

**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:** 41 (1963)

**Heft:** 12

**Artikel:** Nouvelle études du développement probable du téléphone en Suisse = Neue Studie über die wahrscheinliche Entwicklung des Telefons in der Schweiz

**Autor:** Lancoud, C. / Trachsel, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874347>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 05.04.2026

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telephon- und Telegraphen-Betrieben - Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses. - Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Ch. Lancoud et R. Trachsel, Berne

654.15.001.1

## Nouvelle étude du développement probable du téléphone en Suisse

## Neue Studie über die wahrscheinliche Entwicklung des Telefons in der Schweiz

### 1. Introduction

En 1956, le «Bulletin technique des PTT» publia une première contribution à l'étude du développement probable du téléphone en Suisse<sup>1</sup>, qui se basait sur des éléments recueillis au cours d'une période se terminant à fin 1955. Depuis lors, sept années se sont écoulées, durant lesquelles le développement du téléphone a été impressionnant. On va examiner si, à fin 1962, les lois proposées alors se vérifient et comparer prévisions et réalité. L'expérience acquise depuis lors ainsi que l'évolution dans d'autres pays rendent cette confrontation possible.

Les prévisions faites en 1956 donnaient un nombre maximum des raccordements principaux probables à fin 1962 de 1 065 000. En réalité, il y en a eu 1 228 274. Cette différence assez grande s'explique en premier lieu par le fait que le chiffre de la population avait été estimé trop bas, soit à environ 5 040 000 habitants<sup>2</sup>, tandis qu'il était effectivement de 5 710 000. Avec la densité calculée alors à 21% - en réalité 21,5% -, on aurait obtenu 1 200 000 raccordements principaux. Le reste de la différence peut être attribué au fait que le point d'inflexion de la tangente hyperbolique avait été fixé vers 1957 par un procédé graphique moins précis que celui choisi dans la présente contribution. En effet, le calcul du point d'inflexion et de la densité à saturation donne des résultats plus exacts, en tant que les hypothèses fondamentales le sont aussi. A ce sujet, il

<sup>1</sup> Traduction allemande dans «Technische Mitteilungen PTT», 1957, N° 4, p. 121-137.

<sup>2</sup> «La vie économique», 1954, N° 12, p. 495, publiée par le Département fédéral de l'économie publique.

### 1. Einleitung

Im Jahre 1957 wurde in den «Technischen Mitteilungen PTT» Nr. 4 ein erster Beitrag zum Studium der wahrscheinlichen Entwicklung des Telefons in der Schweiz veröffentlicht, der sich auf ein bis Ende 1955 reichendes Zahlenmaterial stützte<sup>1</sup>. Seither sind sieben Jahre verflossen, während welcher Zeit sich das Telephon weiterhin gewaltig entwickelt hat, und es ist interessant, die damalige Prognose zu überprüfen. Diese neue Untersuchung wird durch die Erfahrungen und die Entwicklung in andern Ländern erleichtert.

Die Prognose auf Grund der damaligen Studie lautete für Ende 1962 auf etwa 1 065 000 Hauptanschlüsse, während nun tatsächlich 1 228 274 erreicht wurden. Diese verhältnismässig grosse Differenz ist in erster Linie auf eine falsche Voraussage der Bevölkerungszunahme zurückzuführen, die Ende 1962 tatsächlich rund 5,71 Millionen betrug, gegenüber der früheren Prognose von etwa 5,04 Millionen<sup>2</sup>. Bei einer errechneten Dichte von 21% (in Wirklichkeit 21,5%) würde dies für 5,71 Millionen Einwohner 1 200 000 Hauptanschlüsse ergeben. In zweiter Linie ist die Differenz darauf zurückzuführen, dass im Jahre 1957 der «Wendepunkt» der Tangens-Hyperbelfunktion und die gesamte Dichte mit einer graphischen Methode weniger genau festgestellt werden konnten, als dies

<sup>1</sup> Deutsche Übersetzung der in den «Technischen Mitteilungen PTT», 1956, Nr. 12, S. 482-498 erschienenen Studie in französischer Sprache.

<sup>2</sup> «Die Volkswirtschaft», 1954, Nr. 12, veröffentlicht durch das Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement, Bern.

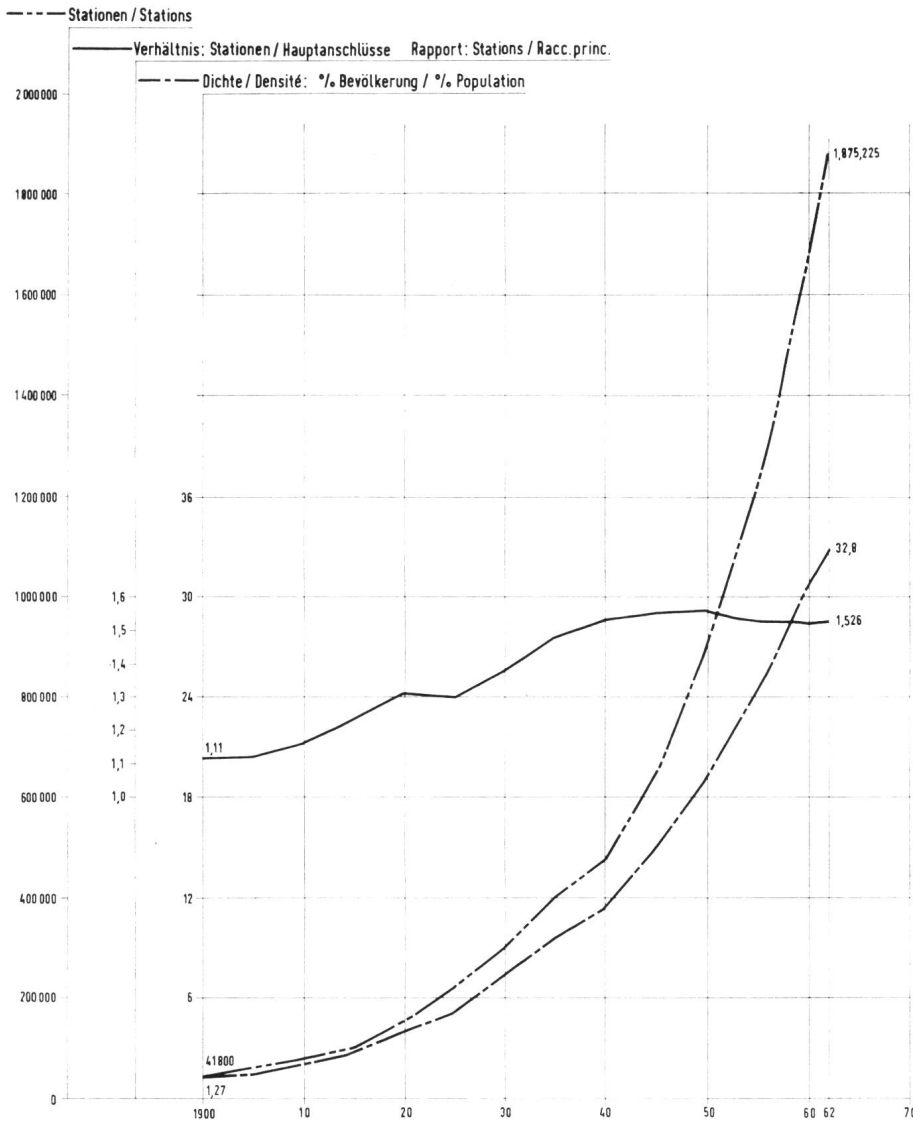


Fig. 1.  
Développement des stations téléphoniques en Suisse  
Entwicklung der Telephonstationen in der Schweiz

faut relever qu'il est difficile et peu pratique de tenir compte de tous les facteurs qui influencent le développement du téléphone et qu'il suffit d'utiliser les plus importants et les plus caractéristiques pour obtenir un résultat acceptable. On verra plus loin que la théorie de la loi naturelle du développement se vérifie et que, si les résultats pour l'avenir sont différents de ceux de 1956, c'est que les éléments actuellement à disposition sont mieux déterminables qu'alors.

L'évolution passée du nombre des postes secondaires, leur densité et le rapport stations/raccordements principaux sont représentés à la figure 1.

En tout état de cause, il faut examiner cette étude, comme la précédente d'ailleurs, avec un sens critique, surtout si l'on veut appliquer les résultats à d'autres pays. Une certaine tolérance doit être admise pour leur utilisation, mais le problème de sa valeur est presque aussi important que la prévision elle-même. En effet, une tolérance trop étroite peut conduire à une dangereuse surestimation de l'exactitude de la prévision; par contre, une tolérance trop large tient si bien compte de l'incertitude du développement réel qu'elle met en cause la valeur du pronostic lui-même.

heute auf Grund der vorliegenden mathematischen Studie möglich ist. Das natürliche Entwicklungsgesetz in Form der Tangens-Hyperbelfunktion wird auch durch diese Studie bestätigt. Wenn die Prognose gegenüber der Studie vom Jahre 1957 anders lautet, so ist dies auf die wesentlich solidere Grundlage vom Jahre 1962 gegenüber 1955 zurückzuführen.

Die bisherige Entwicklung der Telephonstationen, deren Dichte sowie das Verhältnis Stationen/Hauptanschlüsse ist in *Figur 1* dargestellt.

Den Grundlagen, die zur mathematischen Erfassung des Problems führen, kommt für die ganze nachfolgende Studie grosse Bedeutung zu. Wir werden bald erkennen, dass es unmöglich ist, alle Faktoren, welche die Entwicklung des Telefons beeinflussen, in der Rechnung zu berücksichtigen. Es ist vielmehr so, dass nur die allerwichtigsten in die Rechnung einbezogen werden können.

Diese vorliegende Studie muss daher mit kritischem Geist aufgenommen werden, was besonders auch dann gilt, wenn die Gesetze für andere Länder Verwendung finden sollen; Toleranzen müssen zugebilligt werden, wobei das Problem der Bestimmung

Il coule de source que cela n'a pas de sens de prévoir, par exemple, des valeurs pour 1980 avec une tolérance de  $\pm 40\%$ !

L'évolution du nombre des raccordements principaux peut être déterminée par les deux procédés suivants:

- 1.1 Tout d'abord, ainsi qu'on l'a fait dans la première contribution, rechercher sur la base du développement passé une loi naturelle et, au moyen de cette loi, extrapoler ce développement pour obtenir l'évolution future. Il faut, en particulier, trouver des éléments qui permettent de fixer la valeur de la densité en fonction du temps.
- 1.2 Déterminer le nombre de raccordements principaux de l'avenir sur la base d'une analyse de l'évolution des différentes catégories d'abonnés, tels que ménages, commerce, industrie, professions libérales, etc.

Cette deuxième méthode doit être utilisée si l'on nie l'existence d'une loi du développement dans le passé ou bien si l'on n'accorde aucune validité à l'extrapolation de la loi existante. Cette méthode sera aussi choisie au cas où le développement passé a été tellement influencé par des événements exceptionnels que l'on ne peut plus reconnaître une loi de développement.

La Suisse est, à cet égard, dans une situation heureuse, car les événements extraordinaires tels que les crises économiques intérieures ou les guerres hors de ses frontières n'ont pas eu une action prépondérante sur l'évolution du téléphone.

L'emploi des deux méthodes devrait conduire aux mêmes résultats et démontrer ainsi la valeur des raisonnements et des hypothèses de base. C'est ce que l'on va essayer de faire.

## 2. Détermination du développement probable des raccordements téléphoniques principaux sur la base du développement passé, par la méthode de la loi naturelle (extrapolation)

Dans l'étude de 1956, on avait posé que le développement est fonction des contacts qui s'établissent entre communautés élémentaires d'une collectivité et que ces contacts sont dus en grande partie au hasard. A l'aide de la formule de *Bernoulli*, on calcula la probabilité que s'établisse un contact entre abonnés et non-abonnés pour, finalement, trouver une loi naturelle du développement sous la forme d'une tangente hyperbolique. Cependant, cette hypothèse de base ne paraît pas entièrement satisfaisante, car dans le cas particulier d'un non-abonné on ne peut pas affirmer que c'est uniquement le hasard qui lui fait acquérir un raccordement; il paraît donc, a priori, quelque peu problématique que la loi générale de développement puisse ressortir de la somme d'actions fortuites.

On a donc cherché une nouvelle hypothèse qui soit aussi bien valable pour chaque cas particulier que pour l'ensemble de la collectivité, et déduit la loi de

dieser Toleranzen fast ebenso schwierig und wichtig ist, wie die Prognose des allgemeinen Entwicklungsgesetzes selber. Werden die Toleranzen zu eng gesetzt, so kann dies zu einer gefährlichen Wertüberschätzung der Prognose führen. Weitere Toleranzen dagegen entsprechen wohl der Ungewissheit über die wirkliche Entwicklung, haben aber den grossen Nachteil, dass sie den Nutzen der ganzen Prognose in Frage stellen. So hat es zum Beispiel keinen Sinn, für das Jahr 1980 eine Voraussage mit einer Toleranz von  $\pm 40\%$  zu machen.

Grundsätzlich kann die Entwicklung mit folgenden Methoden vorausbestimmt werden:

- 1.1 Auf Grund der bisherigen Entwicklung kann versucht werden, ein allgemeines Entwicklungsgesetz zu finden und durch dieses Gesetz die bisherige Entwicklungskurve in die Zukunft zu extrapolieren. Im besonderen muss dabei nach Gesetzmässigkeiten gesucht werden, die eine Bestimmung der Telephonanschlussdichte als Funktion der Zeit ermöglichen.
- 1.2 Man kann die Zahl der Telephonanschlüsse für einen fernen Zeitpunkt auf Grund einer Analyse der einzelnen Gruppen, wie Haushaltungen, Handel und Industrie, freie Berufe, Landwirtschaft, Behörden usw. bestimmen. Diese Methode muss besonders dann gewählt werden, wenn gewisse Gesetzmässigkeiten in der bisherigen Entwicklung nicht vorhanden sind, oder wenn man diesen Gesetzmässigkeiten für eine Extrapolation in die Zukunft keine Gültigkeit zubilligt. Diese Methode muss auch gewählt werden, wenn sich die bisherige Entwicklung durch ausserordentliche Ereignisse so wandelte, dass von einer Gesetzmässigkeit keine Rede sein kann.

Die Schweiz ist diesbezüglich in einer glücklichen Lage, weil ausserordentliche Ereignisse, wie Wirtschaftskrisen oder Kriege, keine sehr grosse Einwirkung auf die Entwicklung des Telefons ausgeübt haben.

In der nachfolgenden Studie haben wir deshalb beide Methoden angewandt, in der berechtigten Hoffnung, dass diese einigermassen zum gleichen Resultat führen.

## 2. Berechnung der mutmasslichen Entwicklung der Telephon-Hauptanschlüsse auf Grund der bisherigen Entwicklung und des natürlichen Entwicklungsgesetzes (Extrapolation)

In der ersten Studie vom Jahre 1956 wurde die Entwicklung des Telefons unter anderem den persönlichen Beziehungen, beziehungsweise Kontakten zwischen den Agglomerationen bildenden Einheiten zugeschrieben. Unter diesen Voraussetzungen wurde angenommen, dass die Kontaktnahmen grösstenteils dem Zufall zuzuschreiben seien. In der Folge wurde mit Hilfe der Formel von *Bernoulli* die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der ein Kontakt zwischen einem Abonnenten und einem Nichtabonnenten zu-

développement correspondante en espérant, il est vrai, qu'elle confirmerait la loi naturelle déjà trouvée.

Le raisonnement à la base de cette hypothèse est que, généralement, une personne ou une communauté d'intérêts désirant obtenir un raccordement téléphonique va, tout d'abord, peser les avantages et les désavantages qui en résultent. Elle ne signera un contrat d'abonnement que si elle est persuadée qu'elle en retirera plus d'avantages que d'inconvénients.

Si l'on considère les avantages qu'un raccordement téléphonique peut garantir à celui qui le possède par rapport au développement total du téléphone, on constate qu'ils ne sont pas constants dans le temps, mais qu'ils doivent devenir plus nombreux avec l'augmentation de la densité des raccordements téléphoniques principaux. En effet, il est certain que l'intérêt montré pour l'acquisition d'un raccordement au début de l'ère du téléphone était beaucoup plus faible qu'aujourd'hui, par exemple, car les abonnés d'alors ne pouvaient atteindre qu'un nombre relativement restreint d'autres abonnés. On peut donc dire que plus la densité téléphonique est grande, plus nombreux sont aussi les avantages que l'on retire d'un raccordement. Ainsi «l'intérêt» doit varier comme la densité.

On pose donc comme condition fondamentale :

$$\left. \begin{array}{l} \text{«Intérêt» pour l'acquisition d'un} \\ \text{raccordement téléphonique principal} \\ \text{par un candidat abonné} \end{array} \right\} I = \frac{E_T}{E} \cdot k_1$$

avec

- $E$  = nombre d'habitants de la région considérée
- $E_T$  = nombre d'habitants raccordés au téléphone
- $E_o$  = nombre d'habitants sans téléphone
- $k_1$  = facteur indéterminé pour l'instant

Par définition :

$$\frac{E_T}{E} = P = \text{densité des raccordements téléphoniques principaux}$$

L'«intérêt» total  $I_{tot}$  pour  $E_o$  habitants est donc :

$$I_{tot} = E_o \cdot \frac{E_T}{E} \cdot k_1 \quad \text{avec } E_o = E - E_T$$

et

$$I_{tot} = \frac{(E - E_T) \cdot E_T}{E} \cdot k_1$$

Comme  $E_T = E \cdot P$

$$I_{tot} = \frac{(E - E \cdot P) \cdot E \cdot P}{E} \cdot k_1 = (1 - P) \cdot P \cdot k_1 \cdot E$$

On peut admettre que l'augmentation de la densité  $P$  est fonction linéaire du temps pendant lequel le candidat abonné est soumis aux effets de l'intérêt, multipliée par un facteur  $k_2$  indéterminé pour l'instant.

On peut ainsi écrire :

$$dP = E \cdot (1 - P) \cdot P \cdot k_1 \cdot dt \cdot k_2$$

Il se pose maintenant une question importante :

standekommt, und schliesslich wurde das Entwicklungsgesetz in Form einer Tangens-Hyperbelfunktion gefunden. Diese Grundlage hat uns nie ganz befriedigt, denn im Einzelfall ist die Beschaffung eines Telephon-Hauptanschlusses kein Zufall, und es ist deshalb sehr problematisch, das allgemeine Entwicklungsgesetz der Summe dieser Zufälligkeiten zuzuschreiben.

Wir haben deshalb nach einer Grundlage gesucht, die im Einzelfall Gültigkeit hat, und haben dann eine Integration für die Gesamtheit der Agglomerationen vorgenommen. Dadurch wurde übrigens das natürliche Entwicklungsgesetz wieder gefunden. Bevor sich eine Person oder eine Interessengemeinschaft für die Beschaffung eines Telephonanschlusses entschliesst, wird sie im allgemeinen die Vor- und Nachteile eines solchen Telephonanschlusses gegeneinander abwägen. Erst wenn der Interessent überzeugt ist, dass die Vorteile die Nachteile überwiegen, wird er sich zu einer Abonnementserklärung entschliessen.

Wenn wir nun die Vorteile, die ein Telephonanschluss einer Person oder Interessengemeinschaft zu gewähren vermag, im Zusammenhang mit der ganzen Entwicklung der Telephonie betrachten, so können wir erkennen, dass diese Vorteile zeitlich nicht konstant sind, sondern dass diese mit steigender Hauptanschlusssdichte ebenfalls steigen müssen. In der Tat war die «Attraktion» für die Beschaffung eines Telephonanschlusses in den Anfängen der Telephonie bedeutend kleiner als beispielsweise heute, konnten doch damals die Telephonbesitzer nur eine verhältnismässig kleine Zahl anderer Personen mit dem Telephon erreichen. Je grösser die Telephondichte ist, desto grösser ist auch der Nutzen eines Telephonanschlusses, wodurch sich also die «Attraktion» für die Beschaffung eines Telephonanschlusses gleich wie die Telephondichte verändert. Wir setzen deshalb die für die nachfolgende Studie ganz fundamentale Bedingung

$$\left. \begin{array}{l} \text{«Attraktion» für die Beschaffung} \\ \text{eines Telephonanschlusses auf einen} \\ \text{Abonnentskandidaten} \end{array} \right\} A = \frac{E_T}{E} \cdot k_1$$

wobei

- $E$  = Anzahl Einwohner des betrachteten Gebietes
- $E_T$  = Anzahl Einwohner mit Telephon
- $E_o$  = Anzahl Einwohner ohne Telephon
- $k_1$  = vorläufig unbekannter Faktor

durch Definition :

$$\frac{E_T}{E} = P = \text{Dichte der Telephon-Hauptanschlüsse}$$

Die gesamte «Attraktion»  $A_{tot}$  auf  $E_o$  Einwohner beträgt somit :

$$A_{tot} = E_o \cdot \frac{E_T}{E} \cdot k_1 \quad \text{mit } E_o = E - E_T$$

$$A_{tot} = \frac{(E - E_T) \cdot E_T}{E} \cdot k_1$$

celle de savoir si la population E peut être prise dans l'équation comme un facteur dépendant du temps ou non ?

