

Betrachtungen über die Bestimmung der Wähler- und Leitungszahlen = Considérations sur la détermination du nombre d'organes de commutation et de circuits de ligne

Autor(en): **Naef, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **38 (1960)**

Heft 9

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874623>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

A. NAEF, Bern

Betrachtungen über die Bestimmung der Wähler- und Leitungszahlen

Considérations sur la détermination du nombre d'organes de commutation et de circuits de ligne

DK: 621.395.34

Zusammenfassung. *Über die einstufigen und zweistufigen Mischschaltungen werden verschiedene Fragen – wie sie öfters an den mit dem Betrieb von Telephonzentralen betrauten Techniker herantreten – anhand praktischer Beispiele erörtert. Ferner werden Betrachtungen darüber angestellt, in welchem Masse Wählergruppen und Leitungsbündel gegen eine Überlastung empfindlich sind.*

Résumé. *Différentes questions relatives au brassage du trafic sur un ou deux étages sont discutées ici d'après des exemples pratiques semblables à ceux que rencontre le technicien responsable de l'exploitation des centraux téléphoniques. Quelques considérations sont ensuite exposées pour montrer dans quel ordre de grandeur les groupes de sélecteurs et les faisceaux de lignes sont sensibles à une surcharge.*

Allgemeines

Beim Betrieb von Telephonzentralen und Verbindungsleitungen stellen sich vor allem zwei Forderungen: wirtschaftlicher Einsatz für die Verwaltung und gute Qualität für den Kunden. Für den Betriebsfachmann liegt eine besonders dankbare Aufgabe darin, die ihm anvertrauten kostspieligen Anlagen immer wieder kritisch nach diesen Gesichtspunkten hin zu prüfen und sich mit Fragen, wie sie hier behandelt werden, auseinanderzusetzen.

Für die gute Ausnützung von Wählern und Leitungen steht zunächst die Frage im Vordergrund: *vollkommene oder unvollkommene Bündelung?*

Im folgenden wird die betrachtete Wählergruppe als (Verkehrs-) Zubringergruppe, und die an ihren Ausgängen angeschlossenen Stromkreise werden als (Verkehrs-) Abnehmerleitungen bezeichnet.

Vollkommen ist eine Bündelung nur dann, wenn von jedem Zubringerwähler jede Abnehmerleitung erreicht werden kann. Ist dies nicht der Fall, so sind die Leitungen an den Wählerausgängen unvollkom-

Généralités

Deux exigences doivent avant tout être respectées lors de l'exploitation des centraux téléphoniques et des lignes de jonction.

Ce sont :

bonne rentabilité des investissements pour l'administration et

bonne qualité de service pour la clientèle.

Une tâche particulièrement intéressante est confiée à l'exploitant; il s'agit, selon ce point de vue, d'assurer d'une part l'entretien préventif et correctif des installations coûteuses qui lui ont été confiées et, d'autre part, de s'inspirer des questions traitées ici.

Pour une bonne utilisation des organes de commutation et des lignes, une question se pose en premier lieu :

accessibilité parfaite ou imparfaite?

Les groupes de sélecteurs considérés dans cette étude seront désignés par l'expression «groupes d'apport» (de trafic) tandis que les circuits raccordés à

men gebündelt. Die Zahl der von einem Wähler aus erreichbaren Leitungen, das heisst die Erreichbarkeit k , ist dann kleiner als die Zahl der Abnehmerleitungen und spielt bei der Bestimmung der erforderlichen Zahl von Stromkreisen eine entscheidende Rolle. Beim unvollkommenen Bündel sind die Leitungen weniger gut ausgenutzt als beim vollkommenen; demzufolge müssen mehr Leitungen vorhanden sein. Handelt es sich um einfache, verhältnismässig billige Stromkreise, so tritt die Bedeutung dieses Mehrbedarfes hinter andere Gesichtspunkte zurück; bei teuren Abnehmerstromkreisen wird jedoch immer eine vollkommene Bündelung angestrebt. Mit der Aufgabe, die von den vielfachgeschalteten Wählerausgängen aus erreichbaren Stromkreise möglichst gut auszunutzen, befasst sich die

1. Mischungstechnik

Die verschiedenen Auswirkungen des Staffeln und Mischens sind in dieser Zeitschrift* schon früher eingehend behandelt worden. Daran anknüpfend, sei nur kurz an die wichtigsten Bedingungen, die an eine gute Mischung gestellt werden, erinnert:

- a) Herabsetzung des Besetztinflusses zwischen den vielfachgeschalteten Zubringergruppen und
- b) Verkehrsausgleich auf den Abnehmerleitungen bei ungleich belasteten Zubringergruppen.

Das Mischungsverhältnis

Damit bei unvollkommenen Bündeln die Abnehmerleitungen richtig gemischt werden können, muss die Zahl der auf den Zwischenverteiler (= ZV) herausgeführten Zubringerausgänge grösser sein als die Zahl der Abnehmerleitungen. Das Verhältnis dieser Zahlen, – das sogenannte Mischungsverhältnis – soll bei der Erreichbarkeit $k = 10$ mindestens 2:1 betragen (Fig. 1).

Je grösser die Erreichbarkeit bei unvollkommenen Abnehmerbündeln ist, desto besser kann sich der Verkehr aus den Zubringergruppen ausgleichen, und um so kleiner kann die Zahl der Gruppen (Splits) für die Mischung der Abnehmerleitungen gehalten werden. Mit andern Worten: das minimale Mischungsverhältnis wird desto kleiner, je grösser k ist. Es erreicht den Wert 1:1 bei $k = 100$, da bei grossen Bündeln im allgemeinen Abnehmerteilgruppen von höchstens 100 Leitungen gebildet werden und der Wert $k = 100$ dann der vollkommenen Erreichbarkeit einer solchen Teilgruppe entspricht.

Wo ein Verkehrszuwachs zu erwarten ist, wird mit Vorteil nicht das minimale Mischungsverhältnis gewählt, weil sonst eine zu häufige Korrektur vorgenommen werden müsste. Immerhin wird man für den Wert $k = 10$ nicht über das Mischungsverhältnis 4:1 hinausgehen, um den Kabelaufwand für das Herausführen der Zubringerausgänge auf den ZV in tragbaren Grenzen zu halten.

* Vgl. P. Schild, Wählerberechnungen und Vielfachsaltungen. Techn. Mitt. PTT. 1957, Nr. 7, S. 273 ff.

leurs bornes de départ le seront par l'expression «circuits preneurs» (de trafic).

L'ensemble des circuits preneurs constituera un faisceau à accessibilité parfaite si chacun d'eux peut être atteint depuis chaque sélecteur d'apport. Si ce n'est pas le cas, le faisceau est à accessibilité imparfaite et le nombre de circuits preneurs qui peuvent être atteints depuis un sélecteur d'apport, c'est-à-dire l'accessibilité, est alors plus petit que le nombre total à disposition. Cette notion joue un rôle décisif lors de la détermination du nombre de circuits nécessaires. Lorsque l'accessibilité d'un faisceau est imparfaite, chaque circuit est moins bien utilisé que lorsqu'elle est parfaite et il en résulte que la dotation en circuits doit être plus grande.

S'il ne s'agit que de circuits simples et relativement bon marché, l'importance de cette dotation supplémentaire s'efface derrière d'autres considérations. Par contre, si les circuits preneurs sont coûteux, on tendra toujours vers la réalisation de faisceaux à accessibilité parfaite.

La technique du brassage, exposée ci-après, consiste à rechercher la meilleure utilisation possible des circuits preneurs raccordés aux multiples des sélecteurs d'apport.

1. Technique du brassage

Les différentes possibilités offertes par la gradation et le brassage ont déjà été traitées dans ce bulletin*. On ne s'attachera donc ici qu'à rappeler brièvement les conditions les plus importantes qui doivent être remplies pour obtenir un bon brassage.

Ces conditions sont:

- a) la réduction de l'influence réciproque de l'occupation entre les groupes d'apport multipliés;
- b) l'égalisation du trafic sur les circuits preneurs lors de charge inégale des groupes d'apport.

Le rapport de brassage

Pour que le trafic distribué aux circuits preneurs d'un faisceau à accessibilité imparfaite puisse être convenablement brassé, le nombre des sorties des sélecteurs d'apport câblées sur le répartiteur intermédiaire ZV doit être plus grand que le nombre de circuits preneurs. Le rapport de ces nombres – désigné par l'expression «rapport de brassage» – doit au moins être égal à 2:1 pour une accessibilité $k = 10$ (figure 1).

