

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: 35 (1957)

Heft: 7

Artikel: Wählerberechnungen und Vielfachsaltungen = Calcul du nombre des sélecteurs et multiplage

Autor: Schild, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875085>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

Conclusion

La normalisation résumée ci-dessus est maintenant appliquée dans presque toutes les radiodiffusions du monde et elle assure l'échange des programmes dans d'excellentes conditions. Les spécifications électriques, concernant la courbe de réponse, peuvent être appliquées aisément par les services de radiodiffusion équipés en conséquence, mais n'excluent pas un échange de bandes étalon qui se révèle toujours utile, ne serait-ce qu'à titre de confirmation de l'exactitude des étalons primaires.

Pour le domaine de l'amateur, il est souhaitable que des bandes étalon soient mises sur le marché, car les mesures effectuées sur divers appareils prouvent que non seulement la courbe de réponse du dispositif de lecture ne correspond pas aux normes, mais ce qui est pire encore, la verticalité de l'entrefer des têtes par rapport à la bande n'est souvent pas correcte. Pour mettre l'importance de cette dernière question en évidence, il suffit de rappeler qu'à la vitesse de 19,05 cm, un écart d'angle de 20 minutes produit un affaiblissement de l'ordre de 8 dB à 8000 Hz.

Certaines méthodes de mesure feront encore l'objet de recommandations du CCIR: il s'agit des variations de vitesse des bandes (pleurage et scintillement), du bruit de fond des enregistreurs et de la mesure absolue des niveaux enregistrés.

Dans un prochain article, nous nous proposons d'exposer la normalisation de l'enregistrement sur disques au sujet de laquelle règne souvent une confusion, essentiellement en ce qui concerne la caractéristique de fréquence des enregistrements.

Wählerberechnungen und Vielfachschaltungen

Von P. Schild, Zürich

621.395.341.25

Zusammenfassung. Einleitend werden die Grundlagen der Wählerberechnung und die Bildung von vollkommenen und unvollkommenen Bündeln behandelt. Die hauptsächlichsten Arten der Vielfachschaltung werden beschrieben. Diese sind im Betrieb untersucht und miteinander verglichen worden. Die Resultate sind in neuen Verlustkurven für unvollkommene 10er-Bündel niedergelegt. Einige praktische Erfahrungen vervollständigen den Artikel.

Die Berechnung der Schaltorgane und Verbindungswege in automatischen Fernsprechanlagen ist den Fachleuten im allgemeinen bekannt, hingegen ist das Gebiet der Vielfachschaltungen noch nicht restlos abgeklärt. Innerhalb eines Ortsnetzes arbeiten die bestehenden Ämter in der Regel mit kleinen Leitungsbündeln. Die Gewähr, dass eine Anlage die der Berechnung zugrundegelegte Dienstqualität aufweise, ist deshalb stark von der Güte der unvollkommenen

Schlussfolgerungen

Die vorstehend zusammengefasste Normung ist heute nahezu im ganzen Rundspruch der Welt angewendet und sichert den Programmaustausch in vorzüglicher Weise. Die elektrischen Daten betreffend den Frequenzgang können durch die entsprechend eingerichteten Rundspruchdienste leicht angewendet werden, schliessen aber den Austausch von Messbändern nicht aus, was sich immer als nützlich erweist, sei es auch nur für die Bestätigung der Genauigkeit der primären Messbänder.

Für das Gebiet der Amateure wäre es wünschbar, dass Messbänder auf den Markt gebracht werden, denn die ausgeführten Messungen bei verschiedenen Geräten haben bewiesen, dass nicht nur der Frequenzgang des Wiedergabesystems den Normen nicht entspricht, sondern, was noch schlimmer ist, dass der Winkel des Luftspaltes gegenüber dem Band nicht genau ist. Um die Wichtigkeit dieser Frage augenfällig zu machen, genügt es, daran zu erinnern, dass eine Abweichung des Winkels von 20 Minuten bei einer Bandgeschwindigkeit von 19,05 cm/s schon eine Dämpfung in der Grössenordnung von 8 dB bei 8000 Hertz mit sich bringt.

Gewisse Messmethoden bilden noch Gegenstand von Empfehlungen des CCIR; es handelt sich dabei um die Schwankungen der Bandgeschwindigkeit (Wobbel), um das Grundgeräusch der Aufnahmegeräte und um die absolute Messung der aufgenommenen Pegel.

In einem nächsten Artikel beabsichtigen wir, über die Normen der Grammophonplatten-Aufnahme zu berichten, da auf diesem Gebiet, besonders in bezug auf die angewandten Frequenzgänge, noch oft Unklarheit herrscht.

Calcul du nombre des sélecteurs et multiplage

Par P. Schild, Zurich

Résumé. L'auteur expose pour commencer les principes du calcul du nombre des sélecteurs et de la constitution de faisceaux à accessibilité parfaite et imparfaite. Il décrit également les genres de multiplage les plus employés, et les compare entre eux d'après les expériences faites dans l'exploitation. Les résultats sont reportés dans de nouvelles courbes de pertes pour faisceaux à 10 à accessibilité imparfaite. L'article est complété par la relation de quelques expériences pratiques.

Le calcul du nombre des organes de commutation et des voies de trafic des installations de téléphonie automatique ne présente en général plus de secrets pour les spécialistes. En revanche, le domaine des multiplages n'est pas encore complètement étudié. A l'intérieur d'un réseau local, les centraux sont reliés en règle générale par des faisceaux de faible capacité. La garantie qu'une installation assurera la qualité de service prise pour base des calculs dépend

Bündel und ihrer rechnerischen Behandlung abhängig. Nachstehend soll versucht werden, die Ansichten über diese Frage einer Lösung näher zu bringen. Eine kurze Einführung mag der Sache dienlich sein.

Grundlagen

Bei allen Berechnungen von Fernsprechanlagen ist vom *Hauptstundenverkehr* auszugehen. Nach den Empfehlungen des Comité consultatif international téléphonique (CCIF) (Montreux, 1946) ist dies der Verkehr während 60 aufeinanderfolgenden Minuten, deren Summe einen Maximalwert aufweist; es soll ein Mittelwert von mehreren verkehrsstrengen Tagen sein, unter Ausschluss des von ausserordentlichen Ereignissen herrührenden Verkehrs.

Statt die Zahl der Belegungen in der Hauptverkehrsstunde c durch direkte Zählung zu messen, lässt sich diese aus folgenden Unterlagen berechnen:

- der Zahl der Amtsanschlüsse S ,
- der durchschnittlichen Zahl der Belegungen je Tag und Teilnehmer (Gesprächsdichte) D ,
- der Konzentration k , das heisst dem Verhältnis des Verkehrs in den Hauptstunden zum Tagesverkehr (normalerweise 10...15%, im Mittel 12%).

Es ist $c = S \cdot D \cdot k$

Dabei ist vorausgesetzt, dass im Verhältnis der Belegungszahl zu den taxierten Verbindungen ein angemessener Zuschlag für erfolglose Verbindungen (Besetztverbindungen, Verbindungen ohne Antwort, Prüfversuche usw.) gemacht worden sei.

Alle Unterlagen sind durch entsprechende Statistiken zu ermitteln, ob man nun so oder anders vorgehen mag.

Der *Verkehrswert* (Verkehrsvolumen) oder die totale Belegungszeit y ist das Produkt aus der Belegungszahl in der Hauptstunde c und der durchschnittlichen Belegungsdauer t :

$$y = c \cdot t$$

Unter Belegungsdauer versteht man die Zeit, während der eine Leitung oder ein Wähler durch eine Verbindung beansprucht ist. Sie ist um die Herstellungs- und Auslösezeit und um die Antwortzeit des verlangten Teilnehmers länger als die effektive Gesprächszeit. Die mittlere Belegungsdauer einer Verbindung beträgt im Ortsverkehr rund 2½ Minuten, im Land- oder Netzgruppenverkehr 3 Minuten und im Fernverkehr etwa 3½ Minuten. Sie kann beim Übergang vom manuellen zum automatischen Betrieb ändern und ist deshalb von Zeit zu Zeit zu überprüfen. Die Belegungsdauer der Register, Markierer und ähnlicher Organe ist besonders zu ermitteln; für Register beträgt sie, je nach der Stellenzahl der Rufnummern eines Netzes, 10...15 Sekunden (1,5 Sekunden je Wahlziffer, zuzüglich einer Schaltzeit von 2...4 Sekunden und Zuschlag für ineffektive Verbindungen).

Je nachdem man die Belegungsdauer in Stunden oder in Minuten einsetzt, erhält man den Verkehrswert y

donc fortement de la qualité des faisceaux à accessibilité imparfaite et de la manière dont on procède aux calculs. Dans les lignes qui suivent, nous essayons de nous rapprocher de la solution de ce problème. Une brève introduction rendra la chose plus facile.

Principes

Dans tous les calculs relatifs aux installations de téléphonie, il faut partir du *trafic pendant l'heure la plus chargée*. Aux termes des avis du Comité consultatif international téléphonique (CCIF) (Montreux 1946), il s'agit du trafic enregistré pendant 60 minutes consécutives et dont le total atteint une valeur maximum; ce doit être une valeur moyenne portant sur plusieurs jours à trafic intense, le trafic dû à des événements extraordinaires étant exclu.

Au lieu de déterminer par comptage direct le nombre c des occupations pendant l'heure la plus chargée, on peut le calculer d'après les données suivantes:

- le nombre S des raccordements réseau,
- le nombre moyen D des occupations par jour et par abonné (densité des conversations),
- la concentration k , c'est-à-dire le rapport entre le trafic pendant les heures les plus chargées et le trafic journalier (normalement 10...15%, en moyenne 12%).

$$c = S \cdot D \cdot k$$

Dans ce calcul, le rapport du nombre des occupations à celui des communications taxées est modifié par un supplément approprié pour les communications ineffectives (ligne ou abonné occupés, communications sans réponse, essais, etc.).

Toutes les données doivent être déterminées par des statistiques établies d'une manière ou d'une autre.

La *valeur du trafic* (volume du trafic) ou temps d'occupation total y , est le produit du nombre des occupations pendant l'heure la plus chargée et la durée d'occupation moyenne t :

$$y = c \cdot t$$

On entend par durée d'occupation le temps pendant lequel un circuit ou un sélecteur sont occupés par une communication. Elle comprend la durée effective de la conversation, plus le temps d'établissement et de suppression de la communication et le délai de réponse de l'abonné demandé. La durée d'occupation moyenne pour une communication est approximativement de 2½ minutes en service local, de 3 minutes en service rural ou de groupe de réseaux et de 3½ minutes en service interurbain. Elle peut varier lorsqu'on passe de l'exploitation manuelle à l'exploitation automatique et, partant, doit être contrôlée de temps à autre. La durée d'occupation des enregistreurs, marqueurs et organes similaires doit être déterminée à part; pour les enregistreurs, elle est de 10...15 secondes, suivant le nombre de chiffres des numéros d'appel d'un réseau (1,5 seconde par chiffre, plus un temps de commutation de 2...4 secondes et le supplément pour communications ineffectives).

