

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: 70 (1992)

Heft: 2

Artikel: Entwicklungskurve für Telefonanschlüsse = Courbe de développement des raccordements téléphoniques

Autor: Zobrist, Hansruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873972>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

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

Entwicklungskurve für Telefonanschlüsse

Courbe de développement des raccordements téléphoniques

Hansruedi ZOBRI, Bern

1 Allgemeines über Prognosen

Bekanntlich zählen Prognosen ganz allgemein zu den heikelsten Aufgaben des Planers. Der Grund liegt darin, dass kein Mensch die Zukunft voraussagen kann. Wohl ist es bei gesundem Menschenverstand und analysierendem Beobachten der bisherigen Entwicklungen oft möglich, gewisse Ereignisse vorauszusagen, aber der *Zeitpunkt* ihres Eintreffens bleibt immer ungewiss. So ist es – um auf die hier zu betrachtende Problematik einzugehen – sicher unbestritten, dass der Bestand der Telefonanschlüsse in der Schweiz einmal 4,5 Millionen erreichen wird, aber in welchem Jahr oder gar in welchem Monat dies eintreffen wird, weiss niemand. Auch mit den ausgeklügeltsten wissenschaftlichen Methoden können keine Prognosekurven berechnet werden, die «stimmen». Es sind höchstens wahrscheinlichkeitstheoretische Aussagen möglich, zum Beispiel: In der Schweiz wird im Jahre 2000 die Zahl der Anschlüsse mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % zwischen 4 800 000 und 5 600 000 liegen. Mit so vagen Aussagen können jedoch die Planer von Zentralenaurüstungen und -neubauten sowie von Kabelanlagen nicht viel anfangen. Der Planer möchte gerne mit einer eindeutigen Entwicklungskurve arbeiten. So ist der Mathematiker zur undankbaren Aufgabe gezwungen, dem Planer eine einzige Prognosekurve zu «liefern», die es diesem erlaubt, die genannten Erweiterungsarbeiten genau zu terminieren. Er muss sich dabei aber stets bewusst bleiben, dass die Kurve, durch die seine Termine bestimmt werden, unsicher ist, und das darf auch der Leser der folgenden Ausführungen nicht vergessen.

Prognosen können unter anderem so erstellt werden, dass aus den beobachteten Vergangenheitswerten, im folgenden *Beobachtungswerte* genannt, eine Regressionsfunktion berechnet wird. Ihre Fortsetzung in die Zukunft ist dann die gesuchte Prognosekurve. Die Regressionsfunktion kann eine Gerade sein, die *Regressionsgerade*. Sie kann aber auch irgendeine andere mathematische Funktion sein, die sich durch Transformation so linearisieren lässt, dass die Regressionstheorie auf sie angewendet werden kann.

Prognosekurven, die auf diese Weise entstanden sind, stützen sich ausschliesslich auf die bisherige Entwicklung. Spezifische Kenntnisse des Planers über die künftige Entwicklung bleiben dabei unberücksichtigt. Ein gutes Prognosesystem muss es jedoch dem Planer ermög-

1 Généralités concernant les pronostics

On sait que l'établissement des pronostics fait partie des tâches les plus délicates du planificateur, ne serait-ce qu'en raison de l'imprévisibilité de l'avenir. S'il est souvent possible, avec du bon sens et à partir d'une observation analytique des développements antérieurs, de pronostiquer certains événements, le *moment* de leur réalisation reste incertain. En ce qui concerne le problème soulevé ici, il ne fait pas de doute que le nombre des raccordements téléphoniques en Suisse atteindra un jour 4,5 millions; personne ne peut cependant prédire l'année, voire le mois au cours duquel ce seuil sera atteint. Même les méthodes scientifiques les plus subtiles ne peuvent pas garantir des courbes de pronostic exactes. Tout au plus, elles peuvent aboutir à des approximations plus ou moins probables du genre: En l'an 2000, le nombre de raccordements téléphoniques en Suisse se situera entre 4 800 000 et 5 600 000 avec une probabilité de 95 %. De telles estimations ne sauraient toutefois satisfaire les planificateurs d'équipements centraux et de nouveaux bâtiments de télécommunications ainsi que d'installations de câbles. Le planificateur souhaite en effet s'appuyer sur une courbe de développement précise. Le mathématicien est donc appelé à la tâche ingrate qui est celle de fournir au planificateur une seule courbe de pronostic qui permettra à celui-ci de fixer avec précision les échéances des travaux d'extension. Ce dernier devra néanmoins toujours avoir à l'esprit que la courbe qui détermine ses délais est incertaine, un fait que ne devrait pas non plus oublier le lecteur.

