

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 47 (1969)

**Heft:** 7

**Artikel:** Zur Transporttheorie des Postbetriebes. I

**Autor:** Hürlimann, Werner / Arnet, Max

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874087>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

*Zusammenfassung. Die rasche technische und wirtschaftliche Entwicklung erschwert in Verbindung mit der immer komplizierter werdenden Verflechtung von Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Staat und Gesellschaft jede Art von Unternehmungsführung. Tradition und praktische Erfahrung allein reichen nicht mehr aus, sondern müssen durch zahlenmässige, wissenschaftlich fundierte Unterlagen ergänzt werden. Im folgenden Aufsatz soll versucht werden, eine Übersicht über die derzeit vorhandenen Hilfsmittel einer exakten Unternehmungsführung im Postbereich zu geben und gleichzeitig auf die noch offenen Probleme und Lücken hinzuweisen, die es unter intensiver Forschungsarbeit zu schliessen gilt.*

## **De la théorie des transports dans le service postal**

*Résumé. Conjointement avec l'interpénétration toujours plus profonde de l'économie industrielle, de l'économie publique, de l'Etat et de la société en général, le rapide développement technique et économique complique tout mode de direction d'une entreprise. La tradition et l'expérience ne suffisent plus, mais doivent être complétées par des données numériques à base scientifique. Dans l'article qui suit, on tente de donner un aperçu des moyens de direction exacte de l'entreprise à disposition dans le secteur postal, ainsi que des problèmes à résoudre et des lacunes à combler par un intense travail de recherche.*

## **Teoria sui trasporti nell'esercizio postale**

*Riassunto. Il rapido sviluppo della tecnica e dell'economia, coinvolto nel sempre più complicato apparato dell'economia aziendale e politica, come pure dello Stato e della società, rende sempre più difficile la funzione direzionale di qualsiasi azienda. La tradizione e la pratica acquistate sulla base dell'esperienza, sono ormai nettamente insufficienti senza l'ausilio di dati elaborati nel quadro di sistemi scientificamente riconosciuti. Nella seguente relazione si dà un saggio dei mezzi ausiliari a disposizione per una perspicua gestione aziendale nell'ambito del settore postale e si accenna contemporaneamente ai problemi che un'intensa opera di ricerca deve ancora risolvere.*

## **1. Einleitung**

In wachsendem Ausmass bedient sich die Unternehmungsführung theoretischer Grundlagen und exakter Hilfsmittel für Planung, Entscheidung und laufende Geschäftsleitung. Die Ursachen dieser Entwicklung sind: Wachsende Komplizierung der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge und der technologischen Verfahren, lawinenartiges Anwachsen der Daten und Informationen, qualitative und mengenmässige Leistungssteigerung der Datenverarbeitung, Systematisierung der Unternehmungsführung, Verfügung über schlagkräftige neue Rechen- und Denkmethode. Es sind Faktoren, die Berge von Zahlen, Akten und zeitraubenden Kleinkram beschieren – aber auf der anderen Seite sind Hilfsmittel zu sehen, die dem Chef erlauben, seine eigentliche Aufgabe des «Führens» wirklich zu erfüllen. In den nächsten Jahren wird sich das Bedürfnis nach exakten Führungsinstrumenten noch verstärken, wobei an folgende Tendenzen zu denken ist: Integration der Datenverarbeitung in den betrieblichen Informations- und Regelungsprozess, zunehmende Bedeutung der mittel- und langfristigen Planung, Verstärkung der Fixkostenstruktur und zunehmende wirtschaftliche Empfindlichkeit, zunehmende Pauschalisierung der Leistungsverrechnung, zunehmende Schwäche der Liquidität und der Rentabilität, wachsendes Verlangen nach Daten für den Wirtschaftlichkeitsvergleich in der Anlagenplanung und in der laufenden Betriebsführung.

Die *Transporttheorie* soll die in zahlreichen wissenschaftlichen und praktischen Disziplinen verstreuten Kenntnisse über Lagebeziehungen, Bewegungsvorgänge, Verkehrsmessung und Transportwirtschaft in einem übersichtlichen und streng formulierten Lehrsystem sammeln und eine

wissenschaftliche Grundlage bieten, wie sie in anderen Berufen und Wirtschaftszweigen längst selbstverständlich ist. Sie besteht aus folgenden Bereichen: Exakte Formulierung und Darstellung aller wesentlichen Transportvorgänge, zuverlässige Beurteilung und Prognostizierung der Verkehrsmengen und der betrieblichen Kenndaten, Entwicklung einer den wirklichen Verhältnissen nahekommenden Verkehrsströmungslehre. Dagegen gehören die Fragen der Organisation, der Transportwirtschaft und der Transporttechnik in den Bereich der Betriebswissenschaften und der Verkehrswissenschaft.

*Der Nutzen* einer auf das Postwesen zugeschnittenen Transporttheorie liegt auf der Hand:

- Zusammenfassung der auf Teilgebieten des Postwesens vorhandenen betriebswissenschaftlichen Grundlagen zu einem praktisch brauchbaren, zur Erhöhung der Produktivität beitragenden Führungsinstrument.
- Ganzheitliche Untersuchung der postbetrieblichen Arbeitsabläufe durch alle Stufen hindurch sowie in einer strengen und zahlenmässig erfassbaren Formulierung. Auf dieses Fundament können sich exakte Untersuchungen über optimale Betriebsgestaltung, bestmögliche Beschaffung und Kombination von Anlagen, wirksame Rationalisierung, zweckmässige Organisation, optimale Lösung von Problemen der Postbeförderung von der Annahme bis zur Zustellung und von Problemen der Zentrenbildung stützen.
- Im Kreuzfeuer der öffentlichen Kritik wird es auf jeden Fall nützlich sein, wenn wir uns nicht mehr nur auf die abgenutzten Waffen aus der Ära des Monopol- und Verwaltungsdenkens stützen müssen, sondern mit

schlagkräftigen Argumenten in die Diskussion ziehen können.

## 2. Darstellung von Transportvorgängen

### 2.1 Mathematische Modelle als Grundlage

Transportprobleme zeichnen sich durch die grosse Zahl der zu berücksichtigenden Faktoren sowie durch das häufige Auftreten von unsicheren Daten aus. Ihre zahlenmässige Behandlung setzt eine Abstraktion und einen leistungsfähigen Rechenapparat voraus. Dieser liegt in der elektronischen Datenverarbeitung vor, während jene durch Bildung *mathematischer Modelle* zu bewältigen ist, d. h. eine exakte, zahlenmässig formulierbare und annähernd genaue Beschreibung der Transportvorgänge in mathematischer Sprache:

- Logisch richtige und äusserst knappe Darstellung
- Eignung zur rechenmässigen Behandlung
- Möglichkeit zur Verbesserung, Verfeinerung und Erweiterung
- Zwang zur Anwendung von eindeutigen Begriffen und messbaren Grössen
- Möglichkeit zur vollständigen Darstellung auch der verwickeltesten und unanschaulichsten Vorgänge.

Das mathematische Modell ist jeder andersartigen Form der Beschreibung überlegen, weil es Gewähr gegen Verzerrungen und Irrtümer bietet.

Die Modellbildung selbst geht schrittweise vor sich: *Erkennen* der strukturellen und zahlenmässigen Zusammenhänge.

*Formulieren* des Modells auf Grund der erkannten Struktur.

*Prüfen* durch Konfrontation mit wirklichen Daten und entsprechendem Durchrechnen – das führt zum Aufdecken allfälliger Lücken oder Widersprüche.

### 2.3 Formale Darstellung von Transportvorgängen

Das «Formulieren» von Transportvorgängen gehört zum Kernstück der Transporttheorie. Es erlaubt im Gegensatz zur herkömmlichen verbalen Beschreibung ein exaktes, vollständiges und mengenmässiges Erfassen solcher Vorgänge. Leider gibt es noch keine allgemein verwendbare einheitliche Formelsprache für Transportvorgänge, sondern erst einige Notationsformen für bestimmte Zwecke (Mengenmässige Darstellung, Beschreibung der Netzstruktur, Beschreibung der technischen Abwicklung, Beschreibung von zeitlichen Abläufen, Entscheidungsmodelle). Zunächst einige Definitionen:

$i$  = Versandpunkte ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), z. B. Betriebe, Poststellen, Bahnhöfe.