Plus l'accessibilité d'un faisceau à accessibilité imparfaite est grande, d'autant mieux le trafic issu des groupes d'apport peut s'égaliser et moins il est nécessaire de maintenir un nombre élevé de groupes (Splits) pour le brassage des circuits preneurs. En d'autres mots, le rapport de brassage minimum est inversement proportionnel à l'accessibilité k .

Ce rapport atteint la valeur 1:1 pour $k = 100$, parce que les grands faisceaux sont en général divisés en groupes de 100 circuits au maximum et que la valeur $k = 100$ correspond alors à l'accessibilité parfaite d'un tel groupe.

* V. P. Schild, Calcul du nombre des sélecteurs et multiplage. Bull. techn. PTT 1957, n° 7, p. 273 ss.

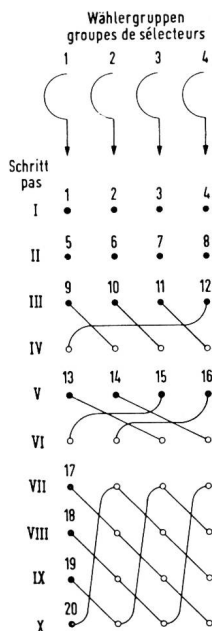


Fig. 1. Mischungsverhältnis = 2 : 1 (40 Ausgänge für 20 Abnehmer)
 Rapport de brassage = 2 : 1 (40 bornes de sorties pour 20 circuits preneurs)

Die Mischungsverhältnisse in Funktion der Erreichbarkeit k sind aus *Figur 2* ersichtlich. Werden bei Staffelschaltungen die hinteren Schrittpositionen nicht unterteilt auf den ZV geführt, wo sie wieder parallel geschaltet werden müssen, so ergeben sich etwas kleinere minimale Mischungsverhältnisse.

Einstufige Mischung bei ungleicher Erreichbarkeit in den Zubringergruppen

Die Ermittlung der benötigten Zahl von Abnehmerstromkreisen bei unvollkommenen Bündeln bietet keine Schwierigkeit, solange die Erreichbarkeit für die betreffende Richtung in allen Zubringergruppen gleich ist. Es ist aber nicht immer möglich, einer Abnehmerichtung in allen Zubringergruppen den gleichen k -Wert einzuräumen, sei es wegen verschiedener Wählerkapazität oder weil nicht in jeder Zubringergruppe gleichviel Ausgangsrichtungen unterzubringen sind. Die Ermittlung der erforderlichen Zahl von Abnehmerstromkreisen und deren Aufteilung auf die Zubringergruppen bedürfen unter diesen Umständen einer weitem Betrachtung. Würde für die verschiedenen k -Werte einfach ein Mittelwert eingesetzt oder gar das Vorhandensein einer kleineren Erreichbarkeit in einer der Zubringergruppen übersehen, so entstünden in einzelnen Gruppen grössere Verkehrsverluste als in den andern.

Im Beispiel *Figur 3a* führe die 1. Zubringergruppe mit $k = 10$ einen Hauptstundenverkehr von 8, die 2. Gruppe mit $k = 6$ einen solchen von nur 2 Erlang. Auf den ersten Blick könnte die irriige Auffassung entstehen, für die zweite Gruppe sei ein kleinerer k -Wert angemessen, weil sie nur einen Verkehr von 2 Erlang führt. Werden die verschieden starken Zubringergruppen in 5 Gruppen zu 2 Erlang aufgeteilt

Partout où une augmentation de trafic est prévisible, on n'aura aucun avantage à choisir le rapport de brassage minimum, car cela nécessiterait une correction trop fréquente. Cependant, on ne dépassera pas, en tous cas, le rapport de brassage 4 : 1 afin de maintenir le volume du câblage entre les sorties des sélecteurs d'apport et le répartiteur intermédiaire dans des limites supportables.

La courbe exprimant le rapport de brassage en fonction de l'accessibilité est donnée par la *figure 2*. Lors de connexions de gradations, les derniers pas de sélection sont câblés – sans opérer de division entre

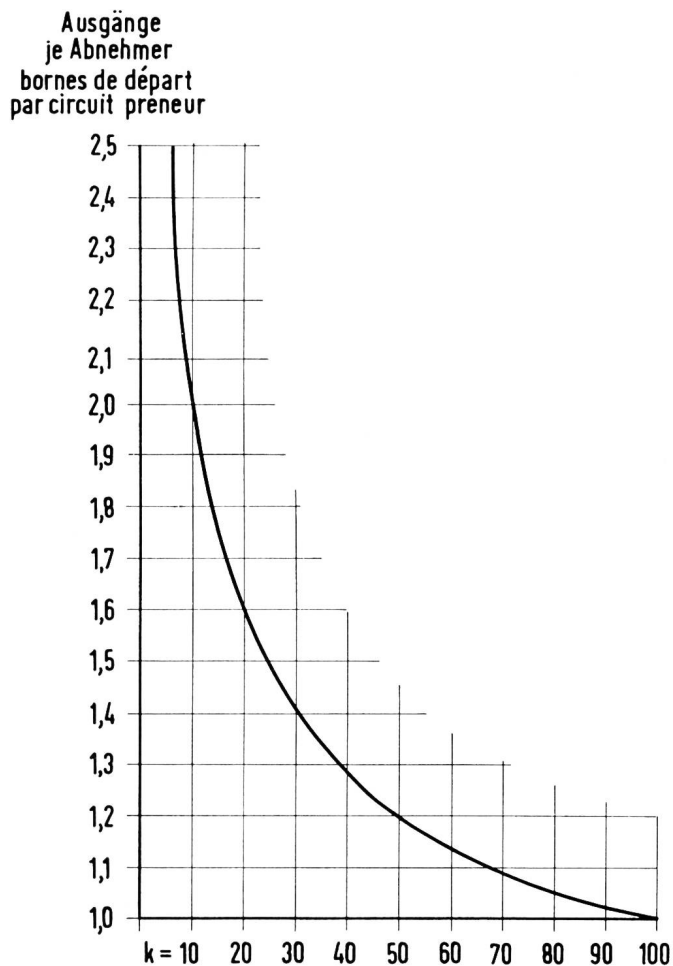


Fig. 2. Minimale Mischungsverhältnisse für unvollkommene Bündel in Funktion ihrer Erreichbarkeit k
 Rapport de brassage minimum pour faisceaux à accessibilité imparfaite en fonction de leur accessibilité

groupes – directement vers le répartiteur intermédiaire où ils devraient à nouveau être connectés en parallèle. De ce fait, le rapport de brassage est quelque peu réduit.

Brassage sur un étage lors d'accessibilité inégale dans les groupes d'apport

La détermination du nombre de circuits nécessaires pour un faisceau à accessibilité imparfaite ne présente aucune difficulté aussi longtemps que l'accessibilité de la direction considérée est la même pour tous les groupes de sélecteurs d'apport. Mais cependant, du

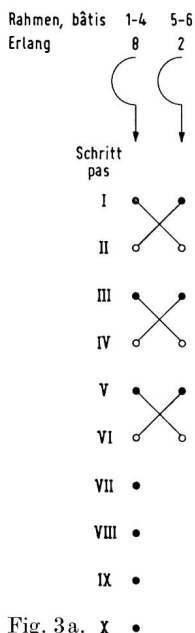


Fig. 3a. X •

Aufteilung der Gruppen mit ungleichem Verkehr in gleich starke Gruppen. Die 5. Teilgruppe ist benachteiligt

Répartition de groupes avec trafic inégal en groupes de trafic de même valeur. Le 5^e groupe est désavantagé

(Figur 3b), so ist sofort ersichtlich, dass die letzte Gruppe mit nur 6 erreichbaren Leitungen gegenüber den übrigen Gruppen mit einem $k = 10$ benachteiligt ist. Einer Zubringergruppe darf also nicht wegen ihres geringeren Verkehrs der Wert k gekürzt werden, denn der schwächere Verkehr hat eine entsprechend kleinere Bemessung des Abnehmerbündels erlaubt, an dessen Belastung die schwächere Zubringergruppe einen nur kleinen Anteil nimmt.

