

### Summary

A time use planning could produce substantial additional resources by making a better use of the existing instruments of production, mainly in the field of the services. A simple spreading of the daily, weekly and yearly peaks would have an effect reduced to a more rational use of transport.

Since this problem is connected with many aspects of life, only a global approach can give results of a sufficient importance. Thus a special attention has to be given to these factors which seem to implicate a certain synchronism of activities and movements.

### Résumé

Un aménagement du temps peut dégager des ressources appréciables en faisant un meilleur usage de l'appareil producteur, notamment dans le secteur des services. Par contre, un simple étalement des différentes pointes journalières, hebdomadaires ou saisonnières aurait un effet plus réduit qui se limiterait à un usage plus rationnel des transports.

Comme ce problème touche à de nombreux aspects de la vie, seule une approche globale peut donner des résultats valables. Dans ce contexte, une attention toute spéciale revient aux différents facteurs qui semblent imposer un certain synchronisme des activités et des mouvements.

## Energieverbrauch im Verkehr

VON DR. ALBERT GRUNEWALD, BONN

### 1. Ergebnisübersicht

In einem früheren Beitrag des Verfassers<sup>1)</sup> wurden in Tabelle 1 Angaben über den Energieverbrauch von Verkehrsleistungen aus dem Jahre 1969 vorgelegt. Diese Angaben weichen in wesentlichen Punkten von entsprechenden Ermittlungen des Gutachtens des Sachverständigenrates für Umweltfragen »Auto und Umwelt«, deren Werte sich auf 1972 beziehen, ab. Dies gab Veranlassung zu ausführlichen Diskussionen mit der Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn und der Technischen Zentralabteilung der Deutschen Lufthansa. Berücksichtigt wurden ferner Angaben, die dem USA-Senat vorliegen, wobei insbesondere erhebliche Differenzen beim Energieverbrauch des Luftverkehrs aufzuklären waren.

Das Ergebnis der Diskussionen wird in folgenden Thesen zusammengestellt:

1. Alle Angaben der großen Verkehrsträger in USA und BRD beruhen auf Schätzungen über die Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs der Verkehrsträger auf die einzelnen Verkehrsarten, insbesondere auf Personen- und Frachtverkehr, auf Fern- und Nahverkehr. Die Schätzungen basieren auf mehr oder weniger untermauerten statistischen Feststellungen. Bewertungen sind daher nur in Größenordnungen möglich.
2. Es muß versucht werden, bei der Gliederung die vergleichbaren Verkehrsleistungen der verschiedenen Verkehrsträger miteinander zu vergleichen. Das gab Veranlassung, in der folgenden Tabelle den Fern-Geschäftsverkehr gesondert herauszustellen, wobei dieser Verkehrsart der europäische Linienflugverkehr der DLH (ohne internationalen Verkehr), der IC-Verkehr der DB und der Straßenverkehr mit größeren, wenig besetzten Pkw zugeordnet wurde. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bei der DB wurde nur der Elektroverkehr mit seinem überwiegenen Traktions-Anteil berücksichtigt. Die Dampflok-Traktion läuft aus, der Verbrauch an Primärenergie beim Dieselverkehr weicht nicht wesentlich von dem des Elektroverkehrs ab. Der Energieverbrauch des IC-Verkehrs liegt nach Angaben der DB um 25 % über dem des allgemeinen Fernverkehrs.

Bei Verschiebungen im einzelnen gegenüber den früheren Angaben bleibt in der BRD der erhebliche Vorsprung des Schienenverkehrs gegenüber dem Luft- und Straßenverkehr, trotz der hohen Totlast der Schienenfahrzeuge, erhalten. Aus dieser Sicht und wegen der wach-

*Anschrift des Verfassers:*  
Dr. Ing. Albert Grunewald  
Interparlamentarische Arbeitsgemeinschaft  
Bundeshaus  
53 Bonn

<sup>1)</sup> Grunewald, A., Verkehrsentwicklung und Energieversorgung, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 44. Jg. (1973), S. 163 ff.