Pour établir un pronostic, il est notamment possible de calculer une fonction de régression sur la base des valeurs antérieures, appelées ci-après *valeurs observées*. En prolongeant cette fonction dans l'avenir, on obtient la courbe de pronostic souhaitée. La fonction de régression peut être une *droite* dite *de régression*. Toutefois, elle peut aussi être une fonction mathématique quelconque qui peut être transformée en fonction linéaire de manière à s'appliquer à la théorie de la régression.

De telles courbes se fondent uniquement sur le développement précédent, ne tenant pas compte des connaissances spécifiques du planificateur sur le développement futur. Une méthode de prédiction valable doit cependant inclure la possibilité pour le planificateur d'appliquer également ses connaissances sur l'avenir.

lichen, sein Zukunftswissen ebenfalls einfließen zu lassen.

2 Schwächen des alten Systems

Als Regressionsfunktion wurde im alten System die *logistische Funktion* verwendet. Ihre Eigenschaften sind in [1] ausführlich beschrieben. Die Kurve steigt zuerst progressiv (zunehmend), dann degressiv (abnehmend). Obwohl sie immer steigt, überschreitet sie nie einen vorgegebenen Wert, den sogenannten *Sättigungswert*. Den Übergang vom progressiven zum degressiven Anstieg bildet der *Wendepunkt*.

Die logistische Funktion ist durch die Regression an die Beobachtungswerte und die Vorgabe des Sättigungswertes eindeutig bestimmt. Gerade die Bestimmung des Sättigungswertes bildete aber zunehmende Schwierigkeiten, weil man für jedes Anschlussnetz (Ortsnetz) eine maximale Dichte zu schätzen hatte, die in etwa 30 Jahren nahezu hätte erreicht werden sollen. Es zeigte sich indes immer deutlicher, dass diese Dichte, die aus dem Verhältnis der Anschlüsse je Einwohner besteht, kaum mehr einigermaßen zuverlässig vorgegeben werden konnte.

Ein weiterer Nachteil der logistischen Funktion liegt darin, dass diese nur Dichtewerte lieferte und nicht die gesuchten Anschlusszahlen. Um diese zu erhalten, mussten die Dichtewerte mit der für die betreffende Region geltenden Bevölkerungsprognose multipliziert werden, was meistens zu einer weiteren Verschlechterung der Kurve führte. Dass die Prognosen besonders im *langfristigen* Bereich (10 bis 20 Jahre) nicht stimmen konnten, zeigte sich deutlich, wenn man jene der einzelnen Anschlussnetze zusammenzählte: Es ergaben sich jeweils für die einzelnen Fernmeldedirektionen und die ganze Schweiz ganz unmögliche künftige Anschlusszahlen.

Im *kurzfristigen* Bereich (bis 5 Jahre) erwies sich die Entwicklungskurve von jeher als unbefriedigend, weil sie vorübergehende Schwankungen, die vom Planer oft voraussehbar sind, nicht berücksichtigen kann. Dies wäre aber sehr wichtig, weil Zentralen am kostengünstigsten in einem Dreijahresrhythmus erweitert werden.

3 Das neue System

31 Theorie

Das neue System geht von der Erkenntnis aus, dass es keine mathematische Kurve (Funktion) gibt, die sich sowohl für die kurz- als auch für die mittel- und langfristige Prognose der Telefonanschlüsse eignet. Es müssen also mehrere Kurven berechnet werden. Andererseits möchte der Planer berechtigterweise nur mit einer einzigen Kurve arbeiten. Dieser Widerspruch ist nur lösbar, wenn verschiedene Kurven so aneinandergehängt werden, dass sie für den Planer als eine einzige erscheinen, was mathematisch bereits mit Polynomen dritten Grades ohne weiteres möglich ist.

Die neue Entwicklungskurve setzt sich deshalb aus mehreren Kurvenstücken zusammen. Sie wird durch die Beobachtungswerte, ihre Gewichtung und durch einen

2 Défaits de l'ancienne méthode

Dans l'ancienne méthode, la fonction de régression était constituée par la *fonction logistique* dont les caractéristiques sont décrites en détail dans [1]. On constate que la pente de la courbe est d'abord progressive avant d'être dégressive. Tout en restant ascendante, elle ne dépasse jamais une valeur définie, à savoir la *valeur de saturation*. Le passage de la croissance progressive à la croissance dégressive est représenté par le *point d'inflexion*.