Drängt sich nun aber doch für die Rahmen 5-6 ein kleinerer Wert k , zum Beispiel 6, auf, weil in der betreffenden Richtung nicht mehr Wählerausgänge zur Verfügung stehen, so müssen dieser Gruppe *zusätzliche* Abnehmerleitungen zugeteilt werden, denn bei gegebenem Verkehr und Verkehrsverlust stehen k und die Zahl der Abnehmerleitungen miteinander in direkter Beziehung. Mit individuellen, nur von den Rahmen 5-6 zugänglichen Leitungen würde jedoch die Mischung verschlechtert. Es muss vielmehr angestrebt werden, jede Teilgruppe mit jeder andern gleichmässig zu verbinden. Dies zu ermöglichen, erfordert im vorstehenden Beispiel eine Auftrennung in weitere Teilgruppen, zum Beispiel in zehn Splits. Nun fragt es sich aber, wie viele zusätzliche Leitungen die Rahmen 5-6 benötigen.

Es lässt sich folgende Überlegung anstellen. An einer im Vielfach geschalteten Abnehmerleitung haben alle sie erreichenden Zubringergruppen einen gewissen Anteil. Ist sie zum Beispiel von vier Wählergruppen aus zugänglich, so hat jede Gruppe einen Anteil von $\frac{1}{4}$ Leitung unter der Voraussetzung,

- dass der Verkehr in den einzelnen Wählergruppen gleich gross ist und
- dass die Leitung in jeder Gruppe auf derselben

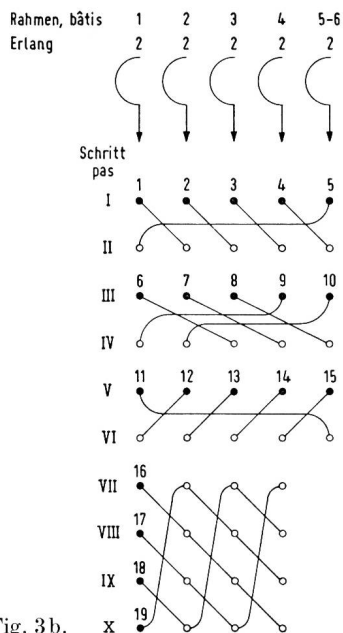


Fig. 3b.

fait que la capacité des sélecteurs peut être différente ou parce que le nombre de relations de trafic n'est pas le même dans chaque groupe, il n'est pas toujours possible, pour un faisceau preneur, d'avoir une valeur k égale dans tous les groupes d'apport. La détermination du nombre de circuits preneurs nécessaires et leur répartition dans les groupes d'apport demande dans ce cas une étude plus approfondie. Si l'on admettait simplement une moyenne pour les différentes valeurs du facteur k ou si l'existence d'une accessibilité réduite n'était guère observée dans l'un des groupes d'apport, on provoquerait, dans un des groupes, une perte de trafic plus grande que dans les autres.

Dans l'exemple de la figure 3, le premier groupe d'apport avec $k = 10$ écoule, pendant l'heure chargée, un trafic de huit erlang, le second groupe avec $k = 6$ seulement deux erlang.

Au premier coup d'œil, on pourrait concevoir par erreur que le deuxième groupe peut admettre un facteur k inférieur puisqu'il n'écoule qu'un trafic de 2 erlang. Cependant, si les groupes d'apport de charge différente sont remplacés par cinq groupes écoulant deux erlang chacun, on voit immédiatement que le dernier groupe ayant accès à seulement six circuits preneurs est désavantagé par rapport aux autres groupes à accessibilité $k = 10$.

Quoique le groupe d'apport le moins important ne participe que dans une faible proportion à la charge du faisceau preneur, son facteur k ne doit pas être diminué à cause du trafic réduit qu'il écoule, car la part de trafic la plus faible a contribué au dimensionnement du faisceau total.

Mais, par contre, si l'on est contraint d'admettre un facteur k plus petit, (par exemple 6), parce qu'il n'y a pas suffisamment de bornes de départ à disposition pour la relation de trafic considérée, des circuits preneurs supplémentaires devront être attribués à ce groupe, car pour un trafic et une perte donnés, le facteur k et le nombre de circuits preneurs sont en relation directe. Cependant, l'introduction de lignes individuelles accessibles seulement depuis les bâtis 5 et 6 diminuerait l'effet de brassage, et l'on doit tendre davantage à relier chaque groupe d'une façon symétrique avec les autres. La réalisation de cette condition exige dans l'exemple précédent une division en un plus grand nombre de groupes, par exemple dix splits. Mais alors, la question se pose de savoir combien de circuits preneurs supplémentaires sont nécessaires pour les bâtis 5 et 6.

Le raisonnement suivant peut être suivi :

Tous les groupes d'apport ayant accès à un circuit preneur participent dans une certaine proportion au trafic qu'il écoule. Si, par exemple, ce circuit est accessible depuis quatre groupes de sélecteurs, chaque groupe a droit à une part de $\frac{1}{4}$ de circuit en admettant que :

- le trafic est d'égale grandeur dans chacun des groupes ;
- le circuit est accessible dans chaque groupe sur la

Schrittposition erreicht wird oder allfällige Unterschiede sich bei andern Leitungen ausgleichen.

Untersucht man für $k = 10$ beziehungsweise 6 zunächst, wie gross der Anteil einer einzelnen Zubringer- teilgruppe an den Abnehmerleitungen ist, so erhält man bei $k = 10$ (Figur 4a) total $1\frac{9}{10}$ Leitungen und für

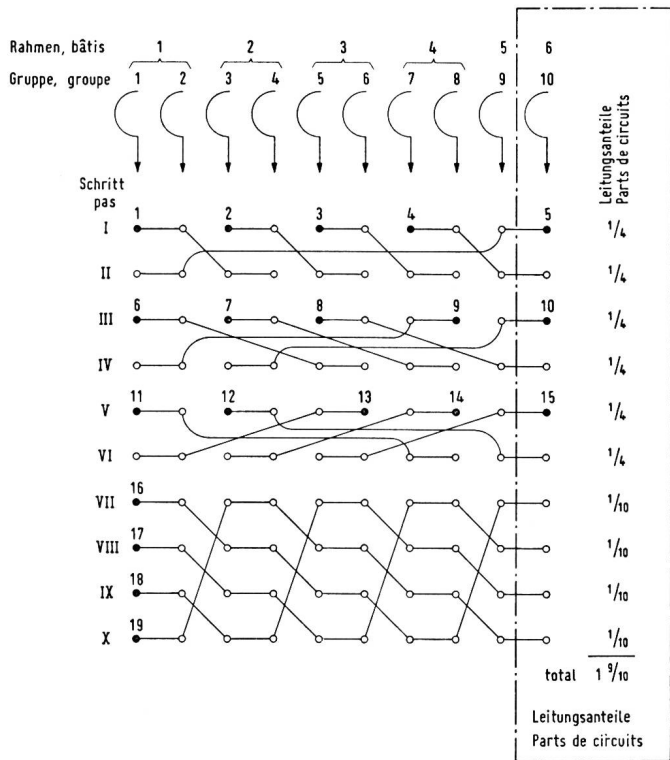


Fig. 4a. Leitungsanteile einer Teilgruppe bei $k = 10$
Parts de circuit d'un groupe participant pour $k = 10$

$k = 6$ (Figur 4b) total $2\frac{1}{2}$ Leitungen. Ist nun also, wie in Figur 5 dargestellt, die Erreichbarkeit in den Gruppen 1-8 gleich 10, in den Gruppen 9 und 10 dagegen nur 6, so müssen – eine gleichmässige

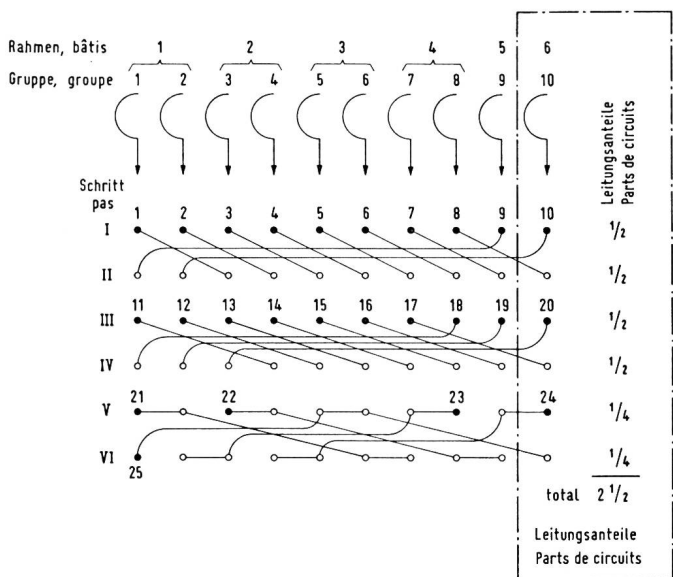


Fig. 4b. Leitungsanteile einer Teilgruppe bei $k = 6$
Parts de circuit d'un groupe participant pour $k = 6$

même position de l'arc ou que les éventuelles différences s'égalisent sur les autres circuits.

