

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe
Band:	47 (1969)
Heft:	8
Artikel:	La coordination et la gestion des fréquences sur le plan national et international
Autor:	Kieffer, Henri A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-874089

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: 11.01.2026

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

La coordination et la gestion des fréquences sur le plan national et international

Henri A. KIEFFER

654.16:621.3.029

Die nationale und internationale Frequenzkoordination und Verwaltung

Zusammenfassung. Für jede gewollte radioelektrische Übertragung ist es notwendig, eine den erforderlichen Ausbreitungs- und Übertragungseigenschaften angepasste Arbeitsfrequenz zu wählen. Die vorgängige Beurteilung der technischen und betrieblichen Erfordernisse und die sich daraus ergebenden Frequenzzuteilungen obliegen der Frequenzverwaltung, in engster Zusammenarbeit mit den entsprechenden Dienststellen der benachbarten oder anderweitig betroffenen ausländischen Verwaltungen. Die Tätigkeit der Frequenzverwaltung, eines eher weniger bekannten Sachgebietes wird beschrieben.

Résumé. Pour chaque transmission radioélectrique désirée, il est nécessaire de choisir la fréquence appropriée, afin d'obtenir le rendement et la qualité de transmission requis. L'appréciation préalable des conditions techniques et opérationnelles et la coordination nécessaire des assignations de fréquences qui en résultent se font par les organes de gestion, en étroite collaboration avec les administrations voisines ou affectées. Le domaine généralement peu connu de la gestion des fréquences est l'objet du présent article.

La coordinazione e la gestione delle frequenze sul piano nazionale ed internazionale

Riassunto. Per ogni trasmissione radio-elettrica è indispensabile fissare la frequenza adatta, al fine di ottenere le qualità di propagazione e di trasmissione richieste. Spetta alla gestione delle frequenze, in stretta collaborazione con le amministrazioni dei Paesi vicini o coinvolti, di valutare precedentemente le necessità tecniche e d'esercizio e la conseguente attribuzione della frequenza. Il lavoro della gestione delle frequenze, un campo d'attività generalmente poco conosciuto, è il tema del presente articolo.

1. Introduction

Dans le présent article, nous essayerons de formuler et d'expliquer certaines bases régissant les principes, l'organisation, le fonctionnement, les rapports nationaux et internationaux d'un office de gestion de fréquences. Les considérations qui en résultent ont trait aux particularités topographiques d'un petit pays passablement accidenté. Il est possible ainsi d'en déduire des principes valables et c'est sous cet angle que nous vous prions de les considérer.

2. Tâches spéciales de l'autorité de gestion

Contrastant avec les autres porteurs d'informations, la transmission radioélectrique apporte en général une diffusion de transmission en dehors et au-delà des points que l'on désire relier. À tout rayon d'action utile s'ajoute un bien plus grand rayon d'interférence nuisible potentielle de cette même émission. Ces constatations nous amènent directement au point de base: Compte tenu du caractère particulier du spectre radioélectrique utilisable, qui est à considérer comme propriété unique de la nature, il est du devoir de ses utilisateurs de s'abstenir de tout usage qui ne puisse être considéré comme absolument indispensable et, le cas échéant, de le faire d'une manière aussi rationnelle que possible. Etant donné les influences réciproques inévitables, il est normalement impossible de laisser le choix de l'occupation du spectre à l'utilisateur individuel. C'est la raison pour laquelle, sur le plan national, ce choix est fait en général par une autorité centrale au sein de l'administration des télécommunications. Mais, puisque le problème ne s'arrête nullement aux frontières d'un pays, le même devoir repose sur l'ensemble des nations; celui-ci a trouvé son reflet dans l'UIT et sa réglementation sur les radio-

communications, ainsi que dans ses organes spécialisés tels que l'IFRB et le CCIR.

L'Article 5 du Règlement des Radiocommunications (RR) contient ainsi le résultat de la coordination de base sur le spectre radioélectrique. Elle est la synthèse de toutes les contributions et des accords présentés par les administrations membres de l'UIT. L'une des premières tâches d'un office de gestion est, par conséquent, de participer activement et avec des données bien fondées à l'établissement et aux modifications ultérieures des principes qui régissent l'utilisation économique du spectre radioélectrique sur le plan international.

La deuxième tâche qui incombe à cet office est l'interprétation et l'adaptation de ces règles sur le plan national, à savoir l'établissement d'une base pour la planification nationale. Celle-ci tiendra compte des besoins particuliers de chaque pays, tout en veillant à ce que les dispositions prises soient toujours conformes à celles du RR et, du côté technique, au N° 299 de la Convention. Il s'agit de contribuer à l'établissement des cahiers de charges pour les équipements radioélectriques en tenant compte des possibilités techniques de l'époque et en imposant à l'industrie une réalisation toujours plus poussée de celles-ci.

Les questions d'utilisation de fréquences pour tous les services civils (radiodiffusion, aéronautiques, maritimes et mobiles terrestres) sont traitées d'une manière centralisée, ce qui permet une coordination et une collaboration internationales plus efficaces. C'est seulement après l'établissement des plans détaillés qu'il est possible de procéder aux assignations de fréquences proprement dites.

Si les plans d'ensemble tiennent déjà compte des besoins et du caractère particulier d'un service donné, l'assignation doit tenir compte des besoins techniques et opérationnels du cas en question. Il est possible d'établir des règles et

des moyens facilitant l'assignation des fréquences et permettant ainsi de déléguer cette fonction à des organes décentralisés. La difficulté est de trouver le compromis adéquat entre un office centralisateur géant qui, tout en maintenant des principes uniformes, étouffe sous le volume de travail ou plusieurs offices efficaces décentralisés mais variant dans leurs pratiques d'assignments, créant ainsi de fâcheux précédents, défavorables à une utilisation économique des canaux à disposition.

Les tendances actuelles s'orientent de plus en plus vers l'établissement et l'utilisation de schémas, plans et grilles de canaux, ce qui permet de procéder rapidement à des assignments pour le même service dans une même région. Il importe toutefois que l'on tienne compte de la nature et des besoins opérationnels d'un service donné. Il n'est, à notre avis, pas possible de résoudre chaque cas d'une manière uniforme.