Un examen de l'augmentation de la population et de la densité téléphonique donne les résultats suivants :

	Population au 1er décembre	P %	Augmentation population en %	Augmentation de P en %
1900	3 315 443	1,13	—	—
1910	3 753 293	1,80	13,2	59,3
1920	3 880 320	2,99	3,4	66
1930	4 066 400	5,3	4,8	76,9
1940	4 250 000	7,3	4,5	37,7*
1950	4 714 992	12,2	11	67,1
1960	5 429 061	20,1	15	64,7

\* Influence de la guerre mondiale

On voit que l'augmentation de la densité téléphonique est proportionnellement beaucoup plus forte que celle de la population. On peut donc, bien que cela représente une assez grossière simplification du problème, considérer l'augmentation de la population comme indépendante du temps. On examinera plus loin, en détail, ce problème fondamental.

On peut écrire :

$$E \cdot k_1 \cdot k_2 = k_3$$

d'où

$$dP = (1 - P) \cdot P \cdot k_3 \cdot dt$$

$$\frac{dP}{(1 - P) \cdot P} = k_3 \cdot dt$$

$$\int \frac{dP}{(1 - P) \cdot P} = \int k_3 \cdot dt$$

et

$$\ln \frac{P}{1 - P} + k = k_3 \cdot t$$

$$e^{(k_3 \cdot t - k)} = \frac{P}{1 - P}$$

d'où

$$P = \frac{e^{k_3 \cdot t - k}}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^{k_3 \cdot t - k} + 1 + e^{k_3 \cdot t - k} - 1}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1}$$

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{e^{k_3 \cdot t - k} - 1}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1} \right]$$

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{tgh} \left( \frac{k_3}{2} \cdot t - \frac{k}{2} \right) \right]$$

En posant

$$\frac{k_3}{2} = k_4 \quad \text{et} \quad \frac{k}{2} = k_5$$

on obtient

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{tgh} (k_4 \cdot t - k_5) \right] \quad (1)$$

expression qui représente la variation de la densité P en fonction du temps t sous la forme d'une tangente

Da  $E_T = E \cdot P$ , wird

$$A_{\text{tot}} = \frac{(E - E \cdot P) \cdot E \cdot P}{E} \cdot k_1 = (1 - P) \cdot P \cdot k_1 \cdot E$$

Wir können nun annehmen, dass die Zunahme der Telephondichte P proportional der Zeit ist, während welcher die Telefoninteressenten der «Attraktion» ausgesetzt sind, multipliziert mit einem vorläufig unbekanntem Faktor  $k_2$ .

Somit lässt sich aufführen :

$$dP = E \cdot (1 - P) \cdot P \cdot k_1 \cdot dt \cdot k_2$$

Es stellt sich nun die wichtige Frage, ob die Bevölkerung E als konstanter Faktor oder als zeitabhängige Grösse eingeführt werden muss. Zu diesem Zweck untersuchen wir die bisherige Entwicklung der Bevölkerungszahl und der Telefon-Hauptanschlusssdichte.

	Bevölkerung je am 1. Dezember	P in %	Bevölkerungszunahme in %	Zunahme P in %
1900	3 315 443	1,13	—	—
1910	3 753 293	1,80	13,2	59,3
1920	3 880 320	2,99	3,4	66
1930	4 066 400	5,3	4,8	76,9
1940	4 250 000	7,3	4,5	37,7*
1950	4 714 992	12,2	11	67,1
1960	5 429 061	20,1	15	64,7

\* Einfluss des zweiten Weltkrieges

Die Zunahme der Dichte der Telefon-Hauptanschlüsse ist somit wesentlich stärker als jene der Bevölkerung. Deshalb können wir, obwohl dies eine grobe Vereinfachung der Verhältnisse darstellt, die Bevölkerung als zeitlich unabhängigen Faktor in die Rechnung einbeziehen. Wir werden später noch auf dieses grundlegende Problem zurückkommen.

Somit können wir setzen :

$$E \cdot k_1 \cdot k_2 = k_3$$

woraus folgt :

$$dP = (1 - P) \cdot P \cdot k_3 \cdot dt$$

$$\frac{dP}{(1 - P) \cdot P} = k_3 \cdot dt$$

$$\int \frac{dP}{(1 - P) \cdot P} = \int k_3 \cdot dt$$

$$\ln \frac{P}{1 - P} + k = k_3 \cdot t$$

$$e^{(k_3 \cdot t - k)} = \frac{P}{1 - P}$$

$$P = \frac{e^{k_3 \cdot t - k}}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^{k_3 \cdot t - k} + 1 + e^{k_3 \cdot t - k} - 1}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1}$$

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{e^{k_3 \cdot t - k} - 1}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1} \right]$$

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{tgh} \left( \frac{k_3}{2} \cdot t - \frac{k}{2} \right) \right]$$

hyperbolique, identique à celle trouvée dans la première contribution, c. q. f. d.

Un point particulièrement intéressant de la tangente hyperbolique est le *point d'inflexion W*, c'est-à-dire le point où l'augmentation annuelle de la densité a la plus grande valeur, pour ensuite commencer à diminuer. En effet, jusqu'au point d'inflexion, P augmente sans cesse, ce qui revient à dire que le téléphone se propage toujours plus rapidement. A partir de ce point, l'augmentation se ralentit progressivement, pour tomber à zéro dès que chaque intéressé de la collectivité est raccordé au réseau téléphonique; la densité devient constante et maximum: il y a *saturation*. L'augmentation ou la diminution du nombre des abonnés est alors uniquement proportionnelle aux variations de la population et des communautés.

Dans la contribution de 1956, la prévision avait été déterminée graphiquement; cette méthode s'étant révélée insuffisamment exacte, on a utilisé la méthode mathématique suivante.

La fonction (1) ne se prêtant pas facilement au développement mathématique du problème, on la transforme tout d'abord en faisant coïncider le point 0 de la variable «temps» avec le point d'inflexion de la tangente hyperbolique, ce qui est représenté à la *figure 2*.

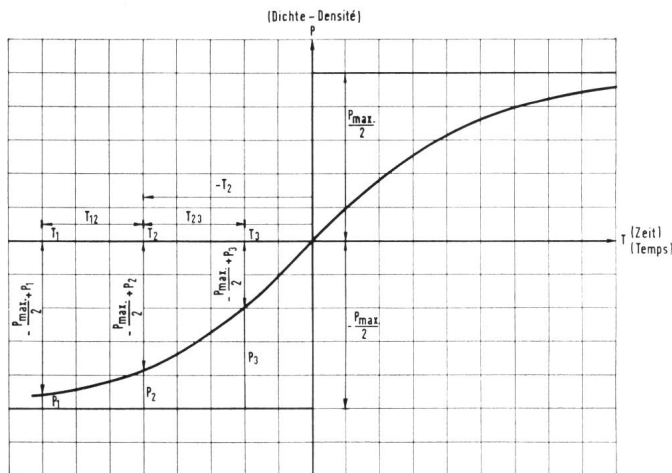


Fig. 2.

Afin que l'expression  $P = f(t)$  puisse être satisfaite, il faut transformer les valeurs de T et P en facteurs applicables à une tangente hyperbolique. A cet effet, on multiplie la densité P par un facteur  $k_P$ , pour l'instant indéterminé, tel que  $k_P \cdot P_{\max} = 2$ .

$k_P \cdot P$  varie de 0 à 2 pour une variation de T de  $-\infty$  à  $+\infty$ . Comme le temps T, exprimé en années, ne peut fournir aucune indication de sa position réelle, on doit également le multiplier par un facteur  $k_t$  aussi indéterminé.

On a donc:

$$1 - k_P \cdot P = x \quad \text{où} \quad k_P \cdot \frac{P_{\max}}{2} = 1$$

Wir setzen

$$\frac{k_3}{2} = k_4 \quad \text{und} \quad \frac{k}{2} = k_5$$

somit

$$P = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{tgh}(k_4 \cdot t - k_5) \right] \quad (1)$$

Gleichung (1) gibt den Verlauf der Dichte P in Abhängigkeit der Zeit t und zeigt in Übereinstimmung mit der ersten Studie, dass die Dichte P einer Tangens-Hyperbelfunktion (tgh-Funktion) folgt.

Ein ganz besonders interessanter Punkt dieser Entwicklungskurve ist der *Wendepunkt W*, das heisst der Zeitpunkt, zu dem beispielsweise die jährliche Zunahme am grössten ist, von dem an aber die jährliche Zunahme zu fallen beginnt. Bis zum Wendepunkt nimmt P immer schneller zu, was bedeutet, dass sich das Telefon rascher ausbreitet. Nach diesem Zeitpunkt verlangsamt sich die Entwicklung zusehends, um schliesslich in dem Augenblick auf Null abzusinken, in dem alle Personen oder Interessengemeinschaften das Telefon besitzen. Es ist dies der Zeitpunkt der *Sättigung*, in dem die Dichte konstant und maximal ist, und sowohl Zuwachs als auch Verminderung der Telefonanschlüsse direkt proportional der Veränderung der Einwohner- beziehungsweise Interessengemeinschaften sind.

Da sich die graphische Methode für die Prognose, wie die erste Studie zeigte, als zu ungenau erwies, werden wir nun in der Folge eine mathematische Methode anwenden.

Die Funktion (1) ist für die mathematische Weiterentwicklung des Problems nicht besonders geeignet. Wir müssen die relative Zeit «null» in den Wendepunkt der tgh-Funktion setzen. Die Entwicklungskurve lässt sich somit gemäss *Figur 2* darstellen.

Damit die tatsächliche Funktion  $P = f(t)$  festgelegt werden kann, müssen nun die Werte von T und P so transformiert werden, dass sie für die Tangens-Hyperbelfunktion etwas aussagen. Zu diesem Zweck multiplizieren wir die Dichte P mit einem vorläufig unbekanntem Faktor  $k_P$ , so dass  $k_P \cdot P_{\max} = 2$ . Das heisst  $k_P \cdot P$  durchläuft den Bereich null-zwei für eine Variation T von  $-\infty$  bis  $+\infty$ . Da die Zeit T, ausgedrückt in Jahren, noch keine Aussage über die wirkliche Position auf der Zeitachse erlaubt, müssen wir T mit einem ebenfalls unbekanntem Faktor  $k_t$  multiplizieren.

Wir setzen also:

$$1 - k_P \cdot P = x \quad \text{wobei} \quad k_P \cdot \frac{P_{\max}}{2} = 1$$

$$k_t \cdot T = y \quad \text{wobei} \quad P_{\max} = \text{Dichte bei Sättigung am «Ende der Entwicklung»}$$

und erhalten dadurch die in *Figur 3* dargestellten Verhältnisse, die uns nun gestatten, die tgh-Funktion zu verwenden. Im besonderen ist damit die Dichte P als Funktion des Abstandes vom Wendepunkt definiert.

$$k_t \cdot T = y$$

$P_{\max}$  est la densité maximum à la fin du développement, c'est-à-dire à saturation.

On obtient les conditions représentées dans la figure 3 permettant d'avoir recours à la tangente hyperbolique. En particulier, la densité  $P$  est définie en fonction de la distance du point d'inflexion.

$P$  est alors donné par

$$1 - k_P \cdot P = \operatorname{tgh}(-k_t \cdot T) \quad \text{et}$$

$$P = \frac{1}{k_P} \left[ 1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T) \right] \quad (2)$$

Pour 3 points quelconques  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ , on a les relations

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 - k_t \cdot T_{12}) = 1 - k_P \cdot P_1 \quad (3)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2) = 1 - k_P \cdot P_2 \quad (4)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 + k_t \cdot T_{23}) = 1 - k_P \cdot P_3 \quad (5)$$

Ces équations contiennent comme facteurs connus les 3 densités  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ , ainsi que les différences de temps  $T_{12}$  et  $T_{23}$  et les trois inconnues  $T_2$  (temps depuis  $P_2$  au point d'inflexion)  $k_P$  et  $k_t$ .

$T_2$ ,  $k_P$  et  $k_t$  peuvent donc être déterminées.

Le calcul sera simplifié si l'on admet  $T_{12} = T_{23}$ . Cela est possible, car on peut choisir 3 points quelconques comme points de référence, par exemple  $T_1 = 1900$ ,  $T_2 = 1931$  et  $T_3 = 1962$ , à intervalles égaux de 31 ans. On peut alors poser  $T_{12} = T_{23} = T$ .

On obtient pour (3), (4) et (5)

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 - k_t \cdot T) = 1 - k_P \cdot P_1 \quad (6)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2) = 1 - k_P \cdot P_2 \quad (7)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 + k_t \cdot T) = 1 - k_P \cdot P_3 \quad (8)$$

En résolvant les équations (6) et (8) par  $\operatorname{tgh}(k_t \cdot T)$ , on obtient:

De (6)

$$\frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} = k_P \cdot P_1 - 1$$

d'où

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{k_P \cdot P_1 - 1 - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - k_P \cdot P_1 \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}$$

De (7)

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1$$

d'où

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2 - k_P \cdot P_1 \cdot P_2} \quad (9)$$

De (8)

$$\frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)}{1 - (\operatorname{tgh} k_t \cdot T_2) \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} = k_P \cdot P_3 - 1$$

d'où

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - k_P \cdot P_3 + 1}{1 - k_P \cdot P_3 \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}$$

Comme

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1$$

on a

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{P_2 - P_3}{P_2 + P_3 - k_P \cdot P_2 \cdot P_3} \quad (10)$$

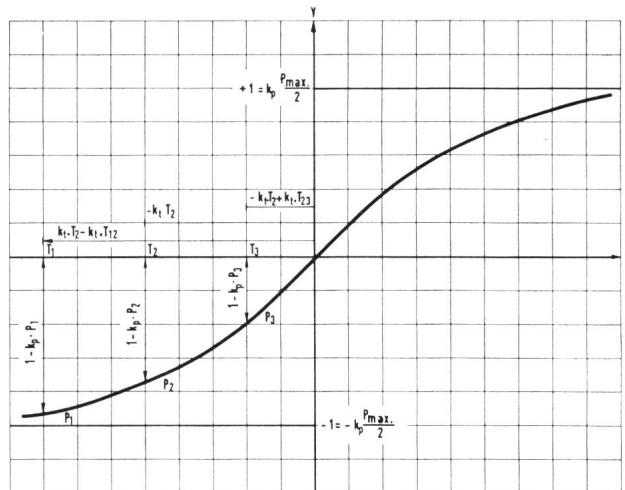


Fig. 3.

Die Dichte  $P$  als Funktion des Abstandes  $t$  vom Wendepunkt ist somit gegeben durch:

$$1 - k_P \cdot P = \operatorname{tgh}(-k_t \cdot T)$$

$$P = \frac{1}{k_P} \left[ 1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T) \right] \quad (2)$$

Für drei beliebige Punkte  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  gelten die Beziehungen:

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 - k_t \cdot T_{12}) = 1 - k_P \cdot P_1 \quad (3)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2) = 1 - k_P \cdot P_2 \quad (4)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 + k_t \cdot T_{23}) = 1 - k_P \cdot P_3 \quad (5)$$

Die Gleichungen (3), (4) und (5) enthalten die drei bekannten Telefon-Hauptanschlussdichten  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ , die bekannten Zeitdifferenzen  $T_{12}$  und  $T_{23}$  sowie die drei Unbekannten:  $T_2$  (Zeit vom Punkt  $P_2$  bis zum Wendepunkt) sowie die Faktoren  $k_P$  und  $k_t$ .

$T_2$ ,  $k_P$  und  $k_t$  können somit bestimmt werden.

Die Rechnung kann stark vereinfacht werden, wenn  $T_{12} = T_{23}$  gesetzt wird. Diese Vereinfachung ist zulässig, da es keine Rolle spielt, welche drei Punkte der bisherigen Telefonentwicklung man als Bezugspunkte wählt. Dies würde also bedeuten, dass zum Beispiel  $T_1 = 1900$ ,  $T_2 = 1931$  und  $T_3 = 1962$  gewählt werden. Wir können somit  $T_{12} = T_{23} = T$  setzen.

Damit werden die Gleichungen (3), (4) und (5)

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 - k_t \cdot T) = 1 - k_P \cdot P_1 \quad (6)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2) = 1 - k_P \cdot P_2 \quad (7)$$

$$\operatorname{tgh}(-k_t \cdot T_2 + k_t \cdot T) = 1 - k_P \cdot P_3 \quad (8)$$

Wir lösen nun die Gleichungen (6) und (8) explizite nach  $\operatorname{tgh}(k_t \cdot T)$  auf. Aus Gleichung (6) erhalten wir:

$$\frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} = k_P \cdot P_1 - 1$$

daraus folgt:

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{k_P \cdot P_1 - 1 - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - k_P \cdot P_1 \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}$$

Aus Gleichung (7) erhalten wir die Beziehung:

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1$$

De (9) et (10), on tire le facteur  $k_P$  en fonction des densités  $P_1, P_2, P_3$

$$k_P = \frac{2}{P_2} \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} \quad (11)$$

Les expressions (7) et (11) donnent

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = 2 \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} - 1 \quad (12)$$

De la figure 2, on tire

$$\frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2)}{T_2} = \frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2) - \operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_3)}{T_{23}}$$

d'où

$$\boxed{T_2 = T_{23} \cdot \frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2)}{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2) - \operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_3)}} \quad (13)$$

avec  $k_P$  prenant la valeur selon (11).

*Ainsi, le temps  $T_2$  qui s'écoule depuis  $P_2$  jusqu'au moment de l'inflexion  $W_2$  est déterminé en fonction des 3 densités téléphoniques  $P_1, P_2, P_3$  et de la distance, en années, des points  $P_1$  et  $P_3$  au point  $P_2$ .*

Une valeur aussi très intéressante à connaître est  $P_{\max}$ .

On a vu que  $k_P \cdot \frac{P_{\max}}{2} = 1$

d'où

$$\boxed{P_{\max} = \frac{2}{k_P} = P_2 \cdot \frac{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3}{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}} \quad (14)$$

## 2.1 Les résultats pour la Suisse

### Détermination du point d'inflexion $W$

On prend, par exemple, pour les points de référence de la densité  $P$  les valeurs à fin 1900, 1931 et 1962, soit à intervalles de 31 ans.

On a

$$P_1 = 1,13$$

$$P_2 = 5,63$$

$$P_3 = 21,5$$

On calcule  $T_2$  avec  $P_2$  en 1931, d'après la formule (13) et  $k_P = 0,0333$  selon (11)

d'où  $T_2 = 41,7$  ans, soit 42 ans.

Le point de référence moyen  $P_2$  ayant été choisi en 1931, l'inflexion en  $W_2$  de la courbe moyenne aura lieu en

$$1931 + 42, \text{ soit } \boxed{W_2 = 1973}$$

La densité maximum  $P$  est donnée par la formule (14)

$$P_{\max} = \frac{2}{k_P} = \frac{2}{0,0333}$$

$$\boxed{P_{\max} = 60\%}$$

soit wird

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2 - k_P \cdot P_1 \cdot P_2} \quad (9)$$

Aus Gleichung (8)

$$\frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)}{1 - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} = k_P \cdot P_3 - 1$$

daraus folgt:

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - k_P \cdot P_3 + 1}{1 - k_P \cdot P_3 \cdot \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) - \operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2)}$$

auch hier gilt die Beziehung

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1$$

womit 
$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T) = \frac{P_2 - P_3}{P_2 + P_3 - k_P \cdot P_2 \cdot P_3} \quad (10)$$

Aus Gleichungen (9) und (10) erhalten wir den Faktor  $k_P$  als Funktion der drei Dichten  $P_1, P_2, P_3$  wie folgt:

$$k_P = \frac{2}{P_2} \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} \quad (11)$$

Die Gleichungen (7) und (11) ergeben somit:

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = 2 \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} - 1 \quad (12)$$

Aus Figur 2 können wir folgende Beziehung ableiten:

$$\frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2)}{T_2} = \frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2) - \operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_3)}{T_{23}}$$

woraus folgt:

$$\boxed{T_2 = T_{23} \cdot \frac{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2)}{\operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_2) - \operatorname{Artgh}(1 - k_P \cdot P_3)}} \quad (13)$$

mit  $k_P$  gemäss Formel (11).

*Damit ist die zeitliche Entfernung  $T_2$  des Wendepunktes  $W_2$  vom Punkt  $P_2$  in Abhängigkeit der drei Telephondichten  $P_1, P_2, P_3$  und der Abstände (in Jahren) der Punkte  $P_1$  und  $P_3$  vom Punkt  $P_2$  bestimmt.*

Ein Wert, der ebenfalls sehr interessiert, ist die gesamte Dichte am «Ende der Entwicklung» =  $P_{\max}$ .