Si l'on recherche tout d'abord qu'elle est la participation de chaque groupe d'apport aux circuits preneurs, on obtient pour $k = 10$ (figure 4a) un total de $1\frac{9}{10}$ circuits et pour $k = 6$ (figure 4b) un total de $2\frac{1}{2}$ circuits. En conséquence, comme la figure 5 le montre, l'accessibilité des groupes 1 à 8 étant de 10 et celle des groupes 9 et 10 par contre seulement de 6, et en admettant un brassage symétrique, la participation de chacun des 8 premiers groupes est de $1\frac{9}{10}$ circuit et celle de chacun des groupes 9

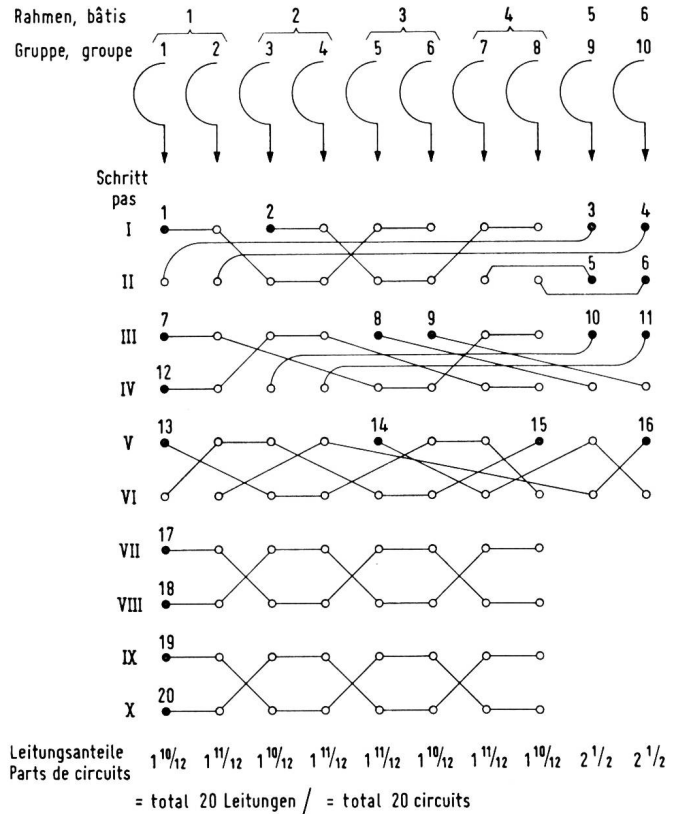


Fig. 5. Leitungsanteile bei ungleichen k -Werten
Parts de circuit pour un facteur k inégal

et 10 de $2\frac{1}{2}$ circuits. De petites différences entre chacun des groupes 1 à 8 sont insignifiantes, car elles peuvent s'égaliser sans autre. Une gradation des sorties est à recommander pour les sélecteurs qui effectuent l'exploration du faisceau toujours à partir de la même position, ou qui disposent de plus d'une direction de trafic.

Il faut prendre garde que les participations de chacun des groupes d'apport soient approximativement les mêmes. Ainsi, par exemple, un groupe de circuits d'apport qui atteint un circuit au sixième pas serait désavantagé par rapport à un autre groupe qui trouve le même circuit au premier pas.

Brassage sur deux étages

Comme cela a déjà été mentionné au début de cet article, on tendra à constituer des faisceaux à accessibilité parfaite chaque fois que les circuits preneurs

Mischung vorausgesetzt – die ersten 8 Gruppen Anteile von je $1\frac{9}{10}$, die Gruppen 9 und 10 aber Anteile von je $2\frac{1}{2}$ Leitungen erhalten. Kleinere Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen 1 bis 8 sind unbedeutend, da sie sich ohne weiteres ausgleichen können.

Zweistufige Mischung

Wie schon eingangs erwähnt, werden bei Fernleitungen und teuren Stromkreisen stets vollkommene Bündel angestrebt. Stehen dazu nicht genügend Wählerausgänge zur Verfügung, so lässt sich dieses Ziel auch mit einer Zwischenstufe mit einfachen, kostenmässig nicht ins Gewicht fallenden Wählern erreichen. Bei dieser zweistufigen Mischung sind die Zwischenwähler unvollkommen gebündelt; sie ermöglichen aber, an ihren Ausgängen grössere Stromkreisgruppen, nahezu vollkommen gebündelt, anzuschliessen. Diesem Zweck dienen Wähler mit einem grossen Kontaktfeld (Beispiel *Figur 6a*) oder mehrere,

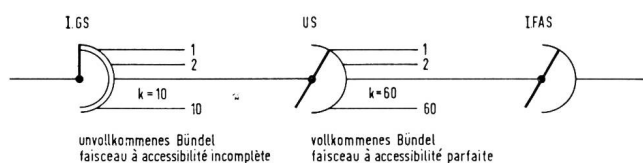


Fig. 6a. Zweistufige Mischung
Brassage sur deux étages

bei vollbesetzten Ausgängen rückwärts sich abschaltende Wählergruppen mit kleiner Kontaktzahl (Beispiel *Figur 6b*).

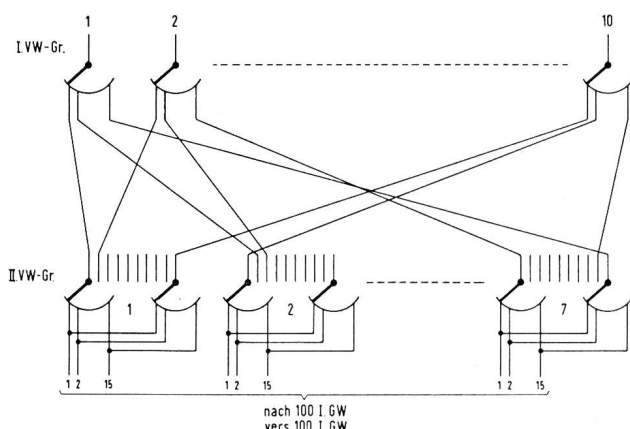


Fig. 6b. Zweistufige Mischung
Brassage sur deux étages

Für eine zweistufige Mischung wird eine relativ grosse Zahl von Zwischenwählern benötigt. Mit der sogenannten Sparschaltung lässt sich dieser Aufwand beträchtlich verringern. Da der grösste Teil des Verkehrs bereits über die ersten vier Schaltschritte der Zubringergruppen einen freien Ausgang findet, schliesst man die Abnehmerleitungen auf diesen Positionen mit Vorteil direkt an. Sie bilden dann einen Teil der an den Ausgängen der Zubringergruppen erforderlichen Stromkreise. Der restliche Verkehr findet auf den hinteren Positionen über die Zwischenwähler Zugang zu allen Abnehmerleitungen. Am Bei-

sont des lignes à longue distance ou des organes de commutation coûteux.

Si les sélecteurs d'apport n'ont pas suffisamment de bornes de sortie à disposition, ce but peut cependant aussi être atteint grâce à la création d'un deuxième étage constitué par des machines dont le coût est relativement bas. Lors d'un brassage sur deux étages, les sélecteurs intermédiaires ne permettent pas d'obtenir une accessibilité parfaite du second étage, mais leurs bornes de départ sont reliées à d'importants groupes qui, eux, bénéficient d'une accessibilité parfaite du faisceau preneur. A cet effet, on choisira des sélecteurs pourvus d'un arc à grand nombre de positions (exemple *figure 6a*) ou l'on créera plusieurs groupes ayant chacun la possibilité de bloquer toutes ses machines libres lorsque la totalité des circuits preneurs auquel il a accès sont occupés (exemple *figure 6b*).

