor das alleinfahrende konventionelle Motorgüterschiff mittlerer Größe für den Kanalverkehr, den stärker gestreuten Verkehr und für kleinere Partiegrößen sowie für Teilladungen ein unverzichtbarer Bestandteil der deutschen Binnenschiffsflotte.

Betrachtet man die derzeitige deutsche Flotte, so stellt man fest, daß 1,0 Mio t Tonnage älter ist als 50 Jahre. Man kann davon ausgehen, daß diese Tonnage sich in erster Linie in Händen der Partikuliere befindet. Ein Großteil dieser Flotte wird in den nächsten 10 bis 20 Jahren von Grund auf modernisiert werden müssen. Bisher hat der Partikulier Fahrzeuge vom Reeder erworben, die für diesen aufgrund der Schiffsgröße und der Personalkosten nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben waren. Die meisten Reedereien haben sich jedoch verstärkt in den letzten 12 Jahren von dieser Tonnage getrennt, so daß das Reservoir an gebrauchtem Schiffsraum, aus dem Partikuliere ihre Modernisierungsinvestitionen bestreiten konnten, immer kleiner geworden ist. Wer soll also die notwendigen Investitionen in traditionelle Motorgüterschiffe durchführen? Betrachtet man das Investitionsverhalten der Vergangenheit, so stellt man fest, daß Neuinvestitionen in Deutschland nahezu ausschließlich von Reedereien vorgenommen worden sind.

Die Investitionen der Reedereien erfolgten nicht in konventionelle Motorschiffe, sondern schwerpunktmäßig in Schub- und Koppelverbände sowie Großmotorschiffe für trockene und flüssige Ladung.

Wenn die Binnenschiffahrt in Zukunft ihren Verkehrsanteil auch im Kanalgebiet im Wettbewerb gegenüber Schiene und Straße erhalten will; benötigt sie dafür modernen Schiffsraum; dieser kann auf Dauer nur gemeinsam von Reedereien und Partikulieren angeboten werden.

Der Zwang der Partikuliere, die notwendigen Geldmittel für hohe Ersatzinvestitionen bereitzustellen auf der einen Seite und der Wunsch des Reeders, langfristig auch weiterhin über eine moderne Motorschiffsflotte für Kanalverkehre zu verfügen auf der anderen Seite, zwingen dazu, in der Zukunft ernsthaft über neue Kooperationsformen zwischen Reedereien und Partikulieren nachzudenken.

3.5. Auswirkungen der Flottenstrukturveränderungen auf den Wettbewerb zwischen Partikulieren und Reedereien

3.5.1. Der Wettbewerb auf regionalen Teilmärkten

Der Wettbewerb zwischen Partikulieren und Reedereien hat eine unterschiedliche Ausprägung in regionaler und güterartenspezifischer Hinsicht.

Aufgrund der unterschiedlichen Struktur des Schiffsraumes bei Partikulieren und Reedereien hat sich in den letzten Jahren in Deutschland auf gewissen regionalen Teilmärkten eine immer stärkere Arbeitsteilung zwischen Reedereien und Partikulieren ergeben.

Der Verkehr mit Schubschiffen, Koppelverbänden und großen Motorschiffen mit einer Tragfähigkeit über 2000 t hat sich auf die Reedereien konzentriert. Ihre Fahrzeuge werden im großströmigen Massengutverkehr entlang der Rheinschiene eingesetzt. Aufgrund ihrer Abmessungen sind diese Schiffe vielfach nicht in der Lage, im Kanalverkehr sowie im Verkehr zu den Nebenwasserstraßen des Rheins zu fahren. Die Infrastruktur des westdeutschen Kanalgebietes erlaubt zwar den Einsatz von modernen 9,50 m breiten Fahrzeugen; ihre Ablademöglichkeit ist jedoch im Mittellandkanal-Verkehr auf 1,90 m begrenzt, so daß bei einem infrastrukturell bedingten Abladungsverlust von 400 – 500 t ein wirtschaftlicher Einsatz der kapital- und personalkostenintensiven Motorgüterschiffe für die Reedereien nicht mehr gegeben ist.

Überall dort, wo die Wasserstraßenverhältnisse den wirtschaftlichen Einsatz der Großschiffahrt nicht möglich machen und der Partikulier dem Reeder im Einsatz kleinerer Fahrzeuge aufgrund seiner spezifischen Kostenstruktur überlegen ist, hat die Partikulierschiffahrt in zunehmendem Umfang ihr Betätigungsfeld gefunden.

In erster Linie ist diese Entwicklung festzustellen auf den westdeutschen Kanälen und den Nebenwasserstraßen des Rheins. Während noch viele größere Reedereien bis Anfang der 70er Jahre mit eigenen Schiffen in diesen Relationen tätig waren, stellen diese Regionalmärkte heute einen wesentlichen Beschäftigungsschwerpunkt für die Partikulierschiffahrt und kleinere Reedereien dar.

Unabhängig vom Einsatzgebiet wickelt die Partikulierschiffahrt Teilpartien sowie kleinere und mittlere Partiegrößen ab; ein Transportbereich, aus dem sich die Reedereien ebenfalls nach Verkauf ihrer Stückgut- und Teilladungsflotten nahezu völlig zurückgezogen haben.

Auf dem Rhein hat sich anhand der Güterstruktur und der Partiegrößen in der Intensität der Arbeitsteilung ein spürbares Nord-/Südgefälle ergeben. Während der massenhafte Knotenpunktverkehr zum und vom Niederrhein überwiegend von Reedereien mit Schub- und Koppelverbänden durchgeführt wird, ist der Partikulieranteil im Verkehr zum Mittel- und Oberrhein sowie in den Main und den Neckar bedeutend stärker ausgeprägt.

Soweit das westdeutsche Kanalgebiet und die Nebenwasserstraßen des Rheins infrastrukturell nicht verbessert werden und damit den wirtschaftlichen Einsatz moderner Fahrzeuge verhindern, werden die angesprochenen regionalen Märkte in Zukunft noch stärker als bisher von der Partikulierschiffahrt bedient.

Die Reedereien bleiben jedoch trotz starker Verminderung ihrer Motorgüterflotte bestrebt, auch das für kleinere und mittlere Motorschiffe kontrahierte Gütervolumen zu

halten und dem Verloader weiterhin sowohl den vollen Service für Großschiffahrt als auch konventionelle Schifffahrt anzubieten.

Aus diesem Grunde werden sie in Zukunft entweder verstärkt ihre Hauspartikulierflotte ausbauen und/oder Kooperationsabsprachen mit Genossenschaften treffen. Um sich den für die Transportbedürfnisse notwendigen und modernen Umschlagsanlagen Rechnung tragenden Motorschiffsraum zu sichern, sind die Reedereien bereits in der Vergangenheit verstärkt dazu übergegangen, den verkauften Motorschiffsraum durch Beschäftigungsverträge mit Partikulieren längerfristig an sich zu binden und den Partikulieren den zur Flottenmodernisierung notwendigen Finanzierungsspielraum zu gewähren.