– in Belegungsstunden (Bh) = Erlang (Erl), oder
– in Belegungsminuten (Bm).

Häufig wird auch in normalisierten Zweiminutenverbindungen gerechnet, sogenannten ausgeglichenen Hauptstunden-Verbindungen (AHSV). Es sind $10 \text{ Erl} = 600 \text{ Bm} = 300 \text{ AHSV}$. In der Theorie gilt die Belegungsstunde als Einheit.

Vorgängig der Berechnung der Schaltorgane muss die gewünschte Betriebsqualität festgelegt werden. Ist die Anlage zu knapp dimensioniert, so entstehen Verluste. Unter *Verlust* versteht man den Anteil an Verbindungen, die infolge Besetztsein der Verbindungswege (Schaltorgane) nicht zustandekommen können. Der Verlust wird in Prozent oder Promille ausgedrückt. In der Schweiz lässt man innerhalb eines Amtes je Wahlstufe einen Verlust von 1‰ , für interzentrale Verbindungsleitungen im Ortsnetz sowie für Fernleitungen je Stufe einen Verlust von 1‰ zu. Das sichert, wie die Erfahrung lehrt, auch in einem verzweigten vollautomatischen Orts- und Fernnetz einen guten Dienst. Eine scheinbare Ausnahme von vorstehender Regel wird später besprochen.

Registersysteme, wie das Bell-Drehwählersystem, kennen keine Verluste im vorerwähnten Sinne, da die Anrufsucher und Gruppenwähler bei Besetztsein aller Ausgänge weiterdrehen. Dieses andauernde Suchen bis zum Freiwerden eines Ausganges erspart dem anrufenden Teilnehmer ein erneutes Einstellen der Rufnummer, ist aber nur bei grossen Bündeln, bei denen verhältnismässig rasch eine Leitung frei wird, von Vorteil. Trotzdem wurden diese Ämter von jeher nach den gleichen Gesichtspunkten berechnet wie Anlagen mit Verlusten.

Vollkommene und unvollkommene Bündel

Jedes Amt ist in verschiedene Wahlstufen und diese wiederum sind in mehrere Gruppen unterteilt. Je nach der Grösse der verwendeten Anrufsucher und Gruppenwähler und je nach der Aufteilung des Kontaktfeldes sind diese Gruppen verschieden gross. Die Anrufsucher besitzen meistens ein 100- oder 200teiliges Kontaktfeld, das nicht unterteilt ist. Vorwähler haben 10...25 Bogenkontakte, und Gruppenwähler weisen gewöhnlich 10 Stufen mit 10...30 Bogenkontakten auf. Bei verschiedenen Automaten systemen kann das Kontaktfeld elektrisch in eine Anzahl Gruppen aufgeteilt werden, je nach der Grösse, zum Beispiel in Bündel von 10×10 , 5×20 oder $8 \times 10 + 1 \times 20$ bei 100 Bogenkontakten, von 4×30 bei 120 Bogenkontakten oder von 10×20 bei 200 Bogenkontakten. Die für ein Automaten system gegebenen Verhältnisse müssen natürlich genau bekannt sein.

Unter einem *Bündel* versteht man die Ausgänge (Leitungen, Verbindungswege, Wähler), sofern sie zu der gleichen Schaltgruppe, das heisst numerierungstechnisch zur gleichen Gruppe gehören, zum Beispiel alle Leitungen, die zur gleichen 1000er oder 100er Gruppe führen.

Selon que l'on prend pour base la durée d'occupation en heures ou en minutes, on obtient la valeur du trafic y

– en heures d'occupation (Bh) = erlangs (Erl), ou
– en minutes d'occupation (Bm).

On calcule fréquemment aussi en communications normalisées de deux minutes, désignées par l'abréviation AHSV (ausgegliche Hauptstunden-Verbindungen). $10 \text{ Erl} = 600 \text{ Bm} = 300 \text{ AHSV}$. Théoriquement, l'unité est l'heure d'occupation.

Avant de calculer le nombre des organes de commutation, on doit déterminer la qualité de service désirée. Si l'installation est dimensionnée de manière trop juste, des pertes sont inévitables. On comprend sous le terme de *pertes* les communications qui ne peuvent aboutir parce que les voies (organes de commutation) sont occupées. Les pertes sont exprimées en pour-cent ou en pour-mille. En Suisse, on considère comme admissible une proportion de pertes de 1‰ par étage de sélection d'un central et de 1‰ par étage pour les circuits intercentraux d'un réseau local et les circuits interurbains. L'expérience a montré qu'on peut de la sorte assurer un service satisfaisant, même dans un réseau local et interurbain automatique ramifié. Une exception apparente à cette règle sera discutée plus loin.

Les systèmes à enregistreurs, tels que le système Bell à sélecteurs rotatifs, ne connaissent pas de pertes du genre indiqué ci-dessus; en effet, si toutes les sorties sont occupées, les chercheurs d'appel et sélecteurs de groupe continuent à tourner. Cette recherche constante jusqu'à la libération d'une sortie épargne à l'appelant la nécessité de composer de nouveau le numéro d'appel, mais ne présente un avantage que pour les faisceaux de grande capacité, sur lesquels un circuit est libéré en général au bout d'un temps assez court. Cependant, pour les centraux de ce système, les calculs sont faits de la même manière que pour les installations avec pertes.

Faisceaux à accessibilité parfaite et imparfaite

Chaque central est réparti en plusieurs étages de sélection, divisés eux-mêmes en groupes. Ces groupes sont de dimensions différentes suivant la capacité des chercheurs d'appel et sélecteurs de groupes utilisés et la répartition du banc de contacts. Les chercheurs d'appel possèdent en général un banc de contacts à 100 ou 200 directions, qui n'est pas réparti. Les présélecteurs ont 10...25 contacts, et les sélecteurs de lignes 10 étages de 10...30 contacts. Dans divers systèmes automatiques, le banc de contacts est réparti électriquement en un certain nombre de groupes, par exemple, pour 100 contacts, en faisceaux de 10×10 , 5×20 ou $8 \times 10 + 1 \times 20$, pour 120 contacts en faisceaux de 4×30 ou pour 200 contacts en faisceaux de 10×20 . Il importe bien entendu de connaître exactement les conditions propres à chaque système.

Solange alle Leitungen eines Bündels allen Schaltorganen zugänglich sind und sich somit gegenseitig beliebig ersetzen können, spricht man von einem *vollkommenen Bündel*. Bei 100teiligen Hebdrehwählern oder Kulissenwählern gilt dies bis zu 10 Leitungen, bei Rotary-Gruppenwählern bis zu 30 Leitungen und bei 100teiligen Anrufsuchern bis zu 100 Leitungen. Jede ankommende Leitung kann bis zu dieser Bündelgrösse jede abgehende Leitung erreichen.

Sind mehr ausgehende Leitungen notwendig als Bogenkontakte je Wahlstufe vorhanden sind, so muss das Bündel unterteilt werden. Den einzelnen Schaltorganen sind jeweils nur noch ein Teil der abgehenden Leitungen zugänglich, das heisst die Ausgänge können sich gegenseitig nicht mehr alle aus helfen. Diese Art bezeichnet man als *unvollkommene Bündel*.

Theoretische Überlegungen bei vollkommenen Bündeln

Da die Teilnehmer ihre Anrufe unabhängig voneinander tätigen, schwankt der Verkehr auch während der Hauptverkehrsstunde mehr oder weniger stark. Es ist deshalb wichtig zu wissen, wievielfach auf beispielsweise 1000 Beobachtungen, bei einem Verkehrswert y , ein gewisser Spitzenwert x erreicht wird; dabei kann der Verkehrswert y als die Zahl durchschnittlich belegter Leitungen, x als die Zahl der benötigten Leitungen aufgefasst werden.

Man hat im Betrieb schon früh Beobachtungen angestellt und die Resultate in empirischen Formeln und in Kurven festgehalten. Bekannt sind die Verlustkurven von *Langer*.

Es kann angenommen werden, dass die Verkehrsverteilung im allgemeinen nach dem reinen Zufall erfolgt. Die Gesetze des Zufalls lassen sich durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung erfassen, vorausgesetzt, dass es sich um relativ einfache Verhältnisse handelt.

Nach der klassischen Theorie von *Poisson* (1781–1840) kann ein Ereignis, dessen Häufigkeit um den Wert y schwankt, den Wert x mit einer Wahrscheinlichkeit von

$$p = \frac{e^{-y} \cdot y^x}{x!}$$

erreichen.

Unter Ereignis können wir in unserem Falle das «Belegtsein» einer Leitung verstehen. *Poisson* ging davon aus, dass die Zahl der Ursachen (hier der Anrufenden) der Ereignisse unbeschränkt und unabhängig voneinander seien und dass ferner x jeden beliebigen Wert annehmen könne. Die erste dieser Annahmen ist in unserem Falle bei grosser Teilnehmerzahl annähernd erfüllt, die zweite dagegen trifft im Fernsprechtbetrieb nicht zu, da die Zahl der abgehenden Verbindungswege x beschränkt ist und keine grösseren «Spitzenwerte» gestattet, also einen Verlust verursacht, wenn der Wert grösser sein sollte als x . Die Formel von *Poisson* ist deshalb für grössere Verluste ungenau.

On entend par *faisceau* l'ensemble des sorties (circuits, voies de trafic, sélecteurs) qui appartiennent à un même groupe de commutation, c'est-à-dire au même groupe de numéros, par exemple tous les circuits qui conduisent au même groupe de milliers ou de centaines.

Lorsque les circuits d'un faisceau sont accessibles à tous les organes de commutation et peuvent ainsi se remplacer réciproquement, on parle de *faisceau à accessibilité parfaite*. Pour les sélecteurs à deux mouvements ou sélecteurs à coulisses à 100 directions, c'est le cas jusqu'à 10 circuits, pour les sélecteurs de groupes Rotary jusqu'à 30 circuits et pour les chercheurs d'appel à 100 directions jusqu'à 100 circuits. Avec une telle capacité du faisceau, chaque circuit d'entrée peut être relié à chaque circuit de sortie.

Si le nombre des circuits de sortie doit être supérieur à celui des contacts d'un étage de sélection, on doit répartir le faisceau. Chacun des organes de commutation n'est plus accessible qu'à une partie des circuits de sortie, autrement dit les sorties ne peuvent plus se remplacer réciproquement. Pareils faisceaux sont dits *faisceaux à accessibilité imparfaite*.

