

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 67 (1976)

Heft: 18

Artikel: Schlussbetrachtungen zur Lage im Fernmeldewesen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Prozessoren

Autor: Klein, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915212>

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: 17.03.2025

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

Schlussbetrachtungen zur Lage im Fernmeldewesen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Prozessoren ¹⁾

Von W. Klein

681.3.016

Prozessoren sind extrem schnelle und leistungsfähige Steuerorgane, welche durch Menschen oder Umweltbedingungen nach Wunsch und Programm über die sog. Software beeinflusst werden können; sie sind heute praktisch ausschliesslich digital konzipiert. Prozessoren bilden somit Teil eines grösseren Betriebssystems, sind eng verbunden mit dessen Besonderheiten – in unserem Fall mit dem öffentlichen Fernmeldenetz – sowie mit der Art der geforderten Beeinflussbarkeit durch die technische Umwelt und durch menschliche Eingriffe. Darin liegt ein signifikanter Unterschied zum sonst eng verwandten «Computer» der elektronischen Datenverarbeitung – ganz abgesehen von den wesentlich höheren Anforderungen an Betriebssicherheit und Lebensdauer – sowie auch der entscheidende Hinweis, warum nicht einfach käufliche EDV-Computer für diesen Zweck eingesetzt werden können. Die Entwicklung der Prozessoren kann daher nur im Zusammenhang mit der Entwicklung der Fernmeldetechnik im Gesamten gesehen und beurteilt werden. Und da muss man feststellen, dass wir heute technisch wie entwicklungsmässig vor einer ganz neuen «Landschaft» stehen, die man kurz durch folgende Stichworte charakterisieren kann: Digitalisierung, Miniaturisierung, technologische Integration ganzer Schaltungen und Funktionsbereiche, Konzentration der technischen und administrativen Netzführung, eine Vielzahl neuer und interessanter Möglichkeiten für den Betrieb der Anlagen wie für die Benutzer. Das Problem besteht zur Hauptsache in einer sinnvollen, bedarfsgerechten Auswahl dieser Möglichkeiten.

Prof. Speiser hat am Zürich Seminar 1976 dem Gedanken Ausdruck gegeben, dass offenbar die Menschen jene Zeit am wenigsten verstehen, in der sie selbst leben. Ich will daher nicht versuchen, langfristige Prognosen aufzustellen, sondern meine kritischen Betrachtungen soweit möglich auf Tatsachen abstützen.

Die erstaunliche Entwicklung der modernen Elektronik steht allen lebhaft vor Augen, und man stellt heute fest, dass sie immer noch in vollem Flusse ist und langsam immer tiefer auch in die Fernmeldetechnik eindringt. Die damit verbundenen Auswirkungen sind um so nachhaltiger und werden sich erst nach Jahren in wesentlichem Umfang in der Praxis bemerkbar machen. Ist es überhaupt sinnvoll und notwendig, sich dieser Entwicklung in der Fernmeldetechnik anzupassen, sie durch eigene Anstrengungen zu fördern, da doch unsere heutigen Fernmeldenetze recht gut funktionieren?

Die Frage ist berechtigt. Man könnte sie auch einfach mit dem Hinweis auf die Erfahrung beantworten, dass technische Umwälzungen stets neue Möglichkeiten erschliessen, und dass es sich als nutzlos erwiesen hat, sich gegen neue Entwicklungsrichtungen zu sträuben. Das Problem ist indessen wichtig genug, um etwas näher darauf einzugehen.

Die neue, vorwiegend digitale Technik bringt tatsächlich eine Menge entscheidender Vorteile:

– Wesentlich erhöhte Störfestigkeit und Pegelhaltung des Nachrichteninhalts für die bisher analog übertragene Spra-

che und Musik, woraus sich eine Reihe operationeller Vorteile ergeben.

– Regenerierbarkeit der übertragenen Signale, praktisch keine Beschränkung der Reichweite.

– Technisch und betrieblich einheitlich konzipiertes Fernmeldenetz für verschiedene Nachrichteninhalte, d. h. Integration von Übertragung und Vermittlung einerseits, von Telefon und Daten andererseits.

– Ein digitaler Sprechkanal bzw. dessen Zeitschlitz besitzt als Datenkanal etwa die Übertragungskapazität von 1000 Telexkanälen oder von 10...100 Datenmodems, wie sie heute auf dem analogen Telefonnetz zum Einsatz gelangen.