3.5.2. Der Wettbewerb auf güterartenspezifischen Teilmärkten

Der Wettbewerb zwischen Reedereien und Partikulieren weist nicht nur eine regional unterschiedliche Intensität auf, sondern besitzt auch eine unterschiedliche güterartenspezifische Ausprägung, die teilweise auf starken traditionellen Bindungen der Reedereien zu bestimmten Industriezweigen beruht.

Im Transport von Erz und Kohle verfügen die Reedereien seit eh und je gegenüber den Partikulieren über eine starke Marktposition. Bereits früh gingen die Hüttenwerke an Rhein und Ruhr sowie die Bergwerksgesellschaften dazu über, sich mit steigendem Transportbedarf eigene Flotten aufzubauen, um eine kontinuierliche Transportanfuhr zu gewährleisten und weitgehend von Marktpreisschwankungen unabhängig zu sein. Innerhalb kürzester Zeit entstanden dabei große Reedereiflotten. Viele der heute noch in Deutschland existierenden Reedereien können ihren Anfang auf diese Zeit zurückführen. Aus der ursprünglichen Werkschiffahrt entwickelten sich im Laufe der Zeit selbständig arbeitende Reedereien.

Heute verfügen alle Hüttenwerke an Rhein und Ruhr über eigene Werksflotten oder sind mittelbar oder unmittelbar an Reedereien beteiligt.

Die Massenhaftigkeit des Erztransportaufkommens in Knotenpunktelationen hat dabei den Aufbau der Schubschiffahrt maßgeblich begünstigt und den Verladern preisgünstige Transporte gesichert. Der Erzverkehr wird heute zu über 80 % von Schubschiffsreedereien durchgeführt. Die Hüttenwerke übertragen ihren Werksreedereien in der Regel ihre Gesamttransportabwicklung, die ihrerseits diejenigen Mengen, die über die Transportkapazität der eigenen Flotte hinausgehen, gegen Frachtprovision an Unterfrachtführer abgeben.

Im Transport von Eisen und NE-Metallen greift man dabei in erster Linie auf Schiffsraum der Partikuliere zurück, da die Partiegrößen dieser Güter sowie z. T. deren regionale Streuung des Absatzes den wirtschaftlichen Einsatz von Großschiffsraum der Reedereien nicht ermöglichen.

Auch der Kohleverkehr basiert wesentlich auf gewachsenen traditionellen Bindungen zwischen Reedereien und Verladern. Der Kohleexport über Rotterdam liegt überwiegend in Händen von Reedereien, deren Muttergesellschaften z. T. ehemalige Bergwerksgesellschaften waren oder von Reedereien, an denen Kapitalbeteiligungen der Ruhrkohle AG bestehen.

Ebenfalls die starke Stellung der Reeder im Kohleverkehr für die Kraftwerke geht z. T. auf die genannten historischen Bindungen zwischen Reedereien und Bergbauunternehmen sowie Kohlehandelsgesellschaften zurück. Dieser Verkehr weist jedoch – je nach Standort der Empfänger – eine unterschiedliche Beteiligung zwischen Reedereien und Partikulieren auf. Während die Verkehre entlang der Rheinschiene überwiegend mit modernem Großschiffsraum der Reedereien durchgeführt werden, werden diese Transporte im westdeutschen Kanalgebiet und nach Berlin aufgrund der infrastrukturellen Engpässe für den Einsatz moderner Schiffseinheiten überwiegend von der Partikulierschiffahrt abgewickelt.

Zum Teil erhalten die Partikuliere diese Transporte von ihren Genossenschaften, die unmittelbar mit dem Verloader einen Transportabschluß getätigt haben oder über Reedereien, als deren Hauspartikuliere sie fungieren.

Am Kohleverkehr der Reedereien für süddeutsche Kraftwerke werden die Partikuliere zunehmend durch Mitbeschäftigungsverträge beteiligt.

Der Wettbewerb im Transport anderer Trockengüter, wie Baustoffe, Nahrungs- und Futtermittel, Chemikalien, wird weniger stark durch die Transporttechnik und traditionelle Bindungen bestimmt. Der Partikulieranteil an diesen Transporten ist spürbar höher als bei den genannten Verkehren für die Montanindustrie. Dabei ist der Baustofftransportmarkt durch spezifische Angebots-/Nachfrageverhältnisse gekennzeichnet, die in einem hohen Anteil des Werkverkehrs an diesen Transporten zum Ausdruck kommen.

4. Ergebnis

In der deutschen Binnenschiffahrt hat sich in den letzten 15 Jahren eine deutliche Unternehmensschumpfung ergeben. Durch eine nach Art und Umfang unterschiedliche Investitions- und Desinvestitionspolitik von Reedereien und Partikulieren hat sich die Struktur der Flotte beider Anbietergruppen stark verändert. Unter dem permanenten Personalkostendruck haben sich die größeren Reedereien weitgehend von einzelfahrenden Motorgüterschiffen der Größenordnung bis 1200 t getrennt und Ersatzinvestitionen in Form von Schub-, Koppelverbänden sowie Großraummotorschiffen durchgeführt. Durch diese Flottenstrukturveränderung hat sich in zunehmendem Maße auf bestimmten regionalen Teilmärkten eine einzel- und gesamtwirtschaftlich sinnvolle Aufgabenteilung beider Anbietergruppen entsprechend der jeweiligen Leistungs- und Kostenvorteile von Reedereien und Partikulieren ergeben. Die sog. Reservefunktion der Partikuliere hat spürbar an Bedeutung verloren.

Summary

In German inland waterway transport a noticeable corporate decline took place in the course of the past 15 years. Due to the shipping companies' and private shipowners' different kind and scope of investment and disinvestment policy, the fleet structure of both transport operator groups has undergone important changes.

The larger shipping companies abandoned individual cargo vessels up to 1200 tons to a large extent and invested in barge trains or multiple barge convoy sets as well as high-capacity cargo vessels instead. This change in fleet structure increasingly effected a division of functions between both groups of transport operators on certain regional sections of the market in accordance with the performance possibilities and cost advantages offered by each party concerned and which appears quite rational from the regional and overall economic point of view.

The so-called reserve or standby function of private shipowners has noticeably lost significance.

Résumé

Dans la navigation fluviale allemande, on a pu observer durant les 15 dernières années une diminution nette du nombre d'entreprises. La structure de la flotte des deux groupes de sousmissionnaires s'est fortement modifiée par une politique d'investissement et de désinvestissement des compagnies de navigation fluviale et des patrons bateliers qui est différentielle de par sa nature et son importance. Sous la pression permanente des frais de personnel, les grandes compagnies de navigation fluviale ont cédé en grande partie leurs bateaux de marchandises à moteur jusqu'à 1200 t et ont investi dans des convois poussés et couplés ainsi que dans des bateaux à moteur à grande capacité. Par cette modification de la structure de la flotte, un partage des responsabilités de plus en plus judicieux sur le plan économique pour les deux groupes de sousmissionnaires a été mis en place sur certains marchés partiels régionaux suivant les avantages de prestations et de coûts des compagnies de navigation et des patrons bateliers. La dite fonction de réserve des patrons bateliers a sensiblement perdu en importance.