La fonction logistique est clairement déterminée par la régression aux valeurs observées et par la définition de la valeur de saturation. C'est précisément pour établir celle-ci qu'on rencontrait de plus en plus de difficultés, étant donné qu'il fallait évaluer pour chaque réseau de raccordement (réseau local) une densité maximale qui aurait dû être approchée trente ans plus tard environ. On s'apercevait alors toujours plus que cette densité, définie par la proportion des raccordements par habitant, ne pouvait plus guère être fixée de manière plus ou moins fiable.

Un autre inconvénient de la fonction logistique réside dans le fait qu'elle aboutissait seulement à des valeurs relatives à la densité et non pas aux nombres de raccordements recherchés. Pour les obtenir, il fallait multiplier les valeurs de densité par le chiffre résultant du pronostic démographique pour la région concernée, ce qui engendrait le plus souvent une nouvelle détérioration de la courbe. L'imprécision des pronostics *à long terme* (10 à 20 ans) se manifestait lorsqu'on additionnait les nombres pronostiqués pour les différents réseaux de raccordement. On obtenait à chaque fois des nombres de raccordement futurs irréalistes pour chaque Direction des télécommunications ainsi que pour toute la Suisse.

Dans le domaine des pronostics *à court terme* (jusqu'à 5 ans), la courbe de développement s'est révélée insatisfaisante dès le début, puisqu'elle ne permettait pas de prendre en considération les variations passagères que le planificateur est souvent en mesure de prévoir. Cela serait en effet très important, vu que les extensions de centraux occasionnent le moins de frais lorsqu'elles sont réalisées à des intervalles de trois ans.

3 Nouvelle méthode

31 Théorie

La nouvelle méthode part du principe qu'il n'y a pas de courbe (fonction) mathématique qui s'applique aussi bien aux pronostics à court terme qu'aux pronostics à moyen et à long terme sur les raccordements téléphoniques. Il s'agit donc d'établir plusieurs courbes. De son côté, le planificateur aimerait pouvoir disposer d'une seule courbe. Pour concilier les exigences de la méthode avec les besoins du planificateur, la seule solution consiste à enchaîner les différentes courbes de manière à ce qu'elles n'en forment qu'une seule pour le planificateur, ce qui est mathématiquement tout à fait possible au moyen de polynômes du troisième degré.

C'est pourquoi la nouvelle courbe de développement se compose de plusieurs sections. Elle est déterminée par

Fernpunkt bestimmt. Dazu können bei Bedarf noch vor dem Fernpunkt liegende *Zukunftspunkte* kommen.

Aus den Beobachtungswerten wird durch *Regression* ein Polynom zweiten Grades, also eine quadratische Parabel, berechnet. Sie bildet das erste Kurvenstück, das in der Vergangenheit als Regressions- und in der Zukunft als Prognosekurve bezeichnet werden kann. Der Planer hat die Möglichkeit, die letzten Beobachtungswerte stärker zu gewichten als die vorangehenden. Die Prognosekurve wird dann im kurzfristigen Bereich den neuesten Entwicklungstrend stärker berücksichtigen. Ferner kann der Planer die *Verknüpfungsstelle* wählen, die bestimmt, wann diese erste Kurve durch die nächste abgelöst werden soll.

Die nächste Kurve beginnt an der Verknüpfungsstelle, hat dort den gleichen Wert und die gleiche Steigung wie die erste und endet im nächsten, vom Planer angegebenen Zukunfts- oder, falls kein solcher existiert, im Fernpunkt. Zukunfts- und Fernpunkte enthalten als Abszisse ein bestimmtes Jahr und als Ordinate die Ende dieses Jahres erwartete Anschlusszahl. Anstatt einer Anschlusszahl kann ein Steigungsfaktor angegeben werden. Diese Variante wird in Abschnitt 5 erläutert. Der Planer *muss* mindestens einen Fernpunkt, er *kann* dazu noch einen oder mehrere Zukunftspunkte bestimmen.

