

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:	73 (1982)
Heft:	19
Artikel:	Wandlungen in der Vermittlungstechnik
Autor:	Burger, P.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-905020

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: 26.01.2026

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

Wandlungen in der Vermittlungstechnik

P. Burger

654;

Der technologische Wandel in der Vermittlungstechnik ist weltweit im Gang; in den neusten Generationen vermittlungstechnischer Einrichtungen sind elektromechanische Elemente nur noch in der Minderzahl. In der Schweiz steht der umfassende Übergang von der elektromechanischen Zentralentechnik zur elektronischen erst bevor. Immerhin geben die bisherigen Erfahrungen interessante Hinweise betreffend Entwicklung, Einführung und Betrieb moderner Vermittlungssysteme.

On enregistre, sur le plan mondial, une importante évolution technologique dans le domaine de la commutation. Les équipements de la nouvelle génération font de moins en moins appel à la technique de l'électromécanique. En Suisse, le passage de la technique des centraux électromécaniques à l'électronique est imminent. Néanmoins, les expériences faites jusqu'à présent ont permis de recueillir des informations intéressantes sur le développement, l'introduction et l'exploitation de systèmes de commutation modernes.

1. Einleitung

Die Vermittlung erfüllt innerhalb der Fernmeldesysteme eine entscheidende Funktion. Sie stellt im Gewirr der Übertragungseinrichtungen die Weichen für den Informationsaustausch, vollautomatisch, rasch und sicher, nach Wunsch der Teilnehmer, weltweit zwischen mehr als 500 Millionen Teilnehmeranschlüssen.

Die Schweizerischen PTT-Betriebe haben in letzter Zeit jährlich mehr als eine halbe Milliarde Franken für vermittlungstechnische Einrichtungen ausgegeben; ein grosser Teil der entsprechenden Aufträge geht an die Schweizer Industrie. Mit über 1000 Zentralen steht vor allem die Telefonie im Vordergrund. Vermittelte Telex- und Datendienste haben im Verhältnis zur Telefonie ein viel kleineres Verkehrsvolumen. Bedeutungsvoll kann die Datenvermittlung aber auch vor allem als Infrastruktur für neuartige Dienste wie Videotex und Teletex werden.

Während ihrer mehr als 100 Jahre alten Geschichte war die Vermittlungstechnik immer ein guter Nährboden für technische Neuerungen. Digitalrechner der ersten Stunde bestanden zum Grossteil aus Telefonzentralenmaterial (Relais). Umgekehrt ist die moderne Vermittlungstechnik ohne Computer undenkbar. Der technologische Wandel hat in der Vermittlungstechnik neue Voraussetzungen geschaffen, indem nicht nur Bestehendes durch Elektronik modernisiert wurde, sondern dadurch, dass sich plötzlich ganz andere Lösungsmöglichkeiten für das «Vermittlungsproblem» anboten. Einige Stichwörter sind Digitaltechnik, Zeitmultiplextechnik, Prozessortechnik. Neben den traditionellen Anwendungsbereichen der Vermittlung für Telefonie und Telex entstehen neuartige Vermittlungssysteme, z.B. das Paketvermittlungssystem TELEPAC für Daten, Text und Bilder.

Der Übergang von der elektromechanischen zur elektronischen und digitalen Vermittlung ist weltweit im Gang und in vielen Ländern bereits weit fortgeschritten. In der Schweiz soll bei der Telefonie schrittweise über eine Teil-elektronifizierung (Modernisierung) der elektromechanischen Zentralen zum weitgehend elektronischen IFS (Integriertes Fernmeldesystem, Einführung 1987) vorgegangen werden. Die elektromechanischen Telexzentralen werden seit 1980 sukzessive durch elektronische, prozessorgesteuerte Zentralen ersetzt. Für die Datenübermittlung wird ein eigenes Paketvermittlungsnetz aufgebaut.

Die bisherigen Erfahrungen, von denen im folgenden vor allem die Rede sein wird, sind hauptsächlich Erfahrungen der Übergangszeit. Tabelle I zeigt im Überblick Beispiele

le zur Erneuerung wichtiger Vermittlungseinrichtungen in der Schweiz [1, 2].

2. Vermittlungsprinzipien und Netze

Der technologische Wandel erfasst alle Teile des Fernmeldenetzes, d.h. Teilnehmereinrichtungen und -leitungen, Vermittlungs- und Übertragungssysteme sowie betriebliche Einrichtungen. Die Vermittlungstechnik entwickelt sich also im Rahmen der Bedingungen des gesamten Fernmelenetzes und nicht unabhängig weiter.

Mit dem Übergang von der Elektromechanik zur modernen Halbleitertechnik wird es auch möglich, den unterschiedlichen Bedürfnissen verschiedenartiger Dienste wie Telefonie oder Datenübermittlung entsprechende Vermittlungssysteme und Netze quasi massgeschneidert anzupassen; welche Möglichkeiten dabei bestehen, sei nachfolgend kurz skizziert.