Sensitivitätsanalyse einer Kriteriengewichtung bei der Bewertung von Auswirkungen mehrerer Planvarianten

VON WILHELM LEUTZBACH
UND BERND-MICHAEL SAHLING, KARLSRUHE

Bewertungsverfahren setzen in aller Regel eine Gewichtung der der Bewertung zugrundeliegenden Kriterien voraus. Bei Kosten-Nutzen-Analysen erfolgt diese Gewichtung monetär (d.h. durch Festlegung eines Geldwertes einer Nutzeinheit je Kriterium¹⁾), bei Nutzwertanalysen explizit durch Aufteilung einer vorgegebenen Menge von Gewichtungspunkten auf die einzelnen Kriterien²⁾.

Die Gewichtung mehrerer Kriterien untereinander stellt bei der Beurteilung verschiedener Varianten ein schwieriges, wenn nicht sogar unlösbares Problem dar. Verschiedentlich wird so vorgegangen, daß ein Gremium von Experten zusammengesetzt wird, die jeweils individuell eine Gewichtung der Kriterien vornehmen. Das gemittelte Ergebnis einer solchen Gewichtungsrunde wird dann mit den Punktwerten der einzelnen Kriterien multipliziert, wobei sich im günstigsten Fall eine der Varianten als die beste herausstellt.

Diesen Gewichtungsrunden muß natürlich eine gewisse Subjektivität unterstellt werden. Deshalb werden oft nicht nur Experten, sondern auch mittelbar und unmittelbar Betroffene bzw. Beteiligte zu derartigen Gewichtungsrunden hinzugezogen. Es erscheint jedoch nahezu unmöglich, einen repräsentativen Querschnitt der Betroffenen heranzuziehen, zumal auch eine Überforderung einzelner bei der Problematik unterstellt werden kann.

Aus diesen Gründen wurde bei einer kürzlich vorgelegten Untersuchung³⁾ auf eine Gewichtungsrunde verzichtet und statt dessen eine andere Vorgehensweise gewählt: Eine Sensitivitätsanalyse sollte Hinweise auf die Empfindlichkeit des Ergebnisses gegenüber unterschiedlichen Gewichtungen der einzelnen Kriterien geben.

Oder, anders ausgedrückt: Es wurde nicht gefragt, welche Variante die beste sein würde, wenn ein bestimmter Satz von Gewichten vorgegeben gewesen wäre, sondern es wurde gefragt, wie hätte gewichtet werden müssen, wenn eine bestimmte Variante (wenn überhaupt) die beste werden sollte.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Leutzbach
Dr.-Ing. Bernd-Michael Sahling
Institut für Verkehrswesen
Universität (TH) Karlsruhe
Postfach 6380
7500 Karlsruhe 1

1) Siehe z. B. auch: Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W), vorläufiger Entwurf, September 1980.

2) Vgl. Zangemeister, C., Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, München 1976.

3) Vgl. Leutzbach, W. et. al., Gutachten über mögliche Varianten zur Nordtangente Karlsruhe 1981.

Bei dem vorliegenden Beispiel wurden 11 Varianten (1, 2, 10 – 18) untersucht. Es wurde eine Bewertung der Auswirkungen aufgrund von 12 Kriterien vorgenommen. Dabei handelte es sich um sechs von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien (1 – 6) und sechs ökologische Kriterien (7 – 12).

- Kriterium 1: Reisezeit
- Kriterium 2: Kraftstoffverbrauch
- Kriterium 3: Lärmbelastung
- Kriterium 4: CO-Emission
- Kriterium 5: Verkehrssicherheit
- Kriterium 6: Überquerungswiderstand
- Kriterium 7: Diversität
- Kriterium 8: Zerschneidung
- Kriterium 9: Landwirtschaft
- Kriterium 10: Forstwirtschaft
- Kriterium 11: Grundwasser
- Kriterium 12: Erholung: Lärm

Die Bewertung der Auswirkungen in Punkten zeigt Tabelle 1. Für eine gleichgewichtige Bewertung aller Kriterien ist die Summe für jede Variante in der letzten Zeile angegeben.

Bei der anschließenden Sensitivitätsanalyse wurde die Summe der Gewichte für alle Kriterien auf 12 festgesetzt; jedem Einzelkriterium konnte ein Gewicht zwischen 0 und 12 zugewiesen werden, welches ganzzahlig sein sollte. Das bedeutet, daß, wenn beispielsweise ein Kriterium doppelt gewichtet wurde, ein anderes mit 0 gewichtet werden mußte (d. h. nicht in die Betrachtung einbezogen wurde).

Tabelle 2 zeigt eine komprimierte Zusammenfassung dieses Analyseschrittes. Sie ist wie folgt zu lesen: Ganz rechts ist die jeweils zu betrachtende Kombination angegeben. In der ersten Zeile wurde z. B. die Gewichtung untersucht, bei der das Gesamtgewicht immer nur jeweils einem Kriterium zugeschlagen wurde. Dabei wurden die Varianten 1 und 2 sechsmal, die Varianten 10 und 11 viermal, die Variante 12 dreimal usw. als beste ermittelt. Da mehr als eine Variante den gleichen maximalen Punktwert erhalten konnte, wurden in einem solchen Fall die entsprechenden Varianten alle als beste Variante in die Liste aufgenommen, so daß bei dieser Kombination die Zeilensumme größer als 12 ist.

In der nächsten Zeile wurden dann alle die Kombinationen betrachtet, bei denen ein Kriterium das Gewicht 11 erhielt und ein anderes das Gewicht 1, usw. In der letzten Zeile ist schließlich das Ergebnis für eine gleichgewichtige Betrachtung aller zwölf Kriterien angegeben. In diesem Fall schnitt die Variante 12 als beste ab.