Le brassage sur deux étages nécessite un relativement grand nombre de sélecteurs intermédiaires. La connexion dite «économique» exposée ci-après, permet de diminuer considérablement ce nombre. Du fait que la plus grande partie du trafic trouve déjà une sortie libre sur les quatre premiers pas des groupes d'apport, on a avantage à relier les circuits preneurs directement à ces positions. Ils forment alors une partie des circuits nécessaires auxquels les groupes d'apport doivent accéder. Le reste du trafic s'écoule par les dernières positions vers le deuxième étage qui, lui dispose d'une accessibilité parfaite vers tous les circuits preneurs. Pour illustrer cela, on trouvera ci-après le calcul du nombre de circuits nécessaires pour un brassage sur deux étages avec connexion économique (voir *figure 7*). Le trafic de départ s'élève à 28 erlangs sur l'étage du premier chercheur de groupe (I GS). La mesure du trafic écoulé par les I FAS (Ier chercheur de ligne interurbaine) donne une valeur d'environ 10 % inférieure, parce qu'un certain nombre d'occupations ineffectives ne parviennent que jusqu'au I GS et parce que les I FAS sont occupés un peu plus tard que le premier étage de sélection. Si le trafic arrivant aux I FAS peut être écoulé sans obstacle, il est recommandé d'utiliser cette valeur nette en prenant soin toutefois d'admettre pour le calcul une probabilité de perte B de $10\frac{0}{100}$.

Pour une intensité de trafic de 25 erlangs écoulés, et d'après les courbes usuelles donnant le nombre de circuits en fonction du trafic pour une accessibilité parfaite et une perte B de $10\frac{0}{100}$, il est nécessaire de doter l'étage I FAS de 40 circuits.

Le premier étage de sélecteurs d'apport (I GS) ne disposant que de 10 sorties par groupe, d'après les courbes usuelles pour $k = 10$ et $B = 10\frac{0}{100}$, le faisceau preneur nécessite 56 circuits.

D'après le schéma de multiplage de la *figure 7b*, tous les I FAS sont raccordés directement aux quatre premières positions du premier étage de sélection. L'occupation de la coulisse doit être complétée par l'adjonction de 16 US (chercheurs de débordement) répartis sur les positions 6 à 10. Afin de ne pas devoir

spiel einer Zweistufenmischung mit Sparschaltung in *Figur 7* lässt sich die Zahl der erforderlichen Stromkreise wie folgt berechnen :

Der abgehende Verkehr betrage auf der I. Gruppensucher- (= GS-) Stufe 28 Erlang. Beim I. Fernausgangssucher (= FAS) gemessen, ist der Verkehrswert um ca. 10% kleiner, weil viele Blindbelegungen nur bis zum 1. GS gelangen und weil der 1. FAS etwas später belegt wird als die erste Wahlstufe. Wenn der an den 1. FAS auftretende Verkehr einwandfrei ermittelt werden kann, empfiehlt es sich, mit diesem «Nettowert» zu rechnen, was aber voraussetzt, dass mit einem zulässigen Verlust B von nur $10/100$ gerechnet wird. Setzt man als Verkehr auf der FAS-Stufe 25 Erlang ein, so werden nach den Verlustkurven für vollkommene Bündel bei $B = 10/100$ 40 I. FAS benötigt.

Die I. Wahlstufe weist an ihren Ausgängen 10er-Bündel auf. Die Zahl der erforderlichen Abnehmerleitungen beträgt nach den Verlustkurven für $k = 10$, $B = 10/100$ bei 25 Erlang 56 Stromkreise.

Nach dem Vielfachplan (*Figur 7b*) sind alle 40 I. FAS auf den ersten 4 Stellungen der I. Wahlstufe direkt angeschlossen. Sie müssen auf den Stellungen 6–10 der Kulisse noch um 16 Überlaufsucher (= US) auf 56 Stromkreise ergänzt werden. Mit der Sparschaltung lassen sich also in diesem Fall 40 Zwischenwähler einsparen. Es empfiehlt sich indessen, die Zahl dieser einfachen Organe nicht zu knapp zu bemessen, damit kostspielige Anpassungen der Vielfachschtaltung der I. Wahlstufe nur in grossen Zeitabständen vorgenommen werden müssen. Zudem ist es vorteilhaft, die Gestelle beziehungsweise Halbgestelle voll auszubauen. Es würden in diesem Falle also nicht 16, sondern 24 US vorgesehen.

Ein Kostenvergleich zwischen der einstufigen und der zweistufigen Mischschaltung zeigt nun folgendes interessante Bild:

Bei einem Verkehr von 25 Erlang, 10er-Bündelung auf der I. Wahlstufe und einem Verlust von $10/100$ werden benötigt :

- a) *Einstufige Mischung* (I. FAS unvollkommen gebündelt)
 56 I. FAS zu ca. Fr. 1 500.—
 Kosten: gesamthaft etwa Fr. 84 000.—
 Platzbedarf: für 7 Relaisgestelle.
- b) *Zweistufige Mischung* (I. FAS vollkommen gebündelt)
 40 I. FAS zu ca. Fr. 1 500.— = ca. Fr. 60 000.—
 24 US (Reserve inbegriffen)
 zu ca. Fr. 500.— = ca. Fr. 12 000.—
 Kosten: gesamthaft etwa Fr. 72 000.—
 Platzbedarf: für $5\frac{1}{2}$ Relaisgestelle.

Dieses Beispiel zeigt, dass auch in einem kleinen Fernamt die zweistufige Mischung der einstufigen, wenn sie ohnehin früher oder später aufgegeben werden muss, von Anfang an in verschiedener Hinsicht überlegen ist, nämlich in bezug auf

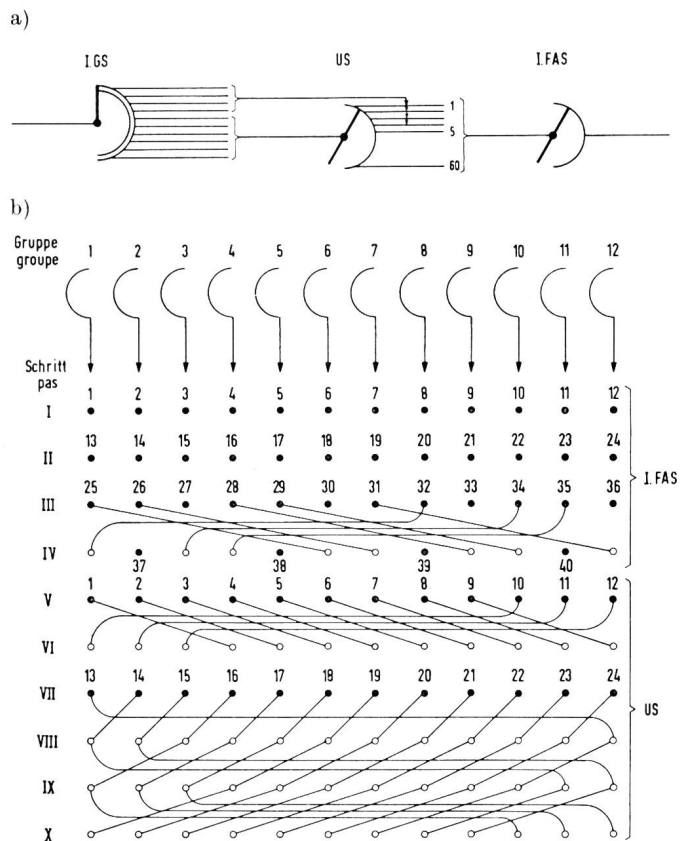


Fig. 7. Zweistufige Mischung mit Sparschaltung

a) Diagramm

b) Aufteilung des Kontaktfeldes

Brassage sur deux étages avec «connexion économique»

a) Diagramme

b) Répartition dans l'arc

entreprendre trop fréquemment de coûteux réaménagements du multiple du premier étage de sélection, il est recommandé de ne pas calculer trop juste le nombre de ces organes simples. Il est de ce fait avantageux de compléter les bâtis à moitié équipés. Dans ce cas, on choisira donc 24 US et non pas 16.

Une comparaison de prix entre le brassage à un et à deux étages nous donne l'image intéressante suivante.

Un trafic de 25 erlangs, avec une accessibilité de $k = 10$ et une perte de $10/100$ sur le premier étage de sélection, nécessite pour :

- a) *un brassage sur un étage* (faisceau de I FAS à accessibilité imparfaite)
 56 I FAS à environ 1 500 fr.
 Coût total : environ 84 000 fr.
 Place nécessaire : pour 7 bâtis de relais.
- b) *un brassage sur deux étages* (faisceau de I FAS à accessibilité parfaite)
 40 I FAS à environ 1 500 fr. = 60 000 fr.
 24 US (réserve comprise) à env. 500 fr. = 12 000 fr.
 Coût total : environ 72 000 fr.
 Place nécessaire : pour $5\frac{1}{2}$ bâtis de relais

Si, depuis le début de toute étude d'un central, on considère les différents points de vue exposés ici, on voit, comme le montre cet exemple, que le brassage sur deux étages est déjà très avantageux pour un

Montagekosten,
 Platzbedarf,
 Unterhaltsaufwand,
 Stromkonsum und
 Häufigkeit der Eingriffe in die
 Vielschaltung der I. Wahlstufe.