Wir hatten gefunden  $k_P \cdot \frac{P_{\max}}{2} = 1$

daraus folgt:

$$\boxed{P_{\max} = \frac{2}{k_P} = P_2 \cdot \frac{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3}{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}} \quad (14)$$

## 2.1 Auswertung der theoretischen Ergebnisse für die Verhältnisse in der Schweiz

### Bestimmung des Wendepunktes $W$

Wir stützen uns auf die bekannten Hauptanschlussdichten in den Jahren 1900, 1931, 1962 (Intervalle von 31 Jahren).

$$P_1 = 1,13$$

$$P_2 = 5,63$$

$$P_3 = 21,5$$

Il est intéressant aussi de connaître comment se déplace le point d'inflexion avec la variation des densités  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ .

A cet effet, afin de rester plus proche de la réalité, on a enveloppé la courbe réelle du développement par des tangentes hyperboliques supérieure et inférieure, de telle façon qu'elle se trouve à l'intérieur de la bande ainsi tracée (voir *fig. 4*). On constatera que seule la valeur de 1941 est en dehors de la bande, en raison des conditions extraordinaires dues à la guerre mondiale.

Les courbes enveloppantes ont été calculées avec les valeurs suivantes:

	courbe supérieure	courbe inférieure
$P_1$ (1900)	1,23	1,03
$P_2$ (1931)	5,75	5,36
$P_3$ (1962)	21,80	20,50

A l'aide des formules (13) et (14), on calcule les points d'inflexion  $W_1$  et  $W_3$  et les densités maximums  $P_{\max}$  des courbes enveloppantes et l'on obtient:

Courbe supérieure:  
point d'inflexion  $W_3$ : 1978  
 $P_{\max}$ : 72,5%

Courbe inférieure:  
point d'inflexion  $W_1$ : 1967  
 $P_{\max}$ : 51,5%

On lit dans la figure 4 que la densité probable en l'an 2000 variera entre 43,9 et 54,9% avec une valeur pour la courbe moyenne de 48,9%. Ces densités paraissent élevées et l'on essaiera, par la suite, d'obtenir avec la deuxième méthode (analyse) une confirmation de ces résultats. Dans la contribution de 1956, on était arrivé aux chiffres de 30,8, 31,2, 31,6% respectivement.

## 2.2 Etude de la variation annuelle de l'augmentation de la densité des raccordements principaux

Cette étude a pour but de trouver quelques éléments confirmant l'exactitude des prévisions émises.

La variation annuelle de la densité  $P$  en % est donnée par

$$\frac{\Delta P}{P} \cdot 100 \quad \text{pour } \Delta T = 1 \text{ (année)}$$

Selon formule (2)

$$P = \frac{1}{k_P} [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]$$

d'où

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)}$$

On peut poser avec suffisamment de précision pour l'augmentation annuelle  $\Delta P$

Die Zeitspanne  $T_2$  zwischen dem Wendepunkt und dem mittleren Bezugspunkt  $P_2$  (1931) kann nach den Formeln (11) und (13) berechnet werden:

$$T_2 = 41,7 \approx 42 \text{ Jahre}$$

$$k_P = 0,0333$$

Da der mittlere Bezugspunkt im Jahre 1931 gewählt wurde, wird somit der Wendepunkt auf das Jahr 1931 + 42

$$W_2 = 1973$$

fallen.

Im weiteren interessiert die gesamte Dichte  $P_{\max}$  im Falle der Sättigung. Gemäss Formel (14) beträgt sie:

$$P_{\max} = \frac{2}{k_P} = \frac{2}{0,0333}$$

$$P_{\max} = 60\%$$

Es ist ferner interessant zu untersuchen, wie sich die Lage des Wendepunktes verändert, wenn die Dichten  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  verändert werden. Zu diesem Zweck umhüllen wir die effektive Entwicklungskurve durch eine obere und untere Tangens-Hyperbelkurve, so dass sich die tatsächliche Entwicklungskurve immer innerhalb der oberen und unteren Tangens-Hyperbelfunktion befindet (siehe *Figur 4*). Eine Ausnahme davon bildet der Punkt 1941, wo die Tangens-Hyperbelumhüllung als Folge des zweiten Weltkrieges unterschritten wird.

Die Umhüllungskurven sind durch folgende Punkte bestimmt:

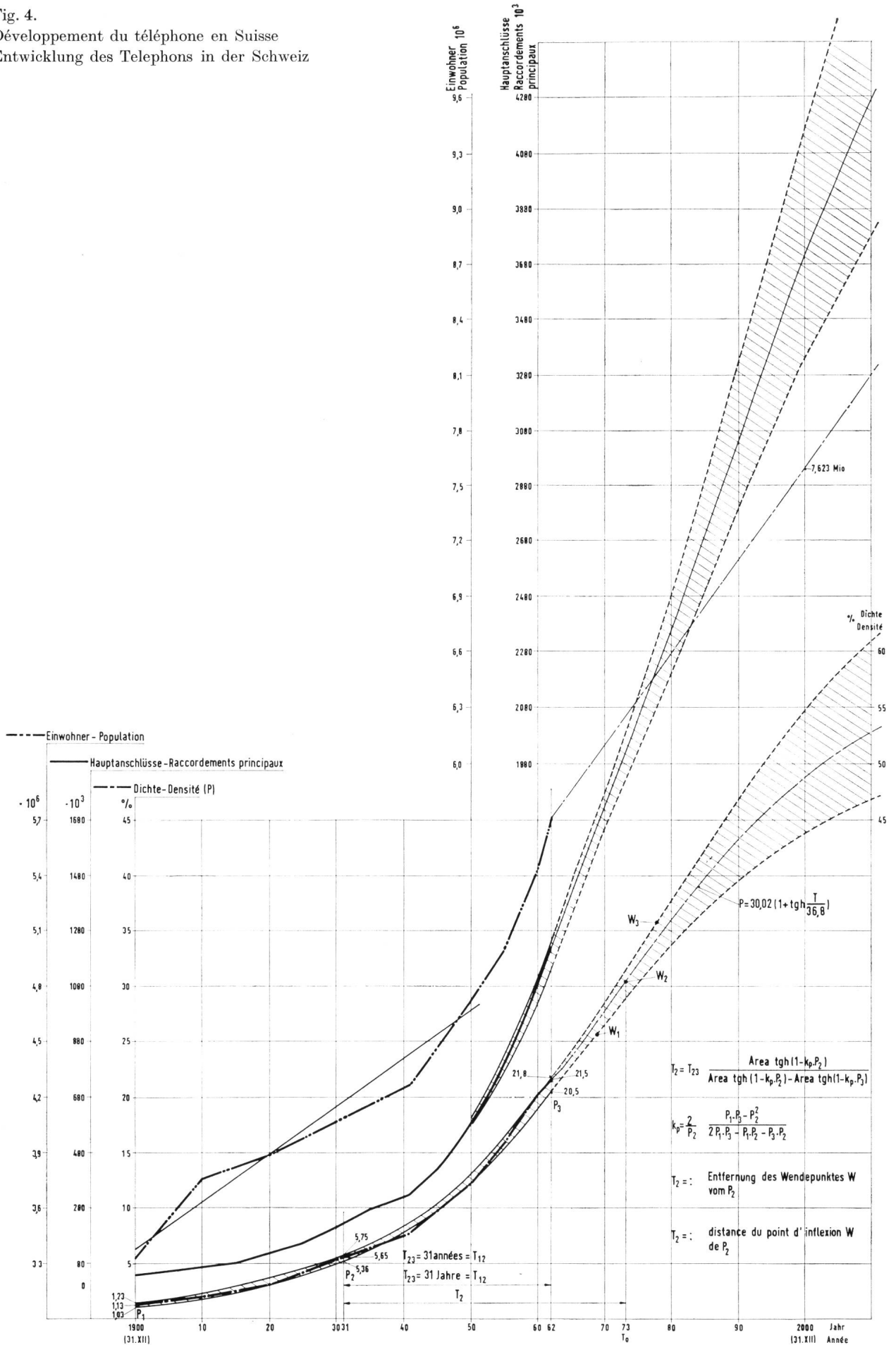
	obere Kurve	untere Kurve
$P_1$ (1900)	1,23	1,03
$P_2$ (1931)	5,75	5,36
$P_3$ (1962)	21,80	20,50

Mit den Formeln (13) und (14) lassen sich die Wendepunkte  $W_1$  und  $W_3$  sowie die gesamten Dichten  $P_{\max}$  der Umhüllungskurven folgendermassen berechnen:

Wendepunkt (obere Kurve) $W_3$	1978
Wendepunkt (untere Kurve) $W_1$	1967
$P_{\max}$ (obere Kurve)	72,5%
$P_{\max}$ (untere Kurve)	51,5%

In *Figur 4* sind diese Kurven dargestellt. Daraus kann entnommen werden, dass die wahrscheinliche Dichte im Jahre 2000 zwischen 43,9% und 54,9% liegen wird (mittlere Kurve 48,9%). Diese Dichten scheinen recht hoch, und wir werden in der Folge untersuchen, ob auch die Methode 2 (Analyse) zu einem übereinstimmenden Resultat führt. Die Studie vom Jahre 1956 ergab folgende Werte: 30,8%, 31,2%, 31,6%.

Fig. 4.  
 Développement du téléphone en Suisse  
 Entwicklung des Telefons in der Schweiz



$$\Delta P = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)} \cdot \Delta T, \text{ où } \Delta T = 1 \cdot k_t$$

et en %

$$\frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)} \cdot \frac{k_P}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} \cdot k_t \cdot 100$$

$$\Delta P \%_{\text{annuel}} = \frac{100 \cdot k_t}{\cosh^2(k_t \cdot T) \cdot [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]} \quad (15)$$

T = distance du point d'inflexion en années.

Pour la Suisse, le point d'inflexion étant vers 1973, on aura selon (4)

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1 \text{ avec } P_2 = 5,63 \text{ et } T_2 = 1973 - 1931 = 42$$

d'où  $k_t = 0,0271$

$$\text{et } \Delta P \%_{\text{annuel}} = \frac{2,71}{\cosh^2(0,0271 \cdot T) \cdot [1 + \operatorname{tgh}(0,0271 \cdot T)]}$$

On obtient les valeurs suivantes:

**Tableau I. Valeurs de l'augmentation théorique (Suisse)**

Années	T	$\Delta P \%_{\text{annuel}}$
1900	-73	5,3
1920	-53	5,1
1940	-33	4,6
1960	-13	3,6
1980	+7	2,2
2000	+27	0,95
2020	+47	0,39

La figure 5 montre la variation de  $\Delta P$  en f (T).

Il est aussi intéressant de comparer les valeurs théoriques et les valeurs réelles, telles qu'elles figurent au tableau II. Les variations à courts intervalles étant de peu d'importance, on a examiné le développement pour des intervalles de 5 ou 10 ans.

**Tableau II. Valeurs de l'augmentation réelle (Suisse)**

Année	P	$\Delta P \%_{\text{pour 5 ans}}$	$\Delta P \%_{\text{pour 5 ans, par rapport à P début période}}$	$\Delta P \%_{\text{annuel, par rapport à P moyen de la période}}$
1902	1,26			
1907	1,61	0,35	27,7	4,9 (1902-07)
1912	2,02	0,41	25,4	4,5 (1907-12)
1917	2,32	0,3	14,8	} 4,7 (1912-22)
1922	3,27	0,95	40,9	
1927	4,22	0,95	29	5,1 (1922-27)
1932	5,88	1,66	39,3	} 4,7 (1927-37)
1937	6,82	0,94	16	
1942	8,04	1,22	17,8	} 4,1 (1937-47)
1947	10,4	2,36	29,3	
1952	13,5	3,1	29,8	5,2 (1947-52)
1957	17,6	4,1	30,3	5,3 (1952-57)
1962	21,5	3,9	22,1	4,0 (1957-62)

## 2.2 Studie über den Verlauf der prozentualen jährlichen Zunahme der Hauptanschlussdichte

Diese Untersuchung soll uns einige Anhaltspunkte über die Richtigkeit der Prognose vermitteln.

Die jährliche prozentuale Dichtezunahme ist festgesetzt als

$$\frac{\Delta P}{P} \cdot 100 \quad \text{für } \Delta T = 1 \text{ (Jahr)}$$

Gemäss Formel (2) beträgt:

$$P = \frac{1}{k_P} [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)}$$

Der jährliche Zuwachs  $\Delta P$  kann mit genügender Genauigkeit bestimmt werden als:

$$\Delta P = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)} \cdot \Delta T \quad (\Delta T = 1 \cdot k_t)$$

Die jährliche Zunahme in % wird somit:

$$\frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{1}{k_P} \cdot \frac{1}{\cosh^2(k_t \cdot T)} \cdot \frac{k_P}{1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)} \cdot k_t \cdot 100$$

$$\Delta P \%_{\text{jährlich}} = \frac{100 \cdot k_t}{\cosh^2(k_t \cdot T) \cdot [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]} \quad (15)$$

T = Entfernung vom Wendepunkt (in Jahren)

Für schweizerische Verhältnisse wurde als Wendepunkt das Jahr 1973 errechnet. ( $k_t$ ) kann aus der Formel (4) entwickelt werden:

$$\operatorname{tgh}(k_t \cdot T_2) = k_P \cdot P_2 - 1$$

$$P_2 = 5,63 \quad T_2 = 1973 - 1931 = 42$$

$$k_t = 0,0271$$

Somit lässt sich die jährliche Zunahme in Abhängigkeit der zeitlichen Entfernung vom Wendepunkt bestimmen.

$$\Delta P \%_{\text{jährlich}} = \frac{2,71}{\cosh^2(0,0271 \cdot T) \cdot [1 + \operatorname{tgh}(0,0271 \cdot T)]}$$

**Tabelle I. Theoretische jährliche Zunahme für schweizerische Verhältnisse**

Jahr	T	$\Delta P \%_{\text{jährlich}}$
1900	-73	5,3
1920	-53	5,1
1940	-33	4,6
1960	-13	3,6
1980	+7	2,2
2000	+27	0,95
2020	+47	0,39

Figur 5 zeigt den Verlauf  $\Delta P = f(T)$ .

Im besonderen interessiert uns ein Vergleich zwischen der theoretischen Zunahmekurve und

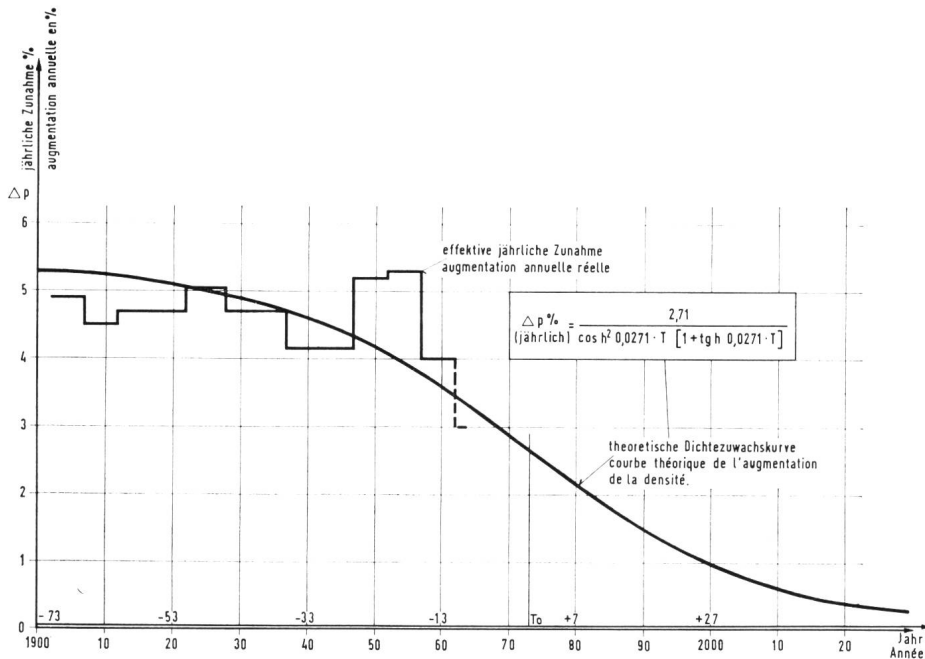


Fig. 5.  
Augmentation annuelle réelle et théorique en % de la densité, pour la Suisse  
Effektive und theoretische jährliche Dichtezunahme in % für die Schweiz

Bien que les intervalles aient été choisis relativement grands, la dispersion entre les périodes de 5 ans est encore relativement grande. Il est évident cependant qu'à des périodes de grande augmentation ont succédé celles de petite augmentation. On voit aussi qu'il est possible de grouper des intervalles voisins de telle façon que la variation annuelle moyenne de leur densité soit à peu près constante.

Des courbes de développement réelles et théoriques de la figure 5, on tire les quelques constatations suivantes fort intéressantes.

- L'augmentation moyenne annuelle de la densité est de 4,7% pour la période 1902-1912 et de 4,6% pour celle de 1952-1962. Cela confirme que le développement se trouve encore dans la partie inférieure de la tangente hyperbolique. Si pour les périodes de 1952-1957 et 1957-1962, l'augmentation de  $\Delta P$  n'avait pas passé de 5,3% à 4,0%, on aurait même pu douter de pouvoir dire que l'on avait identifié avec certitude cette forme de courbe.
- Puisque l'on croit que le développement suit la loi de la tangente hyperbolique, on doit s'attendre, dès ces prochaines années, à une diminution sensible de la valeur de l'augmentation en pour-cent de la densité. Ainsi, pour l'année 1965, cette diminution, par rapport à la période de 1900-1920, pourrait être d'au moins 1%, ce qui donne une valeur absolue d'à peine 4%. En 1973, elle ne serait plus que de la moitié de cette même période, soit environ 2,5%.
- L'étude de l'augmentation annuelle de la densité en pour-cent montre que la densité maximum, à saturation, calculée à 60%, n'est pas une utopie, mais paraît plutôt faible.

der bisherigen tatsächlichen Zunahme. Die kurzfristigen Schwankungen sind dabei von untergeordneter Bedeutung, weshalb die bisherige Entwicklung in Intervallen von 5 oder 10 Jahren untersucht wird.

Tabelle II. Tatsächliche Zunahme (Schweiz)

Jahr	P	$\Delta P$ % für 5 Jahre	$\Delta P$ % für 5 Jahre, bezogen auf P anfangs der Periode	$\Delta P$ % jährlich, bezogen auf das mittlere P der Periode
1902	1,26			
1907	1,61	0,35	27,7	4,9 (1902-07)
1912	2,02	0,41	25,4	4,5 (1907-12)
1917	2,32	0,30	14,8	} 4,7 (1912-22)
1922	3,27	0,95	40,9	
1927	4,22	0,95	29	5,1 (1922-27)
1932	5,88	1,66	39,3	} 4,7 (1927-37)
1937	6,82	0,94	16	
1942	8,04	1,22	17,8	} 4,1 (1937-47)
1947	10,4	2,36	29,3	
1952	13,5	3,1	29,8	5,2 (1947-52)
1957	17,6	4,1	30,3	5,3 (1952-57)
1962	21,5	3,9	22,1	4,0 (1957-62)

Obschon recht grosse Intervalle gewählt wurden, ist die Streuung der bisherigen Dichtezunahme für je 5 Jahre verhältnismässig gross. Es ist aber unverkennbar, dass Perioden mit kleinem Wachstum durch solche mit grossem Wachstum abgelöst werden. Es ist möglich, benachbarte Zeitintervalle so zu gruppieren, dass die Dichte-Zunahme für je 5 oder 10 Jahre recht konstant ist.

Die Gegenüberstellung der tatsächlichen jährlichen Zunahme und der theoretischen Zunahmekurve, wie sie in Figur 5 dargestellt ist, erlaubt nun folgende, sehr interessante Feststellungen:

- La fin du développement étant à l'infini, on a examiné le cas concret de l'an 2000.

Le calcul avec  $P = \frac{1}{k_P} [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]$  a donné

une densité d'environ 49%. Cela suppose, en se basant sur le passé, que l'augmentation de la densité en pour-cent sera d'environ 2,7% en 1970, 2,2% en 1980, 1,5% en 1990 pour atteindre la valeur de 0,95% en l'an 2000. Si, au cours des 37 prochaines années, le décroissement n'avait pas lieu dans cette mesure, la densité en l'an 2000 serait plus élevée que 49%.

Il peut paraître osé d'admettre que  $\Delta P$  en pour-cent passera de 4% à 0,95% en 37 ans, si l'on sait qu'elle n'a décréu que de 4,9% à 4% durant les 60 dernières années. De ce point de vue, la valeur prévue d'environ 49% en l'an 2000 paraît plutôt faible.

### 2.3 Comparaison entre le développement de la densité des raccordements téléphoniques principaux en Suède et en Suisse

Il est particulièrement utile de comparer le développement de deux pays qui sont semblables dans bien des choses et parce que l'usage du téléphone est plus répandu en Suède qu'en Suisse. En effet, en 1951, la Suède avait une densité téléphonique d'environ 20% (1960=28%), densité que nous n'avons atteinte qu'en 1960, ce qui correspond à un retard de quelque 9 ans.

