Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89 (1971)
Heft: 37

Artikel: Güterverkehrsmodelle
Autor: Scherrer, Hans-U.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84986

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: 06.01.2026

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

Güterverkehrsmodelle

DK 061.3:656.025.4

Von **Hans-U. Scherrer**, Zürich

Zum PTRC-Symposium, Amsterdam, Mai 1971

Einleitung

Der Güter- und Frachtverkehr ist das Stiefkind der modernen Verkehrstechnik. Wohl wurde beispielsweise im Transportplan der Region Zürich (1965) dem Güterverkehr – wohl erstmals in einer derartigen Studie – ein eigener Abschnitt eingeräumt, doch wurde auch hier dieser Verkehrszweig in erster Linie zur Abklärung der Auswirkungen auf die im Transportplan primäre Frage des öffentlichen Personennahverkehrs berücksichtigt. Als Schlussfolgerung wurde dort festgehalten, dass ein Aufbau des Strassennetzes nach den Bedürfnissen des Personenverkehrs mit wenigen Ausnahmen (Container-Terminal, Engros-Markthalle usw.) auch eine einwandfreie Abwicklung des Güter- und Verteilungsverkehrs auf der Strasse gewährleistet. Für den schienengebundenen Verkehr liegen die Verhältnisse ohnehin anders, da hier die zuständigen Transportanstalten versuchen, unter Nutzung des ständigen Wechselspiels zwischen Angebot und Nachfrage zu einem immer besser angepassten Gesamtsystem zu gelangen.

Das von der Planning and Transport Research and Computation Co. Ltd. (PTRC) vom 4. bis 7. Mai 1971 in Amsterdam veranstaltete Internationale Symposium über Frachtverkehrsmodelle entsprach daher einem echten Bedürfnis. Verständlicherweise orientiert sich das Instrumentarium dieser neuen und aktuellen Disziplin an den vorhandenen und erprobten Erfahrungen, die in den vergangenen zwei Jahrzehnten mit Personenverkehrsmodellen gewonnen werden konnten. Wie dort wird eine Simulation des Verkehrsflusses mit mathematischen Modellen angestrebt, wobei die Gewinnung der Ausgangs- und Richtwerte sowie die bestmögliche Kalibrierung des Modells die Hauptschwierigkeiten darstellen.

In annähernd zwanzig Referaten und jeweils anschliessenden Diskussionen wurde dieses Fachgebiet aus den verschiedensten Gesichtswinkeln – manchmal rein theoretisch, manchmal aber auch aus dem unmittelbaren wirtschaftlichen Interesse einzelner Verkehrsträger – behandelt. So kamen vornehmlich Vertreter von wissenschaftlichen Instituten und Hochschulen, ferner von Beratungsorganisationen und auch von einzelnen bedeutenden Verkehrsträgern, wie zum Beispiel die British Railways oder Schiffs- und Luftfahrtgesellschaften zu Wort. Den Hauptanteil von Referenten wie auch von Tagungsteilnehmern stellte Grossbritannien, das auf dem Gebiet der Modelltheorie in jüngster Zeit wohl führend geworden ist; es folgten Holland und Deutschland, während aus Skandinavien, Frankreich, der Schweiz, den USA und Kanada nur vereinzelte Vertreter anzutreffen waren. Das Grüpplein Schweizer Ingenieure rekrutierte sich aus Vertretern des ORL-Institutes, der RZU und zweier Beratungsbüros.

Im vorliegenden kurzen Bericht wird bewusst auf eine Aufzählung oder gar Zusammenfassung der einzelnen Referate verzichtet; vielmehr soll versucht werden, die wesentlichen Merkmale der Tagung und einzelne Ergebnisse wiederzugeben.

Grenzen des Modells

Entsprechend den verschiedenen Gesichtspunkten wurde eine ganze Anzahl von Modellen vorgetragen, die mathematisch der Aufgabestellung sehr gut entsprachen. Die Schwierigkeiten setzen indessen mit den Ausgangsdaten ein, die dem Modell zugrundegelegt werden müssen, setzen sich fort zu den Randbedingungen, die untersucht und im Modell eingefügt werden müssen und erreichen schliesslich in der Komplexität und Empfindlichkeit des Modelles selbst ihren Höhepunkt. Es gibt keine vollständige Simulation; also ist zunächst Klarheit über die eigentlichen Ziele und Teilziele, welche man mit dem Modell zu erreichen erhofft, erforderlich.