Une fois l'assignation faite, il s'agit d'enregistrer toutes les données nécessaires dans un *registre national de fréquences*, afin de retenir aussi bien l'aspect technique qu'opérationnel de l'occupation de spectre. Un tel registre national sert non seulement de base pour procéder par la suite à des assignments utilisables, mais permet également d'en tirer, d'une manière concluante, les mesures qui s'imposent pour adapter la planification nationale aux besoins réels des différents utilisateurs. Il vaut la peine de vouer toute son attention à l'établissement d'un registre, capable à la fois d'enregistrer un nombre adéquat d'assignments ainsi que l'information nécessaire pour définir d'une manière satisfaisante l'assignation individuelle. Il est souhaitable d'employer les moyens de mécanisation et d'enregistrement modernes, adaptés au volume du registre en question. A cet égard, mentionnons les installations de l'IFRB. A titre d'exemple plus modeste, référence est également faite à la carte perforée contenant l'information de base de chaque assignation, telle qu'elle est jugée indispensable en Suisse. En cas de nécessité, il est possible de rechercher des informations supplémentaires contenues dans les fiches originales du registre.

Mais là ne se termine pas la tâche d'enregistrement; elle ne peut être considérée comme liquidée qu'une fois complétées les obligations des articles 9 et 10 du RR. Pour éviter de futures assignments erronées, il est cependant conseillé de procéder à l'enregistrement immédiat dans le registre national et d'entamer la procédure de notification qui, selon les cas, nécessite un certain temps.

En résumé, les tâches distinctes d'un bureau de fréquences peuvent être définies comme il suit:

- Collaboration en vue d'une planification internationale.
- Planification nationale.
- Assignation des fréquences.

- Opérations d'enregistrement, aussi bien nationales qu'internationales, ces dernières avec l'IFRB ou d'autres organes spéciaux.

Notons cependant que les nombreux besoins qui se reflètent dans l'ensemble des assignments déterminent la planification nationale, qui apporte périodiquement les propositions de modification sur le plan international.

3. Principes de gestion

3.1 Principes techniques

Bien que l'article 5 tienne compte des besoins particuliers des différents services, tant du point de vue de la fréquence optimale que de la largeur de bande nécessaire, il nous reste néanmoins le choix pour un même service entre plusieurs bandes de fréquences. Aussi simple que puisse paraître le principe, il est absolument indispensable que les organes responsables s'inspirent des directives suivantes:

- Le choix de la fréquence la plus élevée appropriée à un service raisonnable.
- L'utilisation de largeurs de bande occupée aussi étroites que possible.
- Le choix d'emplacement des émetteurs correspondant à la zone de service désirée.
- La limitation des puissances apparentes rayonnées aux besoins réels du réseau en question.

L'application de ces principes de base requiert une attention particulière des services de fréquences compétents. Ces derniers sont souvent soumis à des pressions variées de l'économie; mais il y a lieu de rappeler également que le spectre radioélectrique qui leur est confié est immuable et ses propriétés combien précieuses. A titre d'exemple, nous appliquons en Suisse les dispositions techniques suivantes pour les bandes principales du service mobile terrestre:

- Les bandes de fréquences sont d'abord groupées en sous-bandes inférieures et supérieures avec un écart duplex (ou simplex à 2 fréquences) uniforme.
- Les sous-bandes respectives sont subdivisées en groupes de canaux exempts de produits d'intermodulation du 3ème ordre.
- Ces groupes sont ensuite répartis dans tout le pays de telle façon que, compte tenu de sa topographie, ils puissent être allotis à différentes zones sans brouillages nuisibles mutuels. En même temps, les groupes avec le plus grand nombre de canaux sont allotis aux zones urbaines.

Cette procédure permet l'assignation rapide pour les nombreux réseaux simples. Les réseaux à plusieurs canaux à commutations multiples sont traités individuellement.

3.2 Principes d'exploitation

Tout en admettant un choix judicieux de la bande de fréquences, de nombreuses autres possibilités d'économie nous restent, à savoir:

- la mise en service du plus petit nombre de voies nécessaires ou, si besoin est, l'utilisation de dispositifs multi-voies qui, en règle générale, apportent une occupation plus économique du spectre;
- l'utilisation de réseaux simplex à une seule fréquence, où il n'est pas absolument nécessaire de travailler en simplex à deux fréquences ou même en duplex.
- l'assignation d'une même fréquence à plusieurs utilisations en commun, tenant compte du genre de service en question.

Pour mieux expliquer ces principes, référons-nous à la pratique telle qu'on la retrouve dans notre entreprise afin de corroborer les règles énumérées.

Pour les services mobiles terrestres, nous distinguons trois catégories de fréquences:

Les fréquences exclusives, assignées seulement à un utilisateur dans une zone déterminée; *les fréquences communes*, assignées d'une manière contrôlée à plusieurs utilisateurs semblables dans la même zone et *les fréquences collectives*, assignées à de nombreux utilisateurs différents et sans contrôle de l'occupation du canal.

Les taxes de concession varient par conséquent dans un rapport de 10:2:1.

Chaque utilisateur doit dûment justifier ses besoins, et, en cas d'accord, peut choisir librement entre l'octroi d'une fréquence commune ou collective. Par contre, une fréquence exclusive n'est accordée que si des besoins supplémentaires (sûreté, etc.) le justifient. Dans l'attribution des sous-bandes aux différents services, il y a lieu de procéder de telle manière que les services dépendant les uns des autres soient placés de façon avoisinante compte tenu des largeurs de commutation des appareils. Ce postulat implique en outre une collaboration internationale étroite, puisque en plus des services aéronautiques et maritimes, une partie toujours croissante des services mobiles terrestres vont au-delà des frontières nationales (appel-auto, chemins de fer, etc.), ce qui nécessite une planification et une coordination internationales pour certaines sous-bandes de fréquences.

4. La coordination internationale

Le domaine des radiocommunications, par sa nature même, peut servir d'exemple type nécessitant une coordination internationale. Bien que les règles de base soient fixes dans le RR, dans des accords particuliers et régionaux, le développement toujours plus rapide des radiocommunications a incité certaines administrations à compléter les instruments de coordination internationale par des accords

particuliers tels que: accord particulier, Genève 1960; accord de radiodiffusion, Stockholm 1961, les accords des radiodiffusions pour le Continent africain, etc. Nous aimerais cependant expliquer *le déroulement de la coordination* au sein d'un accord multilatéral entre administrations de l'Europe centrale, conclu à Vienne en 1962 et élargi à Berne en 1968. Il règle la coordination des assignations du service fixe-mobile entre 30 et 470 MHz pour la France, la République fédérale d'Allemagne, l'Autriche, l'Italie et la Suisse.

