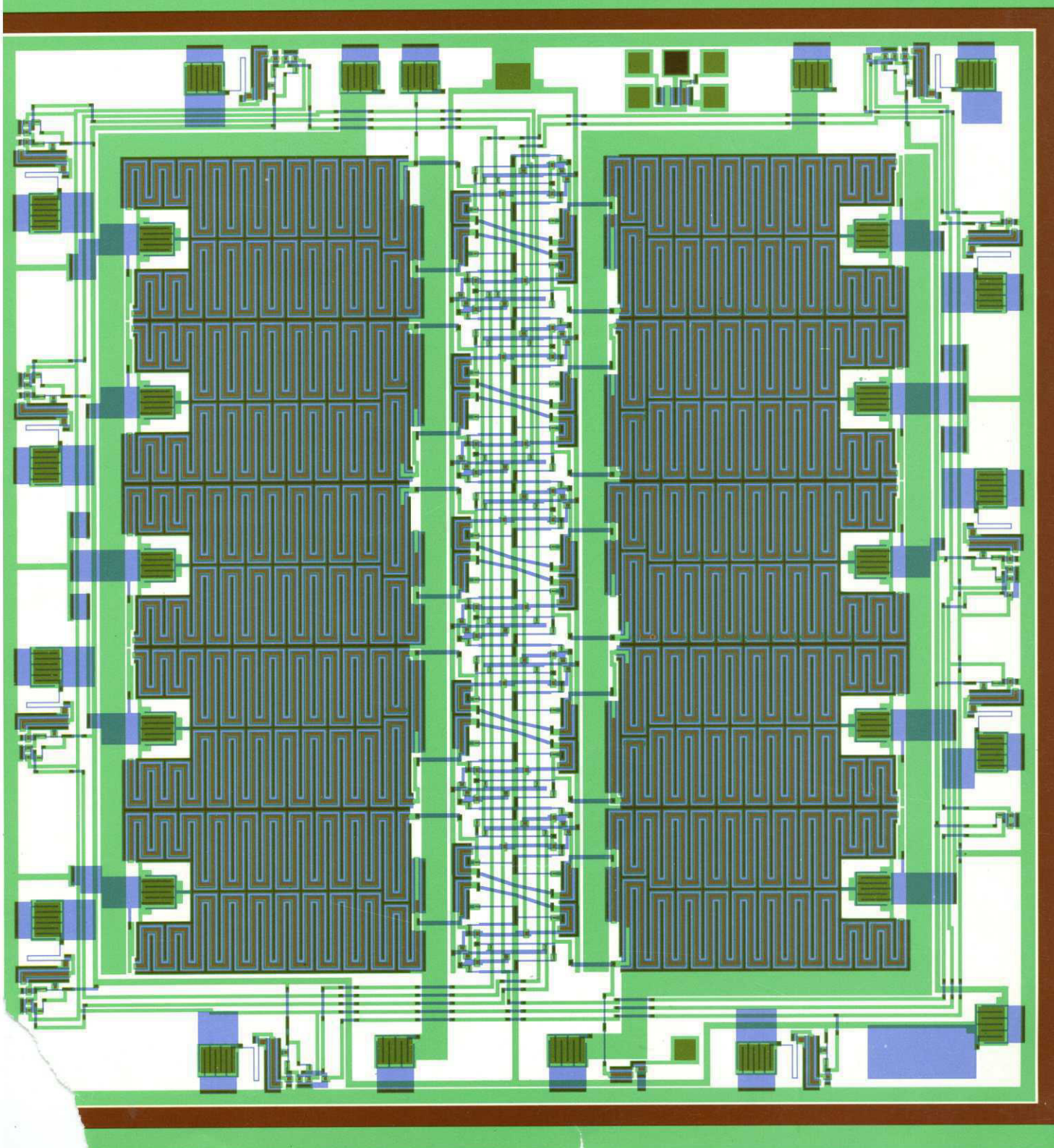




NACHRICHTEN

78 Heft 79



Seite 3	Entwicklungstendenzen in der Fernsprechtechnik – Beitrag von TN zur Kommunikation der Zukunft	Auf der Grundlage des langfristig angelegten, universell anwendbaren Systemkonzepts AENEAS-1 wurden die vollelektronischen TN-Systeme 6030 Zeitmultiplex und 4030 Raummultiplex entwickelt, die auf dem Gebiet der großen und mittleren Fernsprech-Nebenstellenanlagen neue Maßstäbe für Gegenwart und Zukunft setzen.
	Hans-Otto Kullmann, Karl-Ludwig Plank	
Seite 8	TN-System 4030 Raummultiplex – eine vollelektronische Fernsprech-Nebenstellenanlage der mittleren Baustufe	Mit dem TN-System 4030 Raummultiplex hat TN nunmehr auch für Fernsprech-Nebenstellenanlagen der mittleren Baustufe den Schritt zur Vollelektronik vollzogen. Geringes Volumen, hohe Zuverlässigkeit und Flexibilität zur Anpassung an sich wandelnden Anforderungen sind die hervorragenden Eigenschaften dieses neuen Systems.
	Lothar Cezanne, Wolfgang Resch, Wolfgang Schott	
Seite 15	TN-System 4030 Raummultiplex – elektronisches Koppelfeld und übertragungstechnische Eigenschaften	Hauptmerkmal des TN-Systems 4030 Raummultiplex ist das elektronische Raumvielfach-Koppelfeld mit MOS-Koppelbausteinen in P-Kanal-Al-Gate-Technologie. Bei umfassenden Erprobungen, Tests und Messungen der übertragungstechnischen Kennwerte wurden alle Forderungen und Erwartungen voll erfüllt.
	Jürgen Glemser, Wilfried Kämpfer, Arthur Keßler, Jürgen Dangel, Klaus Schlüter	
Seite 27	TN-System 4030 Raummultiplex – anlagenintegriertes Servicesystem	Ziel des anlagenintegrierten Servicesystems ist es, Wartung, Diagnose und Instandsetzung vollelektronischer Fernsprech-Nebenstellenanlagen zu optimieren. Zu diesem Zweck hat TN ein handliches, vielseitiges Servicegerät entwickelt und Vorleistungen in Form von Hardware und Software in die Anlage integriert.
	Manfred Hutter, Wolfgang Lirka, Werner Röder	
Seite 32	Betriebserfahrungen mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex	Mehrjährige Betriebserfahrungen zeigen nunmehr, daß das TN-System 6030 Zeitmultiplex die Erwartungen an ein modernes Kommunikationssystem für Sprache und Daten voll und ganz erfüllt. Weitschauende Planung und Entwicklung sowie Umsicht bei der Produkteinführung haben entscheidend zu diesem Erfolg beigetragen.
	Hermann Stahlschmidt	
Seite 35	Möglichkeiten, Grenzen und Probleme der Freilandsicherung	Anlagen zur Freilandsicherung sind nach dem Stand der Technik ein sinnvoller Bestandteil elektrischer Sicherungssysteme. Der Beitrag zeigt jedoch, daß bei ihrer Anwendung über die Möglichkeiten und Grenzen als technisches Hilfsmittel im vorgesehenen Sicherheitskonzept eindeutig Klarheit bestehen muß.
	Wolfram Höhle	

Das **Titelbild** zeigt in 50facher Vergrößerung die graphische Wiedergabe des monolithisch integrierten PMOS-Halbleiter-Koppelbausteins für das TN-System 4030 Raummultiplex.

TN-Nachrichten ISSN 0495-0216

© 1978 by Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt am Main.

Herausgeber: Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt am Main

Für den Inhalt verantwortlich: Peter V. Erdmann

Redaktion: Gerard Blaauw, Günter Mühlstädt

Lichtbilder: AEG-Telefunken, Jochen Schade

Lithographien: SOREPRO Stritt & Osterrieth, Frankfurt am Main

Druck: Frankfurter Societätsdruckerei, Frankfurt am Main

Die TN-Nachrichten erscheinen in zwangloser Folge.

Das Fotokopieren einzelner Beiträge, auch für berufliche Zwecke,
ist erlaubt. Nachdruck ist nur mit Quellenangabe und nach vor-
heriger Genehmigung der Schriftleitung gestattet.

Änderungen im Zuge des technischen Fortschritts vorbehalten.

Entwicklungstendenzen in der Fernsprechtechnik – Beitrag von TN zur Kommunikation der Zukunft

Hans-Otto Kullmann, Karl-Ludwig Plank

Seit nunmehr drei Jahren bietet TN seinen Kunden voll-elektronische Vermittlungen für den Einsatzbereich der großen Wählnebenstellenanlagen, das TN-System 6030 Zeitmultiplex, an. Damit hat TN als erstes deutsches Unternehmen seinen Kunden die Möglichkeit geboten, in einem wichtigen Sektor der kommerziellen Kommunikation teilzuhaben an den Vorteilen, die modernste Technologie und umfassendes Systemdenken bieten. Dem Anwender kommen die raumsparende Ausführung, die einfache Montage am Aufstellungsort durch weitestgehende Vormontage in der Fabrik und eine Merkmalsflexibilität zugute, die bis zur Systemeinführung selbst von Fachleuten für kaum realisierbar gehalten wurde. Der Markterfolg des TN-Systems 6030 Zeitmultiplex, von dem inzwischen einige hundert Anlagen in Betrieb sind, beweist die Richtigkeit der Konzeption vollelektronischer Vermittlungen.

Neben dem TN-System 6030 Zeitmultiplex, das in Deutschland eine unerreichte technologische Spitzenstellung hält, kann TN in diesem Jahr aufgrund einer konsequent betriebenen Forschung und Entwicklung, der Fortschritte der Halbleitertechnologie und der Erfahrungen mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex das Angebot voll-elektronischer Vermittlungssysteme auf die mittleren Wählnebenstellenanlagen erweitern. Anfang dieses Jahres wurde nach ausgiebiger Erprobung die Fertigung des TN-Systems 4030 Räummultiplex aufgenommen, ein System, das für einen stufenweisen Ausbau zwischen 10 und 100 Teilnehmern entsprechend der Baustufenordnung für mittlere Wählnebenstellenanlagen ausgelegt ist.

Damit verfügt TN über eine geschlossene Familie vollelektronischer Nebenstellenanlagen für jeden Ausbau mit mehr als zwei Amtsleitungen.

Bei Nebenstellenzentralen mit nur einer Amtsleitung stellt TN die elektronisch gesteuerte Nebenstellenzentrale 1/1 vor und schickt sich damit an, auch bei kleinen Wählnebenstellenanlagen, die noch bestehende Lücke zur Ablösung der Nebenstellenzentralen der bisherigen Technik zu schließen.

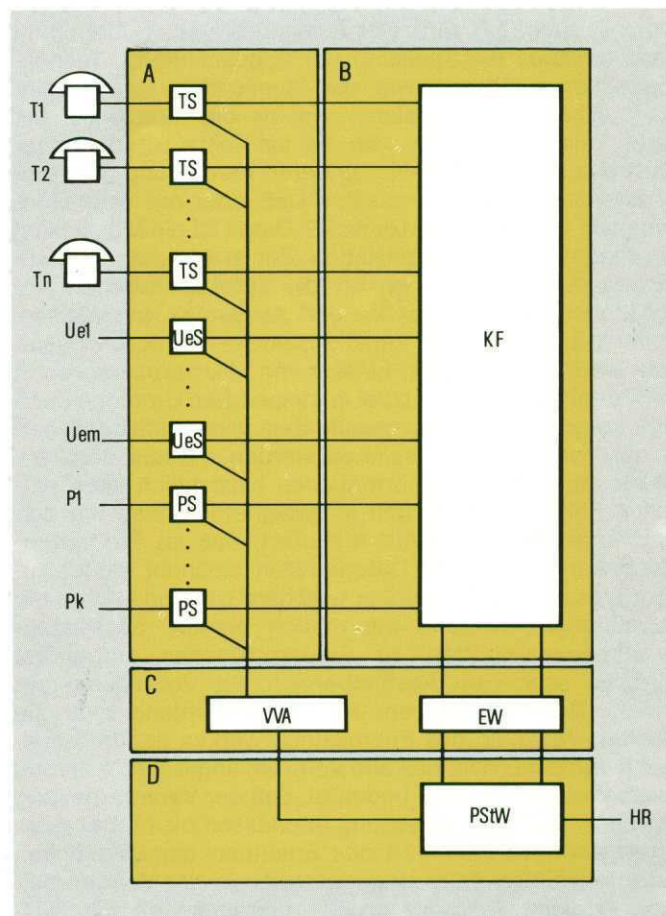
Das technische Konzept AENEAS-1

Die relativ kurzfristige Umstellung der Nebenstellentechnik von der elektromechanischen und teilelektronischen Technologie zur Vollelektronik wurde dadurch ermöglicht, daß im Hause TN frühzeitig sowohl steuerungstechnische Prinzipien für das Verarbeiten vermittlungstechnischer Information als auch übertragungs- und speisetechnische Prinzipien für das Durchschalten der Nutzpfade festgeschrieben wurden. Diese Prinzipien bilden die Grundlage des vermittlungstechnischen Konzepts AENEAS-1, das

auch die langfristige technologische Fortentwicklung berücksichtigt. Das Kunstwort AENEAS ist aus der Abkürzung für automatische elektronische Nebenstellen- und Amtssystemfamilie zusammengefügt und charakterisiert Eigenschaften und Einsatzgebiete der zuzuordnenden Vermittlungen.

Bild 1 gibt einen Überblick über die Grundstruktur AENEAS-1, dem alle vollelektronischen TN-Vermittlungssysteme genügen. Man erkennt vier Blöcke von Einrichtungen:

Block A mit den peripheren Baugruppen, beispielsweise Teilnehmerschaltungen TS, Übertragungssätze UeS für den Steuerzeichenaustausch mit anderen Vermittlungen, Platzsätze PS für das Anschalten von Bedien- und Serviceplätzen und auch Wahlsätze WS für die Aufnahme von Wahlsignalen.

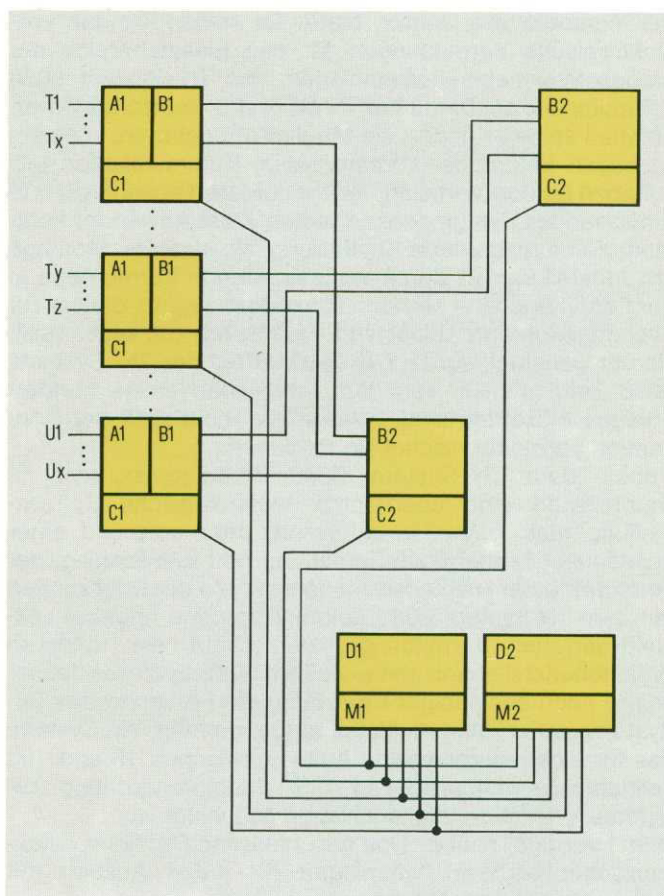


- 1 Systemkonzept AENEAS-1 – Grundlage aller vollelektronischen TN-Vermittlungssysteme
- 2 Systemkonzept AENEAS-1, angewendet bei einem großen Vermittlungssystem mit mehreren Gruppen

Block B bildet das Koppelfeld KF, über das die gewünschten Verbindungen geschaltet werden.

Blöcke C und D gemeinsam bilden die Verarbeitungseinheit für die vermittlungstechnische Information, die bei allen Familienmitgliedern als sog. sequentiell dezentrale Steuerung mit den Teilsteuern Vorverarbeitungseinheit VVA, Programmsteuerwerk PStW und Einstellwerk EW ausgestattet ist. Die Teilsteuern des Blocks C können bei großen Ausbauten nochmals parallel dezentralisiert werden, während das Programmsteuerwerk PStW als hierarchisch höchste Ebene Zugangsmöglichkeiten zu Hilfsrechnern HR und zur datentechnischen Peripherie bietet.

Kennzeichnend für das Systemkonzept AENEAS-1 ist es, daß die vermittlungstechnische Information bereits in den peripheren Baugruppen des Funktionsblocks A abgespalten und einer Vorverarbeitungseinheit VVA im Funktionsblock C zugeführt wird. Der Funktionsblock A übernimmt darüberhinaus die Speisung der angeschalteten Teilnehmerstationen ebenso wie das Aussenden von vermittlungstechnischen Signalen – sei es der Weckerruf bei einer Teilnehmerstation, sei es ein leitungsgebundener Zeichenaustausch mit einer anderen Vermittlung über entsprechende Übertragungssätze UeS oder mit einem Bedienplatz über einen Platzsatz PS. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, durch Modifikation der peripheren Einrichtungen die Vermittlungen an die unterschiedlichen Anschaltebedingungen des In- und Auslandes anzupassen, ohne daß die übrigen Funktionsblöcke hierdurch beeinflußt werden. Durch den Einsatz von Mikroprozessoren in der Peripherie werden dabei in steigendem Umfange auch sehr komplexe Anpassungsaufgaben wirtschaftlich lösbar. In der Vorverarbeitungseinheit werden die aus der Peripherie eintreffenden Informationen hinsichtlich ihrer zeitlichen Folge geordnet und in geeigneter Weise mit den Ursprungsadressen derart korreliert, daß im Programmsteuerwerk Daten und Datenquellen einander sicher zugeordnet werden können. In welchem Umfange dabei die vermittlungstechnische Information bereits mit Prozeßverarbeitungsschritten zu Steuerprozessen aufbereitet wird, ist sehr vom Ausbaubereich der Vermittlung abhängig. Bei einer extrem kleinen Vermittlung muß die Leistungsfähigkeit des Prozeßsteuerwerkes dadurch optimal genutzt werden, daß alle Verarbeitungsschritte zentral bearbeitet werden, das bedeutet, daß der Vorverarbeitung nur Zeit- und Pegelanpassung überlassen bleibt. Bei größeren Vermittlungen wird das Erkennen der Mächtigkeit einer gewählten Ziffer dagegen noch in der Vorverarbeitung erfolgen, bei sehr großen Vermittlungen mit zahl-



2

reichen parallel betriebenen Gruppen (Bild 2) können noch weitergehende Verarbeitungsprozesse in der Vorverarbeitungseinheit abgewickelt werden, um das Programmsteuerwerk zu entlasten. Das sequentielle Abarbeiten von Steuerungsprozessen in Vorverarbeitung und Programmsteuerung wird im Einstellwerk fortgesetzt. Nach Maßgabe der Ergebnisse der datenverarbeitenden Prozesse im Programmsteuerwerk werden dem Einstellwerk zu verbindende Adressen übermittelt. Je nach Art und technologischer Realisierung des Koppelfeldes – Funktionsblock B – werden die Einstelladressen im Einstellwerk so in Aktivierungsbefehle für Koppelpunkte umgesetzt, daß die gewünschte Verbindung zustande kommt. Von der steuerungstechnischen Seite ist damit das Konzept AENEAS-1 durch ein dreistufig sequentielles Abarbeiten vermittlungstechnischer Information gekennzeichnet,

bei dem darüberhinaus das Einfügen einer vierten sequentiellen Dezentralisierungsebene für spezielle Zeichengabeverfahren vorgesehen ist. Die sequentielle Dezentralisierung kann darüberhinaus je nach Ausbaubereich, Sicherheitsbedürfnis im Anwendungsfalle durch parallele Dezentralisierung ergänzt werden, wobei der Funktionsblock D mit seinem Programmsteuerwerk entweder selbst frei programmierbar ausgeführt ist oder durch frei programmierbare Zusatzeinrichtungen an die zeitlich varianten Betriebswünsche angepaßt werden kann. Die Datenmultiplexer M verbinden das Kanalwerk zwischen den Teilgruppen mit den zentralen Programmsteuerwerken in den Funktionsgruppen D. Die Gesamtanordnung vereinigt so die jeweils optimale Aufteilung betrieblicher Risiken auf eine möglichst große Zahl dezentraler Teilsteuerwerke mit den Vorzügen der Flexibilität frei programmierbarer zentraler Steuerwerke.

Ähnlich anpassungsfähig wie die Steuerung ist auch die Nutzpaddurchschaltung. Mit Übernahme der Speise- und Zeichengabefunktionen in die Gruppe der peripheren Einheiten – Funktionsblock A – wird nämlich das Koppelfeld von der klassischen Zusatzaufgabe befreit, neben der Nutzinformationsübertragung auch Anschaltmittel für Speise- und Signalleistungen zum Betrieb der Terminals zu bilden. Es wurde so möglich, die Dimensionierung der Koppellelemente allein nach Optimierungsproblemen der Übertragungstechnik vorzunehmen – elektronische Raumvielfach-Koppellelemente in integrierter Schaltungstechnik konnten nun ebenso realisiert werden wie analoge und digitale Zeitmultiplex-Koppler. Das Konzept AENEAS-1 bietet neben der Flexibilität der Steuermittel auch die Freizügigkeit, jeweils optimale Durchschaltverfahren einzusetzen.

Die sequentielle Dezentralisierung der Steuermittel erlaubt darüberhinaus auch das Realisieren einer Übersetzereinrichtung zwischen Programmsteuerwerk und Koppelnetz – nämlich des Einstellwerks. So erhält man die Möglichkeit, Koppelfelder unterschiedlichster Art einzusetzen, ohne das gesamte Steuerungssystem auf die spezielle ausgewählte Koppelfeld-Technologie anpassen zu müssen. Umgekehrt kann aber auch das Programmsteuerwerk technologisch dem jeweiligen Fortschritt angepaßt werden, ohne daß dies Rückwirkungen auf die Koppeltechnik hat.

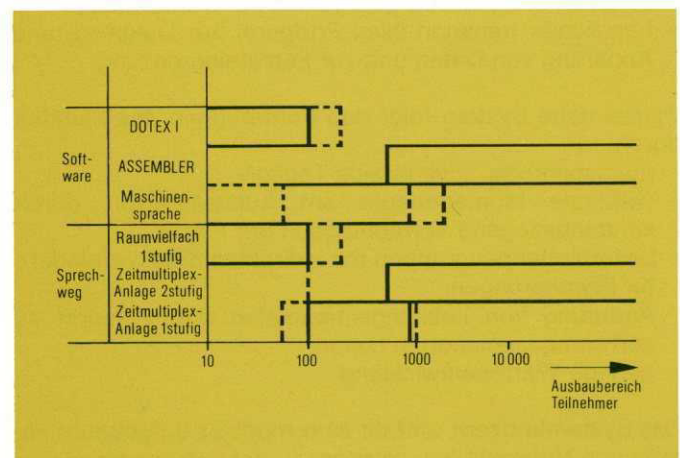
Die so gewonnene Freizügigkeit in der Auswahl der Koppelmittel kommt der Verbesserung der Übertragungsqualität fallweise ebenso zugute wie der Optimierung der Anpassung an die nachrichtentechnische Umwelt oder wie der Struktur des Kopplers hinsichtlich Belastbarkeit und Übersichtlichkeit. So kann durch sinnvolle Anwendung des

Raumvielfach- und Zeitmultiplexprinzips die Anzahl der Stufen im Koppelnetz minimiert und damit eine Vereinfachung der Wegesuche erzielt werden. Ebenso wird es – je nach Einsatzfall – möglich, ohne Änderung des Steuerungssystems Koppelnetze für analoge oder digitale Systeme aufzubauen und so eine optimale Anpassung an die weiterführenden Leitungen zu erreichen.

