

Technischer Bericht Nr. 29

Untersuchungen zur Entwicklung einer elektronischen Fern-
sprechvermittlungsanlage und Beschreibung der Ausführung

Teil 2: Das Zentrale Glied

Dipl.-Ing. WINFRIED BECKER

Untersuchungen zur Entwicklung einer elektronischen Fern-
sprechvermittlungsanlage und Beschreibung der Ausführung

Teil 2: Das Zentrale Glied

Zusammenfassung

Zunächst wird der Aufgabenbereich eines Zentralen Gliedes in einer elektronischen Vermittlung diskutiert. Darauf folgen grundlegende Gedanken zur Entwicklung der Schaltung eines Zentralen Gliedes, das nach einer vorher besprochenen Aufgabenstellung arbeiten soll. Im Anschluß daran wird seine Arbeitsweise in der am Institut entwickelten Ausführungsform erläutert. Den Abschluß bildet eine Beschreibung der Einzelteilschaltungen.

Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung
Der Bearbeiter

gez: Winfried Becker
(Dipl.-Ing. W. Becker)

Der Abteilungsleiter
gez: Rothert
(Prof. Dr.-Ing. G. Rothert)

Der Institutsdirektor
gez: Gundlach
(Prof. Dr.-Ing. F.W. Gundlach)

Berlin-Charlottenburg, den 6. Juli 1959

1.) Aufgaben des Zentralen Gliedes (Z.G.)

Entscheidend für die Festlegung der vom Z.G. zu erfüllenden Aufgaben ist die Definition der Zentralität dieses Gliedes. Gehört das Z.G. einer aufzubauenden oder aufgebauten Verbindung bis zu deren Aufhebung an, so bezieht sich der Begriff der Zentralität darauf, daß das Z.G. nicht einem bestimmten Teilnehmer zugeordnet ist. Die Zuordnung besteht dann z. B. zu einem Verbindungssatz, der von jedem Teilnehmer dieses Koppelfeldes erreicht werden kann. In diesem Fall wird man anstreben, möglichst alle Aufgaben, die mit Aufbau, Durchführung und Löschen der Verbindung zusammenhängen, dem Z.G. zu übertragen, also das Erkennen sämtlicher Zustandsfolgen des Teilnehmerspeisestromes und ihre Verarbeitung zu Durchschalte- und Signalbefehlen, sowie die Bereitstellung des Speisestromes für den wählenden bzw. für die beiden miteinander sprechenden Teilnehmer. Lediglich zum Erkennen des Abhebens des anrufenden Teilnehmers müßte im Ruhezustand aus einer getrennten Quelle eine Speisespannung an die a- und b-Ader des Teilnehmers gelegt sein, wenn nicht das Z.G. ständig nach einer festgelegten Folge in sehr kurzen Zeitabständen die Teilnehmereingänge mit einer Prüfspannung auf ihren Zustand absuchen soll.

Den Extremfall der Zentralisierung stellt dagegen die Anordnung nur eines Z.G. für ein ganzes Vermittlungsamt dar. Dieses müßte dann die Verbindungsaufbau- und eventuell auch Abbaubefehle für sämtliche Verbindungen auf Grund der vom jeweils "bedienten" Teilnehmer erhaltenen Information erzeugen. Da diese Informationsumformung in einer nur durch die Schnelligkeit der verwendeten Schaltelemente bestimmten Zeit vorgenommen werden kann, ist es technisch möglich, die einzelnen Teilnehmer hintereinander zu "bedienen", ohne daß für den Teilnehmer merkbare Wartezeiten entstehen. Dies kann sich jedoch nur auf die reine Informationsumformung beziehen. Da das Z.G. bei größeren Anlagen nur einige μ -sec. für einen Teilnehmer verwenden darf, muß die Wählinformation des Anrufers erst außerhalb des Z.G. gespeichert, nach dem Wählende dem Z.G. angeboten, und, wenn dieses frei ist, ihm in

möglichst kurzer Zeit vermittelt werden. Der aufgebaute Verbindungsweg muß dann wiederum außerhalb des Z.G. gespeichert werden, entweder in den Koppelpunkten selbst oder in einem besonderen Verbinder, damit

1. die Verbindung während der gewünschten Zeit erhalten bleibt und
2. dieser betreffende Verbindungsweg wieder aufgelöst werden kann.

Einrichtungen für die Anschaltung des Wahlzeichens, des Rufes und des Freizeichens, sowie für die Rückmeldung des Teilnehmer- und Gassenbesetztzeichens zum Anrufer müssen sich ebenfalls außerhalb des Z.G. befinden, da ihre Aufgaben sich über längere Zeit erstrecken. Man erkennt also, daß mit der Entwicklung zur extremen Zentralisierung des Z.G. wieder eine stärkere Forderung nach Abspaltung von Aufgaben und damit nach Dezentralisierung Hand in Hand geht. Trotzdem bringt diese Art der Zentralisierung für große Ämter wahrscheinlich den geringsten technischen Aufwand mit sich, da die höchsten Forderungen an Informationsverarbeitung an die Umsetzerschaltung von Wahlinformationen in Durchschaltebefehle gestellt werden und sich daher eine Reduzierung dieser Umsetzerschaltungen am stärksten auswirken dürfte. Da die Einrichtungen, die nach den letzten Ausführungen nicht direkt zum Z.G. gehören dürfen, andererseits aber auch nicht pro Teilnehmer vorhanden zu sein brauchen, sondern je nach Aufgabe für eine bestimmte Teilnehmeranzahl nur einmal, kann man bei diesen Systemen von einer gestaffelten Zentralisierung der Schaltmittel sprechen.