En plus des caractéristiques essentielles d'une assignation prévue par un des partenaires, la demande de coordination contient également des indications précises sur les genres de service envisagés et la protection requise. Pour chaque pays, on a fixé les zones frontalières respectives, pour lesquelles, dans les cas habituels, une coordination est prescrite. Le délai de réponse est d'un mois. La correspondance se fait par télécopieur. Ce procédé permet une coordination relativement rapide et sûre dans un secteur d'activité intense pour la plupart des bureaux de fréquences (voir annexe). L'administration de centralisation publie périodiquement des listes de fréquences consultatives sur les accords intervenus.

5. Organisation et exploitation d'un bureau de fréquences

Ayant connaissance de certaines tâches obligatoires d'un bureau de fréquences, il est possible de concevoir une organisation interne comme il suit:

- un organe responsable de la planification du spectre à l'échelon national, qui établit les plans d'ensemble servant de base aux assignations individuelles et qui maintient les liaisons avec les organes internationaux responsables pour présenter les besoins et désirs de son administration.
- un organe qui effectue les nombreuses assignations de fréquences individuelles, se basant sur les directives et plans d'ensemble pour les différents services et tenant compte des besoins techniques du réseau radio en question.
- un organe qui s'occupe des réseaux complexes afin de trouver les solutions les plus économiques en fréquences, compatibles avec les besoins opérationnels du requérant. Une fois la conception du réseau établie, on procédera aux assignations nécessaires.
- un organe qui rassemble toutes les données additionnelles techniques et opérationnelles avec les caractéristiques de fréquences permettant à l'autorité qui accorde les concessions de disposer de tous les éléments nécessaires à l'établissement de l'acte de concession et à la perception des taxes y relatives.

- un organe qui s'occupe de toutes les opérations concernant l'enregistrement, la notification à l'IFRB et le déroulement des différentes opérations de coordination, auxquelles l'administration en question est liée.

Comme mentionné, c'est sans doute pour ce dernier organe que l'on introduira en premier lieu tous les moyens possibles de rationalisation (cartes perforées, tabulations, registres mécaniques et magnétiques, etc.) pour obtenir un déroulement rapide et précis des opérations nécessaires dans ce domaine. Seul un registre mécanisé permet, en effet, d'obtenir en temps utile le plus grand nombre de *données statistiques* indispensables à l'appréciation de l'occupation du spectre actuel et futur et forme par conséquent une base de travail de premier ordre pour la planification.

6. Conclusions

Par la nature des transmissions radioélectriques et de l'occupation du spectre qui en résulte, ces transmissions ne peuvent fonctionner d'une manière satisfaisante que si leurs mises en service ont été soigneusement coordonnées tant sur le plan national qu'international. Une collaboration étroite à tous les échelons est indispensable. Mais il faut également avoir le courage d'appliquer fermement les principes fondamentaux qui assurent l'économie du spectre.

* Codification des services

A	Navigation aérienne, sécurité aérienne
B	Chemins de fer (sans chemins de fer de montagne)
C	Corps diplomatique
D	Chemins de fer de montagne
E	Entreprise de production et de distribution d'énergie
F	Service du feu
G	Militaire
H	Appel-auto
HH	Appel local
I	Démonstration
K	Entreprise publique de transport
L	Installations d'abonnés, services mobiles publics, liaisons hertziennes de réserve
M	Navigation
N	Sciences, essais, recherches
O	—
P	Services de sécurité (police, douane, etc.)
Q	Inscriptions n'entrant dans aucune des catégories de la présente liste

Et puisque les organes de gestion sont inévitablement liés d'une manière décisive à chaque utilisateur de transmissions radioélectriques, il est nécessaire qu'ils s'en approchent avec tact pour s'assurer leur appui et leur compréhension, sans lesquels ils ne parviendront pas à résoudre les cas difficiles et ne seront ainsi pas à la hauteur de leur tâche.

Annexe

Informations contenues dans une demande de coordination selon l'Accord de Vienne, 1962:

Colonne Sujet

(selon RR)

1	Fréquence (MHz)
2	Date de la mise en service anticipée
4a/5a	Emplacement/zone de service
4b	Pays
4c	Coordonnées
6	Genre du service*
7	Classification de l'émission
8	PAR (puissance apparente rayonnée)
9a	Azimut du rayonnement principal
10	Occupation du canal**
13	Remarques, telles que la hauteur équivalente des antennes d'émission.

R	Radiodiffusion
S	Service de sauvetage
T	Autres services des administrations de télécommunications
U	Exploitations industrielles
V	Service de la circulation routière
W	Entreprise de taxis et de location de voitures
X	Autres services d'exploitation privés
Y	Réserve, pour applications particulières, bande non attribuée
Z	Autres réseaux privés à usages multiples

** Code de protection

Rapport de protection

1	Très sensible aux perturbations	≥ 16 dB
2	Très sensible aux perturbations, automatique	≥ 16 dB
3	Sensible aux perturbations	≥ 6 dB
4	Peu sensible aux perturbations	≥ 6 dB
5	Insensitive aux perturbations	—

Zur Transporttheorie des Postbetriebes (II)*

Werner HÜRLIMANN und Max ARNET, Bern

4. Elemente der Verkehrsströmungslehre

4.1 Wesen und Grundlagen

Das Verkehrswesen ist mehr als eine blosse Rechenaufgabe, die man durch Formulieren und Behandeln eines mathematischen Modells lösen könnte. Transporte sind nicht statisch und lassen ihr Wesen erst richtig erkennen, wenn wir sie als lebendiges Spiel von Kräften und im zeitlichen Ablauf betrachten. Der Verkehr zeigt sich uns also in verschiedenartigen Erscheinungsformen:

- Die Verkehrsbedürfnisse erzeugen im geographischen Raum überall mehr oder weniger starke *Spannungsfelder*, die nach allen Seiten ausstrahlen und sich überschneiden; im Gegensatz zu den natürlichen Formen des Potentials (Gravitation, elektrisches Feld) vermögen sie aber von sich aus noch keinen Verkehrsfluss zu erzeugen.
- Der Zwang zur rationalen Transportabwicklung auf wegförmigen Gebilden führt dazu, dass sich die Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse in *Verkehrsnetzen* der verschiedenen Transportmittel verwirklicht.
- Je nach Art des Transportmittels zeigt sich die Transportabwicklung in völlig verschiedener Art: *Strengh planmässige* Abwicklung beispielsweise bei den Eisenbahnen oder im Linien-Flugverkehr – Verhalten als *Massenerscheinung*, vergleichbar dem Fliessen von Wasser im Flussbett, beispielsweise im modernen Strassenverkehr oder im grossstädtischen Fußgängerverkehr.