Abgrenzungskriterien der Einzelsysteme

Bereits eingangs wurde darauf hingewiesen, daß TN mit der Vorstellung des TN-Systems 4030 Raummultiplex sowohl steuerungs- als auch koppeltechnisch den gesamten Ausbaubereich üblicher Vermittlungen in elektronischer Technik anbietet. Voraussetzung hierfür war das Beherrschen vermittlungstechnischer Programmierungsmöglichkeiten auf allen Ebenen – d. h. von der Maschinensprache bis zur Hochsprache (DOTEX) – und die Verfügbarkeit unterschiedlicher Durchschaltverfahren wie analoge und digitale Zeitmultiplexkoppler und hochintegrierte Raumvielfach-Koppelpunkte. Erst Kombination und Austauschbarkeit der einzelnen Techniken untereinander führt zu einer in sich modularen Systemfamilie (Bild 3).

Es liegt nahe, die sehr überlappenden Arbeitsbereiche endgültig nach den Ausstattungsvorschriften der nationalen Fernmeldeverwaltungen abzugrenzen. So sind beispielsweise für den Einsatz in der Bundesrepublik Deutschland die Grenzen zwischen den TN-Systemen 4030 Raummultiplex und 6030 Zeitmultiplex exakt nach den Vorschriften der Fernmeldeordnung definiert, ohne daß diese Grenzen auch technisch und wirtschaftlich zwingend sind.



Die Entscheidung für ein Raumvielfach als Koppelnetz im unteren Ausbaubereich der Systemfamilie AENEAS-1 ergibt sich aus der halbleitertechnologischen Möglichkeit, Raumvielfach-Koppelpunkte mit kleinem Flächenbedarf herzustellen. Der Verzicht auf den Zweidraht-Vierdraht-Übergang, Filter und Codecs, die im Zeitmultiplex zwingend sind, erlaubt es gegenwärtig, Koppelstrukturen bis zu einer Erreichbarkeit $k = 40$ im Raumvielfach wirtschaftlich zu realisieren und damit einstufige Koppelanordnungen für bis ca. 40 gleichzeitig bestehende Gespräche aufzubauen. Dabei kommt die hohe Erreichbarkeit dem Kunden in Form eines bisher ungewohnt guten Verkehrsverhaltens uneingeschränkt zugute und entspricht im Bereich der kleinen bzw. mittleren Vermittlungstechnik völlig dem Standard, den TN bei großen Wählnebenstellenanlagen mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex gesetzt hat.

Das TN-System 4030 Räummultiplex

Die neue Nebenstellenzentrale TN-System 4030 Räummultiplex ist durch fortschrittliche Technologie gekennzeichnet:

- monolithisch integrierter Halbleiter-Koppelpunkt in MOS-Technologie, der in Kooperation von AEG-Telefunken und TN entwickelt wurde,
- Low-Power-Schottky-TTL-Technologie in den logischen Schaltkreisen.
- MOS-ROMs und -RAMs für Speicheraufgaben in der zentralen Steuerung.
- mikroprogrammgesteuerter Prozessor mit einfachem Betriebssystem,
- LEDs und numerische Anzeigeelemente im Abfrageapparat,
- zentrale, elektronisch geregelte Stromversorgung,
- handliches transportables Prüfgerät zur Diagnose und Änderung von Daten und zur Fehlereingrenzung.

Dieses neue System folgt den Forderungen des Marktes durch:

- raumsparende, zuverlässige Technik,
- verkürzte Montagedauer am Aufstellungsort durch kundenbezogene Vormontage in der Fabrik,
- Leiterplattenbaugruppen mit indirekten Steckverbindern für Erweiterungen,
- Änderung von Leistungsmerkmalen durch Zugriff zu softwaregespeicherten Daten,
- geringe Wärmeentwicklung.

Das Systemkonzept umfaßt eine modular aufgebaute Familie von Nebenstellenzentralen, zu der entsprechend den

gültigen Ausstattungsvorschriften der Fernmeldeordnung alle Nebenstellenzentralen der Baustufe II gehören. Die Nebenstellenzentralen des TN-Systems 4030 Räummultiplex bestehen aus vier Funktionseinheiten:

- periphere Baugruppen
- Koppelfeld
- Vorverarbeitungseinheit
- zentraler Prozessor

Zum Aufbau eines kompletten Systems werden nur relativ wenige unterschiedliche Baugruppentypen benötigt. Printplatten verbinden die Leiterplattenbaugruppen untereinander; die baustufenspezifische Verdrahtung wird mit Wire-Wrap®-Verbindungen hergestellt.

Auch der konstruktive Aufbau folgt neuen Wegen. Die Baugruppenträger mit den Leiterplattenbaugruppen sind in einem Gehäuse nach dem Baukastensystem zusammengefaßt. Die Seitenteile bestehen aus einheitlichen Formstoffelementen, die den Korpus des Schrankes bilden. Dadurch lassen sich Schränke unterschiedlicher Höhe aufbauen, wie sie für die verschiedenen Ausbaustufen benötigt werden. Die Einhängebleche für Vorder- und Rückseite sind dem Rastermaß der Korpusteile angepaßt; somit ist nur eine Art Einhängebleche für unterschiedlich hohe Schränke erforderlich. Durch die Einhängebleche ist eine leichte Zugänglichkeit sowohl der Leiterplattenbaugruppen auf der Vorderseite als auch der Verdrahtungsebene auf der Rückseite der Baugruppenträger gegeben.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Schnittstelle zwischen Hausinstallationsnetz und Nebenstellenzentrale gelegt. Schneidsteckverbinder mit vielfältigen Rangier- und Verteilmöglichkeiten verbinden das Hausnetz mit der Zentrale. Die Leitungen können auf den – als Baugruppe aus dem Gehäuse lösbaren – Hauptverteiler bereits aufgelegt werden, bevor die Zentrale selbst aufgestellt und in Betrieb genommen wird.

TN-System-Familien für alle Baustufen der Nebenstellentechnik

Das vermittlungstechnische Konzept AENEAS-1 hat zum Ziel – entsprechend dem Fortschritt der Technologie der in der Vermittlungstechnik verwendeten Bauelemente – durch flexible Anwendung Systemfamilien mit technisch und wirtschaftlich optimalen Lösungen zu schaffen.

Dieses Ziel hat TN nunmehr realisiert, und zwar

- für große Nebenstellenzentralen mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex,

- für mittlere Nebenstellenzentralen mit dem TN-System 4030 Raummultiplex,
- für kleine Nebenstellenzentralen mit den elektronisch gesteuerten Anlagen der Baustufe 1. Als erste dieser Familie wird die elektronisch gesteuerte Nebenstellenzentrale 1/1 gefertigt.

Die konsequente Anwendung eines Schnittstellenkonzepts ermöglicht auch zukünftige Weiterentwicklungen im Zusammenhang mit sich ändernden Anforderungen in Ausbau und Leistungsmerkmalen und gestattet die Substitution von Bauelementen und Baugruppen entsprechend dem Fortschritt der Technik. Bei der elektronisch gesteuerten Nebenstellenzentrale 1/1 wurde beispielsweise für das Koppelfeld eine Anordnung mit Leiterplatten-Relais gewählt, ohne dabei die Vorteile elektronisch gesteuerter Nebenstellenzentralen für den Kunden einzuschränken. Für alle Systemfamilien wurden systemeigene Prüf- und Servicegeräte geschaffen, die es mit fehlereingrenzenden und fehlererkennenden Prüfhilfsmitteln ermöglichen, die

jeweils gestörte Baugruppe zu lokalisieren. Der Austausch eines Bauelementes auf einer Leiterplatte vor Ort, oder der Ersatz durch eine werksüberholte Leiterplattenbaugruppe, sind Möglichkeiten zur schnellen Fehlerbeseitigung.

Zusammenfassung

Ein langfristig angelegtes, universell verwendbares Systemkonzept mit der TN-Bezeichnung AENEAS-1 bietet die Möglichkeit, Vermittlungen für die unterschiedlichsten Einsatzfälle zu realisieren. Zunächst wurden vollelektronische Fernsprech-Nebenstellenanlagen entwickelt und in die Fertigung genommen.

Die TN-Systeme 6030 Zeitmultiplex und 4030 Raummultiplex umfassen den gesamten Bereich ab 10 Teilnehmern. Darüber hinaus erlaubt das Konzept AENEAS-1 unter Beibehaltung der gewählten System-Architektur die Realisierung erweiterter Einsatzfälle und die Anpassung an technologische Fortentwicklungen im gesamten Gebiet der Vermittlungstechnik.

TN-System 4030 Raummultiplex – eine vollelektronische Fernsprech-Nebenstellenanlage der mittleren Baustufe

Lothar Cezanne, Wolfgang Resch, Wolfgang Schott

Mit dem TN-System 4030 Raummultiplex stellt Telefonbau und Normalzeit eine Systemfamilie vollelektronischer, zentral gesteuerter Fernsprech-Nebenstellenanlagen der Baustufe II vor (Bild 1). Die stürmische technologische Entwicklung der vergangenen Jahre führte zu immer kompakteren und leistungsfähigeren Prozessor-Steuersystemen und ermöglicht nunmehr auch für die mittlere Baustufe die wirtschaftliche Realisierung eines Raumvielfach-Koppelfeldes mit Hilfe von Halbleiter-Koppelbausteinen. Hierdurch entfällt die bei bisherigen Vermittlungssystemen unvermeidbare, technologisch bedingte Stoßstelle zwischen der zentralen elektronischen Steuerung und den elektromechanisch betätigten Koppelpunkten. Außerdem geht damit eine Verringerung des Volumens, des Gewichts und der Geräuschentwicklung einher; es ergibt sich weiterhin eine größere Anpassungsfähigkeit an heutige und zukünftige Anforderungen sowie eine gesteigerte Zuverlässigkeit – alles Vorteile, die unmittelbar dem Benutzer zugute kommen.

System-Grundlagen

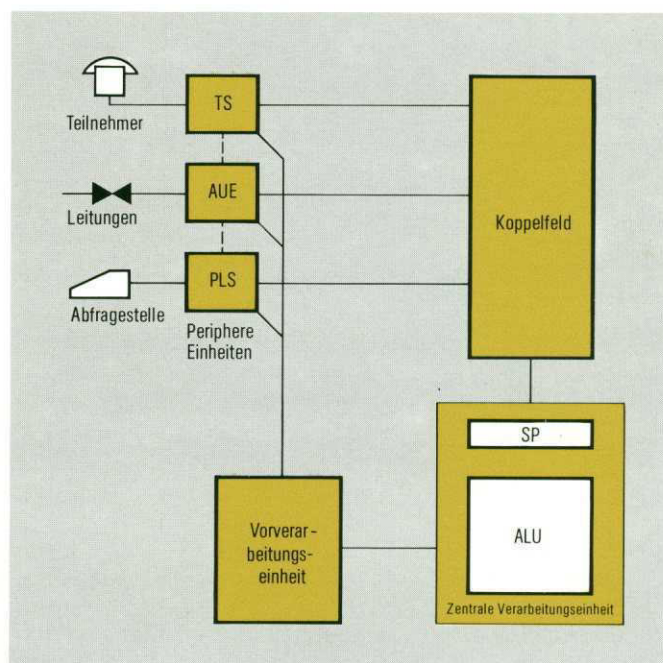
Moderne Fernsprech-Nebenstellenanlagen erfordern ein hohes Maß an System-Flexibilität, damit dem Benutzer und Betreiber eine zukunftssichere Einrichtung

geboten wird, die sich leicht an veränderte Anforderungen individueller oder administrativer Art – Leistungsmerkmale, Berechtigungen, Betriebsweisen, neue Dienste, neue Signalisierungsverfahren usw. – anpassen läßt und auch dem technologischen Wandel gewachsen ist. Analysiert man vor dem Hintergrund dieses Flexibilitätsprinzips eine zentral gesteuerte Vermittlungseinrichtung hinsichtlich ihrer Architektur, so zeichnen sich vier wesentliche Funktionseinheiten ab (Bilder 2 und 3):

- Die *Peripheren Einheiten* wie Teilnehmerschaltungen, Amtsübertragungen, Innenverbindungsätze, Querverbindungsübertragungen, Wahlaufnahmesätze usw. dienen als Interface zwischen der Vermittlungseinrichtung und der Außenwelt und wirken im wesentlichen als Datenquellen und Datensenken; die eigentliche Datenverarbeitung ist zentralen Einrichtungen vorbehalten.
- Das *Koppelfeld* einschließlich der entsprechenden Koppelfeld-Ansteuerung sorgt für das Durchschalten der Nutzinformation.
- Die *Zentrale Verarbeitungseinheit* veranlaßt und koordiniert alle Vermittlungsvorgänge, meist in sequentieller Arbeitsweise nach dem One-at-a-time-Prinzip.
- Die *Vorverarbeitungseinheit* dient zum Erfassen und Aufbereiten von Daten; sie ist das Bindeglied zwischen



1

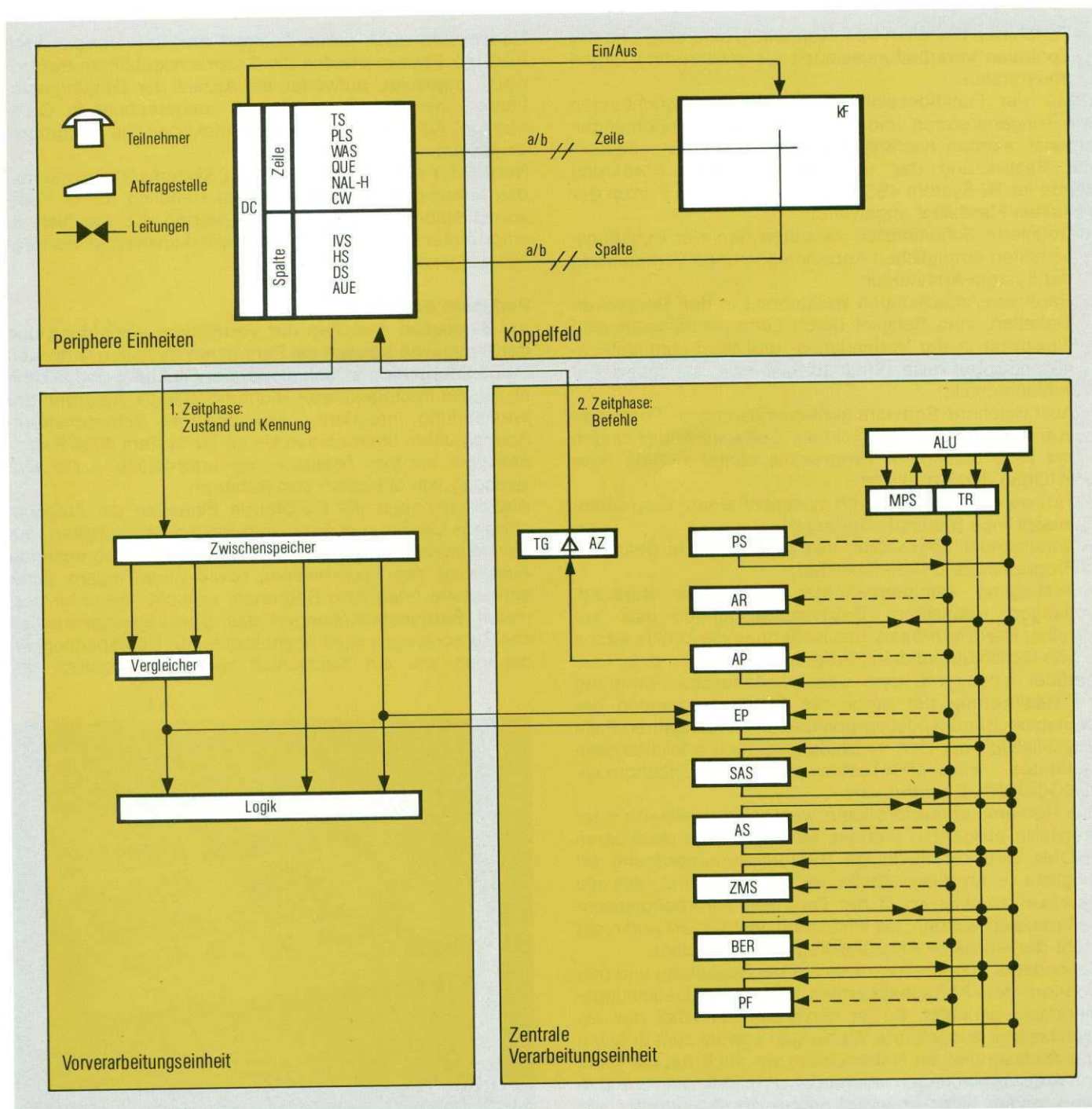


2

- 1 Vermittlungseinrichtung und Abfrageapparat des TN-Systems 4030 Raummultiplex, Baustufe IID
- 2 TN-System 4030 Raummultiplex – Übersicht
- 3 TN-System 4030 Raummultiplex – Blockschaftplan

Legende zu den Bildern 2, 3 und 5:

ALU	Zentrale Recheneinheit	MPS	Mikroprogrammspeicher
AP	Ausgangspuffer	NAL-H	Nebenanschlußleitung zur Hauptanlage
AR	Arbeitsregister	PF	Programmiersfeld
AS	Arbeitspeicher	PLS	Platzsteuerung
AUE	Amtsübertragung	PS	Programmspeicher
AZ	Adressenzähler	QUE	Querverbindungsübertragung
BER	Berechtigungsprogrammiersfeld	SAS	Startadressenspeicher
CW	Codewahleinrichtung	SP	Speicherbereich
DC	Decodiereinrichtung	TG	Taktgeber
DS	Direktrufsatz	TR	Treiberplatte
EP	Eingangspuffer	TS	Teilnehmerschaltung
HS	Hilfssatz	WAS	Wahlaufnahmesatz
IVS	Innenverbindungsatz	ZMS	Zeitmarkenspeicher
KF	Koppelfeld		



Peripheren Einheiten bzw. Koppelfeld einerseits und der Zentralen Verarbeitungseinheit als steuerndem Organ andererseits.

Diese vier Funktionseinheiten, durch Hilfseinrichtungen wie Tongeneratoren und Stromversorgungseinrichtungen ergänzt, werden nachfolgend noch ausführlich erläutert. Zur Realisierung der eingangs erhobenen Forderung wurde im TN-System 4030 Raummultiplex das Prinzip der verteilten Flexibilität angewandt:

- Definierte Schnittstellen zwischen den vier Funktionseinheiten ermöglichen Anpassungen ohne Veränderung der System-Architektur;
- Hardware-Anpassungen weitgehend in den Peripheren Einheiten, zum Beispiel durch Leiterplattenaustausch;
- Flexibilität in der Verbindungs- und Verdrahtungstechnik, beispielsweise durch lötfreie bzw. steckbare Anschlußtechnik;
- Ausfallsichere Software-Implementierung in Form von Firmware mit der Möglichkeit, Software-Anpassungen mit Hilfe steckbarer Programmspeicher (ROMs oder PROMs) durchzuführen;
- Firmware-Flexibilität durch systeminhärente Programmaussprünge (bedingte Sprünge);
- Voneinander abgesetzte, das heißt getrennt definierte Programm- und Datenspeicher;
- Festlegung semipermanenter Daten wie Berechtigungen, Kennziffern, Betriebsbedingungen usw. auf reiner Hardware-Basis, das heißt ohne die Zuhilfenahme von Konsoloperationen, Programmiergeräten o. ä.

Darüber hinaus war eine selbstverständliche Forderung die Realisierung der durch die Fernmeldeordnung der Deutschen Bundespost vorgegebenen Leistungsmerkmale einschließlich der den Verbindungsaufbau erleichternden Merkmale wie MFV-Tastenwahl, Kurzwahlautomatik TENOCODE®, Direktruf usw.

Das Rufnummernsystem kann wahlweise zweistellig oder dreistellig ausgeführt werden. Mit Hilfe eines steckbaren PROMs wird die freizügige Rufnummernumordnung ermöglicht. – An dieser Stelle sei auch vermerkt, daß die Sperrwerksfunktionen in der Zentralen Verarbeitungseinheit realisiert werden; sie sind somit zentralisiert und nicht mehr der einzelnen Amtsübertragung zugeordnet.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Gestaltung und den Komfort des Abfrageapparates und seine Bedienungsmerkmale gerichtet. So ist hervorzuheben, daß das als Wähltastatur ausgeführte Wählorgan sowohl zum Zuteilen von Amtsanrufen an Nebenstellen als auch für die Wahl von Amtsverbindungen verwendet wird. Elektronische Displays zeigen unter anderem neben der Rufnummer der

Nebenstelle auch deren Zustand an (zum Beispiel Frei, Besetzt). Ebenso werden die Gesprächsgebühren elektronisch angezeigt, entweder als Anzahl der Gebühreneinheiten oder auf Wunsch auch umgerechnet in Geldbeträge. Als Ruforgan wird eine elektronische Baugruppe eingesetzt.

Neben der reinen Funktion ist als Systemvorteil weiterhin das unkomplizierte und effiziente Handling dieser Fernsprech-Nebenstellenanlagen zu werten. Es resultiert in einer einfachen Montage und bemerkenswerten Servicefreundlichkeit.

Periphere Einheiten

Als Bindeglied zwischen der Vermittlungseinrichtung und der Außenwelt trennen die Peripheren Einheiten Nutz- und Steuerinformation in ankommender Richtung und kombinieren sie in umgekehrter Richtung (Bild 3). Aufgrund der Verwendung integrierter elektronischer Schwachstrom-Koppelpunkte übernehmen sie im TN-System 4030 Raummultiplex darüber hinaus – wo erforderlich – die Einspeisung von Mikrofon- und Rufstrom.

Weiterhin haben die Peripheren Einheiten die Aufgabe, störende Überspannungen vom System fernzuhalten. Auf dem Nutzinformationspfad wird dies durch entsprechende Auslegung des Sprechweges sowie durch eigens dafür entwickelte integrierte Begrenzer erreicht, die unter normalen Betriebsbedingungen das Übertragungsverhalten des Sprechweges nicht beeinflussen, für Überspannungen dagegen wie ein Kurzschluß wirken. Hinsichtlich der



Steuersignalwege übernehmen Optokoppler die Entkoppelung zwischen dem Leitungsnetz und den zentralen Baugruppen; Steuersignale werden somit nicht mehr über das Koppelfeld übertragen.

Nach der Art der Anschaltung an das einstufige Koppelfeld lassen sich die Peripheren Einheiten in zwei Gruppen einteilen:

An die Zeilenanschlüsse werden angeschaltet

Teilnehmerschaltungen,
Querverbindungsübertragungen u. ä.,
Wahlaufnahmesätze für Tastenwahl,
Platzsteuerung für Abfrageapparat.

An die Spaltenanschlüsse werden angeschaltet

Amtsübertragungen,
NAL-Übertragungen in W-Unterlagen,
Innenverbindungssätze,
Hilfssatz,
Direktrufsatz.

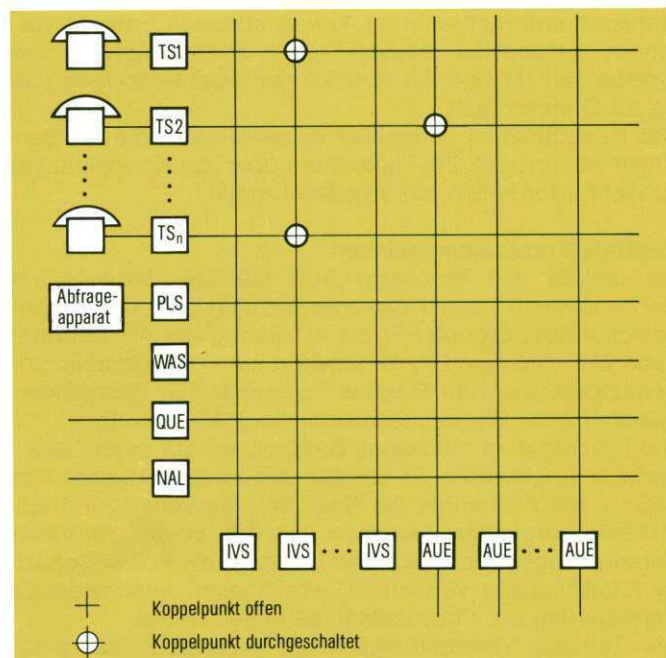
In der Teilnehmerschaltung werden neben dem Leitungszustand auch Impulswahlsignale von der Anschlußleitung abgetastet. Infolge der dezentralen Mikrofonstrom-Einspeisung ließ sich außerdem problemlos eine nebenstellen-eigene Auffangschaltung realisieren.