$j$  = Empfangspunkte ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), z. B. Bahnhöfe, Poststellen, Wohnungen.

$a_i$  = Die an einem Versandpunkt  $i$  bereitstehende Transportmenge  $a$ , z. B. Anzahl Pakete, Tonnen Güter, Anzahl Reisende.

$b_j$  = Die an einem Empfangspunkt  $j$  erwartete Transportmenge  $b$ .

$0$   $1$  = binäre Aussage über die Verbindung zwischen  $i$  und  $j$ . « $1$ » oder  $1$  heisst, dass eine Verbindung möglich ist, « $0$ » oder  $0$  bedeutet, dass keine Verbindung in Frage kommt.

$x_{ij}$  = Transport einer Menge  $x$  von  $i$  nach  $j$ , was zugleich das tatsächliche Zustandekommen einer Verbindung zwischen  $i$  und  $j$  bedeutet. Die Mengen  $a$ ,  $b$  und  $x$  werden in der Regel in Einheiten der gleichen Art ausgedrückt.

$c_{ij}$  = Wertmässige Beziehungen zwischen  $i$  und  $j$ . Die Bewertung kann ausgedrückt werden in Transportkosten, Frachtkosten, Entfernungen, Transportzeiten oder in einem kombinierten Mass aus verschiedenen Faktoren.

Das *Transporttableau* (Transportmatrix) ist eine formalisierte Tabelle mit den Versandpunkten als Zeilen und den Empfangspunkten als Spalten (Fig. 1). Wir erkennen darin die oben definierten Grössen sowie die Darstellung von Mengen- und Wertbeziehungen. Fig. 1 zeigt ausserdem die Sonderfälle (Sammelverbindungen, Verteilverbindungen, Einzelverbindungen), sowie die für Kenner der Matrizenrechnung bestimmten abgekürzten Formulierungen. Die *praktische Bedeutung* der Formulierung mittels Transporttableau liegt in folgendem:

i	j
	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>
⋮	⋮
⋮	x <sub>i1</sub>
⋮	⋮
a <sub>n</sub>	x <sub>n1</sub>

i	j
	l
l	c <sub>11</sub>
⋮	⋮
⋮	c <sub>i1</sub>
⋮	⋮
n	c <sub>n1</sub>

Sammelverbindungen

j	b <sub>1</sub>	...	b <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>	..	x <sub>1m</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	x <sub>ij</sub>	..	x <sub>jm</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮
a <sub>n</sub>	x <sub>n1</sub>	..	x <sub>nm</sub>

i	j		
	1	...	m
l	c <sub>11</sub>	..	c <sub>1m</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	c <sub>ij</sub>	..	c <sub>im</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮
n	c <sub>n1</sub>	..	c <sub>nm</sub>

Verteilverbindungen

i	j
	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>

i	j
	l
l	c <sub>11</sub>

Einzelverbindungen

Fig. 1 Beispiele für die allgemeinen und speziellen Formen der Transportmatrix

- Darstellung der mengen- und wertmässigen «Transport-situation» zwischen einer Vielzahl von Versand- und Empfangspunkten.
- Formale Verknüpfung von Netzen zu einem neuen Netz, Anknüpfen einer Sammelverbindung an ein Netz, und dergleichen.

i	j		
	b <sub>1</sub>	...	b <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>	...	x <sub>1m</sub>
⋮	...	x <sub>ij</sub>	...
a <sub>n</sub>	x <sub>n1</sub>	...	x <sub>nm</sub>

Mengentabelle

i	j		
	1	...	m
1	c <sub>11</sub>	...	c <sub>1m</sub>
⋮	...	c <sub>ij</sub>	...
n	c <sub>n1</sub>	...	c <sub>nm</sub>

Werttabelle

Als Sonderfälle des Transporttableaus zeigen sich die entsprechenden Mengen- und Werttabelle für die Sammelverbindungen, Verteilverbindungen sowie Einzelverbindungen.

In allgemeinen Darstellungen werden diese Tableaux weiter noch wie folgt abgekürzt, wobei Matrizen durch fette Grossbuchstaben und Vektoren durch fette Kleinbuchstaben gekennzeichnet sind:

**a, c, x** = senkrecht angeordnete Reihe von allgemeinen Zahlen a<sub>i</sub>, c<sub>i</sub>, x<sub>i</sub>, (i = 1 ... n).

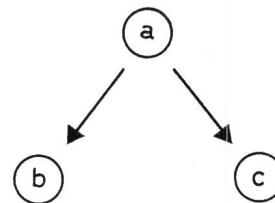
**b', x'** = waagrecht angeordnete Reihe von allgemeinen Zahlen b<sub>j</sub>, x<sub>j</sub> (j = 1 ... m).

**C, X** = Tabelle (Matrix) aus allgemeinen Zahlen c<sub>ij</sub>, x<sub>ij</sub> (i = 1 ... n bzw. j = 1 ... m).

a, b, c, x = allgemeine Zahlen, ohne Index geschrieben.

- Formulierung der Nebenbedingungen von Problemen der linearen Programmierung, sofern diese nach den Rechenmethoden der Transportprobleme (Zuteilungsprobleme) gelöst werden können.
- Für bestimmte Zwecke kann das Transporttableau durch zusätzliche Daten ergänzt werden: Beschränkung der Transportkapazität für bestimmte Verbindungen, Vorschrift von Maximalzeiten für den Vollzug des Transports, Berücksichtigung von Transportgütern verschiedener Art, Transportfluss in beiden Richtungen, Einsatz von Transportmitteln verschiedener Art, Einkalkulieren von «Zwischenpunkten» (z. B. Sammelpoststellen, Umladestellen). Derartige Erweiterungen dürfen aber nicht so weit getrieben werden, dass die Rechenzeiten über die Möglichkeiten der Computertechnik hinauswachsen.

Die Graphentheorie bietet tiefere Einblicke in die Netzstruktur als das fast nur auf Ausgangs- und Endpunkten beruhende Transporttableau. Fig. 2 zeigt ein einfaches Beispiel: Gegeben seien drei Punkte (a, b, c) eines Netzes mit den durch Pfeile angedeuteten «gerichteten» Verbindungen.



Ein sogenannter «gerichteter Graph»

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} & a & b & c \\
 a & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 b & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 c & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \end{array}
 \text{ oder kürzer }
 \begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Beispiel eines einfachen Graphen und seiner Wegmatrix

Fig. 2

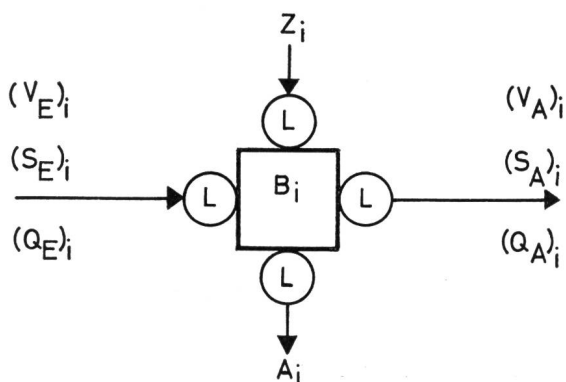
ungen, die zusammen einen sogenannten «Graphen» bilden. Wir können ihn auch als «Matrix der Wege» formulieren, welche die in Frage kommenden Verbindungen zeigt. Matrizen lassen sich rechnerisch umformen, woraus sich zusätzliche Aussagen ergeben: Zusammenhang zwischen bestimmten Punkten, Erreichbarkeit zwischen auseinanderliegenden Punkten, Anzahl der zwischen gegebenen Punkten liegenden Punkte, Zentralisierungsgrad eines Netzes, Erkennen von Schwachstellen oder Schwerpunkten (Fig. 3). Graphentheoretische Darstellungen sind auch dann noch exakt und eindeutig, wenn die zeichnerische Darstellung schon längst an der Kompliziertheit des Netzwerks gescheitert ist, oder wenn ein vielfältiges Netzwerk nach immer wieder neuen Varianten durchexerziert werden muss, zum Beispiel beim Suchen nach optimaler Anordnung von Sammel- und Verteilzentren im Postbetrieb. Aus den erwähnten Überlegungen hat sich eine hoch entwickelte Theorie der Netzstrukturen und Geometrie der Verkehrsnetze entwickelt.