Zur Zeit haben sich vor allem drei Forschungsrichtungen herauskristallisiert, die sich mit diesen verschiedenen Erscheinungsformen des Verkehrs befassen, ohne dass aber bisher eine ganzheitliche Betrachtungsweise gefunden worden wäre.

Die *Verkehrsströmungslehre* (Rhochrematik) befasst sich mit dem Verkehr als Massenerscheinung, mit der Konkretisierung der latent vorhandenen Verkehrsbedürfnisse zu Verkehrsnetzen und mit dem Verkehrsfluss in diesen Netzen.

Die *Lehre vom Verkehrspotential* untersucht die vom Verkehrsbedürfnis verursachten Spannungsfelder, ihre Stärke und ihre Reichweite, wobei die Entwicklung von Gravitationsmodellen angestrebt wird.

Die *Geometrie der Verkehrsnetze* untersucht die Netzbildung mehr in formaler Hinsicht, jedoch in stetiger Anlehnung an die Erscheinungen des Verkehrspotentials.

4.2 Das Verkehrspotential

Jedes Verkehrsbedürfnis führt zu einer Spannung zwischen einem Ausgangspunkt (Quelle) und einem Endpunkt (Senke) – beispielsweise zwischen dem Absender und dem Empfänger eines Briefes: Ist diese Spannung gering, dann

bleibt das Verkehrsbedürfnis latent. Wächst sie aber, weil zum Beispiel eine wichtige Mitteilung zu machen ist oder ein Geburtstag vor der Türe steht, dann kommt der Augenblick, wo die entgegenstehenden Widerstände (Schreibfaulheit, Portoauslagen, Gang zum Briefkasten) überwunden werden. Der Brief wird geschrieben, frankiert und eingeworfen. Hier erkennen wir den grundlegenden Unterschied zu physikalischen Vorgängen: Während zum Beispiel ein elektrischer Strom fliessst, sobald die Spannung zur Überwindung des Widerstandes ausreicht, bedarf es eines menschlichen Willensaktes, um einen Transport auszulösen, selbst wenn das Bedürfnis weitaus grösser ist als der Widerstand. Wenn wir im Folgenden versuchen, ein Gravitationsgesetz des Verkehrs zu entwickeln, dann müssen wir den Verkehr stets als Massenerscheinung fassen und dürfen nicht an einzelne Beziehungen denken. Dafür müssen wir nicht mehr die ziemlich chaotischen Beziehungen zwischen den einzelnen Quellen und Senken untersuchen, sondern können uns auf die zugehörigen Sammel- und Verteilpunkte (Poststellen, Stationen usw.) konzentrieren. Im Einzugsgebiet dieser Punkte häufen sich die Verkehrsbedürfnisse dermassen, dass man sehr wohl gewisse Regeln oder Prognosen ableiten kann. Die Erfahrung aus einem Jahrhundert der Verkehrsstatistik und der empirischen Betrachtung von Verkehrsströmen erlaubt uns die Formulierung folgender Hypothesen:

A) Das Verkehrspotential eines Punktes wächst mit der durch diesen Punkt repräsentierten Verkehrsmenge seines Einzugsgebietes.

B) Das Verkehrspotential eines Punktes ist umso grösser, je enger die Verkehrsbedürfnisse seines Einzugsgebietes in seiner Umgebung konzentriert sind.

C) Das Verkehrspotential nimmt mit wachsender Entfernung ab.

D) Der durch das Verkehrspotential zwischen zwei Punkten ausgelöste Verkehrsfluss steigt mit wachsendem Potential und sinkt mit wachsendem Widerstand.

Wir wollen diese Theorie durch einige Beispiele aus dem Postsektor deutlicher machen. Zu A: Die Poststelle einer Ortschaft von 10 000 Einwohnern hat einen grösseren Verkehr als jene eines kleinen Weilers von 200 Einwohnern. Zu B: Das Postamt eines städtischen Quartiers von 10 000 Einwohnern hat einen stärkeren Verkehr, als das Postamt eines ländlichen Einzugsgebietes von 10 000 Einwohnern. Zu C: Der innerschweizerische Postverkehr ist verhältnismässig dichter als der Auslandverkehr. Zu D: Im Postverkehr mit seinen ausgeprägten Einheitstarifen ist vor allem das Potential wirksam. Nun können wir ein Potentialmodell des Verkehrs ableiten. Zunächst einige Merkpunkte, die uns vor unzulässigen Vereinfachungen behüten sollen:

- Das Potential ist nicht konstant, sondern ändert sich mit Tageszeit, Wochentag, Monatswechsel, Saison, Kon-

* Teil I ist in den Technischen Mitteilungen PTT Nr. 7/1969, S. 305...317, erschienen.

junktur und Trend (vgl. Ausführungen über die Verkehrsprognose).

- Das Potential zwischen zwei Punkten kann in beiden Richtungen verlaufen und dadurch gegenläufige Verkehrsströme auslösen (im physikalischen Falle würden sich die beiden Potentiale gegenseitig aufheben!): Jeder Punkt kann gleichzeitig Quelle und Senke sein.
- Die meisten Verkehrsarten sind nicht ohne weiteres substituierbar – man denke zum Beispiel an Briefpost im engeren Sinne und an Paketpost, so dass wir auch kein gemeinsam messbares Gesamtpotential fassen können.
- Verkehrsströme sind nicht homogen, sondern setzen sich gemischt aus «Gleichströmen» (z. B. Paketverkehr von Versandgeschäften), «Wechselströmen» (z. B. Berufspendler im Nahverkehr der Reisepost), impulsartigen Strömen (z. B. Ankunft eines Bahnpostwagens) oder aus diffusen Bewegungen (z. B. Elektrokarren in einem Grossbahnhof) zusammen.
- Die «natürliche» Richtung des Potentials kann seitens des Verkehrsmittels zwangsläufig abgelenkt werden. So ist zum Beispiel der Bahnpstdienst ans Liniennetz der Eisenbahnen gebunden, während dem Ortstransportdienst bereits ein engmaschigeres Netz zur Verfügung steht.
- Das Verkehrspotential wird erst beim Überschreiten einer gewissen «Reizschwelle» wirksam. Hierzu einige Beispiele:
Ein Grosskunde reagierte auf die Gepäcktarifreform der Eisenbahnen von 1948 kaum merkbar, begann aber bei der zweiten Reform (1952) plötzlich schärfer zu kalkulieren und seine Stücksendungen vermehrt per Post aufzuliefern.