Verbrauch an Primärenergie – bezogen auf die Verkehrsleistung – bei den verschiedenen Verkehrsarten

1. Personen Kcal/Pkm	BRD 1972	USA 1970
1.1 Gesamt		
Schiene (DB Elektro)	250	500
Luft-Kontinental	800	1800
Pkw	450 <sup>2)</sup>	1400
Bus	100 <sup>2)</sup>	400
1.2 Fern-Geschäftsverkehr		
Schiene (bei DB IC)	250	500
Luft	800	1450
Pkw	800 <sup>1)</sup>	600
1.3 Sonstiger Fern- und Urlaubsverkehr		
Schiene	200	500
Luft Charter	600 <sup>2)</sup>	—
Pkw	400 <sup>1)</sup>	400
Bus	70 <sup>2)</sup>	250
1.4 Nah- und Berufsverkehr		
Schiene	320	—
Pkw	600 <sup>1)</sup>	1400
Bus	150 <sup>2)</sup>	650
Straßenbahn	200 <sup>2)</sup>	—
2. Fracht Kcal/ntkm		
Schiene	110 (El)	120 (Diesel)
Luft	8000	7300
Lkw-Fern	400	500
Wasser		100
Öl-Pipeline		80

senden Schwierigkeiten in der Bereitstellung von Energie und ihren ökologischen Konsequenzen erscheint es bedauerlich, daß durch Stilllegung von Strecken mit einer weiteren Einschränkung des Schienenverkehrs zugunsten des Straßenverkehrs gerechnet werden muß.

Die obige Tabelle weicht in einem wesentlichen Punkt von dem Ergebnis der Ermittlungen in »Auto und Umwelt« ab: Während dort der Energieverbrauch des Personen-Flugverkehrs mit dem dreifachen des Pkw-Verkehrs angesetzt wird, liegen die Verbräuche beider Verkehrsarten beim Fern-Geschäftsverkehr nach 1.2 der Tabelle in der gleichen Größenordnung. Dem Linienflugverkehr der Geschäftsreisenden sollte ein vergleichbarer Straßenverkehr mit gering besetzten, aber relativ großen und aufwendigen Pkw zugeordnet werden.

<sup>1)</sup> Annahme 7200 Kcal/l, 15 % Raffineriezuschlag und zu 1.2 Besetzung 1.3 P, Verbrauch 13 l/100km zu 1.3 Besetzung 2.0 P, Verbrauch 9 l/100km zu 1.4 Besetzung 1.3 P, Verbrauch 10 l/100km

<sup>2)</sup> Nach: »Auto und Umwelt«, Stuttgart und Mainz 1973

## 2. Vergleich mit den USA

Der Energieverbrauch des Personen-Schienen-Fernverkehrs wird in den USA in doppelter Höhe angesetzt wie in der BRD und in der gleichen Größenordnung wie der USA-Pkw-Verkehr. Nur für den Flugverkehr wird ein hoher Energieverbrauch angenommen – fast das Doppelte des von der DLH angegebenen. Der für die BRD angesetzte große Vorsprung des Schienen-Personenverkehrs wird also in den USA verneint, für den Frachtverkehr – Ziffer 2 der Tabelle – allerdings bejaht.

Der Energieverbrauch im Flugverkehr wird von den USA – ebenso wie in »Auto und Umwelt«, aber entgegen der hier für die BRD vertretenen Auffassung – weit höher angesetzt als beim Pkw-Verkehr.

Der spezifische Energieverbrauch des Bus-Verkehrs wird für die USA mit dem drei- bis vierfachen angegeben als in »Auto und Umwelt«. In letzterer Schrift ist angedeutet, daß eine schlechtere Auslastung der Busse, als der Berechnung zugrunde gelegt, eine erhebliche Erhöhung der Verbrauchszahlen ausmachen würde. Wahrscheinlich sollte man auch für die BRD höhere Verbrauchszahlen ansetzen als in der Tabelle, etwa in der gleichen Größenordnung wie beim Schienenverkehr.

Die Gründe für die teilweise erheblichen Abweichungen beider Länder in den spezifischen Verbrauchszahlen des Personenverkehrs dürften vielfältig sein:

- Technische Voraussetzungen: In USA große Pkw mit hohem Energieverbrauch, von der DLH stark abweichender Flugzeugpark.
- Verkehrsdichte: In den USA relativ hoch beim Fernbus, relativ niedrig im Schienenfernverkehr, große Entfernungen beim Flugverkehr.
- Statistische Grundlagen: In allen Fällen unsicher.