Die Input-Output-Modelle (IOM), wie sie in volkswirtschaftlichen Untersuchungen verwendet werden, sind auch für die Transporttheorie bedeutsam, indem sich daraus Schätzungen über die zu erwartenden Verkehrsströme ableiten lassen. Formell gleichen sie einem Transporttableau, nur dass sich hier nicht Verkehrsstationen, sondern volkswirtschaftliche Sektoren (z. B. «Landwirtschaft», «Textilindustrie») gegenüberstehen und dass man nicht Transportmengen, sondern die aus Produktion und Dienstleistungen zusammengesetzten Gesamtumsätze betrachtet. In diesem IOM bildet das Transportwesen selbst einen «Sektor», der von anderen Sektoren Produkte und Leistungen empfängt, sowie für andere Sektoren Leistungen erbringt. Aus diesem Brocken müssen zunächst die eigentlichen Transportleistungen herausgeschält und nach Verkehrsarten separiert



malisierte Erläuterungen, dann ergeben sich *Strukturformeln*, für die aber bisher noch keine praktikable Form gefunden werden konnte. Etwas aussichtsreicher war bisher eine zur Darstellung von *Verkehrsflussdiagrammen* (Fig. 5) verwendete Kombination aus graphischer und formaler Darstellung. Diese ist vor allem interessant durch das deutliche Hervorheben der Zufuhr- und Abfuhrvorgänge an den einzelnen Stationen. Den Transportvorgängen mit ihrem dynamischen Charakter ist die als *Industrial Dynamics* bezeichnete Untersuchungsform besonders angemessen, wobei der gesamte Betriebsablauf in sechs Ströme gegliedert wird (Information, Transportgut, Befehle, flüssige Mittel [Umlaufvermögen], Personal, Anlagen) und diese unter verschiedenen Aspekten betrachtet (vgl. Fig. 6). Durch Umwandlung dieser Zusammenhänge und Vorgänge in Gleichungssysteme ergibt sich eine formale Darstellungsweise, die ausser den blossen Transportbeziehungen noch andere massgebende Faktoren umfasst.

Am weitesten wird die Anschaulichkeit bei den *Kartogrammen* getrieben, die einen direkten Einblick in Struktur, Grössenordnung oder Tendenz von Verkehrsbeziehungen geben. Die Landkarte im geographischen Sinne dient wohl als massstäbliche Grundlage, tritt aber in der Darstellung der zu betrachtenden Struktur weitgehend zurück. Als Mittel eignen sich Schraffuren verschiedener Stärke, mehrfarbige Felder, verschieden grosse Kreise oder Vierecke, verschieden breite Striche bzw. Bänder (vgl. Fig. 7). Um den an sich dynamischen Transportvorgang durch das statische Kartogramm abbilden zu können, betrachtet man



- $Q_A$  = Transportfluss Ausgang
- $V$  = Geschwindigkeit, Takt
- $S$  = Gewicht (z. B. jede Einheit)
- $L$  = Lager (evtl. spezifizieren nach Zufuhr, Abfuhr und Transit)
- $B_i$  = Station  $i$  ( $i = 1...n$ )
- $Z_i$  = Zufuhr in Station  $i$
- $A_i$  = Abfuhr in Station  $i$
- $Q_E$  = Transportfluss Eingang

Fig. 5  
Beispiel eines Verkehrsflussdiagramms

Begriff	Symbol	Bedeutung
Ströme		Information Material, Transportgut Befehle Flüssige Mittel Personal Anlagen
Niveau		z. B. Bestand auf Laderampe, Ladung auf Fahrzeug
Entscheide		z. B. drei Informationen sind notwendig, um auf zwei Arten zu entscheiden*
Quelle oder Senke		z. B. eine Information löst Güterversand an einer Stelle aus**
Informationsentnahme		z. B. Information über Bestand auf Laderampe (Empfang, Versand, Bestand, usw.) ***

Beispiel aus dem Postsektor:

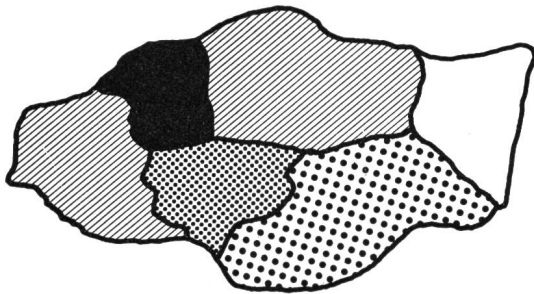
\* 3 Informationen: Postversandoperationen abgeschlossen? Transportfourgon fahrbereit? Einlad fertig? 2 Entscheidungen: Abfahren! Warten!

\*\* Auslösende Information: Aufsichtsbeamter gibt Zeichen «Verlad Bahnpost ist beendet».

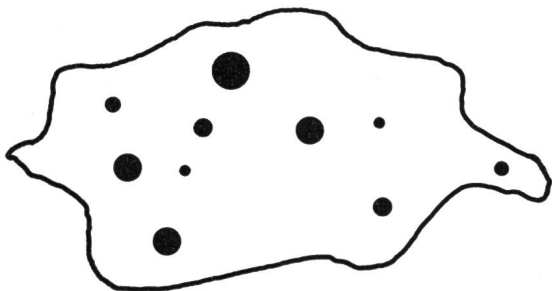
\*\*\* Beispiele für entnommene Informationen: Versandsack nach XY ist voll – Aus YZ ist kein Kartenschluss eingetroffen – Zahl der Massensendungen der Firma A stimmt mit Borderau überein.

Fig. 6  
Begriffe und Symbole der Industrial Dynamics

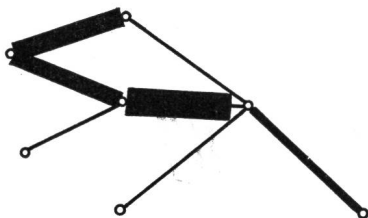
häufig nicht Mengen, sondern Mengenänderungen, oder stellt in mehreren Kartogrammen eine ganze Entwicklungsreihe dar. Die *geometrische Datenverarbeitung* verknüpft die kartographische oder sonstige geometrische Darstellung mit den Möglichkeiten des numerischen Beschreibens und Rechnens. Es zeigen sich u. a. folgende Möglichkeiten: Umwandlung von graphischen Darstellungen irgendwelcher Art in numerische Daten – Automatisches Zeichnen eines Kartogramms auf Grund von numerischen Daten und Formeln – Korrektur oder Änderung von bereits erfassten Daten durch geometrische Korrektur mittels Leuchttift auf dem Bildschirm.



a) Funktion dargestellt durch verschiedene Intensität der Schraffur



b) Funktion dargestellt durch verschieden grosse Kreisflächen



c) Funktion dargestellt durch verschieden breite Verbindungslinien (Bänder)

Fig. 7  
Darstellungsformen im Kartogramm

### Formulierung im Zeitablauf

Bei den Transportbetrieben ist diese Notationsform seit langem als *graphischer Fahrplan* (Fig. 8) bekannt. Auf diese Art lassen sich nicht nur bestimmte Fahrten zeitlich exakt darstellen (einschliesslich Kreuzungen, Überholungen und Aufenthalte), sondern auch Bewegungen mit nicht exakt festgelegten Fahrzeiten, sofern wenigstens untere und obere zeitliche Schranken gegeben sind (z. B. Ortstransportdienst im städtischen Verkehr). Auch die graphische Darstellung im Zeitnetz lässt sich umwandeln in numerische Daten und Formeln, entweder mit den Hilfsmitteln der analytischen Geometrie oder durch paarweises Verknüpfen von Abfahrtszeiten/Abfahrtsorten bzw. Ankunftszeiten/