Natürlich fallen diese Vorteile für ein grösseres Amt noch stärker ins Gewicht.

2. Elastizität der Belastbarkeit von Leitungsbündeln

Im Abschnitt 1 *Mischungstechnik* wurde auf die Möglichkeiten hingewiesen, mit denen eine bessere Ausnützung der Stromkreise erzielt werden kann.

Bekanntlich ist die Leistungsfähigkeit je Leitung um so höher, je besser ihre Erreichbarkeit und je grösser das Leitungsbündel ist.

Figur 8 zeigt die Leistung je Leitung, in Abhängigkeit von der Leitungszahl und der Erreichbarkeit k . Bei unvollkommenen Bündeln bleibt die Leistung je Leitung nahezu konstant.

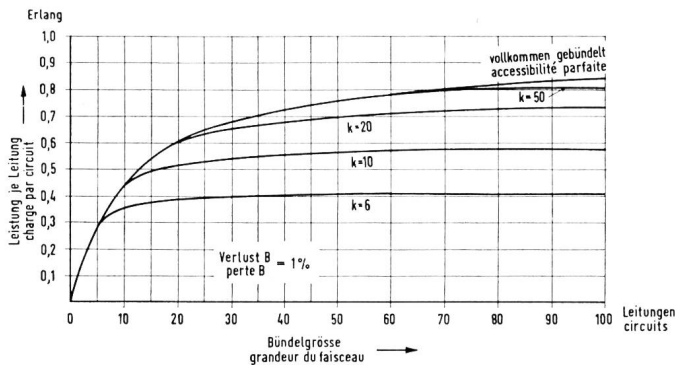


Fig. 8. Verkehrsleistung y pro Leitung
 Trafic écoulé par circuit y

Obschon nun aus wirtschaftlichen Gründen vollkommene grosse Bündel anzustreben sind, darf doch eine andere Auswirkung nicht übersehen werden. Die Ausnützung der Leitungen solcher Bündel ist so hoch, dass sie kaum mehr weiter gesteigert werden kann, denn eine Leitung vermag nicht mehr als 1 Erlang zu leisten. Wird dem Bündel trotzdem mehr Verkehr zugeführt, etwa durch eine ausserordentliche Verkehrsanschwellung, so steigen die Verluste steil an. Grosse vollkommene Bündel dürfen daher nur wenig überlastet werden, während unvollkommene oder kleine Bündel in dieser Beziehung elastisch sind.

Die Überlastung U_e eines Bündels ergibt sich aus der Formel

$$U_e = \frac{y_L - y_N}{y_N} \cdot 100\%$$

Dabei bedeuten :

y_L die in der Hauptverkehrsstunde (= HVST) aufgenommene Leistung in Erlang

y_N die normale Leistung (Regelleistung) beim zugelassenen Verlust V von zum Beispiel 1%.

petit central interurbain automatique, en ce qui concerne :

les frais d'installation,
 la place nécessaire,
 les frais d'entretien
 la consommation de courant et
 la fréquence des interventions
 pour le réaménagement du
 multiple du premier étage de sélection.

Les avantages auront naturellement beaucoup plus de poids pour un central plus important.

2. Elasticité de la capacité d'absorption de la charge des faisceaux de circuits

Les moyens assurant une meilleure utilisation des circuits ont été exposés dans la première partie de cet article.

C'est un fait reconnu que la capacité d'absorption de la charge est, par circuit, proportionnelle à l'accessibilité et au nombre de circuits qui composent le faisceau.

La figure 8 montre la charge par circuit exprimée en fonction du nombre de circuits et de l'accessibilité k . La charge par circuit est à peu près constante pour des faisceaux à accessibilité imparfaite.

Mais si, pour des raisons économiques, on tend à réaliser d'importants faisceaux à accessibilité parfaite, il ne faudra cependant pas perdre de vue d'autres considérations.

Le degré d'utilisation de chaque circuit d'un tel faisceau est si élevé que la charge ne peut guère être augmentée, un circuit ne pouvant pas écouler plus d'un erlang. Si, malgré cela, davantage de trafic était offert à ce faisceau, par exemple à la suite d'une augmentation extraordinaire, les pertes croîtraient alors très rapidement. D'importants faisceaux à accessibilité parfaite ne doivent être que peu surchargés, tandis que des faisceaux plus réduits ou à accessibilité imparfaite sont à ce point de vue plus élastiques.

La surcharge U_e d'un faisceau est donnée par la formule :

$$U_e = \frac{y_L - y_N}{y_N} \cdot 100\%$$

dans laquelle nous avons :

y_L = le trafic en erlangs écoulé pendant l'heure chargée

y_N = le trafic normalement écoulé avec une perte admise de 10/100 par exemple.

Perte d'offre B	Perte de charge V
1	1,10
5	5,27
10	11,10
20	25,0
30	42,9
40	66,7
50	100,0

Tab. I. Relation entre la perte d'offre et la perte de trafic

Angebotsverlust B	Leistungsverlust V
1	1,10
5	5,27
10	11,10
20	25,0
30	42,9
40	66,7
50	100,0

Tab. I. Beziehung zwischen Angebotsverlust B und Leistungsverlust V

Die Beziehung zwischen der Leistung y eines Bündels und dem Verkehrsangebot A wird in *Figur 9* veranschaulicht.

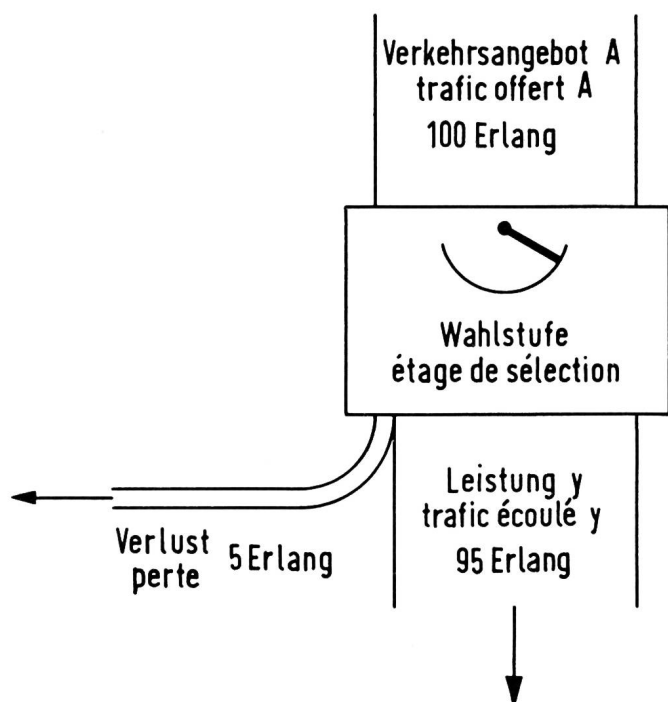


Fig. 9. Begriffserklärung Illustration

Der Verlust kann auf das Verkehrsangebot bezogen werden (Angebotsverlust B) oder auf die Leistung des Bündels (Leistungsverlust V). Bei kleinem Verlust lässt sich der Unterschied zwischen B und V vernachlässigen. Für grössere Verluste gelten die in der *Tabelle I* zusammengestellten Beziehungen.

In der *Figur 10* werden für ein Bündel von 100 Leitungen die Leistung je Leitung und die Überlastungsfähigkeit bei einem Verlust B von 20%, bezogen auf die Regelleistung bei $B = 1\%$, einander in Funktion der Erreichbarkeit des Bündels gegenübergestellt. Es ist daraus leicht zu erkennen, dass es sich nicht lohnen würde, wegen der kleineren Elastizität auf die vollkommene Bündelung zu verzichten. Ähnlich verhält es sich mit der Überlastungsfähigkeit

La relation entre le trafic écoulé par un faisceau et le trafic offert est expliquée par la *figure 9*.

On peut faire le rapport de la perte de trafic sur le trafic offert (perte d'offre B) ou sur le trafic écoulé (perte de charge V). La différence entre B et V est négligeable pour de faibles pertes de trafic. Le tableau de la *figure 9* donne la relation entre ces deux grandeurs pour des pertes d'offre plus élevées.