Auch bei dieser Tagung ergab sich, dass die Vollständigkeit eines Modelles meist durch die Computerkosten begrenzt wird. Wie bei den Personenverkehrsmodellen stellt sich auch hier die Forderung, dass der Aufwand (Rechner) in ein tragbares Verhältnis zu den erreichbaren Ergebnissen zu bringen ist. Also muss die Modellsimulation notgedrungen mit Vereinfachung operieren und sich möglichst von allzu verfeinerndem Ballast befreien. Umgekehrt sind natürlich auch wieder Grenzen gesetzt; ist ein Modell zu grob, so wird es zu unempfindlich, und die Eingabedaten beeinflussen kaum mehr die gewünschten Ergebnisgrössen. Zwischen dieser Eingabelung gilt es ein Optimum zu erzielen.

Ausgangsdaten zum Modell

Die Ausgangsdaten haben, wie bei allen Entwicklungsanalysen, eine vorherrschende Bedeutung für die Eichung des Modells. Die englischen Referenten haben sich im allgemeinen über ungenügende statistische Unterlagen beklagt. Vor allem enthält ihre Statistik zu wenig Unterscheidungen nach Güterklassen. Diese sind aber massgebend für den *Modal Split,* die Aufteilung der Gütertransporte auf die verschiedenen Verkehrsträger. Im Gegensatz zum Personenverkehr nimmt die Güterklasse bzw. ihre Wertdichte (Wert pro Volumen und Wert pro Gewicht), entscheidend Einfluss auf die Wahl des Verkehrsträgers. Als extreme Kategorien wären beispielsweise Kohle, Öl oder Kies einerseits und Präzisionsinstrumente, Briefe oder Edelsteine anderseits zu nennen.

Besondere Eigenschaften des Transportgutes – wie etwa radioaktive Abfallprodukte oder elektrische Energie – können wiederum ganz eigene Anforderungen an den Güterverkehrsträger stellen. Diese wenigen Beispiele zeigen bereits, wie vielfältig die Güterkategorien – im Gegensatz zu allfälligen «Personenkategorien» – sind. Dementsprechend ist auch eine Statistik, welche diesem Umstand nicht gebührend Rechnung trägt und sich etwa nur auf Tonnenkilometer beschränkt, ungenügend.

In Ergänzung zu den unvollständigen amtlichen Statistiken haben die Engländer auf folgende Möglichkeiten zur Erhebung der Ausgangsdaten zurückgegriffen *(K. F. Glover):* Angaben der Transportunternehmungen, Befragungen bei Empfängern und Absendern, Verkehrszählungen.

Güterverkehrsbewegungen werden auch mit anderen Entwicklungsgrössen, wie zum Beispiel mit dem G. D. P. (Gros Domestic Product, bzw. Bruttoinlandprodukt) in Beziehung gebracht. Dabei hat der Referent *(A. H. Tulpule)* wenn auch von Land zu Land unterschiedliche Verhältniszahlen, doch zumindest eine sehr befriedigende, zeitunabhängige Korrelation gefunden, und er benützt diese Erkenntnisse für die Vorhersagen der Güterverkehrsbewegungen bis zum Jahre 2010.

Über wesentlich bessere statistische Unterlagen scheinen die deutschen Fachleute zu verfügen *(J. Niklas,* Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung). Peinlich genaue stati-

stische Erhebungen über die Güterverkehrsbewegungen nach verschiedenen Klassen zwischen 50 Gebieten in der Bundesrepublik Deutschland erlauben eine Tendenzanalyse und Vorhersage.

Andere Referenten haben nicht verschwiegen, welcher Art von Schwierigkeiten man bei der direkten Befragung etwa bei Transportunternehmungen begegnet, entweder weil man Misstrauen bezüglich Zweck der Befragung erregt oder weil – besonders bei kleineren Unternehmungen – die erforderlichen Daten gar nicht festgehalten werden.

Es ist aber offensichtlich, dass der Erfolg einer Simulation mittels mathematischer Modelle entscheidend von der Verlässlichkeit und Vollständigkeit der statistischen Grundlagen abhängt, und zwar nicht einmal so sehr hinsichtlich der Gesamtverkehrsvolumen, sondern vornehmlich, was die Aufteilung in Güterklassen und Verkehrsträger betrifft. Auch in der Schweiz ist diesbezüglich – mit Ausnahme der Unterlagen der SBB, einiger gut geführter Privatbahnen, der PTT und der Swissair – noch einiges nachzuholen.

Ziele und Kriterien

In Anbetracht der erwähnten Grenzen des Modells und der deshalb erforderlichen Vereinfachung des Modellansatzes ist eine genaue Zielsetzung der Simulation Voraussetzung. Die Zielsetzung und die entsprechenden massgebenden Bedingungen für die Programmierung, wie sie sich aus der Vielfalt von Vorträgen ergeben haben, können ganz verschiedenartig sein: In Tabelle 1 wird versucht, diese Bedingungen zusammenzustellen und zu ordnen.