Die Teilnehmer eines Fernmeldenetzes sind im allgemeinen nicht dauernd miteinander verbunden. Die Vermittlungsfunktion des Netzes sorgt für die Verbindung der richtigen Übertragungsabschnitte zwischen Teilnehmern. Dies kann im wesentlichen auf zwei Arten erfolgen:

Erstens durch *Leitungsvermittlung*: Ein Teilnehmer teilt der Vermittlung durch Wahlzeichen mit, mit welchem anderen Teilnehmer er in Verbindung treten möchte. Die Vermittlung knüpft, sofern möglich, zwischen den beiden Teilnehmern eine Verbindung. Die Teilnehmer kommunizieren direkt miteinander.

Zweitens durch *Speichervermittlung*: Ein Teilnehmer übergibt der Vermittlung eine an einen anderen Teilnehmer adressierte Meldung. Die Vermittlung speichert die Meldung ab und leitet sie später weiter. Diese Art der Vermittlung entspricht der Übermittlung eines adressierten Pakets oder Briefes durch die Post.

Jedes dieser Verfahren eignet sich für besondere Anwendungsfälle. Der traditionelle Telefondienst basiert auf der Leitungsvermittlung, die Datenübertragung auf Leitungsvermittlung oder Speicher- bzw. Paketvermittlung.

In einem Teilnehmernetz kann die Vermittlungsfunktion «geografisch» zentral oder dezentral wahrgenommen werden. Je nach Lösung entstehen verschiedene Netzformen (Fig. 1).

Im *Sternnetz* wird geografisch *zentral* vermittelt, d.h., alle Teilnehmer sind mit der im Netz zentralen Vermittlungseinrichtung verbunden; diese Netzform entspricht dem traditionellen Telefoneinnehmerortsnetz.

Ein-führung	System	Lieferant	Produkt	Erneuerungsgegenstand Steuerung	Vermittlung	Betrieb	Bemerkungen; Zweck (Beispiele)
1976	HTZ 1/2	AAG	Haustelefonzentrale	x	x		Elektronisch (1 Amts-, 2 Zweigleitungen)
1977	7 A	STR	Telefonzentrale	x			prozessorgesteuerte Register
1978	TERCO	IBM	EDV-System			x	Rationalisierung Auskunftsdiest mit EDV
1979	EDWA	HAG	Telexzentrale	x	x		elektronisch; Erhöhung Übermittlungsgeschwindigkeit
1980	ECS400	SAZ	Haustelefonzentrale	x	x		vollelektronisch; analoge Durchschaltung
1981	A 64 S	SAZ	Telefonzentrale	x	(x)	x	prozessorgesteuerte Multiregister
1982	TELEPAC	NT, ZAG	Paketvermittlung	x	x	x	neues Datenvermittlungsverfahren; digital
1983	A 52 S	SAZ	Telefonzentrale	x		x	Prozessorsteuerung; elektromechanische Durchschaltung
1983	GFX 1	GAG	Haustelefonzentrale	x	x		vollelektronisch; digitale Durchschaltung
1983/84	EHZ 2 B	HAG	Haustelefonzentrale	x	x		vollelektronisch; analoge Durchschaltung
1984	HS 52 B	HAG	Telefonzentrale	x		x	Prozessorsteuerung; elektromechanische Durchschaltung
1984	EWSD	SAZ	Telefonzentrale; international	x	x	x	vollelektronisch; digitale Durchschaltung
1985	PC 85	STR	Telefonzentrale	x		x	Prozessorsteuerung; elektromechanische Durchschaltung
1987	IFS	SAZ HAG STR	Telefonzentralen-System	x	x	x	Prozessorsteuerung; digitale Durchschaltung; elektromechanischer Koppler im Konzentrator

STR Standard Telefon und Radio AG
SAZ Siemens Albis AG

HAG Hasler AG
NT Northern Telecom Ltd, Can.

GAG Gfeller AG
AAG Autophon AG

ZAG Zellweger AG

Im *Maschennetz* kann jeder Teilnehmer *dezentral*, bei sich selbst, jeden anderen Teilnehmer direkt auswählen. Maschenleitungsnetze wurden bisher in Teilnehmernetzen kaum verwendet. Zentralen unter sich werden aber häufig vermascht, um zwischen zwei Zentralen jeweils verschiedene Wege zu ermöglichen (Sicherheit).

Eine weitere Netzform ist das *Ringnetz*. Für die Übermittlung von Meldungen bzw. die Verbindung zwischen Teilnehmern können auf dem Ring Meldungen zirkulieren oder bestimmte Leitungsschnitte zeitweise für die Verbindung zwischen zwei Teilnehmern reserviert werden. Ringnetze werden u.a. in Rechnernetzen und digitalen Netzen für lokale Kommunikation gebildet. Die Vermittlung ist dezentral. Ein interessantes Beispiel einer Kombination von Netzformen ist das digitale vollelektronische System SILK von Hasler AG (Fig. 1d). Aus Sicherheitsgründen wird das Basisnetz, ein Ring, teilvermascht oder «verzopft», damit bei Unterbrüchen von Teilstücken der Ring nicht unterbrochen wird [4; 5].

Wie sich die technologischen Neuerungen beispielsweise auf konventionelle Telefonvermittlungseinrichtungen auswirken können, sei kurz anhand der Hauptelemente (Steuerung und Durchschalteinrichtung) einer konventionellen Telefonzentrale erläutert (Fig. 2).