In dem am Institut gebauten Versuchssamt wurde jedem Verbindungssatz ein Z.G. zugeordnet, weil der zuletzt besprochene Weg bei einem kleinen Amt wesentlich mehr Aufwand mit sich bringt. Trotzdem war es wegen der gestellten Aufgabe, mit den üblichen Teilnehmerapparaten zusammenzuarbeiten, nicht möglich, wie es vorhin als erstrebenswert geschildert wurde, alle Funktionen durch dieses Z.G. ausführen zu lassen. So mußte die Speisung der Sprechstellen von der Teilnehmeranschlußschaltung her erfolgen (vergl. Technischer Bericht Nr. 27), da

es technisch schwer zu realisieren gewesen wäre, den Teilnehmerstrom von 40 mA durch das Koppelfeld zu leiten. Aus demselben Grund war auch eine zentrale Erzeugung und Anschaltung des Rufstroms nicht möglich, da der Wecker in den Sprechstellen etwa eine Leistung von 1 W aufnimmt. Außerhalb des Z.G. befindet sich ferner noch eine Freiwahleinrichtung, die es dem anrufenden Teilnehmer ermöglicht, einen freien Verbindungssatz und damit ein freies Z.G. zu finden (vergl. Technischer Bericht Nr. 27) und die Anschaltung des Gassenbesetzzeichens, da diese Aufgabe von keinem Z.G. übernommen werden kann, weil im Gassenbesetztfall in der Anlage wegen ihrer vollen Auslastung kein Z.G. mehr frei ist (die Zeichengebung in der Anlage behandelt ein weiterer Technischer Bericht). Das Z.G. in der dem Bericht zu Grunde liegenden Anlage speichert die Wahl des Anrufers, verarbeitet sie zu einem Verbindungsaufbaubefehl, der an das Koppelfeld gegeben wird, und löscht die Verbindung, wenn die Gesprächspartner aufgehängt haben. Ferner schaltet es das Wählzeichen und das Teilnehmerbesetzzeichen an, worüber, wie erwähnt, später berichtet werden wird.

2.) Grundlegende Gedanken zur Schaltung des Zentralen Gliedes

Im Technischen Bericht Nr. 21 wurde die Notwendigkeit aufgezeigt, die Zustände des Teilnehmerspeisestroms der Auswertung zuzuleiten. Ein Übertragungssystem für diese Zustände wurde im Technischen Bericht Nr. 27, Abs. 2 beschrieben. Wird nun das im Technischen Bericht Nr. 21, Abs. 2 d angegebene Schema für die Auswertung zu Grunde gelegt, und erfolgt wegen der in den weiteren Absätzen des Berichts Nr. 21 geschilderten Schwierigkeiten, die bei der Auswertung der differenzierten Teilnehmerspeiseströme auftreten, die Übertragung der Zustände über das Koppelfeld bis zum Z.G., so bietet sich für das Z.G. folgendes in die Zustandsnomenklatur übersetzte Schema 2 d an (s. Bild 3, Zeile 3): 50kHz vorhanden: Teilnehmer hat aufgelegt; 50 kHz werden durch Parallel-Widerstand weggedämpft: Teilnehmer hat abgehoben; 50 kHz-Impulse von ca. 60 ms. Länge sind Wählschritte und gehören zu einem Nummernscheibenablauf, wenn der Abstand zwischen den 50 kHz-Impulsen nicht mehr als 60 ms. beträgt; dauert das Vorhandensein der 50 kHz-Spannung länger als 80 ms., so erfolgt die Auslösung.

Im Zuge der weiteren Verarbeitung dieser angebotenen Information wird man zweckmäßigerweise einen Teil derselben durch Differentiation wieder in Impulse umsetzen, da z. B. die Ansteuerung des Wahlspeichers mit Impulsen geschieht, und da sich Impulstore zudem bei geringerem Aufwand leichter in die Schaltung einfügen als Zustandsgatter. Die Schwierigkeiten, die bei der Verwendung von durch Differentiation des Teilnehmerspeisestroms entstandenen Impulsen auftreten, und die im Technischen Bericht Nr. 21, Abs. 3-6 ausführlich geschildert wurden, treten hier innerhalb des Z.G. nicht auf, weshalb keine Bedenken mehr gegen eine impulsmäßige Weiterverarbeitung der Information bestehen. Der Teil der Eingangsinformation dagegen, der zur Zeitmessung zwischen den einzelnen Ereignissen benötigt wird, steuert naturgemäß besser undifferenziert das zur Messung benutzte Zeitkonstantenglied (wollte man monostabile Flip-Flop-Schaltungen zur Zeitmessung benutzen, so wären auch diese mit Impulsen ansteuerbar). Wird ein solches R-C-Zeitkonstantenglied zur Zeitmessung benutzt, und damit zur Unterscheidung der Wählschritte vom Auslösebefehl, so kann es nur dann in gewünschter Weise arbeiten, wenn zum Zeitpunkt des Abhebens eine Ladung des Kondensators erfolgt und diese Ladung bei Unterbrechung der Teilnehmerschleife (Wahlschrittbeginn oder Auflegen) über einen hochohmigen Widerstand verändert (z. B. abgeleitet) wird. Die Bereitschaft zur Zeitmessung muß also, da die Erkennung der Wählschritte und die Auslösung Folgen der Zeitmessung sind, beim Abheben hergestellt werden. Da dazu aber in der Praxis eine bestimmte Ladungsmenge erforderlich ist, muß der Widerstand im Ladekreis sehr gering gehalten werden, damit durch den starken Ladestrom die Zeit für die Aufladung so kurz wie möglich wird. Es muß also ein richtungsabhängiges Zeitkonstantenglied verwendet werden, das in Laderichtung eine Zeitkonstante von wenigen ms. und in Entladerichtung von ca. 100 ms aufweist. Kurzbelegungen durch einen Teilnehmer, die kürzere als die für die Ladung benötigte Zeit dauern, und zwar durch manuelle Bedienung der Teilnehmerstation nicht zu erreichen sind, aber z. B. durch Störeinkopplungen auf die Teilnehmerleitungen oder Zusammenschlagen von teilweise oxydierten Freileitungen zum Teilnehmer auftreten könnten, gelangen nicht mehr durch den in der Teilnehmerschaltung vorhande-