Comme on l'a vu pour la Suisse, si le développement se fait selon une tangente hyperbolique, l'augmentation en pour-cent doit continuer à diminuer ces prochaines années. Il est donc très intéressant d'examiner l'évolution en Suède, car ce pays se trouve déjà dans cette phase.

La figure 6 montre la variation de la densité des raccordements principaux en Suède. Elle était en

1900 de	1,1 %	(P <sub>1</sub> )
1930 de	7 %	(P <sub>2</sub> )
1960 de	28 %	(P <sub>3</sub> )

On calcule le point d'inflexion T<sub>2</sub> par rapport à un point de référence moyen choisi en 1930 (P<sub>2</sub>) à l'aide de la formule (13)

où  $k_P = 0,0366$ , selon (11)

$$T_2 = 29,4, \text{ admis } 30 \text{ années.}$$

L'inflexion W a donc eu lieu en 1960, car  $1930 + 30 = 1960$ .

La densité  $P_{max}$  à saturation sera selon (14)  $\frac{2}{0,0366}$ , soit environ 55%.

Si l'on calcule maintenant l'augmentation théorique annuelle, en pour-cent, de la densité P en appliquant l'expression (15)

$$\text{avec } P_2(1930) = 7$$

$$k_P = 0,0366$$

$$T_2 = 30$$

$$\text{et } k_t = 0,0326 \text{ selon (4)}$$

- Die mittlere jährliche Dichtezunahme betrug in der Zeitspanne 1902–1912 4,7% gegenüber 4,6% in der Zeit 1952–1962. Dies bestätigt, dass wir uns noch im unteren Teil der Tangens-Hyperbelfunktion befinden. Würde die Dichtezunahme in der Periode 1957–1962 gegenüber der Periode 1952–1957 nicht von 5,3% auf 4,0% fallen, so wäre es sogar schwierig, die Entwicklung der Telephondichte als Tangens-Hyperbelfunktion zu identifizieren.

- Folgt die Entwicklung tatsächlich einer Tangens-Hyperbelfunktion, so muss in den nächsten Jahren eine spürbare Abnahme des prozentualen jährlichen Dichtezuwachses eintreten. Für das Jahr 1965 wäre dann gegenüber der Periode 1900–1920 eine Abnahme der jährlichen Zunahme von mindestens 1% zu erwarten, das heisst der jährliche Dichtezuwachs würde auf etwa 4% absinken. Im Jahre 1973 würde der jährliche Dichtezuwachs nur noch rund die Hälfte der Periode 1900–1920 betragen, also etwa 2,5%.

- Die Studie über die Entwicklung des prozentualen jährlichen Dichtezuwachses lässt die totale Dichte von 60% bei vollständiger Sättigung nicht mehr als utopisch, sondern eher als zu tief erscheinen.

- Da die vollständige Sättigung erst am Ende der Entwicklung eintritt und deswegen unabsehbar ist, wenden wir uns konkret dem Jahre 2000 zu.

Die Berechnung  $P = \frac{1}{k_P} [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]$  zeigt

im Jahre 2000 eine Dichte von ungefähr 49%. Auf Grund der bisherigen Entwicklung bedingt dies aber, dass der jährliche prozentuale Dichtezuwachs im Jahre 1970 auf etwa 2,7%, 1980 auf 2,2%, 1990 auf 1,5% und 2000 auf 0,95% absinkt. Tritt diese deutliche Abnahme der prozentualen jährlichen Dichtezunahme in den nächsten 37 Jahren nicht ein, so wird die Telefon-Hauptanschlussdichte im Jahre 2000 noch höher liegen als 49%.

Nachdem in den letzten 60 Jahren lediglich eine Abnahme der prozentualen jährlichen Zunahme von etwa 4,9% auf 4% zu verzeichnen ist, fällt es nicht leicht, daran zu glauben, dass die prozentuale Zunahme in den folgenden 37 Jahren von rund 4% auf 0,95% abfallen soll. Auch von diesem Standpunkt aus betrachtet, scheint die Prognose, wonach die Dichte im Jahre 2000 auf etwa 49% steigen wird, eher tief.

### 2.3 Vergleich der Entwicklung der Telefon-Hauptanschlüsse in Schweden und der Schweiz

Ein Vergleich der Entwicklung in diesen beiden Ländern ist besonders interessant, weil diese zwei Länder in mancher Beziehung Ähnlichkeiten aufweisen, die Telephonentwicklung in Schweden

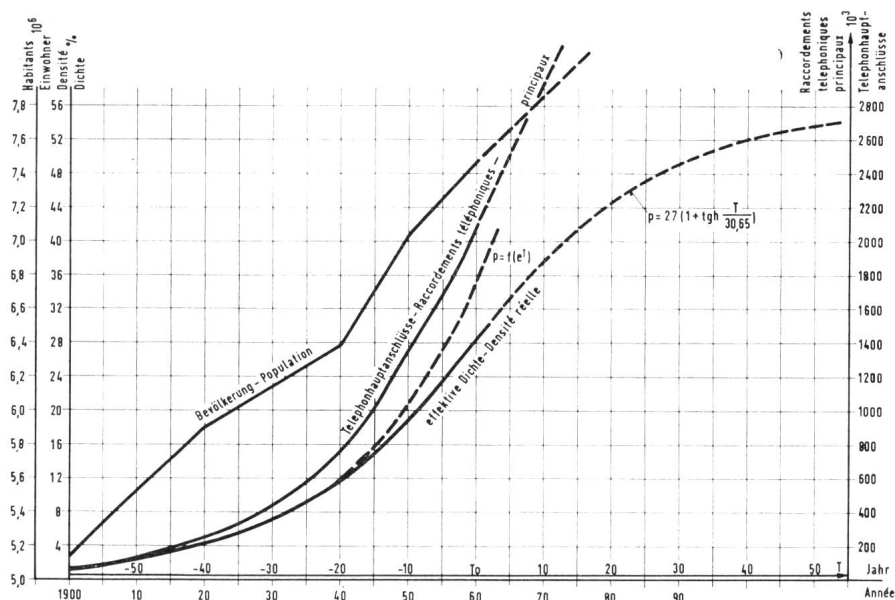


Fig. 6.  
Développement du téléphone en Suède  
Entwicklung des Telephons in Schweden

on trouve

$$\Delta P \% = \frac{3,26}{\text{annuel} \cosh^2(0,0326 \cdot T) \cdot [1 + \text{tgh}(0,0326 \cdot T)]}$$

On obtient les valeurs suivantes:

Tableau III. Valeurs de l'augmentation théorique (Suède)

Année	T	$\Delta P \% \text{ annuel}$ (Suède)	$\Delta P \% \text{ annuel}$ (p. m.) (Suisse)
1900	-60	6,4	5,3
1920	-40	6,0	5,1
1940	-20	5,1	4,6
1960	0	3,2	3,6
1980	+20	1,39	2,2
2000	+40	0,44	0,95

jedoch weiter fortgeschritten ist als in der Schweiz. In Schweden wurde die Dichte von 20% bereits im Jahre 1951 erreicht (in der Schweiz erst 1960), woraus sich schliessen lässt, dass die Entwicklung in Schweden jener der Schweiz um etwa 9 Jahre voraus ist.

Wir haben bei der Studie der schweizerischen Verhältnisse festgestellt, dass die jährliche prozentuale Dichtezunahme in den nächsten Jahren spürbar abnehmen muss, wenn die Entwicklung tatsächlich einer Tangens-Hyperbelfunktion folgt. Es ist deshalb sehr interessant, die Entwicklung in Schweden zu untersuchen, weil sie dort die nächste Phase bereits durchlaufen hat.

Figur 6 zeigt die Entwicklung der Telefon-Hauptanschlüsse in Schweden. Im Jahre 1900 betrug die Dichte 1,1% ( $P_1$ ), 1930 7% ( $P_2$ ) und 1960 28% ( $P_3$ ).

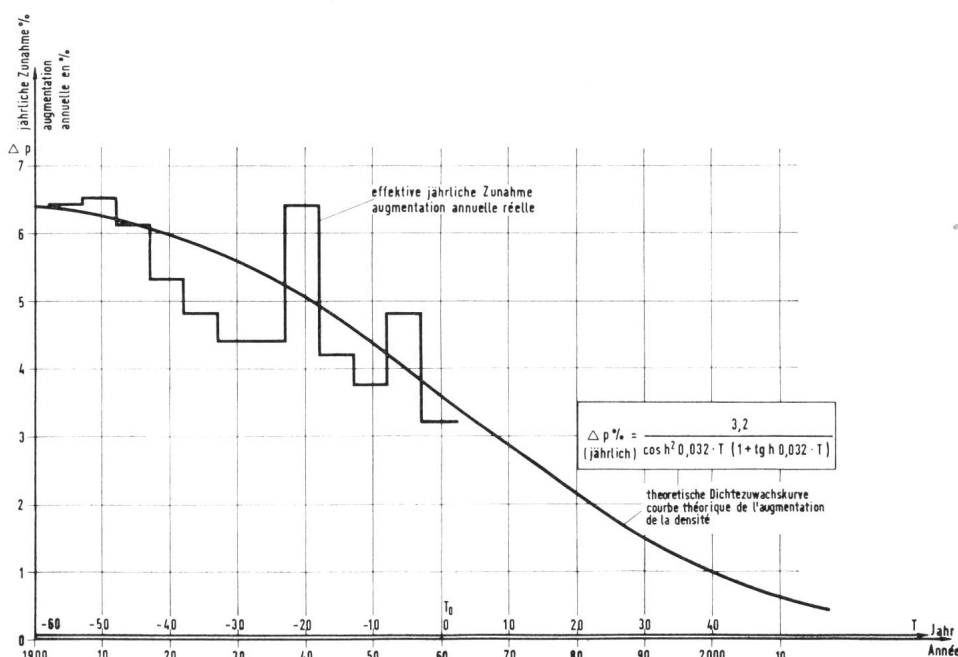


Fig. 7.  
Augmentation annuelle et théorique  
en % de la densité, pour la Suède  
Effektive und theoretische jährliche  
Dichtezunahme in % für Schweden

L'augmentation réelle est :

Tableau IV. Valeurs de l'augmentation réelle (Suède)

Année	P	$\Delta P$ % pour 5 ans	$\Delta P$ % annuel par rapport P moyen de la période de 5 ans	$\Delta P$ % idem Suisse selon tableau II p. m.
1902	1,3			
1907	1,8	0,5	6,4	4,9 (1902-07)
1912	2,5	0,7	6,5	4,5 (1907-12)
1917	3,4	0,9	6,1	} 4,7 (1912-22)
1922	4,6	1,2	6,0	
1927	6,0	1,4	5,3	5,1 (1922-27)
1932	7,6	1,6	4,7	} 4,7 (1927-37)
1937	9,5	1,9	4,4	
1942	13,0	3,5	6,2	} 4,1 (1937-47)
1947	16,0	3,0	4,1	
1952	20,8	4,8	5,2	5,2 (1947-52)
1957	25,5	4,7	4,0	5,3 (1952-57)
1962	30,0	4,5	3,2	4,0 (1957-62)

On peut tirer de ces comparaisons ce qui suit :

- La densité maximale à saturation  $P_{\max}$  d'après la méthode de l'extrapolation sera d'environ 55% en Suède pour 60% en Suisse.
- Il est très probable que le point d'inflexion en Suède a été atteint dès 1960, tandis qu'en Suisse il ne le sera que vers 1973.
- En Suède, ces dernières années, l'augmentation en pour-cent  $\Delta P$  diminue d'une manière sensible. Un même phénomène semble se produire en Suisse avec un retard de quelques années sur la Suède. Cela confirme que le développement est bien une fonction de la forme d'une tangente hyperbolique.
- Les résultats concernant le développement théorique futur en Suède et en Suisse sont étonnamment semblables.

### 3. Détermination du développement probable de la densité des raccordements principaux en Suisse, sur la base d'une analyse de différentes catégories d'abonnés

Cette deuxième méthode, la méthode de l'analyse, peut fournir de bons résultats et doit confirmer ceux obtenus avec la tangente hyperbolique.

Pour notre étude, nous avons groupé les abonnés de la manière suivante :

#### I. Ménages (logements) :

comprenant tous les raccordements principaux résidentiels ou qui sont utilisés *aussi bien* pour les besoins de l'entreprise, du commerce, de l'agriculture, de la profession, etc., que de la résidence.

#### II. Commerce, industrie, tourisme, hôtellerie, artisanat, transport, alimentation, etc. :

comprenant tous les raccordements principaux utilisés *uniquement* pour les affaires.

Wir berechnen den Wendepunkt, das heisst die Zeitspanne zwischen dem mittleren Bezugspunkt  $P_2$  (1930) und dem Wendepunkt nach den Formeln (11) und (13) :

Formel (11) gibt:  $k_P = 0,0366$

Formel (13) gibt:  $T_2 = 29,4 \cong 30$  Jahre.

Somit ist der *Wendepunkt* in Schweden bereits überschritten worden, denn er trat im Jahre  $1930 + 30 = 1960$  ein.

Die *gesamte Dichte*  $P_{\max}$  wird gemäss Formel (14)  $\frac{2}{0,0366} = 55\%$  betragen.

Im besonderen interessiert uns die Entwicklung der prozentualen jährlichen Zunahme in Schweden. Gemäss Formel (4) beträgt :

$$k_t = 0,0326 \quad \text{mit} \quad \begin{cases} P_2 = 7 \\ k_P = 0,0366 \\ T_2 = 30 \end{cases}$$

und somit gemäss (15)

$$\Delta P \% \text{ jährlich} = \frac{3,26}{\cosh^2(0,0326 \cdot T) \cdot [1 + \tanh(0,0326 \cdot T)]}$$

Tabelle III. Theoretische jährliche Zunahme (Schweden)

Jahr	T	$\Delta P$ % jährlich Schweden	p. m. $\Delta P$ % jährlich Schweiz
1900	-60	6,4	5,3
1920	-40	6,0	5,1
1940	-20	5,1	4,6
1960	0	3,2	3,6
1980	+20	1,39	2,2
2000	+40	0,44	0,95

Der tatsächliche Verlauf der prozentualen jährlichen Zunahme betrug in Schweden :

Tabelle IV. Effektive Zunahme (Schweden)

Jahr	P	$\Delta P$ je 5 Jahre	$\Delta P$ % jährlich bezogen auf das mitt- lere P einer 5-Jahres- periode	Schweiz $\Delta P$ % jährlich bezogen auf das mittlere P einer 5-Jahresperiode
1902	1,3			
1907	1,8	0,5	6,4	4,9 (1902-07)
1912	2,5	0,7	6,5	4,5 (1907-12)
1917	3,4	0,9	6,1	} 4,7 (1912-22)
1922	4,6	1,2	6,0	
1927	6,0	1,4	5,3	5,1 (1922-27)
1932	7,6	1,6	4,7	} 4,7 (1927-37)
1937	9,5	1,9	4,4	
1942	13,0	3,5	6,2	} 4,1 (1937-47)
1947	16,0	3,0	4,1	
1952	20,8	4,8	5,2	5,2 (1947-52)
1957	25,5	4,7	4,0	5,3 (1952-57)
1962	30,0	4,5	3,2	4,0 (1957-62)

Ein Vergleich der Entwicklung der Telefon-Hauptanschlussdichten in der Schweiz und in Schweden ergibt folgendes Resultat :

III. *Autorités, professions libérales, services publics, congrégations, associations, établissements d'instruction, institutions privées et divers:*

comprenant tous les raccordements principaux utilisés *uniquement* pour l'exercice de la profession ou des affaires.

Bien que l'entreprise des PTT suisses tiennne une statistique des différentes catégories d'abonnés, il est malgré tout assez difficile de garantir une exactitude parfaite de la répartition dans les catégories. Cependant, elle est largement suffisante pour les besoins de l'étude.

3.1 Evolution des raccordements principaux de la catégorie I «ménages»

En 1962, les raccordements familiaux (catégorie I) étaient au nombre de 854 900.

Au cours de la décennie 1950-1960, la population a augmenté de 15,1%, tandis que le nombre de ménages formés d'une famille et de personnes seules, sans les ménages collectifs, passe de 1 306 298 à 1 581 000 et s'est ainsi accru de 22,1%.

Le nombre moyen de personnes par ménage était en

1860	4,8
1920	4,4
1931	4,1
1941	3,7
1950	3,6
1960	3,4

Il faut certainement s'attendre que ce nombre diminue encore, car il est en grande partie fonction du niveau de vie. On peut donc admettre en se basant sur l'évolution passée que sa valeur sera d'environ 2,8 en l'an 2000. Cela revient à dire qu'il y aura 36 ménages pour 100 personnes au lieu de 29 en 1960 et 27 en 1941.

Le tableau suivant donne le nombre de raccordements téléphoniques pour la *catégorie I* «ménages».

Année	Nombre de ménages	Nombre de raccordements pour la catégorie I	Nombre de raccordements pour 100 ménages
1941	1 142 000	164 100	14,4
1950	1 306 298	335 000	25,8
1960	1 581 000	740 000	46,8

Ainsi, dans l'espace de 19 ans, le nombre de raccordements pour 100 ménages a augmenté de 14,4% à 46,8% (v. fig. 8).

On peut certainement admettre qu'en l'an 2000, de tous les ménages selon la définition I 90% auront un,

5% deux,

5% aucun raccordement téléphonique principal, soit en moyenne un par ménage.

- Die maximale Dichte  $P_{max}$  bei vollkommener Sättigung beträgt nach der Extrapolationsmethode berechnet in der Schweiz 60% und in Schweden 55%.

- Es scheint, dass der Wendepunkt in Schweden bereits im Jahre 1960 überschritten wurde, wogegen er in der Schweiz erst im Jahre 1973 zu erwarten ist.

- In Schweden ist in den letzten Jahren eindeutig eine spürbare Verminderung der prozentualen jährlichen Dichtezunahme feststellbar. Es sind Anzeichen vorhanden, dass auch in der Schweiz eine ähnliche Verlangsamung, gegenüber Schweden jedoch zeitlich um einige Jahre verschoben, eintreten wird, was unsere Hypothese der Tangens-Hyperbel-Entwicklungsfunktion bestätigt.

- Es ist erstaunlich, wie nahe sich die Resultate über die theoretische künftige Entwicklung in Schweden und der Schweiz kommen.

3. Bestimmung der mutmasslichen Entwicklung der Telefon-Hauptanschlüsse auf Grund einer Analyse der einzelnen Wirtschaftsgruppen

Durch diese Analysemethode sollten die Resultate der vorangehenden Studie mit Hilfe der Tangens-Hyperbelfunktion bestätigt werden.

Die Abonnenten können wie folgt gruppiert werden:

I. *Haushaltungen* (Wohnungen),

umfassend die eigentlichen Haushalt-Hauptanschlüsse und Anschlüsse, die gleichzeitig dem Haushalt und dem Beruf, wie Landwirtschaft, Gewerbe, Kleinindustrie, freien Berufen usw. dienen.

II. *Handel, Industrie, Gewerbe, Hotellerie, Tourismus, Transport,*

umfassend die Hauptanschlüsse, die *ausschliesslich* diesen Wirtschaftstätigkeiten dienen.

III. *Behörden, freie Berufe, öffentliche Dienste, Vereine, Verbände, private Institutionen, Schulen und übrige,*

umfassend die Hauptanschlüsse, welche *ausschliesslich* der Ausübung dieser Berufstätigkeiten dienen.

Die schweizerischen PTT-Betriebe führen seit dem Jahre 1941 eine Statistik über die Zahl der Abonnenten der verschiedenen Berufsgruppen. Die Genauigkeit dieser Statistik kann zwar nicht garantiert werden, aber trotzdem sollte sie für die nachfolgende Studie genügen.

3.1 Entwicklung der Hauptanschlüsse der Gruppe I (Haushaltungen)

Ende 1962 betrug die Zahl der Haushaltanschlüsse (Gruppe I) 854 900.

Zwischen 1950 und 1960 hat die Bevölkerung um 15,1% zugenommen; die Zahl der Haushaltungen stieg von 1 306 298 auf 1 581 000, das heisst sie hat um 22,1% zugenommen.

On a vu plus haut qu'en l'an 2000 il y aura 36 ménages pour 100 habitants et ainsi 36 raccordements principaux pour 100 habitants.

3.2 Si l'on examine l'évolution des «raccordements de la catégorie II – commerce, industrie, etc...», on constate qu'elle est extraordinairement constante depuis 1942 (v. fig. 9a, 9b).

En effet, leur densité pour 100 habitants est en

1941	3,0%
1951	4,2%
1961	5,1%

Il n'y a pas de raison que l'évolution se modifie radicalement; on peut donc admettre que la densité passera de 5,1 en 1961 à environ 8% en l'an 2000.