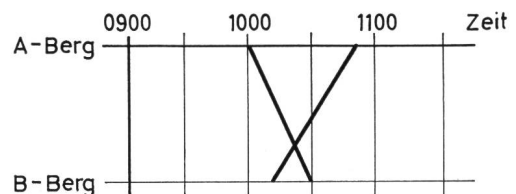
Ankunftsorten, (z. B. bei der optimalen Einsatzplanung für Fahrzeuge). Der graphische Fahrplan reicht allerdings für die Darstellung komplizierterer zeitlicher Zusammenhänge nicht mehr aus. Wo ausser den Fahrten noch andere zeitlich fixierte Tatbestände zu berücksichtigen sind (z. B. Besetzung von Stationen, Bedienung von Anschlüssen, Verfügbarkeit von Personal, Manöverbewegungen, Verlad), springen besondere, im Eisenbahnwesen gebräuchliche *Transportplanungsmodelle* in die Lücke. Sofern terminmässige Erfordernisse im Vordergrund stehen, wäre auch die Anwendung der *Netzplantechnik* (PERT, CPM usw.) denkbar, doch wird diese im Transportwesen erst selten verwendet (Beispiel: Ordnung der Verladevorgänge und des Kleinfahrzeugeinsatzes in einem grossen Bahnpostamt). Das *Programmieren von Bewegungen*, d. h. das numerische Festlegen des räumlichen Verlaufs, der Richtung, der Distanz und der Geschwindigkeit einer Bewegung steht auf einem Spezialgebiet (numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen) bereits in hoher Blüte. Eine Erweiterung der dabei gewonnenen Erkenntnisse auf allgemeine Transportvorgänge ist durchaus denkbar.

Die programmierte Bewegung ist eng verwandt mit der geometrischen Programmierung und andererseits ein Bindeglied zur Darstellung von Regelungsvorgängen und den daraus hervorgegangenen *Bindungsdiagrammen*. Eine Anwendung im Transportsektor scheint möglich, da zahlreiche Vorgänge im Transportablauf als Regelungsvorgänge aufgefasst werden können. Das gilt besonders für automati-

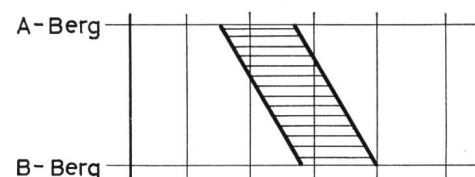
Es seien die beiden folgenden Fahrten gegeben:

A-Berg ab 10.00 Uhr B-Berg ab 10.20 Uhr

B-Berg an 10.30 Uhr A-Berg an 10.50 Uhr



Fahrzeiten bestimmt festgelegt



Fahrzeiten bereichsmässig festgelegt

Fig. 8  
Graphischer Fahrplan

sierte Transportanlagen, wie sie im Postbetrieb in Einführung begriffen sind. Bindungsdiagramme bestehen darin, dass in einer graphischen Darstellung des Regelungsvorgangs die wesentlichsten numerischen Daten in normierter Symbolsprache eingesetzt werden. Die letzte Konsequenz in der angedeuteten Richtung dürfte wohl in der Entwicklung von *Analogiemodellen* liegen, wo es nicht mehr nur um Regelungsvorgänge, sondern um die modellmässige Nachbildung von Transportvorgängen selbst geht. Erstmals wurden Analogiemodelle zur Nachbildung von Vorgängen in komplizierten Netzen der elektrischen Energieversorgung entwickelt. Bald ging man einen Schritt weiter und entwickelte elektrische Analogiemodelle für Planen und Berechnen von Rohrleitungsnetzen (Gas- und Wasserversorgung). Damit ist der Anknüpfungspunkt zum körperlichen Transportvorgang bereits und zur Ausweitung der Analogie-Rechentechnik auf allgemeine Transportvorgänge gegeben, denn es gibt etliche Analogien zwischen elektrischen Vorgängen und Transportvorgängen: Stromstärke, Spannung, Potential im Feld, Fluss im Netzwerk, Widerstand und dergleichen.

#### Stufen und Elemente des Transportvorgangs

Für die Darstellung des technischen Vorgangs eines Transports in all seinen Einzelheiten – vom Absender bis zum Empfänger – eignen sich die bisher beschriebenen Notationsformen nur wenig. Bessere Möglichkeiten öffnet hier die sog. *Morphologie*. Es ist dies die Herleitung der Gesamtheit aller Lösungen eines Problems durch alle technischen Stufen hindurch: Beschreibung des Problems, Bestimmung der möglichen Lösungen auf jeder Stufe, Bestimmung der möglichen Kombinationen zwischen den Lösungen aller Stufen, Bestimmung der bestmöglichen Kombinationen. Um systematisch vorgehen zu können, stellt man eine Matrix auf (Morphologischer Kasten), in welcher als Zeilen die Stufen des Transports in weitgehendster Detaillierung und als Spalten die Lösungsmöglichkeiten (Elemente) erscheinen (Fig. 9). Beispiele aus dem Postsektor: Funktionen (Stufen): Annahme, Versand, Ortstransport, Einlad, Bahnposttransport, ... Elemente (innerhalb der Stufe «Annahme»): Kastenleerung, Annahme am Schalter, Postabholung beim Grosskunden, Massenanahme, ... Interessant wäre zum Beispiel die Darstellung des innerbetrieblichen Transports in einem Verarbeitungszentrum. Die möglichen Lösungen können nach einem bestimmten schrittweisen Suchprozess auch im kompliziertesten System gefunden und kombiniert werden. Sogar für das Finden der optimalen Lösungen bestehen bereits brauchbare Regeln und Rechentechniken.

Allgemein sei über die formale Darstellung von Transportvorgängen festgehalten, dass noch keine universell verwendbare Formelsprache für Transportvorgänge vorliegt.

i	1	...	m
1	$P_{11}$	...	$P_{1m}$
$\vdots$	...	$P_{ik}$	...
n	$P_{n1}$	$P_{nm}$	...

i Funktionen (Stufen) des Verkehrs; k Elemente des Zubringerverkehrs; P Parameter (einzelnes Element innerhalb einer bestimmten Stufe)

i	1	...	m
1	$b_{11}$	...	$b_{1m}$
$\vdots$	...	$b_{ik}$	...
n	$b_{n1}$	...	$b_{nm}$

i gefundene mögliche Lösungen; k Bewertungsfaktoren (Zeit, Kosten, Kapazität, Sicherheit, Anpassung usw.); b Bewertungsgewicht (z. B. nach dem Notensystem einheitlich 0...9)

Fig. 9

Morphologischer Kasten (oben) und Bewertungsschema (unten)

Alle erwähnten Notationsformen haben ihre Vor- und Nachteile (*Tabelle 1*) – sie sind jeweils auf bestimmte Zielsetzungen zugeschnitten. Jede – wenn auch unvollkommene – Notationsform trägt aber dazu bei, die Betrachtung postbetrieblicher Vorgänge folgenden Zielen näherzubringen:

- Folgerichtige und äusserst knappe Darstellung
- Eignung zur Quantifizierung, zur Bildung mathematischer Modelle und zur Übernahme in die Programme der elektronischen Datenverarbeitung
- Aufdeckung und Darstellung aller Beziehungen und Funktionen zwischen den massgebenden Faktoren des Postbetriebs
- Möglichkeit zur Verfeinerung und Erweiterung der Modelle sowie zur Darstellung auch der verwickeltsten Zusammenhänge
- Zwang zur Anwendung von eindeutig definierten Begriffen und (soweit möglich) von messbaren Grössen. Hohe Genauigkeit und Wirklichkeitstreue jeder Notationsform als einem Abbild des wirklichen Postbetriebs wird jedoch erkauft durch Umfang und Kompliziertheit der Darstellung und der darauf fussenden Auswertungs- und Rechenarbeit. Es gilt deshalb zwischen Nutzen und Kosten abzuwägen.