Ein schlagartiger Rückgang des Poststückverkehrs einer Ortschaft war nicht auf einen Konjunkturumschwung zurückzuführen, sondern auf den Abschluss eines Fracht-Pauschalvertrages zwischen einem Grosskunden und den SBB.

Ein Rückgang des Stückversands einer Poststelle war darauf zurückzuführen, dass ein Grosskunde (Hersteller von verderblichen Produkten) für seine Kunden eine Tiefkühlkette einrichtete und nun weniger, aber dafür schwerere Sendungen aufgab.

Auf die bestimmenden Faktoren des Verkehrspotentials haben wir im Abschnitt über Verkehrsbedürfnisse bereits hingewiesen. Dagegen sei über die dem Verkehrsfluss entgegenstehenden Widerstände noch einiges gesagt:

Rationale Widerstände (messbar):

Zeitverlust, Zeitmangel:

Fahrzeiten, Reisezeiten

Warten auf Fahrgelegenheit oder auf Anschluss

Kosten:

Transportpreise, Tarife, Entschädigungen
Selbstkosten für eigene Transporte, Fiskallasten
Versand, Verpackung, Abfertigung

Politik:

Reisebeschränkungen, ideologische «Vorhänge»
Annahmesperren, Grenzschikanen

Kapazität der Transportmittel, Mängel:

Beschränkte Aufnahmefähigkeit für Stossverkehr
Maximale Stück- und Ladegewichte
Beschränktes Transportangebot (Betriebsleistung)
Beschränkte Umlade- und Lagermöglichkeiten
Ungenügende Sicherheit, Risiken, Unbequemlichkeit
Mangelnde Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Transportmitteln

Natürliche Widerstände:

Temperatur, Witterung (Extremfälle)
Geographische Hindernisse
Entfernung, Reibung, Schwerkraft

Irrationale Widerstände:

Vorurteile, Tabus
Stimmungen
Krankheiten, Unfälle
Störeinflüsse, höhere Gewalt
Imponderabilien

Die Widerstände lassen sich noch weniger auf einen gemeinsamen Nenner bringen als die Verkehrsbedürfnisse. Einige von ihnen lassen sich auf Kostenbasis umrechnen (z. B. Zeitverluste, Risiken). Interessant ist der Versuch, den Widerstand als Zuschlagfaktor zur Vergrösserung der Distanz zu verwenden oder ihn kurzerhand in eine virtuelle Distanz umzurechnen. Bekanntes Beispiel für dieses Vorgehen sind die «Tarifkilometer» der Privatbahnen, wo der Schwierigkeitsgrad einer Strecke kommerziell durch Vergrösserung der Distanz «auf dem Papier» berücksichtigt wird. Hier dürfte wohl ein Ansatzpunkt für die numerische Berücksichtigung des Widerstands im Potentialmodell des Verkehrs liegen: Distanz als Basiswert, mit Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung weiterer Widerstandsarten. Im speziellen Falle des Postverkehrs muss möglicherweise an Stelle der Distanz eine andere Grösse verwendet werden, weil der Einfluss der Entfernung infolge der betriebswirtschaftlichen Besonderheiten (Einheitstaxen für das ganze Staatsgebiet) und der Eigenheiten der Betriebsabwicklung hier weniger ins Gewicht fällt, als bei den meisten anderen Verkehrsformen.

Wir wollen nun versuchen, ein Potentialmodell des Verkehrs zu entwickeln. Zunächst einige Definitionen:

V = Verkehrsfluss (Verkehrsmenge je Zeiteinheit, z. B. t/h, Stück/Jahr)

t^* = Verkehrsbedürfnis (latente Verkehrsmenge je Zeiteinheit)

M = Gesamtheit der wirksamen Einflussfaktoren

i, j = Versand- und Empfangsgebiete

Wir fassen das Verkehrsbedürfnis von Anfang an als eine abgeleitete, von zahlreichen Faktoren abhängige Grösse auf: $t^* = f(M)$ oder $t_i^* = f(M_i)$.

M_i kann beispielsweise die Einwohnerzahl oder der volkswirtschaftliche Gesamtumsatz des Gebietes i sein. Der Verkehrsfluss ist zweifellos vom Verkehrsbedürfnis abhängig [$V_i = f(t^*)$], das wir aber durch die dahinterstehenden Faktoren ersetzen: $V_i = f(M_i)$. Die Einflussfaktoren aber bestehen aus solchen, die das Potential vergrössern (wir fassen sie der Einfachheit halber ebenfalls unter M zusammen) und aus Widerständen R. Daraus ergibt sich die erweiterte Formel $V_i = \frac{f(M_i)}{f(R_i)}$. Nun fehlt uns nur noch ein zweiter Newton, der aus dieser «Vorahnung» ein Gravitationsgesetz des Verkehrs entwickelt. Immerhin wurde in verschiedener Hinsicht versucht, Newtons Spuren zu folgen, und wir wollen sehen, was dabei herausgekommen ist – auch wenn es noch kein eigentliches Gravitationsgesetz ist, das wie folgt aussehen würde:

$$K = k \cdot \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

K = Anziehungskraft

k = konstanter Faktor

M = Masse (hier zwei Massen 1 und 2)

r = Abstand der Massen (Schwerpunkte)

Ein erster Versuch in dieser Richtung wurde für den Telephonverkehr unternommen, wobei sich – bezogen auf innerdeutsche Verhältnisse – folgendes Modell ergab:

$$K = k \cdot \frac{M_i M_j}{r^n}$$

K = Verkehrsbedürfnis (Gesprächszahl je Jahr)

k = konstanter Faktor (im vorliegenden Falle = 6,1)

M_i, M_j = Einwohnerzahl im Einzugsgebiet der Zentralen i und j

r = kommerzielle Entfernung zwischen i und j

n = Exponent von r (im vorliegenden Falle = 2,5)

Dieses für den Inlandverkehr entwickelte Gravitationsmodell liefert recht brauchbare Ergebnisse, sofern es gelingt, auf empirischem Wege die entsprechenden Werte für k und n zu ermitteln.