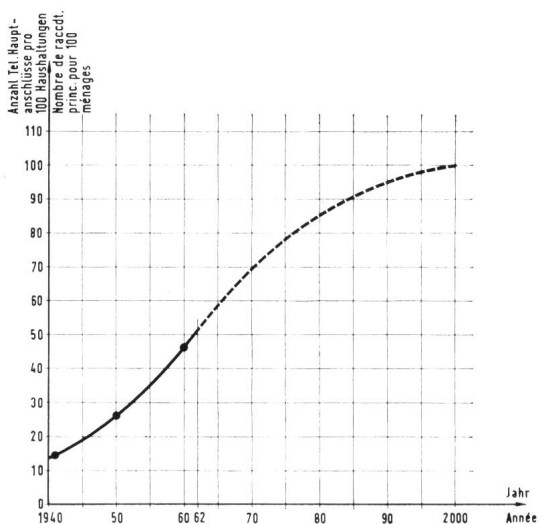


Fig. 8. Nombre de raccordements principaux pour 100 ménages  
Anzahl Hauptanschlüsse auf 100 Haushaltungen

3.3 Le développement des «raccordements principaux de la catégorie III – professions libérales, activités, etc...» est aussi caractérisé par une évolution très régulière (v. fig. 9a et 9b) puisque la densité pour 100 habitants est en

1941	0,75%
1951	1,01%
1961	1,30%

Il n'y a pas non plus de raison de penser que cette augmentation se modifiera beaucoup prochainement. On peut donc admettre qu'en l'an 2000 on aura, pour cette catégorie, une densité d'environ 2,4 raccordements principaux par 100 habitants.

3.4 Sur la base des densités partielles déterminées ci-dessus, la densité maximale  $P_{max}$  en l'an 2000 sera de:

catégorie I	36%
catégorie II	8%
catégorie III	2,4%

Die durchschnittliche Personenzahl je Haushaltung hat sich wie folgt entwickelt:

1860	4,8 Personen/Haushaltung
1920	4,4 Personen/Haushaltung
1931	4,1 Personen/Haushaltung
1941	3,7 Personen/Haushaltung
1950	3,6 Personen/Haushaltung
1960	3,4 Personen/Haushaltung

Es ist zu erwarten, dass diese Verhältniszahl auch in den folgenden Jahren noch sinken wird, ist sie doch in einem weiten Sinn Ausdruck des steigenden Lebensstandards. Wir nehmen an, dass diese Zahl bis zum Jahre 2000 auf 2,8 sinken wird, das heisst auf 100 Einwohner werden 36 Haushaltungen vorhanden sein, gegenüber 29 im Jahre 1960 und 27 im Jahre 1941.

Nachstehende Zusammenstellung zeigt die Entwicklung der Telefon-Hauptanschlüsse je Haushaltung (vgl. auch Figur 8).

Jahr	Haushaltungen	Hauptanschlüsse für Gruppe I	Hauptanschlüsse auf 100 Haushaltungen
1941	1 142 000	164 100	14,4
1950	1 306 298	335 000	25,8
1960	1 581 000	740 000	46,8

Auf Grund dieser Entwicklung kann man annehmen, dass im Jahre 2000

90% aller Haushaltungen 1 Hauptanschluss  
5% aller Haushaltungen 2 Hauptanschlüsse haben werden und noch 5% aller Haushaltungen ohne Hauptanschluss sind. Das heisst durchschnittlich trifft es 1 Hauptanschluss je Haushaltung.

Da wir bereits gesehen haben, dass im Jahre 2000 auf 100 Einwohner 36 Haushaltungen entfallen, resultiert für die Wirtschaftsgruppe I eine Hauptanschlusssdichte von

36 Hauptanschlüssen auf 100 Einwohner.

### 3.2 Entwicklung der Hauptanschlüsse der Gruppe II (Handel, Industrie, Gewerbe)

Die Entwicklung der Telefonanschlüsse für Handel, Industrie und Gewerbe ist seit dem Jahre 1942 ausserordentlich gleichmässig verlaufen (siehe Fig. 9a, 9b). Bezogen auf 100 Einwohner betrug diese Dichte:

1941	3,0%
1951	4,2%
1961	5,1%

Es besteht kein Grund anzunehmen, dass diese Regelmässigkeit in den nächsten Jahren unterbrochen wird. Wir können deshalb damit rechnen, dass die Dichte von 5,1% im Jahre 1961 auf etwa 8% im Jahr 2000 ansteigen wird.

### 3.3 Entwicklung der Hauptanschlüsse der Gruppe III

Hier zeichnet sich ebenfalls eine regelmässige Entwicklung ab (Fig. 9a, 9b).

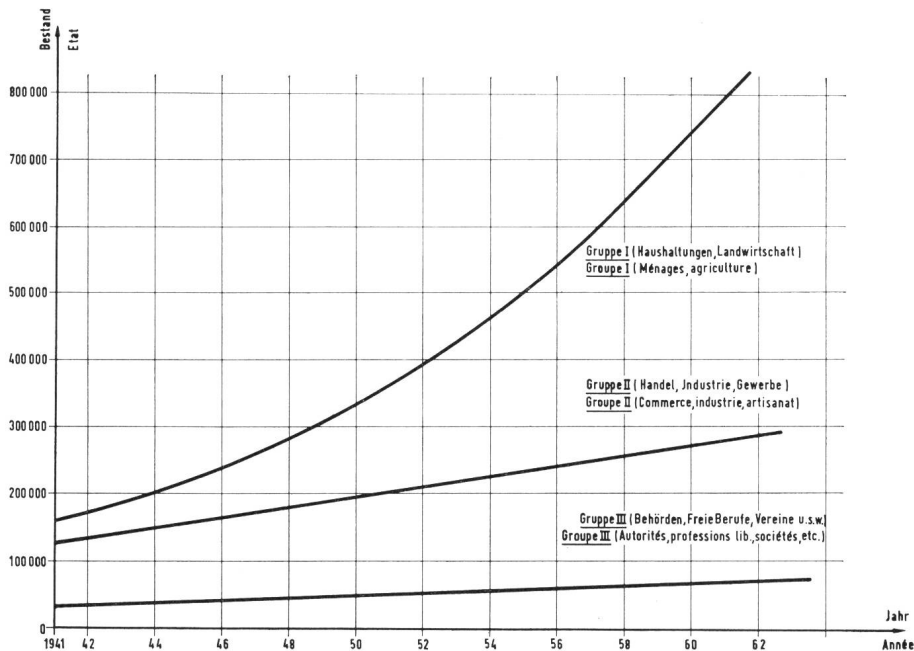


Fig. 9a.  
Nombre de raccordements principaux par catégorie  
Anzahl Hauptanschlüsse nach Wirtschaftsgruppen

Total en l'an 2000: 46-47 raccordements pour 100 habitants.

Avec la méthode mathématique, on a obtenu une densité de 49%; ce chiffre est ainsi largement confirmé.

3.5 En 1955, l'Office fédéral de statistique organisa un recensement des exploitations, qui donna les résultats suivants:

Total des exploitations agricoles	205 997
Total des exploitations industrielles, commerciales et artisanales	209 768

Selon la statistique des PTT suisses, il y avait en 1955 59 600 exploitations agricoles qui possé-

Bezogen auf 100 Einwohner betrug die Dichte:

1941	0,75 %
1951	1,01 %
1961	1,3 %

Auch hier ist nicht anzunehmen, dass sich das Wachstum in den nächsten Jahren wesentlich verändern wird, so dass im Jahre 2000 für die Gruppe III etwa 2,4 Hauptanschlüsse auf 100 Einwohner entfallen werden.

3.4 Auf Grund der Dichten der einzelnen Wirtschaftsgruppen wird die maximale Dichte im Jahre 2000 betragen:

Gruppe I	36 %
Gruppe II	8 %
Gruppe III	2,4 %

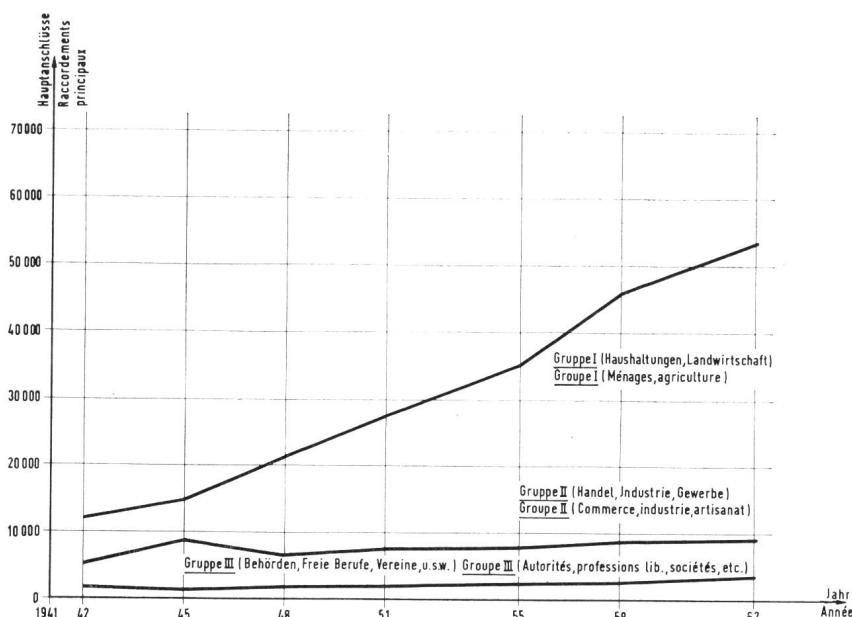


Fig. 9b.  
Augmentation annuelle des raccordements principaux par catégorie  
Jährliche Zunahme der Hauptanschlüsse nach Wirtschaftsgruppen

daient un raccordement téléphonique, soit 29%<sup>3</sup>; pour les ménages, la proportion était de 38%. Le commerce, l'industrie et l'artisanat possédaient 279 500 raccordements, soit 1,3 raccordement par exploitation (les raccordements utilisés pour les besoins aussi bien de la profession que du ménage y sont, cette fois, compris). Cela permet de dire qu'en 1955, chacune de ces exploitations avait au moins un raccordement principal et que beaucoup en avaient plus d'un.

#### 4. Le développement du téléphone dans différentes régions de la Suisse

Afin d'examiner l'influence de la structure de la population et de la structure économique, on a complété l'étude commencée en 1956 sur l'évolution du téléphone dans différentes régions du pays.

La *figure 10* montre le développement du téléphone dans les régions mi-urbaines, rurales, montagneuses et dans une région montagneuse avec mouvement rétrograde de la population.

On a également étudié l'évolution dans les régions urbaines et l'on a constaté que dans les villes la densité des raccordements principaux augmente souvent encore plus rapidement que si elle suivait la loi de la fonction exponentielle. La tangente hyperbolique ne peut donc pas être utilisée aveuglément quand il s'agit de fixer le développement dans des régions ayant un caractère dominant de centres d'affaires. Il ne faut pas oublier que la loi du développement est une loi générale qui ne peut pas s'appliquer sans autre à des collectivités subissant des influences trop locales. C'est le cas des grandes villes qui perdent peu à peu leur structure «familiale», les logements étant toujours plus chassés dans les quartiers extérieurs ou en campagne pour faire place aux locaux d'affaires. Il en résulte que dans ces localités, l'évolution du téléphone devient toujours moins dépendante de la population.

Un cas intéressant de développement est celui de la région Les Verrières–Les Bayards (v. *fig. 10d*), qui se dépeuple lentement. Malgré cela, la courbe de la densité suit fidèlement une tangente hyperbolique. La densité totale sera d'environ 38%; le point d'inflexion se trouvait en 1962. Si le dépeuplement se poursuit, vers 1980 le nombre des abonnés commencera aussi à diminuer.

Pour le nombre probable des raccordements principaux et de la densité durant la période 1963–2000 voir le tableau à la page 446.

Il est cependant recommandable de n'utiliser ces prévisions qu'à bon escient, car si le développement industriel se poursuit au rythme actuel, on peut se demander quelles seront encore les régions que l'on pourra, par exemple en l'an 2000, encore appeler

Gesamthaft im Jahre 2000 also 46 ÷ 47 Hauptanschlüsse auf 100 Einwohner.

Nach den mathematischen Methoden berechnet, hatten wir für das Jahr 2000 eine Dichte von 49% gefunden. Die beiden Methoden bestätigen sich also.

3.5 Im Jahre 1955 wurde durch das Eidgenössische Statistische Amt eine Betriebszählung durchgeführt mit folgendem Resultat:

Total Landwirtschaftsbetriebe	205 997
Total Betriebe Handel, Industrie, Gewerbe	209 768

Gemäss der PTT-Statistik waren im Jahre 1955 59 600 Landwirtschaftsbetriebe mit einem Telephon-Hauptanschluss versehen oder 29%<sup>3</sup>. Das entsprechende Verhältnis für die Haushaltungen lautete auf 38%. 1955 waren insgesamt 279 500 Telephonanschlüsse für Handel, Industrie und Gewerbe registriert. (Die für Haushaltung und Beruf gemeinsamen Anschlüsse sind hier mitgezählt.) Damit entfallen auf jeden Betrieb 1,3 Hauptanschlüsse. Im Jahre 1955 hatten somit bereits sämtliche Handels-, Industrie- und Gewerbebetriebe mindestens einen Hauptanschluss, viele verfügten über mehrere Anschlüsse.

#### 4. Die Entwicklung des Telefons in verschiedenen geographischen Regionen der Schweiz

Um den Einfluss der Bevölkerungsbewegung und der Wirtschaftsstruktur zu untersuchen, haben wir in Ergänzung der Studie vom Jahre 1956 die Entwicklung des Telefons in verschiedenen geographischen und damit verschiedenen wirtschaftlichen Regionen der Schweiz untersucht.

Die *Figur 10* gibt einen Vergleich der Telephonentwicklung für folgende Regionen:

- halbstädtisch
- ländlich
- Berggegend
- Berggegend mit rückläufiger Bevölkerungsbewegung.

Die städtischen Gebiete haben wir ebenfalls in die Studie miteinbezogen, wobei sich gezeigt hat, dass die Telephondichte in den Städten schneller als die reine Exponentialfunktion ansteigt. Die Tangens-Hyperbelfunktion kann deshalb für städtische Gebiete mit vorwiegendem Geschäftscharakter für die Telephonentwicklungsprognose nicht benützt werden. Es ist zu bedenken, dass das allgemeine Entwicklungsgesetz nicht für beliebige Kollektive mit örtlicher Beeinflussung verwendet werden darf. Dies ist durchaus normal, wenn man weiss, dass der Wohnsitz der Bevölkerung in städtischen Gebieten durch Geschäfte, Handel, Industrie und Verwaltungen mehr und mehr nach den Aussenquartieren verdrängt

<sup>3</sup> D'après *E.F. Renshaw*, du Ministère de l'agriculture des USA, en 1949, environ 38% des exploitations agricoles étaient raccordées au réseau téléphonique – UNCSAT 1963 – doc. 39/L/68 – 24. 11. 1962.

<sup>3</sup> Gemäss *E.F. Renshaw* vom Landwirtschaftsministerium USA, waren 1949 38% der Landwirtschaftsbetriebe in den USA mit einem Telephon-Hauptanschluss versehen (UNCSAT 1963 – doc. 39/L/68 – 24. 11. 1962).