### 3. Quantifizierung von Transportvorgängen

Die Nachfrage nach Ortsveränderungen von Personen, Sachen und Werten ist eine Folge der ungleichmässigen Verteilung der Bevölkerung, Produktionsstätten, Rohstoffe

Tabelle 1: Gegenüberstellung der verschiedenen Notationsformen: Vorteile – Nachteile – Anwendungsmöglichkeiten im Postbetrieb.

Notationsart	Vorteile	Nachteile	Anwendung bei der Post
Transporttableau	Vollständige Beschreibung der Beziehungen zwischen Ausgangs- und Endpunkten eines Netzes – Quantifizierung und Bewertung	Keine Aussage über die innere Struktur eines Netzes – Wird bei grösserer Zahl von Transportarten unübersichtlich und umfangreich	Verkehrsfluss zwischen Versand- und Empfangspoststellen-Distanzreizeiger – Instradierungstabellen – Transportkostentabellen – Kombination derartiger Tabellen durch Computer
Bestimmungsmatrix eines Graphen	Abstrakte Darstellung eines ganzen Netzes Ableitung der formalen Eigenschaften eines Netzes	Nicht anschaulich – Keine Quantifizierung oder Bewertung möglich – Keine Berücksichtigung verschiedener Transportarten	Beurteilung der formalen Gestaltung von Netzen (z. B. im Zustelldienst) – Finden von optimalen Leitungswegen
Input-Output-Modelle	Darstellung des Gesamt-Verkehrsaufkommens einer ganzen Volkswirtschaft oder einer Region	Verkehrsströme bzw. interregionale Beziehungen müssen durch Umformung des IOM gewonnen werden	Gewinnung von Daten für globale Schätzungen des Postverkehrs – Realistische Einschätzung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Post
Notation nach Frisch	Umfassende Beschreibung einer Verkehrsbeziehung zwischen zwei Punkten – Quantifizierung	Unanschaulich – Keine Darstellung von Strukturen und simultanen Beziehungen möglich	Darstellung von Beziehungen zwischen zwei bestimmten Poststellen – Einsatz bei der Umwandlung von IOM in Transporttableaux
Beschreibende Notation, Strukturformeln	Relativ übersichtliche Darstellung einer Netzstruktur – Differenzierung nach Verkehrsstufen möglich	Keine Quantifizierung und Bewertung möglich	Formale Erläuterungen zu grossen Verkehrsflussdiagrammen
Teilnotationen im Verkehrsflussdiagramm	Aussagen über den Transportfluss bei Knoten, getrennt nach Transit, Zufuhr und Abfuhr	Keine Bildung eines Gesamtmodells möglich (nur numerischer Kommentar zu Diagramm) – Nur für einerlei Faktoren brauchbar – Wird bei Vielzahl von Knoten unübersichtlich	Beschreibung der Transportsituation von Poststellen im Zusammenhang mit dem Transportnetz – Beschreibung des Transportflusses in automatisierten Fördersystemen eines grossen Postamtes
Industrial Dynamics	Ganzheitliche Formulierung von Transportvorgängen samt den zugehörigen wirtschaftlichen und organisatorischen Vorgängen – Berücksichtigung von Zeitfunktionen – Brauchbar als Ausgangsbasis für Simulationsmodelle	Aussagen über die Netzstruktur sind schwierig und komplizieren das Modell erheblich – Modell wird bei Mehrzahl von Faktorarten unhandlich	Darstellung der Posttransportvorgänge im Zusammenhang mit den anderen Vorgängen im Postbetrieb
Kartogramme	Hohe Aussagekraft durch Anschaulichkeit – Mengenmässige Aussagen möglich, wenn auch mit begrenzter Genauigkeit	Beschränkung auf wenige Faktoren oder Vorgänge (sonst Verlust der Anschaulichkeit)	Verkehrsflusskarten – Planung im geographischen Raum – Intuitives Erfassen der Transportsituation ganzer Gegenden
Geometrische Datenverarbeitung, Programmierung von Bewegungen	Umwandlung von geometrischen Daten (z. B. Kartenbildern, Netzkonfigurationen) in numerische Daten – und umgekehrt	Keine Quantifizierung oder Bewertung und keine Berücksichtigung verschiedener Transportarten	.....
Vorgänge im Zeitablauf	Darstellung des zeitlichen Ablaufs von Vorgängen – Darstellung gegenläufiger Vorgänge möglich (inkl. Kreuzen, Überholen, usw.)	Beschränkung auf Streckenzüge (Darstellung bei Verzweigungen ist unübersichtlich)	Betriebspläne bzw. Fahrpläne für den Einsatz von Fahrzeugen und Personal
Morphologie	Darstellung des technologischen Transportablaufes durch alle Stufen hindurch – Erleichtert das Suchen nach neuen Lösungen	Beschränkung auf bestimmte Transportbeziehungen – Netzstruktur und Mengen nicht darstellbar	Exakte Darstellung auch der vielstufigsten Vorgänge im Postverkehr vom Absender bis zum Empfänger – Hilfsmittel beim Suchen neuer technologischer Konzepte im Postbetrieb

und der unterschiedlichen Konsumbedürfnisse. Für den Postverkehr, der sehr vielfältige Leistungen\* umfasst, sind dabei folgende Faktoren von Bedeutung:

- Zahl und Verteilung der Bevölkerung
- Höhe und Verteilung des Sozialproduktes
- Standort, Art und Höhe der Produktion
- Leistungsangebot der Post
- Tarifpolitik im Postsektor.

Die letzten beiden Faktoren liegen teilweise im Einflussbereich der Unternehmenspolitik der Post, während die entscheidenden Faktoren von aussen wirken. Deshalb ist der Postverkehr weitgehend fremdbestimmt; die Einflussgrössen und der Verkehr müssen daher quantifiziert werden, um den Betrieb wirtschaftlich gestalten und den wechselnden Bedürfnissen anpassen zu können. Es wird im folgenden das methodische und praktische Vorgehen bei der Datenerfassung, der Analyse und der Prognose skizziert.

### 3.1 Messen und Schätzen

Im Zeitalter der Computer verlagern sich die statistischen Probleme zusehends von der Auswertung auf jene der zweckmässigen und zeitgerechten Datenerfassung. Man verfügt über leistungsfähige Verarbeitungsanlagen und über hochentwickelte Analyse- und Prognosemethoden – ihre wirtschaftliche Verwendung scheitert jedoch oft am Fehlen der notwendigen Grunddaten, die vielfach nur durch umfangreiche Zählungen erhoben werden können.

Das System der schweizerischen Postverkehrsstatistik, das für jede einzelne Poststelle einen Leistungsnachweis erbringt, beruht für Verkehrsteile, die nicht aus Dokumenten ermittelt werden können, auf sogenannten Stichtagzählungen, die während verhältnismässig kurzen Zählperioden (zwei oder vier Wochen) stattfinden und einen jahresdurchschnittlichen Verkehr wiedergeben sollen. Eigentliche Stichproben können praktisch nur für grössere Bereiche – das ganze Land, wichtige Sektoren – durchgeführt werden, da sie umfangreiche Planungen und qualifiziertes Personal erfordern. Man unterscheidet bei Stichproben zwischen dem heterograden Fall, bei welchem quantitative Merkmale zu berechnen sind (Mengen, Durchschnitte) und dem homograden Fall, der auf qualitative Merkmale (Anteilwerte) ausgerichtet ist. Beide Formen gelangen im Postverkehr zur Anwendung, wie nachstehende Beispiele zeigen:

- Die *Stichprobe über den Briefpostverkehr* von 1965 diente dazu, die bereits erwähnten Stichtage zu überprüfen. In einem Rotationsverfahren beteiligten sich beinahe alle Poststellen an dieser geschichteten, quantitativen Stichprobe, deren Ergebnisse zu einer Neuordnung der Briefzählungen führte.