Die Übertragung aller Steuerinformationen zwischen Abfrageapparat (Bild 4) und der zugehörigen Anschlußeinrichtung (Platzsteuerung) wird seriell zeitmultiplex durchgeführt, so daß für den Anschluß im Gegensatz zu bisherigen Ausführungen nur 17 Adern benötigt werden. Da der Innenverbindungssatz – wie bereits erwähnt – von der Einspeisung des Mikrofon- und Rufstroms befreit wurde, konnte er in Umfang und Aufwand wesentlich reduziert werden; im TN-System 4030 Raummultiplex dient er nur noch der Hörtoneinkopplung. Aus diesem Grund ist auch nur noch ein Anschluß je Innenverbindungssatz zum Koppelfeld erforderlich, womit sich die Zahl der erforderlichen Koppelpunkte verringerte.

Hilfssatz und Direktrufsatz sind in Aufbau und Funktion identisch mit einem Innenverbindungssatz; während der Hilfssatz den Zugang zu einer freien Amtsübertragung ermöglicht, wenn alle Innenverbindungssätze belegt sind, steht der Direktrufsatz berechtigten Teilnehmern für die unmittelbare Verbindung zur Abfragestelle zur Verfügung.

Koppelfeld

Das Koppelfeld ist für alle Anlagen des TN-Systems 4030 Raummultiplex einstufig ausgeführt, wodurch eine vollkommene Erreichbarkeit ohne innere Blockierung erzielt wird (Bild 5). Damit kann auch eine spezielle Koppelfeldsteuerung entfallen.



5

In der Zentralen Verarbeitungseinheit, in deren Arbeitsspeicher ein Abbild vom Zustand des Koppelfeldes gespeichert ist, werden zur Ansteuerung der Koppelpunkte die Stellbefehle sowie die entsprechenden Adressen erzeugt. Infolge der gewählten Koppelfeldkonfiguration liegen bei einer Innenverbindung immer zwei Koppelpunkte in Reihe, während für eine Amtsverbindung nur ein Koppelpunkt benötigt wird. Wegen der einspaltigen Anschaltung der Innenverbindungssätze lassen sich auch besondere Betriebsweisen des Koppelfeldes – zum Beispiel Dreiergespräch – sehr einfach erzielen, für die bei herkömmlichen Anlagen ein beträchtlicher Aufwand erforderlich war. An dieser Stelle sei noch festgehalten, daß für Rückfrageverbindungen kein zusätzlicher Innenverbindungssatz angeschaltet werden muß; vielmehr wird dafür die bereits belegte Koppelfeldspalte der zugehörigen Amtsübertragung mitbenutzt.

Die Koppellemente bestehen aus P-Kanal-Metall-Gate-MOS-Feldeffekt-Transistoren, von denen je zwei einen erdsymmetrischen Koppelpunkt bilden. Zehn solcher Koppelpunkte für zweiadrige Durchschaltung sind in einer 5x2-Matrix angeordnet, die zusammen mit der zugehörigen Ansteuer- und Adressierschaltung als integrierter Baustein in einem hermetisch dichten Dual-in-line-Keramik-

- 6 Leiterplatte des Koppelfeldes mit 200 Halbleiter-Koppelpunkten für
zweiadrige Durchschaltung
- 7 Vermittlungseinrichtung geöffnet

Gehäuse untergebracht ist. Durch spezielle Entwurfsverfahren werden im Baustein eine Sperrdämpfung von typisch 140 dB und ein (totaler) Durchlaßwiderstand von ca. 25 Ohm erreicht.

Das Koppelfeld ist gegenüber seiner Umwelt durch Überträger abgeriegelt. Ein Haltestrom über die Koppelpunkte ist nicht erforderlich, sie arbeiten bistabil.

Zentrale Verarbeitungseinheit

Sie umfaßt den Prozessor ALU (zentrale Steuer- und Recheneinheit), den Programmspeicher PS, die Datenspeicher AS, BER und PF, das Arbeitsregister AR, Ein/Ausgabe-Einrichtungen EP, AP sowie zusätzliche zentrale Einrichtungen, wie zum Beispiel Taktgeber TG, Zeitmarkenspeicher ZMS, Startadressenspeicher SAS (Bild 3).

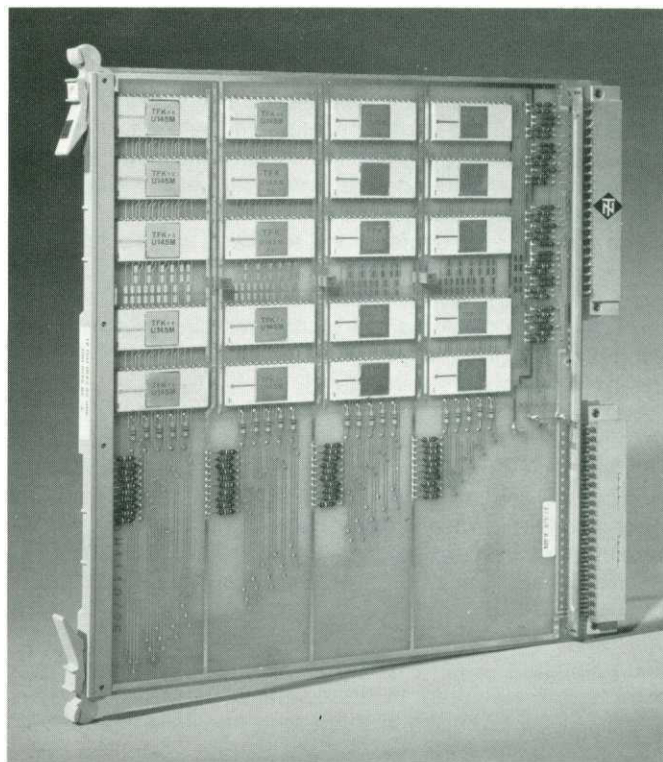
Der Prozessor ist mit seinen Baugruppen auf einer Leiterplatte untergebracht. Er arbeitet mit einer Zykluszeit von 550 ns. Mit Ausnahme der Speicher, die vorwiegend aus MOS-Bauelementen bestehen, werden in der zentralen Verarbeitungseinheit in großem Umfang Low-Power-Schottky-TTL-Bausteine verwendet, womit eine entscheidende Verringerung der Stromaufnahme erzielt wurde.

Die Zentrale Verarbeitungseinheit arbeitet Software-gesteuert. Sie nimmt die eingehenden Informationen – bestehend aus Adresse, Zustandsänderung und zusätzlichen Informationen, zum Beispiel Kennung – als Anreiz für einen kompletten Programmlauf entgegen und erzeugt abgehend Adressen und Stellbefehle, je 8 bit umfassend. Programmspeicher und Datenspeicher sind getrennt Hardware-definiert. Der Adressierungsbereich für den Programmspeicher beträgt 16 bit, so daß eine mit umfangreichen Reserven versehene Adressenkapazität zur Verfügung steht. Der Datenspeicher stellt jeder Peripheren Einheit eine Speicherzelle mit 144 bit Speicherkapazität zur Verfügung. Die flüchtigen Daten einer Verbindung – Adressen, Zustände usw. – werden dabei im Arbeitsspeicher AS, einem RAM, abgelegt, während für semipermanente Daten Diodenprogrammierungsfelder BER für Berechtigungen und PF für Kennzahlen, Betriebszustände usw. vorgesehen sind; das Programmierungsfeld BER läßt sich auch während des laufenden Betriebs der Anlage (um)programmieren.

Vorverarbeitungseinheit

Die Vorverarbeitungseinheit befindet sich in der gleichen funktionellen Ebene wie das Datensammel- und Verteilsystem mit Datenbus und Adressenbus. Zwischen den Peripheren Einheiten und der Zentralen Verarbeitungseinheit wirkt sie als Vorprozessor.

Jeder Peripheren Einheit sind zwei Zeitphasen zugeordnet, die von einem quarzgesteuerten Taktgenerator TG mit nachfolgendem Adressenzähler AZ definiert werden. In der ersten Zeitphase wird der Zustand der entsprechenden Peripheren Einheit von einem Scanner abgetastet. Das Abtastergebnis wird der Vorverarbeitungseinheit zugeleitet, wo ein Vergleich mit dem Abtastergebnis im vorangegangenen Abtastzyklus durchgeführt wird. Ergibt der Vergleich eine Zustandsänderung, so wird in der Vorverarbeitungseinheit unter der Adresse dieser Peripheren Einheit eine Marke gesetzt. Anschließend werden weitere Abtastergebnisse abgewartet, um sicherzustellen, daß das Signal stabil ist und nicht etwa eine Störgröße darstellt. Am Ende dieser Operation wird die so aufbereitete Information zusammen mit der entsprechenden Adresse zum Eingangspuffer EP der Zentralen Verarbeitungseinheit geleitet, wo sie als Anreiz für einen Programmlauf ausgewertet wird. Darüber hinaus addiert die Vorverarbeitungseinheit Nummernschalter-Impulsserien und gibt sie als vollständige Wählziffern an die Zentrale Verarbeitungseinheit weiter, die ihrerseits für jede Periphere Einheit eine Re-



gisterzelle zur Aufnahme der Wählerinformation aufweist (bei MFV-Tastenwahl wird die Ausgangsinformation des Wählempfängers ebenfalls auf diesem Wege in die Registerzelle übertragen).

Die Vorverarbeitungseinheit entlastet die Zentrale Verarbeitungseinheit somit weitgehend von unnötigen Blindbelegungen und führt eine Format- und Geschwindigkeitsanpassung der peripher erzeugten Steuerinformationen an die Arbeitsweise der Zentralen Verarbeitungseinheit durch, womit deren Effizienz beträchtlich gesteigert wird.

Mit Abschluß eines Programmlaufs enthält der Ausgangspuffer AP Adressen und Stellbefehle für eine Periphere Einheit bzw. für das Koppelfeld. Um dasselbe Adressenvielfach nutzen zu können, werden diese Befehle mit direkter Adressierung der zweiten Zeitphase zugeordnet. Damit hat die Zentrale Verarbeitungseinheit unabhängig vom jeweiligen Stand des Adressenzählers jederzeit Zugriff zu jeder adressierbaren Einrichtung.

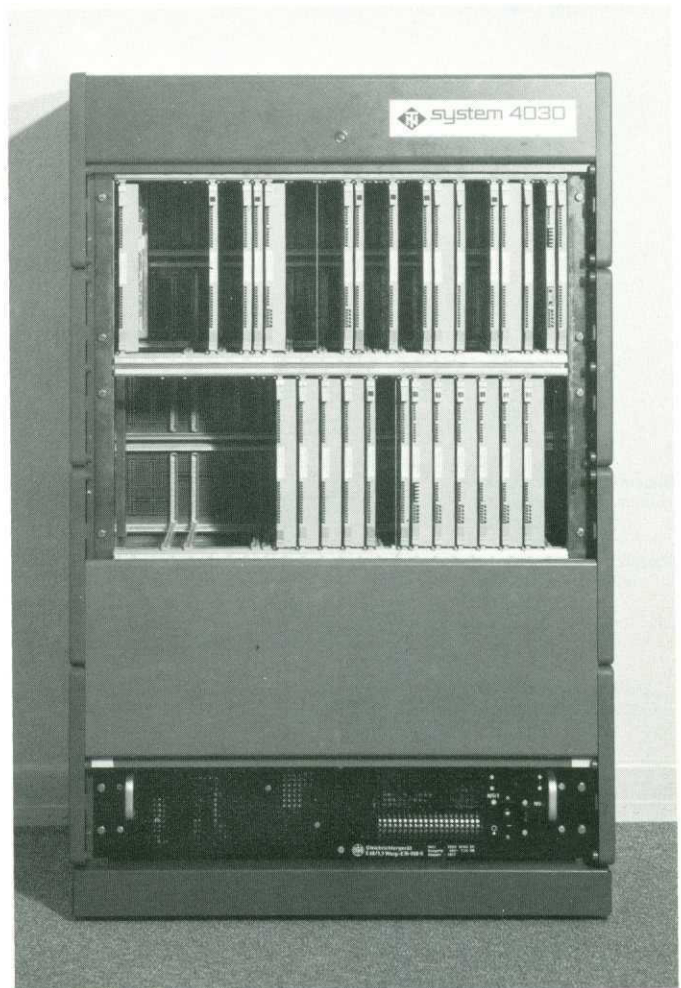
Software

Wie bereits angedeutet, wird die gesamte Software im TN-System 4030 Ruummultiplex als Firmware implementiert. Auch in diesem Bereich ist ein hohes Maß an Flexibilität sowohl in der System-Software als auch in der Software-Generierung durch die Einführung einer Mikroprogrammebene erzielt worden. Dazu wurde eine interpretative Vermittlungssprache als Hochsprache entwickelt, deren Befehlssatz 22 Makrobefehle umfaßt. Jeder dieser Makrobefehle wird im Prozessor ALU als Folge von Mikrobefehlen interpretiert. Das dazu erforderliche Mikroprogramm mit einem Umfang von rund 250 verschiedenen 13-bit-Befehlen ist in einem speziellen Mikroprogramm-Speicher MPS abgelegt.

Das Makroprogramm umfaßt etwa 4K Befehle für die grundlegenden Vermittlungsvorgänge, abgelegt im Programmspeicher PS, wozu weitere rund 3K Befehle für die Realisierung von Ergänzungsmerkmalen kommen; Der Programmspeicher wird je nach Kundenwunsch durch steckbare PROMs ausgebaut. Ein typischer Programmlauf nimmt ca. 7 ms in Anspruch.

Die Tatsache, daß keine Interrupts den Programmablauf unterbrechen und weiterhin keine speziellen Ein/Ausgabe-Routinen, zum Beispiel Eingriffe durch Konsoloperationen, berücksichtigt werden müssen, kommt dem Betriebssystem zugute; es umfaßt rund 150 Makrobefehle und hat im wesentlichen drei Aufgaben:

- Abfrage der Eingangspuffer und Veranlassen eines Programmlaufs, wenn ihr Inhalt von Null verschieden ist;



7

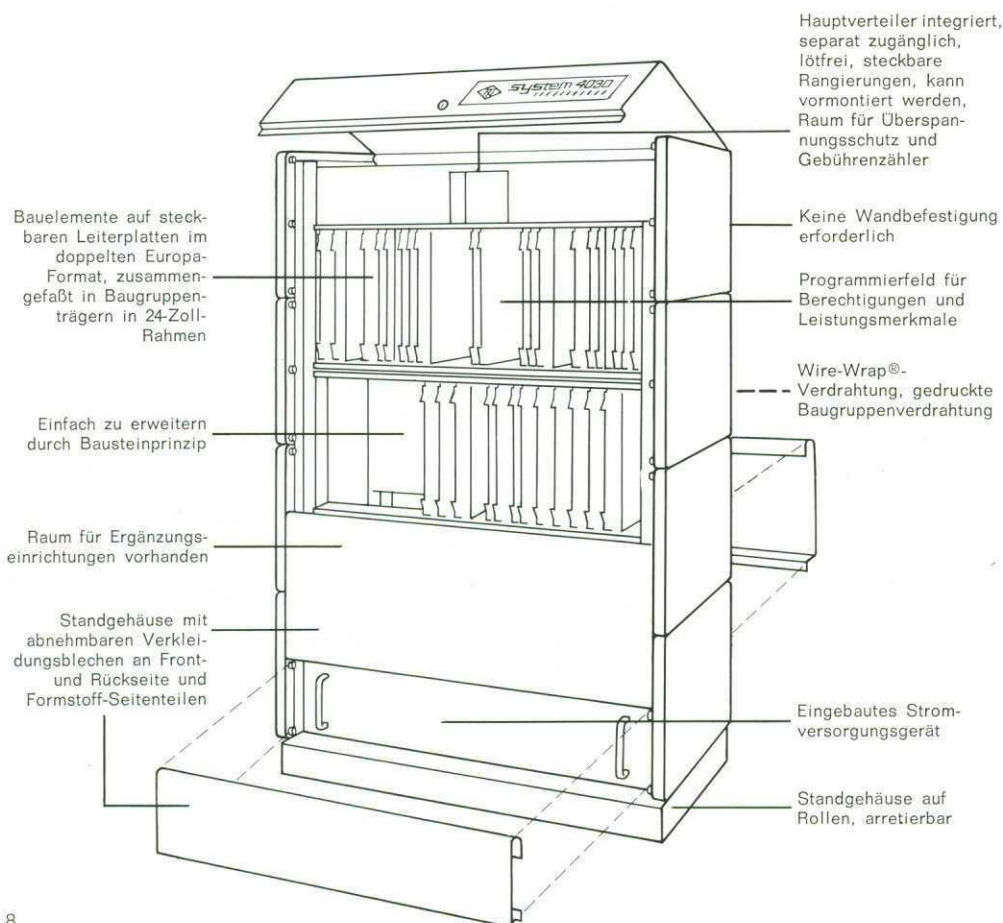
- Systemstart nach Spannungshochlauf, sowohl nach dem Einschalten als auch nach einem Spannungsausfall;
- Einstellen eines definierten Zustandes für eine oder wenige Baugruppen im Zuge von Erweiterungs- und Ergänzungsarbeiten an der laufenden Anlage sowie nach Programmüberlauf.

Konstruktive Merkmale

Das Flexibilitätsprinzip wurde konsequent auch auf die Systemkonstruktion angewendet. Alle Bauelemente sind auf durchkontaktierten Leiterplatten im doppelten Europaformat mit indirekten Steckverbindern untergebracht (Bild 6). Die Leiterplatten werden in Baugruppenrahmen zusammengefaßt, die ihrerseits in einem Schrank untergebracht sind (Bild 7). Zwei Schranktypen stehen zur Verfügung; auch die größte Anlage der Baureihe mit maximal 100 Nebenstellen kommt in der Regelausstattung mit nur einem Schrank aus.

Die Schränke bewegen sich auf Rollen, die am Aufstellungs-ort arretiert werden. Alle Funktionsbaugruppen sind von vorn zugänglich. Die front- und rückseitige Verkleidung besteht aus abnehmbaren, farblich unterschiedlich in Olivgelb und Patinagrün ausgeführten Einhängen, die durch Austauschen eine problemlose Anpassung an die Farb wünsche des Kunden ermöglichen.

Aus Stabilitätsgründen bildet die zentrale Stromversorgungseinrichtung – gespeist entweder aus dem Wechselstromnetz oder aus einer 48-V-Batterie – die unterste Bau-



8

gruppe (Bild 7 und 8). Als oberste Baugruppen sind Hauptverteiler und Überspannungsableiter durch Anheben des abschließbaren Deckblechs zugänglich. Der Hauptverteiler wird lötfrei mit dem Außennetz verbunden. Er ist entweder im Schrank eingebaut oder er wird vor der endgültigen Inbetriebnahme der Nebenstellenanlage separat montiert und mit dem Leitungsnetz verbunden. In diesem Fall wird der Hauptverteiler an der Wand befestigt und die Anlage so daruntergeschoben, daß der Hauptverteiler im oberen Teil des Schrankes aufgenommen wird.

Vor dem Hauptverteiler können von vorn zugänglich die Gebührenzähler für die Nebenstellen und die Amtsleitungen angeordnet werden. Die Gebührenzähler können allerdings auch in einem getrennten Gehäuse an beliebiger anderer Stelle platziert werden, zum Beispiel für Anwendung in Hotels.

Die Verbindungen der Leiterplatten untereinander sind im Regelfall als Verdrahtungsplatinen, also in gedruckter Form, oder als Wire-Wrap®-Verbindungen ausgeführt. Die Wire-Wrap-Stifte lassen sich jedoch auch als Steckerungen verwenden. Auf diese Weise sind die Peripheren Einheiten ausschließlich über steckbare Kabel mit dem

Hauptverteiler verbunden; auch die Abfragestelle sowie das Gebührenzählerfeld sind auf diese Weise an die Vermittlungseinrichtung angeschlossen.

Zusammenfassung

Mit dem TN-System 4030 Raummultiplex gelangt eine Fernsprech-Nebenstellenanlage der mittleren Baustufe auf den Markt, die ohne Einschränkungen als vollelektronisch bezeichnet werden kann. Damit ist bei TN für Einrichtungen der Fernsprech-Vermittlungstechnik ein weiterer Schritt auf dem Wege zur Vollelektronik vollzogen, dessen Richtung durch die stürmische, breit gefächerte Entwicklung der Halbleitertechnik fast zwingend vorgezeichnet ist.

Der vorliegende Beitrag zeigt die wesentlichen Merkmale des neuen Systems, in diesem Rahmen naturgemäß nur mehr oder weniger skizzenhaft. Weitere Einzelheiten über das Koppelfeld und detaillierte Informationen über das Servicesystem sind in weiteren Beiträgen dieses Heftes enthalten. TN verbindet mit diesem zukunftsicheren Konzept die Gewißheit, daß es sich in kürzester Zeit einen breiten Anwenderkreis erschließen wird.

TN-System 4030 Raummultiplex – elektronisches Koppelfeld und übertragungstechnische Eigenschaften

Jürgen Glemser, Wilfried Kämpfer, Arthur Keßler,
Jürgen Dangel, Klaus Schlüter *)

Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit vollelektronischem Koppelfeld werden von TN seit einigen Jahren mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex sehr erfolgreich eingesetzt. Es handelt sich dabei um eine unbegrenzt erweiterungsfähige Nebenstellenanlage der Baustufe III W mit einem Zeitmultiplex-Koppelfeld [1,2]

Auf kleinere Nebenstellenanlagen ist dieses bewährte Prinzip jedoch nicht ohne weiteres übertragbar, weil der entscheidende Vorteil der Zeitmultiplex-technik – eine hohe Zahl von Verbindungsmöglichkeiten pro Koppelpunkt – hier nicht ausgenutzt werden kann. Für solche Anlagen ist die Raumvielfachtechnik besser geeignet, weil sich dabei das Koppelfeld in kleinen, wirtschaftlichen Stufen der Zahl der Anschlüsse und dem Verkehrsaufkommen anpassen läßt. Deshalb wurden bei TN in umfangreichen Grundsatzarbeiten die verschiedenen Möglichkeiten der Sprechwegedurchschaltung über elektronische Koppelpunkte im Raumvielfach einschließlich der unterschiedlichen Koppelpunktprinzipien untersucht [3]. Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen führten zum Koppelfeldprinzip des TN-Systems 4030 Raummultiplex und daraus abgeleitet zu einem elektronischen Koppelbaustein, der in enger Zusammenarbeit zwischen TN und AEG-Telefunken entwickelt wurde.

Systemkonzept des Sprechweges

Während bei herkömmlichen Anlagen mit metallischen Koppelpunkten außer den tonfrequenten Nutzsignalen zum Beispiel auch die Speise- und Rufströme über die Koppelpunkte übertragen werden, bietet sich bei einer vollelektronischen Durchschaltung eine Trennung zwischen den Sprachsignalen und den Steuerinformationen an. Dabei sind über die Sprechadern nur noch die relativ kleinen Nutzpegel zu übertragen, womit der Einsatz sogenannter „Schwachstrom-Koppelpunkte“ möglich ist. Dies führt zu einem Sprechwegekonzept mit Potentialtrennung, Rufstromeinkopplung und Schleifenstromspeisung in den Anschlußeinheiten, das dem bewährten Sprechwegekonzept des TN-Systems 6030 Zeitmultiplex entspricht. Die optimale Stufenzahl eines Koppelfeldes hängt ab von der Anzahl der Koppelfeldzugänge und der Kostenrelation zwischen Koppellement und Wegesucheinrichtung. Bei mechanischen Koppelpunkten haben sich einstufige Koppler nur bis ca. 50 Nebenstellenanschlüsse als wirtschaftlich erwiesen, bei elektronischen Koppelpunkten

verschiebt sich diese Grenze nach oben, so daß für die gesamten mittleren Baustufen im TN-System 4030 Raummultiplex ein einstufiges Koppelfeld mit vollkommener Erreichbarkeit eingesetzt werden kann.