nen Impulsformer und damit gar nicht erst zum Z.G.. Sie können sich daher auch nicht auswirken. Die zu ihrer Unterdrückung eingebaute Rückkopplung in der Teilnehmerschaltung wurde im Technischen Bericht Nr. 27, Abs. 5 beschrieben. Wie bereits erwähnt und im Technischen Bericht Nr. 21, erläutert wurde, genügt es zur sicheren Wählauswertung nicht, Beginn oder Ende eines Wahlschrittes zu verwerten, sondern es muß der Abstand dieser beiden Ereignisse ebenfalls beurteilt werden, um in Sonderfällen eine sichere Unterscheidung vom Auflegesignal zu gewährleisten. Diese Arbeit kann das Zeitkonstantenglied leisten, indem es ein Tor im Weg der Wahlimpulse dann sperrt, wenn die ankommenden Impulse eine Grenzbreite von 80 ms. überschreiten. Ist ein Impuls breiter als 80 ms., so wird durch ihn das Zeitkonstantenglied sehr weit entladen. Hierdurch wird die Auslösung eingeleitet. Ein weiteres Tor im Weg der Wahlimpulse wird noch benötigt, um dann, wenn der Abstand zwischen zwei Impulsen 60 ms. übersteigt, die nach dem grösseren Abstand folgenden Impulse als zweite Wahlserie einer neuen Speicherdekade zuzuleiten (In der am Institut gebauten Anlage, werden alle weiteren Wahlserien unterdrückt, da nur weniger als 10 Teilnehmer angeschlossen sind).

Es war nun zu entscheiden, ob die Wahl in ein Binärregister eingespeichert werden oder ob ein Schieberegister Verwendung finden sollte. Der Binärspeicher hat den Vorteil, daß er für die Einspeicherung der Ziffern 1-0 nur ein gutes Drittel des Transistoraufwandes des Schieberegisters benötigt. Dafür muß aber ein sehr umfangreiches Diodenfeld nachgeschaltet werden, um die Binärkodierung in einzelne Durchschaltebefehle umzuwandeln. Dieses Diodenfeld kostet zwar nicht ebenso viel wie die eingesparten Transistorstufen, doch werden die Ausgangsgrößen beim Durchtritt durch dieses Dekodierungsfeld gedämpft, weshalb befürchtet werden mußte, daß ihre Energie nicht mehr zum betriebssicheren Ansteuern der Durchschalteeinrichtungen ausreichen würde. Es ist jedoch denkbar, daß man bei einer Neuplanung des Amtes nach genauer Kenntnis der geforderten Ausgangsbedingungen für das Register, dem Binärspeicher den Vorzug geben würde.

Der Kreis dieser Betrachtungen soll mit einem Problem, das ebenfalls die Verwertung der Ausgangsinformation des Speichers behandelt, abgeschlossen werden. Die von den Durchschaltebefehlen aus dem Z.G. anzusteuern den Elemente, d. h. die Koppelpunkte, benötigen Impulse als Steuergrößen. Nun darf aber der Durchschaltebefehl erst gegeben werden, nachdem das Wahllende festgestellt wurde, um einen der vollständigen Wählinformation entsprechenden Sprechweg zu finden. Es muß also nach dem letzten Wahlimpuls mindestens ca. 60 ms. gewartet werden, bis die letzte Wahlserie (im ausgeführten Fall existiert nur eine Wahlserie) als beendet angesehen werden kann. Erst jetzt darf der Steuerimpuls zum gewünschten Koppelpunkt abgesendet werden. Zu der Zeit befindet sich aber das Z.G. in Ruhe, da keine Wahlimpulse mehr eintreffen. Der Steuerimpuls für den Durchschaltebefehl muß also vom Z.G. zu diesem Zeitpunkt selbst erzeugt werden. Die einfachste Lösung scheint es zu sein, den Impuls nicht gesondert für jeden Ausgang des Registers, sondern zentral durch Umsteuern eines Impulsformers zu erzeugen, der über den einzelnen Schieberegisterausgängen vorgeschaltete Zeitkonstantenglieder, die über ein Oder-Gatter mit dem Impulsformer verbunden sind, angeregt wird. Dadurch läßt sich erreichen, daß der Impuls erst erzeugt wird, wenn ein Speicherzustand eine bestimmte Zeit erhalten bleibt. Es bleibt nun der zweite Teil der Aufgabe zu lösen, nämlich den erzeugten Impuls zum richtigen Koppelpunkt zu schicken. Da die Durchschaltung eines Weges dafür zum gewünschten Koppelpunkt hin alleine noch keine Wirkung auf diesen ausübt, ist es möglich, eine vom jeweiligen Augenblickszustand des Wählspeichers abhängige Wegdurchschaltung vorzunehmen, also z. B. bei Wahl einer 5, die Wege, die der 1, 2, 3 und 4 entsprechen, nacheinander durchzuschalten. Erst wenn die 5 eine gewünschte Zeit als Speicherzustand bestehen bleibt, wird der Impuls erzeugt und läuft nun auf dem der 5 entsprechend durchgeschalteten Weg zum gewünschten Koppelpunkt. Weil also die Wirkung nur bei einer Koinzidenz von erfolgter Wegdurchschaltung und erzeugtem Impuls eintreten kann, ist hierdurch die Einsparung von Verzögerungseinrichtungen in den Wegdurchschaltetezweigen möglich.

3.) Überblick über die Arbeitsweise des Zentralen Gliedes

An Hand eines Blockschaltbildes (Bild 1) soll nun das Arbeitsprinzip des in der am Institut ausgeführten Anlage vorhandenen Z.G. erläutert werden.