32 Praxis

Wie wirkt sich nun das neue System in der Praxis aus? In der Regel ist es so, dass die erste Kurve, die durch die Regression an die Beobachtungswerte bestimmt wird, progressiv ansteigt. Da aber niemand an eine endlose Fortsetzung dieser Entwicklung denkt, wird der Fernpunkt, der etwa zwölf Jahre nach der Gegenwart liegt, entsprechend tief gewählt. Dies bewirkt, dass der Verknüpfungspunkt auch gerade zum Wendepunkt wird, von dem an die Zunahme abnimmt. Je nach Wahl des Verknüpfungspunktes beginnt also die Trendwende früher oder später. *Figur 1* veranschaulicht diesen Sachverhalt. Sie zeigt drei Entwicklungskurven, die von denselben Beobachtungswerten und einem gemeinsamen Fernpunkt bestimmt werden. Nur der Verknüpfungspunkt unterscheidet sich. Auch wenn der Verknüpfungspunkt bereits in der Gegenwart, also nach null Jahren gewählt wird, hat die erste Kurve (die Regressionskurve) einen Einfluss auf die nächste Zukunft, weil die zweite Kurve im Verknüpfungspunkt die Steigung der ersten übernimmt.

Der kurzfristige Bereich kann, wie bereits erwähnt, auch durch eine stärkere Gewichtung des letzten Beobachtungswertes beeinflusst werden.

Eine weitere Möglichkeit, die Entwicklungskurve in allen zeitlichen Prognosebereichen (kurz-, mittel- und langfristige) möglichst wirklichkeitsnah zu gestalten, besteht in der zusätzlichen Eingabe von Zukunftspunkten. Hat beispielsweise in einem Anschlussnetz ein stärkerer Ausbau soeben stattgefunden und ist deshalb in den nächsten Jahren vorübergehend mit einem schwächeren Anstieg zu rechnen, so kann dies durch die Angabe von zwei Zukunftspunkten berücksichtigt werden. *Figur 2* veranschaulicht diese Möglichkeit. Eine ähnliche Kurve

les valeurs observées, leur pondération et par un *point le plus éloigné*. Au besoin, on peut y ajouter des *points situés dans l'avenir* qui précèdent encore le point le plus éloigné.

Les valeurs observées servent de base pour calculer par voie de *régression* un polynôme du deuxième degré, donc une parabole quadratique. Celle-ci constitue la première section de la courbe qui peut être appelée courbe de régression pour le passé et courbe de pronostic pour l'avenir. Le planificateur peut pondérer plus fortement les dernières valeurs observées par rapport aux précédentes. La courbe de pronostic tiendra alors davantage compte de la tendance récente du développement dans le domaine du court terme. En outre, le planificateur pourra choisir le *point d'intersection* qui détermine le moment où cette première courbe doit être remplacée par la suivante.

La courbe suivante commence au point d'intersection où elle a la même valeur et la même pente que la première et se termine au prochain point situé dans l'avenir et indiqué par le planificateur ou, à défaut, au point le plus éloigné. L'abscisse et l'ordonnée des points situés dans l'avenir et des points les plus éloignés correspondent respectivement à une certaine année et au nombre de raccordements probablement atteint à la fin de celle-ci. Au lieu d'un nombre de raccordements, on peut indi-

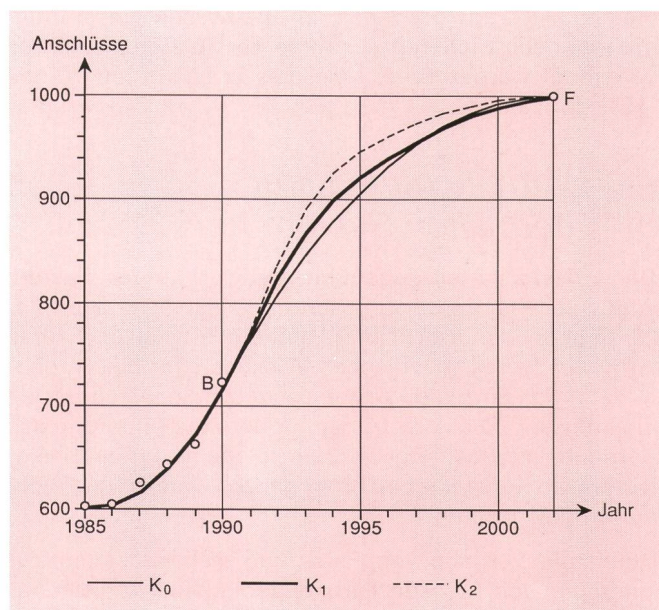


Fig. 1 Drei Kurven mit gleicher Regression und gleichem Fernpunkt, aber mit verschiedenen Verknüpfungspunkten – Trois courbes présentant une régression et un point le plus éloigné identiques mais des points d'intersection différents