\* Nachrichtenverkehr = Briefpost; Warenverkehr = Paketpost; Geldverkehr = Geld- und Bankpost; Reiseverkehr = Reisepost.

- Auch die *Verkehrsflussmessung* von 1966 stellte eine Stichprobe quantitativer Art dar. Im Blick auf das neue Betriebskonzept der Post ging es darum, die bis dahin unbekannt *Verkehrsbeziehungen* (Quellverkehr) zu quanti-

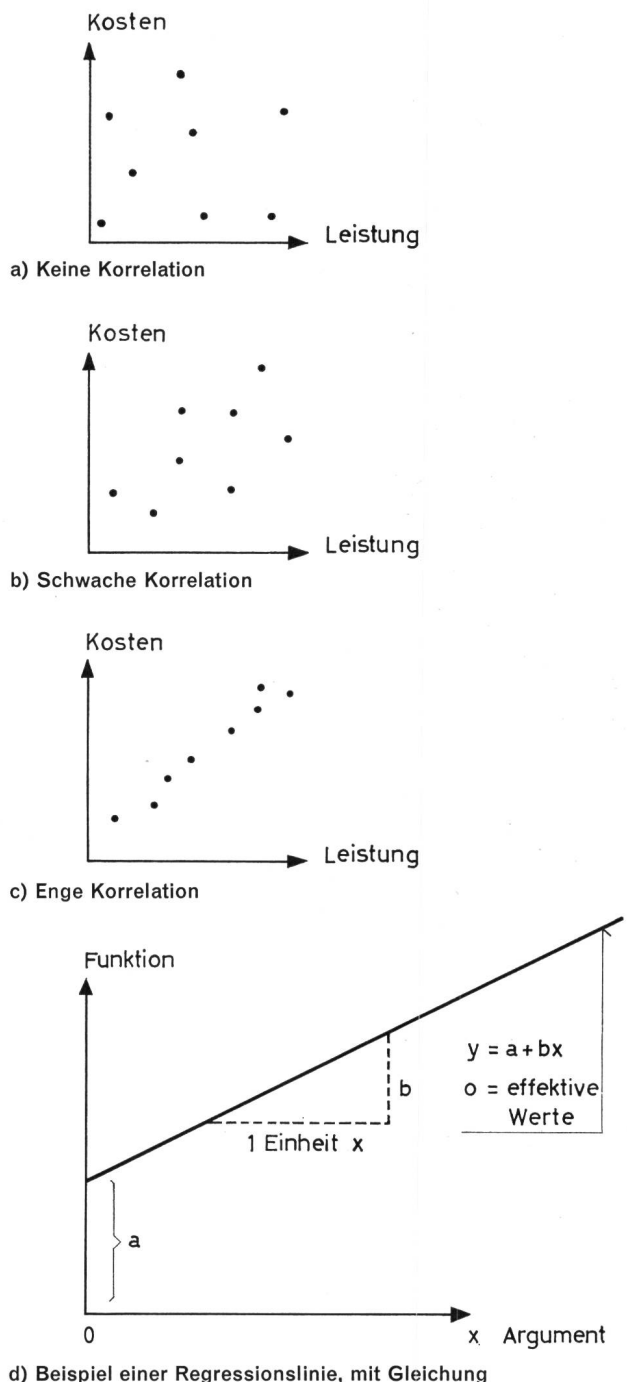


Fig. 10 Erläuterungen zur Korrelations- und Regressionsrechnung

fizieren, die Schwerpunkte (Zentren) zu bestimmen und Grundlagen für die künftige Transportorganisation zu liefern.

- Die *Erhebungen über die Auslandsbriefpost 1967/69* enthalten beide Stichprobenformen: es sind einerseits Durchschnittsgewichte, andererseits Anteile von Sendungsgattungen und Ländern zu ermitteln.

Besondere Probleme entstehen bei solchen Stichproben aus der Tatsache, dass der Postverkehr jahreszeitlich, nach Wochentagen und auch nach Tageszeiten starken mengenmässigen und strukturellen Schwankungen unterworfen ist; der notwendige Stichprobenumfang wird dadurch nicht unwesentlich erhöht.

Anstelle des Zählens kann bisweilen das *Messen* mit Metermass oder Behälter treten, wenn eine Sendungsgattung aus vorwiegend homogenen Stücken besteht (z. B. Postkarten, Briefe, Sackpakete). Auch das *Wägen* ist in vielen Fällen brauchbar, wie die Praxis zeigt (Ansichtskarten, Auslandsbriefpost), wobei das Durchschnittsgewicht durch Stichproben zu ermitteln ist.

### 3.2 Statistische Analysen

Die statistische Analyse besteht darin, die gewonnenen quantitativen und qualitativen Daten zu verdichten, zu kombinieren, in Abhängigkeiten und Verhältnisse zu andern Grössen zu stellen, um

- das Vorhandensein und die Enge des Zusammenhanges zwischen Einflussfaktoren und Verkehr festzustellen,
- den Verlauf des Zusammenhanges aufzuzeigen (z. B. in Form einer algebraischen Funktion),
- den Entscheidungsinstanzen übersichtliche Gesamtgrössen, deren Entwicklung leicht zu verfolgen ist, liefern zu können,
- eine Basis für Prognosen aller Art zu schaffen.

Nebst dem Berechnen von Verhältniszahlen kommen vor allem die miteinander zusammenhängenden Methoden der Korrelations- und Regressionsrechnung (Fig. 10) in Anwendung, die an anderer Stelle\* und namentlich in der statistischen Fachliteratur ausführlich beschrieben worden sind.

Die *Regressionsgleichung* erlaubt, für jeden gegebenen Argumentswert  $x$  den zugehörigen mittleren Funktionswert  $y$  zu berechnen. Aus der *Korrelationsrechnung* gewinnt man Auskünfte über die Qualität und Stärke der Verbundenheit zwischen Argument und Funktion, aber noch keinen Beweis.

Selbst wenn Datenerfassung und Rechentechnik auf den bestmöglichen Stand gebracht worden sind, bleiben noch zahlreiche Faktoren, die das Verkehrsaufkommen beein-

\* Hürlimann W. Fixe und variable Kosten im motorisierten Transportdienst der PTT-Betriebe, Industrielle Organisation (Zürich) 37 (1968) Nr. 7, S. 397...402.

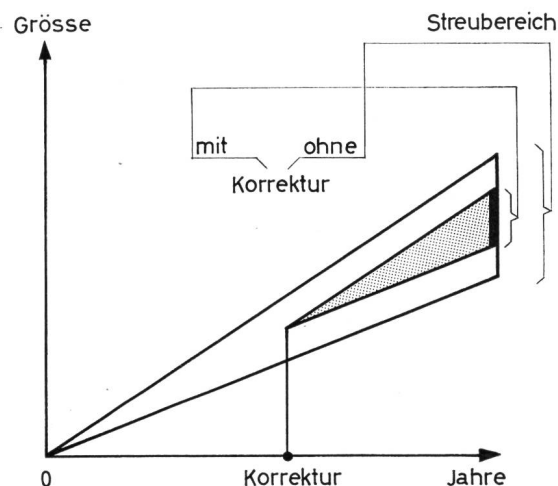


Fig. 11  
Prinzip der Wirkung einer rollenden Prognose

flussen, die aber in keinem rechnerischen Zusammenhang quantifizierbar sind. Wir nennen diese unwägbareren Grössen *Imponderabilien*. Sie spielen im Verkehrswesen eine erhebliche Rolle, weil gerade hier psychologische Einflüsse nicht weniger bedeutsam sind als jene wirtschaftlicher oder politischer Art; Beispiele: Sympathie, Tradition, Zeitströmungen, Qualität, Sicherheit. Unter Umständen handelt es sich aber nur um *unechte* Imponderabilien, die bei näherer Untersuchung wägbare sind. Der Faktor Sicherheit kann allenfalls für gewisse Sendungsgattungen über die Zahl der Schadenfälle, Haftpflichtsummen u. ä. geschätzt werden. Mit Hilfe besonderer Methoden lässt sich der regellose Haufen von Imponderabilien in eine gewisse Rangordnung bringen:

- Heranziehung der als wesentlich erkannten echten Imponderabilien bei der Interpretation der Ergebnisse von Prognosen, Analysen, betriebswirtschaftlichen Untersuchungen.
- Ausklammern der als unwesentlich erkannten Imponderabilien aus der weiteren Untersuchung, was erhebliche Denk- und Schreibarbeit erspart.
- Als Methoden kommen etwa die *Faktoranalyse*, die *Ranganalyse* und *Versuchsanordnungen* in Frage.