Fig. 10a.  
Régions mi-urbaines  
Halbstädtische Gegenden

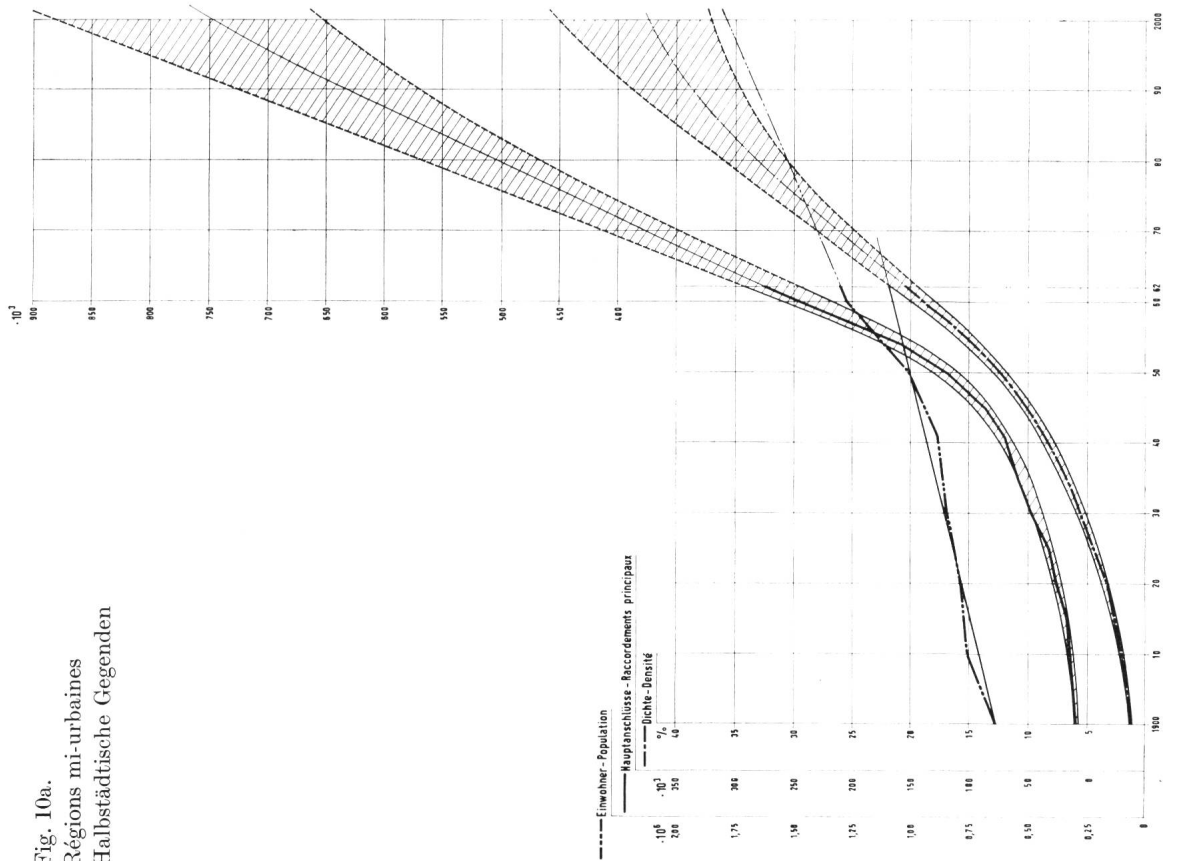


Fig. 10b.  
Régions rurales  
Ländliche Gegenden

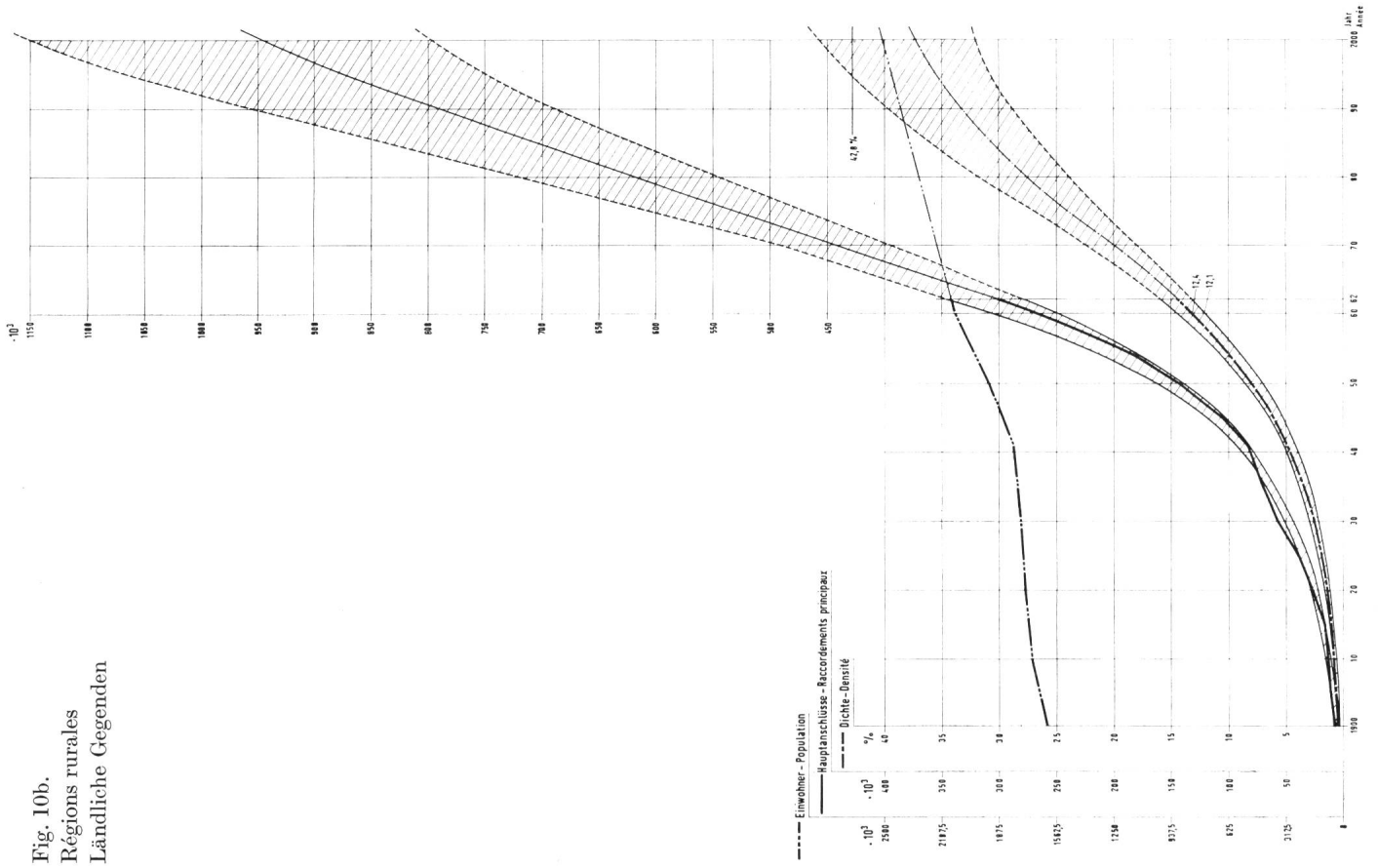


Fig. 10c.  
Régions montagneuses  
Gebirgige Gegenden

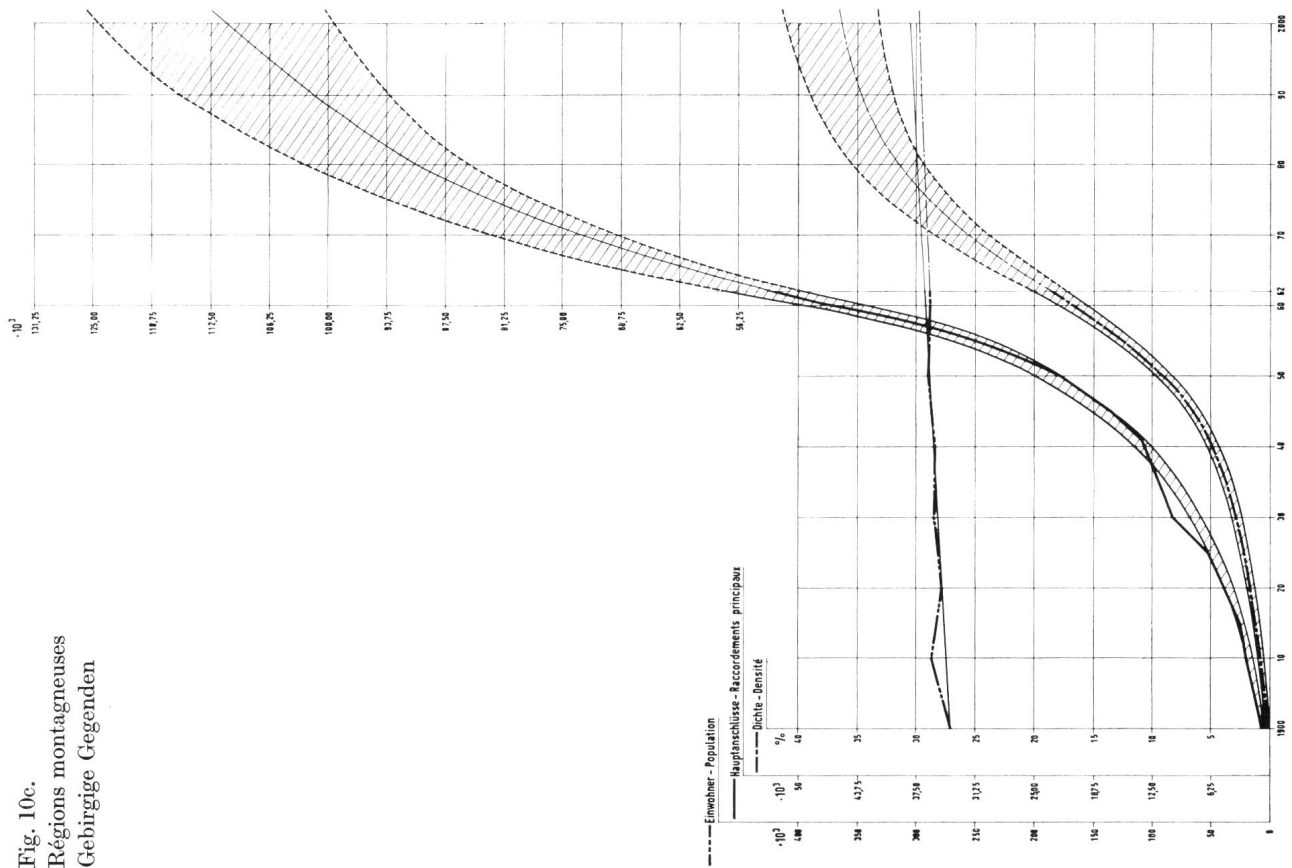


Fig. 10d.  
Les Verrières-Les-Bayards

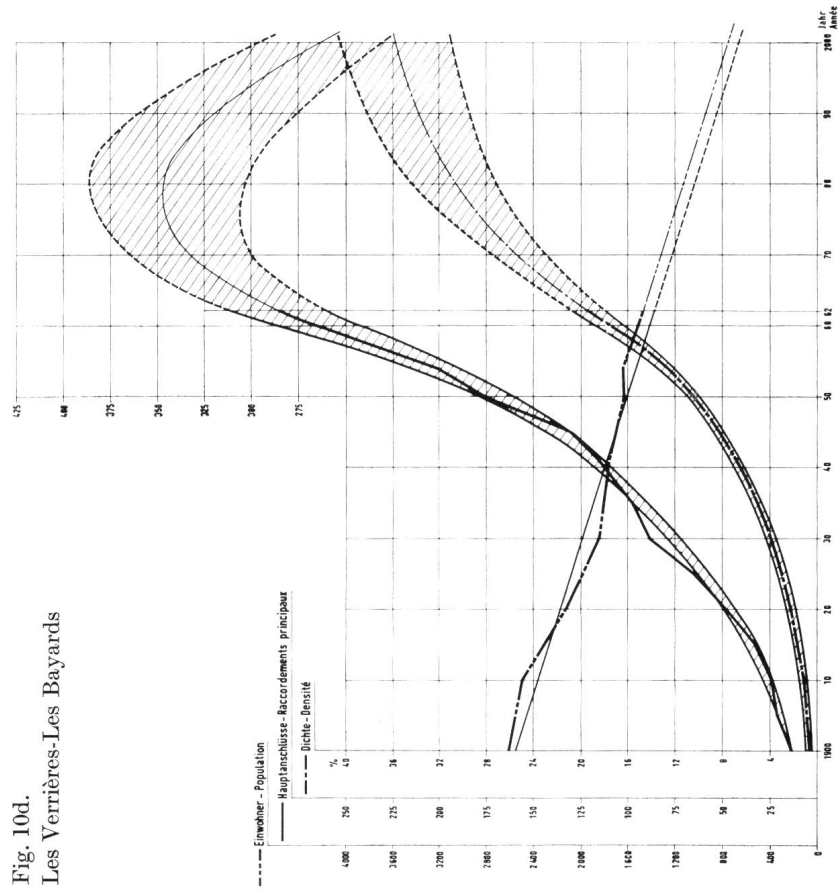


Fig. 10. Développement du téléphone dans différentes régions de la Suisse  
Entwicklung des Telefons in verschiedenen geographischen Regionen der Schweiz

«rurales». La notion de «régions montagneuses» changera aussi de sens si le tourisme continue à s'y développer.

En conclusion, il convient de relever qu'il est évident que seulement pour l'étude de l'évolution de l'ensemble du pays les mouvements de la population d'une région à une autre ne jouent pas de rôle. Il en sera du reste de même pour des parties du pays où sont rassemblées toutes les structures économiques et démographiques.

### 5. Discussions

La contribution de 1956, qui a trouvé un grand écho dans la littérature technique, a fait l'objet de nombreuses discussions et parfois d'objections, ce qui n'a rien d'étonnant vu l'aspect problématique des sujets traités. Nous répondrons aux principales en sachant

wird und damit oft zu einer andern politischen Gemeinde gezählt werden muss. In städtischen Gebieten darf deshalb die Telephonentwicklung nicht in eine direkte Beziehung zur Bevölkerung gebracht werden.

Eine besonders interessante Entwicklungskurve ist jene der Region Les Verrières-Les Bayards, weil hier eine eindeutig rückläufige Bevölkerungsbewegung festzustellen ist. Trotzdem folgt die Dichtekurve getreulich der Tangens-Hyperbelfunktion mit einer gesamten Dichte von etwa 38% und einem Wendepunkt im Jahre 1962. Infolge der abnehmenden Bevölkerung wird in der Region Les Verrières-Les Bayards von ungefähr 1980 an eine Abnahme der Gesamtzahl der Hauptanschlüsse eintreten.

Die wahrscheinliche Zahl Telephon-Hauptanschlüsse und die Dichte für die Periode 1963–2000 lautet:

Régions – Gegend		1963	1970	1980	1990	2000
mi-urbaines – halbstädtisch	{ raccordements principaux Hauptanschlüsse }	286000	372000	500000	628000	748000
	densité – Dichte	21%	26%	33%	38%	42%
rurales – ländlich	{ raccordements principaux Hauptanschlüsse }	316000	435000	616000	790000	930000
	densité – Dichte	15%	20%	28%	33%	37%
montagneuses – gebirgig	{ raccordements principaux Hauptanschlüsse }	56000	74000	91000	102000	111000
	densité – Dichte	20%	26%	32%	35%	36%

pertinemment qu'il est relativement facile de le faire aujourd'hui.

5.1 On se demande parfois si la partie *réelle* de la courbe de développement peut être exprimée avec suffisamment d'exactitude par une fonction exponentielle pure ou par une tangente hyperbolique.

Cette hypothèse ne peut être retenue que pour les pays qui ont une densité *peu élevée*, car pour les autres, ainsi qu'on l'a vu, elle ne résiste pas à l'analyse. Si l'on veut établir des prévisions lointaines – ce qui, il est vrai, n'est pas facile tant que le développement se trouve encore dans la partie très inférieure de la courbe – il faut connaître la véritable fonction, qui ne peut être que semblable à une tangente hyperbolique.

Pour les pays à *forte densité*, on ne distingue pas dans la partie réelle de la courbe une relation de P avec f ( $e^x$ ). En Suède, par exemple, l'augmentation en pour-cent annuelle est actuellement d'environ 3,2%, tandis qu'il y a 10 à 15 ans elle était encore de 5,2% (v. tableau 4). En 1930, la densité était de 7%. Si l'évolution avait été exponentielle, ce pays devrait avoir en 1962, avec une augmentation annuelle de 5,5% (v. fig. 7), une densité

$$P_{1962} = 7 (1 + 0,055)^{32} = 41\%.$$

Es ist empfehlenswert, diese Prognose nach geographischen Regionen mit Vorsicht zu verwenden; denn wenn die industrielle Entwicklung mit dem heutigen Tempo weitergeht, ist es sehr fragwürdig, welche Regionen der Schweiz beispielsweise im Jahre 2000 als «ländliche Regionen» übrigbleiben. Auch der Begriff «Gebirgsgegend» dürfte sich infolge des stark ansteigenden Fremdenzustromes rasch ändern.

In der gesamtschweizerischen Entwicklungsstudie spielt die Bevölkerungsbewegung von einer geographischen Region in eine andere keine Rolle. Da diese Bevölkerungsbewegungen recht gross sind, ist es besser, das Hauptgewicht der Studie auf die gesamtschweizerischen Verhältnisse anzuwenden.

### 5. Diskussion

Die erste Veröffentlichung über die wahrscheinliche Entwicklung des Telefons in der Schweiz vom Jahre 1956 hat in der internationalen Fachpresse ein lebhaftes Interesse hervorgerufen. Dass dabei sowohl beistimmende als auch kritische Reaktionen zu verzeichnen waren, konnte bei der Problematik dieser Studie weiter nicht verwundern.

Wir werden in der Folge auf die wichtigsten der diskutierten Punkte eintreten, wohlwissend, dass dies heute leichter ist als noch vor einigen Jahren.

Or, elle n'est que de 30%.

Examinons ce qu'il adviendrait pour la Suisse en l'an 2000, si l'augmentation de la densité suivait une fonction exponentielle. L'augmentation en pour-cent ayant été jusqu'à ce jour presque constante, on pose :

$$P_{1962} = P_{1900} \left( 1 + \frac{x}{100} \right)^{62}$$

$$x = \left( \sqrt[62]{\frac{P_{1962}}{P_{1900}}} - 1 \right) \cdot 100 \quad \begin{array}{l} P_{1962} = 21,5\% \\ P_{1900} = 1,13\% \end{array}$$

$x = 4,8\%$  (augmentation moyenne annuelle pour la période 1900–1962)

Si  $x$  conservait cette valeur jusqu'à la fin du siècle, on aurait en l'an 2000 une densité :

$$P_{2000} = P_{1962} (1 + 0,048)^{38} = 125$$

ce qui, toutes conditions égales d'ailleurs, ne paraît guère possible. Mais ce chiffre montre aussi que la densité de 49% en l'an 2000 obtenue avec la tangente hyperbolique ne semble pas trop élevée.

- 5.2 On objecte que l'extrapolation de la partie connue de la courbe pour déterminer la partie inconnue ne peut pas être faite avec suffisamment d'exactitude et que la valeur de la tangente hyperbolique paraît trop élevée.

Cela est juste pour la fonction exponentielle, qui tend vers l'infini, mais ce ne l'est pas pour la tangente hyperbolique. En effet,  $P_{\max}$  n'est pas trop élevé puisqu'on a calculé la valeur d'environ 55% pour la Suède et 60% pour la Suisse. Il est vrai qu'une petite variation du développement passé provoque une variation relativement grande des valeurs du point d'inflexion et de la densité maximum probables. On a vu auparavant que ce déplacement du point d'inflexion se situe entre 1967 et 1978 et que la densité  $P_{\max}$  varierait entre 51,5 et 72,5%.

- 5.3 On objecte encore que la détermination du maximum probable de la densité, ou densité à saturation, n'est pas possible, car les éléments nécessaires sont inconnus.

On a déjà dit que c'est le cas pour les pays avec une faible densité; pour les autres la détermination peut être faite d'une manière suffisamment exacte sous certaines conditions.

- 5.4 Une longue discussion sur le problème du développement de la forme  $f(e^x)$  ou  $f(\operatorname{tgh}x)$  paraît inutile puisque la première peut être considérée comme un cas particulier de la seconde.

En effet, si l'on analyse la formule (13) on constate que le point d'inflexion  $W_2$  est situé à  $\infty$  si

$$k_P \cdot P_2 = 0, \text{ car } \operatorname{Artgh} 1 = \infty.$$

- 5.1 Es steht zur Diskussion, ob der *bekannte Teil* der Entwicklungskurve mit genügender Genauigkeit als reine Exponentialfunktion oder als hyperbolische Tangente ausgedrückt werden darf.

Wir sind der Meinung, dass der bekannte Teil des allgemeinen Entwicklungsgesetzes nur für Länder mit kleinerer Telephondichte entweder als exponential oder als hyperbolische Tangentenfunktion dargestellt werden kann. Soll die Funktion auch für die Prognose dienen, so muss die tatsächliche Funktion möglichst genau festgestellt werden. Das ist allerdings für schwach und mittelmässig entwickelte Länder sehr schwierig, solange man sich erst im untersten Teil der Entwicklungskurve befindet, und sich noch keine Verlangsamung des Dichtezuwachses bemerkbar macht.

Für *stark* entwickelte Länder darf die reine Exponentialfunktion selbst für den bekannten Teil der Entwicklungskurve nicht mehr verwendet werden, weil sich in diesen Ländern doch eine Sättigung bemerkbar macht. In Schweden zum Beispiel ist der prozentuale jährliche Dichtezuwachs in den letzten Jahren auf 3,2% gesunken, wogegen er noch vor etwa 10 beziehungsweise 15 Jahren rund 5,2% betrug (siehe Tabelle IV).

Im Jahre 1930 betrug die Telephon-Hauptanschlussdichte in Schweden 7%. Wäre die Entwicklung einer reinen Exponentialfunktion gefolgt, so müsste Schweden 1962 bei einer jährlichen Zunahme von 5,5% (siehe Fig. 7) eine Dichte von

$$P_{1962} = 7 \cdot (1 + 0,055)^{32} = 41\% \text{ aufweisen.}$$

Tatsächlich beträgt sie aber nur 30%.

Nachstehend wird untersucht, wie gross die Telephondichte in der Schweiz würde, wenn die Zunahme bis ins Jahr 2000 einer reinen Exponentialfunktion folgen würde. Da die bisherige prozentuale jährliche Zunahme nahezu konstant war, kann diese wie folgt berechnet werden:

$$P_{1962} = P_{1900} \cdot \left( 1 + \frac{x}{100} \right)^{62}$$

$$x = \left( \sqrt[62]{\frac{P_{1962}}{P_{1900}}} - 1 \right) \cdot 100 \quad \begin{array}{l} P_{1962} = 21,5\% \\ P_{1900} = 1,13\% \end{array}$$

$x = 4,8\%$  (durchschnittliche jährliche Zunahme für die Periode 1900–1962)

Würde nun das Wachstum der Hauptanschlüsse im letzten Drittel dieses Jahrhunderts mit gleicher Stärke anhalten, wie dies bisher während über 60 Jahren der Fall war, so würde die Telephon-Hauptanschlussdichte im Jahre 2000 wie folgt steigen:

$$\begin{array}{l} P_{2000} = P_{1962} \cdot (1 + 0,048)^{38} \\ P_{2000} = 125 \end{array}$$

Selon (14) on a alors

$$k_P \cdot P_2 = 2 \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} = 0$$

d'où  $P_1 \cdot P_3 = P_2^2$

Que signifie cette expression ?

Si l'on considère  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  dans une fonction exponentielle pure on voit que

$$\begin{aligned} P_2 &= e^{T_2} \\ P_1 &= e^{T_2 - T_{12}} \\ P_3 &= e^{T_2 + T_{23}} \end{aligned}$$

En choisissant  $T_{12} = T_{23} = T$

$$\text{d'où } P_1 = \frac{P_2}{e^T} \text{ et } e^T = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_3 = P_2 \cdot e^T \text{ et } e^T = \frac{P_3}{P_2}$$

et finalement

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2} \text{ et } P_2^2 = P_1 \cdot P_3$$

Ce qui démontre bien que la fonction exponentielle pure est un cas particulier de la tangente hyperbolique, si le point d'inflexion est à  $\infty$ .

- 5.5 Dans un article, du reste excellent, paru dans la revue «Reports of ECL, NTT, vol. 7 - N° 6 - June 1959», *Gisaku Nakamura et Yo Murao*, de la «Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation», ont examiné l'influence d'une variation de la population  $E$  en fonction du temps.

On se rappelle qu'il avait été admis en 1956 - ainsi qu'on l'a fait à nouveau dans cette étude - afin de faciliter largement les calculs, que la variation de  $E$  pouvait être considérée, sans grande erreur, comme indépendante du temps. En réalité, elle ne l'est pas et pour un calcul très exact on devrait en tenir compte.

L'étude japonaise est à cet égard fort intéressante. Cependant, cela conduirait trop loin de donner tout le développement mathématique et on se contentera donc d'examiner les résultats.

Les auteurs démontrent qu'avec la *méthode simplifiée* admettant la variation de la population comme indépendante du temps

$$P = \frac{e^{k_3 \cdot t - k}}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1}$$

ce qui confirme le résultat déjà trouvé;

qu'avec la *méthode exacte*, posant comme condition que la population augmente linéairement en fonction du temps,

$$P = \frac{e^{\frac{k_3 \cdot t}{1+a \cdot t}}}{\frac{k_3 e^{-\frac{k_3}{a}}}{a} \left[ E_i \cdot e^{\left(\frac{k_3}{a} + k_3 \cdot t\right)} - E_i \cdot e^{\frac{k_3}{a}} \right] + \frac{1}{P(0)}}$$

Cette Dichte est unwahrscheinlich hoch. Demgegenüber erscheint die vorausgesagte Dichte von 49% für das Jahr 2000 (gemäss Tangens-Hyperbelfunktion) nicht mehr übermässig hoch, ist doch der jährliche prozentuale Zuwachs in den vergangenen 63 Jahren sehr gleichmässig verlaufen. Ein Anhalten dieser Gleichmässigkeit in den nächsten 37 Jahren würde zu einer Dichte von 125% führen.

- 5.2 Es wird bestritten, dass die Extrapolation der Leitungsdichte vom bekannten Teil der Kurven aus in die Zukunft mit Sicherheit mit einer exponentiellen Kurve oder einer hyperbolischen Tangente vorgenommen werden kann, da die exponentielle Kurve nach dem Unendlichen tendiert und die maximale Grösse der hyperbolischen Tangente übermässig erscheint.