Anschlüsse – Raccordements

Jahr – Année

B Letzter Beobachtungswert – Dernière valeur observée

F Fernpunkt – Point le plus éloigné

K_i Kurve, deren Verknüpfungspunkt, der zugleich Wendepunkt ist, i Jahre nach dem letzten Beobachtungswert liegt ($i = 0, 1, 2$), also für K_0 1990, für K_1 1991 und für K_2 1992 – Courbe dont le point d'intersection, qui coïncide avec le point i d'inflexion, suit de i années le point représentant la dernière valeur observée ($i = 0, 1, 2$), donc 1990 pour K_0 , 1991 pour K_1 et 1992 pour K_2

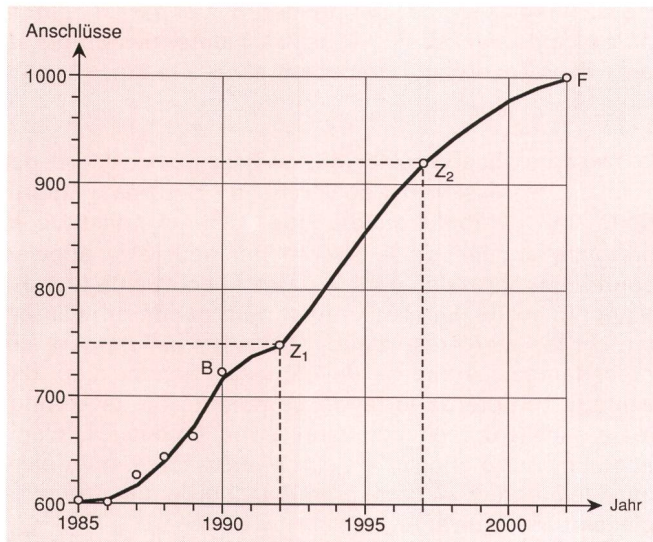


Fig. 2 *Beeinflussung der Prognosekurve im nahfristigen Bereich – Influence exercée sur la courbe de pronostic dans le domaine du court terme*

Anschlüsse – Raccordements
 Jahr – Année
 B Letzter Beobachtungswert – Dernière valeur observée
 Z₁, Z₂ Zukunftspunkte – Points situés dans l'avenir
 F Fernpunkt – Point le plus éloigné

könnte beispielsweise auch für die Schweiz gelten, wenn vielleicht in den nächsten Jahren wegen des allgemeinen Auftragsrückgangs im Bauwesen gesamthaft mit einer schwächeren Zunahme der Telefonanschlüsse gerechnet werden muss, wie dies ja schon jetzt (Ende 1991) der Fall ist.

4 Vorteile gegenüber dem alten System

Der grösste Vorteil gegenüber dem bisherigen System liegt zweifellos in der grösseren Flexibilität in allen Zukunftsbereichen. Der Planer kann die Entwicklungskurve aufgrund seines spezifischen Wissens über die Verhältnisse in den einzelnen Anschlussnetzen jederzeit gezielt beeinflussen. Dies war früher nur über die Änderung des Sättigungswertes möglich. Eine solche Änderung beeinflusste die Kurve aber in ihrem ganzen Bereich und nicht nur im gewünschten.

Durch die Vorgabe von Fern- und vielleicht auch Zukunftspunkten für jede Fernmeldedirektion ist es möglich geworden, die Entwicklungskurven für die einzelnen Anschlussnetze so zu beeinflussen, dass wenigstens ihre Summierung einigermaßen realistische Prognosewerte für die einzelnen Fernmeldedirektionen und damit auch für die ganze Schweiz ergibt. Dies bewirkt, falls die vorgegebenen Zahlen einigermaßen realistisch sind, gesamthaft zweifellos auch eine wesentliche Verbesserung der Prognosen für die einzelnen Anschlussnetze.

5 Schwierigkeiten des neuen Systems

Die echte Schwierigkeit des neuen Systems liegt natürlich in der Bestimmung der Zukunftspunkte, besonders

quer ein Faktor der croissance. Cette variante est expliquée au chapitre 5. Le planificateur *doit* fixer au moins un point le plus éloigné et *peut* en plus définir un ou plusieurs points situés dans l'avenir.