– Drastisch reduzierter Raumbedarf im Vergleich zum elektromechanischen Relais, d. h. etwa um einen Faktor $10^3...10^4$ für logische Schaltungen, $10^4...10^5$ für Informationsspeicher. Die Grenzen werden heute noch gesetzt durch Wärmeentwicklung, minimale Grösse der Verbindungskontakte und Verdrahtung. Dementsprechend geringes Gewicht.

– Reduzierter Leistungsbedarf, in Einzelfällen bis etwa 1000mal weniger als für Relais pro Schalttor. Dieser Vergleich berücksichtigt allerdings nur die Schaltleistung, nicht den mittleren Leistungsverbrauch.

– Extrem hohe Arbeitsgeschwindigkeit, die das Millionenfache von elektromechanischen Relaischaltungen erreichen kann; dies erlaubt den Bau entsprechend leistungsfähiger Computer und Prozessoren und führt zur Konzentration komplexer betrieblicher Steuerungen und Auswertungen in einem einzigen Organ und damit zu beträchtlichen Rationalisierungseffekten.

– Hieraus ergeben sich fast unbegrenzte Möglichkeiten für betriebliche Auswertungen wie neue Dienstleistungen auf der Benutzerseite.

– Die einem solchen System inhärente Möglichkeit der Fernsteuerung erlaubt, auch kleine vorgeschobene Satellitenzentralen und Verkehrs-Konzentratoren mit denselben Dienstleistungen auszustatten wie grosse Zentralen, was sonst wirtschaftlich nicht tragbar wäre.

– Dank der neuen Technologie erwartet man eine höhere mittlere Betriebssicherheit, weniger Unterhalts- und Installationsaufwand.

Die neue Technik schafft aber auch eine ganze Reihe Probleme, die heute noch nicht restlos zu überblicken sind:

– Die funktionelle Zentralisierung hat zur Folge, dass bei einer allfälligen Katastrophe grosse Netzteile gleichzeitig ausfallen könnten. Obwohl die Wahrscheinlichkeit einer solchen Katastrophe an sich gering ist, müssen doch zusätzliche Vorsichtsmassnahmen getroffen werden. Beim IFS-1 bestehen diese einerseits in der Unterteilung eines Netzbereiches in 4 unabhängig arbeitende Ebenen, zu denen der Abonnent via Konzentrator Zugang hat, andererseits in der Aufteilung der Multiplex-Verbindungsleitungen auf 2 getrennte Wege. Die Prozessoren selbst sind, wie üblich, redundant und darüber hinaus funktionell unterteilt.

¹⁾ Vortrag, gehalten anlässlich der 32. STEN am 15. Juni 1976 in Bern.

– Die hohe Arbeitsgeschwindigkeit der Prozessoren verleitet zur zeitlichen Verschachtelung einer Vielzahl von Operationen und damit zu einer äusserst komplexen, schwer überblickbaren Software. Vorhandene Fehler zeigen sich hier oft erst bei bestimmten Betriebskonstellationen, die nicht alle vorhersehbar oder doch nicht alle im voraus prüfbar sind. Diese Art Katastrophengefahr ist schwierig im voraus zu beurteilen, und die Angaben über Ausfallwahrscheinlichkeiten beziehen sich fast immer nur auf die Hardware. Bessere Übersichtlichkeit kann nur durch eine klare Unterteilung in Funktionsblöcke, was auch einen gewissen Mehraufwand bedeutet, erreicht werden. Die Einführung von Mikroprozessoren deutet in diese Richtung.

– Das Problem der Prüfung komplexer integrierter Schaltungen (LSI) ist noch nicht befriedigend gelöst, geschweige denn die Prüfung eines grossen Prozessors; schon aus zeitlichen Gründen kann nur eine Auswahl möglicher Betriebszustände näher untersucht werden. Vermehrte Modularität ist erwünscht.