a) Abheben eines Handapparates eines anrufenden Teilnehmers

In der Teilnehmerschaltung (auf diesem Bild nicht gezeigt) wird, wie im Technischen Bericht Nr. 27 beschrieben, ein Impuls erzeugt, der einen freien Verbindungssatz mit dazugehörigem Z.G. auswählt. Ferner wird durch einen elektronischen Schaltkontakt die vom 50 kHz-Generator des Z.G. gelieferte Spannung kurzgeschlossen, so daß hinter dem Widerstand R_v des Z.G. also am Eingang des 50 kHz-Empfängers, die Spannung zusammenbricht (Bild 3, Zeile 3). Da der Empfänger bei vorhandenem Eingangssignal am Ausgang eine negative Gleichspannung liefert, steigt das Potential jetzt in positiver Richtung an (Bild 3, Zeile 4). Die in Bild 3, Zeile 4 dargestellte Ausgangsgröße des Empfängers stellt also ein Abbild der Zustände des Teilnehmerspeisestroms in der Weise dar, daß bei fließendem Strom positives Potential vorliegt und umgekehrt. Bild 3, Zeile 1 zeigt einen dem wahren Teilnehmerstrom proportionalen Potentialverlauf, während in Zeile 2 der vom Impulsformer der Teilnehmerschaltung mit dem ihm vorgeschalteten Zeitkonstantenglied von Prellungen und anderen unerwünschten Erscheinungen gesäuberte Verlauf des Potentials gezeichnet ist. Da die Ausgangsspannung des 50 kHz-Empfängers wegen der Ladezeitkonstante des Demodulators keinen genügenden Rechteckverlauf mehr aufweist und außerdem der Empfänger als Quelle zur Ansteuerung weiterer Schaltungen zu hochohmig ist, werden die Ausgangssignale in einem nach Art des S c h m i t t - Triggers geschaltetem Impulsformer bezüglich des Anstiegs und Energieinhaltes auffrischt (Bild 3, Zeile 5). An seinem Ausgang erhält man also eine Funktion, die dem idealisierten Verhalten des Teilnehmerspeisestromes entspricht. Das positive Potential gelangt nun an das richtungsabhängige Zeitkonstantenglied und lädt den darin vorhandenen Kondensator mit einer Zeitkonstanten von 3 ms. auf. Danach liegt am Ausgang dieses Gli-

des ebenfalls positives (Bild 3, Zeile 6) und hinter diesem Negator (Phaseninverter) mit nachgeschaltetem Kollektorbasis-Stromverstärker negatives Potential (Bild 3, Zeile 7). Der Stromverstärker war notwendig, da die Ansteuerung des Phaseninverters wegen der geforderten, großen Entladezeitkonstante sehr hochohmig erfolgen mußte und deshalb die eine Stufe des Phaseninverters nicht ausreichte, um eine exakte Ansteuerung des nachgeschalteten Impulsformers III zu gewährleisten. Steuert man nämlich einen Transistor-Impulsformer nach Art des S c h m i t t - Triggers, zu hochohmig an, so erfolgt der Umkippvorgang nur langsam, und es treten während des Umklappens Schwingungen im höheren Tonfrequenzbereich auf, die Störungen in den nachfolgenden Schaltgruppen hervorrufen können. Da also ohnehin 2 Stufen zwischen Zeitkonstantenglied und Impulsformer III benötigt wurden, war eine Anschaltung des Zeitkonstantengliedes an den gegenphasigen Ausgang des Impulsformers I, bei der man die Negatorstufe hätte einsparen können, nicht notwendig. Durch günstigere Auslegung der Potentiale würde sich an dieser Stelle jedoch bei einer Neukonstruktion vermutlich eine Transistorstufe einsparen lassen. Das am Ausgang des Impulsformers III nunmehr zur Verfügung stehende, negative Potential (Bild 3, Zeile 8) öffnet das hinter einem dem Impulsformer I nachgeschalteten Differenzierglied liegende Impulsgatter (Wählimpulstor I) für die Wählimpulse. Betrachtet man nun zunächst das Wählimpulstor II als durchgeschaltet, so ist der Weg für die Wählimpulse zum Schieberegister frei.

b) Wahl

Die Unterbrechungen des Teilnehmerspeisestromes bei der Wahl erscheinen, wie man auf Bild 3, Zeile 1-5 im Zusammenhang mit Bild 1 verfolgen kann, als negative Impulse am Ausgang des Impulsformers I. Diese gelangen auf das richtungsabhängige Zeitkonstantenglied, können es aber wegen dessen großer Zeitkonstante in dieser Richtung von ca. 100 ms. während ihrer kurzen Dauer nicht so weit umladen (Bild 3, Zeile 6), daß eine Umsteuerung des Impulsformers III eintritt (Bild 3, Zeile 7 und 8). Deshalb bleibt während der Wahl das negative Potential am Ausgang des Impulsformers III erhalten und damit das Wählim-

pulstor I für die Wählimpulse durchgeschaltet.

Ferner entstehen nun hinter dem Differenzierglied doppelt so viele Nadelimpulse wechselnder Polarität (Bild 3, Zeile 9), wie Wählimpulse eintreffen. Beim Durchtreten durch das Wählimpulstor I werden wegen der Konstruktion desselben mit einer Diode im Impulsweg die negativen Impulse unterdrückt, so daß an seinem Ausgang pro Wählschritt ein positiver Impuls erscheint (Bild 3, Zeile 10). Der Abhebeimpuls konnte das Tor noch nicht passieren, da dessen Öffnung über den im Absatz a beschriebenen Umweg noch nicht erfolgt war. Über das zunächst als durchgeschaltet zu betrachtende Wählimpulstor II laufen die Wählimpulse jetzt in das Schieberegister. Dieses steht in der Ruhestellung mit den Stufen 1-7 (die Anlage wurde nur für 6 Teilnehmer ausgebaut) auf "rechts" und nur mit der Nullstufe auf "links". Je nach der Zahl der eintreffenden Impulse wandert der Zustand "links" von der Nullstufe aus zu der jeweils nächsten Stufe weiter, während alle anderen Stufen, jetzt also auch die Nullstufe, auf "rechts" liegen. Bei Wahl einer 2 geht demnach die Stufe 1 kurzzeitig auf "Linkslage", während die Stufe 2 als einzige "links" liegen bleibt.

"Linkslage" bedeutet in diesem Fall negatives Potential am linken Ausgang der Stufe, oder in der allgemeinen Symbolsprache "0" oder "kein Zeichen" (s. hierzu Bild 3, Zeilen 12-16). Die kurzzeitig auftretenden, negativen Potentiale können sich über die Zeitkonstantenglieder t nicht so schnell auswirken (Bild 3, Zeile 17), daß sie über das Oder-Gatter für 0 den Impulsformer II umsteuern könnten. Erst ein länger an einem Ausgang liegendes, negatives Potential bewirkt über t (Bild 3, Zeile 18) und das Oder-Gatter für 0 (Bild 3, Zeile 20) ein Umklappen des Impulsformers II (Bild 3, Zeile 21). Man sieht in Zeile 20 den Einfluß der Stufe 1 und der Stufe 2 hinter dem Oder-Gatter. Wäre die Reihenfolge von t und Oder-Gatter vertauscht worden, so könnte man vermuten, daß nur ein Zeitkonstantenglied für alle Ausgänge des Registers notwendig wäre. Dies trifft jedoch nicht zu, da sich dann die Wirkungen der kurzzeitig auf Minuslage gehenden Stufen bezüglich des Zeitkonstantengliedes addieren würden, und die Verzögerung nach dem Wahlende immer mehr absinken würde, je größer