Die darin unter (a) aufgeführte Zielsetzung «Prognosen» ist statistischer Natur und bezweckt zum Beispiel das Aufzeigen von Entwicklungen und die Analyse von Auswirkungen des Verkehrs auf andere Gebiete wie etwa Wirtschaft, Soziologie, Umwelt usw. Als Beispiel dieser Zielsetzung dürfte das Referat aus Deutschland (*J. Niklas,* Berlin) genannt werden. Vor allem die anschliessende Diskussion hat verdeutlicht, wie sich bei dieser Zielsetzung die Analyse in der Regel auf die Prognose des Güterverkehrs beschränkt, während die planerischen Massnahmen – etwa der Bau weiterer Verkehrsträger, um den vorausgesagten Güterverkehr zu bewältigen – bewusst als politische Entscheidung dem entsprechenden Forum vorbehalten werden.

Die Zielsetzung «Infrastrukturplanung» (b) interessiert grundsätzlich wohl alle Wirtschaftskreise, im Sinne der Verantwortlichkeit und Zuständigkeit jedoch vornehmlich die Behörden und halbstaatliche Organisationen. Hier geht es um die Beschaffung von Entscheidungsgrundlagen wie etwa für den Bau eines vollkommen neuen Güterverkehrsträgers oder einer neuen Linie, einem neuen Hafenbecken für bestimmte Schiffstypen oder eines Gegenhafens an einem neuen Ort, einer Flughafenerweiterung oder eines neuen Flugplatzes. Die Verwirklichung derartiger Vorhaben ist sehr investitionsintensiv; sie muss auf lange Sicht amortisiert werden und reagiert nur träge auf momentane Entwicklungsnuancen. Aus diesen Gründen führt eine langfristige, verhältnismässig grobe Gesamtanalyse, welche allgemeine Entwicklungen aufzeigt, besser zum Ziel als eine zu feinmaschige Analyse, welche gegebenenfalls eine hemmende Zersplitterung der Mittel zur Folge haben kann (*G. A. C. Searle,* London). Bei der Planung durch Behörden interessieren Abschnitte von zwanzig Jahren und mehr – die Planung bei privatwirtschaftlichen Unternehmungen umfasst demgegenüber meist solche von wenigen Jahren,

Tabelle 1. Zusammenstellung der Zielsetzungen

Ziel	interessierte Körperschaften	massgebende Bedingungen für Programmierung
a) Prognosen	– Behörden – Wirtschaftsinstitutionen	– Datenverarbeitung und Datenspeicherung
b) Planung der Infrastruktur	– Behörden und halbstaatliche Organisationen (z. B. Port Authority, Eisenbahn, Flughafengesellschaft usw.)	– Langfristige, relativ grobe Gesamtanalysen – Trendentwicklung – Modal Split
c) Investitionsplanung	– Behörden und halbstaatliche Organisationen	– Mittelfristige, genaue Analysen – Modal Split
	– Grossunternehmungen (z. B. Flug-, Container oder Energieübertragungsgesellschaften usw.)	– Rate of return – Optimierung der Kosten/Nutzen – Modal Split
d) Einsatzplanung der Verkehrsmittel und Frequenzen	– Verkehrsgesellschaften, Schiene, Wasser und Luft	– Frequenzanalysen – Kostenminimierung
e) Tarif- bzw. Kostenanalysen	– Verkehrsgesellschaften, Schiene, Wasser und Luft – Transportunternehmungen – Produktions- und Konsumunternehmungen	– Frequenzanalysen – Kostenminimierung – Optimierung der Nutzen/Kosten
f) Lagerhaltung	– Produktions- und Verbraucherunternehmungen	– Güterfluss – Bestellungen und Nachbestellungen – Kostenminimierung

und nur in wenigen Fällen ein oder mehrere Jahrzehnte. Bei der Infrastrukturplanung wird der Aufteilung der Güterverkehrszahlen auf die verschiedenen Verkehrsträger besondere Bedeutung zugemessen.

Einer der bedeutendsten Beweggründe für Modellanalysen ist wohl die unter (c) aufgeführte Investitionsplanung, welche auf die ertragsreichste Anlegung von Kapital zielt. Die privatwirtschaftlichen Mittel werden meist mittelfristig oder kurzfristig eingesetzt, und es versteht sich, dass die Modellsimulation – auch unter Berücksichtigung der für eine besondere Problemstellung meist genauer definierbaren Randbedingungen – feingliedriger sein muss als im Falle der Infrastrukturplanung, um Auswirkungen von Veränderungen in den Eingabedaten genügend deutlich widerzuspiegeln.