Considérations théoriques sur les faisceaux à accessibilité parfaite

Les abonnés émettant leurs appels indépendamment les uns des autres, le trafic varie plus ou moins fortement aussi pendant l'heure la plus chargée. Il importe par conséquent de savoir, sur 1000 observations par exemple, pour une valeur de trafic y , combien de fois une certaine valeur de pointe x a été atteinte; la valeur y peut être comprise comme le nombre moyen des circuits occupés, la valeur x comme le nombre des circuits nécessaires.

Des observations du volume du trafic ont été faites très tôt et leurs résultats traduits en formules et en courbes. On connaît par exemple les courbes de pertes de *Langer*.

On peut admettre qu'en général la répartition du trafic est due au hasard. Les lois du hasard peuvent être déterminées par le calcul des probabilités, en admettant qu'il s'agisse de conditions relativement simples.

D'après la théorie classique de *Poisson* (1781 à 1840), un événement dont la fréquence varie autour de la valeur y atteindra la valeur x avec une probabilité de

$$p = \frac{e^{-y} \cdot y^x}{x!}$$

Dans le cas qui nous occupe, nous pouvons comprendre par événement l'«état d'occupation» d'un circuit. *Poisson* partait de l'hypothèse que le nombre des causes (pour nous celui des abonnés appelants) des événements était illimité, que les événements eux-mêmes étaient indépendants les uns des autres et que x pouvait prendre une valeur quelconque. La première de ces hypothèses est à peu près satisfaite lorsque le nombre des abonnés est grand, la

Mit Hilfe der Regel von *Bayes* lassen sich die Wahrscheinlichkeiten bei einer Begrenzung des Wertes x berechnen, indem man die n -te (n beliebig zwischen $0 \dots x$) Einzelwahrscheinlichkeit durch die Summe aller Einzelwahrscheinlichkeiten von $0 \dots x$ dividiert, also

$$p = \frac{p_n}{p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_x}$$

Die ursprüngliche Formel von Poisson nimmt daher für die Verhältnisse, wie sie in Wählerämtern vorliegen, die Form an:

$$p_x = \frac{e^{-y} \cdot \frac{y^x}{x!}}{\sum_{n=0}^{n=x} e^{-y} \cdot \frac{y^n}{n!}} = \frac{\frac{y^x}{x!}}{1 + \frac{y}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \dots + \frac{y^x}{x!}}$$

Diese Formel ist durch den wissenschaftlichen Mitarbeiter der Kopenhagener Telefongesellschaft, *A. K. Erlang*, direkt aus dem Prinzip des statistischen Gleichgewichtes abgeleitet worden.¹ Sie ist unabhängig von der Dauer der einzelnen Verbindungen, gilt also für kurze und lange Gespräche und stimmt für kleine und grosse Verkehrswerte und für kleine und grosse Verluste gut mit den wirklichen Verhältnissen überein. Zu Ehren Erlangs hat das CCIF die theoretische Verkehrseinheit mit seinem Namen bezeichnet.

Genau genommen müsste man – wenigstens bei grossen Verlusten – zwischen Verkehrsangebot und Leistung unterscheiden, weil die Leistung um die Anzahl der Verluste geringer ist als das Angebot. Da aber bei vollautomatischem Betrieb und guter Dienstqualität nur geringe Verluste zugelassen werden können, spielt diese Frage praktisch eine untergeordnete Rolle. Immerhin ist zu bemerken, dass man bei Wählerberechnungen immer vom angebotenen Verkehrswert ausgeht.

Aus Figur 1 sind die nach dieser Formel berechneten *Verlustkurven* für $p = 1^0/00, 2^0/00, 5^0/00, 1^0/0$ und $5^0/0$ ersichtlich. Sie gelten naturgemäss nur für vollkommene Bündel, also für vollständige Zugänglichkeit der abgehenden Verbindungswege x .

Der Verkehrswert y , ausgedrückt in Belegungsstunden oder Erlang, gibt – wie vorstehend bereits angedeutet – auch an, wieviele Leitungen bei dauernder Belegung, also bei absolut gleichmässigem Verkehr, die ganze Belastung tragen würden. In Wirklichkeit schwankt der Verkehr um diesen Mittelwert. Man kann deshalb bei der Überprüfung der Verkehrswege einer Gruppe – statt den selten auftretenden Spitzenwert zu beobachten – den Mittelwert der Belegungen feststellen und mit diesem y -Wert aus den Verlustkurven den Spitzenwert, zum Beispiel bei $p = 1^0/00$, ablesen. Dieses Verfahren führt rascher zum Ziel als die Beobachtung des Spitzenwertes.

dernière en revanche ne se rencontre pas en service téléphonique, le nombre des voies de trafic partantes x étant limité et ne permettant pas de fortes «valeurs de pointe»; il se produit donc une perte lorsque la valeur devrait être supérieure à x . La formule de Poisson est ainsi inexacte pour les grandes pertes.

La règle de *Bayes* permet de calculer les probabilités lorsque la valeur x est limitée, en divisant la n^e probabilité (n ayant une valeur quelconque comprise entre 0 et x) par la somme de toutes les probabilités de 0 à x , soit

$$p = \frac{p_n}{p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_x}$$

La formule primitive de Poisson prend ainsi la forme suivante pour les conditions telles qu'on les rencontre dans les centraux à sélecteurs:

$$p_x = \frac{e^{-y} \cdot \frac{y^x}{x!}}{\sum_{n=0}^{n=x} e^{-y} \cdot \frac{y^n}{n!}} = \frac{\frac{y^x}{x!}}{1 + \frac{y}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \dots + \frac{y^x}{x!}}$$

Cette formule a été dérivée directement du principe de l'équilibre statistique par le collaborateur scientifique de la Société des téléphones de Copenhague, *A. K. Erlang*¹. Elle est indépendante de la durée des communications, s'applique donc aux conversations brèves ou longues et correspond bien aux conditions réelles pour les petites et les grandes valeurs de trafic, ainsi que pour les petites et les grandes pertes. En l'honneur d'Erlang, le CCIF a décidé de donner son nom à l'unité théorique de trafic.

On devrait en fait – tout au moins pour les grandes pertes – faire une distinction entre l'offre de trafic et le rendement, celui-ci correspondant à l'offre diminuée du nombre des pertes. Etant donné cependant qu'en service automatique de bonne qualité seules de faibles pertes peuvent être admises, cette question ne joue pratiquement qu'un rôle secondaire. Il convient toutefois de faire remarquer, que pour calculer le nombre des sélecteurs, on prend toujours en considération la valeur de trafic offerte.

La figure 1 montre les *courbes de perte* calculées d'après cette formule pour $p = 1^0/00, 2^0/00, 5^0/00, 1^0/0$ et $5^0/0$. Elles ne sont valables que pour les faisceaux à accessibilité parfaite des voies de trafic sortantes x .

La valeur de trafic y , exprimée en heures d'occupation ou erlangs, indique également combien de circuits supporteraient la charge complète en cas d'occupation permanente, c'est-à-dire de trafic absolument régulier. En réalité, le trafic varie autour de cette valeur moyenne. C'est pourquoi on peut, en contrôlant les voies de trafic d'un groupe – au lieu d'observer les valeurs de pointe rarement atteintes – déterminer la valeur moyenne des occupations et, avec cette

¹ Vgl. *A. K. Erlang*. Solution of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in automatic Telephone Exchanges. Post Office Electr. Engrs J. 10 (1918), 189...197.

¹ Cf *A. K. Erlang*. Solution of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in automatic Telephone Exchanges. Post Office Electr. Engrs J. 10 (1918), 189...197.

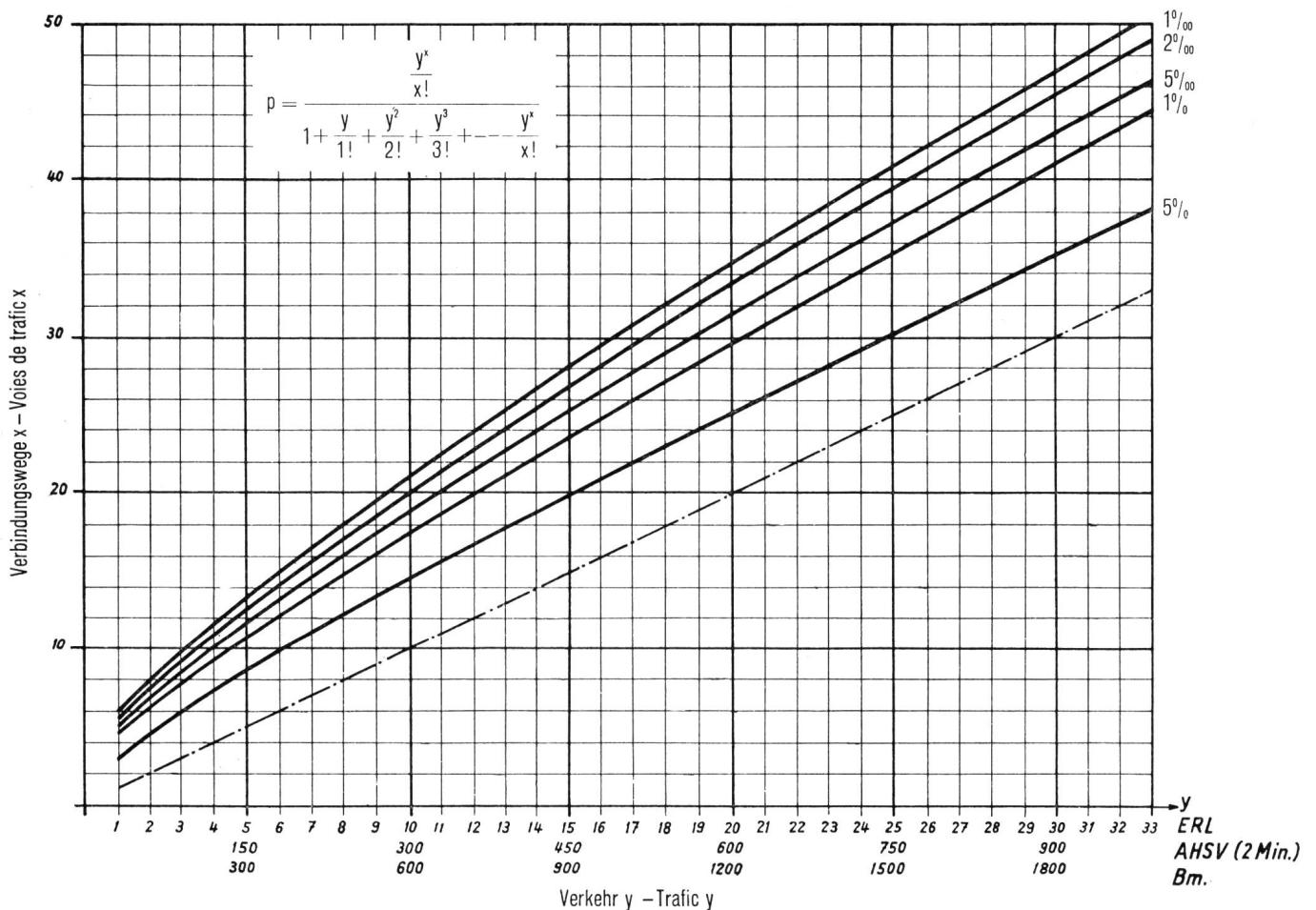


Fig. 1. Verlustkurven für vollkommene Bündel nach Erlang – Courbes de pertes pour faisceaux à accessibilité parfaite selon Erlang

Zum Verständnis der Zusammenhänge sei ferner darauf hingewiesen, dass der Verkehrswert je Leitung in Erlang gleichzeitig auch die Wahrscheinlichkeit ihrer Belegung ausdrückt. Eine Leitung, die 0,2 Erl führt, ist 0,2 Stunden = 12 Minuten lang belegt. Die Wahrscheinlichkeit ihrer Belegung beträgt 0,2 oder 20%.