Steuerung: In konventionellen Systemen besteht die Steuerung aus verschiedenen Funktionsblöcken, die auch hardwaremäßig eine Einheit bilden (Register, Umwerter,

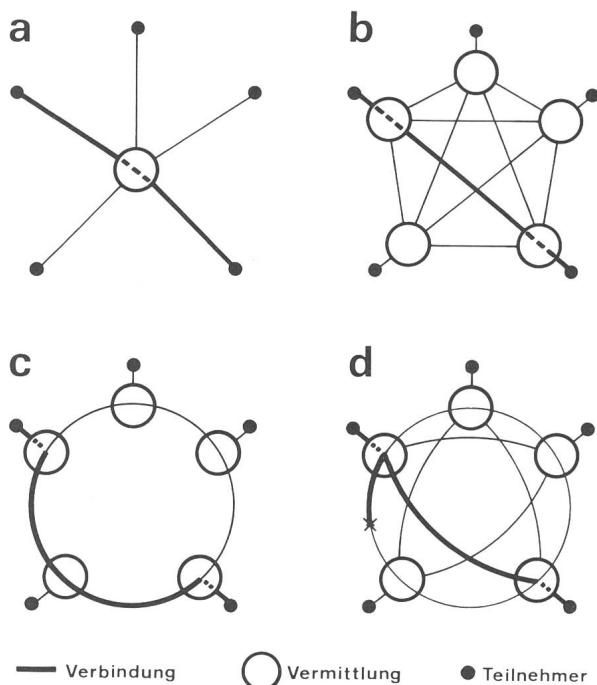


Fig. 1 Netzformen
 a Sternnetz
 b Maschennetz
 c Ring
 d «Verzopftes» Netz

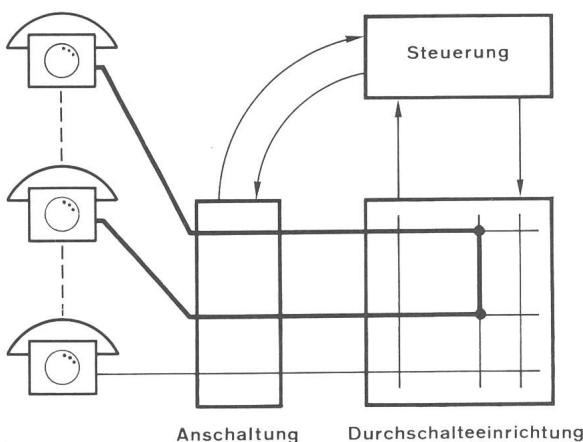


Fig. 2 Funktionsblöcke einer Telefonzentrale

Markierer). In modernen prozessorgesteuerten, speicherprogrammierten Systemen verschwindet diese Übereinstimmung von Funktion und Hardware. Es sind aber auch Zwischenlösungen möglich, indem nur Teile der konventionellen Steuerung erneuert werden.

Durchschalteinrichtung: Auch hier sind verschiedene Wege möglich, elektromechanische Durchschalteinrichtungen zu ersetzen, durch Elektronifizierung (elektronischer Koppelpunkt) und durch neue Vermittlungsverfahren (Zeitmultiplextechnik).

Die Erneuerung kann also vom Ersatz einzelner Teile der bestehenden Systeme bis zu einer völlig neuen Aufteilung der Funktionen auf eine neue Hardware reichen.

3. Probleme des Wandels in der Vermittlungstechnik

Für die PTT als Dienstleistungsunternehmen muss der Wandel in der Fernmeldetechnik in folgenden Richtungen zielen:

- Ausbau des Dienstleistungsangebotes und Anpassung an die Bedürfnisse des Marktes;
- Vergrösserung des Verkehrs und der Verkehrskapazität;
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der technischen Einrichtungen und des Betriebes.

Die Hauptanstösse dafür kommen im wesentlichen vom fernmeldetechnischen Fortschritt und dem Markt [6]. Allerdings verläuft der Wandel aus folgenden Gründen nicht überall so ungestüm, wie es technisch eigentlich möglich wäre.

3.1 Geschwindigkeit des Wandels

Hier geht es eigentlich um drei Fragen:

- Wann werden neue Dienste eingeführt?
- Wann werden neue Produkte eingeführt? Wie rasch folgen neue Generationen?
- Wie lange werden die Produkte einer Generation genutzt?

Die *Einführung neuer Dienste* kann rasch erfolgen, wenn technische und betriebliche Infrastruktur bereits weitgehend vorhanden sind. Günstig für eine rasche Verbreitung kann die Verwendung des weitverzweigten Telefonnetzes sein. Beispielhaft dafür ist die Datenübertragung über das Telefonwählnetz.

Werden aber umfangreiche Änderungen der bestehenden Vermittlungseinrichtungen erforderlich, verlangsamt



Fig. 3 Ein neuartiges Endgerät: das Displayphone, sowohl für Gespräche als auch für Datenübermittlung

sich die Verbreitung neuer Dienste u.U. wesentlich. Beispiele sind die Tontastenwahl und neue Teilnehmerdienste wie etwa die automatische Teilnehmeridentifizierung für die Verfolgung böswilliger Anrufer.