In Anbetracht dieser großen Unterschiede beim Personenverkehr ist es auffallend, daß die spezifischen Verbräuche an Primärenergie der einzelnen Verkehrsarten beim Frachtverkehr beider Länder in gleicher Höhe angegeben werden.

## 3. Entwicklungstendenzen

Die erheblichen Unterschiede zwischen früheren Angaben aus 1969 und den Angaben aus 1972 machen es notwendig, auf Entwicklungstendenzen bei den einzelnen Verkehrsträgern einzugehen.

### (1) Die Deutsche Bundesbahn

Durch die Umstellung vom Dampflokbetrieb auf den vorwiegenden Elektrobetrieb hat sich der gesamte Energieverbrauch der DB von 1956 bis 1973 um 53 % vermindert, wobei die Betriebsleistung in Brtkm um 26 %, die Verkehrsleistungen allerdings nur um 4,8 % in Pkm beim Personenverkehr, um 24 % in ntkm beim Güterverkehr gestiegen sind. Trotz schlechterer Auslastung im Personenverkehr und geringerem Anstieg der Verkehrsleistung gegenüber der Betriebsleistung hat die Umstellung auf Elektrobetrieb eine entscheidende Verringerung des gesamten Energieverbrauchs zur Folge gehabt. Die DB hat damit das Ziel, das die heutige Energiesituation stellt, schon vorweg erreicht.

Der derzeitige Einbruch der Konjunktur führt zu einer geringeren Auslastung bei der DB und damit zu einer – hoffentlich vorübergehenden – Steigerung des Energieverbrauchs

gegenüber 1972. Der Vorschlag der DB auf Stilllegung vieler Nebenstrecken würde auf lange Sicht die besonders schlecht ausgelasteten Züge ausmerzen und damit zu einer strukturell besseren Auslastung des verbleibenden Zugverkehrs führen. Diese Tendenz würde noch verstärkt durch die Einführung eines integrierten Transportsteuersystems, das eine optimale Betriebsführung gestatten würde.

Ob und inwieweit diese für den spezifischen Energieverbrauch günstige Tendenz wirksam werden wird, ist eine politische Entscheidung. Jedenfalls sollte bei der geplanten Umstellung der DB berücksichtigt werden, daß der von der Straße zu übernehmende Verkehr einen höheren spezifischen Energieverbrauch hat – zumindest bei der Fracht –, daß also eine solche Verlagerung zu einer unerwünschten Erhöhung des Energieverbrauchs für den Gesamtverkehr der BRD führen würde.

### (2) Der Luftverkehr

Der spezifische Energieverbrauch je ntkm (Personen und Fracht) ist bei der DLH von 1972 auf 1974 um 16 % gesunken, bei einer um 13 % gestiegenen Verkehrsleistung, und obwohl der Sitzladefaktor, also die Auslastung im Personenverkehr leicht gesunken ist. Diese günstige Entwicklung dürfte in erster Linie durch eine energiesparende Flugweise begründet sein.

Ab 1975 wird diese Tendenz des sinkenden Energieverbrauchs verstärkt durch die technische Entwicklung der Flugzeuge, ein hohes Bypass-Verhältnis bei neuen Düsenantrieben, die überdies den Lärm stark vermindern, ferner durch »Strecken« vorhandener Flugzeugtypen, bei denen die Zahl der Sitzplätze durch Verlängerung des Rumpfs erhöht wird. Man wird also auch weiterhin mit einer erheblich sinkenden Tendenz des spezifischen Energieverbrauchs im Luftverkehr der DLH rechnen können.

### (3) Der Straßenverkehr

Das gleiche wie für den Luftverkehr dürfte für den Pkw gelten, da steigende Preise des Treibstoffs Entwicklung und Einsatz von energiesparenden Fahrzeugen begünstigen. Man wird das gleiche nicht für den Frachtverkehr annehmen können. Etwaigen Verbesserungen im Wirkungsgrad der Motore dürfte ein Mehrverbrauch durch die erhöhte Geschwindigkeit der Lkw im Fernverkehr gegenüberstehen.