– Die neue Technik ist vermehrt störungs- und zerstörungsanfällig. Dies hängt mit den sehr raschen Schaltzeiten und dem extrem niedrigen Energiebedarf für die Auslösung einer Schaltfunktion zusammen. Entsprechende Schutzmassnahmen im internen Verbindungsaufbau wie nach aussen sind unumgänglich. Es ist bekannt, dass bei EDV-Anlagen immer wieder unaufgeklärte Ausfälle auftreten; die Ursache können Software-Engpässe, sporadische Hardware-Fehler, aber auch transiente Störvorgänge, verursacht durch Stromversorgung, angeschlossene Leitungen oder räumliche Felder sein. Bei Fernmeldeprozessoren müssen hier viel höhere Anforderungen gestellt werden als bei EDV-Anlagen.

– Das immer noch rasche Entwicklungstempo der elektronischen Technologie verträgt sich schlecht mit der langen Entwicklungs- und Lebensdauer der Fernmeldeanlagen. Eine einmal gewählte Systemtechnik muss mindestens 10...20 Jahre beibehalten werden. Das Telefonieren ist nicht zuletzt deshalb so billig, weil die Anlagen 30...40 Jahre leben.

– Der Entwicklungsaufwand für vollelektronische, prozessorgesteuerte Fernmeldesysteme hat enorm zugenommen und erreicht bald die Grössenordnung 100 Mio Fr. Die Erhaltung eines minimalen schweizerischen Entwicklungspotentials wird dadurch erschwert, und eine straffe Zusammenfassung und Koordination der verfügbaren Kräfte ist nötig, um die Entwicklungszeit und damit das Risiko nicht über Gebühr anwachsen zu lassen. Die *Arbeitsgemeinschaft PCM* wurde zu diesem Zweck gegründet.

– Angesichts der heute noch kaum eingrenzbaaren Entwicklungsmöglichkeiten der modernen Elektronik wird die Vorauseinschätzung der realen Benutzerbedürfnisse im Fernmeldewesen problematisch und damit auch die Wahl der wirtschaftlich erfolgversprechenden Entwicklungsrichtung. Der Misserfolg des Bildtelefons in den USA ist ein eindrucksvolles Beispiel hierfür. Im IFS wurde deshalb zunächst nur ein Minimum von neuen Dienstleistungen vorgesehen.

– Die Einführung der neuen Technologien bedingt eine tiefgreifende Umstellung sowohl in der Produktion wie im Betrieb der Anlagen. Die mechanische Herstellungsarbeit wird weitgehend abgelöst durch höheren Entwicklungsaufwand, durch Massenherstellungsmethoden, durch Zusammenbau und Prüfung hochintegrierter elektronischer Schaltungen.

Für die PTT ergibt sich ein ganz neues Betriebs- und Unterhaltskonzept. Der «ruhende» Analogstromkreis, welcher räumlich oder frequenzmässig getrennt bequem verfolgt werden kann, wird durch schwer überblickbare, komplexe Schaltsequenzen mit extrem hoher Ablaufgeschwindigkeit abgelöst, wobei infolge der zeitlichen Verschachtelung vieler Funktionen die Übersicht zusätzlich erschwert wird. Dies bedingt völlig neue Methoden für Inbetriebsetzung, Prüfung und Störungshebung sowie eine entsprechende Personalaus- bildung. Die neuen Anlagen müssen zudem während einer längeren Zeitspanne neben den alten betrieben werden.

Diese Probleme sind bedeutend, aber lösbar, und sie werden die begonnene technische Umwälzung nicht aufhalten können. Die Rücksicht auf eine notwendige Umstrukturierung in Produktion und Betrieb erlaubt es nicht, hier abseits zu stehen, weder im Hinblick auf unsere Aufgabe *Dienst am Kunden*, noch in volkswirtschaftlicher Hinsicht. Der bislang noch ziemlich weitverbreitete technische Partikularismus, der sich in unabhängigen Teilplanungen äusserte, muss einem integralen, auf das Ganze gerichteten Denken Platz machen, damit wirtschaftlich und technisch optimale Lösungen entstehen können.