Vielfachschaltungen

Die Art der Anordnung der abgehenden Leitungen im Kontaktfeld der Wähler bezeichnet man als Vielfachschaltung. Da in den Gruppenwahlstufen meistens mehr Ausgänge nötig sind als Kontakte je Wähler zur Verfügung stehen, können die Kontakte der gleichen Stufe nicht über sämtliche Wähler einer Gruppe parallel geschaltet werden. Man muss Untergruppen bilden und die Ausgänge unterteilen, also notgedrungen zu unvollkommenen Bündeln übergehen.

Alle Kontakte einer Gruppe bilden je Stufe zusammen das *Vielfachfeld (Multiple)*. Die Sucher oder Wähler sind in Buchten oder Rahmen zusammengebaut, zum Beispiel je 20 in einer Bucht. Die Ausgänge der gleichen Stufe dieser Wähler sind gewöhnlich mittels Bandkabel parallel geschaltet. Das Vielfachfeld einer Stufe setzt sich also aus *Teilgruppen oder Untergruppen (Splits)*, bestehend aus einer

Wahlwert y , finden die Werte der Verlustkurven, zum Beispiel für $p = 1\%$. Diese Vorgehensweise ist schneller als die Beobachtung des Verlustwertes.

Für ein besseres Verständnis dieses Verfahrens, betrachten wir die Verkehrswerte in Erlang pro Schaltkreis, die gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit der Besetzung ausdrücken. Ein Schaltkreis, der einen Wert von 0,2 Erlang hat, ist 0,2 Stunden, d. h. 12 Minuten lang besetzt. Die Wahrscheinlichkeit der Besetzung beträgt 0,2 oder 20%.

Multiplage

Die Anordnung der Schaltkreise am Schaltbrett der Kontakte wird als Multiplage bezeichnet. Da es in den Stufen der Gruppenwahl notwendig ist, dass es mehr Ausgänge gibt als Kontakte pro Wähler, können die Kontakte der gleichen Stufe nicht über alle Wähler einer Gruppe parallel geschaltet werden. Man muss Untergruppen bilden und die Ausgänge unterteilen, also notgedrungen zu unvollkommenen Bündeln übergehen.

Alle Kontakte einer Gruppe bilden je Stufe zusammen das *Vielfachfeld (Multiple)*. Die Sucher oder Wähler sind in Buchten oder Rahmen zusammengebaut, zum Beispiel je 20 in einer Bucht. Die Ausgänge der gleichen Stufe dieser Wähler sind gewöhnlich mittels Bandkabel parallel geschaltet. Das Vielfachfeld einer Stufe setzt sich also aus *Teilgruppen oder Untergruppen (Splits)*, bestehend aus einer

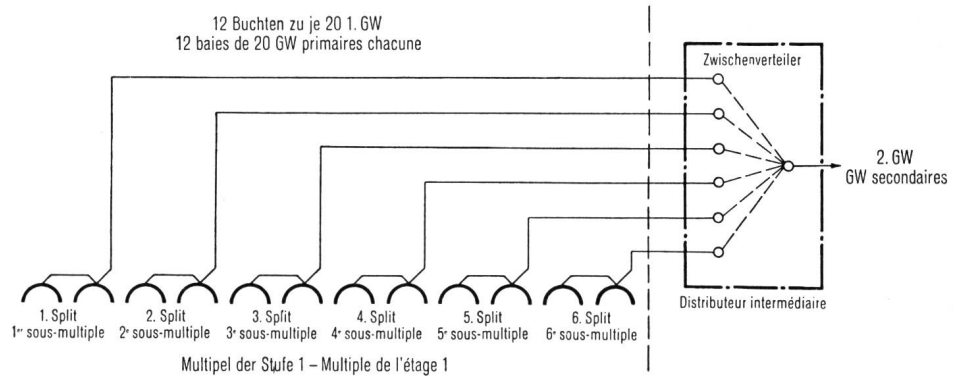
oder mehreren Buchten, zusammen. Diese sind auf einen Zwischenverteiler verkabelt, der gestattet, die nötigen Überführungen zu bewerkstelligen (Fig. 2).

Man kennt – zum Teil schon seit Jahrzehnten – verschiedene Mittel, um die Vielfachschaltungen mehr oder weniger wirksam zu gestalten. Die gebräuchlichsten Schaltungen sind aus Figur 3 ersichtlich. Es werden Wähler mit Nullstellung und mit 10 Ausgängen je Stufe vorausgesetzt.

parallèle au moyen de câbles-rubans. Le multiple d'un étage se compose ainsi de *groupes partiels dits sous-multiples* comprenant une ou plusieurs baies. Les sous-multiples sont câblés sur un distributeur intermédiaire, qui permet de faire les renvois nécessaires (fig. 2).

On connaît – certains depuis des décennies – différents moyens de disposer les multiplexages de manière plus ou moins efficace. La figure 3 montre les mon-

Fig. 2.
Vielfachfeld einer GW-Stufe
Multiple d'un étage GW



Schaltung A stellt eine Geradeaus-Staffelung dar. Auf sechs Splits prüfen je 40 1. Gruppenwähler (1. GW). Als Regel gilt dabei, so viele Splits vorzusehen, dass ungefähr zweimal mehr Kontakte zur Verfügung stehen als Ausgänge untergebracht werden müssen. Die 27 Ausgänge sind derart auf die 60 Kontakte des Feldes verteilt, dass sich mit zunehmendem Schaltschritt zuerst Einzel-, dann Zweier-, hierauf Dreier- und zuletzt gemeinsame Ausgänge folgen. Diese Staffelung erhöht den Nutzeffekt der Ausgänge auf den hinteren Kontakten, indessen ist nicht zu verkennen, dass dabei der Besetztzeinfluss auf den jeweils benachbarten Split recht gross ist und ein Andrang in einem Split sich schlecht über das Feld verteilt.

Schaltung B sucht diesem Mangel teilweise zu begegnen, indem die 2er und 3er-Ausgänge auf andere Splits übergreifen, also einen besseren Verkehrsausgleich schaffen. Der Wirkungsgrad des Feldes kann damit etwas gehoben werden. Versetzt man die im gleichen Grade gestaffelten Ausgänge im Bogen der Wähler von Split zu Split, oder auch schon von Bucht zu Bucht um je einen oder mehrere Kontakte, so spricht man von einem Verschränken des Kontaktfeldes (*Schaltung B₁*). Auf die Leistung des Bündels hat dies keinen Einfluss, dagegen wird die Belastung der Ausgänge und damit auch die Abnutzung der nachfolgenden Wähler etwas ausgeglichen.

Schaltung C ist eine gleichmässige Mischschaltung. Man verzichtet im Prinzip auf ein Staffeln des Feldes und wendet dafür den Übergriff konsequent an. Zweier-Ausgänge sind so geschaltet, dass jeder Split mit jedem andern mindestens einmal verbunden ist; dies bewirkt, dass bei einer Verkehrsspitze in einem Split jedem andern ungefähr die gleiche Zahl Leitungen entzogen wird. Statt Zweier- können in einem

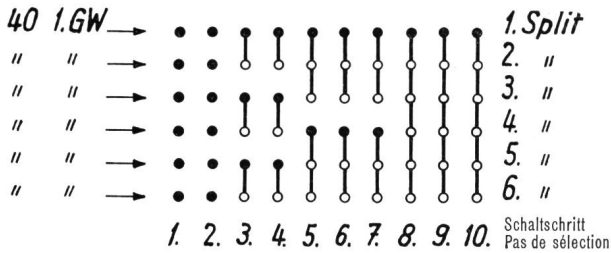
tages les plus fréquents. On a admis qu'on disposait de sélecteurs à position zéro et 10 sorties par étage.

Le *schéma A* représente une gradation régulière. A chacun des six sous-multiples sont attribués 40 1^{ers} sélecteurs de groupe (1^{ers} GW). La règle est de prévoir un nombre de sous-multiples tel qu'on dispose d'environ deux fois plus de contacts qu'il y a de sorties. Les 27 sorties sont réparties entre les 60 contacts du banc de manière telle qu'en avançant, le balai rencontre d'abord des sorties simples, puis des sorties doubles, triples et enfin des sorties communes. Cette répartition augmente l'effet utile des sorties connectées aux derniers contacts; il faut cependant reconnaître que l'influence sur l'occupation du sous-multiple voisin est grande et qu'un afflux dans l'un des sous-multiples se répartit mal sur le banc.

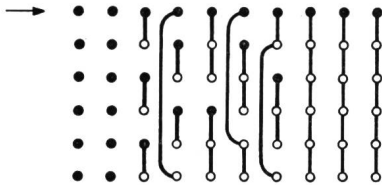
On a cherché à parer à cet inconvénient en adoptant le *schéma B*, dans lequel les sorties doubles ou triples empiètent sur d'autres sous-multiples, ce qui assure une meilleure répartition du trafic. Le rendement du banc de contacts en est quelque peu augmenté. Si l'on décale d'un ou plusieurs contacts, de sous-multiple en sous-multiple ou même de baie en baie, les sorties réparties régulièrement dans l'arc des sélecteurs, on obtient ce qu'on appelle la répartition avec glissement (*schéma B₁*). Elle n'a aucune influence sur le rendement du faisceau; en revanche l'utilisation des sorties et l'usure des sélecteurs qui suivent sont mieux équilibrées.