Bei der Entwicklung eines für den Postverkehr brauchbaren Gravitationsmodells – das zur Zeit noch nicht existiert – muss man sich ein schrittweises Vorgehen vorstellen:

a) Aufstellung eines vollständigen Katalogs der das Potential und den Widerstand beeinflussenden messbaren

Faktoren, sowie Schaffung ausreichender statistischer Grundlagen für die erforderlichen Erhebungen. Ermittlung und rangmässige Ordnung der rechenmässig nicht erfassbaren Faktoren (Imponderabilien).

b) Ermittlung des funktionellen Zusammenhangs (Korrelation, Regression) zwischen Einflussgrössen und Verkehrsbedürfnis.

c) Entwicklung eines gemeinsamen Nenners für die Präsentation der «Massen» M (z. B. Bevölkerungszahl, Sozialprodukt; vgl. Ausführungen über Prognostik, Abs. 33).

d) Müssen die einzelnen Verkehrsarten auseinandergehalten werden, dann sind für die Ermittlung des Potentials an bestimmten Punkten sogenannte Verkehrserzeugungsmodelle 1. Ordnung aufzustellen. Das Verkehrsaufkommen V_i der einzelnen Bezirke i aus den Einflussfaktoren X_i wird durch mehrfache Korrelations- und Regressionsrechnung berechnet:

$$V_i = a_1 X_{i1} + a_2 X_{i2} + a_3 X_{i3} + \dots + a_n X_{in}$$

Hierin bedeuten a die zu bestimmenden Konstanten und (1 ... n) die zu untersuchenden Teil-Verkehrsarten (z. B. Briefpost, Paketpost, Geldpost, Reisepost).

e) Der Verkehrsfluss zwischen zwei Punkten («Gravitation») kann durch ein Verkehrserzeugungsmodell 2. Ordnung erklärt werden, das eigentliche Gravitationsmodell, zu dessen Entwicklung bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen sind:

- Ausreichend feine Gliederung des untersuchten Gebietes in Verkehrsbezirke, damit einerseits die Regeln der Stichprobentheorie angewendet werden können und anderseits eine realistische Wunschlinienmatrix herauskommt. So darf man beispielsweise bei Untersuchungen unter dem neuen Postbetriebskonzept nicht von den Sammel- und Verteilzentren als repräsentativen Punkten ausgehen, sondern muss auf die eigentlichen Poststellen oder kleinen Gruppen derselben zurückgehen.

- Das Gesamtverkehrsaufkommen muss nach Verkehrsarten und Richtungen gegliedert werden können.

- Um die Annäherung zwischen Rechnung und Wirklichkeit zu verbessern, sind zusätzliche Aussagen in das Modell einzubauen – zum Beispiel:

Berücksichtigung zeitlicher Ungleichheiten in der Verkehrsintensität je Richtung.

Einbau von Intensitätsfaktoren je Bereich, um bei den in Rechnung gezogenen «Massen» allfällige Verschiedenheiten der wirtschaftlichen Kraft berücksichtigen zu können. Möglichkeit zur Berücksichtigung des Einflusses von konkurrierenden benachbarten Quell- oder Zielgebieten. Einbau von Wägungsfaktoren zu den Grössen «Masse» und «Widerstand», wenn diese in besonderen Fällen durch die verwendeten Grundgrössen

nicht mehr ausreichend repräsentiert erscheinen. Man denke beispielsweise an das Verkehrspotential von Kurorten während der Hochsaison, zu dessen Begründung die mittlere Einwohnerzahl dieser Orte kaum ausreicht.

- Berücksichtigung wesentlicher geographischer Besonderheiten bei der Bemessung des Exponenten zur Grösse «Widerstand». Es hat sich beispielsweise gezeigt, dass dieser reduziert wird, wenn in der näheren Umgebung einer Agglomeration ein Mangel an Zielpunkten auftritt.

f) Die Verkehrserzeugungsmodelle stellen jedoch nur die eine Hälfte unserer Modellbildung dar, denn sie sagen lediglich etwas aus über das zu erwartende Verkehrsaufkommen in groben Zügen, denn das Verkehrsgeschehen wird nicht durch «Gravitationsfelder», sondern durch höchst konkrete Bewegungen von Automobilen, Eisenbahnzügen und dergleichen auf bestimmten Wegen und zu bestimmten Zeiten repräsentiert. Es gilt, aus den ermittelten Gravitationsmodellen konkrete Verbindungen abzuleiten – sogenannte *Wunschlinien* – und diese auf das vorhandene Verkehrsnetz umzulegen, was mit Hilfe sogenannter *Verkehrsverteilungsmodelle* geschieht.

4.3 Netzmodelle des Verkehrs

Wohl hat die Wirkung des Verkehrspotentials als Massenerscheinung feldähnlichen Charakter – woraus sich globale Schätzungen ableiten lassen –, aber praktisch findet doch eine Konzentration der Transportvorgänge in netzartigen Gebilden statt. Diese Konzentration geht tatsächlich oft sehr weit und läuft nicht nur auf eine Bündelung nach Transportwegen (Strassennetz, Eisenbahnnetz usw.), sondern auch auf eine Konzentration nach Lademitteln (Behälter, Postsäcke) und Wagenladungen (Bahnpostwagen, Paketwagen) hinaus. Diese Bündelung erfolgt nicht nur aus Gründen der Transportrationalisierung, sondern entspricht dem Wesen des Verkehrs: Das Verkehrsbedürfnis lässt sich im Ganzen und auf längere Frist gesehen wohl als Potentialmodell auffassen, aber im Einzelnen setzt es sich aus einer Menge einzelner «Transportwünsche» mit ganz bestimmten Daten (Quelle – Richtung – Ziel) zusammen. Man kann sich deshalb die Verkehrsvorgänge auch als *Summe aller Wunschlinien* vorstellen. Diese Wunschlinien erfahren einerseits durch ihre Zielrichtung und andererseits durch vorhandene geographische Gebilde (Küsten, Flüsse, Seen, Gebirgszüge, Täler, Landesgrenzen, Vegetationsgebiete, Siedlungen usw.) eine gewisse netzähnliche Konzentration. Diese wird durch den Menschen systematisch weitergetrieben durch Bildung von entsprechenden Verkehrsnetzen. Je mehr diese künstliche Bündelung vom «natürlichen» System der Wunschlinien abweicht, desto höher werden die Kosten für Umwege. Die Bildung eines optimalen Verkehrsnetzes besteht also darin, in optimaler

Weise abzuwägen zwischen der rationalisierenden Wirkung der Netzbildung einerseits und der verteuerten Wirkung einer allzu starken Konzentration andererseits. Die Sache wird dadurch noch komplizierter, dass es bei starker Bündelung gelingt, leistungsfähigere Anlagen rentabel einzusetzen, wodurch u. U. die verteuerte Wirkung der Umwege wieder aufgehoben werden kann. Dieser Effekt wird im Postverkehr dort wirksam, wo dank starker Ballung des Verkehrs motorisierte Transportmittel, moderne Lademittel (Behältereinsatz), mechanisierte Umschlageinrichtungen und automatische Sortieranlagen eingesetzt werden können.