Die *Einführung neuer Produkte* (Erneuerung der Infrastruktur) verläuft an der Peripherie des Fernmeldenetzes (Endgeräte, Telefonstationen, Hauszentralen) rascher als im Innern des Netzes (Vermittlung, Übertragung, Betriebs-einrichtungen), sofern nicht bestehende Trennstellen tan-giert werden. Bereits sind im Ausland und in der Schweiz viele technologisch sehr moderne *elektronische* Endgeräte an den *elektromechanischen* Telefonzentralen angeschlos-sen (Fig. 3: Displayphone).

Die Tendenz zur Verkürzung der Intervalle zwischen «elektronischen» Generationen von Produkten ist auch in der Zentralentechnik erkennbar, hauptsächlich mit dem Ziel, durch Einsatz neuer Technologien Kosteneinsparun-gen zu erzielen und auch neue Leistungsmerkmale anbieten zu können. Bell USA führte 1976 ihre erste prozessorgesteuerte, digitale Transitzentrale vom Typ No. 4 ESS ein. Be-reits sechs Jahre später wurde die Produktion der 1. Genera-tion zugunsten einer neuen Generation eingestellt. Die Ver-billigung des neuen Serienproduktes betrug (inkl. Entwick-lungskosten) 50%. Mit den Einsparungen könnten z.B. alte Zentralen rascher abgelöst werden. Nebenher ging auch eine Halbierung des Energieverbrauches und des Raumbe-darfes.

Dies führt zum Problem der *Einsatzdauer von Produkten*. Für Amtstelefonzentralen und Teilnehmereinrichtungen gelten 30 Jahre als minimale Einsatzdauer [7]. So könnte es nach der Einführung des integrierten Fernmelde-systems im Jahr 1988 theoretisch 30 Jahre dauern, bis der letzte Teil-nehmer des konventionellen Netzes am IFS angeschlossen wird. Diese langen Einsatzdauern scheinen für die Zukunft vor allem im Teilnehmerbereich in Frage gestellt zu werden. Eine Verkürzung der Einsatzzeiten würde aber, sofern die Beschaffungskosten für neue Produkte nicht sinken, höhere Investitionen nach sich ziehen. Der unterschiedlich rasche Wandel im Netz könnte im weiteren zu folgenden Problemen führen:

- Unverträglichkeit zwischen verschiedenen Technolo-gien

- Entstehen von temporären fernmeldetechnischen «Entwicklungsregionen», in denen den Teilnehmern verschiedene moderne Dienste, wie sie durch IFS angeboten werden, nicht zur Verfügung stehen.

Beidem muss durch entsprechende Massnahmen entgegengewirkt werden.

3.2 Vielfalt und Normen

Die neuen Technologien (Halbleiter, Glasfaser) bieten eine Unzahl neuer Möglichkeiten, Fernmeldedienste und Fernmeldeeinrichtungen zu gestalten. Die Forderung, weltweit und national verschiedenartige Teilnehmer-, Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen zu verbinden, verlangt aber eine rigorose *Standardisierung*. In Europa kommt von der EG weiter ein gewisser Druck zur *Harmonisierung der Ausrüstungen*.

Diese «Vereinheitlichungsprozesse», getragen durch verschiedene internationale Gremien wie CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique), CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications), ISO (International Standardization Organization) und weitere sind langwierig. Im CCITT dauern die Arbeitsperioden jeweils vier Jahre,

d.h., Normenempfehlungen werden in einem Vierjahreszyklus bearbeitet und genehmigt. Viele Betriebsgesellschaften warten mit grösseren Investitionen, bis die Normenempfehlungen feststehen. Anschliessend kommt häufig noch eine Phase nationaler Ergänzungen oder Bereinigungen von Interimslösungen, wie z.B. bei der Paketvermittlung.

3.3 Technische Probleme des Übergangs

Die Einführung neuer Systeme kann zu Kompatibilitätsproblemen mit der bestehenden fernmeldetechnischen Umwelt führen. Bekannte oder unbekannte Eigenschaften des Bestehenden können die Einführung des Neuen erschweren. Neues wiederum kann Einfluss auf das Bestehende nehmen. Wichtig für die Vermittlung sind die statistischen Eigenschaften des Verkehrs. Welche konkreten Probleme hier gelöst werden müssen, mögen folgende Beispiele erläutern:

Belegungshäufigkeit und Wahlwiederholung: Bestehende Telefonzentralen sind aufgrund statistischer Eigenschaften des Telefonverkehrs dimensioniert worden, die seit langem erhärtet sind (Belegungshäufigkeit, Belegungsdauer). Sollten diese statistischen Werte ändern, würde u.U. die Dienstqualität erheblich beeinträchtigt, d.h. etwa durch das Entstehen von mehr ineffektiven Anrufen.