### 3.3 Prognostik

Je genauer die voraussichtlichen Entwicklungen berechnet oder geschätzt werden können, desto erfolgreicher ist das wirtschaftliche Handeln des Unternehmens. Die Post als öffentlicher Betrieb ist besonders auf eine gute Vorausschau angewiesen, da - wie bereits erwähnt - der Verkehr fremdbestimmt ist und eine unmittelbare Leistungspflicht

besteht. Ziel und Zweck der Prognose müssen genau umschrieben und der sachliche und zeitliche Raum abgegrenzt werden; es erweist sich beispielsweise als sinnvoll, für Postverkehrsprognosen zwischen folgenden Arten zu unterscheiden:

- a) Kurzfristige Prognose (1...3 Jahre), für
  - Budgetierung, Personalrekrutierung, Personaleinsatz.
- b) Mittelfristige Prognose (5...10 Jahre), für
  - Betriebsplanung, Personalplanung, Finanzplanung.
- c) Langfristige Prognose (über 10 Jahre), für
  - Bauplanung, Strukturplanung.

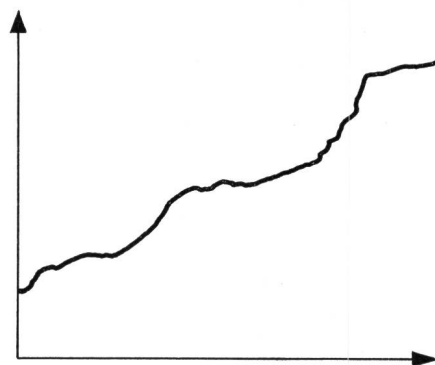
Die Ansprüche an Methode, Genauigkeit der Ergebnisse und Umfang des Datenmaterials sind je nach Zeitraum sehr verschieden. Für alle Prognosen gilt jedoch, dass sie im Sinne eines *rollenden* Vorganges regelmässig erneuert und dem veränderten Erkenntnisstand angepasst werden sollten (Fig. 11).

#### Methoden und Hilfsmittel

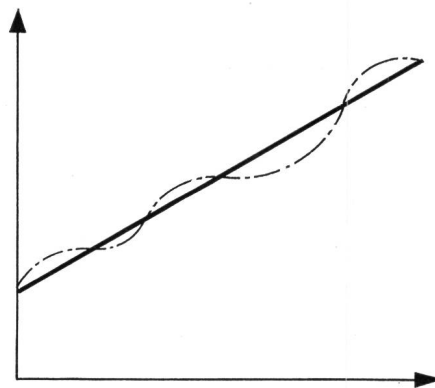
Von den zahlreichen mathematischen und andern Prognosemethoden, die zur Verfügung stehen, kann hier nur ein unvollständiger Überblick gegeben werden:

- Die *Trendextrapolation* besteht darin, die Linie der bisherigen Entwicklung zu ermitteln und sie in die Zukunft hinein zu verlängern; das kann sowohl graphisch als auch rechnerisch geschehen. Man nimmt bei der Verwendung dieser Methode an, dass die bisherigen Einflussfaktoren weiterhin im gleichen Ausmass wirksam bleiben. Sie eignet sich vor allem für die kurzfristige Prognose, wobei durch richtige Wahl der Zeitabschnitte jahreszeitliche Schwankungen erkannt und in die Vorschau einbezogen werden können (s. Fig. 12).
- Als *Assoziationsmethode* wird das Vorgehen bezeichnet, aus der Entwicklung übergeordneter Grössen die betriebseigenen Zukunftsdaten abzuleiten. Durch Korrelationsrechnungen muss vorerst festgestellt werden, welche Einflussgrössen am engsten mit dem eigenen Bereich zusammenhängen. So hat man beispielsweise herausgefunden, dass der Brief- und Paketpostverkehr eher von der Bevölkerungsentwicklung, der Postcheckverkehr mehr von der wirtschaftlichen Entwicklung (Sozialprodukt) abhängt. Sind die dominierenden Grössen erkannt, ist ihre eigene künftige Entwicklung abzuschätzen. In einem letzten Schritt wird dann die gesuchte Prognosegrösse mit Hilfe der Regressionsrechnung abgeleitet und mit dem errechneten Streubereich dargestellt. Durch den Einbezug weiterer Einflussgrössen, z. B. von Einkommens- und Preiselastizitäten, kann diese Methode zur ökonomischen Modellrechnung ausgebaut werden, was allerdings rechnerisch sehr anspruchsvoll wird und den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung voraussetzt.

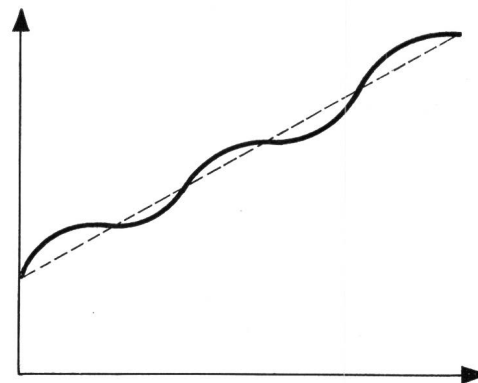
- Eine weitere Methode ist die *Querschnittsanalyse*, die darin besteht, zu einem bestimmten Zeitpunkt den Zustand oder die Menge der betrachteten Grösse an verschiedenen Orten (Ländern usw.) zu vergleichen. Sie eignet sich besonders beim Vergleich von Volkswirtschaften oder



a) Effektive Entwicklung



b) Ermittlung des Trends durch Glättung



c) Ableitung kurzfristiger Schwankungen aus dem Trend mittels Saisonfaktoren

Fig. 12  
Glättung und Rückgewinnung von Entwicklungskurven

Wirtschaftsbereichen mit erheblichem Niveauunterschied in der Entwicklung, aber gleichen oder ähnlichen Strukturen und Bedingungen. Die Prognose besteht dann im wesentlichen darin, den Zeitraum zur Überwindung des Niveauunterschiedes abzuschätzen. Diese Methode wird unter anderem beim Berechnen der künftigen Personendichte angewendet, kann aber auch im Bereich des Nachrichtenverkehrs eingesetzt werden (Dichte des Briefpostverkehrs, der Telephonanschlüsse usw.). Für den schweizerischen Postverkehr ist sie deshalb ungeeignet, weil wir die höchste Verkehrsdichte der vergleichbaren Länder aufweisen.

Andere Methoden, wie etwa die *Befragung* oder *Markttests*, sind wertvolle Hilfsmittel zur Abklärung von Teilaspekten und allenfalls auch für kurzfristige Prognosen brauchbar. Eine sorgfältige Vorausschau sollte aber immer in der Form einer Kombination der verschiedenen Methoden und nicht zuletzt mit dem *gesunden Menschenverstand* durchgeführt werden, wodurch sich die Treffsicherheit nicht unwesentlich steigert.