Les courbes de la *figure 10* expriment, pour un faisceau de 100 circuits et en fonction de l'accessibilité k , d'une part : la charge par circuit, et, d'autre part : la capacité d'absorption de la surcharge pour une perte d'offre de 20% par rapport au trafic normalement écoulé avec une perte de 1%.

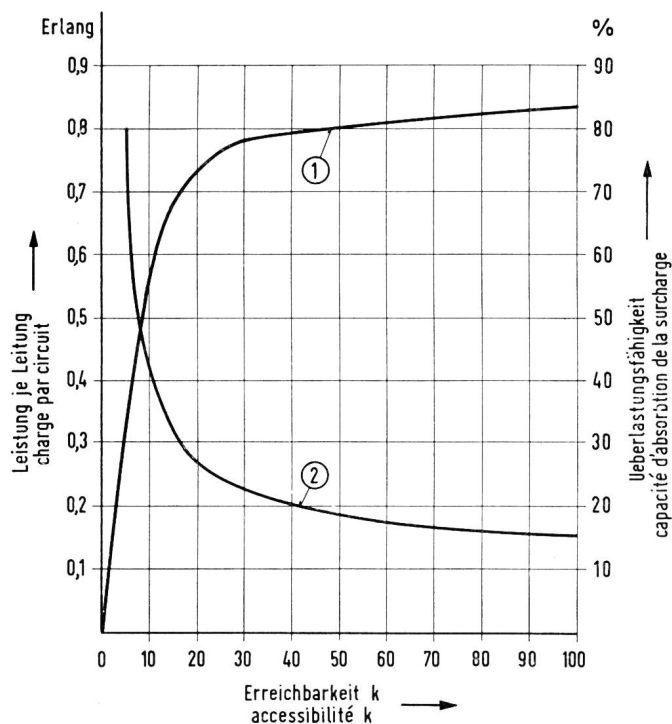


Fig. 10. Kurve 1: Leistung je Leitung in Funktion von k für Bündel von 100 Leitungen bei Verlust $B = 1\%$
Kurve 2: Überlastungsfähigkeit desselben Bündels bei Verlust $B = 20\%$, Regelleistung bei $B = 1\%$
Courbe 1: Charge par circuit en fonction de k pour faisceaux de 100 circuits avec perte $B = 1\%$
Courbe 2: Capacité d'absorption de la surcharge du même faisceau avec une perte $B = 20\%$, charge normale pour perte $B = 1\%$

Il est de ce fait facile à reconnaître qu'il ne serait pas justifié de renoncer à l'accessibilité parfaite à cause de l'élasticité trop petite d'un faisceau. La capacité d'absorption de la surcharge se comporte de la même façon en fonction de l'importance du faisceau.

Il ressort des courbes 1 et 2 de la *figure 13* qu'avec un faisceau limité à une grosseur maximum de 50 circuits, une élasticité à peine plus élevée pourrait être gagnée avec une augmentation de circuits de 10 à 15%. Comme la *figure 11* le montre, on devra toutefois s'assurer que les faisceaux de circuits ont une certaine capacité d'absorption de la surcharge.

La perte d'offre B d'un faisceau de 100 circuits qui travaille normalement avec une perte de 1% (charge normale) s'élève à environ 7% pour une augmentation

in Funktion der Bündelgrösse. Aus den Kurven 1 und 2 in Figur 13 lässt sich ableiten, dass mit einer auf 50 Leitungen beschränkten maximalen Bündelgrösse eine unbedeutend höhere Elastizität mit einem 10- bis 15prozentigen Mehrbedarf an Leitungen erkauft werden müsste.

Trotzdem kommt, wie *Figur 11* zeigt, der Wahrung einer gewissen Überlastbarkeit der Bündel grosse Bedeutung zu. Der Verlust B eines Bündels von 100

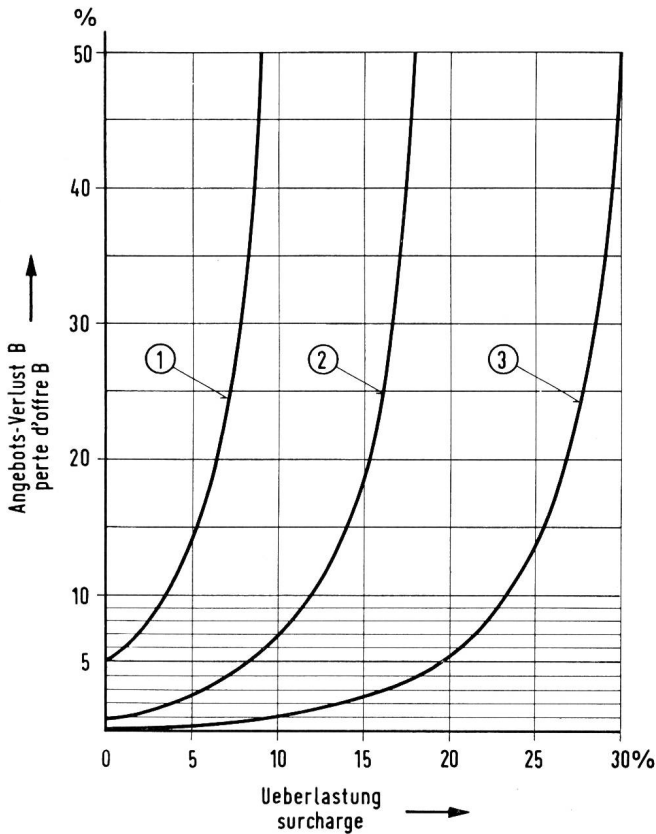


Fig. 11. Verlust B in Funktion der Überlastung für Bündel von 100 Leitungen bei $k = 50$
 Kurve 1: Regelleistung bei Verlust B = 5%
 Kurve 2: Regelleistung bei Verlust B = 1%
 Kurve 3: Regelleistung bei Verlust B = 0,1%
 Perte B en fonction de la surcharge. Pour faisceaux de 100 circuits avec $k = 50$
 Courbe 1: charge normale pour perte B = 5%
 Courbe 2: charge normale pour perte B = 1%
 Courbe 3: charge normale pour perte B = 0,1%

Leitungen, das normalerweise mit einem Verlust von 1% arbeitet (Regelleistung), steigt bei einer 10prozentigen Verkehrssteigerung auf etwa 7%. Liegt die Regelleistung (wegen eines zu kleinen Leitungsbestandes) jedoch bei $B = 5\%$, so schnellst der Angebotsverlust bei derselben Verkehrssteigerung auf etwa 60%. Demgegenüber würden für 1,0% Verlust bemessene Wählergruppen bei dieser Überlastung erst einen Verlust von etwas mehr als 1% erreichen.

Daraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen:

- Grosse vollkommene Bündel dürfen nicht unter dem Leitungssollbestand arbeiten.

de trafic de 10%. Si la charge normale est admise avec une perte de 5% (par suite d'un effectif de lignes réduit), la perte d'offre monte rapidement jusqu'à 60% pour une augmentation de trafic égale. Par contre, pour des groupes de sélecteurs dimensionnés pour une perte admise de 0,1% et soumis à cette surcharge, la perte réelle atteint seulement 1% à peine.

En conséquence, nous pouvons conclure que:

- d'importants faisceaux ne doivent pas travailler avec un effectif de circuits inférieur à celui qui est nécessaire;
- si le nombre assez grand d'étages de sélection participant à l'établissement d'une communication interurbaine travaille avec une perte supérieure à 10/100, la somme des pertes individuelles devient très importante lors d'une hausse de trafic.

Afin d'apprécier l'importance des fluctuations de trafic, la charge de 8 faisceaux de grandeur et de caractéristiques de trafic différentes a été mesurée pendant quatre semaines.

Les valeurs journalières du trafic pendant l'heure chargée de deux faisceaux caractéristiques sont reportées, sur la *figure 12*, dans l'ordre progressif de leur importance.