Es stimmt, dass für die Prognose nicht eine reine Exponentialfunktion verwendet werden darf, weil diese ins Unendliche tendiert. Dem gegenüber scheint uns die Verwendung der Tangens-Hyperbelfunktion als durchaus zulässig, ergab doch die Berechnung eine maximale Dichte  $P_{\max}$  von 60% für unsere schweizerischen Verhältnisse und 55% für Schweden. Allerdings bewirkt schon eine kleine Variation der bisherigen Entwicklung eine recht grosse Veränderung des Wendepunktes und der maximalen Dichte. Unsere Berechnungen haben immerhin gezeigt, dass, unter Berücksichtigung der Schwankungen der bisherigen Entwicklung, der Wendepunkt zwischen 1967 und 1978 und die gesamte Dichte  $P_{\max}$  zwischen 51,5% und 72,5% liegen muss.

- 5.3 Die Möglichkeit der Berechnung des wahrscheinlichen Maximums der Leitungsdichte wird mangels Kenntnis der notwendigen Faktoren bestritten.

Wir haben gesehen, dass die Berechnung des wahrscheinlichen Maximums der Dichte in schwach entwickelten Ländern tatsächlich nicht möglich ist. Demgegenüber kann die maximale Dichte in hochentwickelten Ländern unter gewissen hypothetischen Annahmen mit genügender Genauigkeit ermittelt werden.

- 5.4 Eine zu lange Diskussion, ob die Entwicklung einer reinen Exponentialfunktion oder einer Tangens-Hyperbelfunktion folgt, ist im übrigen überflüssig, da die Funktion  $f(e^x)$  als Spezialfall der Funktion  $f(\text{tgh}x)$  betrachtet werden kann.

Begründung:

Aus Formel (13) kann entnommen werden, dass der Wendepunkt  $W_2$  ins Unendliche zu liegen kommt ( $T_2 = \infty$ ), wenn

$$k_P \cdot P_2 = 0, \text{ da } \text{Artgh } 1 = \infty.$$

daraus folgt:

$$k_P \cdot P_2 = 2 \cdot \frac{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}{2 \cdot P_1 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_2 \cdot P_3} = 0$$

woraus sich ergibt:  $P_1 \cdot P_3 = P_2^2$

où  $E_i$  = population de départ

a est tiré de la loi du développement linéaire de la population :

$$E_t = E_i \cdot (1 + a \cdot t)$$

Nakamura et Murao montrent aussi que les valeurs de P calculées par ces deux méthodes sont différentes d'environ 7-8% pour une période de 10 ans.

Il semble cependant curieux que l'on ait choisi pour le calcul des constantes qui supposent une augmentation extrêmement rapide de la densité.

Ils estiment aussi que «la valeur de la densité selon la théorie Lancoud-Ducommun est un peu plus élevée (little higher) que la valeur exacte obtenue en tenant compte d'un chiffre de population fonction du temps».

Nous ne doutons pas que cette remarque soit juste, mais nous sommes persuadés que l'inexactitude qui résulte de l'hypothèse d'un chiffre de population indépendant du temps est négligeable eu égard à celle qu'apportent les autres hypothèses.

Finalement, ce qui est essentiel, c'est de déterminer aussi exactement que possible les facteurs  $k_p$  et  $k_t$  et, par là, le point d'inflexion et la densité.

- 5.6 Dans un autre article, fort complet, paru dans la «Revue des télécommunications - ITT» - vol. 38 (1963), No 2, R. F. Bogaerts examine aussi l'évolution de la téléphonie dans un grand nombre de pays.

Il donne, entre autres, une expression de l'évolution de la densité sous la forme d'une tangente hyperbolique, avec échelle mobile des temps. Puis, en utilisant les chiffres tirés de la moyenne expérimentale de la loi d'évolution de la densité dans plusieurs pays, il trouve la courbe logistique :

$$P = 115,81 \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T - 2080,6 + c}{38,3} \right) \quad (16)$$

où c est variable selon le pays.

De cette expression, il tire une densité maximum pour 100 habitants de 232 et constate qu'il est bien invraisemblable qu'un pareil chiffre soit jamais atteint.

Sur la base de l'étude présente on peut aussi, Bogaerts le laisse entrevoir, se permettre d'affirmer qu'une généralisation de la théorie n'est pas admissible.

En effet, il n'est pas possible, à notre avis, d'appliquer à la loi générale des paramètres tirés du développement de pays fort divers. On l'a vu plus haut, la moindre variation dans leur valeur conduit à de grandes différences dans le calcul du développement futur. Il doit donc être déterminé au moyen de paramètres spécifiques au pays en cause.

Was bedeutet aber dieses Verhältnis

$$P_1 \cdot P_3 = P_2^2 ?$$

Betrachten wir die Punkte  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  in der reinen Exponentialfunktion :

$$P_2 = e^{T_2}$$

$$P_1 = e^{T_2 - T_{12}}$$

$$P_3 = e^{T_2 + T_{23}}$$

$$T_{12} = T_{23} = T$$

$$P_1 = \frac{P_2}{e^T} \quad \text{und} \quad e^T = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_3 = P_2 \cdot e^T \quad \text{und} \quad e^T = \frac{P_3}{P_2}$$

somit :

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2} \quad \text{und} \quad P_2^2 = P_1 \cdot P_3$$

Damit haben wir gezeigt, dass die reine Exponentialfunktion dann als Sonderfall der Tangens-Hyperbelfunktion zu betrachten ist, wenn der Wendepunkt der Tangens-Hyperbelfunktion im Unendlichen liegt.

- 5.5 In einem vorzüglichen Artikel von *Gisaku Nakamura* und *Yo Murao* (Nippon Telegraph-Telephone Public Corporation) wurde der Einfluss einer zeitabhängigen Bevölkerungsentwicklung untersucht.

Wir erinnern, dass in unserer vorliegenden Studie, gleich wie bereits 1957, die Bevölkerung als konstanter Faktor in die Rechnung einbezogen wurde. In Wirklichkeit ist diese zeitabhängig, und soll die Rechnung genau ausgeführt werden, so muss diese Zeitabhängigkeit von E berücksichtigt werden. Die japanische Studie zeigt diesbezüglich einige interessante Aspekte.

Es würde nun zu weit führen, die ganze mathematische Untersuchung ausführlich in diesem Bericht zu behandeln; wir beschränken uns deshalb auf das Resultat dieser Studie :

Die Autoren zeigen, dass die Dichte P nach der vereinfachten Methode berechnet, unter der Voraussetzung, dass die Bevölkerung zeitunabhängig ist, wie folgt ausgedrückt werden kann :

$$P = \frac{e^{k_3 \cdot t - k}}{e^{k_3 \cdot t - k} + 1}$$

was mit dem Resultat unserer Studie übereinstimmt.

Die exakte Methode ergibt unter der Voraussetzung, dass die Bevölkerung linear mit der Zeit zunimmt :

$$P = \frac{e^{\frac{k_3 \cdot t}{1 + a \cdot t}}}{\frac{k_3 e^{-\frac{k_2}{a}}}{a} \left[ E_i \cdot e^{\left( \frac{k_3}{a} + k_3 \cdot t \right)} - E_i \cdot e^{\frac{k_2}{a}} \right] + \frac{1}{P(o)}}$$

Ainsi la loi de développement en *Suède* découlant de

$$P = \frac{1}{k_p} \cdot [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)] \quad \text{selon (2)}$$

aurait l'expression suivante:

$$P = 27,3 \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T}{30,65} \right) \quad (17)$$

T = temps en années depuis le point d'inflexion en années (1960)

d'où les valeurs suivantes:

Année	T	P théorique	P réel
1900	- 59,4	1,09	1,1
1930	- 29,4	7,0	7
1960	+ 0,4	27,6	28

Ces chiffres montrent, d'une part, que l'évolution en *Suède* suit bien la loi selon (17) et que, d'autre part, l'on ne peut avoir les mêmes facteurs pour tous les pays.

Pour la *Suisse*, l'expression est:

$$P = 30,02 \cdot \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T}{36,8} \right) \quad (18)$$

Avec le point d'inflexion en 1973, on a:

Année	T	P théorique	P réel
1900	- 73	1,10	1,13
1930	- 43	5,62	5,30
1960	- 13	19,8	20,1

ce qui démontre encore une fois l'exactitude de la théorie.

On voit aussi que dans les expressions (17) et (18), les paramètres  $k_p$  et  $k_t$  sont différents bien que la *Suède* et la *Suisse* soient des pays très semblables. On doit donc s'attendre que, pour des pays quelconques, la différence soit encore plus grande.

## 6. L'influence du développement du téléphone sur le programme de travail des PTT et des fournisseurs

La recherche de l'évolution du nombre des raccordements principaux ne saurait être qu'un exercice de l'esprit si elle n'a pas comme but de fixer les tâches qui attendent les entreprises des PTT et, par conséquent, leurs fournisseurs, afin de leur permettre de prendre à temps toutes les dispositions pour les mener à bien.

L'étude a bien déterminé le nombre probable des lignes d'abonnés, mais le problème du renouvellement des installations doit être encore traité.

Der Wert  $a$  kann aus der Bevölkerungsentwicklung entsprechend dem Gesetz:

$$E_t = E_i \cdot (1 + a \cdot t)$$

entnommen werden (lineare Entwicklung).

Im Bericht Nakamura-Murao wurde nun gezeigt, dass der Unterschied von  $P$ , berechnet nach den beiden vorgenannten Methoden, für eine Zeit von 10 Jahren etwa 7–8% beträgt. Es scheint uns allerdings, dass für diese Berechnung Konstanten gewählt wurden, die einen sehr steilen Dichtezuwachs ergeben.

Am Schlusse ihrer Studie kommen die Herren Nakamura und Murao zur Folgerung: «Die Dichtewerte nach der Lancoud-Ducommunischen Theorie liegen etwas höher (little higher) als die exakten Werte bei Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit der Bevölkerung».

Wir zweifeln nicht, dass diese Bemerkung richtig ist, sind aber überzeugt, dass diese Ungenauigkeit gegenüber den andern viel wichtigeren Hypothesen vernachlässigt werden darf.

Es ist vor allem wesentlich, dass die Faktoren  $k_p$  und  $k_t$ , und damit der Wendepunkt und die gesamte Dichte, möglichst genau bestimmt werden können. Dies bildete Gegenstand unserer Untersuchung.

5.6 In einem andern, ebenfalls interessanten und umfassenden Bericht, erschienen in der ITT-Zeitschrift «Elektrisches Nachrichtenwesen», Band 38 (1963), Nr. 2, untersucht *R. F. Bogaerts* die Telefonentwicklung in mehreren Ländern.

Auf Grund des allgemeinen Entwicklungsgesetzes, gültig für alle Länder, jedoch mit gleichender Zeitskala, wird folgendes Tangens-Hyperbelgesetz gefunden:

$$P = 115,81 \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T - 2080,6 + c}{38,3} \right) \quad (16)$$

$c$  = Konstante je nach Land.

Diese Formel gibt eine maximale Dichte von 232 Anschlüssen je 100 Einwohner. Es scheint, wie Bogaerts selber bemerkt, sehr unwahrscheinlich, dass die Hauptanschlussdichte je einen solch hohen Wert erreichen wird.

Auf Grund unserer genauen Untersuchung glauben wir, behaupten zu dürfen, dass eine Verallgemeinerung der Theorie nicht zulässig ist. Im besonderen ist es nicht zulässig, dass man die Entwicklung einzelner Länder auf Grund eines für alle Länder gemeinsam gültigen Gesetzes ableitet; denn bereits kleine Abweichungen im bekannten Teil der Entwicklungskurve ergeben grosse Abweichungen der Prognose. Diese Feststellung lässt Bogaerts in seiner Studie ebenfalls durchblicken. Die Entwicklung in einem bestimmten Land muss auf Grund der eigenen bisherigen Entwicklung bestimmt werden.

Il est clair que plus le nombre des installations téléphoniques augmente et plus elles vieillissent, plus les moyens nécessaires à leur renouvellement seront grands, moyens aussi bien matériels, financiers qu'en forces de travail. A tout moment, les prestations totales comprendront non seulement les moyens pour couvrir l'augmentation du nombre des abonnés et du trafic, mais aussi ceux indispensables pour faire face au renouvellement.

Grâce aux éléments de la figure 4 on peut établir un rapport entre le volume du matériel nécessaire à l'exécution de nouvelles installations et au renouvellement de celles existantes en fonction de leur durée de vie. Cependant, les renseignements tirés de cette figure ne sont valables que pour les parties d'installations et d'équipements dont l'augmentation du nombre dépend directement de celle du nombre des raccordements, c'est-à-dire en premier lieu: les lignes d'abonnés aériennes et souterraines, les centraux de quartier, les appareils téléphoniques et, pour une part, les centraux terminus. Pour le reste, tels que lignes rurales et interurbaines, équipements et centraux pour le trafic interurbain et rural, etc., dont l'augmentation est fonction surtout du trafic téléphonique – qui suit d'autres lois de développement – les éléments tirés de la figure 4 ne sont pas entièrement valables.

La figure 11 donne une image théorique de l'évolution des moyens à mettre en œuvre. La courbe 1 représente les prestations nécessaires pour exécuter de nouvelles installations et les courbes 2 à 5 celles pour le renouvellement des installations existantes en fonction de leur durée de vie. On a admis que les installations nouvelles qui doivent remplacer celles «à fin de vie» seront mises à disposition quelques années avant le terme.

En analysant cette figure, on constate ce qui suit:

- Au cours des années 1900–1930, les moyens nécessaires au renouvellement d'installations existantes sont négligeables par rapport à ceux mis à disposition pour l'établissement de nouvelles installations.
- Pour la période 1950–2000, la part du «renouvellement» en pour-cent de l'«augmentation» est:

Durée de vie en années	1950 %	1960 %	1970 %	1980 %	1990 %	2000 %
50	5	6,3	9,1	17	37	95
40	8,3	10	18	41	79	133
30	18	24	46	79	120	194
20	33	54	91	140	200	320

A partir de 1950, les prestations pour le renouvellement, spécialement des installations avec une courte durée de vie, commencent à devenir relativement importantes.

- La part du renouvellement sera la même que celle de l'augmentation pour une

Nach unseren genauen Berechnungen lautet das allgemeine Entwicklungsgesetz in Schweden (Formel (2)):

$$P = \frac{1}{k_p} \cdot [1 + \operatorname{tgh}(k_t \cdot T)]$$

$$P = 27,3 \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T}{30,65} \right) \quad (17)$$

T = Abstand vom Wendepunkt (1960) in Jahren, woraus folgt:

Jahr	T	P theoretisch	P effektiv
1900	-59,4	1,09	1,1
1930	-29,4	7,0	7
1960	+0,4	27,6	28

Damit ist gezeigt, dass die Entwicklung in Schweden genau dem Gesetz gemäss Formel (17) folgt, und dass man nicht ein für alle Länder gültiges Gesetz anwenden darf.

Das entsprechende genaue Entwicklungsgesetz für die Schweiz lautet:

$$P = 30,02 \cdot \left( 1 + \operatorname{tgh} \frac{T}{36,8} \right) \quad (18)$$

Auch hier kann der Beweis der Richtigkeit erbracht werden (Wendepunkt: 1973).

Jahr	T	P theoretisch	P effektiv
1900	-73	1,10	1,13
1930	-43	5,27	5,30
1960	-13	19,8	20,1

Die Konstanten  $k_p$  und  $k_t$  in Formeln (17) und (18) sind verschieden, obschon die Länder Schweden und Schweiz eine grosse Ähnlichkeit miteinander aufweisen. Es ist zu erwarten, dass für beliebige andere Länder eine noch grössere Verschiedenheit der Konstanten zu finden ist.

## 6. Der Einfluss der Telefon-Entwicklung auf das Arbeitsprogramm der PTT und der Lieferanten

Könnten aus der Studie über die wahrscheinliche Entwicklung der Hauptanschlüsse keine Angaben über die Aufgaben der PTT und damit auch der Lieferanten entnommen werden, so wäre die ganze Untersuchung nur ein theoretisches Spiel.

Nun hat die Studie bisher wohl Angaben über die voraussichtliche Zahl der Hauptanschlüsse gegeben; dagegen muss das Problem der Anlageerneuerung noch behandelt werden.

Je grösser und älter unsere Telephonanlagen werden, desto bemerkenswerter wird sich der Material- und Arbeitsaufwand für die Erneuerung der beste-

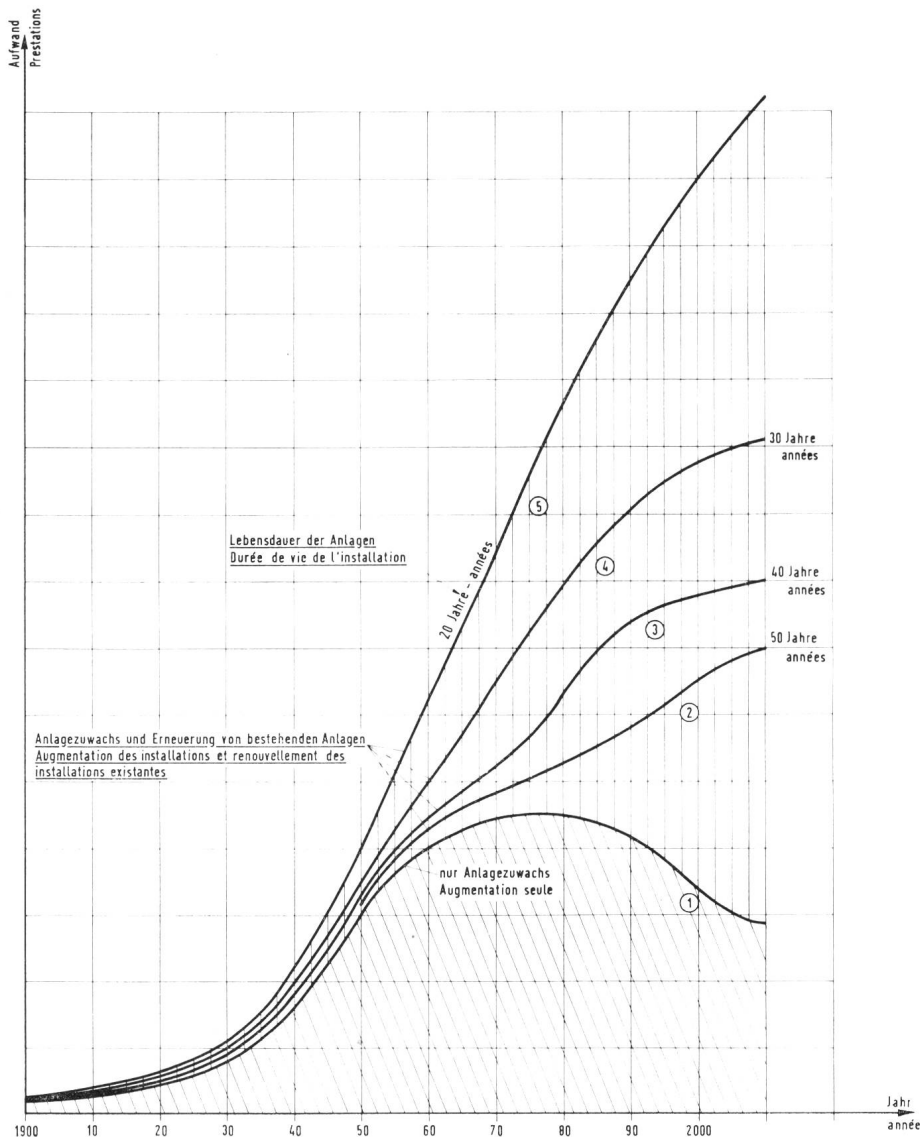


Fig. 11.

Augmentation du nombre des installations nouvelles et renouvellement des installations existantes

Anlagezuwachs (Neuanlagen) und Erneuerung von bestehenden Anlagen

durée de vie de 50 ans:

entre les années 2000–2010 environ

durée de vie de 40 ans:

entre les années 1990–2000 environ

durée de vie de 30 ans:

entre les années 1980–1990 environ

- Si la durée de vie est de 20 ans, cette part sera en l'an 2000 quelque trois fois plus élevée que celle de l'augmentation.

On voit bien l'importance toujours accrue que prendra le renouvellement au cours des années. Il faut donc lui porter toute attention lors des études de planification tant matérielle, financière que dans le domaine du personnel.

## 7. Conclusions

- 7.1 Il est étonnant de constater avec quelle régularité le développement du téléphone en Suisse – et en Suède aussi – se poursuit. On constate bien le ralentissement dû aux crises économiques et aux guerres, mais il est compensé ensuite par une accélération, ce qui fait que l'évolution serpente autour de la courbe théorique.

henden Anlagen machen. Der Gesamtaufwand ist nicht nur durch die Zunahme der Abonnenten und des Verkehrs bestimmt, sondern ebenso durch die Erneuerung der ältern Anlagen.