#### *Praktische Durchführung einer Prognose*

Die einzelnen Arbeitsschritte lassen sich etwa in der folgenden Weise umschreiben:

1. Aus dem vorgegebenen Zweck der Prognose werden die Qualitätsbedingungen sowie der sachliche und zeitliche Raum festgelegt.
2. Ein Katalog der notwendigen Daten ist aufzustellen, die Daten sind zu sammeln und zu sichten, anschliessend werden sie weiter verdichtet, in Tabellen, Graphiken und Verhältniszahlen dargestellt.
3. Es folgt die Analyse der Zeitreihen und Beziehungen durch graphische und mathematische Methoden aufgrund erster Hypothesen oder Erfahrungswerte. Einflussfaktoren werden herausgeschält und wenn möglich in ihren Wirkungen quantifiziert.
4. Die verschiedenen Prognosemethoden werden auf ihre Eignung im vorliegenden Fall untersucht und an vergangenen Perioden getestet.
5. Vorgang der eigentlichen Prognose: es werden Alternativen, Streubereiche und Fehlergrenzen berechnet, denn sie gehören ebenfalls zu einem vollständigen Bild. Die ersten Ergebnisse sind durch logische Überlegung zu überprüfen.
6. Periodisch wird ein Vergleich der Ist- mit den Soll-Werten vorgenommen und das System wenn notwendig im Sinne der rollenden Prognose angepasst.

Bei der erstmaligen Durchführung einer Prognose liegen die grössten Probleme meistens beim Ermitteln und Sammeln des Datenmaterials. Nach einer Faustregel sollte man doppelt soweit in die Vergangenheit zurückblicken, wie man

vorausschauen will; dabei sind ältere Angaben auf ihre Vergleichbarkeit mit den aktuellen Daten hin zu überprüfen.

#### *Die langfristige Postverkehrsprognose*

Nach einem früheren Versuch einer reinen Trendextrapolation, die im Rahmen einer internationalen Studie durchgeführt wurde und wenig befriedigte, arbeitete man im Herbst 1964 eine erste langfristige Postverkehrsprognose (bis zum Jahre 2000) aus, die für Fragen der Betriebs- und Bauplanung praktische Bedeutung erlangte. Die bisher überprüfbaren Prognosezahlen stimmten sehr gut mit den wirklichen Daten überein. Neue wissenschaftlich fundierte Schätzungen über die Entwicklung der Schweizer Bevölkerung machten aber 1966 eine Anpassung der Prognose notwendig; sie wurde gleichzeitig auf das Jahr 1980 begrenzt. Dieser Prognose liegt das folgende Vorgehen zugrunde:

- Nachdem durch Korrelationsrechnungen erhärtet war, dass der gewichtete Postverkehr sehr stark von der Bevölkerungsentwicklung abhing, konnte als Prognosegrösse die Verkehrsdichte (Postleistungen je Einwohner) bestimmt werden. Als Gewichtungsfaktoren wurden die in den einzelnen Leistungsträgern enthaltenen Personalkosten eines Basisjahres verwendet; da der Postdienst nach wie vor zum überwiegenden Teil aus Handarbeit besteht, ergab sich damit zugleich ein Arbeitsmass.
- Die eigentliche Prognose wurde graphisch, in der Form von Sättigungskurven, durchgeführt, was für jede Leistungsart einen andern Kurvenverlauf ergab. Es wurden auch noch andere Einflussfaktoren, wie etwa das Aufkommen neuer Werbeträger (Fernsehen), die Substitution von eingeschriebenen durch uneingeschriebene Pakete u. a. m., berücksichtigt.
- Das Produkt der prognostizierten Dichtewerte und der Bevölkerungsprognose zu einem bestimmten Zeitpunkt ergab dann die gesuchte Verkehrsmenge. Mit Hilfe einer Produktivitätsprognose konnte diese Menge in Arbeitskräfte umgerechnet, das Modell also auch noch für eine globale Personalprognose eingesetzt werden.

Die Auswirkungen der letzten Posttarifreform haben gezeigt, dass Tarifänderungen grössere Bedeutung zukommt, als man bisher angenommen hat. In absehbarer Zeit ist deshalb die langfristige Verkehrsprognose zu erneuern und mit dem Faktor der Elastizität zu ergänzen.

#### *Versuch einer regionalen Postverkehrsprognose*

Im Zusammenhang mit dem neuen Betriebskonzept der Post und der regionalen Bauplanung taucht immer wieder das Problem der Regionalisierung gesamtschweizerischer Prognosen auf. Eine solche Prognose kann grundsätzlich auf zwei Arten erstellt werden. Die eine besteht darin, dass man in den Regionen individuell Verkehrsdichte und Be-

völkerung schätzt und die Verkehrsmenge berechnet; diese Prognosen sind weder räumlich noch zeitlich koordiniert und basieren fast ausschliesslich auf dem Leitbild der betreffenden Region. Beim zweiten Vorgehen wird die gesamtschweizerische Prognose (Bevölkerung, Dichte, Verkehr) als feste Grösse gesetzt, die alle *gleichzeitig* durchgeführten regionalen Prognosen nun so koordiniert, dass deren Summe der Gesamtprognose entspricht. Eine überdurchschnittliche Expansion in einer Region A müsste dementsprechend als Gegenstück eine unterdurchschnittliche Entwicklung in einer Region B zur Folge haben. Aus der Erfahrung, dass regionale Bevölkerungsschätzungen durch ein gewisses Wunschenken (Stadium des Endausbaus) immer überhöht sind und der Fehlerbereich von Prognosen umgekehrt proportional zum Prognoseraum wächst, ist die koordinierte Prognose vorzuziehen. Ein erster solcher Versuch wurde 1967 mit dem Paketverkehr nach Postleitgebieten und künftigen Zentren in folgender Weise vorgenommen:

- Die Verkehrsdichte wurde auf den postalischen Haushaltungen berechnet, da keine zuverlässigen Bevölkerungszahlen in der gewünschten regionalen Gliederung vorhanden sind; die Zahl der Haushaltungen wird hingegen durch die Post zweimal jährlich erhoben.
- In einem ersten Prognoseschritt wurde die Entwicklung der *Haushalte* geschätzt, und zwar mit einer individuellen Anpassung an den Gesamttrend.
- Da die grösste *Paketdichte* je Haushalt offensichtlich überschritten ist, musste mit abnehmenden Raten gerechnet werden; auch hier wurde dem unterschiedlichen Niveau und Trend nach Regionen möglichst Rechnung getragen.

Nachdem durch die Verkehrsflussmessungen erstmals Unterlagen über die Verkehrsbeziehungen zur Verfügung

stehen, stellt sich noch das besondere Problem, den prognostizierten Ziel- und Quellverkehr in *Verkehrsströme* umzuwandeln. Das umfangreiche Datenmaterial und der grosse Rechenaufwand machen den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung notwendig. Als Rechenverfahren eignet sich im besonderen eine iterative Methode von *Fratar*\*. Vergleiche auch die Ausführungen in Kapitel 4.

#### *Andere Prognosen im Postbereich*

Verkehrsprognosen sind in der Regel Ausgangspunkte für weitere Prognosen im personellen oder finanziellen Bereich. Hierzu einige Beispiele:

- *Personalprognose* für die mittel- und langfristige Personalplanung: die Methode ist weitgehend empirisch, da zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen sind (Verkehr, Haushaltungen, Funktionen, Mechanisierung, Automation, Leistungsangebot, soziale Bedingungen).
- *Laufbahnprognosen*: Am Beispiel der Kategorie der diplomierten Postbeamten wurde ein Modell aufgestellt, das mit Hilfe der Abgangswahrscheinlichkeiten der Altersschichtung und der hierarchischen Verteilung Prognosen über den Ersatzbedarf und die Beförderungsmöglichkeiten erlaubt.
- *Finanzen*: Zur Überprüfung des Budget wird eine jährliche Vorschaurechnung angestellt, die auf der Methode der Trendextrapolation beruht, monatliche Werte wiedergibt und einen sogenannten Saisonkorridor (Vertrauensbereich der Erwartungswerte) enthält. Längerfristige Finanzprognosen, als ökonomische Modellrechnungen ausgestaltet, sind im Gange.

*(Schluss folgt)*

\* *Fratar*. Vehicular Trip Distribution by Successiv Approximations. Traffic Quarterly, Januar 1954.