Wie stellen sich die PTT-Betriebe zu dieser Situation? Sie wollen sich neue Erkenntnisse aus Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in allen interessierenden Bereichen nutzbar machen, und, als Hauptanwender der Fernmeldetechnik in unserem Lande, durch Zusammenarbeit und gezielte Aufträge mit Industrie und Hochschulinstituten Forschung und Entwicklung im Fernmeldewesen fördern und koordinieren. Im Sinne dieser unternehmungspolitischen Grundsätze wurde vor mehreren Jahren mit den 3 Zentralenlieferanten die Entwicklung eines einheitlichen, integrierten Fernmeldesystems (IFS) beschlossen und die *Arbeitsgemeinschaft PCM* ins Leben gerufen. Es ist gegenwärtig das wichtigste und umfangreichste Projekt der schweizerischen PTT und dürfte noch weitere 5...7 Jahre Zeit beanspruchen. In diesem Projekt hat sich eine erfreuliche und fruchtbare Zusammenarbeit entwickelt, wofür den beteiligten Firmen Hasler, Siemens-Albis und Standard der Dank der PTT ausgesprochen sei.

Da im Zusammenhang mit der Digitaltechnik neue Datendienste über das Telefonnetz vermehrt attraktiv erscheinen, wurde hierfür eine weitere Arbeitsgemeinschaft gebildet, die Studien und Entwicklungen in diesem Teilbereich durchführt, insbesondere im Hinblick auf neue Daten-Endgeräte und Datenmultiplexer für die verschiedensten Anwendungen. Nebst den PTT-Betrieben sind hieran die Firmen Autophon, Gfeller und Zellweger beteiligt. Das digitale Fernnetz, welches gegenwärtig unter Benützung von grossenteils alten Kabeln zwischen den Hauptverkehrszentren aufgebaut wird, soll einer ersten Erprobung von digitalen Fernverbindungen und der in diesem Zusammenhang entwickelten Datengeräte dienen. Das Übertragungssystem besteht aus Zeitmultiplexbündeln von 2,048 Mbit/s, gesamthaft benützbar oder im ersten Schritt unterteilt in 32 Zeitschlitze zu je 64 kbit/s, gemäss der bereits geltenden internationalen Norm für digitale Telefonie. Dieses Fernnetz ist interessanterweise auch für Telefonie allein bereits wirtschaftlich.

Ergänzungs-Projekte digitaler Natur betreffen Digitalkonzentratoren und rein digitale Telefonteilnehmer sowie Übergangsprobleme zwischen alter und neuer Technik, wie

z. B. die direkte Umwandlung von Frequenzmultiplex- in PCM-Zeitmultiplex-Telefonbündel (Transmultiplexer). Diese flankierenden Arbeiten werden teilweise gemeinsam mit Industrie oder Hochschulinstituten durchgeführt.

Digitale Systeme sind heute erst zum kleinen Teil international genormt. So ist die Mitarbeit und Beeinflussung dieser Normung aufgrund des erworbenen Wissens für unsere Entwicklungsarbeiten von grösster Bedeutung. Teilerfolge beweisen, dass die PTT in diesem Bereich mit an der Front steht. Es fehlt nun allerdings gelegentlich nicht an kritischen Stimmen: können wir es uns in der kleinen Schweiz überhaupt noch leisten, bei den stark gestiegenen Entwicklungskosten ein so grosses Unternehmen wie das IFS-1 durchzuführen, dazu noch in einer Zeit wirtschaftlicher Rezession?

Vieles zu dieser Frage, wohl das wesentliche dürfte durch die vorangehenden Ausführungen indirekt bereits beantwortet sein. Ich möchte aber doch einige Punkte besonders hervorheben.

Prozessorgesteuerte digitale Fernmeldenetze bieten viele neue und interessante Möglichkeiten, sind langfristig voraussichtlich wirtschaftlicher als bisherige Systeme und geeignet, das Interesse der Benutzer an neuen Diensten zu wecken und damit die weitere Entwicklung des Fernmeldewesens zu fördern. Eine solche Entwicklung ist durchaus möglich und sinnvoll, da einerseits im heutigen Haushaltbudget einer mittleren Familie das Fernmeldewesen einen fast vernachlässigbaren Faktor darstellt, andererseits dadurch auch langfristig keine Umweltprobleme entstehen können.