Sehr lehrreich war in dieser Hinsicht ein Vortrag (*D. Meck,* McKinsey & Co.), welcher die Analyse des Güterverkehrs und die entsprechende Marktanalyse für eine Container-Unternehmung zum Inhalt hatte. Bei der Transportkostenanalyse werden neben den direkten Frachtansätzen zusätzlich die indirekten Kosten infolge Transportzeit und Fahrtintervallen, Zuverlässigkeit, Beschädigung und Verlust sowie Verderben (zum Beispiel Früchte) zahlenmässig erfasst. Der Referent kam zum Schluss, dass bei einer kleinen Erhöhung der Transportkosten und entsprechend bescheidener Verbesserung der Dienstleistung durch eine neue Transportorganisation kaum ein nennenswerter Marktanteil gewonnen werden kann, vermutlich wegen der «Trägheit des Gewohnten» unter den Benützern. Der Sprung muss also markant sein.

Aus der Sicht des Investors behandelte ein Vortragender (*A. Rey,* Weltbank, Washington) das Problem des aufeinander abgestimmten Ausbaues einer Anzahl Häfen in Zentralamerika. Das vorgetragene Modell minimiert im wesentlichen die Transportkosten verschiedener Güter durch die fraglichen Häfen, wobei Transportangebot und -nachfrage

sowie die Umschlagskapazität (durch Iteration zu bestimmen) die wichtigsten Randbedingungen darstellen. Für die Bewertung einer Investition im einzelnen Hafen wird der innere Ertragssatz (internal rate of return) ermittelt.

Eine weitere Arbeit (*R. W. Gaisford,* London) hatte die Simulation der betrieblichen Abwicklung des gesamten Umschlagablaufes anhand zweier Beispiele aus Brasilien zum Gegenstand. Eine interessante Untersuchung (*P. M. H. Kendall,* London) befasste sich mit der günstigsten Schiffsgrösse, unter Berücksichtigung verschiedener Parameter wie Kosten, jährliche Gütermenge und Transportentfernung, und zwar nach Güterkategorien. Es wurde mit den spezifischen Kosten (Kosten pro Tonne) gearbeitet, deren Schiffskostenanteil mit der Grösse des Schiffes abnimmt, deren Lager- und Umschlagskostenanteil jedoch mit der Schiffsgrösse zunimmt.

Mit der Einsatzplanung von Verkehrsmitteln und deren Frequenzen als Zielsetzung – Punkt (d) der Zusammenstellung (Tabelle 1) – befassten sich einige Arbeiten. Zu nennen wäre vor allem ein Referat (*N. J. B. Alexander,* London), dessen Modell den Güterfluss der British Railways Board nachzubilden sucht und daraus die erforderlichen Grundlagen für den Einsatzplan des Rollmaterials und Routendispositionen ableitet, sowie ein Vortrag (*J. E. Rudzinski*), welcher das Problem eines Transportunternehmens für Container untersucht, dem verschiedene Verkehrsträger (Strasse, Wasser, Schiene) und verschiedene Modalitäten (eigene Fahrzeuge, Leasing, Sub-contracting) zur Verfügung stehen. In der Diskussion zum letzteren Vortrag wurden – wie auch an anderen Stellen – die für die Ertragserhöhung entscheidenden Fragen der Ladung bei Rückfahrten eingehend erörtert. Das Modell *«Alice»* zeichnet eine Karte mit verschiedenen Zonen, welche in Abhängigkeit vom Umfang der Sendung vorteilhaft auf der Strasse mit Fremdfahrzeugen, per Bahn oder mit eigenen Fahrzeugen bedient werden.

Tarif- bzw. Kostenanalysen – Punkt (e) der Zusammenstellung – interessieren viele Kreise aus Behörden, halbstaatlichen Unternehmungen wie Eisenbahn, Luft- und Schiffahrtsgesellschaften und schliesslich auch privatwirtschaftliche Unternehmungen, sei es als Transportunternehmung oder als Benützer. Ein nennenswertes Referat dieser Kategorie (*G. Heald,* London) befasste sich beispielsweise mit dem Aufbau der Tarife für Gütertransport von England zum Kontinent mittels Luft, Schiene und Strasse (bei letzteren beiden Fällen kam die Kanalüberquerung dazu). Für jede Art wurden die Tarife mit der Entfernung und dem Gewicht in Beziehung gebracht. Bei allen drei Verkehrsträgern wurde eine doppellogarithmische Gleichung für die Korrelation zwischen den Kosten (C), der Entfernung (D) und dem Gewicht (W) abgeleitet, die den grössten Bestimmtheitsfaktor aufweist:

$$\ln C = A_0 + A_1 \ln D + A_2 \ln W$$

Zwei Referate (*H. Garnett,* Glasgow, und *P. O. Roberts,* Harvard University, USA) haben sich vornehmlich dem Problem der Lagerhaltung – Punkt (f) der Zusammenstellung – gewidmet und damit aktuelle praktische Fragen aus dem Alltag einer Fabrikations- oder Verkaufsunternehmung aufgegriffen. Beide Referenten haben als massgebendes Kriterium die Kostenminimierung benützt; zu den üblichen direkten und indirekten Kosten wurde zum Beispiel auch das Fehlen einer Ware im Lager und die sich daraus ergebende Einbusse des «good will» gegenüber dem Unternehmen zahlenmässig zu erfassen versucht. Zudem wurden, da sich die Analysen doch wesentlich auf Ganglinien des Absatzes abstützen, welche kurzfristig gesehen unter Umständen erheblichen Veränderungen unterworfen sein können, in den Berechnungen auch Wahrscheinlichkeitsfaktoren über mögliche Abweichungen eingeführt. Diese Untersuchungen lassen sich, statt auf den Gesichtspunkt der Verteilorganisation, auch auf jenen des Produzenten ausrichten.

Der Modal Split

Die Analysen mittels Modellsimulation verfolgen nicht immer nur eine einzige der erwähnten Zielsetzungen. Neben der vorherrschenden Zielsetzung werden oft in untergeordnetem Masse auch eine zweite oder dritte verfolgt.

Gewisse Grunduntersuchungen wie etwa der Modal Split – gemäss Empfehlung der Arbeitsgruppe 5 der Vereinigung Schweiz. Verkehrsingenieure (SVI) mit der neuen einheitlichen Terminologie «Verkehrsteilung» zu übersetzen – haben ausserdem fast für alle Zielsetzungen grundlegende Bedeutung. Dieser Bericht soll auch nicht abschliessen, ohne auf zwei Beiträge hinzuweisen, die sich u. a. eingehend mit der Verkehrsteilung befassen (*B. Bayliss,* Brighton, und *H. J. Noortmans/J. van Es,* Rotterdam). Besonders in bezug auf Holland wurde ein umfassendes Modell entwickelt, welches die Gütermenge und -bewegung zwischen einer grossen Zahl von Zonen, gegliedert nach Güterkategorien, untersucht und voraussagt sowie die Verkehrsteilung, also die Zuordnung auf die Verkehrsträger Schiene, Strasse und Wasser (Inlandkanäle), gestattet.

Schlussbemerkungen

Diese Tagung vermittelte eine aufschlussreiche Standortbestimmung über die gegenwärtigen Tendenzen in der Analyse der Güterverkehrsströme und deren Voraussage und Zuordnung auf die verschiedenen Verkehrsträger. Dabei ist die Verwendung moderner elektronischer Rechner mit grosser Speicherkapazität für die Simulation mit mathematischen Modellen erforderlich.

Deutlich wurden die praktischen Grenzen der Möglichkeiten und des Sinnvollen unterstrichen, woraus sich die Forderung nach genauerer Darlegung und Abgrenzungen von Ziel- und Teilzielsetzungen im einzelnen Untersuchungsfall ergibt.

Die Statistik, die Analysen und die mathematischen Modelle sind wohl wertvolle Grundlagen für Entscheidungen über zu treffende Massnahmen und zeigen auch gewisse Gesetzmässigkeiten auf – die Entscheidung selbst aber bleibt auch hier dem Menschen vorbehalten.

Adresse des Verfassers: *Hans-U. Scherrer,* dipl. Ing. ETH/SIA, Ingenieur- und Planungsbüro Barbe, Seminarstrasse 28, 8057 Zürich.

Klimaeignungskarten für Landwirtschaft, Siedlung und Erholung

DK 551.501.5:63:711

Im Rahmen der landesplanerischen Leitbildstudien für die Schweiz (vgl. SBZ 1971, H. 28, S. 712, Landesplanerische Leitbilder der Schweiz) erwies sich als zweckmässig, sogenannte Eignungskarten als Unterlagen für den Entwurf von Siedlungsvarianten zur Verfügung zu haben.

In diesem Zusammenhang sind zwei Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft und für Siedlung und Erholung durch die Sektion «Richtlinien und Leitbilder» des *Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung* (Direktor Prof. *M. Rotach*) an der ETH Zürich kürzlich zusammen