Ausgangsbasis für die übertragungstechnischen Festlegungen sind die Vorschriften der Deutschen Bundespost [11]. Die sich bereits abzeichnenden neuen Vorschriften und grundlegenden internationalen Forderungen wurden zusätzlich berücksichtigt. Aus den in [3] untersuchten Möglichkeiten wurde die symmetrische, passive, transparente Durchschaltung ausgewählt. Das bedeutet, daß die Koppelpunkte die Verbindung zweiadrig durchschalten, daß keine Verstärker oder negativen Widerstände im Sprechweg vorhanden sind und der Eingangswiderstand der Anlage in erster Linie vom jeweiligen Abschlußwiderstand bestimmt wird.

Forderungen an den elektronischen Koppelbaustein

Aus den vorgenannten Bedingungen für das gesamte Koppelfeld wurden für den einzelnen Koppelpunkt Forderungen abgeleitet, deren wichtigste im folgenden aufgeführt sind.

Übertragungstechnische Parameter

Aus der Forderung an die Einfügungsdämpfung läßt sich errechnen, daß im gesamten Sprechweg ohne Entdämpfung ein Längswiderstand von ca. 100 Ω zugelassen werden kann, wenn der Einfluß der Querwiderstände im Sprechweg klein gehalten wird. Rechnet man den Anteil der Übertrager in den Anschlußschaltungen ab, ergibt sich ein maximal zulässiger Durchlaßwiderstand von 40 Ω für beide Adern des Koppelpunktes.

Um die Forderungen für die Nebensprechdämpfung einzuhalten, müssen die Koppelkapazitäten zwischen verschiedenen Sprechwegen bei gesperrten Koppelpunkten kleiner als 0,5 pF sein, wobei vorausgesetzt wird, daß der Einfluß der Koppelwiderstände vernachlässigbar ist. Weiterhin darf der Koppelpunkt keine bemerkbaren Verzerrungen bzw. Klirr- und Intermodulationsprodukte oder Geräusche hervorrufen.

Systemparameter

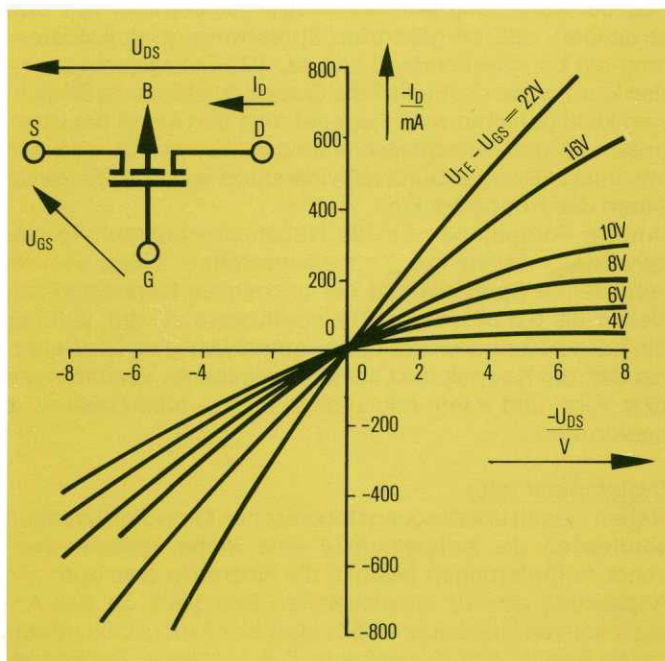
Neben diesen übertragungstechnischen Grundforderungen wurden an die Koppelpunkte eine Reihe systemtechnischer Anforderungen gestellt, die einerseits eine optimale Anpassung des zu entwickelnden Bausteins an das Anlagenkonzept [5], andererseits aber einen möglichst universellen Einsatz des Koppelbausteins gestatten. Daher soll-

*) Die Herren Dangel und Schlüter sind Mitarbeiter des Forschungsinstituts der AEG-Telefunken in Ulm.

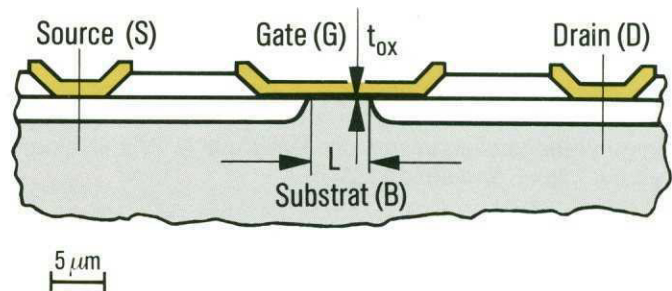
- 1 Typisches Kennlinienfeld eines PMOS-Schaltertransistors;
links oben: Definition der Anschlüsse und Bezugsgrößen
- 2 Querschnitt eines PMOS-Transistors in Metal-Gate-Technologie
- 3 Prinzip der Sprechwegdurchschaltung im Koppelbaustein U 145 M

ten die Sprechwege weder eine Vorspannung noch einen Ruhestrom benötigen, weil dies zusätzliche Bauelemente und besondere Maßnahmen beim Schalten erfordern würde. Außerdem sollte der Koppelbaustein bistabiles Verhalten zeigen, damit beim Einsatz einer zentralen Steuerung kein zusätzlicher Zwischenspeicher nötig wird. Die Ansteuerleistung läßt sich dadurch wesentlich verringern. Die Koppelfeld-Schaltbefehle müssen so ausgelegt werden, daß neben einer hohen Sicherheit gegen Fehlfunktion alle in einer Vermittlungseinrichtung erforderlichen Veränderungen des Koppelpunktzustands einfach ausgeführt werden können. Darüber hinaus müssen die Stellbefehle und Schaltbedingungen so gewählt werden, daß vom Koppelfeld möglichst wenig Rückwirkungen wie Takte oder Zeitbedingungen auf das Anlagekonzept entstehen.

Bei der Realisierung eines monolithisch integrierten Koppelbausteins sollten mehrere Koppelpunkte in einem Schaltkreis zusammengefaßt werden. Damit Erweiterungen nach den Bedürfnissen des Benutzers mit geringem „Verschnitt“ möglich sind, wurde eine Matrix von $5n \times m$ vorgegeben. Die Zuverlässigkeitsanforderungen an Vermittlungsanlagen sind so groß, daß für jedes Bauelement strenge Forderungen gestellt werden müssen. Für Koppelpunkte



1



2

gilt dies vermehrt, weil dieses Element durch seine große Anzahl und enge Verzahnung sehr stark in die Gesamtzuverlässigkeit des Systems eingeht.

Technologie des Koppelbausteins U 145 M

Um die zur Einhaltung der aufgeführten Bedingungen am besten geeignete Technologie zu ermitteln, wurden umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt. Dabei zeigten MOS-Schaltkreise die besten Ergebnisse, weil dabei die Ansteuerung praktisch galvanisch vom Signalweg getrennt ist, Drain und Source vertauschbar und damit der Übertragungsweg richtungsunabhängig ist und außerdem kein Ruhegleichstrom im Signalweg benötigt wird.

Von den bekannten MOS-Technologien ist die P-Kanal-Technologie mit Aluminium-Gate mit Abstand am ausgereiftesten und fertigungstechnisch sicher beherrschbar. Da beim Koppelbaustein in monolithisch integrierter Form eine Kombination aus digitaler Ansteuerschaltung und analogen Durchschaltungselementen realisiert werden mußte, erschien auch hierfür die problemlose P-Kanal-Al-Gate-Technologie am geeignetsten. Diese Technologie hat außer den oben erwähnten fertigungstechnischen Gesichtspunkten den Vorteil, daß mit ihr die für ein solches Bauelement geforderten Zuverlässigkeitswerte in der Serienproduktion bereits erzielt werden. Darüber hinaus werden mit dieser ausgereiften Technik Ausbeutewerte erreicht, die dem Baustein eine gute kostenmäßige Ausgangsposition für den Ersatz mechanischer Schalter geben. Außerdem erlaubt sie, mit Hilfe von Ionenimplantation Schwellenspannungen so einzustellen, daß Enhancement- und Depletion-Transistoren realisiert werden können. Dadurch wird eine direkte Ansteuerbarkeit aus TTL-Bausteinen möglich und aufgrund der Depletion-Lasttransistoren wird eine große Störsicherheit erreicht. Mit guter Ausbeute wurden bereits Schaltkreise mit Chipflächen bis zu 25 mm^2 realisiert; um ein kostenmäßiges Optimum zu erreichen, wurde jedoch eine obere Grenze von ca. 20 mm^2 für den Koppelbaustein vorgegeben.

MOS-Transistor als Durchschalteelement

Das beherrschende Element in einem Koppelbaustein sind die Durchschaltetransistoren, die eigentlichen Koppelpunkte. Ein MOS-Transistor wird am Gate angesteuert, wodurch der Signalweg zwischen Drain und Source durchgeschaltet bzw. gesperrt wird. Ein typisches Kennlinienfeld ist in Bild 1 dargestellt, die technologische Realisierung im Querschnitt zeigt Bild 2.

Allgemein gelten dabei folgende Gleichungen:

$$I_D = -\beta \cdot [(U_{GS} - U_{TE}) \cdot U_{DS} - \frac{1}{2} \cdot U_{DS}^2]$$

$$R_D = \left(\frac{dI_D}{dU_{DS}} \right)^{-1} = \frac{1}{-\beta \cdot [(U_{GS} - U_{TE}) - U_{DS}]}$$

mit U_{GS} = Gate-Source-Spannung
 U_{DS} = Drain-Source-Spannung
 U_{TE} = Schwellenspannung
 I_D = Drain-Strom
 R_D = differentieller Durchschaltewiderstand

Im Arbeitspunkt $U_{DS} = 0$ ergibt sich dann

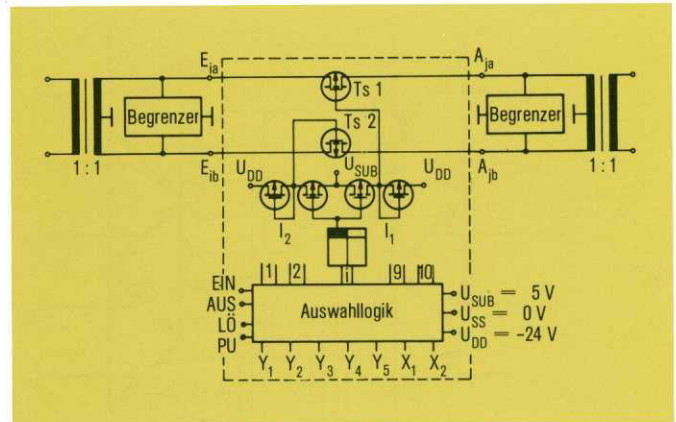
$$R_D = \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1}{|U_{GS} - U_{TE}|} \quad \text{mit } \beta = \frac{\epsilon_{ox} \cdot \mu_p}{t_{ox}} \cdot \frac{W}{L}$$

mit ϵ_{ox} = Dielektrizitäts-Konstante des Oxids
 μ_p = Beweglichkeit der Ladungsträger im Kanal
 t_{ox} = Dicke des Oxids
 W = Kanalweite
 L = Kanallänge

Der Widerstand wird also bestimmt durch technologische Parameter (ϵ_{ox} , μ_p , t_{ox}), geometrische Werte (W , L) und die extern angelegte Spannung ($U_{GS} - U_{TE}$). Da die technologischen Parameter bei einer fertigungsmäßig eingefahrenen Technologie vorgegeben sind, kann also allein über die Variation der Spannungen und der Geometrie der Durchlaßwiderstand verringert werden.

Die Schwellenspannung U_{TE} soll betragsmäßig möglichst klein sein. Sie wird aber nach unten hin begrenzt durch die Forderung nach einer TTL-kompatiblen Eingangsschaltung der Steuerlogik. Es wird vorteilhaft ein Wert von $U_{TE} = -1,7$ V eingestellt.

Die möglichst groß zu wählende Gate-Source-Spannung U_{GS} muß zusammen mit der Substratvorspannung U_{SUB} betrachtet werden. Die notwendige Substratvorspannung muß wegen der geforderten Aussteuerergrenze auf +5 V festgelegt werden. Da die Ansteuerlogik den gesamten Spannungshub $U_{SUB} + |U_{GS}|$ zu verarbeiten hat, andererseits aber wegen technologischer Parameter dieser Wert 30 V nicht überschreiten darf, wurde $U_{GS} = -24$ V festgelegt.



3

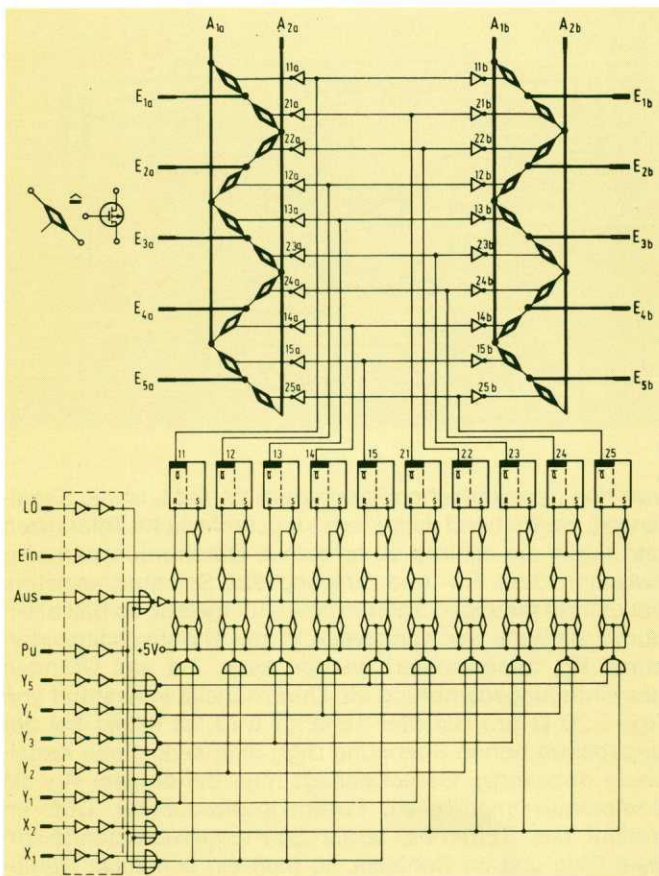
Von den geometrischen Parametern W und L ist die Kanallänge L weitgehend durch fertigungstechnische Toleranzen und durch die minimal zu fordernde Durchbruchspannung zwischen dem Ein- und Ausgang des Schaltertransistors bei extrem niedrigen Sperrströmen festgelegt, so daß allein durch die Wahl der Kanalweite W der Durchschaltewiderstand R_D dimensioniert werden kann. Da aus Gründen der Einfügungsdämpfung ein Durchschaltewiderstand von $R_D < 20 \Omega$ pro Schalter verlangt wird, ist selbst bei der gegebenen hohen Spannung U_{GS} eine sehr große Kanalweite notwendig. Berücksichtigt man bei obigem R_D die Temperaturabhängigkeit, Fertigungsstreuungen, Drift im Verlauf des Betriebes, sowie Zuleitungswiderstände auf dem Chip und im Gehäuse, so muß ein nominaler Durchschaltewiderstand des eigentlichen MOS-Transistors von 9Ω angestrebt werden. Damit errechnet sich aus der angegebenen Formel für R_D ein Verhältnis $\frac{W}{L} = 1200$. Ein Transistor dieses Verhältnisses nimmt den geringsten Flächenbedarf ein, wenn er mäanderförmig angeordnet wird. Dadurch läßt sich ein solcher Transistor auf einer Fläche von $0,33 \text{ mm}^2$ unterbringen.

Aus der notwendigen Fläche pro Durchschaltetransistor und der vorgegebenen maximalen Chipfläche ergibt sich nach Abzug des für Ansteuerlogik und Pads notwendigen Platzes, daß sicher 20 Schaltertransistoren realisiert werden können. Da jeder Koppelpunkt wegen der 2adrigen Durchschaltung 2 Schaltertransistoren benötigt, eine möglichst quadratische Chipform angestrebt wird, und eine Fünfteilung erwünscht ist, wurde zur Realisierung eine 5×2 -Matrix gewählt.

Baustein-Realisierung

Die prinzipielle Funktionsweise eines Koppelbausteines zeigt Bild 3. In dem durch Übertrager abgetrennten Sprechweg liegen die Durchschaltetransistoren $Ts1$ und $Ts2$ für a- und b-Ader. Jeder dieser Transistoren wird von einem Inverter $I1$ bzw. $I2$ angesteuert. Der Zustand „Eingeschaltet“ oder „Ausgeschaltet“ wird in Flipflops gespeichert, von denen für jeden Koppelpunkt eines vorhanden ist, insgesamt also 10 Stück. Welches dieser Flipflops ausgewählt und ob es gesetzt oder rückgesetzt wird, wird in einer Auswahllogik decodiert.

Das komplette Logikdiagramm des Bausteines ist in Bild 4 dargestellt. Man erkennt hier die fünf Eingänge E_j jeweils für die a- und b-Adern und die entsprechenden zwei Ausgänge A_j , sowie die zu jedem Transistor gehörigen Ansteuerinverter. Fünf Auswahlleitungen Y_j definieren entsprechend ihrem Index die Zeilen E_j , zwei Auswahlleitungen X_j definieren die Spalten A_j der Matrix, in der ein Koppel-



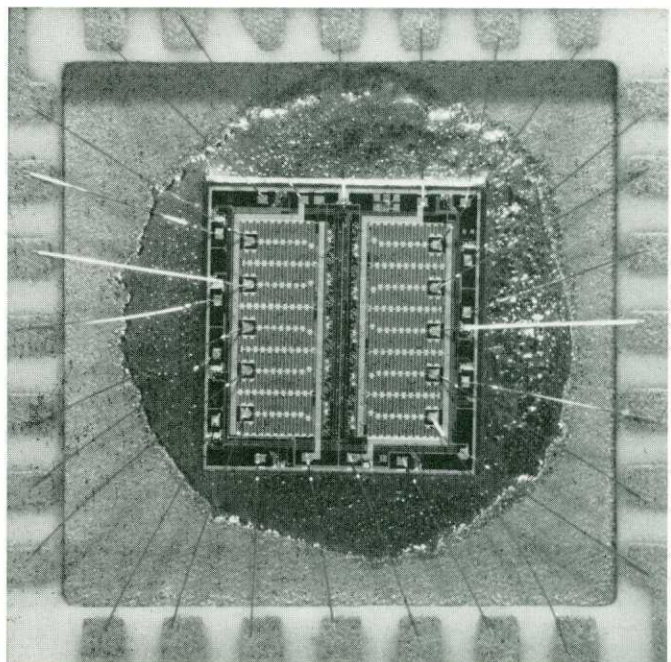
4

punkt geschaltet werden soll. In dieser Matrixansteuerung ermöglicht die Koinzidenz von Y_i und X_j , daß sich die Stellbefehle EIN oder AUS auf den Zustand eines der 10 Speicher-Flipflops auswirken können, die dann ihrerseits die Schaltertransistoren eines Koppelpunktes schalten und diese in dem gewünschten Zustand festhalten, bis sie wieder durch neue Steuerbefehle umgeschaltet werden. Zusätzlich zu den Stellbefehlen EIN und AUS wurde ein Löschbefehl LOE über eine Steuerleitung integriert, der es ermöglicht, ohne Aktivierung von X_j und Y_i alle Koppelpunkte des Bausteines gleichzeitig gemeinsam auszuschalten. Der weitere Steuerbefehl PU (Putzen) erlaubt das Ausschalten aller Koppelpunkte innerhalb einer durch Y_i ausgewählten Zeile des Koppelbausteines. Die Inverter am Eingang der Steuerleitungen bewirken eine Pegelwandlung, so daß der MOS-Baustein aus TTL-Gattern ansteuerbar ist.

In dem Bild 5 erkennt man die großen Durchschaltetransistoren auf dem Chip, mit den senkrecht verlaufenden Aluminium-Ausgangsleitungen A_{ja} und A_{jb} zur niederohmigen Verbindung der einzelnen Schaltertransistoren. Die gesamte Auswahllogik ist zwischen den Schaltertransistoren angeordnet, lediglich die Eingangspegelwandler und die nachfolgende Verknüpfung mit dem LOE-Befehl sind neben den entsprechenden Pads angeordnet. Die Gesamtfläche des Chips beträgt 16 mm^2 , wovon 50 % auf die Schaltertransistoren und 10 % auf die Ansteuerlogik entfallen. Die Pads mit den Pegelwandlern und der entsprechenden Verdrahtung beanspruchen 40 % der Fläche. Innerhalb der Schaltertransistoren erkennt man die Bondpads für die Eingänge E_i , so daß durch diese Art der Bondüberkreuzung über die A_j -Ausgangsleitungen die 5×2 -Matrix mit nur einer metallischen Verdrahtungsebene realisiert werden kann.

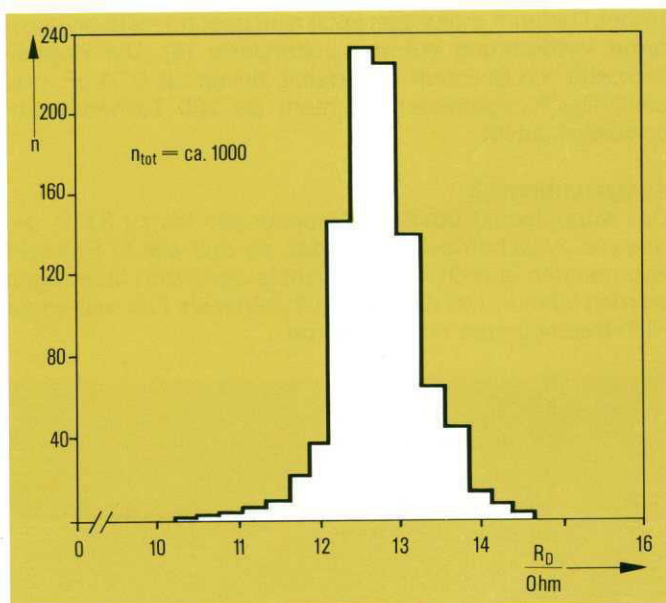
Das Chip wird in ein 28poliges Keramikgehäuse eingebaut. Von den 28 Anschlüssen werden 14 für die Sprechwege benötigt, insgesamt 7 für die Matrixansteuerung X_j und Y_i , 4 für die Steuerbefehle EIN, AUS, LOE, PU und 3 für die Betriebsspannungen 0, +5 V und -24 V. Die Verlustleistung bei diesen Spannungen beträgt typisch 150 mW je Baustein.

Es ist allgemein bekannt, daß MOS-Schaltungen wegen des hohen Eingangswiderstandes des Gates und wegen des dünnen Gateoxids empfindlich gegen Überspannungen sind. Einmal können beim „handling“ durch statische Aufladung Spannungen von einigen Kilovolt entstehen und außerdem können bei Wartungsarbeiten höhere Spannungen an den Baustein gelangen. Daher müssen für alle Ein- und Ausgänge Schutzschaltungen vorgesehen werden. Für die Logikeingänge konnten bekannte Schutzschaltungen aus Vorwiderständen und großflächigen Dioden integriert werden, die negative Stoßspannungen bis in die Größenordnung von 1 kV, positive Spannungen bis 2 kV ableiten. Um die Niederohmigkeit der Schaltertransistoren im Signalweg einzuhalten, ist hier ein Vorwiderstand nicht möglich, so daß die Schutzfunktion allein von Dioden, realisiert als Feldtransistoren, geleistet werden muß. Parallel dazu wirken sich hier jedoch noch zusätzlich



5

- 4 Logikplan des 5x2-Koppelbausteins für zweiadrige, erdsymmetrische Durchschaltung
- 5 5x2-Koppelbaustein; natürliche Größen des Chips ca. 4 x 4 mm (siehe auch Titelbild)
- 6 Häufigkeitsverteilung der Durchschaltewiderstände R_D von PMOS-Koppelbausteinen
- 7 Temperaturabhängigkeit des normierten Durchschaltewiderstandes R_D



6

die großflächigen Dioden der Drain- und Source-Diffusionen aus, so daß Zerstörungen durch Stoßspannungen im Sprechweg erst bei Werten von $> 4,8$ kV für beide Spannungspolaritäten beobachtet wurden.