Entwicklungspotentiale können zwar kurzfristig zerstört, aber erfahrungsgemäss nur in jahrelanger, mühsamer Arbeit und oft unter grossen Schwierigkeiten wieder aufgebaut werden. Die Kontinuität spielt somit eine entscheidende Rolle, was gerade in Zeiten der Rezession nicht vergessen werden darf. Auf eine Rezession folgt ja in der Regel auch wieder ein Aufschwung, und dann ist jene Industrie in guter Position, welche den Entwicklungskampf gerade in der Rezession nicht aufgab. Dieser Entwicklungsaufwand muss zudem in den richtigen Proportionen gesehen werden. Er dürfte gegenwärtig z. B. im IFS-Projekt 1 % der jährlichen Investitionen

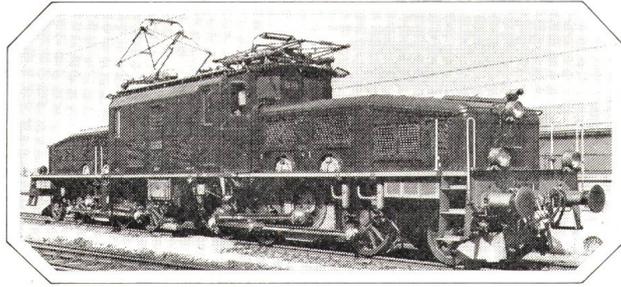
bzw. der Produktion weder bei den PTT-Betrieben noch bei den Firmen merklich übersteigen. Man müsste hier eher fragen, ob diese Aufwendungen genügen, um das Ziel innert nützlicher Frist zu erreichen. Die Fernmelde-Industrie und die damit verbundenen Randgebiete sind für die schweizerische Volkswirtschaft von wesentlicher Bedeutung. Ohne eigene Entwicklungsanstrengung wäre sie ernstlich gefährdet.

Die Schweiz ist ein rohstoffarmes Binnenland und muss lebensnotwendige Güter importieren: Lebensmittel, Rohstoffe, erschreckend viel Energie. Als Gegenleistung ist die eigene Verarbeitung der auf niedriger Bearbeitungsstufe importierten Güter für Eigengebrauch und für den Export notwendig. Im Fernmeldewesen auf eigene Entwicklungen verzichten, bedeutet die Volkswirtschaft um einen Zweig ärmer machen, der wie kaum ein zweiter durch geringsten Rohstoffbedarf, hohen Verarbeitungsaufwand, durch Präzisionsarbeit und Qualität gekennzeichnet ist. Der oft gehörte Einwand, wir wären ohnehin nie in der Lage, hochintegrierte Schaltungen selbst zu entwickeln und herzustellen, scheint mir nicht stichhaltig, jedenfalls nicht schwerwiegend genug. Auch Lizenzen sind leichter und zu besseren Bedingungen erhältlich, wenn Wissen und Können aus eigenen Entwicklungsanstrengungen vorhanden sind. Die Frage sei erlaubt, ob hier eine gemeinsame Anstrengung der interessierten Industriezweige nicht sinnvoll wäre? Jede Entwicklung auf längere Sicht bedeutet ein gewisses Risiko – dieses muss sorgfältig und von Zeit zu Zeit wieder neu überprüft werden. Ohne kontinuierliche Weiterentwicklung lässt sich aber unser Wissen und Können in einer so komplexen Materie wie es die moderne Elektronik ist, nicht auf dem Stand halten, welcher für die Aufrechterhaltung unseres Wirtschaftspotentials in der Fernmeldetechnik notwendig ist. Die Kardinalfrage müsste also eher lauten: Sind unsere Anstrengungen gross genug, gut genug?

Adresse des Autors

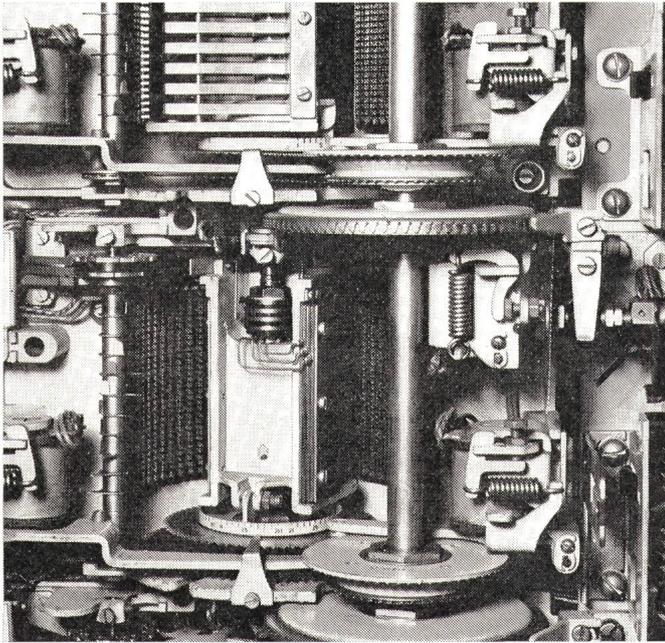
Willy Klein, dipl. El.-Ing., Direktor der Abteilung Entwicklung und Forschung, GD PTT, 3000 Bern.