Diese erste Zusammenfassung gab eine Art Häufigkeitsverteilung. Es ist sicherlich realitätsnaher, die einzelnen Kriterien nicht so stark unterschiedlich zu gewichten, also z. B. keinem der zwölf Kriterien mehr als 25 % des Gesamtgewichts zu geben. Somit sind die Kombinationen, bei denen einem Kriterium höchstens das Gewicht 3 gegeben wird, für weitere Betrachtungen am interessantesten. Bei der zusammenfassenden Auswertung fällt in Tabelle 2 z. B. auf, daß die Varianten 13, 15 und 16 bis auf eine Ausnahme nie als beste ermittelt wurden. Die Varianten 17 und 18 erschienen erst dann als beste Varianten, wenn mindestens drei bzw. vier Kriterien mindestens doppelt so stark gewichtet

Nr.	Kriterien	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Reisezeit	96,7	95,4	97,3	97,3	97,8	96,7	97,6	97,0	98,0	99,7	100
2	Kraftstoffverbrauch	97,8	96,4	99,6	100	100	99,3	100	100	100	100	100
3	Lärmbelastung	63,4	62,1	63,9	64,0	65,0	64,3	64,8	65,0	65,4	67,0	67,8
4	CO-Emission	83,0	81,5	83,4	83,4	84,2	83,4	84,0	83,8	84,2	86,1	87,6
5	Verkehrssicherheit	77,8	76,9	77,8	77,7	78,4	78,2	77,7	77,9	78,4	78,5	79,1
6	Überquerungswiderstand	46,8	46,3	47,4	48,6	48,9	48,1	49,3	48,8	49,4	51,4	49,4
7	Diversität	50	50	49,9	48,5	47,6	47,6	45,0	44,7	39,9	32,1	31,1
8	Zerschneidung	33,5	33,5	33,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	31,7	31,3	27,5
9	Landwirtschaft	35,2	35,2	35,1	34,5	34,3	34,3	33,9	33,7	33,6	32,0	32,0
10	Forstwirtschaft	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	52,3	53,7	43,4	39,9	41,1
11	Grundwasser	64,3	64,3	64,3	64,3	64,3	64,3	58,0	54,1	44,5	39,7	41,1
12	Erholung: Lärm	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	78,5	75,7	72,6	70,9
	Σ	782,1	775,2	785,8	784,4	786,1	781,8	774,5	769,7	744,2	730,3	727,6

Abb. 1: Bewertung der Auswirkungen in Punkten

Abbildung 2

ZUSAMMENFASSUNG											
1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18	KOMBINATION
ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	
6	6	4	4	3	2	1	2	1	2	5	12
42	30	23	19	21	2	1	4	0	13	43	11 1
38	30	28	19	30	0	2	4	0	12	34	10 2
139	60	135	56	136	0	2	4	0	66	172	10 1 1
35	30	33	18	35	2	2	5	0	12	27	9 3
233	120	312	118	344	0	12	10	0	121	259	9 2 1
251	60	524	132	566	0	12	2	0	159	390	9 1 1 1
35	30	36	18	33	2	1	4	0	14	24	8 4
225	120	345	115	369	0	12	12	0	110	219	8 3 1
101	60	191	55	208	0	8	6	0	58	96	8 2 2
635	180	1739	397	1962	0	53	7	0	449	850	8 2 1 1
258	30	1271	222	1479	0	31	0	0	229	516	8 1 1 1 1
34	15	193	16	200	0	9	1	0	38	22	3 3 3 3
540	120	6674	459	6973	0	122	0	0	808	498	3 3 3 2 1
316	20	8108	453	8816	0	69	0	0	605	439	3 3 3 1 1 1
210	60	3408	192	3598	0	51	0	0	392	176	3 3 2 2 2
1066	90	36804	1908	40355	0	250	0	0	2561	1451	3 3 2 2 1 1
379	0	37140	1559	42875	0	77	0	0	1398	815	3 3 2 1 1 1 1
14	0	6140	189	7529	0	1	0	0	101	49	3 3 1 1 1 1 1
277	30	12451	514	13660	0	67	0	0	793	325	3 2 2 2 2 1 1
351	0	50155	1680	57662	0	62	0	0	1689	749	3 2 2 1 1 1 1
42	0	37333	938	45124	0	5	0	0	544	164	3 2 1 1 1 1 1 1
0	0	7004	72	8917	0	0	0	0	33	0	3 1 1 1 1 1 1 1
0	0	278	0	391	0	0	0	0	0	0	2 2 2 2 2 2
7	1	426	14	462	0	1	0	0	25	7	2 2 2 2 2 1 1
40	0	7754	163	8568	0	2	0	0	229	74	2 2 2 2 2 1 1
8	0	16138	200	18487	0	0	0	0	189	39	2 2 2 2 1 1 1 1
0	0	8526	56	10110	0	0	0	0	29	0	2 2 2 1 1 1 1 1
0	0	1339	0	1677	0	0	0	0	0	0	2 2 1 1 1 1 1 1
0	0	58	0	75	0	0	0	0	0	0	1 1 1 1 1 1 1 1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 1 1 1 1 1 1 1

wurden wie die übrigen Kriterien (man vergleiche die viert- und fünftletzte Zeile der Tabelle 2).

Die folgenden Detailuntersuchungen sollten weitergehende Interpretationen dieses zusammenfassenden Ergebnisses ermöglichen.

Kombinationen										maximaler Punktwert			
**	2	2	1	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 89.7 **
**	2	1	2	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 86.4 **
**	2	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 88.3 **
**	2	1	1	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 84.9 **
**	1	2	2	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.2 **
**	1	2	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 88.3 **
**	1	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.0 **
**	1	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 81.5 **
**	2	2	1	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.5 **
**	2	1	2	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 90.4 **
**	2	1	2	1	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.1 **
**	2	1	1	2	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 81.7 **
**	2	1	1	1	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.6 **
**	1	2	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 80.2 **
**	1	2	1	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 84.8 **
**	1	1	2	2	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 80.3 **
**	1	1	2	1	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 76.9 **
**	1	1	1	2	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 78.8 **
**	2	2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 88.5 **
**	2	2	1	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.0 **
**	2	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.7 **
**	2	1	1	1	1	2	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.6 **
**	1	2	2	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 80.1 **
**	1	2	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 86.4 **
**	1	1	2	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.6 **
**	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 82.3 **
**	1	1	2	1	1	2	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 76.8 **
**	1	1	1	2	1	2	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 78.7 **

Abbildung 3

Tabelle 3 zeigt die 29 Kombinationen, bei denen genau 3 Kriterien mit dem Gewicht 2 in die Bewertung eingehen und Variante 17 als beste Variante ermittelt wurde (man vergleiche auch die viertletzte Zeile der Tabelle 2). Hieraus wurde deutlich, daß in der Regel von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien mindestens doppelt so stark zu gewichten waren, um diese Variante als beste zu erhalten. Die ökologischen Kriterien 7 (Diversität), 10 (Forstwirtschaft) und 11 (Grundwasser) durften in diesem Fall überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden. Der jeweils erreichte maximale Punktwert ist dabei zusätzlich angegeben.