Übertragungstechnische Kennwerte des U 145 M

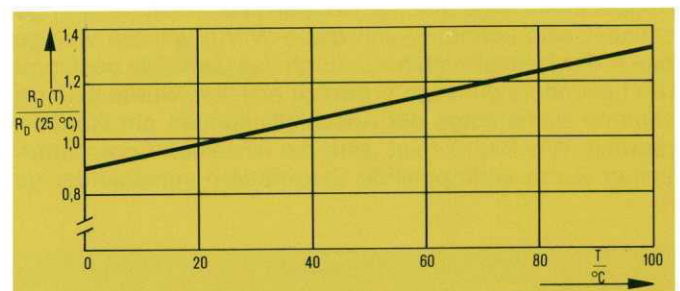
Durchschaltewiderstand R_D

Der realisierte Koppelbaustein zeigt Meßwerte, die mit den vorausgerechneten Werten gut übereinstimmen. Für den Durchschaltewiderstand des Schaltertransistors allein wurde $R_D = 9 \Omega$ angesetzt. Dazu kommen noch Widerstände für die Aluminium-Zuleitungen auf dem Chip, die Widerstände der Bonddrähte sowie die Widerstände der Siebdruckbahnen im Multilayer-Keramikgehäuse. Für diese zusätzlichen Widerstände wurde ein Wert von ca. 4Ω berechnet. Allerdings schwankt dieser Wert je nach Lage der Gehäusezuleitung und der Lage des Schaltertransistors. Als Mittelwert über die Schaltertransistoren wurde 13Ω gemessen. Wie gut reproduzierbar dieser Widerstandswert über eine große Anzahl von Bausteinen realisiert werden kann, zeigt Bild 6, in dem eine Häufigkeitsverteilung von R_D bei insgesamt 1000 Elementen aufgetragen ist. Die Standardabweichung vom Mittelwert beträgt nur 7 %. Auch die Symmetrie zwischen den Schaltern der a- und b-Adern ist sehr gut. Die Streubreite der Widerstandsdifferenz $\Delta R_D = R_{Da} - R_{Db}$ zwischen a- und b-Ader des

gleichen Sprechweges auf einem Chip beträgt etwa $\pm 0,4 \Omega$. Die gemessenen Mittelwerte ΔR_D der verschiedenen Koppelpunkte liegen bedingt durch die geometrische Anordnung und Layout-Ausführung zwischen $0,2 \Omega$ und 1Ω . Mit diesen Widerstandswerten kann also die Systemforderung von $R_D < 20 \Omega$ mit ausreichender Sicherheit eingehalten werden. Auch innerhalb des zu tolerierenden Spannungsbereiches von $\pm 5 \%$ des angegebenen Wertes ergibt sich für den Widerstand nur eine vernachlässigbare Änderung des Mittelwertes von 4 %.

Der Einfluß der Temperatur auf R_D ist im Bereich von 0°C bis 100°C in normierter Form in Bild 7 dargestellt. Der Verlauf kann als linear betrachtet werden. Der ermittelte Temperaturkoeffizient von $\alpha = 4,1 \cdot 10^{-3}/^\circ \text{C}$ ist für die vorliegenden Anwendungen unkritisch. Die Ursache für diese Temperaturabhängigkeit beruht auf der Änderung der Ladungsträgerbeweglichkeit μ_p im Kanal.

Durch die prinzipiellen physikalischen Eigenschaften der MOS-Schaltertransistoren ist die Ableitung vernachlässigbar gering, der Ableitwiderstand ist größer als $10 \text{ M}\Omega$.



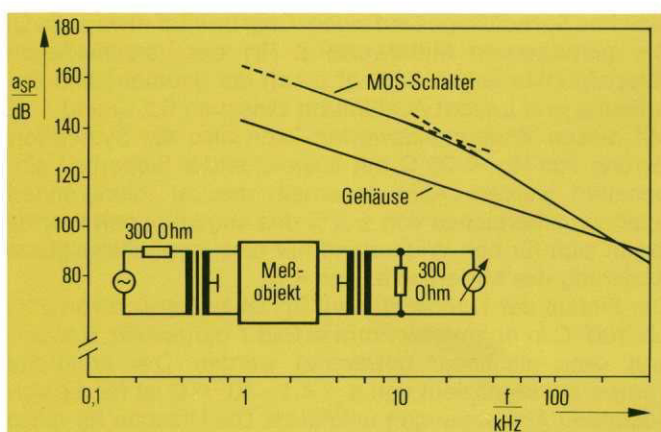
7

Sperrdämpfung

Die Sperrdämpfung eines nicht durchgeschalteten Koppelpunktes wird in erster Linie von der Sperrkapazität bestimmt. Der ohmsche Anteil ist mit $> 1000 \text{ M}\Omega$ verschwindend gering. In Bild 8 ist der Frequenzverlauf der Sperrdämpfung für den Halbleiter-Koppelpunkt allein und für das Gehäuse ohne Chip aufgezeigt. Man erkennt daraus, daß die Werte für den kompletten Baustein fast vollständig vom Gehäuse bestimmt werden. Der eigentliche Schalter hat bei $3,4 \text{ kHz}$ einen typischen Wert von $a_{sp} = 153 \text{ dB}$, was einer Sperrkapazität von $0,007 \text{ pF}$ entspricht! Eingebaut im Gehäuse liegt dieser Wert immer noch unter $0,15 \text{ pF}$.

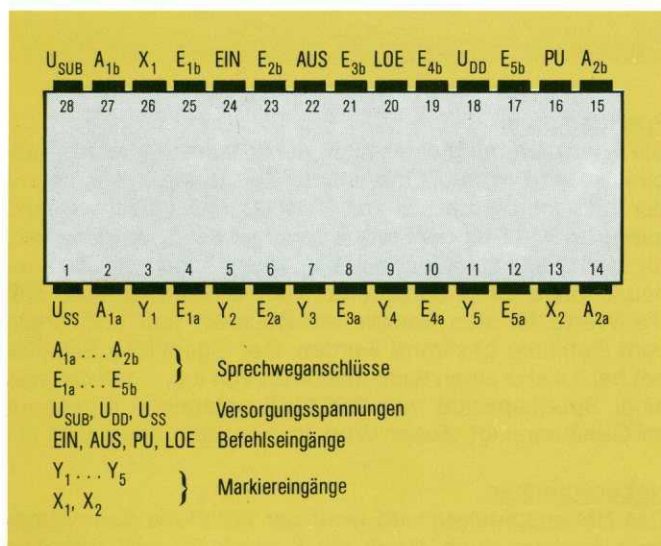
Nebensprechen

Das Nebensprechen wird nicht nur durch die Sperrdämpfung sondern auch durch die Koppelkapazität zwischen



8

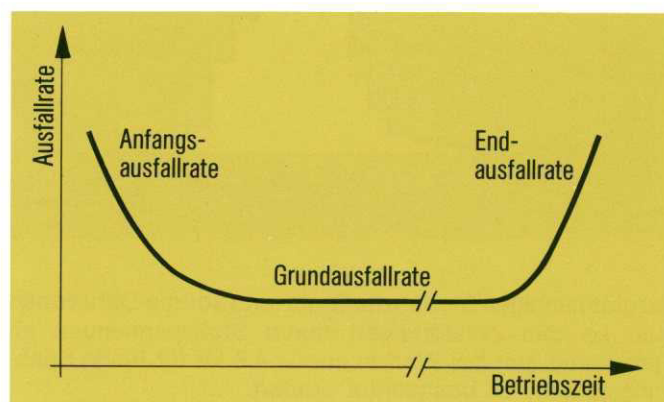
verschiedenen Sprechwegeanschlüssen innerhalb eines Koppelbausteins bestimmt. Diese Kopplungen müssen besonders klein sein, weil in Abhängigkeit von der Größe des Koppelfeldes viele solcher Koppelkapazitäten parallel geschaltet sein können. Auch diese Werte werden weniger durch das Halbleiterchip als durch das Gehäuse bestimmt. Um besonders günstige Werte zu erzielen, wurde eine bestimmte Reihenfolge der Anschlußleitungen am Gehäuse gewählt. Wie Bild 9 zeigt, sind die einzelnen Sprechadern immer durch entkoppelnde Steueradern voneinander ge-



trennt. Dadurch ergibt sich auch eine besonders kopplungsarme Verdrahtung auf der Leiterplatte [4]. Die Koppelkapazität pro Baustein wird damit kleiner als 0,04 pF, was einstufige Koppelfelder mit mehr als 200 Teilnehmeranschlüssen zuläßt.

Aussteuerbereich

Der Koppelpunkt überträgt Spannungen bis zu 3,5 V, gemessen zwischen a- und b-Ader, so daß alle in Betracht kommenden Sprech- und Tonsignale unverzerrt übertragen werden können. Der Klirrfaktor ist kleiner als 1⁰/₁₀₀, was sogar Hi-Fi-Bedingungen erfüllen würde.



10

Die Übersteuerungsgrenze von 6,2 V gibt die Spannung an, die vom Koppelpunkt noch sicher gesperrt wird. Bei größeren Werten kann der gesperrte Schalter vom Signal angesteuert werden.

Zuverlässigkeitswerte des U 145 M

Zuverlässigkeitsparameter bei MOS-Technologie

Während die Ausfallrate eines Relais u. a. von der Anzahl der Schaltspiele abhängig ist, hat die Schalthäufigkeit bei Halbleiterschaltungen praktisch keinen Einfluß. Die wesentlichen Faktoren, die die Lebensdauer von Halbleiterbauelementen beeinflussen, sind die an den Baustein angelegten Spannungen, die Umgebungstemperatur sowie die Betriebsstundenzahl. Die bei Halbleiterbauelementen geltende Abhängigkeit der Ausfallrate von der Betriebszeit folgt der sogenannten „Badewannenkurve“ gemäß Bild 10 [6], die sich in die drei Bereiche „Anfangsausfallrate“, „Grundausfallrate“ und „Endausfallrate“ unterteilen läßt. Die Anfangsausfälle resultieren üblicherweise aus Her-

- 8 Frequenzverlauf der Sperrdämpfung; unten: Meßanordnung
- 9 Anschlußbelegung des Koppelbausteins U 145 M
- 10 Abhängigkeit der Ausfallrate von der Betriebszeit bei Halbleiterbauelementen

stellungsfehlern, die bei der Endmessung beim Bauelementehersteller noch nicht zum Ausfall führen, sondern sich erst nach einigen zehn bis hundert Betriebsstunden als Fehler bemerkbar machen. Die nachfolgend etwa gleichbleibende Ausfallrate wird durch die grundsätzliche technologische und schaltungstechnische Qualität bestimmt. Die zunehmende Endausfallrate tritt auf, wenn die Bauelemente „altersschwach“ geworden sind.

In der MOS-Technologie können folgende Effekte als Ausfallursachen auftreten:

- Ladungsverschiebungen im Oxid verursachen eine Drift der Schwellenspannungen, die zu Fehlfunktionen der Schaltung führen können.
- Risse und Einschnürungen der Aluminium-Leiterbahnen an Oxidstufen oder durch Lackfehler führen zu einer überhöhten Stromdichte und bewirken durch den „electromigration“-Effekt Leiterbahnunterbrechungen.
- Oxidfehler führen zu Durchbrüchen beim Auftreten hoher Feldstärken und bewirken dadurch Kurzschlüsse zwischen Al-Leiterbahnen und diffundierten Zonen.
- Nicht hermetisch dichte Gehäuse ermöglichen das Eindringen von Fremdionen oder aggressiver Atmosphäre und führen zur Zerstörung des Bausteins.

Aus der Kenntnis dieser Ursachen lassen sich einige Maßnahmen ergreifen, um die Ausfallursachen wesentlich zu verringern. Dazu gehören einmal eine sorgfältige Auslegung der Schaltung, die die regelmäßigen, physikalisch bedingten Driftbewegungen ohne Fehlfunktionen verkraftet, und weiterhin eine Layout-Gestaltung, die genügend Freiheitsgrade für Ätz- und Justiertoleranzen enthält. Darüber hinaus ist eine sorgfältige technologische Prozeßführung von außerordentlicher Bedeutung. Eine systematische Qualitätskontrolle bei den technologischen Einzelschritten sorgt für „Sauberkeit“ und Reproduzierbarkeit. Das Problem undichter Gehäuse kann durch die Verwendung von hermetisch dichten Keramikgehäusen weitgehend entschärft werden. Nach dem Auflöten des Deckels wird durch standardmäßig durchgeführte Temperaturzyklen und anschließende Leckprüfungen die Dichtigkeit gewährleistet. Eine Anwendung der wesentlich preisgünstigeren Plastikgehäuse kann nach dem derzeitigen Erfahrungsstand besonders bei hohen Langzeitanforderungen noch nicht vertreten werden. [7, 8, 9].

Lebensdauer-Versuch

Über diese vorbeugenden Maßnahmen hinaus wurden mit dem 5x2-PMOS-Koppelbaustein umfangreiche Zuverlässigkeitstests durchgeführt, um bereits vor dem Einsatz die von dem Baustein geforderte Qualität nachzuweisen.

Dadurch wurde einerseits sichergestellt, daß der Baustein keine bei der Entwicklung unentdeckten Schwachstellen bezüglich der Schaltungs- und Layout-Auslegung mehr enthält. Weiterhin wurden Verbesserungen des technologischen Prozesses eingeführt, die den besonderen Bedingungen und Übertragungstechnischen Anforderungen dieses neuartigen Schaltkreises gerecht werden.

Da die in der Praxis vorliegenden Einsatzbedingungen der Koppelbausteine in Vermittlungsanlagen unter vertretbarem Schaltungs- und Zeitaufwand in derartigen Zuverlässigkeitstests nicht nachgebildet werden können, wurden unter dem Aspekt der absoluten Qualitätssicherung diejenigen Belastungen als statische Einsatzbedingungen gewählt, die die Ausfallmechanismen des Bausteins am meisten begünstigen. Dazu wurden im Test die analogen Schaltertransistoren permanent unter maximalen Spannungen betrieben. Dies entspricht dem eingeschalteten Zustand, der nach verkehrstheoretischen Gesichtspunkten nur zu einem geringen Prozentsatz des durchschnittlichen Betriebszustandes auftritt. Weiterhin wurde eine Temperatur von $T = 70^\circ\text{C}$ gewählt, die die üblicherweise vorkommende Betriebstemperatur von $T = 50^\circ\text{C}$ erheblich überschreitet. Durch diese worst-case-Randbedingungen werden die Ausfallmechanismen zusätzlich wesentlich beschleunigt. Der Beschleunigungsfaktor errechnet sich nach folgender Beziehung:

$$b = \exp \left[\frac{E_A}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right]$$

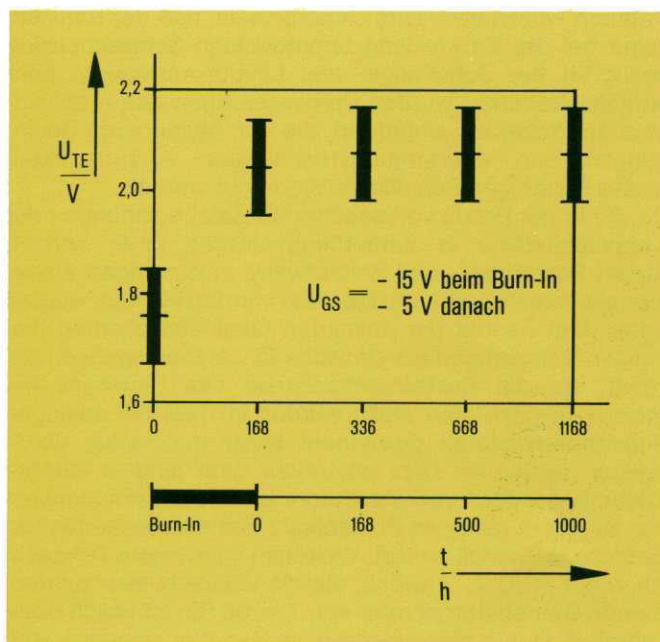
mit T_1, T_2 = Temperatur in K

k = Boltzmann-Konstante ($8,63 \cdot 10^5$ eV/K)

E_A = Aktivierungsenergie

Die Aktivierungsenergie E_A ist für jede Fehlerursache unterschiedlich, in [10] werden dafür einige Werte angegeben. Sie umfassen den Bereich von 0,3 eV (Oxid-Durchbrüche) bis 1,4 eV (Driftbewegungen). Setzt man als Mittelwert $E_A = 1,0$ eV an, so ergibt sich für die Temperaturdifferenz $70^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$ der Beschleunigungsfaktor $b = 8$.

Der Lebensdauer-Versuch wurde mit ca. 1000 Bausteinen durchgeführt. Diese wurden zunächst einem sogenannten Burn-In von 168 h bei 100°C ausgesetzt, um die Frühausfälle zu ermitteln. Danach wurden die Bausteine 10 000 h unter den oben erwähnten worst-case-Bedingungen betrieben, wobei nach 168 h, 500 h, 1000 h, 2000 h und 4000 h Zwischenmessungen durchgeführt wurden. Die Testergebnisse zeigen, daß die spätere Ausfallrate durch den Burn-In erheblich verringert werden kann. Deshalb wurde dieser Burn-In auch als fester Bestandteil in die Serienproduktion übernommen. Gleichzeitig ergibt sich, daß die



11

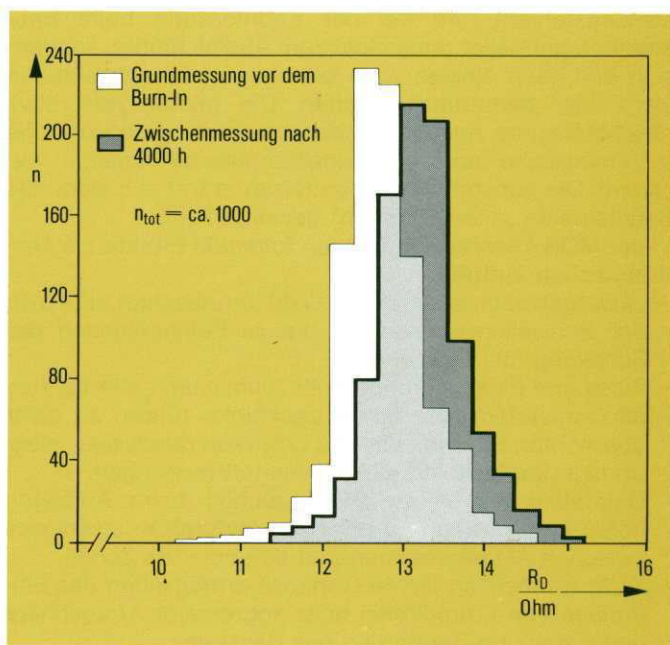
Driftbewegung der verschiedenen Parameter nach dem Burn-In bereits den Sättigungswert erreicht hat, so daß die Werte während der folgenden Zeit nahezu konstant bleiben. Bild 11 zeigt diesen Verlauf am Beispiel der Enhancement-Schwellenspannung. Durch den Burn-In und den nachfolgenden Lebensdauertest wurde die Form der Verteilungskurven nicht wesentlich verändert, wie Bild 12 am Beispiel des Durchschaltewiderstandes R_D zeigt. Zwar wird wie erwartet die Verteilungskurve in ihren Absolutwerten durch Schwellenspannungsdriften zu höheren Werten hin leicht verschoben, die Form der Verteilung bleibt jedoch ziemlich genau erhalten. Das beweist, daß die Drift durch eindeutig kalkulierbare physikalische Ursachen hervorgerufen wird.

Die beim Test nach 10 000 h ermittelte Ausfallrate war bei 70 °C und 60 % Vertrauensintervall besser als 10^{-6} (1/h) pro Baustein. Rechnet man den Beschleunigungsfaktor b ein, ergibt sich für 50 °C

$$\lambda (IC) = 1,3 \cdot 10^{-7} (1/h)$$

Für eine Anlage mit 50 Teilnehmern und 10 Verbindungsätzen ergibt sich daraus für das Koppelfeld ein mittlerer Ausfallabstand

$$MTBF = 153\,800 \text{ h} \approx 17\frac{1}{2} \text{ Jahre}$$



12

Übertragungstechnische Eigenschaften der Fernsprechnebenstellenanlage TN-System 4030 Raummultiplex

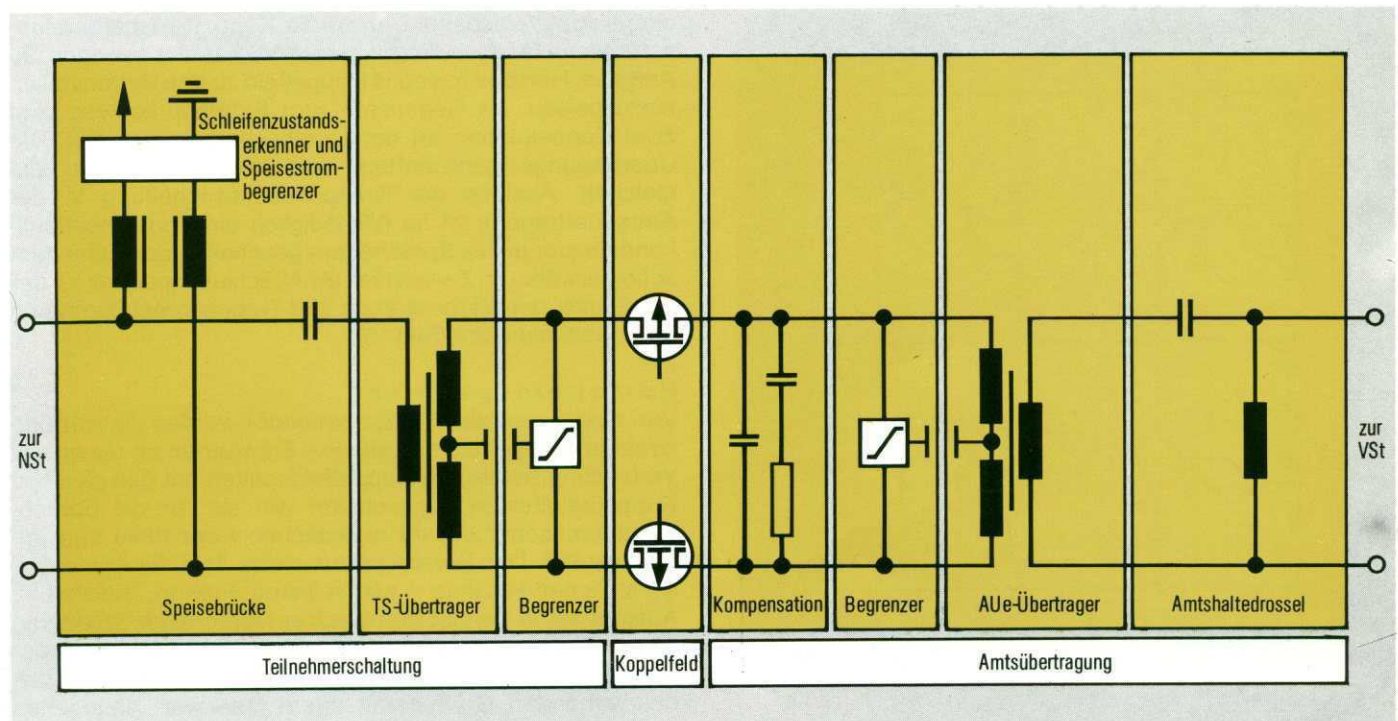
Aufbau des Sprechweges

In einem einstufigen Koppelfeld ist es möglich, Verbindungen zwischen Zeilen und Spalten über einen und zwischen Zeilen bzw. zwischen Spalten über zwei Koppelpunkte durchzuschalten. Die Organisation des Sprechwegenetzes, d. h. die Anschaltung der peripheren Baugruppen an die Koppelfeldzeilen und -spalten ist in [5] beschrieben. Demnach werden alle Verbindungen zum öffentlichen Fernsprechnet mit minimaler Dämpfung über nur einen Koppelpunkt, Verbindungen innerhalb der Nebenstellenanlage über zwei Koppelpunkte durchgeschaltet.