Aus Figur 4 kann das Verhältnis für den reinen Anlagezuwachs und für die Anlagenerneuerung, in Abhängigkeit der Lebensdauer der Anlagen, entnommen werden. Die Angaben sind allerdings nur für jene Anlagenteile gültig, für die der Teilnehmerzuwachs als Massstab für das Volumen der technischen Einrichtungen Gültigkeit hat, also in erster Linie für Teilnehmerkabel, Freileitungen, Quartierzentralen, Teilnehmeranlagen und allenfalls Endämter. Für alle die Anlagenteile, bei denen primär der Telefonverkehr für das Anlagevolumen massgebend ist, also zum Beispiel für Fernkabel, Zentraleneinrichtungen für den Fernverkehr, darf Figur 4 nicht als Grundlage verwendet werden, weil der Telefonverkehr anderen als darin dargestellten Gesetzen folgt.

Figur 11 zeigt nun den theoretischen Aufwand für den reinen Anlagezuwachs (Kurve 1) und den Aufwand für den Anlagezuwachs einschliesslich Erneuerung der bestehenden Anlagen (Kurven 2 ÷ 5) in Ab-

7.2 L'augmentation annuelle en pour-cent des raccordements principaux en Suisse est très constante et a une valeur d'environ 4,8% pour la période 1900–1963. Cependant, on constate une diminution de cette augmentation au cours des dernières années. Si ce n'était pas le cas et qu'elle se maintienne à 4,8% jusqu'en l'an 2000, la densité atteindrait alors la valeur de 125%, ce qui est manifestement exagéré.

7.3 La loi générale trouvée pour le développement de la densité des raccordements principaux est une fonction de la forme d'une tangente hyperbolique, ce qui confirme le résultat auquel a conduit l'étude de 1956. Cette fonction s'applique bien à l'évolution passée et permet d'établir d'intéressants pronostics pour l'avenir.

La détermination mathématique a fixé pour la Suisse le point d'inflexion en 1973 et la densité moyenne à fin d'évolution, c'est-à-dire à saturation à 60%. Pour l'an 2000, elle serait d'environ 49%.

7.4 Afin d'essayer de réduire l'incertitude quant au développement réel futur, deux méthodes de calcul ont été utilisées: celle de l'extrapolation du développement passé et celle de l'analyse des différentes catégories d'abonnés. Elles ont conduit à des résultats étonnamment semblables pour la densité en l'an 2000, soit 49, respectivement 46 à 47%.

7.5 Le développement en Suède étant en avance de quelques années sur celui de la Suisse, on a pu assez facilement identifier la loi du développement comme une fonction de la forme d'une tangente hyperbolique. Un des critères est la diminution sensible de l'augmentation annuelle  $\Delta P$  pour-cent de la densité, qui passe de 5,5% environ il y a 30 ans à 3,2% aujourd'hui.

La loi générale du développement est valable, avec une bonne concordance, pour les deux pays.

7.6 Ainsi qu'on l'a dit au début, vu les hypothèses et les simplifications admises, il est nécessaire de faire preuve de sens critique lors de l'utilisation des lois établies. Les prévisions faites pour l'an 2000 sont à la limite extrême de ce qui est raisonnable.

7.7 Par la combinaison d'une densité tendant vers la saturation et de l'augmentation de la population, le nombre des raccordements principaux évolue d'une façon presque linéaire (v. fig. 4). L'aug-

ment de la durée de vie des installations. Il a été accepté, que les nouvelles installations quelques années avant le démantèlement des anciennes installations doivent être réalisées.

Figur 11 zeigt:

- In den Jahren 1900–1930 fällt der Aufwand für die Erneuerung bestehender Anlagen gegenüber dem Aufwand für Neuanlagen praktisch nicht ins Gewicht.
- Für die Jahre 1950–2000 beträgt der prozentuale Anteil für die «Erneuerung» gegenüber dem «Zuwachs»:

Lebensdauer der Anlage Jahre	1950 %	1960 %	1970 %	1980 %	1990 %	2000 %
50	5	6,3	9,1	17	37	95
40	8,3	10	18	41	79	133
30	18	24	46	79	120	194
20	33	54	91	140	200	320

Im Jahre 1950 begann sich der Aufwand für die Erneuerung besonders für Anlagen mit kurzer Lebensdauer bemerkbar zu machen.

Der Zeitpunkt, in dem der Aufwand für die «Erneuerung» ebenso gross wird wie der Aufwand für den «Anlagezuwachs», ist:

Für Anlagen mit	etwa zwischen den Jahren
50 Jahren Lebensdauer	2000–2010
40 Jahren Lebensdauer	1990–2000
30 Jahren Lebensdauer	1980–1990

- Für Anlagen mit einer Lebensdauer von 20 Jahren wird im Jahre 2000 der Aufwand für die «Erneuerung» rund dreimal so gross sein wie der Aufwand für den «Zuwachs».

Dem Problem der «Erneuerung» von Anlagen wird in den kommenden Jahren eine sehr grosse Bedeutung zukommen. Man ist deshalb sicher gut beraten, wenn man bei der Behandlung von Planungsproblemen materieller, finanzieller und personeller Art der «Erneuerung» volle Aufmerksamkeit schenkt.

## 7. Zusammenfassung

7.1 Es ist erstaunlich, mit welcher grosser Regelmässigkeit sich das Telefon bisher in der Schweiz – und auch in Schweden – entwickelt hat.

Verlangsamungen infolge Wirtschaftskrisen und Kriegen sind wohl feststellbar, doch werden diese Verlangsamungen durch nachfolgende Entwicklungsbeschleunigungen ausgeglichen, so dass die Entwicklung immer wieder in eine regelmässige Funktion einpendelt.

7.2 Die prozentuale jährliche Zunahme der Telefon-Hauptanschlussdichte ist in der Schweiz sehr konstant und beträgt für die Zeitspanne 1900 bis 1963 etwa 4,8%. In den letzten Jahren machen sich nun Anzeichen einer Verminderung der prozentualen jährlichen Zunahme bemerkbar.

mentation annuelle moyenne pour la période de 1963–2000 variera entre 68 000 à 75 000 raccordements principaux.

7.8 Aussi longtemps qu'un grand nombre d'abonnés doivent attendre leur raccordement, l'augmentation ne dépend pas uniquement de la demande, mais aussi de la capacité de production de l'industrie et des possibilités de raccordement qu'offre l'entreprise des PTT. Si l'on parvient à réduire le nombre des abonnés en attente, l'augmentation annuelle mentionnée plus haut sera temporairement dépassée.

7.9 Pour calculer le nombre futur des raccordements principaux, nous avons admis, en accord avec les services fédéraux compétents, que l'augmentation de la population serait notablement plus faible à partir de 1963. Si cette prévision était démentie et que la population augmente encore au rythme de la période 1950–1963, l'augmentation annuelle du nombre des raccordements varierait entre 73 000 et 90 000 au cours de la période 1963–2000. Nous aurions alors, en 2000, pour une population de 9,1 millions d'habitants environ, près de 4,5 millions de raccordements principaux.

7.10 Les prévisions établies pour la Suisse sont résumées dans le tableau ci-après:

a) En cas d'augmentation plus faible de la population

Année	Population 10 <sup>6</sup>	Raccordements principaux 10 <sup>3</sup>	Densité moyenne des raccordements principaux %	Postes téléphoniques 10 <sup>3</sup>
1962	5,71	1228	21,5	1875
1970	6,08	1690	27,8	2570
1980	6,6	2360	35,8	3600
1990	7,09	3050	43,1	4660
2000	7,62 <sup>1</sup>	3720	48,9	5680

<sup>1</sup> Chiffre pris d'un message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale à l'appui d'un projet de loi fédérale concernant la modification de la loi sur l'AVS, du 16 septembre 1963.

b) Si l'augmentation de la population demeure aussi rapide

Année	Population 10 <sup>6</sup>	Raccordements principaux 10 <sup>3</sup>	Densité moyenne des raccordements principaux %	Postes téléphoniques 10 <sup>3</sup>
1962	5,71	1228	21,5	1875
1970	6,42	1820	27,6	2780
1980	7,30	2620	36,0	4000
1990	8,20	3520	43,0	5370
2000	9,10	4410	48,5	6740

Compte tenu de toutes les tolérances (incertitude quant à l'augmentation de la population et tolérance des prévisions quant à la densité), on devrait compter en Suisse, en 2000, 3 à 4 fois autant de raccordements principaux et de postes téléphoniques qu'en 1962.

Würde die jährliche Dichtezunahme mit 4,8% bis ins Jahr 2000 anhalten, so würde die Dichte auf 125% steigen, was sehr übermässig erscheint.

7.3 Es ist möglich, ein allgemeines Entwicklungsgesetz in Form einer Tangens-Hyperbelfunktion zu finden (Bestätigung der Studie vom Jahre 1956), das sehr gut der bisherigen Entwicklung entspricht, und das für die Zukunft einige interessante Prognosen gestattet. Eine mathematische Untersuchung für die Schweiz hat ergeben, dass der «Wendepunkt der Entwicklung» im Jahre 1973 zu erwarten ist, und dass die gesamte Dichte bei vollständiger Sättigung etwa 60% betragen wird.

Für das Jahr 2000 ist eine Dichte von ungefähr 49% zu erwarten.

7.4 Um die Ungewissheit über die tatsächliche künftige Entwicklung zu mildern, wurde die Entwicklung nach zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden, nämlich einer Extrapolation der bisherigen Entwicklung und einer Analyse der einzelnen Wirtschaftsgruppen berechnet. Es ist erstaunlich, wie nahe die Resultate der beiden Methoden beieinanderliegen, ergaben sie doch Telephon-Hauptanschlusssdichten von 46 ÷ 47% beziehungsweise 49% für das Jahr 2000.

7.5 Zuzufolge der in Schweden gegenüber der Schweiz um einige Jahre weiter fortgeschrittenen Entwicklung, ist es für Schweden wesentlich leichter, die bisherige Entwicklung als Tangens-Hyperbelfunktion zu identifizieren. In Schweden ist die prozentuale jährliche Zunahme bereits deutlich abgefallen, nämlich von etwa 5,5% vor rund 30 Jahren auf heute 3,2%. Das abgeleitete allgemeine Entwicklungsgesetz kann sowohl für die Schweiz als auch für Schweden mit guter Übereinstimmung angewendet werden.

7.6 Um eine Prognose zu ermöglichen, mussten einige Hypothesen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Es ist deshalb empfehlenswert, diese Entwicklungsstudie mit kritischem Geist aufzunehmen. Wir erachten das Jahr 2000 als maximale zulässige zeitliche Entfernung, für das eine Prognose noch zulässig und sinnvoll ist.

7.7 Durch das Zusammenspiel der beginnenden Sättigung der Hauptanschlusssdichte und der steigenden Einwohnerzahl wird die absolute Zahl der Hauptanschlüsse in den nächsten Jahren fast linear ansteigen (siehe Figur 4). Der jährliche Zuwachs wird sich für die Periode 1963–2000 etwa zwischen 68 000 und 75 000 Hauptanschlüssen bewegen.

7.8 Solange eine beträchtliche Anzahl wartender Teilnehmer vorhanden ist, ist der Teilnehmerzuwachs nicht allein durch die Nachfrage, sondern auch durch die Produktionskapazität der Industrie und das Anschlussvermögen der PTT-Betriebe bestimmt. Gelingt es, die Zahl der wartenden Teil-

7.11 Tout laisse prévoir que le volume de travail que devra exécuter notre entreprise ne diminuera point, mais augmentera, au contraire, dans d'assez grandes proportions. Or, les expériences faites ces dernières années montrent que la mise à disposition du matériel et spécialement du personnel rencontre des difficultés très grandes, qui hélas ne font croître. Sans vouloir être pessimiste, on peut bien dire que si la conjoncture actuelle se poursuit au même rythme, on aura toujours plus de peine à rassembler les moyens et l'on risque même de ne pas pouvoir rattraper le retard actuel.

Il est essentiel que la planification en moyens financiers, en matériel et en forces de travail soit établie d'une manière approfondie et révisée sans cesse si l'on ne veut pas courir à la catastrophe. C'est une tâche qui doit figurer au premier plan de nos préoccupations et permettre de recueillir pleinement les fruits des efforts techniques faits pour le développement des télécommunications.

### Bibliographie

- C. Lancoud et M. Ducommun: Contribution à l'étude du développement du téléphone en Suisse. Bulletin technique PTT, 1956, Nr. 12, p. 482-498. Beitrag zum Studium der wahrscheinlichen Entwicklung des Telefons in der Schweiz. Technische Mitteilungen PTT, 1957, Nr. 4, S. 121-137.
- N. Noat: Le développement progressif d'un réseau national de télécommunications et son intégration dans un système mondial. Exposé fait à l'UNCSAT 1963 - doc. E/Conf. 39/L/38 - 19. 10. 1962.
- «Die Volkswirtschaft», 1954, Nr. 12, veröffentlicht vom Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement, Bern.
- «Die Volkswirtschaft», 1963, Nr. 4, veröffentlicht vom Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement, Bern.
- G. Nakamura und Y. Murao: On the Penetration Rate of Telephone Subscriptions. Report ECL, NTT, (1959), Nr. 6.
- R.F. Bogaerts: Die Entwicklung des Telefons. Elektrisches Nachrichtenwesen, ITT, 38 (1963), Nr. 2, S. 184-196.
- The World's Telephones. American Telephone and Telegraph Company, New York, 1943-1962.
- Statistiques générales de la téléphonie. UIT, Genève, 1896-1942.

nehmer zu reduzieren, so wird der vorausgesagte jährliche Teilnehmerzuwachs vorübergehend überschritten.

7.9 Für die Berechnung der künftigen Anzahl Hauptanschlüsse haben wir nach Rücksprache mit den zuständigen eidgenössischen Amtsstellen eine deutliche Verlangsamung der Bevölkerungszunahme von 1963 an angenommen. Sollte entgegen dieser Prognose die Bevölkerung weiterhin im gleichen Tempo wie in der Periode 1950-1963 zunehmen, so würde der jährliche Telephonzuwachs für die Zeit 1963-2000 etwa zwischen 73 000 und 90 000 Hauptanschlüssen liegen. Dies würde bedeuten, dass im Jahre 2000 auf etwa 9,1 Millionen Einwohner rund 4,5 Millionen Hauptanschlüsse entfallen würden.

7.10 Die Prognosen für die Schweiz sind in folgender Zusammenstellung aufgeführt:

a) Bei verlangsamter Bevölkerungszunahme

Jahr	Bevölkerung in Millionen	Hauptanschlüsse in Tausend	Dichte Hauptanschlüsse P %	Stationen in Tausend
1962	5,71	1228	21,5	1875
1970	6,08	1690	27,8	2570
1980	6,6	2360	35,8	3600
1990	7,09	3050	43,1	4660
2000	7,62 <sup>1</sup>	3720	48,9	5680

<sup>1</sup> Gemäss Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung zum Entwurf eines Bundesgesetzes betreffend die Änderung des Bundesgesetzes über die AHV vom 16. September 1963.

b) Bei anhaltend rascher Bevölkerungszunahme

Jahr	Bevölkerung in Millionen	Hauptanschlüsse in Tausend	Dichte Hauptanschlüsse P %	Stationen in Tausend
1962	5,71	1228	21,5	1875
1970	6,42	1820	27,6	2780
1980	7,30	2620	36,0	4000
1990	8,20	3520	43,0	5370
2000	9,10	4410	48,5	6740

Unter Berücksichtigung aller Toleranzen (Unsicherheit der Bevölkerungszunahme und Toleranz der Dichteprognose) werden in der Schweiz im Jahre 2000 ca. 3-4mal mehr Telephonhauptanschlüsse bzw. -stationen vorhanden sein als 1962.

7.11 Es kann vorausgesagt werden, dass das durch Industrie und PTT-Betriebe zu bewältigende Arbeitsvolumen nicht abnehmen, sondern im Gegenteil noch beträchtlich zunehmen wird. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass die Bereitstellung von Ausrüstungen sowie im besondern auch die Rekrutierung des Personals immer grössere Schwierigkeiten berei-

ten. Ohne die Lage pessimistisch zu beurteilen kann gesagt werden, dass wir bei anhaltender Konjunkturüberhitzung unsere Aufgaben nur mühsam werden erfüllen können und damit rechnen müssen, dass der bereits eingetretene Rückstand nicht aufgeholt werden kann.

Die Planung und Bereitstellung der finanziellen, materiellen und personellen Mittel muss

deshalb mit aller Gründlichkeit vorgenommen und ständig überprüft werden, ansonst wir Gefahr laufen, in absehbarer Zeit einer katastrophalen Situation gegenüberzustehen. Diese Aufgaben müssen wir deutlich in den Vordergrund stellen, damit die langjährigen Anstrengungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens weiterhin Früchte tragen.

## 14. Vollversammlung der Union Radio Scientifique Internationale (URSI) in Tokio

Die URSI ist eine der vierzehn wissenschaftlichen Weltunionen und gehört als solche dem Internationalen Forschungsrat an. Im dreijährigen Turnus führt sie jeweils zur Behandlung der wissenschaftlichen und administrativen Anliegen eine Vollversammlung durch. In der Zwischenzeit werden Symposien organisiert und wissenschaftliche Schriften herausgegeben. An der nunmehrigen 14. Vollversammlung, die in der Zeit vom 9. bis 20. September in Tokio abgehalten wurde, waren aus Japan und Übersee je 400 Abgeordnete zugegen.

Die wissenschaftliche Arbeit verteilte sich auf sieben Kommissionen und einige Sonderkomitees. Im wesentlichen wurden aktuelle Fragen der Frequenz- und Zeitbestimmung, der Wellenausbreitung am Erdboden, in der Troposphäre, in der Ionosphäre und der Magnetosphäre, sowie der atmosphären Störungen, der Radioastronomie, der Informationstheorie und der Radioelektronik behandelt. Dabei wurden u.a. verschiedene Resolutionen gefasst und Empfehlungen ausgearbeitet. Beispielsweise soll, mit Rücksicht auf die zunehmende Erforschung der terrestrisch-solaren Beziehungen in den Bereichen der Exosphäre und der

Ionosphäre, die Struktur der URSI im Einvernehmen mit andern interessierten Organisationen überprüft werden.

In Argentinien, Ghana, Kenya und China (Taipeh) haben sich Nationalkomitees gebildet, die in die Union aufgenommen wurden, womit die Zahl der Mitglieder auf 32 angewachsen ist.

Als älteste der internationalen wissenschaftlichen Unionen kann die URSI nunmehr auf 50 Jahre ihres Bestehens zurückblicken. Aus diesem Anlass wurde ein geschichtlich gehaltenes Jubiläumswerk herausgegeben.

Zweifelloos war der 14. Vollversammlung in jeder Hinsicht ein voller Erfolg beschieden. Zahlreiche technisch-wissenschaftliche Exkursionen ergänzten die Verhandlungen, und nicht wenige, ebenso gut organisierte Veranstaltungen machten die Teilnehmer mit Land und Leuten bekannt.

Auf Einladung des Deutschen Nationalkomitees ist die nächste Vollversammlung auf die Zeit vom 1. bis 15. September 1966 in München angesetzt worden. Unmittelbar vorher wird die URSI, zusammen mit andern interessierten Unionen, in Belgrad ein Symposium über terrestrisch-solare Beziehungen veranstalten.

*W. Gerber*

## Le câble transpacifique COMPAC

Le câble téléphonique immergé dans l'océan Pacifique et reliant le Canada à l'Australie sera mis en service sous peu. En effet, les dernières épissures du câble transpacifique appelé COMPAC ont été terminées le 10 octobre 1963. Ce câble a une longueur totale de 15000 kilomètres et 323 répéteurs ont été immergés entre Sydney (Australie) et Vancouver (Canada). Des stations de répéteurs intermédiaires ont été installées à Auckland, Suva, Hawaii et Port Alberni. A Hawaii, un raccordement avec les câbles vers les Etats-Unis est prévu.

La pose du câble est une œuvre commune réalisée par la Grande-Bretagne, le Canada, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Le câble et les répéteurs ont été fabriqués en Grande-Bretagne avec des matériaux fournis par les autres membres du Commonwealth.

Les caractéristiques du câble sont similaires à celles du câble CANTAT immergé dans l'Atlantique en 1961, reliant la Grande-Bretagne au Canada. Il procure 80 circuits téléphoniques, dont quelques-uns seront utilisés pour les services télégraphiques et télex, mais la plus grande partie sera mise à la disposition des services téléphoniques intercontinentaux.

Ainsi, sous peu, l'Europe sera reliée téléphoniquement, entièrement par câble, avec la Nouvelle-Zélande et l'Australie, ce qui permettra de fournir un meilleur service aux abonnés.

Les câbles CANTAT et COMPAC constituent une partie du câble sous-marin du Commonwealth qui fera le tour du monde. Au cours des années qui viennent, ce câble sera prolongé par l'Asie du sud-est, l'Inde et l'Afrique et rejoindra la Grande-Bretagne (voir figure).

*R. Rüttschi*