Die gleiche Auswertung wurde für die Varianten 17 und 18 für den Fall vorgenommen, daß mindestens vier Kriterien mit dem Gewicht 2 in die Bewertung eingehen. Tabelle 4

Kombinationen										maximaler Punktwert				
**	2	2	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 89.9 **
**	2	2	2	2	1	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 93.9 **
**	2	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	1	VARI:18	MAX : 92.0 **
**	2	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 93.2 **
**	2	2	2	0	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 87.8 **
**	2	2	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	VARI:18	MAX : 87.4 **
**	2	2	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 85.1 **
**	2	2	2	1	0	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 83.8 **
**	2	2	1	2	2	1	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 91.0 **
**	2	2	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	VARI:18	MAX : 95.3 **
**	2	2	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 92.4 **
**	2	2	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 87.7 **
**	2	2	1	2	1	1	0	2	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 90.4 **
**	2	2	1	2	1	1	0	0	2	0	0	1	VARI:18	MAX : 90.6 **
**	2	2	1	1	2	2	0	0	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 91.7 **
**	2	2	1	1	2	1	0	2	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 85.5 **
**	2	2	1	1	1	2	0	2	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 82.8 **
**	2	2	1	1	1	2	0	1	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 82.9 **
**	2	2	1	1	1	1	0	2	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 80.9 **
**	2	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 91.8 **
**	2	1	2	2	2	0	1	1	0	0	1	1	VARI:18	MAX : 89.9 **
**	2	1	2	2	1	2	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 85.0 **
**	2	1	2	2	1	2	0	0	1	1	0	0	VARI:18	MAX : 86.2 **
**	2	0	2	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 82.3 **
**	2	1	2	2	1	0	0	2	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 85.1 **
**	2	1	2	2	1	1	0	1	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 83.1 **
**	2	1	2	2	1	1	0	0	2	0	0	1	VARI:18	MAX : 87.4 **
**	2	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 84.3 **

Abbildung 4

zeigt für diesen Fall auszugsweise einige der Kombinationen, die dann eine der Varianten 17 oder 18 zur besten werden ließen. Auch hier waren wieder in der Regel bestimmte von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien mindestens doppelt so stark zu gewichten wie die übrigen.

Weiterhin fällt bei dieser Tabelle auf, daß zwei der ökologischen Kriterien, nämlich die Diversität und das Grundwasser, überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden durften, wenn eine der Varianten 17 oder 18 bei der jeweiligen Kombination zur besten werden sollte. Dies zeigte sich an dem ausschließlich auftretenden Gewicht 0 in der jeweils siebten und elften Spalte der Tabelle 4.

Außerdem durfte in diesem Fall das ökologische Kriterium Forstwirtschaft (zehnte Spalte) nur in ganz wenigen Ausnahmefällen in die Bewertung einbezogen werden.

Diese ersten Ergebnisse erforderten eine weitere Auswertung, bei der die zwölf Kriterien einzeln unter Variation ihres Gewichtes betrachtet wurden. Die Tabellen 5 bis 8 zeigen hier wieder eine Häufigkeitsverteilung, mit der die einzelnen Varianten als beste ausgewählt wurden. Betrachtet man diese Auswertung im Zusammenhang, so zeigt sich, daß

Abbildung 5

***** KRITERIUM : 1												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	11	43
9	0	0	0	6	0	101	0	0	0	0	53	127
8	0	0	0	53	0	480	0	0	0	0	169	304
7	0	0	0	306	0	1677	0	0	0	0	427	606
6	0	0	0	1288	1	4741	0	1	0	0	927	1096
5	0	0	0	4364	10	11621	0	6	0	0	1749	1827
4	0	0	0	12598	97	25519	0	42	0	0	2977	2897
3	0	0	0	32026	600	51390	0	162	0	0	4742	4337
2	0	0	0	73737	2619	96492	0	496	0	0	7125	6277
1	1965	0	1155722	9024	1170730	0	1282	0	0	0	10185	8805
0	27758	6188	1290032	25822	1287274	13	2934	230	1	14004	12040	1

***** KRITERIUM : 2												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	6	3	0	1	1	2	0	1
10	0	0	0	0	26	24	0	2	4	0	10	12
9	0	0	0	2	97	133	0	8	8	0	31	32
8	0	0	0	38	279	532	0	21	11	0	90	81
7	0	0	0	294	644	1711	0	40	13	0	225	194
6	0	0	0	1362	1190	4670	0	83	17	0	486	427
5	0	0	0	4572	2086	11212	0	153	21	0	994	875
4	0	0	0	12912	3255	24412	0	280	23	0	1926	1717
3	0	0	0	32669	4523	49324	0	440	27	0	3583	3193
2	0	0	0	74073	6383	93757	0	773	31	0	6325	5699
1	0	0	0	1156431	8596	1169651	0	1220	34	0	10819	9802
0	29723	6188	1287779	11087	1294608	13	1901	38	0	17879	16333	1

***** KRITERIUM : 3												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	59
9	0	0	0	0	0	76	0	0	3	0	10	202
8	0	0	0	1	0	453	0	0	8	0	57	494
7	0	0	0	21	0	1799	0	0	13	0	212	977
6	0	0	0	221	0	5542	0	1	20	0	610	1669
5	0	0	0	1360	0	14230	0	6	26	0	1370	2580
4	0	0	0	6088	1	31594	0	44	31	0	2652	3656
3	0	0	0	21467	52	61987	0	169	33	0	4587	4909
2	0	0	0	62463	843	109220	0	523	34	0	7242	6356
1	3216	0	1154016	6225	1174241	0	1361	32	0	10676	7887	1
0	26497	6188	1324495	31052	1250889	13	2819	30	1	14954	9569	1

Abbildung 6

***** KRITERIUM : 4																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	5 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	63 I					
9 II	0 I	0 I	0 I	0 I	53 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	233 I					
8 II	0 I	0 I	10 I	0 I	361 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	631 I					
7 II	0 I	0 I	97 I	0 I	1532 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	48 I	1343 I					
6 II	0 I	0 I	578 I	0 I	4883 I	0 I	1 I	0 I	0 I	228 I	2368 I						
5 II	0 I	0 I	2577 I	0 I	12677 I	0 I	6 I	0 I	0 I	747 I	3575 I						
4 II	0 I	0 I	9070 I	5 I	28339 I	0 I	44 I	0 I	0 I	1883 I	4778 I						
3 II	0 I	0 I	26730 I	131 I	56527 I	0 I	173 I	0 I	0 I	3900 I	5765 I						
2 II	166 I	0 I	68542 I	1242 I	1102888 I	0 I	526 I	0 I	0 I	7006 I	6429 I						
1 II	4799 I	0 I	1153945 I	7297 I	1172900 I	0 I	1322 I	0 I	0 I	11390 I	6662 I						
0 II	24758 I	6188 I	1308583 I	29498 I	1269875 I	13 I	2851 I	230 I	1 I	17165 I	6511 I						

***** KRITERIUM : 5																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	4 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	37 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	3 I	0 I	0 I	0 I	194 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	8 I	82 I					
8 II	27 I	0 I	10 I	0 I	741 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	33 I	195 I					
7 II	110 I	0 I	122 I	0 I	2265 I	0 I	0 I	0 I	0 I	112 I	413 I						
6 II	321 I	0 I	748 I	0 I	5912 I	0 I	0 I	0 I	0 I	315 I	784 I						
5 II	758 I	0 I	3152 I	0 I	13665 I	0 I	0 I	0 I	0 I	745 I	1396 I						
4 II	1537 I	0 I	10278 I	7 I	28545 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1662 I	2384 I						
3 II	2773 I	0 I	28275 I	135 I	55333 I	0 I	1 I	0 I	0 I	3298 I	3890 I						
2 II	4686 I	0 I	68753 I	1438 I	1100297 I	0 I	111 I	0 I	0 I	6230 I	6102 I						
1 II	7599 I	0 I	1151105 I	7294 I	1170512 I	0 I	781 I	0 I	0 I	11074 I	9273 I						
0 II	11909 I	6188 I	1307689 I	29299 I	1272533 I	13 I	4030 I	230 I	1 I	18893 I	13814 I						