Man hat schon oft versucht, sogenannte Wunschliniendiagramme aufzustellen. Hier einige mögliche Methoden:

- Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Wegverbindungen auf Grund von bestimmten wirtschaftlichen Vorgängen (z. B. Bestellungen), wobei die Ausgangsdaten durch ständige Erhebungen oder Stichproben erfasst werden. Diese Methode eignet sich für die Erstellung von Wunschliniendiagrammen für das innerbetriebliche Transportwesen zwischen verschiedenen Abteilungen.
- Im Strassenverkehr werden mit Hilfe sogenannter Ziel- und Quelluntersuchungen stichprobenweise «Verkehrswünsche» festgehalten (Quelle/Richtung/Ziel) und ohne Rücksicht auf Verkehrsnetz und geographische Hindernisse in eine Kartenskizze (Luftlinie!) massstäblich zu Bändern konzentriert eingetragen.
- Man kann die ermittelten Wunschlinien in einen Computer eingeben, mit Hilfe einer sinnreichen Einrichtung (Kartographatron) simulieren und als fertiges Wunschliniendiagramm auf einem Leuchtschirm erscheinen lassen. Auf diese Art wurden schon Diagramme aus über 6 Millionen Wunschlinien bewältigt. Man kann verschiedene Diagramme übereinander projizieren und dadurch verschiedene Einflussgrößen oder Verkehrssituationen berücksichtigen (z. B. verschiedene Varianten der Bevölkerungsverteilung – verschiedene Distanzstufen – Differenzierung nach Ortsverkehr, Fernverkehr und Transit – Unterscheidung verschiedener Transportsysteme – u. a. m.).

Als Resultat aller dieser Bemühungen ergibt sich schliesslich eine sogenannte *Wunschlinienmatrix* (Matrix der gewünschten Verkehrsströme).

Mit Hilfe eines *Verkehrsverteilungsmodells* wird diese Matrix auf das gegebene Verkehrsnetz umgelegt. Indem man die Verkehrsmengen der «gewünschten» einzelnen Ströme über jeden Sektor des wirklichen Netzes summiert – in der Annahme, dass im Regelfalle der kürzeste oder billigste Weg gewählt wird, erhält man schliesslich die zu erwartenden Verkehrsströme je Netzschnitt. Man kann diesen Rechenvorgang auf dem Computer abwickeln und

durch Hereinnahme zusätzlicher Faktoren das Modell realistischer gestalten (Einfluss von Entferungs- und Zeitunterschieden – Zuordnung von Widerständen zu den einzelnen Streckenabschnitten, um eine grössere Wahlfreiheit vorgeben zu können – Berücksichtigung der wichtigsten, für die Wahl der Route massgebenden Motive).

4.4 Einige Gesichtspunkte der Netzwerkgeometrie

Nicht immer sind die Verkehrsnetze ideal, sondern unter technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen entstanden und gewachsen, die heute längst überholt sind. Es bleiben uns viele Verbesserungswünsche zu erfüllen, deren Verwirklichung häufig noch schwieriger ist, als ein Neubeginn. Die Beschäftigung mit der Geometrie der Verkehrsnetze ist deshalb nicht überflüssig. Neuerdings sind ihr durch die mächtige Entwicklung bestimmter mathematischer Disziplinen (Graphentheorie, Matrizenrechnung) und der elektronischen Datenverarbeitung wirksame Hilfsmittel entstanden. Hier einige Kernprobleme:

Das Vialzentrum. Es gilt einen Punkt zu finden, für welchen die Summe der gewogenen Abstände von gegebenen anderen Punkten möglichst klein wird. Besteht diese Wägung der Abstände in Verkehrsmengen, dann stellt dieser Punkt das optimale Sammel- oder Verteilzentrum für die gegebenen Punkte dar. Leider ist eine exakte Lösung dieses Problems nicht mehr möglich, wenn mehr als 4 Punkte an dem zu untersuchenden Verkehrssystem beteiligt sind. Deshalb hat man schon seit langem nach brauchbaren Näherungslösungen gesucht: Aufsuchen des Schwerpunktes – Aufsuchen des Vialzentrums im graphisch dargestellten Problem «nach Augenmaß» – Anwendung eines mechanischen Modells mit Fadenzügen und Gewichten – Rechenweise Annäherung durch Auszählen oder mit Hilfe der linearen Programmierung. Besonders wirksam sind Methoden, wo zuerst eine Näherungslösung gefunden wird, die auf Grund anderer Methoden schrittweise verbessert werden kann.

Systeme von Sammelzentren. In der Praxis wird man sich nur in Sonderfällen mit der Betrachtung eines einzelnen Vialzentrums begnügen. Wesentlich interessanter sind jene Untersuchungen, wo Beziehungen zwischen mehreren Sammel- und Verteilzentren im Spiele stehen. Die auf Grund eines vereinfachten und regelmässigen Verkehrsnetzes aus 64 Punkten entwickelte *Figur 13* zeigt deutlich die Wirkung des Konzentrationseffekts. Bei extremer Zentralisierung und bei völliger Dezentralisierung der Verkehrsbedienung ist die mittlere Distanz zwischen sämtlichen Punkten höher als bei mässiger Zentralisierung – man kann somit einen optimalen Punkt ableiten, wo der Grad der Zentralisierung am günstigsten ist. Allerdings ist eine rechnerische Verwirklichung noch nicht möglich, besonders wenn ausser der Wägung mit Verkehrsmengen noch weitere Nebenbedin-