32 Pratique

Quelles sont les conséquences de la nouvelle méthode dans la pratique? En règle générale, la première courbe, déterminée par la régression aux valeurs observées, croît progressivement. Personne ne songeant toutefois à une continuation infinie de ce développement, le point le plus éloigné, situé environ à douze ans du présent, est fixé à un seuil relativement bas. Par conséquent, le point d'intersection devient simultanément point d'inflexion à partir duquel la progression diminue. Suivant le choix du point d'intersection, le renversement de la tendance interviendra donc plus tôt ou plus tard. La *figure 1* illustre cette situation. Elle montre trois courbes de développement déterminées par des valeurs observées identiques et un point le plus éloigné commun. Seul le point d'intersection se différencie. Même si le point d'intersection est situé dans le présent, c'est-à-dire après zéro année, la première courbe (la courbe de régression) influe sur l'avenir immédiat, puisque la deuxième courbe reprend la pente de la première au point d'intersection.

Le domaine des pronostics à court terme peut être influencé également par une plus forte pondération de la dernière valeur observée.

Un autre procédé pour établir une courbe de développement aussi réaliste que possible pour les pronostics de tout horizon (court, moyen et long terme) consiste à introduire en plus des points situés dans l'avenir. Par exemple, si un réseau de raccordement vient de faire l'objet d'une extension à grande échelle et s'il faut donc s'attendre dans les prochaines années à une progression provisoirement plus faible, ces données peuvent être représentées par deux points situés dans l'avenir. Cette possibilité est illustrée par la *figure 2*. Une courbe similaire pourrait, par exemple, s'appliquer à la Suisse au cas où il faudrait s'attendre pour les prochaines années à une augmentation globalement plus faible du nombre des raccordements téléphoniques à cause de la baisse généralisée des commandes dans la construction, comme cela est déjà le cas actuellement (fin 1991).

4 Avantages par rapport à l'ancienne méthode

L'avantage principal par rapport à l'ancienne méthode réside sans doute dans la souplesse accrue pour toutes les tranches de l'avenir. Grâce à ses connaissances spécifiques sur la situation des divers réseaux de raccordement, le planificateur peut exercer en tout temps une influence ponctuelle sur la courbe de développement, ce qui, jusqu'à présent, n'était possible que par le biais d'une modification de la valeur de saturation. Une telle modification se répercutait toutefois sur l'ensemble de la courbe et ne portait pas uniquement sur le domaine souhaité.

aber des Fernpunkts, der etwa zwölf Jahre nach dem letzten Beobachtungsjahr liegt und deshalb die langfristige Prognose entscheidend beeinflusst. Wie beim früheren System, das die Eingabe eines Sättigungswertes verlangte, ist es sehr schwierig abzuschätzen, wie es in einer entfernteren Zukunft aussehen wird. Hier ist man nebst eigenen Überlegungen auf demographische Voraussagen von Institutionen der Zukunftsforschung angewiesen.

Die Mathematik kann zur Bewältigung dieser Schwierigkeit nur eine behelfsmässige Unterstützung bieten. Eine solche wurde denn auch ins System eingebaut. Anstatt die Anschlusszahlen im Fernpunkt anzugeben, kann der Planer einen *Steigungsfaktor* k wählen, der angibt, wieviel mal grösser die jährliche Zunahme (exakter: die Steigung der Kurve) im Fernpunkt sein wird als heute. Ein Faktor $k < 1$ bedeutet demnach, dass die Kurve im Fernpunkt weniger ansteigt als gegenwärtig. Das System bestimmt die Ordinate (Anschlusszahl) des Fernpunkts, indem es eine Parabel berechnet, die an der Stelle des letzten Beobachtungswertes die gleiche Steigung s und Anschlusszahl wie die Regressionskurve aufweist und an der Stelle des Fernpunkts die Steigung ks besitzt. (Eine quadratische Parabel ist nicht nur durch drei Punkte eindeutig bestimmt, sondern beispielsweise auch durch einen Punkt, der Steigung in diesem Punkt und durch eine Steigung an einer andern Stelle.)

Auf diese Weise erhält der Planer einen Fernpunkt, dessen Ordinate (Anschlusszahl) lediglich durch die Überlegung bestimmt wird, dass beispielsweise in zwölf Jah-

En définissant a priori pour chaque Direction des télécommunications les points les plus éloignés et, le cas échéant, les points situés dans l'avenir, on permet au planificateur d'influencer les courbes de développement de chaque réseau de raccordement de manière à ce que leur addition débouche au moins sur des pronostics tant soit peu réalistes pour les différentes Directions des télécommunications et, partant, pour toute la Suisse. A condition que les chiffres imposés reflètent plus ou moins la réalité, on pourra ainsi sans doute améliorer sensiblement les pronostics dans leur ensemble pour les divers réseaux de raccordement.