***** KRITERIUM : 6																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I	0 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I	0 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	8 I	0 I	2 I	0 I	0 I	0 I	57 I	0 I					
9 II	0 I	0 I	0 I	0 I	80 I	0 I	18 I	0 I	0 I	0 I	190 I	0 I					
8 II	0 I	0 I	0 I	9 I	413 I	0 I	84 I	0 I	0 I	0 I	508 I	0 I					
7 II	0 I	0 I	0 I	79 I	1618 I	0 I	207 I	0 I	0 I	0 I	1138 I	0 I					
6 II	0 I	0 I	5 I	431 I	4992 I	0 I	460 I	0 I	0 I	0 I	2197 I	0 I					
5 II	0 I	0 I	246 I	1462 I	13382 I	0 I	860 I	0 I	0 I	0 I	3762 I	2 I					
4 II	0 I	0 I	2477 I	3603 I	31128 I	0 I	1203 I	0 I	0 I	0 I	5859 I	140 I					
3 II	0 I	0 I	13220 I	6593 I	63724 I	0 I	1275 I	0 I	0 I	0 I	7696 I	1260 I					
2 II	0 I	0 I	50573 I	9109 I	114180 I	0 I	703 I	0 I	0 I	0 I	8093 I	4789 I					
1 II	1958 I	0 I	1149746 I	9630 I	1177654 I	0 I	107 I	0 I	0 I	0 I	7137 I	11286 I					
0 II	27765 I	6188 I	1353865 I	7257 I	1242859 I	13 I	4 I	230 I	1 I	5721 I	20893 I						

Abbildung 7

***** KRITERIUM : 7																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	5 I					
11 II	10 I	5 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	50 I	15 I	18 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	63 I					
9 II	155 I	35 I	139 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	233 I					
8 II	380 I	70 I	644 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	631 I					
7 II	786 I	126 I	2240 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	48 I	1343 I					
6 II	1498 I	210 I	6743 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	228 I	2368 I					
5 II	2245 I	330 I	17632 I	9 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	747 I	3575 I					
4 II	3071 I	495 I	41227 I	211 I	45 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1883 I	4778 I					
3 II	3769 I	715 I	84444 I	1526 I	3815 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3900 I	5765 I					
2 II	4742 I	1001 I	1134876 I	5326 I	42595 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7006 I	6429 I					
1 II	5950 I	1365 I	1153575 I	11860 I	1180328 I	0 I	56 I	0 I	0 I	0 I	11390 I	6662 I					
0 II	7066 I	1820 I	1128593 I	19241 I	1423255 I	13 I	4867 I	230 I	1 I	39901 I	34267 I						

***** KRITERIUM : 8																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	6 I	5 I	9 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7 I					
10 II	21 I	15 I	55 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	56 I	35 I	250 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	82 I					
8 II	126 I	70 I	910 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	195 I					
7 II	257 I	126 I	2777 I	0 I	0 I	0 I	2 I	0 I	0 I	0 I	0 I	413 I					
6 II	491 I	210 I	7324 I	0 I	29 I	0 I	25 I	0 I	0 I	0 I	0 I	784 I					
5 II	913 I	330 I	17011 I	0 I	804 I	0 I	132 I	4 I	0 I	0 I	0 I	1396 I					
4 II	1626 I	495 I	34067 I	14 I	6253 I	0 I	307 I	15 I	0 I	0 I	0 I	2384 I					
3 II	2816 I	715 I	59999 I	237 I	25583 I	0 I	526 I	32 I	0 I	0 I	0 I	3890 I					
2 II	4633 I	1001 I	96473 I	1810 I	74338 I	0 I	858 I	48 I	0 I	0 I	0 I	6102 I					
1 II	7417 I	1365 I	1144760 I	8283 I	1176552 I	0 I	1234 I	60 I	0 I	0 I	0 I	9273 I					
0 II	11360 I	1820 I	1206496 I	27829 I	1366479 I	13 I	1839 I	71 I	1 I	13134 I	29608 I						

***** KRITERIUM : 9																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	10 I	5 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	49 I	15 I	19 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	151 I	35 I	139 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	82 I					
8 II	367 I	70 I	644 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	195 I					
7 II	779 I	126 I	2214 I	5 I	23 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	413 I					
6 II	1464 I	210 I	6332 I	39 I	383 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	784 I					
5 II	2190 I	330 I	14812 I	164 I	2381 I	0 I	5 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1396 I					
4 II	2984 I	495 I	29916 I	618 I	9863 I	0 I	?? I	0 I	0 I	0 I	0 I	2384 I					
3 II	3706 I	715 I	54141 I	1747 I	30265 I	0 I	124 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3890 I					
2 II	4671 I	1001 I	91106 I	4530 I	77277 I	0 I	438 I	0 I	0 I	0 I	0 I	6102 I					
1 II	5905 I	1365 I	1145588 I	9991 I	1173398 I	0 I	1198 I	0 I	0 I	0 I	0 I	9273 I					
0 II	7446 I	1820 I	1225220 I	21079 I	1356448 I	13 I	3136 I	230 I	1 I	23088 I	19694 I						

Abbildung 8

***** KRITERIUM : 10																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0						
11	5	5	3	3	7	1	0	2	0	0	0						
10	18	15	19	8	37	1	0	4	0	0	0						
9	49	35	90	24	154	1	0	6	0	0	0						
8	114	70	352	60	535	1	0	10	0	0	0						
7	238	126	1135	153	1608	1	0	13	0	0	0						
6	462	210	3156	357	4299	1	0	18	0	0	0						
5	862	330	7877	755	10460	1	0	24	0	0	0						
4	1565	495	18036	1547	23580	1	0	29	0	0	0						
3	2727	715	38496	2997	49894	1	0	36	0	0	0						
2	4592	1001	77648	5559	99741	1	43	41	0	0	228						
1	7427	1365	1149221	9954	1180432	1	767	39	0	2907	7435						
0	11663	1820	1274098	16755	1279290	1	4113	7	1	39463	30707						

***** KRITERIUM : 11																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
11	5	5	3	3	7	1	0	0	0	0	0						
10	18	15	19	8	37	1	0	0	0	0	0						
9	49	35	92	24	154	1	0	0	0	0	0						
8	114	70	354	61	535	1	0	0	0	0	0						
7	237	126	1137	151	1608	1	0	0	0	0	0						
6	460	210	3154	357	4299	1	0	0	0	0	0						
5	864	330	7888	754	10460	1	0	0	0	0	0						
4	1566	495	18034	1554	23582	1	0	0	0	0	0						
3	2734	715	38515	2988	49893	1	0	0	0	0	0						
2	4596	1001	77684	5567	99983	1	0	0	0	0	0						
1	7423	1365	1149195	9930	1189986	1	0	0	0	52	1191						
0	11656	1820	1274056	16775	1269493	1	4923	230	1	42318	37179						