die gewählte Ziffer ist, bis schließlich bei einer bestimmten Zifferngröße der Impulsformer umgesteuert werden würde, ohne daß die Wahl beendet zu sein brauchte. Es ist also deshalb hinter jeder Stufe des Registers ein gesondertes Zeitkonstantenglied erforderlich. In der Darstellung hätte an Stelle des Oder-Gatters für Nicht-Zeichen auch ein Und-Gatter für Zeichen eingefügt werden können, da diese beiden Gattertypen identisch sind. Dies wurde jedoch nicht getan, um die Darstellung einfacher lesbar zu halten. Durch die beschriebene Gesamtanordnung wird also zunächst erreicht, daß eine bestimmte Zeit nach dem Wahllende, und nur dann, der Impulsformer II so umgesteuert wird, daß sein Ausgang negativ wird (Bild 3, Zeile 21). Damit sperrt der Impulsformer das Wählimpulstor II, und es kann keine Nachwahl mehr in das Register gelangen. Der von der Nachwahl herrührende Impuls auf Bild 3, Zeile 10 ist also auf Zeile 11 hinter dem Wählimpulstor II nicht mehr vorhanden. Bei mehrzifferiger Wahl würde man anstatt des Sperrens ein Umsteuern der Impulse auf das nächst höhere Register vorsehen.

Bevor der Impulsformer II umgesteuert wird, legen während der Einspeicherung der Wahl in das Register die Registerstufenausgänge nacheinander negatives Potential ("0") an die Impulsgatter für 0 Impulse, bis die der Ziffer entsprechende Stufe erreicht ist (Bild 3, Zeile 14, 15, 16). Dadurch werden die Impulsgatter nacheinander geöffnet, es entsteht aber an ihrem Ausgang erst eine Wirkung, wenn gleichzeitig über ihren Impulseingang ein Steuerimpuls angeliefert wird. Dieser wird durch Differentiation der Ausgangsspannung des Impulsformers II erzeugt, also als negativer Impuls nach der Feststellung des Wahllendes, und läuft nun nur über das zu diesem Zeitpunkt geöffnete Impulsgatter (Bild 3, Zeilen 23-25), welches der tatsächlich gewählten Ziffer entspricht, über die dazugehörige M-Leitung zum gewünschten Koppelpunkt. Dadurch wird der betreffende Koppelpunkt durchgeschaltet, und die Verbindung zum angerufenen Teilnehmerapparat ist somit hergestellt. Um die Potentiale der Gleichspannungen an den Zustandseingängen der verschiedenen Impulsgatter unabhängig voneinander zu halten, wurde vor jedes Gatter ein gesonderter Differenzierkondensator geschaltet.

c) Auslösung

Da in der Teilnehmerschaltung des Anrufers wie des Angerufenen während des Gespräches die 50 kHz-Spannung kurzgeschlossen wird, erscheint diese am 50 kHz-Empfänger im Z.G. erst wieder, wenn beide Teilnehmer aufgelegt haben. Dies äußert sich auf dem bekannten Wege am Ausgang des Impulsformers I als Umsteuerung auf negatives Potential (Bild 3, Zeilen 3-5). Dadurch wird das Zeitkonstantenglied langsam umgeladen und gibt über den Negator und den Verstärker nach etwa 80 bis 100 ms. an den Impulsformer III den Befehl zum Umsteuern (Bild 3, Zeilen 6-8). Am Ausgang des Impulsformers III entsteht also knapp 100 ms. nach dem Auflegen des letzten Teilnehmers ein Potentialsprung in positiver Richtung. Dieser läuft über ein Differenzierglied nunmehr als positiver Nadelimpuls (Bild 3, Zeile 26) in den Löscheingang des Schieberegisters und stellt es in die Ruhelage zurück (an allen linken Stufenausgängen liegt Plus, nur in der Nullstufe am rechten Ausgang; Bild 3, Zeile 12-16).

Die Nullstufe soll nun nach Löschung des Registers die Zeitkonstantenglieder vor den Registerausgängen entladen und den Impulsformer II zurücksteuern. Das Umsteuern des Impulsformers II geschieht über das Zustands-Ventil und Trennglied. Deshalb muß es für Zeichen von x nach w durchlässig sein. Das Entladen der Zeitkonstantenglieder erfolgt in umgekehrter Richtung über das Oder-Gatter für 0, weshalb die Forderung auf Rückwirkung für Zeichen bei diesem Gatter in einer Fußnote auf Bild 1 besonders erwähnt ist. Die Einfügung des Trenngliedes und Zustands-Ventils war deshalb notwendig, um im Betriebszustand des Registers die Ausgangsgröße aus dem Oder-Gatter für 0 unabhängig von der Nullstufe zu halten. Im anderen Falle würde die Nullstufe direkt nach Beginn der Wahl den Impulsformer II umsteuern können. In der Ausführung handelt es sich bei diesem Glied lediglich um eine Diode und einen Widerstand.

Der Potentialsprung in positiver Richtung am Ausgang des Impulsformers III gelangt ferner über ein anderes Differenzierglied als positiver Nadelimpuls auf die H-Leitung des Verbin-

dungssatzes und löscht alle auf diesem belegten Koppelpunkte, so daß damit der gesamte Verbindungssatz mit dem Z. G. in die Ruhestellung zurückkehrt. Verfolgt man den Spannungsverlauf vor und hinter dem Differenzierglied (Bild 3, Zeilen 8 und 27), so stellt man keinen Unterschied in den Diagrammen fest. Das rührt daher, daß das Differenzierglied die Ausgangsspannung des Impulsformers III zunächst differenziert, daß aber die angesteuerten Koppelpunkte durch ihr bistabiles Verhalten diesen Impuls sofort wieder integrieren und die erhaltene Ausgangsgröße gleichfalls auf dieselbe Leitung geben. Daher erscheint die Ursprungsfunktion wieder hinter dem Differenzierglied und zwar nur geringfügig um einen als Integrationskonstante auffaßbaren Gleichstromanteil verändert. Technisch betrachtet hat der Differenzierkondensator an dieser Stelle also nur noch die Aufgabe, die Gleichspannungsanteile voneinander unabhängig zu machen.