Externsprechweg

Die an einem Externsprechweg im Gesprächszustand beteiligten Bauelemente zeigt Bild 13. Sie bestimmen zusammen mit dem Koppelfeld die übertragungstechnischen Eigenschaften dieses Sprechwegabschnittes. Die baugleichen Übertrager in Teilnehmerschaltung und Amtsübertragung stellen für die zu übertragenden tonfrequenten Nutzsignale das verbindende Element zwischen den angeschlossenen Leitungen und dem Koppelfeld dar, wobei Speisegleichströme durch die zugehörigen Koppelfonden-

- 11 Enhancement-Schwellenspannungsdrift eines spannungsbelasteten Transistors; Balkenhöhe entspricht der Streubreite
- 12 Drift der Häufigkeitsverteilung der Durchschaltewiderstände R_D vom Beginn des Burn-In bis zur Zwischenmessung nach 4000 Stunden
- 13 Externsprechweg im TN-System 4030 Raummultiplex



13

satoren von den Übertragern ferngehalten werden. Andererseits schließen diese Übertrager das Koppelfeld nach außen hin ab und schützen es weitgehend gegen leitungsbedingte Störeinflüsse wie z.B. Längsspannungen. Das Übersetzungsverhältnis der Übertragerwicklungen Leitungsseite zu Koppelfeldseite beträgt 1 : 1. Wegen des Einflusses auf die Einfügungsdämpfung haben die Übertrager relativ kleine Kupferwiderstände von jeweils ca. 30 Ω .

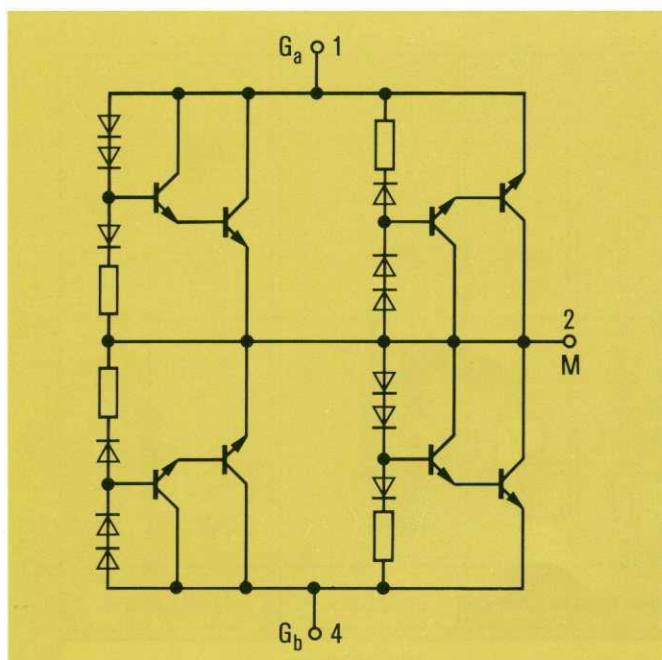
Der Speisegleichstrom für die Sprechstelle wird der Nebenanschlußleitung über eine symmetrisch aufgeteilte Drossel zugeführt, wodurch die geforderte erdsymmetrische Anschaltung an die Leitung sichergestellt wird. Ebenso wird durch die Induktivität der Speisedrossel der Sprechweg wechselstrommäßig von der Speisespannung entkoppelt, um den Einfluß auf Einfügungsdämpfung und Rückflußdämpfung klein zu halten. Im Speiseweig ist weiterhin eine Strombegrenzungsanordnung vorgesehen, die bei kurzen Nebenanschlußleitungen und beim Erdtastendruck verhindert, daß der Speisestrom unerwünscht hohe Werte annimmt. Vorteilhaft hierbei ist, daß die Speisedrossel auch nur für eine geringe Gleichstromvormagnetisierung dimensioniert sein muß und dementsprechend kleinvolumiger

ausgeführt sein kann. Durch den geringen Speisestrom von ca. 35 mA wird außerdem die Sendebezugsdämpfung bei Verwendung von Kohlemikrofonen den Speiseverhältnissen beim Hauptanschluß angenähert, wodurch in gewünschter Weise die Rückhörbezugsdämpfung zusätzlich verbessert wird.

Praktisch ohne Einfluß auf die Übertragungseigenschaften des Sprechweges ist der Schleifenzustandserkennung, von dem Schließen und Öffnen der Gleichstromschleife durch die Nebenstelle beim Gesprächsauf- und -abbau, der Erdtastendruck sowie das Aussenden der gewählten Ziffern bei Impulswahl aufgenommen und zur weiteren Auswertung der Steuerung zugeleitet werden. Als Schleifenindikatoren dienen Optokoppler, womit eine galvanische Trennung zwischen den leitungsbezogenen Stromkreisen und den Auswerteschaltungen gewährleistet ist.

In der Amtsübertragung erfüllen die Bauelemente im Sprechweg z.T. dieselben Aufgaben wie in der Teilnehmerschaltung. Das trifft zu für den das Koppelfeld abschließenden Übertrager, den Koppelkondensator und den Begrenzer, dessen Aufgabe weiter unten erläutert ist. An die Stelle der Speisebrücke tritt hier die Amtshaltedrossel. Zusätzlich kann in

- 14 Monolithisch integrierter Begrenzerbaustein U 225 B von AEG-Telefunken
- 15 Internsprechweg im TN-System 4030 Raummultiplex
- 16 Hörtoneinspeisung in das Koppelfeld
- 17 Einfügungsdämpfung eines Externsprechweges; typische Werte
- 18 Rückflußdämpfung eines Externsprechweges, gemessen an 600 Ohm; typische Werte
- 19 Nebensprechdämpfung zwischen benachbarten Externsprechwegen; typische Werte.



14

gewohnter Weise eine Gebührenweiche Bestandteil des Sprechweges sein. Weiterhin enthält der Sprechweg auf der Koppelfeldseite des Übertragers parallel zu den Sprechadern eine Kompensationsschaltung. Diese Anordnung bewirkt eine bessere Anpassung an den frequenzabhängigen Scheinwiderstand der Anschlußleitungen und erhöht damit die Rückhörbezugsdämpfung bei der Nebenstelle im Externverkehr.

Die bereits erwähnten Begrenzer sollen einerseits Störspannungen vom elektronischen Koppelfeld fernhalten, die eine bestimmte Schwelle überschreiten, andererseits den Aussteuerbereich für die Nutzsignale jedoch nicht nachteilig beeinflussen. Derartige Störspannungen treten zum Teil im normalen Betrieb auf z.B. bei Impulswahl und Rufanschaltung. Zusammen mit anderen Maßnahmen gewährleisten die Begrenzer zusätzlich einen ausreichenden Überspannungsschutz – z. B. bei Blitzeinwirkung – für das elektronische Koppelfeld. Bild 14 zeigt die Schaltung des monolithisch integrierten Begrenzers U 225 B.

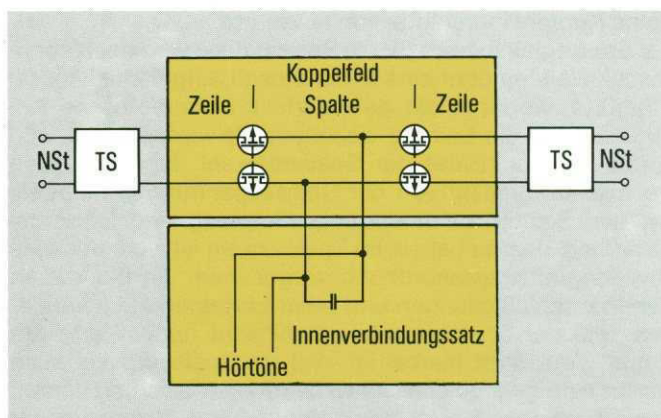
Internsprechweg

Der Internsprechweg ergibt sich aus der Verbindung zweier Teilnehmerschaltungen über zwei Koppelfeldzeilen und

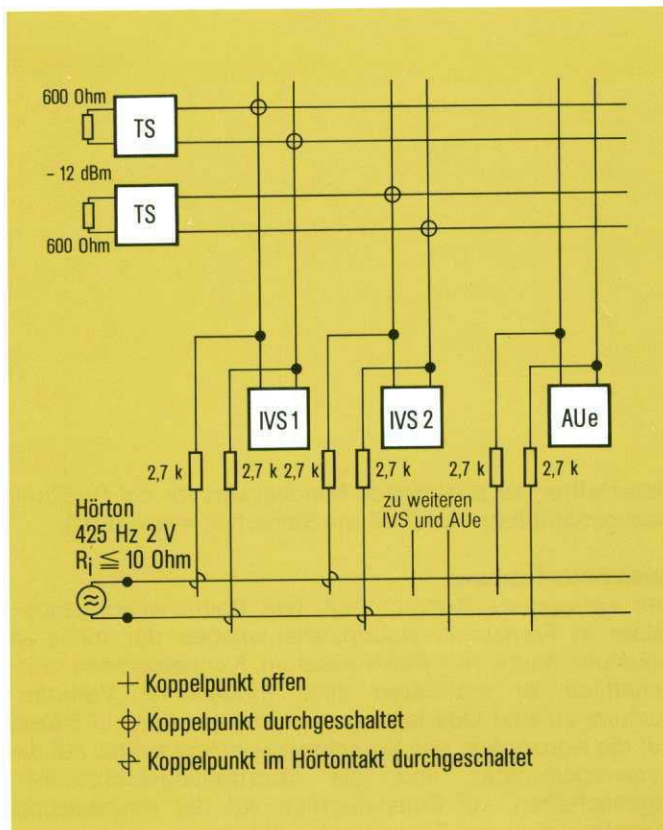
eine Koppelfeldspalte. Der an die Koppelfeldspalte angeschlossene Innenverbindungsatz IVS hat hier nur noch die Aufgabe, Höröne über das Koppelfeld zu den Nebenstellen einzuspeisen. Im Gegensatz zum Externsprechweg sind zwei Koppelpunkte an der Durchschaltung beteiligt. Die Übertragungseigenschaften sind trotzdem nahezu die gleichen. Anstelle der Kompensationsschaltung in der Amtsübertragung ist im IVS lediglich ein Kompensationskondensator an die Sprechadern geschaltet, der außer dem schon erwähnten Zweck hier als Abschlußimpedanz an der IVS-Spalte der Verbesserung der Nebensprechdämpfung im Koppelfeld dient (Bild 15).

Hörtoneinspeisung

Von einem zentralen Hörongenerator werden die Höröne direkt im Koppelfeld eingespeist. Sie werden an die an der Verbindung beteiligten Koppelfeldspalten mit den gleichen Koppelbausteinen angeschaltet wie sie für die Sprechwegedurchschaltung im eigentlichen Koppelfeld verwendet werden. Der jeweils erforderliche Takt für die unterschiedlichen Höröne – z.B. Wählton, Freiton, Besetztton, Aufschalteton – ergibt sich durch entsprechende Steuerung dieser Koppelpunkte. Bild 16 zeigt die Einspeisung der Höröne an den Koppelfeldspalten, wobei auch die pegelbestimmenden Größen mit ihrem Nennwert angegeben sind. Bei gleichzeitigem Anschalten mehrerer Sprechwege an den Hörongenerator ist während gemeinsamer Tonphasen die gegenseitige Entkoppelung durch den Generatorinnenwiderstand und die jeweiligen Längswiderstände im Anschalteweg, die außerdem der Pegelanpassung dienen, sichergestellt. Die Höröne werden symmetrisch eingespeist, so daß eine Störbeeinflussung unbeteiligter Sprechkreise durch Höröne vermieden wird.



15



16

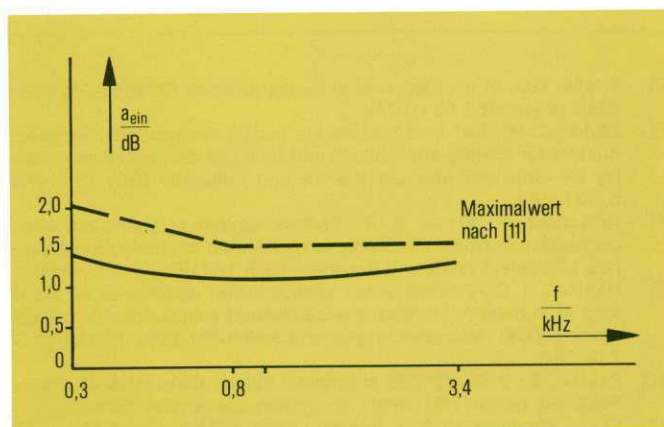
Meßergebnisse

Einfügungsdämpfung

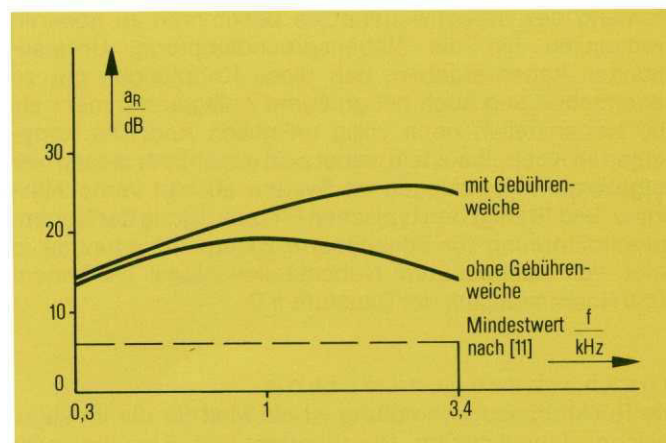
Den typischen Verlauf der Einfügungsdämpfung eines Externsprechweges zeigt Bild 17. Sie wird überwiegend von den Längswiderständen in den Sprechadern verursacht. Dieser Längswiderstand setzt sich im wesentlichen aus den Kupferwiderständen der Übertrager und dem Koppelpunkt-widerstand zusammen. Hierzu kommt noch ein kleinerer Anteil durch die Kernverluste der im Sprechweg liegenden Übertrager und Drosseln sowie die frequenzabhängige Zunahme der Einfügungsdämpfung an den Grenzen des Sprachbandes.

Rückflußdämpfung

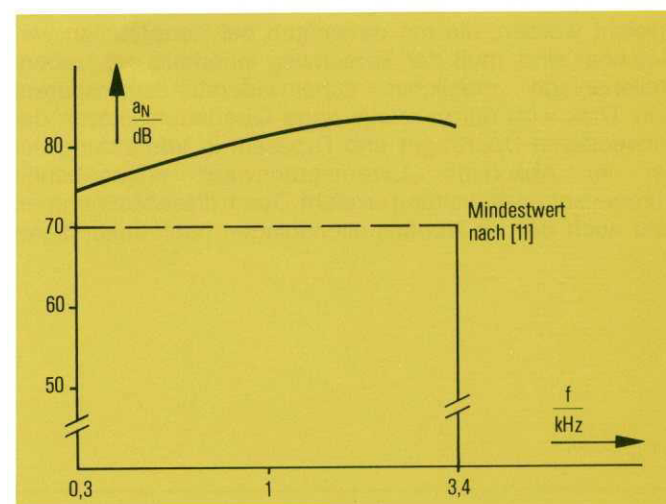
Für den gleichen Sprechweg zeigt Bild 18 ebenfalls typische Werte für den Eingangswiderstand von der Vermittlungsstelle aus gesehen, wobei die Nebenstelle durch 600 Ω ersetzt ist. Wie meist üblich, ist in dieser Darstellung die gegen 600 Ω gemessene Rückflußdämpfung angegeben.



17



18



19

Nebensprechdämpfung

Die Nebensprechdämpfung zwischen zwei räumlich benachbarten Sprechwegen ist bei tiefen Frequenzen vorwiegend durch induktive Kopplungen zwischen Übertragern und Drosseln der peripheren Baugruppen gegeben. Diese Art der Kopplung kann durch konstruktive Maßnahmen, wie z.B. zweckmäßige geometrische Anordnung der Bauteile auf der Leiterplatte und durch die Wahl geeigneter Bauformen beherrscht werden. Sie ist bei gleichen Konstruktionsprinzipien unabhängig von der Größe der Nebenstellenanlage.

Die kapazitiven Kopplungen im Koppelfeld und in der Ver-

drahtung des Sprechwegenetzes bestimmen zu höheren Frequenzen hin die Nebensprechdämpfung. Untersuchungen haben ergeben, daß diese Kopplungen gut zu beherrschen und auch bei größeren Anlagen mit mehr als 200 Nebenstellen noch völlig unkritisch sind. Die Kopplungen im Koppelbaustein selbst sind gegenüber diesen hier aufgezeigten Kopplungen im System absolut vernachlässigbar. Bild 19 zeigt den typischen Frequenzgang der Nebensprechdämpfung für benachbarte Externverbindungen in einer voll ausgebauten Nebenstellenanlage TN-System 4030 Raummultiplex der Baustufe II D.

Rückhörbezugsdämpfung

Die Rückhörbezugsdämpfung ist ein Maß für die im allgemeinen unerwünschte Übertragung von Sprache oder Raumgeräuschen vom Mikrofon zur eigenen Hörkapsel. Damit bei Nebenstellenapparaten Rückhördämpfungen erreicht werden, die mit derjenigen bei Hauptstellen vergleichbar sind, muß der Sprechweg innerhalb der Nebenstellenanlage möglichst scheinwiderstandstransparent sein. Dies wird durch relativ hohe Querinduktivitäten der verwendeten Übertrager und Drosseln in Verbindung mit der im Abschnitt „Externsprechweg“ angegebenen Kompensationsschaltung erreicht. Durch diese Maßnahmen wird auch der für Nebenstellenanlagen nach zukünftigen

Vorschriften zu erwartende Mindestwert für die Rückhörbezugsdämpfung von 9 dB mit Sicherheit erreicht [11].

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag zeigt, daß Raumvielfachkoppel-felder in Fernsprech-Nebenstellenanlagen der mittleren Baustufe heute mit elektronischen Koppelpunkten wirtschaftlich zu realisieren sind. Eingehende Voruntersuchungen und Überlegungen – insbesondere in Bezug auf die Konzeption des Sprechwegkopplers selbst, auf die Systemparameter und die übertragungstechnischen Eigenschaften, auf Bausteingröße, Art der Ansteuerung, Zuverlässigkeit und Technologie – führten zu einem monolithisch integrierten Halbleiter-Koppelbaustein mit einer Matrix aus 5 x 2 zweiadrig durchschaltenden Koppelpunkten, der in enger Zusammenarbeit zwischen TN und AEG-Telefunken entwickelt wurde.

Aufgrund der hohen Anforderungen an die Ausfallsicherheit wurde eine ausgereifte, in der Fertigung erprobte PMOS-Technologie mit Aluminium-Gate gewählt. Hohe Packungsdichte, bistabiles Verhalten und dadurch geringer Leistungsbedarf sind weitere Merkmale des elektronischen Koppelbausteins. Bei sorgfältigen Erprobungen, Zuverlässigkeitstest und Messungen der übertragungstechnischen Kennwerten wurden alle Forderungen und Erwartungen an den Baustein voll erfüllt.

Literatur

- [1] Göller, M.: TN-System 6030 Zeitmultiplex – ein Vermittlungssystem für Sprache und Daten. TN-Nachrichten (1975) 76, S. 7–13.
- [2] Dietze, K.; Silber, M.: TN-System 6030 Zeitmultiplex 6030 – ein Vermittlungssystem für 100 bis 10000 Teilnehmer. TN-Nachrichten (1976) 77, S. 17–22.
- [3] Keßler, A.; Reitz, E.; Schickling, B.: Sprechwegedurchschaltung über elektronische Koppelpunkte im Raumvielfach. TN-Fachbericht 1/1978. (in Vorbereitung).
- [4] Glemser, J.; Keßler, A.; Rall, B.: Anordnung von Nutzsignal- und Steuersignalleitungen zum kopplungsarmen Verdrahten von Halbleitern. Deutsche Offenlegungsschrift 2 616 975 vom 27. Oktober 1977.
- [5] Cezanne, L.; Resch, W.; Schott, W.: TN-System 4030 Raummultiplex – eine vollelektronische Fernsprech-Nebenstellenanlage der mittleren Baustufe. TN-Nachrichten (1978) 79.
- [6] Prattie, C.G. et al.: Elements of Semiconductor Reliability. Proceedings of the IEEE 62 (1974) 2.
- [7] Taylor, C. H.: Just how reliable are plastic encapsulated semiconductors for military applications and how can the maximum reliability be obtained? Microelectronics and Reliability (GB) 15 (1976) S. 131–134.
- [8] Neighbour, F.; White, B. R.: Factors governing aluminium interconnection corrosion in plastic encapsulated microelectronic devices. Microelectronics and Reliability (GB) 16 (1977) S. 161–164.
- [9] Harrison, J. C.: Control of the encapsulation material as an aid to long term reliability in plastic encapsulated semiconductor components (PEDs). Microelectronics and Reliability (GB) 16 (1977) S. 233–244.
- [10] Pascoe, B.: 2107A/2107B N-Channel Silicon Gate MOS 4K RAMs. Reliability Report RR7. Intel Corporation. September 1975.
- [11] FTZ – Richtlinie 12 R 4. Ausgabe März 1971/Ausgabe Mai 1977.

TN-System 4030 Raummultiplex – anlagenintegriertes Servicesystem

Manfred Hutter, Wolfgang Lirka, Werner Röder

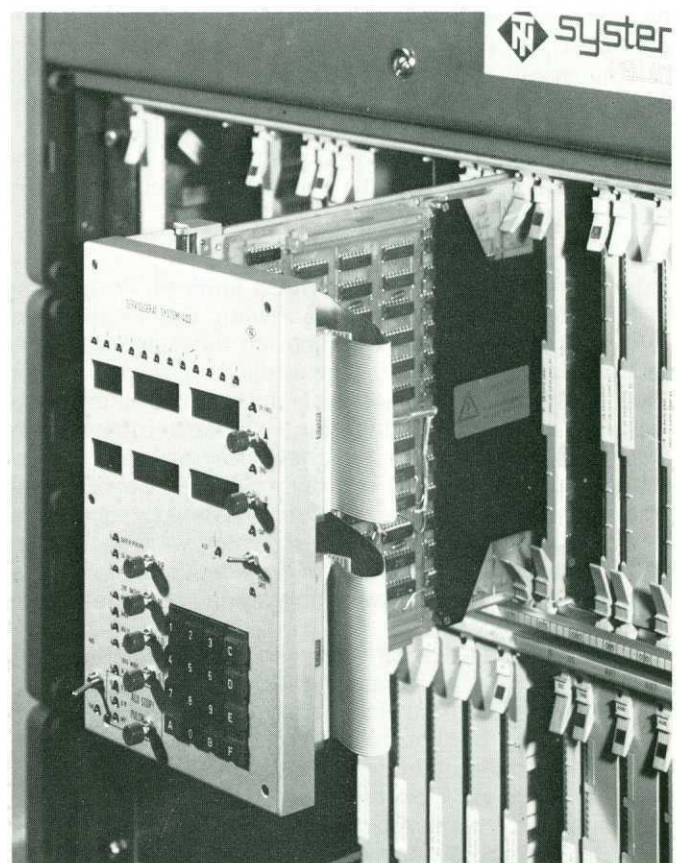
Für den Hersteller und Lieferanten hochwertiger technischer Produkte enden im allgemeinen Kontaktpflege und Betreuung nicht mit der Auslieferung, vielmehr erwartet der Anwender, daß die Einrichtungen während ihrer gesamten Nutzungsdauer stets voll funktionsfähig gehalten werden. Maßgebliche Faktoren sind hierbei einmal die hohe Betriebszuverlässigkeit des Produkts an sich und zum anderen ein optimal ausgelegtes Servicesystem. Die Einführung der Elektronik in die Fernsprech-Vermittlungstechnik hat tiefgreifende Wandlungen beim Service zur Folge. War es früher oft möglich, Fehlfunktionen visuell, akustisch oder mit einfachen Hilfsmitteln zu lokalisieren, so sind bei elektronischen Einrichtungen in den meisten Fällen hochwertige Meßgeräte erforderlich – es sei denn, bereits bei der Entwicklung wird, wie beim TN-System 4030 Raummultiplex praktiziert, ein anlagenintegriertes Servicesystem erarbeitet.