Le *schéma C* montre une gradation homogène. On renonce en principe à l'échelonnement et on recourt systématiquement à l'imbricage. Les sorties doubles sont connectées de manière que chaque sous-multiple soit relié au moins une fois avec chacun des autres;

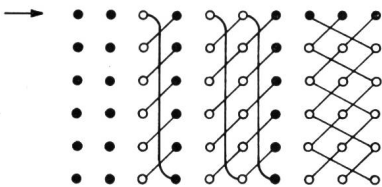
A. Geradeaus-Staffelung – Gradation régulière échelonnée
27 Ausgänge – Sorties



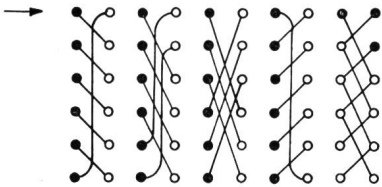
B. Staffelung mit Übergriff – Gradation avec combinaisons cycliques
27 Ausgänge – Sorties



B₁. Staffelung mit Übergriff und Verschränkung
Gradation avec combinaisons cycliques et glissement
27 Ausgänge – Sorties



C. Gleichmässige Mischung – Gradation homogene
27 Ausgänge – Sorties



C₁. Gleichmässige Mischung gegeniung verschränkt (Prinzip)
Gradation homogene avec glissement inversé (principe)

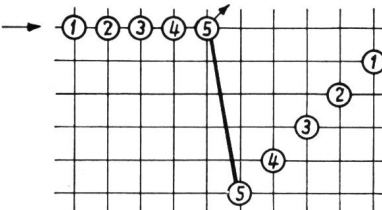


Fig. 3. Vielfachschaltungen – Multiplages

grossen Kontaktfeld u. U. auch Dreier- und Vierer-Ausgänge verwendet werden; letztere haben den Vorteil, dass sie bei einem späteren Ausbau leicht in zwei Zweier-Ausgänge unterteilt werden können. Einzelausgänge, deren Leistung beim Absinken des Verkehrs in einem Split stark abnimmt und gemeinsame Ausgänge, die das Feld schlecht ausnützen und die einen hohen Besetztzeinfluss aufweisen, sind hier vermieden. Die Verschränkung erfolgt mit Vorteil gegen-

de cette manière, en cas de pointe de trafic dans un sous-multiple, un nombre à peu près égal de circuits sont utilisés dans chaque autre sous-multiple. Au lieu de sorties doubles, on peut aussi, dans un grand banc de contacts prévoir suivant le cas des sorties triples ou quadruples; ces dernières présentent l'avantage qu'en cas d'extension il est facile de les diviser en sorties doubles. Les sorties uniques, dont le rendement diminue fortement en cas de baisse du trafic dans un sous-multiple, et les sorties communes, qui utilisent mal le banc de contacts et augmentent l'influence doivent être évitées. Le glissement sera de préférence inversé (schémas C₁), autrement dit la sortie 1 connectée au 1^{er} contact du 1^{er} sous-multiple sera câblée avec la sortie 10 du 2^e sous-multiple, etc. La gradation homogène présente les avantages suivants:

- a) utilisation bien équilibrée des sorties;
- b) bon fonctionnement en cas de charge asymétrique des sous-multiples;
- c) bonnes valeurs de l'isolement, valeurs faibles et régulières de la diaphonie dans les voies de trafic;
- d) elle se prête au montage de sélecteurs sans position zéro;
- e) câblage simple et grande facilité d'extension;
- f) bon rendement.

La gradation homogène a été appliquée pour la première fois en 1945 lors des essais exécutés par la Bell Telephone Mfg Co. à Anvers au moyen de la machine Rotary pour trafic artificiel². Elle a depuis lors été employée avec succès dans de nombreux centraux du système Bell/Standard. Ajoutons qu'il est avantageux pour toutes les installations de faire exécuter les multiplages par le fournisseur, de manière que la même méthode appropriée au système soit appliquée partout.

Rendement des faisceaux à accessibilité imparfaite

La manière de calculer les faisceaux à accessibilité imparfaite est incertaine et contestée. Les formules et courbes de pertes employées jusqu'ici pour les faisceaux à 10 à accessibilité imparfaite diffèrent fortement les unes des autres et le genre de multiplage auquel elles se rapportent n'est pas toujours connu.

Pour avoir une idée des conditions réelles, on a, pendant deux ans, exécuté de nombreux essais dans les centraux de Baden, Brugg, Lucerne et St-Gall. L'installation d'essai pour multiplages de la direction des téléphones de St-Gall a rendu à cette occasion d'excellents services. Elle permet d'alimenter un multiplage de disposition quelconque par un trafic téléphonique normal, de déterminer le nombre des appels et le volume du trafic et de compter les pertes. Les essais ont porté sur des faisceaux à 10 avec 20, 30, 40, 60 et 80 sorties, ainsi que sur la répartition du trafic et les pertes dans de nombreux multiplages.

² J. Kruithof. Rotary Traffic Machine. Electrical Communication 23 (1946), 192...211.

läufig (Schaltung C_1) – das heisst, Ausgang 1 auf dem 1. Kontakt des 1. Splits wird mit dem 10. Ausgang des 2. Splits verschränkt usw. Für die gleichmässige Mischschaltung sprechen folgende Gründe:

- a) Gut ausgeglichene Belastung der Ausgänge,
- b) günstiges Verhalten bei unsymmetrischer Belastung der Splits,
- c) hohe Isolationswerte, niedrige und gleichmässige Übersprechwerte der Verbindungswege,
- d) Eignung für Wähler ohne Ruhestellung,
- e) Einfache Rangierung und leichte Ausbaumöglichkeit,
- f) guter Wirkungsgrad.

Die gleichmässige Mischschaltung wurde erstmals 1945 anlässlich von Versuchen mit der Rotary-Verkehrsmaschine der Bell Telephone Mfg Co. in Antwerpen entworfen². Sie wurde seither in zahlreichen Bell/Standard-Ämtern mit Erfolg eingeführt. Im übrigen sei beigefügt, dass es von Vorteil ist, die Vielfachschaltungen in allen Anlagen durch die Lieferfirma erstellen zu lassen, damit eine einheitliche, dem System gemässe Methode angewendet wird.

Leistung der unvollkommenen Bündel

Die Berechnung unvollkommener Bündel ist umständlich und umstritten. Die bisher verwendeten empirischen Formeln oder Verlustkurven für unvollkommene 10er Bündel weichen stark voneinander ab und die Art der Vielfachschaltung, auf die sie sich beziehen, ist nicht immer bekannt.

Zur Abklärung der Verhältnisse wurden während einer zweijährigen Versuchsperiode in den Zentralen Baden, Brugg, Luzern und St. Gallen zahlreiche Untersuchungen angestellt. Dabei leistete besonders die Prüfeinrichtung für Staffelschaltungen der Telephondirektion St. Gallen gute Dienste. Diese Einrichtung erlaubt, eine Vielfachschaltung beliebiger Anordnung mit natürlichem Telephonverkehr zu speisen, die Zahl der Anrufe sowie das Verkehrsvolumen zu messen und die auftretenden Verluste zu zählen. Es wurden unvollkommene 10er Bündel von 20, 30, 40, 60 und 80 Ausgängen untersucht und die Verkehrsverteilung sowie die Verluste in zahlreichen vorhandenen Vielfachschaltungen überprüft.

Als erstes Ergebnis zeigte sich, dass Unsymmetrien der Belastung innerhalb einer Vielfachschaltung von erheblichem Einfluss sind. Unterschiede von 1:2 bis 1:2,5 zwischen dem am schwächsten und dem am stärksten belasteten Split – bezogen auf den mittleren Stundenverkehr – kommen noch recht häufig vor; sie sind auf folgende Ursachen zurückzuführen:

1. Einer der Splits – gewöhnlich der letzte – enthält eine Bucht (Korb) zu viel oder zu wenig.
2. Die letzte Bucht ist nicht voll ausgerüstet.
3. Die Wertigkeit der Aus- bzw. Eingänge ist ungenügend berücksichtigt worden.

² J. Kruithof. Rotary Traffic Machine. Electrical Communication **23** (1946), 192...211.

Comme premier résultat, on constata que des dyssymétries de la charge d'un multiplage peuvent avoir une influence considérable. Des différences de 1:2 jusqu'à 1:2,5 entre le sous-multiple le moins chargé et celui qui est le plus chargé – rapportées à la valeur moyenne du trafic par heure – sont fréquentes; elles sont dues aux causes suivantes:

1. L'un des sous-multiples, généralement le dernier, a une baie de plus ou de moins.
2. La dernière baie n'est pas entièrement équipée.
3. Il n'a pas été suffisamment tenu compte de la charge des sorties, respectivement des entrées.
4. Lors de l'extension de centraux, le nouveau câblage n'a pas été exactement adapté.
5. Le trafic s'est déplacé au cours des ans.
6. Pour des motifs spéciaux, le trafic local, rural et interurbain n'a pu être suffisamment brassé.
7. Les sélecteurs de groupe d'entrée pour le trafic local, rural et interurbain reçoivent plus de trafic que les sélecteurs de groupe locaux et sont souvent surchargés en raison du manque de conducteurs de câble.

On voit que les motifs les plus importants découlent du trafic, ce qui complique la solution du problème.

Pour tenir compte de ces conditions et inclure un certain facteur de sécurité, on exécuta les mesures définitives avec une dyssymétrie de 1:2,5 de l'arrivée du trafic. On constata que les schémas A et B, qui, en cas de charge symétrique, sont presque aussi favorables que le schéma C, accusent une perte notable en cas de dyssymétrie du trafic; de son côté, le schéma C est peu sensible aux variations du trafic.

Les résultats d'une mesure exécutée avec le schéma C et 80 sorties sont reportés sur la figure 4. Les pertes sont indiquées en pour-cent, en fonction de la charge de chaque circuit.

La figure 5 montre une comparaison entre les schémas A, B et C avec 40 sorties. Dans certains cas, on a amené aux multiplages A et C exactement le même trafic, avec les mêmes pointes – et non seulement la même moyenne horaire. Les valeurs obtenues de cette manière sont reliées entre elles par une ligne de traits. Il fallait faire ressortir dans quelle mesure le schéma C a mieux liquidé les charges que le schéma A. Les résultats obtenus avec le schéma B se trouvent entre ceux des schémas A et C, comme on pouvait du reste s'y attendre.

Les temps utiles, avec des pertes de 1⁰/₀₀ et 1⁰/₀, ont été reportés sur la figure 6, d'après une série d'enregistrements. Ces courbes de rendement spécifiques montrent clairement le rapport existant entre les montages selon les trois schémas A, B et C pour la dyssymétrie de charge admise.