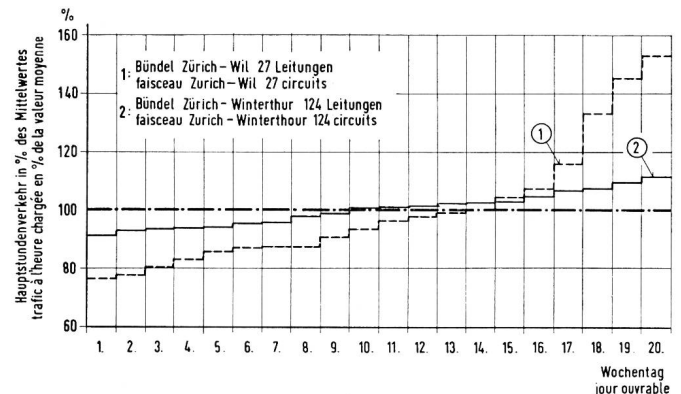


Fig. 12. Hauptstundenverkehr an den beobachteten 20 Wochentagen (Montag-Freitag) in % des Mittelwertes, nach steigenden Werten geordnet
 Mesures de trafic à l'heure chargée des 20 jours ouvrables observés (lundi à vendredi) en % de la valeur moyenne rangés dans l'ordre progressif de leur importance

Si, pour chacun des deux faisceaux de circuits, on considère la moyenne des trois heures les plus chargées comme charge de pointe moyenne, on se rend facilement compte que le degré de surcharge est d'autant plus petit que le faisceau est gros. Il sera sans doute davantage surprenant de constater que pour $B = 20\%$, la capacité d'absorption de la surcharge se tient un peu au-dessous des charges de pointe moyennes mesurées pour les gros faisceaux calculés avec 1% de perte, tandis qu'elle se tient au-dessus pour des faisceaux moyens (*fig. 13*).

Pour cette raison, la trop forte limitation de la grosseur d'un faisceau n'est pas le moyen approprié pour améliorer l'élasticité.

Pour atteindre cette charge de pointe, la perte d'offre B devrait être admise à 33% (ou $V = 50\%$);

Fig. 13. Kurve 1: Leistung je Leitung in Funktion der Bündelgrösse bei $k = 50$, Verlust $B = 1\%$. Überlastungsfähigkeit desselben Bündels bei
 Kurve 2: Verlust $B = 20\%$, Regelleistung bei $B = 1\%$
 Kurve 3: Verlust $B = 33\%$, Regelleistung bei $B = 1\%$
 Kurve 4: Verlust $B = 20\%$, Regelleistung bei $B = 0,5\%$
 Punkte x: Gemessene HVST-Höchstwerte von Überlastungen

– Wenn die ziemlich grosse Zahl der an einer Fernverbindung beteiligten Wahlstufen normal mit einem Verlust von wesentlich mehr als $0,1\%$ je Wahlstufe arbeiten, wird bei einer Verkehrsschwelung die Summe der Einzelverluste sehr gross.

Um das Ausmass der Verkehrsschwankungen kennenzulernen, ist die Belastung von acht verschiedenen grossen und ungleichen Verkehrscharakter aufweisenden Leitungsbündeln während der Dauer von vier Wochen gemessen worden. Die täglichen Werte der HVST zweier charakteristischer Bündel sind in *Figur 12*, in der Rangfolge ihres Verkehrswertes, zusammengestellt. Bildet man für jedes Leitungsbündel aus den drei höchsten HVST-Werten einen mittleren «Höchst»-Wert, so stellt man fest, dass deren Überlastungsgrad um so kleiner ist, je grösser das Bündel wird. Etwas mehr überraschen dürfte allerdings, dass die Überlastungsfähigkeit bei $B = 20\%$ weniger für grosse, mit 1% Verlust arbeitende Bündel als vielmehr für mittlere Bündel unter den auftretenden Überlastungs-Höchstwerten zurückbleibt. Beides ist in *Figur 13* dargestellt. Die allzu starke Beschränkung der Bündelgrösse stellt also auch aus diesem Grunde kein geeignetes Mittel dar, um die Überlastungs-elastizität zu verbessern.

Um diesen Höchstwerten zu folgen, müsste ein Angebotsverlust B von 33% (oder $V = 50\%$) zugelassen werden, das heisst auf je drei Anrufe käme im Falle eines einzigen derart überlasteten Verbindungsstückes ein Besetztanruf, ohne den Einfluss der Teilnehmerbesetztfälle gerechnet. Sobald das betreffende Leitungsbündel aber normalerweise schon über 1% Verlust aufweist – was oft der Fall sein dürfte – oder wenn solche Höchstwerte gleichzeitig in mehreren Verbindungsstücken auftreten, wird die Verlustquote beträchtlich höher liegen.

Eine wesentlich bessere Elastizität der Belastbarkeit liesse sich erreichen, wenn die Fernleitungsbündel für einen Verlust von nur $0,5\%$ statt 1% bemessen würden (*Figur 13*, Kurve 4). Der Mehrbedarf an Leitungen betrüge hiefür lediglich etwa 4% .

Es ist eine Ermessensfrage, welche Verkehrsverluste man während der drei stärksten Hauptverkehrsstunden des Monats in Kauf zu nehmen gewillt ist. Es handelt sich dabei kaum um effektive Verluste, da erfahrungsgemäss Anrufe nach dem ersten oder zweiten vergeblichen Versuch – solange die Überlastung nicht zum Dauerzustand wird – später nachgeholt werden; es geht dabei vielmehr um den Grad der Qualität des Telephondienstes.

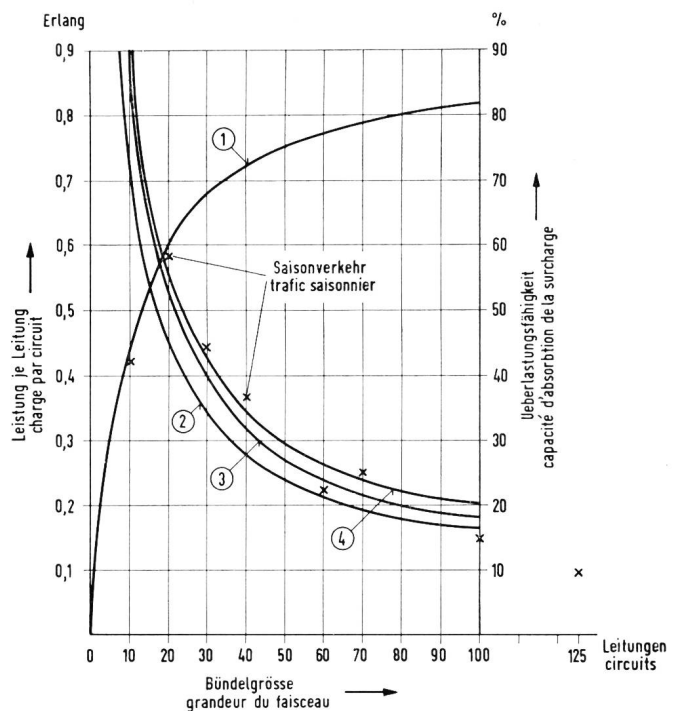


Fig. 13. Courbe 1: Charge par circuit en fonction de la grandeur du faisceau pour $k = 50$ et perte $B = 1\%$. Capacité d'absorption de la surcharge du même faisceau par
 Courbe 2: perte $B = 20\%$, charge normale $B = 1\%$
 Courbe 3: perte $B = 33\%$, charge normale $B = 1\%$
 Courbe 4: perte $B = 20\%$, charge normale $B = 0,5\%$
 Points x: Charge de pointe moyenne mesurée lors de surcharge

en d'autres termes, on aurait, sans tenir compte de l'influence des cas d'occupation des lignes d'abonnés, un cas d'occupation sur trois appels parvenant au faisceau de circuits surchargé de la sorte.

Sitôt que le faisceau de circuits considéré présente normalement déjà une perte supérieure à 1% , ce qui pourrait être souvent le cas, ou si de telles charges de pointe se manifestent simultanément sur différents groupes d'organes de connexion ou de faisceaux de circuits participant à l'établissement de la communication, la perte globale de l'ensemble devient alors considérablement élevée.

Une meilleure élasticité à la charge peut être atteinte, si le faisceau de circuits est prévu pour travailler avec un coefficient de perte de seulement $0,5\%$ au lieu de 1% (*fig. 13*, courbe 4). Le nombre de circuits supplémentaires nécessaires pour atteindre ce but s'élève à environ 4% de l'effectif du faisceau.

C'est une question de jugement de savoir quelle perte on veut bien admettre pendant les trois heures les plus chargées du mois. La perte dont il s'agit ici ne doit pas être considérée exclusivement comme une perte effective de communications, l'expérience montrant que, en tant que la surcharge n'est pas un état permanent, les appels qui échouent après une ou deux tentatives peuvent être répétés plus tard. Il s'agit bien davantage du degré de qualité du service téléphonique.