***** KRITERIUM : 12																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0						
11	6	5	6	7	0	0	0	0	0	0	0						
10	21	15	33	33	0	0	0	0	0	0	0						
9	56	35	151	123	0	0	0	0	0	0	0						
8	126	70	566	398	1	0	0	0	0	0	0						
7	257	126	1778	1077	67	0	6	0	0	0	0						
6	490	210	4788	2331	706	0	76	0	0	0	0						
5	903	330	11335	4027	3639	0	275	0	0	0	0						
4	1621	495	24043	5787	13068	0	679	0	0	0	0						
3	2779	715	46830	6869	36881	0	1291	0	0	0	44						
2	4606	1001	85512	6988	86366	0	1469	0	0	2057	1502						
1	7375	1365	1148401	5965	1176657	0	882	0	0	10802	7871						
0	11482	1820	1246688	4567	1332653	13	245	230	1	29511	28953						

bei stärkerer Gewichtung der von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien (Kriterien 1 bis 6) die Varianten 10 bis 12, 14 sowie 17 und 18 am weitaus häufigsten als beste ermittelt wurden. Andererseits wurden bei stärkerer Gewichtung der ökologischen Kriterien (Kriterien 7 bis 12) in der Regel die Varianten 1, 2 und 10 bis 12 am weitaus häufigsten als beste ermittelt.

An dieser Auswertung waren jedoch weitere interessante Details zu erkennen. Wenn z. B. in einer Spalte bis auf das letzte Element (Gewicht 0) nur Nullen auftauchten, bedeutete dies, daß das entsprechende Kriterium überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden durfte, wenn die Variante dieser Spalte diskussionswürdig bleiben sollte. Dies galt z. B. bei den Varianten 2, 13 und 16 für alle von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien.

Sehr aufschlußreich war diese Auswertung bezüglich der ökologischen Kriterien. Die Tabellen 7 und 8 zeigen, daß in der Regel die ökologischen Kriterien nur sehr schwach gewichtet werden durften, wenn eine der Varianten 13 bis 18 zur besten werden sollte. Einige Beispiele seien genannt:

Die Auswertung des Kriteriums 11 (Grundwasser) zeigte, daß dieses Kriterium nicht in die Bewertung einbezogen werden durfte, wenn die Varianten 14, 15 und 16 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Entsprechend durfte dieses Kriterium höchstens mit dem Gewicht 1 versehen werden, wenn die Varianten 17 oder 18 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Ähnliche Aussagen ergaben sich für das Kriterium 7 (Diversität).

Weiter ist z. B. zu ersehen, daß alle ökologischen Kriterien nicht in die Bewertung einbezogen werden durften, wenn die Variante 16 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Die Varianten 17 oder 18 wurden nur dann zur Variante mit dem höchsten Punktwert, wenn die Kriterien 7 und 11 höchstens mit dem Gewicht 1 versehen wurden.

Grob zusammenfassend konnte für die hier ausgewählte Untersuchung festgestellt werden, daß bei einer hohen Bewertung der von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien die Varianten 10 bis 12, 14 sowie 17 und 18 positiv abschnitten, bei einer hohen Bewertung der ökologischen Kriterien jedoch nur die Varianten 10 bis 12 sowie mit Einschränkungen die Variante 14. In beiden Gruppen wären demnach die Varianten 10 bis 12 und 14 enthalten.

Solche Aussagen sind ein Schritt auf dem Weg zur Entscheidungsfindung und können den beteiligten Gremien zumindest eine wesentliche Entscheidungshilfe geben. Die Sensitivitätsanalyse der Kriteriengewichtung ließ aber noch eine Vielzahl weiterer Interpretationen zu.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen nur beispielhaft, wie ohne großen Mehraufwand Detailuntersuchungen durchgeführt werden können. Alle in der zusammenfassenden Tabelle 2 auftretenden Kombinationen, die dem Entscheidungsträger bei der Betrachtung einer bestimmten Variante als wichtig erscheinen, lassen sich auf diese Weise einer detaillierten Untersuchung unterziehen.

Abschließend bleibt zu erwähnen, daß das Rechenprogramm in der Programmiersprache

PASCAL erstellt und auf einem Minirechner implementiert wurde. Zur Berechnung der für dieses Beispiel notwendigen ca. 1 352 000 Kombinationen sowie der Detailauswertungen war eine Rechenzeit von ca. 1,5 Stunden auf einer HP 1000 F erforderlich.

Summary

Evaluation methods generally require criteria weighting. Weighting of several criteria among each other, however, represents a complicated and perhaps even insoluble problem when evaluating different planning alternatives. For this reason, in the presented example the usual weighting procedure will not be applied but instead one of the questions was: How had to be weighted if a certain alternative was supposed to be the best? Such results and other evaluations in relation to the chosen criterial may be of essential help for committees involved to take their decision. The computer program developed for this problem is implemented in a minicomputer.

Résumé

En règle générale, les méthodes d'évaluation présupposent qu'on donne du poids aux critères d'évaluation. Pourtant l'attribution des poids à plusieurs critères posent un problème difficile ou même insoluble en évaluant les diverses variantes. Pour cette raison, à l'exemple présenté, on a renoncé au procédé usuel de l'attribution des poids; au lieu de cela on a posé la question: Comment faut-il donner du poids aux critères pour qu'une certaine variante doive être choisie comme la meilleure? Telles réponses aux questions et d'autres évaluations se rapportant aux critères peuvent au moins assister les comités intéressés afin de prendre leurs décisions. Etant développé pour ce but là, le programme de calcul est implanté dans un mini-ordinateur.

Buchbesprechung

KAUFMANN, LOTHAR, REGIONALES ENTWICKLUNGSPOTENTIAL UND REGIONALPOLITISCH ORIENTIERTE VERKEHRSPLANUNG (= Volkswirtschaftliche Schriften, Band 13: Regionale Verkehrspolitik), Verlag Dr. Peter Mannhold, 320 S., Düsseldorf 1981, kart., DM 39,50.

In dieser Veröffentlichung entwirft Kaufmann ein analytisches und planungsmethodisches Handlungskonzept, um das verkehrspolitische Instrumentarium im Rahmen einer umfassenden Entwicklungsplanung für die Realisierung der Wachstums- und Entwicklungsziele einzelner Regionen ökonomisch effizient einzusetzen.