## 4. Die Energiearten

In der früheren Veröffentlichung des Verfassers war damit gerechnet worden, daß bei den Erdölprodukten, weniger aber bei Kohle und Kernenergie, mit Verknappung und Preissteigerung zu rechnen sei. Inzwischen hat sich der Erdölmarkt – wenn auch auf hohem Preisniveau – stabilisiert, während der Uranmarkt, also die Versorgung der Kernkraftwerke, stark in Bewegung geraten ist und dem überaus starken Anstieg des Bedarfs an Uran nur ein beschränktes Angebot zur Verfügung steht. Ob und inwieweit schnelle Brüter und Kernfusion eine wesentliche Entspannung in der Versorgung mit Uran bringen werden, ist vorerst ungewiß.

Man sollte jedenfalls von einer unterschiedlichen Bewertung bezüglich der in Zukunft zu erwartenden Versorgung mit den einzelnen Brenn- und Heizstoffen absehen und unmittelbar die Vergleichszahlen des spezifischen Verbrauchs an Primärenergie nach der obigen Tabelle als Bewertungsmaßstab ansetzen.

## 5. Zusammenfassung

Durch die erhebliche Energie-Einsparung bei der Umstellung von Dampflok- auf den Elektro-Verkehr ist es der DB gelungen, trotz der hohen Totlasten ihrer Fahrzeuge einen unanfechtbaren Spitzenplatz im spezifischen Verbrauch von Primärenergie zu erreichen. Ob die bisher sinkende Tendenz des Verbrauchs auch in Zukunft sich fortsetzen wird, hängt von politischen Entscheidungen ab – Stilllegung von Nebenstrecken, Finanzierung von energiesparenden Investitionen –.

Der spezifische Energieverbrauch des Personen-Flugverkehrs und des Pkw-Straßenverkehrs liegt in der gleichen Größenordnung. Bei beiden Verkehrsarten ist in den nächsten Jahren eine stark sinkende Tendenz des Energieverbrauchs zu erwarten, ohne daß die niedrigen Verbräuche des Schienenverkehrs erreichbar erscheinen.

Der hohe spezifische Energieverbrauch des Lkw gegenüber der Schiene sollte im Interesse eines niedrigen Gesamtenergieverbrauchs für den Sektor Verkehr Veranlassung geben, Streckenstilllegungen der DB nur insoweit vorzunehmen, daß nicht erhebliche Transportmengen von der Schiene zur Straße abwandern.

## Summary

The data before the US Congress, concerning the relative efficacy of energy use associated with various forms of transportation, are compared with similar data from the Federal Republic of Germany.

It is well established that the quantities of energy expended by mass transit, whether by rail or surface, are much less than by personal automobile. Energy use by passenger aviation is a bit higher. Freight transport by rail is clearly more economic than by surface.

Energy consumption by air transport is projected to drop not insignificantly in the future. This may also be the case for modes of personal transport, but applies less to rail, which, by virtue of electrification and recent use of diesel engines, has gained over surface transport. Only a restructuring of rail transport with the aim of greater efficacy will lead to a discernable improvement.

## Résumé

Les données présentées au Congrès des Etats Unis concernant la consommation d'énergie spécifique aux différents types de transport, compte tenu de leur rendement, sont comparées à celles de la République fédérale d'Allemagne.

Il est bien connu que la consommation d'énergie des moyens de transport en commun de personnes, par rail et par route, est nettement moindre que celle des moyens de transport individuels par route. Celle des transports aériens de personnes est à peine supérieure. Le transport de marchandises par rail est nettement plus avantageux que celui effectué par route.

On peut compter à l'avenir sur une diminution non négligeable de la consommation d'énergie des transports aériens. Cela pourrait également être le cas pour les moyens de transport individuels de personnes, mais s'applique moins aux moyens de transport par rail qui, en raison de l'électrification et de l'utilisation des moteurs Diesel a, dans les dernières années, pris une avance sur les transports par route. Seule une restructuration des transports par rail, ayant pour but une utilisation plus rationnelle, peut conduire à une amélioration sensible.