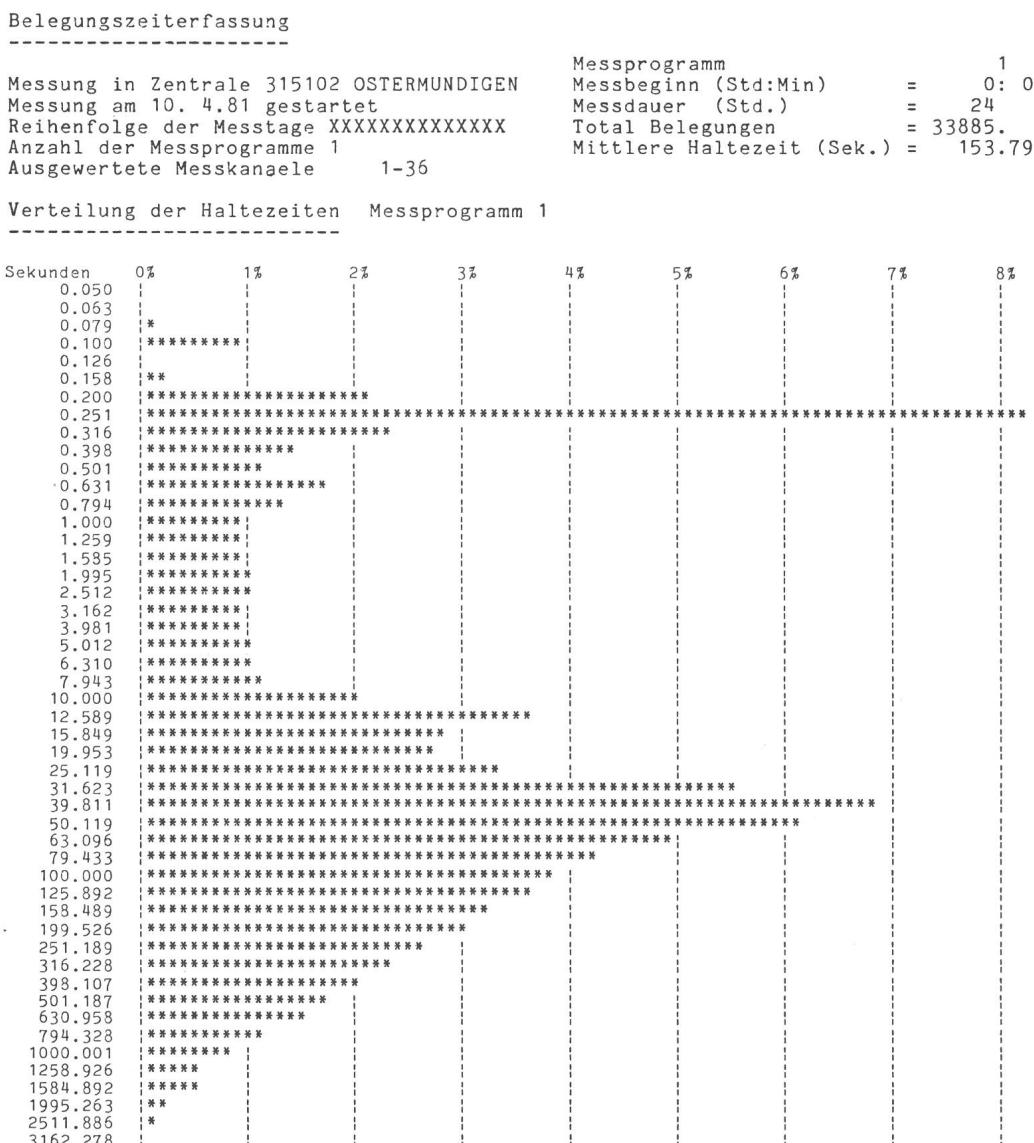


Fig. 4
Beispiel einer
Belegungsdauerstatistik

Von Einfluss wäre z.B. eine wesentlich schnellere Wiederholung von Anrufversuchen, bis eine Verbindung zustande kommt. Moderne elektronische Telefonstationen bieten diese Möglichkeit einerseits durch einfache manuelle Wiederholbarkeit gespeicherter Rufnummern oder sogar durch automatische Wiederholung nach erfolglosen Anrufversuchen. Bei grosser Verbreitung solcher Telefonstationen würden die Charakteristiken des Verkehrs ändern. Die PTT lässt deshalb Stationen mit automatischer Wahlwiederholung nicht zu.

Belegungshäufigkeit durch kurze Belegungen: Die Steuerungen elektromechanischer Zentralen erkennen wegen ihrer Trägheit Belegungsdauern unter einer halben Sekunde nicht. Rechnergesteuerte Zentralen hingegen sind viel weniger träge. Auch sehr kurze Belegungen können zu komplexen Abläufen in der Steuerung und zu einer entsprechenden Lastvergrösserung führen. Figur 4 illustriert die Resultate einer eingehenden Untersuchung der kurzen Belegungszeiten an einem Beispiel. Erkennbar ist eine deutliche Kumulation von Kurzbelegungen, die für rechnergesteuerte Zentralen zu einem entsprechend höheren Verkehr führen würden. Der Grund für diese Kurzbelegungen scheint u.a. beim unzweckmässigen Teilnehmerverhalten zu liegen (bei Gesprächsende: Abbrechen der Verbindung durch Niederdrücken der Gabel mit einer Hand, Loslassen der Gabel [neue Belegung], Aufhängen des Mikrotelefons mit der anderen Hand).