Der auf Bild 1 dargestellte G-Leitungsanschluß enthält ein R-C-Glied, welches das Umspringen der G-Leitung auf negatives Potential beim Auslösen verlangsamt. Es besteht sonst die Gefahr, daß hierdurch im Koppelfeld auf den Auswahlleitungen für einen freien Verbindungssatz (K-Leitungen) beim Auslösen der Koppelpunkte negative Suchimpulse vorgetäuscht werden, die dann ihrerseits den nächsten freien Verbindungssatz belegen würden.

Die Zeichengabe, sowie das Verhalten im Besetztfall sollen, wie erwähnt, in einem weiteren Technischen Bericht behandelt werden; die Einrichtungen hierfür sind teilweise schon auf dem im Folgenden hauptsächlich benutzten Bild 2 gezeichnet. Sie befinden sich mit Ausnahme der Wählzeichen-Anschaltung alle auf dem linken Drittel des Bildes.

4. Besprechung der Funktion und des Aufbaues der verschiedenen Konstruktionseinheiten der Schaltung unter Berücksichtigung ihres Zusammenwirkens.

a) Verbindungssatz Abschlußtransformator

Der auf Bild 1 im Blockdiagramm dargestellte Verbindungssatzabschlußtransformator ist in der Einzelteilschaltung (Bild 2) in der Mitte des Blattes zu finden. Er hat 4 Aufgaben zu erfüllen:

1. Die beiden Adern des Verbindungssatzes unter Wahrung der Symmetrie für die Sprech- und Zeichenspannung an ein definiertes Potential, in diesem Fall Masse oder 0 V, zu legen.
2. Einen Abnahmepunkt für die 50 kHz - Signalisierungsspannung zu schaffen,
3. die Einspeisung des Wählzeichens und
4. die Einspeisung des Teilnehmerbesetztzeichens zu gestatten.

Die Aufgaben 1 und 2 sind im wesentlichen mit denselben technischen Mitteln zu lösen. Der Abschlußtransformator braucht hierfür nur eine symmetrisch ausgeführte, mittelangezapfte Wicklung zu besitzen. Die Mittelanzapfung kann als wechsellspannungsfreier Punkt bezüglich der Sprach- und Zeichenspannungen an 0 V gelegt werden; andererseits tritt hier, wegen der gewählten Brückenschaltung (s. Technischer Bericht Nr. 27, Abs. 2) die volle 50 kHz-Spannung auf, weshalb das Nullpotential über den für die Sprechspannungen niederohmigen Eingangstransformator des 50 kHz-Empfängers zugeführt wird. Es zeigte sich jedoch, daß der ohmsche Anteil des Wicklungswiderstandes der beiden bezüglich der 50-kHz-Spannung parallelgeschalteten Wicklungshälften (der induktive Anteil hebt sich auf) noch zu groß für die Übertragung des Kurzschlusses in der Teilnehmerschaltung auf den Empfänger war, da aus aufbautechnischen Gründen ein Kleintrafokern verwendet wurde. Zur Abhilfe wurde je ein Serienresonanzkreis für 50 kHz über jede Wicklungshälfte geschaltet. Um die Symmetrie dieser Anordnungen zu steigern, und den Aufwand gering zu halten, wurden die beiden Spulen in bifilarer Wicklung auf einen gemeinsamen Ferritkern aufgebracht. Eine durch diese Kreise auftretende

Dämpfung des oberen Sprachfrequenzbereiches bleibt wegen des Wellenwiderstandes von 600 Ohm und der Serienschaltung der beiden 10 nF Kondensatoren für diesen Fall ohne praktische Auswirkung. Zur Erfüllung der Aufgaben 3 und 4 besitzt der Transformator noch zwei weitere Wicklungen mit Mittelanzapfung.

b) 50 kHz-Generator

Der im Bilde 2 in der unteren Mitte gezeichnete Oszillator ist als Dreipunktschaltung aufgebaut und weist keine Besonderheiten auf. Die Kreiskapazität ist als 10 nF Papierkondensator ausgeführt. Die Frequenzstabilität des Oszillators bei Belastungs- und Betriebsspannungsschwankungen ist sehr gut und genügt den geringen Anforderungen, die durch die Anlage in dieser Beziehung gestellt werden, bei weitem. Der Ausgang des Oszillators ist auf mehrere 5 k Ohm Widerstände (R_V) vielfach geschaltet und zwar auf so viele, wie Zentrale Glieder vorhanden sind, da der 50 kHz Oszillator nur einmal für das ganze Amt notwendig ist. Die Vorwiderstände R_V dämpfen die Belastungsstöße auf den Oszillator, die durch die Kurzschlüsse der 50 kHz-Spannung in den Teilnehmerschaltungen auftreten und vergrößern gleichzeitig den Innenwiderstand des Generators vom 50 kHz-Empfängers aus gesehen, damit der Pegel hier den Belastungsschwankungen, welche ja die auszuwertenden Schaltbefehle darstellen, möglichst weitgehend folgt.

c) 50 kHz-Empfänger

Da einerseits der 50 kHz-Spannungspegel auf den Verbindungssatz- und Teilnehmerleitungen nicht höher als die auftretenden Sprechspannungen liegen darf, um keine besonderen Anforderungen an die Koppelpunkte bezüglich der sicher zu sperrenden Spannung stellen zu müssen, andererseits aber die Diode im Empfänger eine Spannung von einigen Volt benötigt, um Schwankungen des Pegels unter Beibehaltung eines geringen Innenwiderstandes folgen zu können, wurde im Eingangstransformator des 50 kHz-Empfängers ein Übersetzungsverhältnis von 1:3 gewählt. Auch aus einem anderen Grund ist ein niedriger Pegel auf den Leitungen erwünscht: Bei großen Spannungen treten an den Koppelpunkten Modulationen

der 50 kHz-Spannung mit den Sprachspannungen auf, da die Transistoren sich dann während bestimmter Stromflußwinkel nicht mehr im durchgeschalteten oder im sperrenden Zustand befinden. Dadurch würde die Nebensprechdämpfung im Koppelfeld ganz erheblich sinken, da die 50 kHz-Spannungen wegen ihrer relativ hohen Frequenz und ihrer völligen Unsymmetrie auf den Leitungen wesentlich leichter auf andere Leitungen ein-koppeln würden und durch Demodulation an einem der vielen im Sprechkreis vorhandenen Halbleiter, z.B. an einem unsymmetrischen Amplitudenbegrenzerdiodenpaar ein Nebensprechen hervorrufen könnten.