Wartungskonzept

Im Mittelpunkt des TN-Wartungskonzeptes stehen die Gedanken des anlagenintegrierten Servicesystems und des Leiterplattenaustausches. Dabei lag bereits von Anfang an fest, daß das gewünschte anlagenintegrierte Servicesystem nur mit einem speziell für den Einsatz in der Anlagenfamilie TN-System 4030 Raummultiplex zugeschnittenen Servicegerät und Vorleistungen in den Anlagen realisiert werden kann.

Das TN-Servicegerät wurde so konzipiert, daß man Speicherbereiche adressieren und ihren Inhalt anzeigen und bestimmte Befehle und Informationen auf den Datenleitungen kontrollieren kann. Ebenso kann mit dem Servicegerät beispielsweise jeder Teilnehmer als Prüfteilnehmer geschaltet werden. Darüber hinaus wird es für die Programmierung von Codewahl-Rufnummern herangezogen.

Das leicht transportable Servicegerät ist in einem Koffer untergebracht, der außerdem ein Servicehandbuch mit Bedienungsanweisungen für verschiedene Serviceprozeduren und übergeordnete Software-Unterlagen der Anlagenfamilie TN-System 4030 Raummultiplex enthält. Ist mit Hilfe des Servicegerätes und der Serviceunterlagen die defekte Baugruppe lokalisiert, so kann die Störung in den weitaus meisten Fällen durch Austausch der Leiterplatte sofort behoben werden. Bei Leiterplatten der Peripheren Baugruppen wird der Servicetechniker dann prüfen, ob er die Instandsetzung mit vertretbarem Aufwand an Ort und Stelle vornehmen kann. Leiterplatten der Zentralen Steuerung dagegen werden im Werk aufgearbeitet. Hier schließt sich an die Reparatur ein umfassender Test mit



1

rechnergesteuerten Prüfautomaten an, wodurch sichergestellt wird, daß dem Service über dieses Recycling nur einwandfreie, voll funktionsfähige Leiterplatten zur Verfügung stehen.

Servicesystem

Anlagenintegrierte Vorleistungen

Um das Servicegerät möglichst wirkungsvoll einsetzen zu können, sind eine Reihe von Hardware- und Software-Vorleistungen in der Nebenstellenanlage enthalten, die von Leiterplattenleerplätzen, in die das Servicegerät im Bedarfsfall eingeschoben wird, bis zu komplexen Service-Programmen, die im Programmspeicher der Anlage abgelegt sind, reichen.

Hardware

Die Hardware-Vorleistungen des Servicesystems sind da-

zu bestimmt, dem Servicepersonal einen raschen Überblick über den Funktionszustand der Vermittlungseinrichtung zu geben. Beispielsweise signalisieren Leuchtdioden den Zustand zentraler Funktionseinheiten und den Belegzustand von einzelnen Baugruppen, zum Beispiel Verbindungsätzen. Damit wird dem erfahrenen Servicetechniker bereits eine erhebliche Hilfestellung bei der Fehlersuche gegeben.

Software

Jede Vermittlungseinrichtung enthält in ihrem Programmspeicher die gesamte Service-Software. Der Hauptgrund dafür, daß diese Programme nicht im Servicegerät untergebracht sind, liegt darin, daß unter Umständen früher oder später Einrichtungen mit unterschiedlichem Entwicklungsstand und geänderter Hardware-Konfiguration oder Adressenverteilung nebeneinander existieren werden. Damit alle Anlagen mit dem gleichen Servicegerät gewartet werden können, müssen die Serviceprogramme an die geänderte Konfiguration angepaßt werden. Das ist am einfachsten zu erreichen, wenn jede Vermittlungseinrichtung die ihrem Entwicklungsstand gemäßen Programme enthält.

Zum Servicesystem zählt auch jener Teil des Betriebssystems, der die automatische Normierung aller Funktionsgruppen nach dem Einschalten der Betriebsspannung sicherstellt und bei Laufzeitüberschreitung von Programmen die Rückführung in das Betriebsprogramm veranlaßt. Außerdem wird zur Dokumentation der Ursache des Programmabbruchs eine Ausgabemeldung an das Servicegerät mit den wichtigsten Adressen und Daten der beteiligten Einrichtungen zusammengestellt.

Servicegerät

Mechanischer Aufbau

Das Gerät besteht aus zwei miteinander verbundenen Leiterplatten, die den Speicher- und Logikteil umfassen (Bild 1). An der vorderen Schmalseite ist eine Bedienungskonsole mit dem Eingabe- und Anzeigeteil befestigt. Sie ist schwenkbar, damit auch unmittelbar benachbarte Leiterplatten auf einen Adapter aufgesetzt werden können. Außerdem ermöglicht die schwenkbare Bedienungskonsole die platzsparende Unterbringung des Gerätes im Transportkoffer. Das Servicegerät wird wie eine Leiterplatte an einem hierfür vorgesehenen Platz eingeschoben und so automatisch über Steckverbinder mit der Vermittlungseinrichtung verbunden.

Der Eingabeteil enthält ein 16teiliges Tastenfeld, das die Eingabe von hexadezimal codierten Zeichen erlaubt, und eine Reihe von Einzeltasten, die zur Auswahl der unter-

schiedlichen Bedienungsprozeduren dienen und das Auslesen der im Servicegerät enthaltenen Speicher ermöglichen. Leuchtdioden zeigen die ausgewählten Bedienungsprozeduren an.

Der Anzeigeteil besteht aus zwei Zeilen zu je acht hexadezimalen Anzeigeelementen und zeigt alle relevanten Daten in der gleichen Schreibweise an, wie sie im Programmlisting und in den Serviceunterlagen verwendet werden. Dieses Verfahren ermöglicht eine sichere und schnelle Datenauswertung ohne umständlichen Bit-Vergleich. Von einigen Sonderfällen abgesehen, werden in der oberen Zeile die eingegebenen Daten und in der unteren Zeile die zwischengespeicherten Ausgabedaten und Programmwörter angezeigt.

Auf der Rückseite des Servicegerätes befindet sich eine Steckerleiste, über die ein Thermodrucker zur Dokumentation von Programmläufen und vermittlungstechnischen Daten angeschlossen werden kann.

Elektrischer Aufbau

Die Stromversorgung des Gerätes erfolgt automatisch über die Steckverbindungen aus der zentralen Stromversorgung der Anlage. Um die Leistungsaufnahme des Servicegerätes möglichst gering zu halten, wurden fast ausschließlich leistungssparende CMOS-Schaltkreise eingesetzt. Das Gerät enthält sieben Register mit unterschiedlichen Speicherkapazitäten, eine Reihe von Zählern, Umschaltgliedern und Koinzidenzeinheiten sowie zwei Speicherbereiche (RAMs). Der erste Speicher wird bei der passiven, der zweite bei der programmgesteuerten Datenanalyse benutzt.

Betriebsarten

Für den Datenaustausch zwischen dem Servicetechniker und der Vermittlungseinrichtung kann das Servicegerät in zwei unterschiedlichen Betriebsarten eingesetzt werden:

- Das Verfahren zur Erfassung von Adressen und Daten an allen Bus-Schnittstellen der Vermittlungseinrichtung dient der Kontrolle des Datenflusses an den peripheren Schnittstellen und der Kontrolle des Programmlaufes an der zentralen Prozessorschnittstelle.
- Das Verfahren der programmgesteuerten Datenanalyse führt zu Programmläufen und greift aktiv in den Datenfluß ein. Es dient zur Aktivierung eigenständiger Serviceprogramme und ermöglicht unter anderem den Zugriff zu allen Datenspeichern des Systems.

Die Datenanalyse wird ergänzt durch die Möglichkeit, Programme und vermittlungstechnische Daten über den ansteckbaren Thermodrucker in hexadezimalen Format zu dokumentieren.

- 1 Servicegerät im Einsatz
- 2 Service-Software in Verbindung mit der systemeigenen Software

Funktion des Servicesystems

Programmstruktur des Servicesystems

Die Programmstruktur des Servicesystems läßt sich in drei Bereiche untergliedern:

- Service-Betriebsprogramm
- Service-Vermittlungsprogramme
- Service-Hilfsprogramme

Das systemeigene Betriebsprogramm überwacht die Eingabeschnittstelle für Serviceprogramme und analysiert die Eingabedaten und überweist sie an das Service-Betriebsprogramm. Hier wird eine Zulässigkeitsprüfung vorgenommen. Bei nicht interpretierbaren Eingabedaten wird als Reaktion ein Ausgabeprotokoll an die Service-Ausgabeschnittstelle mit Kennzeichnung der fehlerhaften Eingabe ausgelöst. Zulässige Eingabedaten führen entweder zu eigenständigen Service-Hilfsprogrammen (programmgesteuerte Datenanalyse) oder zur Zwischenspeicherung der zu einem Service-Vermittlungsprogramm erforderlichen Daten (gezielte Beeinflussung von Vermittlungsprogrammen).

Die Service-Vermittlungsprogramme werden durch die systemeigenen Vermittlungsprogramme gestartet. Dazu fließen die aus dem Service-Vermittlungsprogramm bereitgestellten Daten in den Vermittlungsablauf ein.

Mit den Service-Hilfsprogrammen werden in der Regel feste Daten aber auch variable Daten von aktuellen Vermittlungszuständen ausgelesen und somit sichtbar gemacht.

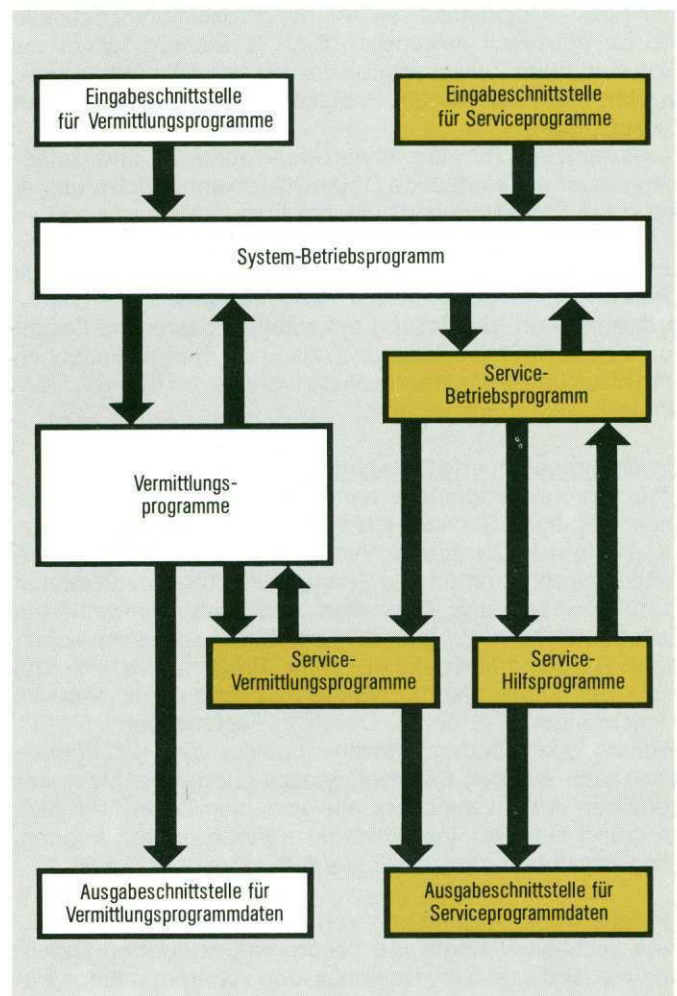
Die Service-Software und ihr Zusammenspiel mit den systemeigenen Betriebs- und Vermittlungsprogrammen zeigt das Bild 2.

Passive Datenanalyse

Die passive Datenanalyse dient der zeitsparenden Fehlerdiagnose und Fehlerlokalisierung, erlaubt die Überwachung der Datentransaktionen und liefert ein visuelles Bild des Datenflusses.

Passive Datenanalyse an den peripheren Systemschnittstellen

Abhängig von der Übereinstimmung mit einer ausgewählten, vorher eingegebenen Adresse einer Peripheren Einheit (Triggeradresse) können die Zustands-, Befehls- und Adreßdaten an den peripheren Systemschnittstellen mitgeschrieben, zwischengespeichert und angezeigt werden. Die Kontrolle und Analyse der Daten wird durch den Vergleich mit Zustands- und Befehlslisten vorgenommen, die alle vermittlungstechnisch sinnvollen und zulässigen Zustände und Befehle enthalten. Für die Darstellung der Daten und Adressen ist auch hier entsprechend dem Listenausdruck die



2

hexadezimale Form gewählt. Das Verfahren ermöglicht das Verfolgen des Datenflusses von den Peripheren Einheiten bis zur Vorverarbeitungseinheit, von hier bis zur Eingabeschnittstelle der Zentralen Verarbeitungseinheit und von dort über die Ausgabeschnittstelle zurück zu den Peripheren Einheiten.

Passive Datenanalyse an der Prozessorschnittstelle

Zeigt das Ergebnis einer ersten Diagnose, daß zur weiteren Eingrenzung einer Fehlfunktion eine intensive Daten- und Programmanalyse durchgeführt werden muß, so läßt sich

Voraussetzung für eine fehlerfreie Programm- und Datenanalyse ist die eindeutige Datenworterkennung. Da umgekehrt die Programmwortfolge die Funktion eines digitalen Systems definiert, muß erkannt werden, wenn ein bestimmtes Programmwort aufgetreten ist. Diese Triggerung durch Datenworterkennung ist bei allen Verfahren der Datenerfassung und -darstellung erforderlich. Start- und Stoppfunktionen für den Beginn und das Ende der tabellarischen und blockweisen Datenerfassung werden von dieser Datenworterkennung ausgelöst.

Unter programmgesteuerter Datenanalyse werden die eigenständigen Service-Hilfsprogramme verstanden. Hierbei besteht keine direkte Verknüpfung mit aktuellen Vermittlungsprogrammen. Die Service-Hilfsprogramme dienen zum Auslesen und Darstellen von festprogrammierten Daten aus dem Programm- und Startadressenspeicher, dem Rufnummernspeicher, dem Programmierfeld und dem Berechtigungsprogrammiersfeld sowie aus anderen Einrichtungen, bei denen Daten in Festspeichern ROMs, PROMs oder Diodenmatrizen abgelegt sind. Es können aber auch aus den Schreib/Lesespeichern – RAMs – des zentralen Arbeitsspeichers alle variablen Daten, die sich aufgrund aktueller Vermittlungsvorgänge ändern können, ausgelesen und dargestellt werden.

Eine wichtige Variante der programmgesteuerten Datenanalyse ist die gezielte Beeinflussung von Vermittlungsprogrammen. Sie ermöglicht vielfältige Prüf- und Servicemaßnahmen im Zusammenhang mit aktuellen Vermittlungsprozeduren. Hierbei werden innerhalb des entsprechenden Service-Vermittlungsprogramms zwischengespeicherte Eingabedaten in den Vermittlungsprozeß einbezogen. Zunächst muß festgestellt werden, ob die gewählte Anschlußorganadresse mit der aus dem Vermittlungsprogramm anstehenden Adresse übereinstimmt. Bei Adressengleichheit wird das Service-Vermittlungsprogramm fortgeführt, bei Ungleichheit der Adressen der Rücksprung in das Vermittlungsprogramm veranlaßt. In Bild 4 sind die entsprechenden Programmschritte in vereinfachter Form dargestellt.

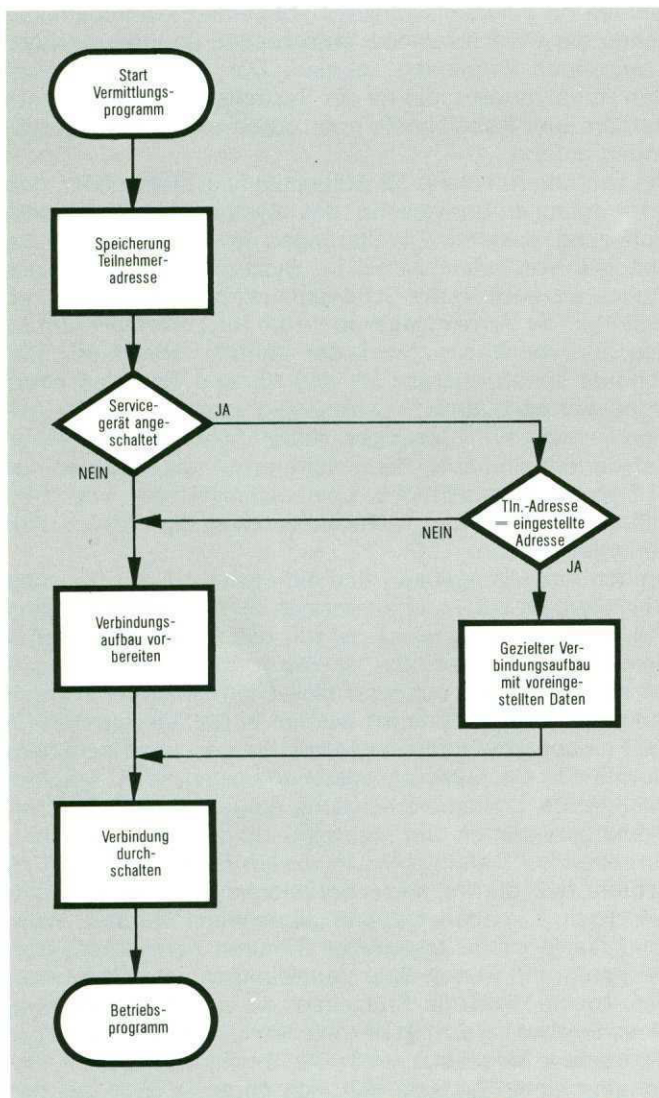
Das Diagramm zeigt vier verschiedene Verfahren zur Darstellung von Triggerworten in einem Anzeigerregister. Jedes Verfahren ist in einer Spalte dargestellt, die oben mit einem Registerkopf (Triggerregister, Triggerwort, n. Triggerwort) und unten mit einer Beschreibung versehen ist.

- a) Tabellarische Programmerrfassung ab Triggerwort bis Speicherende:** Ein Anzeigerregister mit 16 Zeilen. Die 1. Zeile enthält 'Triggerwort', die 2. Zeile '2. Datenwort'. Die restlichen 14 Zeilen sind leer. Ein Pfeil am linken Rand zeigt nach unten und ist mit 'dynamischer Betrieb' beschriftet. Ein Pfeil am unteren Rand zeigt nach unten und ist mit 'Tabellarische Programmerrfassung ab Triggerwort bis Speicherende' beschriftet.
- b) Tabellarische, blockweise Programmerrfassung von Triggerwort 1 bis Triggerwort 2, von 2 bis 3 usw.:** Ein Anzeigerregister mit 16 Zeilen. Die 1. Zeile enthält '1. Triggerwort', die 2. Zeile '2. Triggerwort', die 3. Zeile '3. Triggerwort'. Die restlichen 13 Zeilen sind leer. Ein Pfeil am linken Rand zeigt nach unten und ist mit 'dynamischer Betrieb' beschriftet. Ein Pfeil am unteren Rand zeigt nach unten und ist mit 'Tabellarische, blockweise Programmerrfassung von Triggerwort 1 bis Triggerwort 2, von 2 bis 3 usw.' beschriftet.
- c) Manuelle Einzeltaktung der Makroprogrammschritte ab Triggerwort bis Speicherende:** Ein Anzeigerregister mit 16 Zeilen. Die 1. Zeile enthält 'Triggerwort'. Die restlichen 15 Zeilen sind leer. Ein Pfeil am linken Rand zeigt nach unten und ist mit 'manuelle Einzeltaktung' beschriftet. Ein Pfeil am unteren Rand zeigt nach unten und ist mit 'Manuelle Einzeltaktung der Makroprogrammschritte ab Triggerwort bis Speicherende' beschriftet.
- d) Triggerwort nicht eingetroffen:** Ein Anzeigerregister mit 16 Zeilen. Alle Zeilen sind leer. Ein Pfeil am linken Rand zeigt nach unten und ist mit 'dynamischer Betrieb' beschriftet. Ein Pfeil am unteren Rand zeigt nach unten und ist mit 'Triggerwort nicht eingetroffen' beschriftet.

eingabe kann die Verfolgung eines Verbindungsweges eingeleitet werden. Handelt es sich zum Beispiel um ein Teilnehmeranschlußorgan, von dem eine Internverbindung aufgebaut wird, so enthält das ausgewiesene Ausgabeprotokoll alle spezifischen Daten aus diesem Verbindungsaufbau. Aufgrund fehlender oder abweichender Daten läßt sich die Abbruchstelle eines Programmteils im entsprechenden Vermittlungsprogramm feststellen. In diesem Programmteil kann nun unter Einbezug der beteiligten Hardware-Baugruppen die Fehlerdiagnose gezielt fortgesetzt werden.

TN-NACHRICHTEN 1978 HEFT 79

- 3 Möglichkeiten der Datenerfassung bei der passiven Datenanalyse
- 4 Beeinflussung eines Vermittlungsprogramms über das Servicegerät



tung Tenocode, wobei die Bedienungselemente des Servicegerätes benutzt werden. Mittels der Service-Software gelangen die Rufnummern von der Service-Eingabeschnittstelle in die adressierten Speicherzellen der Codewahleinrichtung. Zuvor wird eine Zulässigkeitsprüfung der Adresse und der Speicherzeile durchgeführt.

Zusammenfassung

Praktische Erfahrungen, intensive Tests und Untersuchungen haben gezeigt, daß die Inbetriebhaltung von prozessorgesteuerten Fernsprech-Vermittlungssystemen optimal nur durch ein abgestimmtes Wartungskonzept und Servicesystem zu erreichen ist, das anlagenintegrierte Bestandteile mit einem transportablen, sinnfällig zu handhabenden Servicegerät verbindet. Dabei ist der Einsatz von Service-Software von außerordentlichem Nutzen. – TN hat das Wartungskonzept für sein neues Fernsprech-Vermittlungssystem 4030 Räummultiplex schon mit der Entwicklung des Systems erarbeitet. Das Resultat ist ein Servicesystem, das allen Anforderungen der Praxis in bezug auf Einsatz, Handhabung, Wirtschaftlichkeit und Nutzungswert gerecht wird.

Betriebserfahrungen mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex

Hermann Stahlschmidt

Am 13. April 1970 wurde die erste große Fernsprech-Nebenstellenanlage des neuen TN-Systems 6030 Zeitmultiplex in Betrieb genommen. Obwohl TN schon immer große Fernsprech-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W lieferte, darunter auch Vermittlungseinrichtungen mit zentraler Steuerung, so begann mit der Einführung des TN-Systems 6030 Zeitmultiplex für das Haus TN dennoch eine neue Ära.

Anschließend wurden dann fünf Vermittlungseinrichtungen einer Vorserie im praktischen Einsatz einem harten Test unterzogen. Die Vorteile der Erprobung einer Vorserie lagen unter anderem in

- dem frühzeitigen Erkennen von eventuellen Schwachstellen unter verschiedenen Betriebsbedingungen und ihre Beseitigung vor dem Serienanlauf,
- der eingehenden Vorbereitung der Fertigung auf das neue System,
- der frühzeitigen technischen Ausbildung und Einweisung des Montage- und Wartungspersonals und dem Erstellen der Montage- und Serviceunterlagen.