La rapide montée des courbes pour 11...20 sorties est due au fait que, pour ces petits faisceaux, on peut former des multiplages plus ou moins idéaux. Pour les faisceaux comptant 50...60 sorties, il ne faut

4. Bei späteren Ausbauten der Ämter wurde die Neurangierung nicht richtig angepasst.
5. Der Verkehr hat sich mit den Jahren verlagert.
6. Orts-, Land- und Fernverkehr konnten aus besonderen Gründen nicht genügend gemischt werden.
7. Die ankommenden Orts-, Land- und Fern-Gruppenwähler tragen mehr Verkehr als die lokalen Gruppenwähler und sind mangels Kabeladern oft stark überlastet.

Man erkennt, dass die triftigsten Gründe verkehrsbedingt sind und dass die Abhilfe in solchen Fällen erschwert ist.

Um diesen Verhältnissen Rücksicht zu tragen und einen gewissen Sicherheitsfaktor miteinzuschließen, wurden die endgültigen Messungen mit einer Unsymmetrie des Verkehrsanfalles von 1:2,5 durchgeführt. Dabei ergab sich, dass die Schaltungen A und B, die bei symmetrischer Belastung der Schaltung C verhältnismässig nur wenig unterlegen sind, bei unsymmetrischem Verkehrsanfall einen beträchtlichen Abfall aufweisen, während andererseits die Schaltung C weitgehend unempfindlich ist.

Die Resultate einer Messung bei 80 Ausgängen und Schaltung C sind aus Figur 4 ersichtlich. Die ermittelten prozentualen Verluste sind dort in Abhängigkeit von der Belastung je Leitung eingetragen.

en revanche pas escompter d'autre amélioration du rendement. Cela permet de répartir les grands bancs multiples en sous-groupes appropriés, ce qui simplifie les connexions. En outre, les différences observées dans les temps utiles justifient l'emploi de courbes de pertes particulières pour les faisceaux à accessibilité imparfaite selon les schémas A, B et C.

La conversion des temps utiles spécifiques en rendement des faisceaux montre que les points sont situés assez exactement sur une même ligne droite. La figure 7 montre ces valeurs avec les courbes de pertes pour des faisceaux à accessibilité parfaite, pour $p = 1\%$ et 1% .

Là où, par exception, la dyssymétrie dans l'arrivée du trafic sera probablement supérieure à 1:2,5, ou encore où la gradation ne peut se faire de manière satisfaisante parce que les sous-multiples ne sont pas en nombre suffisant, il est indiqué d'ajouter un certain supplément aux valeurs trouvées.

Les résultats de toutes les mesures peuvent être récapitulés comme suit: les formules approximatives et courbes de pertes utilisées jusqu'ici pour les faisceaux à accessibilité imparfaite ne sont pas applicables dans tous les cas. Les trois principaux genres de multiplage ont un rendement sensiblement diffé-

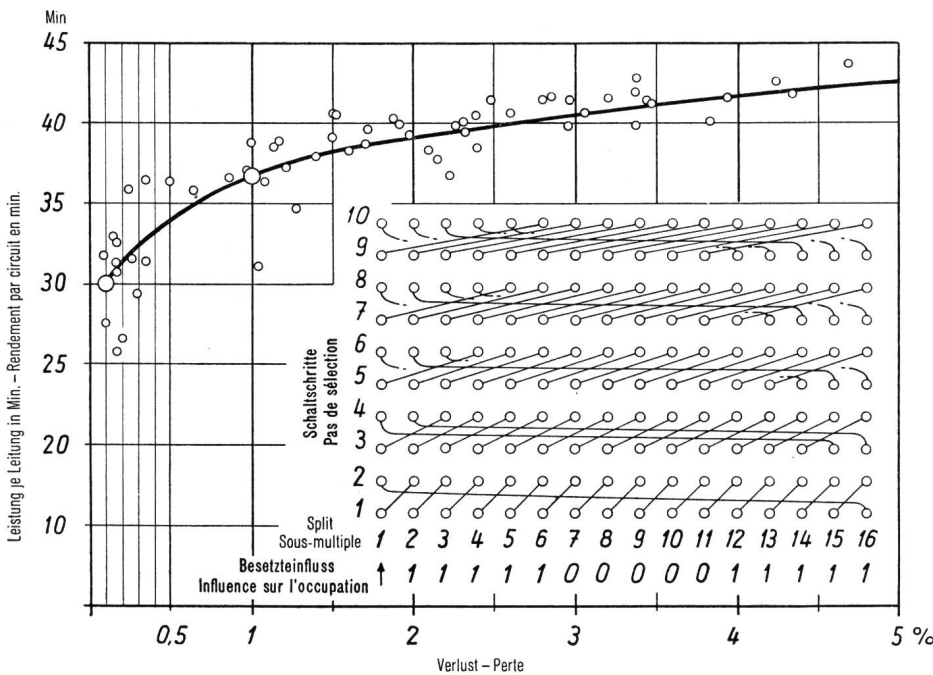


Fig. 4.
Messungen bei 80 Ausgängen,
Schaltung C
Mesures avec 80 sorties, schéma C

Figur 5 zeigt einen Vergleich der Schaltungen A, B und C bei 40 Ausgängen. In einigen Fällen ist den Schaltungen A und C genau der gleiche Verkehr, mit den gleichen Spitzen – also nicht nur mit gleichem Stundenmittel – zugeführt worden. Diese Werte sind durch eine strichpunktierte Linie miteinander verbunden. Es muss auffallen, um wieviel besser die Schaltung C diese Belastungen verarbeitet hat als die Schaltung A. Die Resultate der Schaltung B liegen – wie zu erwarten war – zwischen A und C.

rent. Par contre, pour un même genre d'interconnexion, les diverses variantes n'ont pas une influence très marquée lorsque le nombre de sorties demeure le même. En pratique, la gradation homogène représente un progrès par rapport aux gradations utilisées jusqu'à présent.

Répartition du trafic dans les différents étages

En fait, la valeur du trafic n'est pas la même dans chaque étage de sélection. Les appels incomplets et

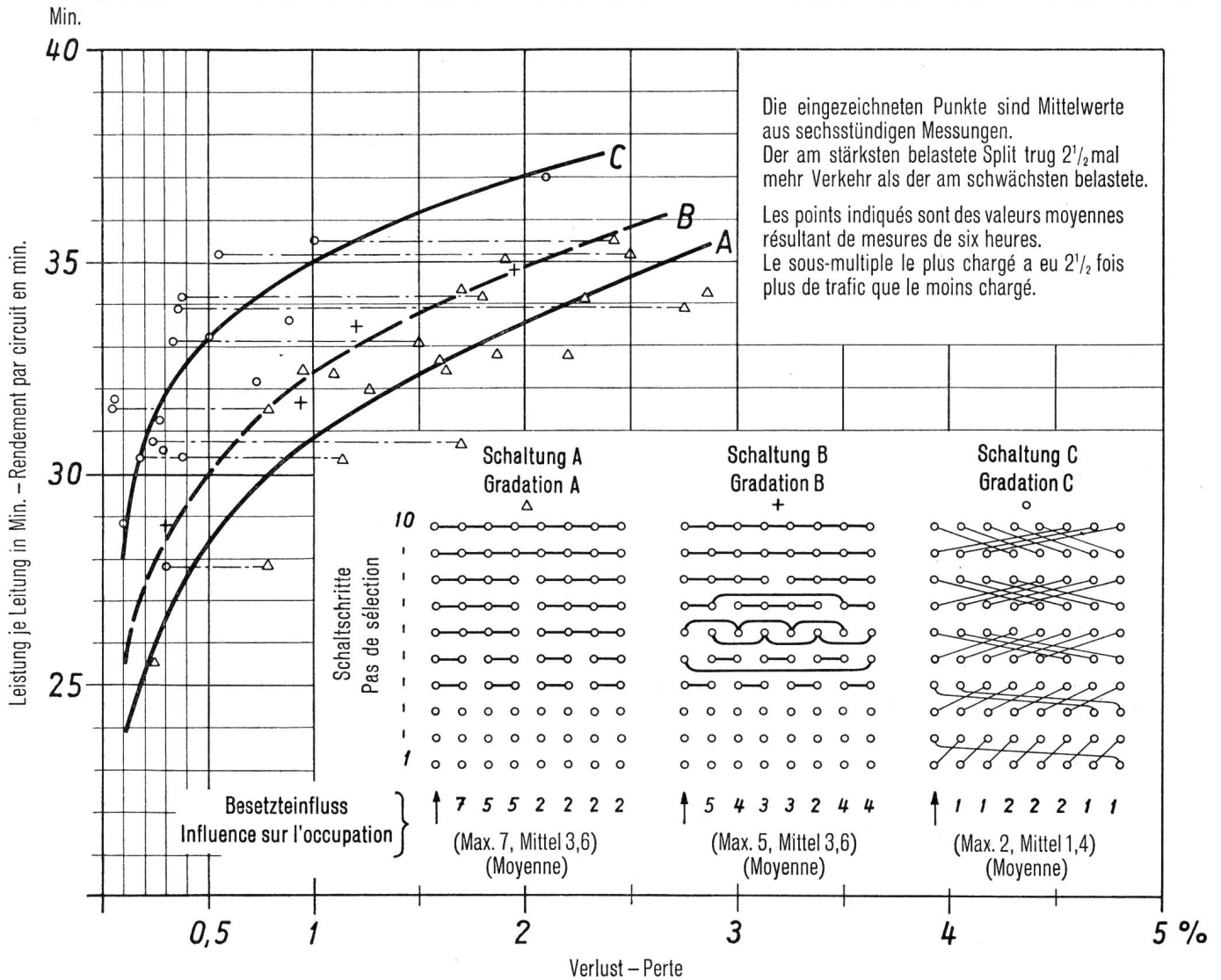


Fig. 5. Messungen bei 40 Ausgängen, Schaltungen A, B und C - Mesures avec 40 sorties, schémas A, B et C

Aus einer Reihe derartiger Aufnahmen wurden die Nutzzeiten bei Verlusten von 10‰ und 1‰ in die Figur 6 übertragen. Diese spezifischen Leistungskurven zeigen das Verhalten der drei Schaltungen A, B und C bei der angenommenen Belastungssymmetrie deutlich.

Der rasche Anstieg der Kurven bei 11...20 Ausgängen ist darin begründet, dass sich für diese kleinen Bündel mehr oder weniger ideale Vielfachschaltungen entwerfen lassen. Bei Bündeln von über 50...60 Ausgängen hingegen ist eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades nicht mehr zu erwarten. Das gestattet, die grossen Vielfachfelder in entsprechende Untergruppen zu unterteilen, was die Schaltungen vereinfacht. Im übrigen rechtfertigen es die Unterschiede in den Nutzzeiten, für unvollkommene Bündel nach Schaltung A, B und C besondere Verlustkurven zu verwenden.