Tontastenwahl: Ein anderes Verfahren, ermöglicht durch die Elektronik, ist die Tontastenwahl. Beim Niederdrücken einer Taste der Telefonstation wird ein der Ziffer entsprechendes Signal (2 aus 8 Frequenzen) über die Teilnehmerleitung geschickt und im Tontastenwahlempfänger der Zentrale ausgewertet. Der Teilnehmer kann rascher wählen, und die Steuerung der Telefenzentrale wird durch den Wahlvorgang pro Verbindung im Mittel weniger lang beansprucht. Problemlos war die Einführung der Tontastenwahl aber nicht. Verschiedene Schwierigkeiten mussten gemeistert werden [8].

Gelangen während der Wahl über das Mikrofon Signale auf die Leitung, die Frequenzgemische der Ziffernsignale enthalten, können im Empfänger Ziffern imitiert werden. Dieses Problem der sog. Sprachsicherheit kann durch Hinzufügen oder Auswerten zusätzlicher Signaleigenschaften angegangen werden (z.B. Pegelvergleich der einzelnen Frequenzkomponenten).

Die kürzeste Anerkennungszeit des Tontastenwahlempfängers in der Zentrale für die TTW-Signale ist begrenzt. Werden sehr kurze Signale durch Störungen auf der Leitung beeinflusst, sind sie u.U. vom TTW-Empfänger nicht mehr richtig zu erkennen. Um diesen und weiteren Problemen der Zeichenübertragung zu begegnen, mussten die TTW-Zeichen auf $100 \text{ ms} \pm 20 \text{ ms}$ kalibriert werden (Pausen $50 \pm 10 \text{ ms}$). Diese Massnahme verlangsamt die Übertragung der Wahl und schmälert damit einen wichtigen Vorteil des Tontastenwahlverfahrens.

Neben verkehrsbezogenen Problemen treten auch manigfache Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit auf, die zur gegenseitigen Störung verschiedener Dienste führen können. Die Verteilung der Gebührenmelderimpulse über die Teilnehmerleitungen kann die Datenübertra-

gung stören. Umgekehrt kann die Datenübertragung die Übertragung der HFTR-Programme (Hochfrequenz-Telefon-Rundspruch) stören.

3.4 Betriebliche Probleme und Transparenz

Der Übergang von elektromechanischen zu elektronischen, prozessorgesteuerten und z.T. digitalen Systemen bringt auch für den Betreiber (PTT) ausgeprägte Änderungen, die nur zum Teil die Leistungsfähigkeit des Betriebes verbessern.

Mechanische oder neue Vermittlungssysteme sind auf der «mikroskopischen» Ebene der Halbleiterelemente und Abläufe viel komplexer als elektromechanische Systeme. Die elektronischen Einrichtungen bestehen auf der untersten Stufe aus viel mehr Elementen als elektromechanische.

Die Grundelemente der elektromechanischen Vermittlungstechnik sind stark spezialisiert (z.B. Impulsrelais, Anrufsucher), während die neueren elektronischen Vermittlungseinrichtungen noch zum grösseren Teil aus allgemein verwendbaren, elektronischen integrierten Schaltungen (IC) aufgebaut sind.

Funktionelle Abläufe, die in elektromechanischen Zentralen in eigens für sie vorgesehenen Hardwareeinheiten realisiert werden, wie Umwerter und Markierer, werden in den zentralen Prozessor verlagert und verlieren damit ihre sichtbare dezentrale Individualität.

Die Zeitmultiplextechnik führt zu einer Mehrfachbenutzung von Leitungen, Durchschalteinrichtungen und der Steuerung. Eine Verbindung im digitalen Durchschaltenetzwerk steht der Verbindung zwischen Teilnehmern jeweilen nur einige Mikrosekunden zur Verfügung.

Der interne Signal- bzw. Meldungsaustausch in elektronischen Systemen ist wesentlich aufwendiger als in elektromechanischen Systemen. Im IFS werden z.B. für die Summontonanschaltung 15...20 Signale ausgetauscht; im elektromechanischen System HS 52 sind es deren 7.

Ein wesentlicher Teil der modernen Einrichtungen, die Software, ist nicht mehr «greifbar». Diese Tatsache erschwert nicht nur die Wartung, sondern dem noch unerfahrenen Kunden das Urteil, ob die Offertangaben über den Softwareaufwand eines Produktes realistisch sind.

Prozessorgesteuerte Systeme können von einem Moment auf den anderen ganz ausfallen. Bei elektromechanischen, dezentral organisierten Systemen ist dies häufig vom Konzept her gar nicht möglich.

Das Betriebspersonal wird nicht mehr in der Lage sein, in gleicher Masse wie bisher die «mikroskopische» Stufe der Systeme zu überwachen. Diese Aufgabe muss automatisch durch das System selbst erfolgen. Das Betriebspersonal wird sich somit auf eine «makroskopische» Ebene beschränken müssen, bei der die Elemente Leiterplatten oder Reparatureinheiten sind. Die betrieblichen Einrichtungen des Systems müssen das Betriebspersonal auf dieser und höheren Ebenen der Anlagen entsprechend unterstützen.