Der letzte Punkt ist besonders wichtig und hat bei der allgemeinen Produkteinführung nach dem Serienanlauf seinen positiven Niederschlag gefunden; galt es doch, bei der produktbezogenen Ausbildung dem technischen Personal die besonderen Kenntnisse der Zeitmultiplextechnik zu vermitteln und es außerdem mit der Rechnertechnik vertraut zu machen.

In besonderen dazu ausgerichteten Lehrgängen, die sich aus theoretischem Unterricht und praktischen Übungen zusammensetzten und im TN-Ausbildungszentrum stattfanden, konnten die spezifischen Kenntnisse über das TN-System 6030 Zeitmultiplex umfassend und rasch vermittelt werden, so daß den TN-Niederlassungen schon frühzeitig genügend Spezialisten für dieses neue Produkt zur Verfügung standen.

Im konstruktiven Aufbau für das TN-System 6030 Zeitmultiplex wurden zwei Bauformen gewählt:

Für kleinere Ausbauten des Systems ist aus Zweckmäßigkeit eine Modulbauweise eingeführt worden, bei der die Baugruppen – funktionell zusammengefaßt – in Moduln untergebracht sind. Durch das Zusammenfügen mehrerer Moduln wird die jeweilige Ausbaugröße des Vermittlungssystems erreicht. So erhält man z. B. mit acht Moduln einen Ausbau von 64 Leitungsübertragungen und 400 Nebenstellen (Bild 1). Die für die acht Moduln benötigte Aufstellfläche von 1,90 m² und das Gesamtvolumen von nur 4,40 m³ kennzeichnen die kompakte Bauweise.

Für große Systeme wird die Schrankbauweise benutzt (Bild 2). In dieser Schrankbauweise werden Baugruppen-

rahmen für Funktionseinheiten verwendet, die konstruktiv denen der Modulbauweise entsprechen und die steckbar miteinander verbunden werden. Die Verbindungskabel zum Hauptverteiler, die an der Systemseite steckbar sind, werden über Kabelkanäle oder durch einen Montagefußboden geführt.

Die zentrale Abteilung für Aufbauplanung stellt sicher, daß eine optimale Bemessung des Systems unter Berücksichtigung späterer Erweiterungen gewährleistet ist. Da fast alle Verbindungskabel im System – sowohl in der Modul- als auch in der Schrankbauweise – steckbar sind, weiterhin die Verbindungskabel zum Hauptverteiler und zu den Abfrageplätzen, wird der Aufbau erleichtert. Besonders erwähnenswert ist, daß für den Anschluß eines jeden Abfrageplatzes – unabhängig vom Ausbau der Anlage – nur ein 13paariges Kabel benötigt wird. Mehr Kabeladern sind auch dann nicht notwendig, wenn an der Abfragestelle zusätzliche Leistungsmerkmale wie Teilnehmeridentifizierung, Gebührenerfassung usw. eingerichtet werden.

An den Aufstellungsraum sind nur insoweit Anforderungen zu stellen, als die Raumtemperatur 35 °C nicht übersteigen soll. Allein mit Rücksicht darauf, daß Servicepersonal in dem Raum tätig sein kann, ist eine normale Raumtemperatur erwünscht und somit für eine entsprechende Wärmeabfuhr zu sorgen. Sehr oft werden in Aufstellungsräumen für Fernsprech-Vermittlungseinrichtungen auch periphere Geräte für die Gesprächsdatenerfassung, z. B. Magnetbandgeräte, Lochstreifenstanzer, aufgestellt oder bei Vermittlungssystemen für Sprache und Daten die entsprechenden Datengeräte. In diesen Fällen ist darauf zu achten, daß die für diese peripheren Einrichtungen notwendigen Klimabedingungen eingehalten werden. Während die Montage gegenüber früheren Fernsprechsystemen aufgrund werkseitiger Vorleistungen vereinfacht werden konnte, sind die Prüfzeiten vor der Inbetriebnahme eines Systems gleich geblieben, wobei ein umfangreicher Gerätepark eingesetzt wird. Die Gesamtzeit für die Einrichtung eines Systems teilt sich heute in 50 % für den Aufbau und 50 % für die Prüfung und Inbetriebnahme.

Die angewandte neue Technologie und die schnellen Funktionsabläufe im System erfordern einen völlig anderen, technisch anspruchsvollen und hochwertigen Prüf- und Meßgerätepark. Zweistrahloszilloskope, schnelle Drucker, Diagnosecomputer und speziell für das System entwickelte Prüfgeräte sind heute „Handwerkszeug“ für den Systemtechniker geworden. Wartungs- und Entörungsdienst benutzen daraus abgeleitete Prüf- und Meßgeräte ebenfalls. Systemeigene Serviceprogramme

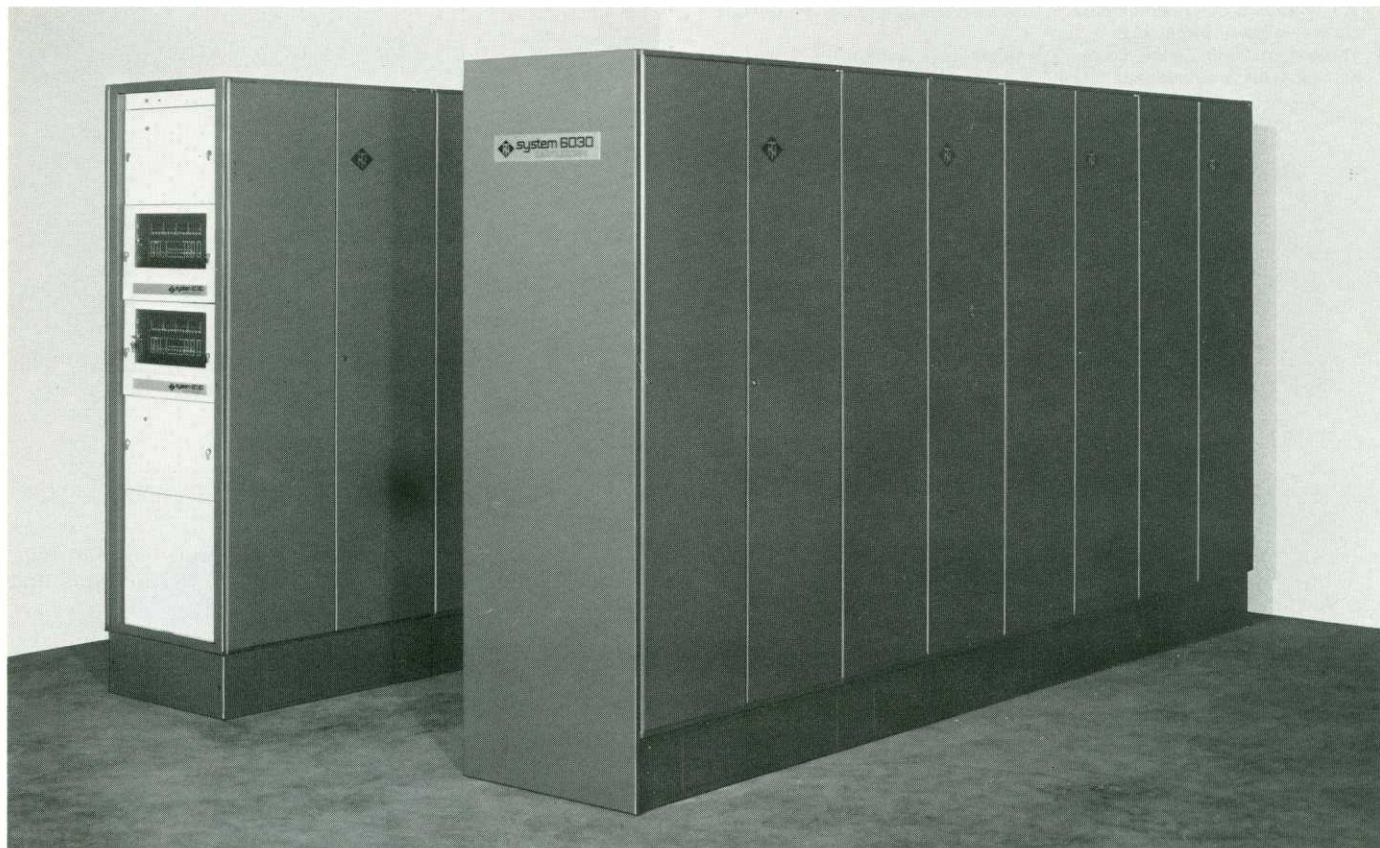
- 1 TN-System 6030 Zeitmultiplex – Vermittlungseinrichtung in Modulbauweise mit Abfragestelle
- 2 TN-System 6030 Zeitmultiplex – Vermittlungseinrichtung in Schrankbauweise für Großanlagen



1

stehen außerdem zur Eingrenzung von Störungen zur Verfügung. Ein Beispiel dafür ist das Signallexikon, das ursprünglich als Laborhilfsmittel gedacht war. Im Zuge der eingangserwähnten Ausbildungslehrgänge wurde dieses Signallexikon von im Wartungsdienst erfahrenen Mitarbeitern so modifiziert, daß es dem Praktiker den Umgang mit

den Stromlaufplänen und den systemorientierten Ablaufdiagrammen entscheidend erleichtert. Darüber hinaus sind spezifische Reserve-Leiterplattenätze vorhanden. Wird in einem Störfall vom Wartungstechniker erkannt, daß die Störungsbeseitigung durch den Austausch einer bestimmten Leiterplatte mög-



2

lich ist, so wird er diesen Weg wählen, damit die Anlage sofort wieder funktionsfähig wird. Inwieweit defekte Leiterplatten am Aufstellungsort der Anlage oder in der Werkstatt instandgesetzt werden, hängt im wesentlichen davon ab, wie zeitraubend die Suche nach dem defekten Bauteil ist und wie umfangreich die anschließende dynamische Prüfung sein wird; eine Erkenntnis, die das Wartungs- bzw. Instandsetzungskonzept für neue Systeme wesentlich beeinflusst hat. Dabei darf nicht übersehen werden, daß für die umfangreichen und hochwertigen Prüf- und Meßgeräte sowie für die Reserve-Leiterplattensätze im Wartungsdienst erhebliche finanzielle Mittel gebunden werden.

Ein großer Vorteil des TN-Systems 6030 Zeitmultiplex ist die freie Programmierbarkeit der Leistungsmerkmale der Ergänzungsausstattung. Die vom Kunden gewünschten Leistungsmerkmale werden über einen Datenträger, z. B. Lochstreifen oder Magnetband, in den Rechner eingegeben. Ebenso erfolgt die Eingabe von spezifischen Daten, z. B. für Teilnehmerberechtigungen, Codewahlziele, Sammelanschlüsse, Rufumschaltung, als Software. Nachträgliche Änderungen, z. B. der Codewahlziele, werden nach Eingabe eines Serviceprogramms in den Rechner an der Konsole durch den Wartungstechniker vorgenommen. Aufgrund mehrjähriger Erfahrung wird nach einer bestimmten Anzahl solcher Änderungen eine Aktualisierung des anlagenspezifischen Datenträgers empfohlen.

Im Jahre 1975 wurde das TN-System 6030 Zeitmultiplex auf der Hannover-Messe erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Bereits auf der Messe und auch danach hat sich die internationale Fachwelt eingehend mit dem TN-System 6030 Zeitmultiplex befaßt. Inzwischen sind über 200 Fernsprech-Nebenstellenanlagen des TN-Systems 6030 Zeitmultiplex in Betrieb, die ihre Bewährungsprobe voll bestanden haben. Dank der großen Flexi-

bilität bei der Realisierung von Leistungsmerkmalen nach den jeweiligen Vorschriften der Postverwaltungen konnte das TN-System 6030 Zeitmultiplex in kurzer Zeit auch in den Ländern Belgien, Luxemburg, Italien, Österreich und Venezuela eingeführt werden.

Vom Beginn der Entwicklung wurde das TN-System 6030 Zeitmultiplex auch für Funktionen des Datenverkehrs konzipiert. Somit bereitet es keine Schwierigkeiten, die Anlagen für Fernsprech- und Datenverkehr – in der Bundesrepublik Deutschland nach der im Entwurf befindlichen Rahmenregelung für den Datenverkehr in Nebenstellenanlagen – zu betreiben, wie dies inzwischen der Fall ist.

Die konsequente Weiterentwicklung des Systems führte zu der Modularen Prozessor-Ergänzungseinrichtung MPE. Mit dieser Ergänzungseinrichtung lassen sich vielfach benötigte Leistungsmerkmale wie Sammelanschluß, Rufweiterschaltung, Codewahl, Sperreinrichtungen und Gebührenerfassung kostengünstig einrichten.

Das zukunftssichere TN-System 6030 Zeitmultiplex bietet die Voraussetzung, daß die Forderungen künftiger neuer Ausstattungsvorschriften für Fernsprech-Nebenstellenanlagen erfüllt werden, auch wie sie im Hinblick auf die Einführung des neuen elektronischen Wählsystems EWSO 1 der Deutschen Bundespost zu erwarten sind.

Zusammenfassung

Das TN-System 6030 Zeitmultiplex erfüllt alle Erwartungen an ein modernes und wirtschaftliches Kommunikationssystem für Sprache und Daten. Mehrjährige Erfahrungen zeigen inzwischen, daß das TN-System 6030 Zeitmultiplex aufgrund seines Systemkonzepts äußerst wirtschaftlich eingesetzt und betrieben werden kann.

Möglichkeiten, Grenzen und Probleme der Freilandüberwachung

Wolfram Höhle

Zur Entwicklung

Aufgrund von Forderungen des Marktes stand auf dem Gebiet der Sicherungstechnik bisher vornehmlich die Innen- und Rundumabsicherung von Gebäuden gegen Überfall und Einbruch im Vordergrund. Man befaßte sich daher intensiv mit der Vervollkommenheit der technischen Möglichkeiten unter Einsatz aller physikalischen Prinzipien und neuer Technologien. In den letzten zwei bis drei Jahren hat nunmehr die Überwachung und Sicherung von Freigelände – ähnlich wie in den USA – auch im Bundesgebiet und im europäischen Ausland zunehmend und erkennbar an Bedeutung gewonnen.

Besondere Ereignisse der Gewaltkriminalität in den letzten Monaten waren dabei zweifellos mit ein Umstand, der zu einer überdurchschnittlich hohen Nachfrage nach solchen Überwachungseinrichtungen im privaten Bereich, bei Industrie, öffentlichen Versorgungseinrichtungen, Flugplätzen und militärischen Anlagen geführt hat. Zwar war bereits Mitte der sechziger Jahre vereinzelt ein akuter Bedarf im behördlichen und militärischen Bereich vorhanden, aber die technischen Möglichkeiten erbrachten keine in Funktion und Wirtschaftlichkeit befriedigende Lösung. Durch Systementwicklungen der letzten Jahre, die in den USA begannen und die durch die Möglichkeiten neuer Technologien mit beeinflußt wurden, stehen heute verbesserte Detektionssysteme für vielfältige Überwachungsaufgaben im Freigelände zur Verfügung.

Zur Zweckbestimmung

Man darf davon ausgehen, daß die Freilandüberwachung die mit Abstand schwierigsten Aufgaben in der Sicherungstechnik stellt. Sie soll bei mechanisch eindeutig abgegrenzten Arealen – zum Beispiel durch Zäune, Stacheldrahtrollen oder Mauern – mit geeigneten technischen Einrichtungen wie elektrischen Detektionssystemen das Eindringen unbefugter Personen in den zu schützenden Bereich zu einer zentralen Stelle signalisieren. Hierbei muß gleichzeitig der betroffene Überwachungsabschnitt lokalisierbar sein. Daraus ergibt sich die Grundforderung, daß mechanische Abgrenzung und elektrisches Detektionssystem eine nach dem geforderten Sicherheitsgrad abgestimmte Kombination bilden müssen.

Die mechanische Abgrenzung muß dabei

- den landschaftlichen Erfordernissen – allerdings in Abhängigkeit von den Sicherheitsanforderungen – weitgehend angepaßt werden,
- das unbeabsichtigte Eindringen von Menschen oder Tieren in den Wirkungsbereich der Detektionssysteme von außen und innen trotzdem verhindern und Systemstö-

rungen oder hierdurch verursachte Systembeeinflussungen möglichst eliminieren und

- ein für den Eindringling von außen möglichst schwierig zu überwindendes, widerstandsfähiges Hindernis mit hohem Widerstandszeitwert sein.

Zu den technischen Möglichkeiten

Für die Überwachung und automatische Detektion gegen unbefugtes Eindringen stehen heute eine Anzahl von Systemen vorwiegend amerikanischer und englischer, aber auch französischer, schweizerischer und deutscher Hersteller zur Verfügung, die die verschiedensten physikalischen Prinzipien und Verfahren ausnutzen.

Hier sind im wesentlichen zu unterscheiden:

- Modulierte Licht- und Infrarotlichtschranken;
- Mikrowellenschranken (Richtstrecken);
- Zäunsensoren nach dem elektrostatischen Prinzip, dem piezo-elektrischen Prinzip, dem Vibrationsprinzip, dem elektromechanischen Prinzip;
- Bodensensoren nach dem Geophon-Prinzip, dem mechanisch-magnetischen Prinzip, dem elektrostatischen Prinzip, dem Hochfrequenz-Prinzip.

Jedes der Systeme hat nach Einsatzgegebenheiten und Infrastruktur seine besonderen Systemvorteile, aber unter Umständen auch Schwachstellen im Systemkonzept, die zu berücksichtigen sind. Über Auswahl und Verwendung eines spezifischen Systems entscheiden die folgenden Kriterien:

- *die Detektionssicherheit des Systems* – im Hinblick auf Ansprechverhalten, Überlistungsmöglichkeit und Sabotage;
- *die Detektionszone* – weil neben unterschiedlichen örtlichen Möglichkeiten an den Arealgrenzen sowie bei den mechanischen Maßnahmen die Systeme entsprechend den verwendeten physikalischen Prinzipien unterschiedliche Wirkzonen in Breite und Höhe haben;
- *die Bodenbeschaffenheit* – weil nicht jede Untergrundstruktur z. B. das Einbringen von Bodensensoren gestattet und ihre Funktion garantiert oder für andere Systeme die freie Auswahl der Installationsmethode erlaubt;
- *die Umwelteinflüsse* – wie zum Beispiel Flug- oder Straßenverkehr;
- *die Kostensituation* – da Gerätepreise, Installationskosten und Aufwand für Instandhaltung in einem ausgewogenen Verhältnis zur Leistung des Systems stehen müssen.

Zu den Grenzen

Alle Freilandüberwachungen sind – gleichgültig, welche Detektionsverfahren eingesetzt werden – neben den Störfaktoren anderer Umwelteinflüsse vor allem ständig den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Extreme Sonnenwärme, Wind oder Sturm, Regen, Nebel, Laub, Hagel, Schnee sowie Frost und Vereisung sind Faktoren, die weder einzeln noch in ihrer Gesamtheit zu eliminieren sind, die aber auf die Funktion der Systeme einwirken und Störungen oder Beeinflussungen verschiedenster Art herbeiführen können.

Daneben haben alle Systeme gemeinsam, daß ein Angreifer vorsätzlich zu jeder Zeit und in jeder Zeitfolge Alarm auslösen kann, ohne daß der Verursacher immer zu erkennen ist und somit unter Umständen ein systembedingtes Fehlverhalten angenommen wird. Durch die Kombination von zwei Systemen läßt sich hier teilweise Abhilfe schaffen. Dabei darf dann erst die Auslösung beider Systeme als Alarmkriterium gewertet werden. Das Auslösen nur eines Systems kann dann zum Beispiel als Voralarm registriert werden.

Durch die Summe der vorgenannten Beeinflussungsfaktoren behält jede Freilandüberwachungsanlage – vorerst – den Charakter eines Warn-Systems, dessen Signalisierung eine Fernkontrolle und Fernbeobachtung durch den Anwender, die Wache oder die hilfeleistende Stelle ermöglichen muß. Da personelle Maßnahmen – zum Teil auch aus Sicherheitsgründen – hierfür ausscheiden, sollte zwangsläufig eine Fernsehanlage als ergänzender Bestandteil der Überwachungsanlage vorgesehen werden. Diese Fernsehanlage muß dabei zweckmäßigerweise so eingerichtet und ausgeführt sein, daß die einzelnen Überwachungsabschnitte bei Alarmsignalen oder Voralarmen automatisch erfaßt und auf einem Monitor kontrolliert bzw. beobachtet werden können. Sofern nicht Infrarot-Fernsehkameras eingesetzt werden, ist eine entsprechende Ausenbeleuchtung erforderlich, die sich bei Auslösesignalen automatisch einschaltet.

Zu den noch offenen Problemen

Die zur Zeit lieferbaren Detektionssysteme für die Freilandüberwachung sind entwickelt worden, ohne daß dabei für die jeweiligen Systeme von einem entsprechenden Mindestleistungskatalog ausgegangen wurde, insbesondere aber, ohne daß einheitliche objektive Meßbedingungen zugrunde gelegt wurden, die eine Klassifizierung nach Sicherheitsgesichtspunkten gestatten. Deshalb sind an eine Planung für die Überwachung und Sicherung eines Freilandobjektes besondere Anforder-

ungen zu stellen, das heißt der Planungs- und Lieferfirma, die die Installation des Gesamtsystems durchführen will, fällt es zu, empirisch Einsatzerfahrungen zu sammeln und damit eine vergleichende Systemerprobung durchzuführen. Nur hierdurch ist eine Einstufung und Selektion der verfügbaren Systeme möglich, auch um eine optimale Systemkombination vornehmen zu können.

Im weiteren muß darauf hingewiesen werden, daß nicht in allen Fällen der Freilandüberwachung von den gleichen Risiken oder Sicherheitsanforderungen ausgegangen werden kann. Von den verantwortlichen Sicherheitsinstitutionen müssen verschiedene Sicherheitsgrade oder Sicherheitsstufen einheitlich festgelegt werden, für die die jeweiligen Mindestanforderungen, Meßgrößen und Meßbedingungen objektiv zu fixieren sind. Nur dann kann der Benutzer oder Anwender die nach seinen Bedürfnissen notwendige Auswahl für ein Anlagekonzept treffen.

Zu hohe Anforderungen an die Sensibilität der Detektionssysteme können zwangsläufig zu einem hohen Risiko für Fehlalarmen durch Umwelt- und Witterungseinflüsse führen. Es sollte deshalb immer berücksichtigt werden, daß der Überwachung aus technischer wie aus mechanischer Sicht Grenzen gesetzt sind und einem Angreifer bei entsprechender Vorbereitung gegebenenfalls noch Überwindungsmöglichkeiten bleiben. In diesem Zusammenhang muß beispielsweise von den angesprochenen Sicherheitsgremien allgemein geklärt werden, was künftig einheitlich unter dem Begriff „Voralarm“ zu verstehen ist. Dieser wird heute sowohl als Erstausslösung eines Systems wie auch als Einzelauslösung einer Systemkombination interpretiert. Unseres Erachtens kann als Voralarm nur gelten, wenn bei einer Freilandüberwachungsanlage, die aus einer Kombination verschiedener Systeme besteht, eines dieser Systeme Alarm auslöst. Auch sei darauf hingewiesen, daß bisher nicht eindeutig festgelegt wurde, ob und welche Vorschriften, die für Gefahrenmeldeanlagen gelten, auch für Freilandüberwachungsanlagen zwingende Gültigkeit haben und berücksichtigt werden müssen.

Zusammenfassung

Freilandüberwachungsanlagen sind nach dem heute erreichten technischen Stand durchaus ein sinnvoller Bestandteil der elektrischen Sicherungssysteme insgesamt. Bei Einsatz und Anwendung muß jedoch über alle für diese Systeme geltenden Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen Klarheit bestehen. Die Freilandüberwachung kann als ein wirksames technisches Hilfsmittel in Sicherheitskonzepten angesehen werden, in deren Mittelpunkt jedoch weiterhin der Mensch steht.