Die Umrechnung der spezifischen Nutzzeiten in die Leistungen der entsprechenden Bündel zeigt, dass die Punkte ziemlich genau auf einer Geraden liegen. Aus Figur 7 sind diese Werte mit den Verlustkurven für vollkommene Bündel für $p = 1\text{‰}$ und 1‰ ersichtlich.

les fautes de manipulation des abonnés, par exemple, n'occupent en général les organes que jusqu'au 1^{er} sélecteur de groupe. En outre, les organes qui suivent le 1^{er} sélecteur de groupe ne sont occupés que plus tard. Pour les conditions rencontrées en Suisse, ces faits permettent de compter avec une diminution de trafic de 10‰ à partir du 1^{er} sélecteur de groupe.

Au lieu de cette diminution, on comptait souvent jusqu'ici, pour les 2^e, 3^e et 4^e sélecteurs de groupe, avec une perte de 1‰ . Ce calcul est très peu exact et peut donner l'impression qu'on admet pour ces étages de sélection des pertes plus grandes, ce qui, compte tenu du trafic interurbain entrant, serait une erreur.

Règle générale, c'est au 1^{er} sélecteur de groupe que se divisent le trafic de service, le trafic avec les autres centraux du réseau urbain, le trafic rural et interurbain. Ces valeurs de trafic doivent être déterminées spécialement par des relevés statistiques et des calculs.

Dort, wo ausnahmsweise die Unsymmetrie im Zufluss voraussichtlich grösser sein wird als 1:2,5, oder wo mangels einer genügenden Zahl von Splits eine befriedigende Staffelschaltung nicht entworfen werden kann, empfiehlt es sich, zu den gefundenen Werten einen angemessenen Zuschlag zu machen.

Die Resultate aller Messungen lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen: Die bisher verwendeten Näherungsformeln und Verlustkurven für unvollkommene Bündel besitzen keine allgemeine Gültigkeit. Die drei prinzipiellen Arten der Vielfachschaltung sind in ihrer Leistungsfähigkeit deutlich voneinander verschieden. Innerhalb der gleichen Schaltungsart haben dagegen verschiedene Varianten – bei gleicher Zahl der Ausgänge – keinen allzugrossen Einfluss. Die gleichmässige Mischschaltung stellt im praktischen Betrieb gegenüber den hergebrachten Staffelschaltungen einen Fortschritt dar.

Verkehrsabstufungen

Der Verkehrswert ist, genau genommen, nicht in jeder Wahlstufe der gleiche. So belegen zum Beispiel die blinden Anrufe und die Manipulationsfehler der Teilnehmer in der Regel nur die Organe bis zum 1. GW. Ferner werden die dem 1. GW nachfolgenden Organe später belegt. Diese Umstände erlauben bei schweizerischen Verhältnissen, vom 1. GW ab einen Verkehrsabzug von 10⁰/₁₀₀ einzuführen.

An Stelle dieses Abzuges wurden bisher die 2., 3. und 4. GW und die Leitungswähler oft mit einem Verlust von 1⁰/₁₀₀ berechnet. Dies ist aber sehr ungenau und erweckt den Anschein, als ob für diese Wahlstufen grössere Verluste in Kauf genommen werden könnten, was aber mit Rücksicht auf den ankommenden Fernverkehr verfehlt wäre.

Am 1. GW zweigen in der Regel der Dienstverkehr, der Verkehr nach andern Ortsämtern des Stadtnetzes und der Land- und Fernverkehr ab. Diese Verkehrswerte sind durch statistische Erhebungen und Berechnungen besonders zu bestimmen und der Zu- und Abfluss ist entsprechend zu berücksichtigen.

Gruppenzuschläge und Gruppenabschläge

Zieht man den Verkehr mehrerer kleiner Gruppen in einer grossen Gruppe zusammen, so zeigt sich, dass die Verkehrsspitzen weniger ausgeprägt sind. Soweit der Hauptverkehr der einzelnen Gruppen in die gleiche Stunde fällt, kommt dies bereits in den Verlustkurven richtig zum Ausdruck. Sollten indessen die Hauptverkehrsstunden gegeneinander verschoben sein, so wäre eine einfache Addition der Verkehrswerte bei der Zusammenfassung und eine Division bei der Aufteilung in Untergruppen *nicht* zulässig. Vielmehr müsste bei einem Verkehrszusammenfluss ein sogenannter Gruppenabschlag, bei einer Verkehrstrennung dagegen ein Gruppenzuschlag gemacht werden. Wo sollen diese Zu- und Abschläge in der Praxis berücksichtigt werden?

Wohl in allen Fällen sind die Unterlagen für die Berechnung eines Amtes, also der Hauptstunden-

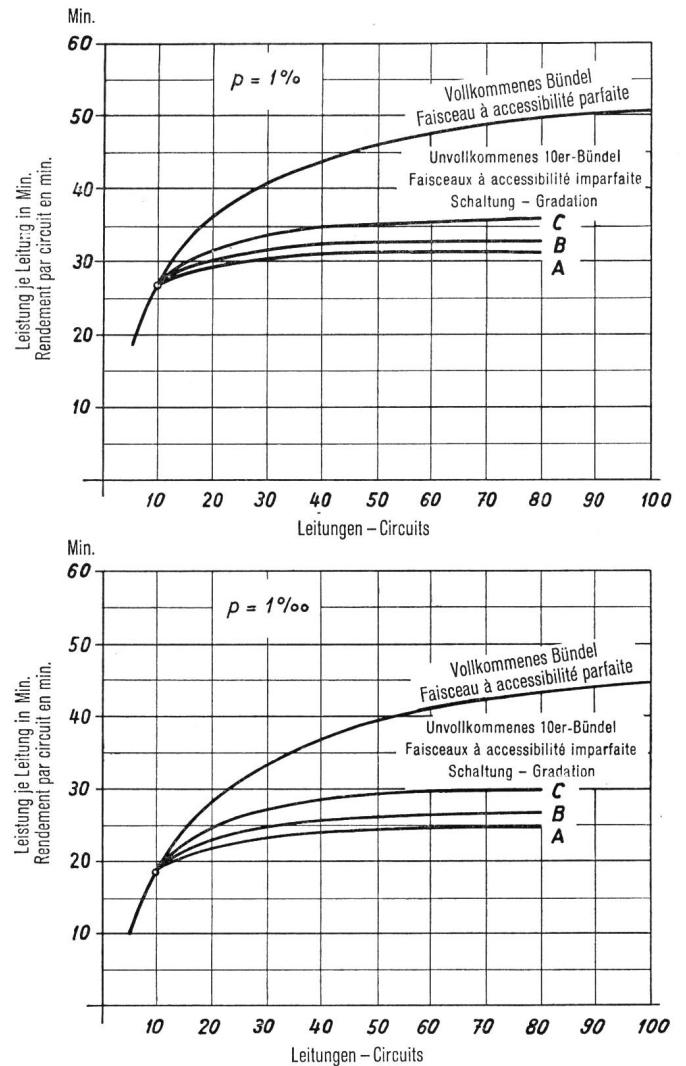


Fig. 6. Spezifische Nutzzeiten bei 1% und 1‰ Verlust, für vollkommene Bündel und unvollkommene 10er-Bündel
Temps utiles spécifiques avec 1⁰/₁₀₀ et 1⁰/₁₀₀₀ de pertes, pour faisceaux à accessibilité parfaite et faisceaux à 10 à accessibilité imparfaite

Majoration et diminution pour division et concentration du trafic

Si l'on concentre en un seul grand groupe le trafic de plusieurs petits groupes, on constate que les pointes de trafic sont moins marquées. Si tous les groupes accusent leur plus fort trafic à la même heure, les heures de pertes le montrent distinctement. Si les courbes de plus fort trafic sont décalées les unes par rapport aux autres, il ne serait *pas* admissible, pour la concentration, d'additionner simplement les valeurs de trafic et, pour la répartition en sous-groupes, de les diviser. Il faudrait plutôt, pour la concentration, diminuer le nombre des organes et l'augmenter pour la division du trafic. Comment ces majorations et diminutions doivent-elles être calculées en pratique?

On dispose toujours de données ayant servi au calcul du nombre des organes d'un central; le trafic pendant l'heure la plus chargée ou la densité des occu-