Die Realisierung moderner prozessorgesteuerter Systeme bedingt also für sich selbst ziemlich komplexe betriebliche Funktionen sowie einen entsprechenden Entwicklungsaufwand. Implementiert werden diese für den Betrieb unbedingt notwendigen Funktionen in der Vermittlungssteuerung selbst oder in speziellen Betriebsrechnern. Diese Ein-

richtungen bieten sich dann auch vorteilhaft für die Automatisierung weiterer betrieblicher Aufgaben wie der Verkehrsmessung und der Erhebung von Statistikdaten an. Darin liegt ein echter Gewinn für den Betrieb. Die bisher eingesetzten elektronischen Ausrüstungen haben sich hardwaremäßig als sehr zuverlässig erwiesen. Probleme bieten nicht mehr Abnutzungsausfälle, sondern Ausfälle durch versteckte Softwarefehler.

3.5 Entwicklung und Prüfung

Die Entwicklung und Prüfung moderner Vermittlungssysteme zeigen verschiedene ausgeprägte Merkmale.

Anforderungen und Design: Aus verschiedenen Gründen (Export, neue Normen) besteht die Tendenz, die Anforderungen an ein Vermittlungssystem während der Entwicklung und später funktionell zu ändern oder zu erweitern. In elektromechanischen Systemen führen solche Wünsche im allgemeinen zu Änderungen der Hardware in vielen Zentralen (und entsprechenden Kosten). In prozessorgesteuerten Systemen kann eine neue Anforderung auch Auswirkungen auf die Hardware haben; in vielen Fällen aber lässt sie sich in der Software realisieren. Der Entwicklungsaufwand mag dann hoch sein, die Änderungen in den betroffenen Zentralen, ein Programmaustausch, fallen aber weniger ins Gewicht. Der Zwang, sich neuen Anforderungen anzupassen und aus Kostengründen Weiterentwicklung zu betreiben, sowie der grosse Aufwand für die Entwicklung führen zur harten Bedingung, die Systemkonzepte «futureproof», d.h. zukunftssicher zu gestalten. Damit soll erreicht werden, dass technologisch bedingte Modernisierungen oder funktionelle Änderungen ein Minimum an Rückwirkungen auf die bereits geleistete Entwicklung haben. Hinweise auf die Lösung dieser Probleme scheinen u.a. in folgenden Grundsätzen zu liegen [9]:

- funktionelle Entflechtung, Modularisierung und Dezentralisierung der bisherigen, monolithischen Zentralsteuerungen
- Verbinden der Module über einheitliche Trennstellen (Meldungen)
- Verwendung formaler Entwicklungsmethoden
- ein «System» für alle Typen von Zentralen

Technologie und Systemkonzept: Entscheidend für die Realisierung international konkurrenzfähiger Systeme ist die Fähigkeit, moderne Technologien zu beherrschen. Technologie und Systemstruktur stehen in engem Zusammenhang. Ein modernes Beispiel ist das Ortszentralensystem No. 5 ESS, entwickelt durch die Bell Labs, USA, mit elektronischem Raumvielfachkonzentrator, überspannungsfesten elektronischen Leitungssätzen, einem digitalen Durchschaltenetzwerk, stark dezentral organisierter Prozessorsteuerung und Glasfaserverbindungen zwischen den verschiedenen Systemteilen [10].

Management: Die Entwicklung eines modernen Vermittlungssystems stellt an das technische und betriebliche Know-how grosse Anforderungen; die Bewältigung des enormen Entwicklungsaufwandes von vielen 100 Mannjahren stellt aber auch besondere Anforderungen an das Management. In der Schweiz konnte die Entwicklung und Produktion des neuen Vermittlungssystems (IFS) nur gemeinsam durch die PTT und deren Zentralenhauptlieferanten in Angriff genommen werden.

Entwicklungsaufwand und Methoden: Interessant ist die Verteilung des Entwicklungsaufwandes für ein Vermittlungssystem. Nach ca. 10jährigen Vorarbeiten wurde 1981 beim IFS nach einem Marschhalt mit der Entwicklung weitgehend neu begonnen. Der Entwicklungsaufwand bis zur Serienreife von Ortszentralen (1981...1987) verteilt sich etwa wie folgt:

- Management	20%
- Entwicklung von Entwicklungshilfsmitteln	25%
- Entwicklung	30%
- Qualitätssicherung, Tests	25%

Prüfung: Für die PTT stellen sich hauptsächlich folgende Prüfaufgaben: Prototypenprüfungen, Betriebsversuche und Abnahmeprüfungen der Serienprodukte. Bei elektromechanischen Vermittlungssystemen war der entsprechende Aufwand bescheiden. Eine eigentliche Typenprüfung gab es nicht. Bei elektronischen Systemen gewinnen diese Prüfungen eine ganz andere Bedeutung.