Da der Empfänger bei vorhandenem Eingangssignal ein negatives Ausgangspotential abgibt, das den Strom für die Eingangsbasis des Impulsformers I liefern muß, ist als Belastungswiderstand an seinem Ausgang ein 20 k Ohm Widerstand ausreichend niederohmig, um die Eingangsbasis des Impulsformers I wieder in den Sperrbereich zu steuern. Ferner genügt eine Einweggleichrichtung für den Empfänger, weil kein extrem schnelles Arbeiten gefordert wird.

d) Impulsformer I

Es handelt sich um eine in der Literatur häufig beschriebene S c h m i t t - T r i g g e r - Schaltung, weshalb keine Einzelheiten der Schaltung besprochen zu werden brauchen. Der Ladekondensator von 50 nF im 50 kHz-Empfänger dient nicht nur zur Glättung der demodulierten Ausgangsspannung, sondern vor allem soll er im Augenblick des Umschlagens des Impulsformers I das Potential der Eingangsbasis festhalten, um eine wirksamere Rückkopplung über den gemeinsamen 50 Ohm Emitterwiderstand zu ermöglichen. Durch diese Maßnahme wird ein guter Rechteckcharakter der Ausgangsfunktion des Impulsformers erhalten, obwohl die Ansteuerung ziemlich hochohmig erfolgt. Eingangs- und Ausgangsphase des Impulsformers sind für eine Betrachtung der Zusammenarbeit des Impulsformers mit den angrenzenden Baueinheiten in diesem Fall unbedenklich als gleich anzusehen. Exakt betrachtet läuft die Ausgangsphase gegenüber der Eingangsphase etwas nach, weil das Ansteuerpotential für den Umschlag in beiden Richtungen verschieden ist.

e) Richtungsabhängiges Zeitkonstantenglied

Die Verwendung dieses Gliedes zur Zeitmessung und die Forderung auf unterschiedliche Zeitkonstanten für Ladung und Entladung wurden bereits im Absatz zwei dieses Berichtes behandelt. Die Ladezeitkonstante (Aufladung der nichtgeerdeten Kondensatorplatte in positiver Richtung) wurde auf etwa 3 ms festgelegt. Eine kürzere Zeit wurde nicht gewählt, um die Belastung des Impulsformers I gering zu halten, damit die Wählimpulse nicht zu stark gedämpft werden. Im Augenblick eines beginnenden Wählimpulses sind ja der um einen bestimmten Betrag während des Wählschrittes entladene Kondensator und der Impulsformer als Generator über den Innenwiderstand der Diode und den ihr vorgeschalteten Widerstand parallelgeschaltet. Für die Entladung ist die Diodenstrecke gesperrt und der Entladestrom muß im wesentlichen über den 100 k Ohm Widerstand abfließen, was einer Zeitkonstante von 100 ms entsprechen würde, die durch den Strom, der über den 300 k Ohm Vorschaltwiderstand in die Basis des OC 73 (bei einer Neukonstruktion wäre man nicht an diesen nicht mehr gefertigten Typ gebunden) fließt, noch etwas herabgesetzt wird.

f) Phaseninverter, Verstärker und Impulsformer III

Zu diesen Baueinheiten sind nähere Ausführungen überflüssig, da die Schaltungen keine Besonderheiten aufweisen. Der 200 Ohm Widerstand zwischen Verstärker und Impulsformer III dient der Begrenzung des Basisstromes. Impulsformer III schlägt um, wenn der Kondensator des Zeitkonstantengliedes sich annähernd auf die $1/e$ fache Spannung entladen hat. Eine Ausnutzung der mehrfachen Zeitkonstante ist nicht anzuraten, obwohl dann der Kondensator kleiner gewählt werden könnte, da durch den flachen Verlauf der Entladekurve nach mehr als einer Zeitkonstante die Umschaltung zeitlich nicht mehr so definiert stattfindet.

g) Wählimpulstore I und II

Das Wählimpulstor I soll nur die als Wählimpulse erkannten Nadelimpulse, die über den Differenzierkondensator aus dem Impulsformer I kommen, durchlassen. Außerdem soll es den am Anfang des Wählschrittes entstehenden, negativen Impuls un-

terdrücken und nur den positiven Impuls am Wählschrittende passieren lassen. Diese zweite Forderung wird dadurch erreicht, daß die zugeführten Steuerspannungen so gewählt sind, daß das Tor in Durchlaßstellung auf beiden Seiten der Diode mit gleichem Potential versorgt wird. Ein positiver Impuls tritt nun durch die Germaniumdiode hindurch, während ein negativer sie ins Sperrgebiet steuert und daher nicht durchgelassen wird. Soll das Tor gesperrt werden, so wird ein derart hohes Potential in Sperrrichtung angelegt, daß auch der im Durchlaßsinn gepolte Impuls die Diode nicht mehr in die Leitrichtung umzupolen vermag. Diese Methode hat den Vorteil, daß sowohl in Sperr- als auch in Leitstellung praktisch kein Steuerstrom fließt. Lediglich während der Umschaltung muß der Ladestrom für die Trennkondensatoren aufgebracht werden. Hierin liegt nun der Nachteil dieser Impulstore begründet (Technischer Bericht Nr. 27, Abs. 4, S. 18 oben), nämlich daß durch die großen Zeitkonstanten, die durch diese Kondensatoren zusammen mit den hochohmigen Ansteuerwiderständen entstehen, die Tore nicht sehr schnell umsteuerbar sind. Es handelt sich bei den ausgeführten Toren um Zeitkonstanten von bis zu 20 ms. Da in der hier beschriebenen Anwendung diese Zeiten aber noch zulässig sind, wurden die Tore mit den vorliegenden Werten aufgebaut. Selbstverständlich könnte durch Verkleinerung der Steuerwiderstände eine erhebliche Steigerung der Schaltschnelligkeit erreicht werden, nur müßte diese mit einer erhöhten Durchtrittsdämpfung für den Impuls erkaufte werden. Ein Gatter, welches diese Nachteile vermeidet, ist im Technischen Bericht Nr. 27, Abs. 4, S. 19 unten als Impulsgatter beschrieben worden. Beim Wählimpulstor II, das die Aufgabe hat, eine eventuelle Nachwahl zu unterdrücken, geschieht die Ansteuerung auf der anderen Diodenseite, da eine umgekehrte Phase der Steuerspannung in Bezug auf das Durchlaßverhalten des Tores zur Verfügung steht.