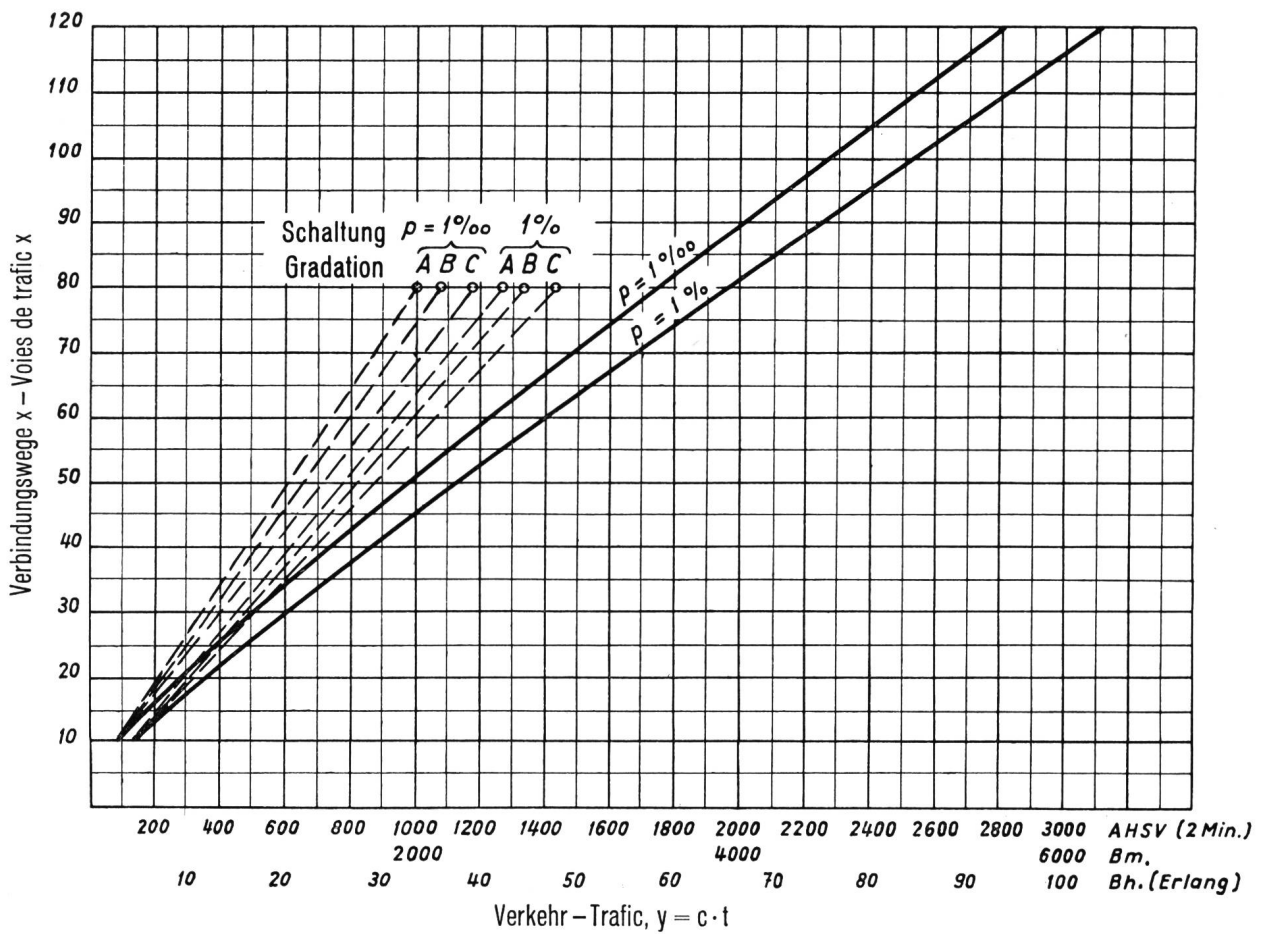
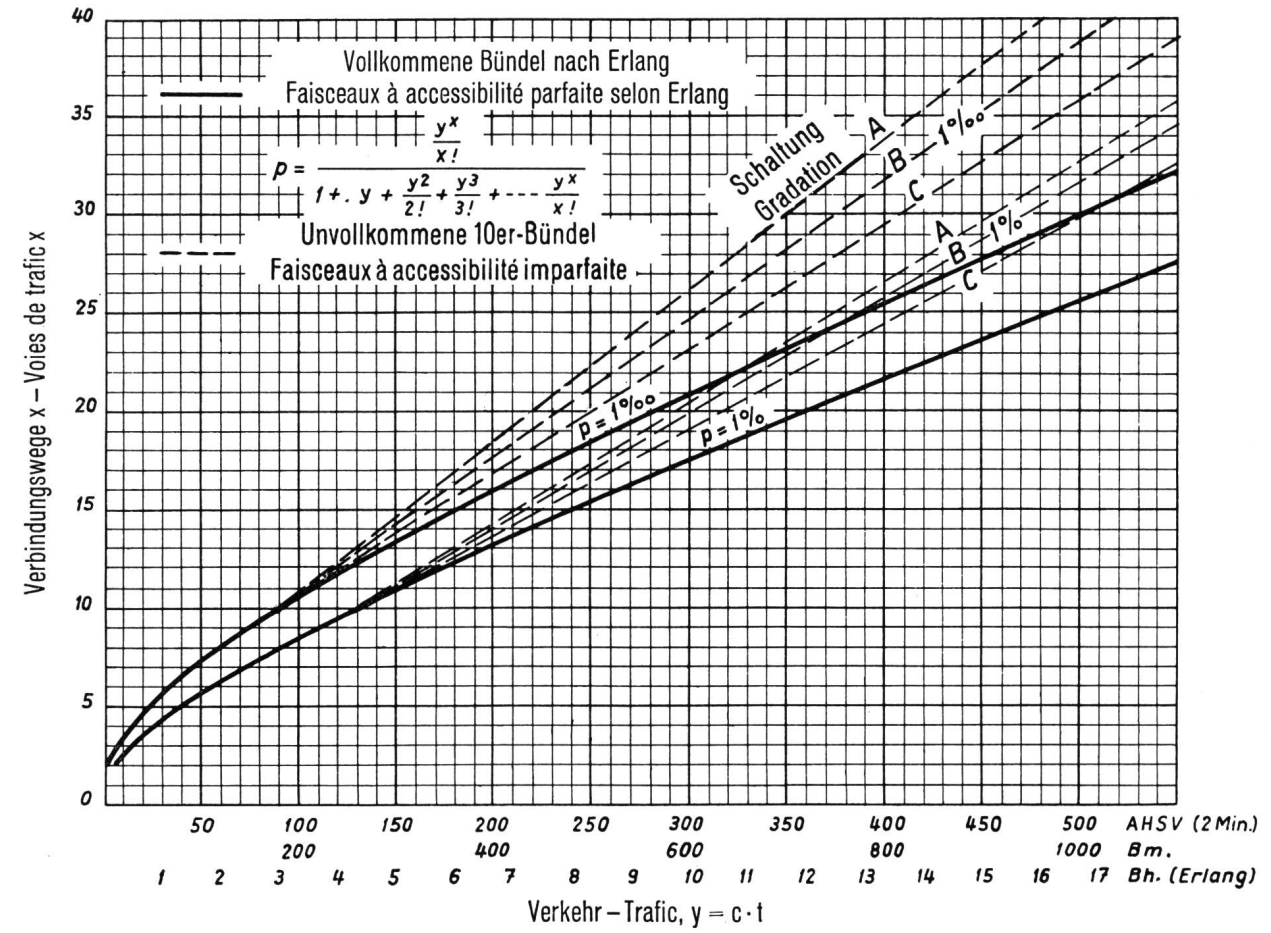


Fig. 7. Verlustkurven für vollkommene Bündel und für unvollkommene 10er-Bündel
Courbes de pertes pour faisceaux à accessibilité parfaite et faisceaux à 10 à accessibilité imparfaite

verkehr oder die Belegungsdichte je Teilnehmer, aus statistischen Erhebungen ermittelt worden, die sich über das ganze Amt und nicht nur über Teilgruppen erstreckten. Da aus wirtschaftlichen Gründen ohnehin ein möglichst guter Verkehrsausgleich angestrebt werden muss, was durch eine zweckmäßige Nummernzuteilung, Mischung der verschiedenen Verkehrsquellen (Geschäfts- und Wohnungsanschlüsse, Sprechstationen usw.) und durch Rangierungen in den Zwischenverteilern erreicht werden kann, zeigt sich gewöhnlich, dass die Hauptverkehrsstunde im Durchschnitt in allen Gruppen auf die gleiche Stunde fällt, selbstredend aber nicht die durch den Zufall verursachten Verkehrsspitzen. Innerhalb des gleichen Amtes darf man deshalb ohne Zu- und Abschläge rechnen. Besondere Verkehrsbeobachtungen in Ämtern und die Erfahrung bestätigen dies.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Berechnung der Verbindungsleitungen und ihrer zugehörigen Amtsausrüstungen in den Netzgruppen. Hier wird in den Knotenämtern oft der Verkehr von Endämtern mit landwirtschaftlichem, industriellem oder saisonmäßigem Charakter miteinander gemischt. Die Hauptverkehrsstunden fallen deshalb gewöhnlich auf verschiedene Zeiten und die Unterlagen beziehen sich nicht auf die gleiche Stunde. Das Rechnen mit Zu- und Abschlägen hat hier seine Berechtigung und die Gruppenzuschlags- und Gruppenabschlagskurven (z. B. diejenigen von *Lubberger*) können gute Dienste leisten. Dabei soll immerhin das Ausmass der Phasenverschiebung des Verkehrs in die Überlegungen einbezogen werden.

Überprüfung der Verluste

Die zahlreichen Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich empfiehlt, die Verluste in den Vielfachschaltungen aller Ämter periodisch zu überprüfen, da sie oft weit höher sind, als die durch Störungen verursachten Fehlverbindungen. In manchen Neuanlagen sind hierzu die nötigen Messeinrichtungen bereits eingebaut; in älteren Anlagen und Landzentralen dagegen genügen Sichtbeobachtungen des Verkehrs und eine Zählung der Verluste auf dem 11. bzw. 30. Kontakt (Durchdreher). Dividiert man den Mittelwert der belegten Schaltorgane einer Gruppe bzw. Vielfachschaltung (y) durch die statistisch ermittelte mittlere Belegungszeit, so erhält man die Zahl der Belegungen mit genügender Genauigkeit, und der entsprechend berechnete prozentuale Verlust gibt ein zuverlässiges Bild über die Güte der Verkehrsabwicklung dieser Vielfachschaltung.

Literatur

- G. S. Berkeley*. Traffic and Trunking Principles in Automatic Telephony. London 1949.
E. Hettwig. Fernsprechwähleranlagen. München 1952.

pations par abonné ont été déterminés d'après des statistiques; ils se rapportent cependant à tout le central et non aux groupes d'abonnés. Etant donné que, pour des motifs d'économie, il faut chercher à répartir le trafic aussi bien que possible, en attribuant rationnellement les numéros, en mélangeant les différentes sources de trafic (raccordements de commerce et d'appartement, postes à prépaiement, etc.) et en faisant des câblages appropriés dans les distributeurs intermédiaires, on constate en général que le trafic le plus fort apparaît en moyenne à la même heure dans tous les groupes. Il n'est pas tenu compte ici des pointes de trafic dues au hasard. Pour un central donné, on peut donc renoncer à des majorations ou diminutions du nombre d'organes des groupes. Les observations du trafic faites dans les centraux et l'expérience confirment ce que nous venons de dire.

Les conditions sont autres lorsqu'il s'agit de calculer les lignes de jonction et leurs équipements de centraux à l'intérieur des groupes de réseaux. Dans les centraux nodaux, le trafic provenant des centraux terminus à caractère agricole, industriel ou saisonnier est très souvent brassé. Le plus fort trafic apparaît donc en général à des heures différentes et les données ne se rapportent pas à la même heure. Le calcul des majorations et diminutions est justifié dans ce cas et les courbes s'y rapportant (par exemple celles de *Lubberger*) rendent ici de bons services. Il faut cependant tenir compte de l'ampleur du déphasage du trafic.

Contrôle des pertes

Les nombreux essais effectués ont montré qu'il est utile de contrôler périodiquement les pertes dans les multiplages de tous les centraux. Elles sont souvent beaucoup plus nombreuses que les fausses communications dues à des dérangements. Dans certaines nouvelles installations, les équipements nécessaires existent déjà; dans les installations plus anciennes et les centraux ruraux, il suffit en revanche d'observer à la vue le volume du trafic et de compter les pertes sur le 11^e, respectivement le 30^e contact. Si l'on divise la valeur moyenne des organes occupés d'un groupe ou d'un multiplage (y) par la durée d'occupation moyenne déterminée par des statistiques, on obtient le nombre des occupations avec l'exactitude voulue, et le pourcentage calculé des pertes donne une image suffisamment fidèle de l'écoulement du trafic dans ce multiplage.