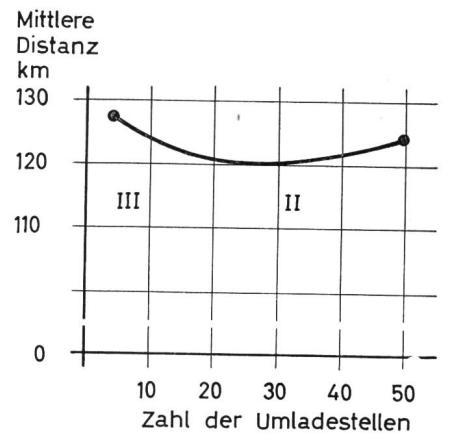


Fig. 13

Wirkung der Zentralisierung
Mittlere Distanz zwischen Ausgangs- und Endpunkten in einem Netz mit verschiedenem Zentralisierungsgrad
I: Ohne jede Zentrenbildung
II: Mässige Zentralisierung
III: Extreme Zentralisierung.

gungen zu berücksichtigen sind, um ein realistisches Modell zu erhalten (z. B. Rücksicht auf vorhandene Anlagen, Berücksichtigung möglicher Betriebspläne und -konzepte, geographische Voraussetzungen, ungleichmässige Verteilung der Verkehrsbedürfnisse, begrenzte Kapazitäten bei einzelnen Betriebsbereichen, Rücksicht auf andere Verkehrsunternehmungen und auf öffentliche Interessen).

Optimale Anordnung eines Verkehrsnetzes

Im Zusammenhang mit der Zentrenbildung sowie der Netzgestaltung im allgemeinen ergeben sich Probleme, bei denen der Verkehr nicht mehr durch Ausgangs- und Zielpunkte repräsentiert wird, sondern durch Gebiete mit mehr oder weniger grosser DichteVerteilung, wie Siedlungen ohne eigentliche Zentren oder landwirtschaftliche Produktionsgebiete. Allgemeine exakte Lösungen für derartige Probleme stehen noch nicht zur Verfügung, aber für bestimmte Fälle lassen sich exakte oder wenigstens gute Näherungslösungen finden:

- Optimale Lage des Endpunktes einer Hauptstrecke, auf der sich ein wesentlicher Teil des Gesamtverkehrs abwickelt.
- Bestimmung der optimalen Zahl von Strecken, die im zentralen Bestimmungsort einmünden sollen.
- Näherungsweise optimale Bildung eines Netzes in einem kreisförmigen Gebiet mit zentralem Sammelpunkt durch Gliederung des Gebietes in radialsymmetrische

Gebilde unter sektorenweiser Teiloptimierung und allfälligen Ringverbindungen.

- Abfuhr von Mengen, die an gegebenen Punkten (Stationen) längs des gegebenen Förderweges liegen.
- Abfuhr von Mengen, die an gegebenen Punkten in einer Fläche liegen,
 - unter Bedienung über einen Sammelpunkt ausserhalb der gegebenen Punkte;
 - unter Bestimmung eines vorhandenen Punktes als Sammelpunkt;
 - unter Bestimmung eines neuen Sammelpunktes innerhalb der gegebenen Punkte.
- Abfuhr von Mengen, die annähernd gleichmässig in einer Fläche verteilt sind, wobei sich je nach der Lage der Sammelstelle, der Form der gegebenen Fläche und der Anordnung der hauptsächlichsten Förderrichtungen verschiedene Lösungen ergeben.

In der schweizerischen Verkehrswirtschaft stehen wir heute vor zwei wichtigen Problemen, bei denen die Fragen der optimalen Netzgestaltung und der bestmöglichen Anordnung von Sammel- und Verteilzentren eine ausschlaggebende Rolle spielten:

- das Schnellgutkonzept der SBB und
- das neue Betriebskonzept der Postdienste.

Hier stehen millionenschwere Investitionen sowie Lösungen zur Bewältigung des wachsenden modernen Massenverkehrs auf dem Spiel. Ausserdem hängen die beiden Probleme in technischer und organisatorischer Hinsicht zusammen. Da über das Schnellgutkonzept und die Zentrenbildung bereits an anderer Stelle ausführlich berichtet worden ist*, wollen wir hier nicht näher darauf eintreten.

Wir hoffen, dem Leser einen Überblick über die Erkenntnisse und die noch zu lösenden Probleme der Transporttheorie sowie über deren Bedeutung für die Lösung von Posttransportproblemen gegeben zu haben. Leider sind wir noch lange nicht so weit, wie unsere Kollegen von den Fernmeldediensten, welche in Form der Nachrichtentheorie und der Netzwerktheorie über recht fortgeschrittene wissenschaftliche Grundlagen verfügen. Die Transporttheorie weist – ähnlich wie eine Landkarte Afrikas aus dem letzten Jahrhundert – noch recht viele «weisse Stellen», d. h. ungeklärte Probleme auf. Es war jedoch das Anliegen der Verfasser, wenigstens einen ersten Überblick auf das bereits Erreichte zu geben und den praktischen Nutzen einer Transporttheorie zu zeigen. Wir sind davon überzeugt, dass sich die Schliessung der noch vorhandenen Lücken lohnt. Hier ist noch interessantes Neuland zu erforschen.

Bemerkung: Um den Umfang dieses Aufsatzes nicht unmässig anschwellen zu lassen, haben wir auf die Beifügung eines Literatur- und Quellenverzeichnisses verzichtet. Wer seine Kenntnisse vertiefen möchte, kann bei den Autoren (c/o Finanzabteilung GD PTT, CH-3000 Bern) ein nach Sachgebieten und Verfassern geordnetes Literaturverzeichnis bestellen.

* Friedli. Zentrenbildung bei den Postdiensten. PTT-Zeitschrift (Bern) 20 (1939) Nr. 2, S. 50...56.
Rietmann. Das Schnellgutkonzept der SBB. Wirtschaft und Technik im Transport (Solothurn) 37 (1968) Nr. 168, S. 140 ff.
Wettstein – Scheidegger. Zwei Operations-Research-Probleme aus dem PTT-Betrieb; 1. Zentrenbildung bei den Postdiensten. Technische Mitteilungen PTT (Bern) 46 (1968) Nr. 8, S. 396 ff.
Kuster. Das «Gares-centres-System» als Möglichkeit einer Neuorganisation des Frachtstückgutverkehrs. Wirtschaft und Technik im Transport (Solothurn) 33 (1964) Nr. 148, S. 143 ff.