5 Difficultés de la nouvelle méthode

La véritable difficulté de la nouvelle méthode apparaît naturellement lors de l'établissement des points situés dans l'avenir et en particulier du point le plus éloigné qui, situé environ douze ans après la dernière année d'observation, exerce une influence déterminante sur le pronostic à long terme. Comme l'ancienne méthode, qui exigeait la fixation d'une valeur de saturation, la nouvelle méthode ne permet que très difficilement d'évaluer un avenir lointain. Un tel pronostic implique en effet, outre des réflexions personnelles, des estimations démographiques faites par des centres de recherche prospective.

La mathématique ne peut apporter qu'un palliatif pour maîtriser cette difficulté. Un tel expédient est donc incorporé dans la méthode. Au lieu d'indiquer le nombre de raccordements au point le plus éloigné, le planificateur peut choisir un *facteur de pente* k qui exprime le multiplicande de l'augmentation annuelle (plus exactement la pente de la courbe) qui sera atteinte par rapport à aujourd'hui au point le plus éloigné. Un facteur $k < 1$ signifiera dès lors qu'au point le plus éloigné, la courbe croît plus faiblement qu'aujourd'hui. La méthode détermine l'ordonnée (nombre de raccordements) du point le plus éloigné en établissant une parabole qui, au point correspondant à la dernière valeur observée, présente la même pente s et le même nombre de raccordements que la courbe de régression et dont le point le plus éloigné est caractérisé par la pente ks . (Une parabole quadratique est définie non seulement par trois points mais également par un point, la pente atteinte à ce point et la pente à un autre endroit.)

Le planificateur obtient ainsi un point le plus éloigné dont l'ordonnée (nombre de raccordements) repose uniquement sur la supposition que dans douze ans par exemple, l'augmentation annuelle du nombre de raccordements ne représentera plus que la moitié ($k = 0,5$) de l'augmentation actuelle. La figure 3 illustre ce cas. Au point le plus éloigné F, la croissance n'atteint plus que la moitié de la pente à l'endroit de la dernière valeur observée B et au point d'intersection V. Selon la programmation, il n'en sera ainsi que si le planificateur prévoit le point d'intersection après zéro année et qu'il choisit la pondération normale («normale» signifie que chaque valeur observée est retenue exactement une fois dans le calcul de la régression). Dans tous les autres cas, la courbe de développement passera certes par le même

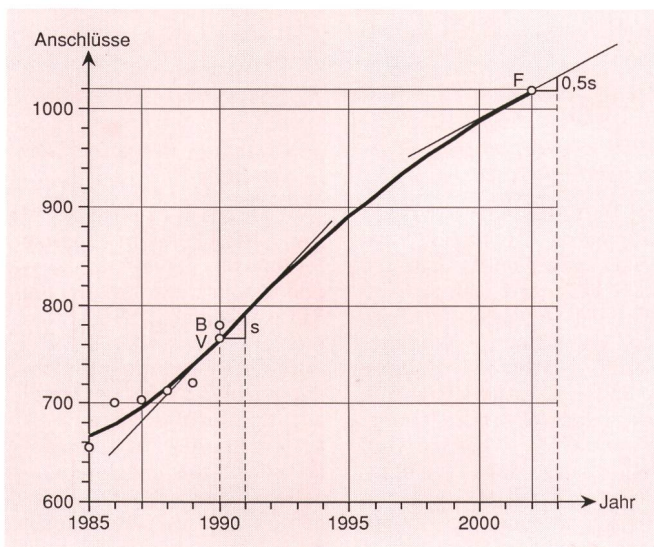


Fig. 3 Angabe eines Steigungsfaktors (0,5) anstatt einer Anschlusszahl für den Fernpunkt – Indication d'un facteur de croissance (0,5) au lieu d'un nombre de raccordements pour le point le plus éloigné

Anschlüsse – Raccordements

Jahr – Année

B Letzter Beobachtungswert – Dernière valeur observée

V Verknüpfungspunkt (zugleich Wendepunkt) – Point d'intersection (simultanément point d'inflexion)

s Steigung im Verknüpfungspunkt – Pente au point d'intersection

F Fernpunkt – Point le plus éloigné

ren die jährliche Zunahme der Anschlüsse nur noch halb so gross ($k = 0,5$) sein wird wie heute. *Figur 3* veranschaulicht diesen Fall: Im Fernpunkt F ist die Steigung nur noch halb so gross wie an der Stelle des letzten Beobachtungswertes B und des Verknüpfungspunktes V. Gemäss Programmierung verhält sich dies jedoch nur dann so, wenn der Planer den Verknüpfungspunkt nach null Jahren und die normale Gewichtung wählt («normal» heisst: Jeder Beobachtungswert geht genau einmal in die Regressionsrechnung ein). In allen andern Fällen verläuft die Entwicklungskurve wohl durch denselben Punkt F, aber nicht mit der gleichen Steigung wie in *Figur 3*.