Die Abhandlung beginnt nach einleitenden Bemerkungen mit einer Bestimmung regionaler Entwicklungspotentiale. Die kritische Analyse verschiedener Ansätze zur Quantifizierung regionaler Entwicklungspotentiale zeigt, daß sich diese Verfahren und Methoden kaum für die prognostische Ermittlung der sich im Zeitablauf verändernden intraregionalen Entwicklungschancen eignen. Kaufmann entwickelt deshalb einen erweiterten „faktorspezifischen“ Entwicklungspotentialansatz mit den Elementen: regionales Arbeitskräfte- und Erwerbstätigenpotential, privater Realkapitalstock, Wirtschaftsstrukturpotential, Siedlungsstruktur- und Agglomerationspotential, Infrastrukturpotential, wirtschaftsgeographisches Lagepotential sowie Umwelt- und Preispotential.

Im anschließenden Kapitel wird die Bedeutung des Verkehrssystems für die regionalwirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten erörtert. Da sich statistisch-ökonomische Verfahren zur Schätzung des Einflusses von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf die regionalen Entwicklungsmöglichkeiten u. a. wegen des relativ hohen Aggregationsniveaus als wenig aussagefähig erweisen, werden Wirkungshypothesen formuliert.

Gestützt auf Literaturlauswertungen und Ergebnisse empirischer Untersuchungen ergeben diese Hypothesen plausible Aussagen über die instrumentelle Bedeutung des Verkehrssystems bei der Ausschöpfung „faktorspezifischer“ regionaler Teilpotentiale. Allgemein wird der Einfluß verkehrspolitischer Maßnahmen auf die verschiedenen Teilpotentiale als gering beurteilt.

Im Einzelfall hängen jedoch die regionalwirtschaftlichen Folgeeffekte der Verkehrssystemänderungen von der gegebenen Potentialfaktorausstattung und damit von der raumstrukturellen Ausgangssituation einer Region ab. Daraus resultiert die Konsequenz, den überwiegend geringen und mit Unsicherheit behafteten Wirkungseffekten von Verkehrssystemvariablen durch eine koordinierte und auf das regional verfügbare Potential ausgerichtete Verkehrs- und Regionalpolitik zu begegnen.

Das nächste Kapitel behandelt verschiedene regionalwirtschaftliche Entwicklungskonzeptionen für periphere Räume. Aus methodischer Sicht wird ein operationales Zielsystem auf der Ebene der Planungsregion und die Auswahl von Maßnahmen zur Zielerreichung gefordert, um zu einem alle raumrelevanten Fachpolitiken integrierenden Entwicklungsansatz zu gelangen.

Im darauffolgenden Teil versucht Kaufmann im Rahmen der integrierten Entwicklungskonzeption einen methodischen Ansatz zu entwickeln, der zum einen wohlfahrtsmindernde Fehlinvestitionen der Verkehrsinfrastruktur vermeiden, andererseits aber auch verhindern soll, daß sich das Verkehrssystem als Engpaßfaktor bei der Verwirklichung regionaler Entwicklungsziele darstellt. Im wesentlichen wird dafür die ex-ante-Bestimmung von kapazitativen und qualitativen Verkehrssystemanforderungen spezifischer Entwicklungsstrategien vorgeschlagen, die dann dem Verkehrsangebot gegenüberzustellen sind. Zur antizipativen Ermittlung regionaler Verkehrsinfrastrukturkapazitäten werden ingenieurtechnische Modelle verwendet, in die aus den Ziel- und Instrumentenvariablen der regionalen Entwicklungskonzeption entnommene sozio-ökonomische Größen einfließen. Für die Erfassung zukünftiger qualitativer Engpässe des Verkehrssystems lassen sich regionalökonomisch relevante Ausstattungs- und Erreichbarkeitsindikatoren für den Personen- und Güterverkehr bilden, wobei u. a. die regionalspezifischen Soll- und Mindeststandards normativ festzulegen sind.

Das letzte Kapitel des Buches beleuchtet noch kurz mögliche Anwendungsprobleme der integrierten engpaß- und entwicklungsorientierten Verkehrspolitik. Hier können etwa durch verzweigte Planungskompetenzen im Bereich der Regional- und Verkehrspolitik Koordinations-

probleme auftreten; des weiteren erfordert das vorgeschlagene Handlungskonzept einen hohen Informationsbedarf. Als Problem wird darüber hinaus auch der Konflikt zwischen regionaler und überregionaler Verkehrspolitik genannt. Diese Schwierigkeiten sprechen aber nach Kaufmann nicht grundsätzlich gegen die Anwendung des Konzepts, zumal er echte Engpaßlagen im Verkehrssystem peripherer Räume mit restriktiven Wirkungen auf die regionalwirtschaftliche Entwicklung als „Sonderproblemlagen mit singulärem Charakter“ kennzeichnet, so daß regionale Entwicklungsengpässe gegenwärtig über-

wiegend nicht bei verkehrswirtschaftlichen Faktoren zu suchen sind.

Insgesamt vermittelt das Buch von Kaufmann hilfreiche Anregungen bei der Diskussion einer modifizierten Verkehrsplanung. Der Leser hätte sich jedoch, trotz bestehender Probleme bei der empirischen Datenbasis, eine praktische, beispielhaft auf eine Region begrenzte Anwendung des Konzepts gewünscht. Damit wären auch dem Planungsfachmann weitere verwertbare Erkenntnisse über die Durchsetzung eines solchen integrierten Ansatzes eröffnet worden.

Dipl.-Volkswirt U. Graf, Bochum

**ZEITSCHRIFT
FÜR
VERKEHRS-
WISSENSCHAFT**

INHALT DES HEFTES:

- | | |
|--|-----------|
| Die Nachfrageelastizität im innerstädtischen Individualverkehr – dargestellt am Beispiel ausgewählter Städte Nordrhein-Westfalens –
Von Ulrich Teichmann, Köln | Seite 71 |
| Gibt es eine objektiv richtige Diskontierungsrate? – Ein Beitrag zur Theorie der Investitionsrentabilität von Verkehrswegeprojekten
Von Erhard Moosmayer, Bonn | Seite 95 |
| Nutzen-Kosten-Analyse – Nutzwertanalyse – Zur Frage ihrer Anwendung
Von Ernst-Albrecht Marburger, Köln | Seite 101 |
| Prognosephilosophie und Verkehrsszenarien – Kann durch die Technik der „offenen Prognose“ das Prognoseverständnis bei deren Anwendern verbessert werden?
Von Joachim Niklas, Berlin | Seite 111 |
| Grundsätzliche und aktuelle Fragen der Tarifgestaltung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)
Von Hans Leopold, Hamburg | Seite 124 |

Zuschriften für die Redaktion sind zu richten an
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22, 5000 Köln 41

Schriftleitung:
Prof. Dr. Herbert Baum
Seminar für Wirtschafts- und Finanzpolitik
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150, 4630 Bochum

Herstellung - Vertrieb - Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 4000 Düsseldorf 14
Telefon: (02 11) 67 30 56, Telex: 8 58 633 vvfj

Einzelheft DM 18,50, Jahresabonnement DM 67,-
zuzüglich MwSt und Versandkosten.

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 7 vom 1. 1. 1978.

Erscheinungsweise: vierteljährlich.

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.