Die bisher durchgeführten Prüfungen modernisierter und neuer Vermittlungssysteme lassen einstweilen folgende groben Schlüsse zu:

- Alle von den Lieferanten geprüften Systeme zeigten noch viele Fehler.
- Neben der eigentlichen Nichteinhaltung von Anforderungen ergaben sich immer noch viele berechtigte Wünsche des Betriebes.
- Der Prüfaufwand für die PTT ist erheblich.
- Um die Prüfungen in vernünftiger Zeit durchführen zu können, müssen die Prüfungen und Auswertungen der Prüfresultate weitgehend automatisiert werden. Für die Prüfung der modernisierten Telefonzentralen wurde z.B. ein komplexer Prüfverbindungsautomat entwickelt [11].
- Neben der Prüfung an speziellen Modellanlagen spielt die Prüfung an Ort und Stelle eine entscheidende Rolle, da im Labor die elektromagnetische Störumgebung und die «Spezialitäten» des bestehenden Netzes nicht authentisch nachbildungbar sind. So mussten neue elektronische Haustelefonzentralen im Tessin wegen hoher elektromagnetischer Störfelder und entsprechend hohen Ausfallraten wieder durch elektromechanische Systeme ersetzt werden.

- Die Systemprüfung am wirklichen Einsatzort erlaubt auch festzustellen, ob die anlagenspezifischen Eigenschaften in der echten Umgebung erfüllt werden und keine Rückwirkungen auf den anlageunabhängigen Teil haben (Software).

- Die Prüfung von Systemerweiterungen (materiell, funktionell) bedingt, mindestens beim heutigen Stand der neuen Vermittlungssysteme, häufig eine teilweise oder vollständige Wiederholung der vorangegangenen Prüfungen, d.h. einen ohne technische Hilfe prohibitiv hohen Prüfaufwand.

- Für die Prototypenprüfung sind eigens Modellanlagen bereitzustellen.

Diese Erfahrungen zeigen u.a., dass es äusserst wichtig ist, dem Bereich der Systemprüfung des Lieferanten und des Kunden die notwendige Beachtung zu schenken und die erforderlichen Absprachen und Vorbereitungen frühzeitig zu treffen, damit nicht eine erfolglose Prüfung zu späten Nachentwicklungen und entsprechenden Verzögerungen bei der Einführung des Produktes führt.

4. Schlussfolgerungen

Der umfassende Übergang von der Elektromechanik zur modernen Halbleitertechnologie in der Vermittlung steht in der Schweiz erst bevor. Rasch kann sich der Wandel an der Peripherie vollziehen; eine ganze Generation elektronischer Haustelefonzentralen und neuer Teilnehmergeräte steht vor der Einführung. Davon wird der PTT-Kunde bald profitieren können. Aber auch die öffentliche Vermittlungstechnik befindet sich im Umbruch.

Technisch hat die Halbleitertechnologie nicht nur eine reine «Elektronifizierung» der bestehenden Systeme zur Folge, sondern z.T. einen tiefgreifenden Wandel der Vermittlungsprinzipien, Betriebsbedingungen und Netze. Dadurch wird die Vermittlungstechnik den Bedürfnissen neuer Dienste der Sprach-, Daten- und Bildübertragung in Zukunft noch besser entgegenkommen können.

Literatur

- [1] M. Ducommun und F. Keller: Telekommunikation heute und in nächster Zukunft. Techn. Mitt. PTT 58(1980)10, S. D 364...D 373.
- [2] A. Kündig und P. Burger: Telekommunikation morgen. Techn. Mitt. PTT 58(1980)10, S. D. 374...D 389.
- [3] STEN 1980: Datennetze – eine schweizerische Standortbestimmung. Bull. SEV/VSE 71(1980)15, S. 793...799.
- [4] F. Braun und E. Hafner: SILK – Konzept und allgemeiner Aufbau. Hasler Mitt. 40(1981)1, S. 3...6.
- [5] E. Hafner: Inhaus-Datenkommunikation. Bull. SEV/VSE 71(1980)15, S. 822...826.
- [6] Kommunikationsleitbild Schweizerische PTT-Betriebe. Bern, GD-PTT, 1982.
- [7] Grundforderungen für die Telefon-Vermittlungstechnik, Sektion X: Lieferbedingungen Schweizerische PTT Betriebe, Bern, GD-PTT, 1981.
- [8] P. Bürgisser: Technische Probleme bei der Einführung der Tontastenwahl. Techn. Mitt. PTT 57(1979)11, S. 404...413.
- [9] B. Bonami, J. M. Cotton und J. N. Denenberg: System 12. Systemstruktur. Elektrisches Nachrichtenwesen 56(1981)2/3, S. 126...134.
- [10] H. L. Bosco a.o.: No 5 ESS-Hardware design. Proceedings of the International Switching Symposium, September 21...25 1981, Montreal/Canada. Vol. III, paper 31 A3.
- [11] W. Grundbacher: Prüfverbindungsautomat – Hilfsmittel zur Prototypprüfung von Telefonzentralen. Techn. Mitt. PTT 60(1982)5, S. 238...242.

Adresse des Autors

P. Burger, dipl. Ing. ETH, Abteilung Forschung und Entwicklung, Generaldirektion PTT, 3029 Bern.