Jedes Ding währt seine Zeit.



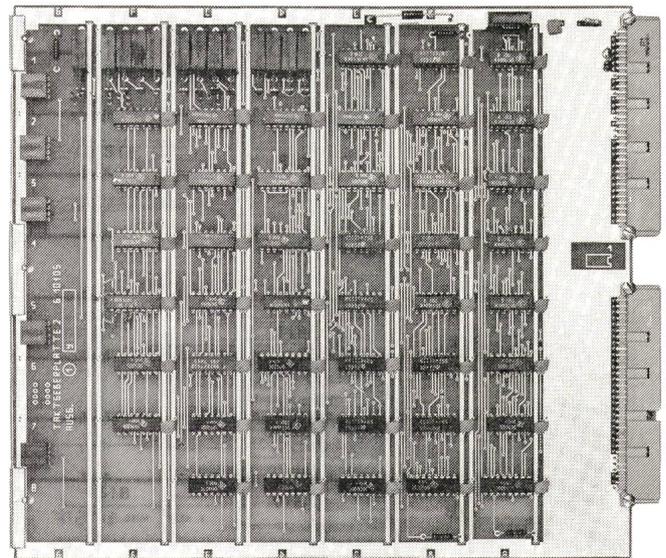
1935 auf der Gotthardstrecke der SBB im Einsatz:
die berühmte «Krokodil-Loki» (B 6/8)

Eine Telefonzentrale von 1976 braucht nur halb so viel Unterhalt wie eine Telefonzentrale von 1935.



7-A Wähler

Die PTT-Betriebe führen über den Zeitaufwand für den Unterhalt ihrer Telefonzentralen genau Buch. Es wird untersucht, wo und wofür der Aufwand nötig war. Das Resultat ist erfreulich: Unsere heutigen Telefonsysteme brauchen für vorbeugenden und korrektiven



Leiterplatte mit IC's

Unterhalt nur noch rund halb so viel Zeit wie unsere alten Systeme.

Auch an Telefonzentralen gehen die Jahre nicht spurlos vorüber. Jedes Ding währt seine Zeit.

Der neue Telephonapparat TS 70 TP mit Tastatur für Impulswahl



Der Telephonapparat TS 70 TP ist eine moderne Station. Er kann ohne zusätzliche Massnahmen anstelle eines Apparates mit Wählscheibe angeschlossen werden.

Mit der Wähltastatur kann die Telephonnummer beliebig schnell eingetastet werden. Dies entlastet das Gedächtnis. Den Rest übernimmt die eingebaute Elektronik mit ihrem MOS-IC und den Dickfilmschaltungen. Sie kann bis zu

17 Ziffern speichern und in der richtigen Reihenfolge als normale Wahlimpulse ($62 / 38 \text{ ms} \pm 2 \%$, Wahlpause $838 \text{ ms} \pm 2 \%$, andere Werte auf Anfrage) an die Zentrale abgeben. Dies geschieht voll-

elektronisch, d.h. ohne Kontakte! Und noch etwas: Der Apparat benötigt keine eigene Energiequelle, weil die Speisung aus der Telephonzentrale erfolgt. Das Wegfallen des sonst üblichen Akkus hilft Wartungskosten niedrig halten.

Im übrigen weist die TS 70 TP die gleichen Vorteile auf wie der neue PTT-Telephonapparat TS 70, d. h. er ist ebenfalls mit einem magnetischen Mikrofon mit integriertem Verstärker ausgerüstet.

Niederlassungen	in Zürich, St. Gallen, Basel, Bern und Luzern.
-----------------	--

Betriebsbüros	in Chur, Biel, Neuenburg und Lugano.
Téléphonie SA	Lausanne, Sion, Genf.

AUTOPHON



Fabrikation,
Entwicklungsabteilungen und
Laboratorien in Solothurn,
065 - 21 41 21