Theoretisch wäre es möglich, auch bei den Zukunftspunkten die Anschlusszahl durch einen Steigungsfaktor zu ersetzen. Dies scheint aber in der Praxis kaum sinnvoll zu sein.

6 Bisherige Erfahrungen

Da das neue System erst 1991 eingeführt wurde, kann es noch nicht abschliessend beurteilt werden. Schwierigkeiten ergaben sich am häufigsten dann, wenn die Beobachtungswerte nach verschiedenen Methoden gezählt wurden. Dies führte zu einer verfälschten Regressionskurve, die den Anfang der Kurvenkette bildet und mit ihrer Steigung den nahfristigen Prognosebereich stark beeinflusst. Dieser Mangel kann allerdings nicht dem neuen System angelastet werden. Im übrigen bestätigten sich bei den Berechnungen in den rund tausend Anschlussnetzen die erhofften Vorteile durchwegs.

point F mais ne présentera pas la pente reproduite dans la figure 3.

Théoriquement, il serait également possible de remplacer le nombre de raccordements par un facteur de croissance aux points situés dans l'avenir. Cela ne paraît toutefois guère utile dans la pratique.

6 Expériences acquises jusqu'à ce jour

La nouvelle méthode n'ayant été introduite qu'en 1991, elle ne peut pas encore faire l'objet d'un jugement définitif. Les difficultés sont apparues le plus souvent lorsque les valeurs observées étaient établies selon des procédés différents. Cela faussait la courbe de régression qui forme le début de la courbe empruntée et dont la pente influe fortement sur le domaine de pronostics à court terme. Cette insuffisance ne saurait cependant être mise sur le compte de la nouvelle méthode. Par ailleurs, les calculs effectués dans les quelque mille réseaux de raccordement ont à chaque fois révélé les avantages espérés.

Bibliographie

- [1] *Zobrist H.* Die Bedeutung der potenzierten logistischen Funktion für Prognosen. *Techn. Mitt. PTT, Bern* 52 (1974) 8, S. 290.
- [2] *Lancoud Ch., Trachsel R.* Neue Studie über die wahrscheinliche Entwicklung des Telefons in der Schweiz. *Techn. Mitt. PTT, Bern* 41 (1963) 12, S. 425.

Zusammenfassung

Entwicklungskurve für Telefonanschlüsse

1991 wurde die bisherige Berechnung der Entwicklungskurven (Prognosekurven) für Telefonanschlüsse bei den PTT-Betrieben durch ein grundlegend neues System abgelöst. Im vorliegenden Artikel werden Wesen und Möglichkeiten des neuen Systems erläutert, damit die sich mit der Planung befassenden Mitarbeiter des Fernmeldedepartements dieses optimal einsetzen können.

Résumé

Courbe de développement des raccordements téléphoniques

En 1991, l'Entreprise des PTT a introduit une méthode fondamentalement nouvelle pour l'établissement des courbes de développement (courbes de pronostic) dans le domaine des raccordements téléphoniques. Le présent article porte sur la nature et les possibilités de cette nouvelle méthode et doit permettre aux collaborateurs du département des télécommunications affectés à la planification de l'appliquer de manière optimale.

Riassunto

Curva di sviluppo per i collegamenti telefonici

Nel 1991 il sistema di calcolo delle curve di sviluppo (curve delle previsioni) utilizzato dalle PTT per i collegamenti telefonici è stato sostituito con un sistema completamente diverso. L'autore spiega le caratteristiche e le possibilità del nuovo sistema, in modo che i collaboratori del dicastero delle telecomunicazioni incaricati della pianificazione possano impiegarlo in maniera ottimale.

Summary

Development Curve for Telephone Lines

The previous calculation of the development curve (prognosis curve) for telephone subscriber lines by the PTT was replaced by a fundamentally new system in 1991. In the present article the author explains the character and possibilities of the new system in order that the specialists of the telecommunications department concerned with the planning can make use of this in the best possible way.