h) Schieberegister

In Bild 4 ist das Schieberegister mit der Nullstufe und zwei Zählstufen gesondert dargestellt worden, um seine Funktion besser erläutern zu können. Um das Register in die Ruhelage zu bringen, wird vom Impulsformer III über

das nachgeschaltete Differenzierglied ein positiver Impuls auf die Löschleitung geschickt, der über die Entkopplungsdioden in den einzelnen Stufen des Schieberegisters in der Nullstufe den linken Transistor und in allen übrigen Stufen den rechten Transistor in den Sperrbereich steuert. Dadurch bleiben die bistabilen Multivibratoren der einzelnen Stufen in der entsprechenden Stellung liegen. Ausgang A_0 ist also in Ruhelage positiv, Ausgang B_0 negativ und die Ausgänge A_1 , A_2 , A_3 , usw. alle positiv, (A_0 greift am rechten Transistor an, während A_1 , A_2 , A_3 , usw. mit den jeweils linken Transistoren verbunden sind). Gelangt nun ein positiver Wählimpuls auf die Zählleitung, so wird die erste Zählstufe umgekippt, weil der Wählimpuls nur zu dieser einen Stufe durchgeschaltet ist wegen des negativen Potentials, das über den 5 k Ohm Widerstand von der Nullstufe an die Kathode der Trenndiode der ersten Zählstufe gelegt ist. Alle anderen Stufen legen über die entsprechenden 5 k Ohm Widerstände positives Potential an die Kathoden der Trenndioden der jeweils folgenden Zählstufen und sperren damit die Dioden für den Wählimpuls. Die 1. Zählstufe kippt also um, und schickt dabei über ihren 2 k Ohm Widerstand, ein weiteres Diodenventil und den 5 nF Kondensator einen positiven Impuls in die rechte Basis der Nullstufe, wodurch diese ebenfalls umschlägt und damit in derselben Lage steht wie alle übrigen Zählstufen außer der ersten. Beim zweiten Wählimpuls wiederholt sich das Spiel zwischen zweiter und erster Zählstufe, so daß am Ende dieses Umkippvorganges nur noch die zweite Zählstufe eine andere Lage gegenüber allen anderen Zählstufen einnimmt, usw. Der Zustand "Ausgang A einer Zählstufe hat Minus-Potential" schiebt sich also mit der Zahl der eintreffenden Wählimpulse schrittweise durch das Register und kann weiter ausgewertet werden. Das Diodenventil zwischen jeweils zwei Stufen ist notwendig, damit nicht beim Rückklappen einer Zählstufe in die Ruhelage die vorhergehende Stufe wiederum aus der Ruhelage herausgekippt wird. Die oben beschriebene Ansteuerungsart durch die Wählimpulse wurde deshalb in dieser Form entwickelt, damit für diese nur jeweils eine Stufe des Registers als Belastung angeschaltet ist, um die Dämpfung der Wählimpulse klein zu halten. Für den Löschimpuls tritt im wesentli-

chen die Belastung durch zwei parallele Stufen auf, die eingestellte Zählstufe und die Nullstufe; allerdings verbrauchen die bereits richtig eingestellten Stufen auch eine gewisse Energie des Löschimpulses. Der Zustand der Nullstufe kann als Indikator dafür verwendet werden, ob das Register in Tätigkeit ist oder in Ruhelage. Die mit "Anz." bezeichneten Symbole stellen Lampen in einem Schaukasten dar, der zur besseren Übersicht über die Arbeitsweise angeschlossen wurde.

i) Zeitkonstantenglieder an den Registerausgängen, Oder-Gatter für 0 und Trennglied

Wie im Abs. 3 b dieses Berichtes ausführlich erläutert wurde, ist jedem Zählstufenausgang ein Zeitkonstantenglied vorgeschaltet, daß aus einem 8 k Ohm Widerstand und einem 25 μ F Kondensator besteht. Eine derart niederohmige Ausführung der Glieder war erforderlich, um den Impulsformer II noch sicher ansteuern zu können.

Durch die hinter die Zeitkonstantenglieder geschalteten Dioden wird das Oder-Gatter für negatives Zeichen verwirklicht, wie man leicht an Hand des Bildes 2 erkennen kann.

Das Zustandsventil und Trennglied wird durch die dem Nullstufenausgang vorgeschaltete Diode in Serie mit dem 2 k Ohm Widerstand gebildet. Geht die Nullstufe am Ende einer Verbindung in Ruhelage, so wird positives Potential über die Diode und den 2 k Ohm Widerstand an den Eingang von Impulsformer II gelegt, der damit in seine Ausgangslage zurückkehrt. Ferner wirkt das positive Potential durch die Dioden des eben erwähnten Oder-Gatters auf die Kondensatoren der Zeitkonstantenglieder (Rückwirkung durch das Oder-Gatter) und entlädt alle 25 μ F Kondensatoren wieder auf ihr Ruhepotential.

k) Impulsformer II

Der Impulsformer II weist als einzige Abweichung von den übrigen Impulsformern einen Abgriff am Ausgangswiderstand auf. Dieser wurde nötig, weil für die Steuerung des Wählimpulstores II die volle Spannung, für die Erzeugung der Be-

legunsimpulse über die 10 nF Kondensatoren aber nur eine geringere Spannung Verwendung finden sollte, um die Sperrwirkung der Impulstore nicht zu gefährden.

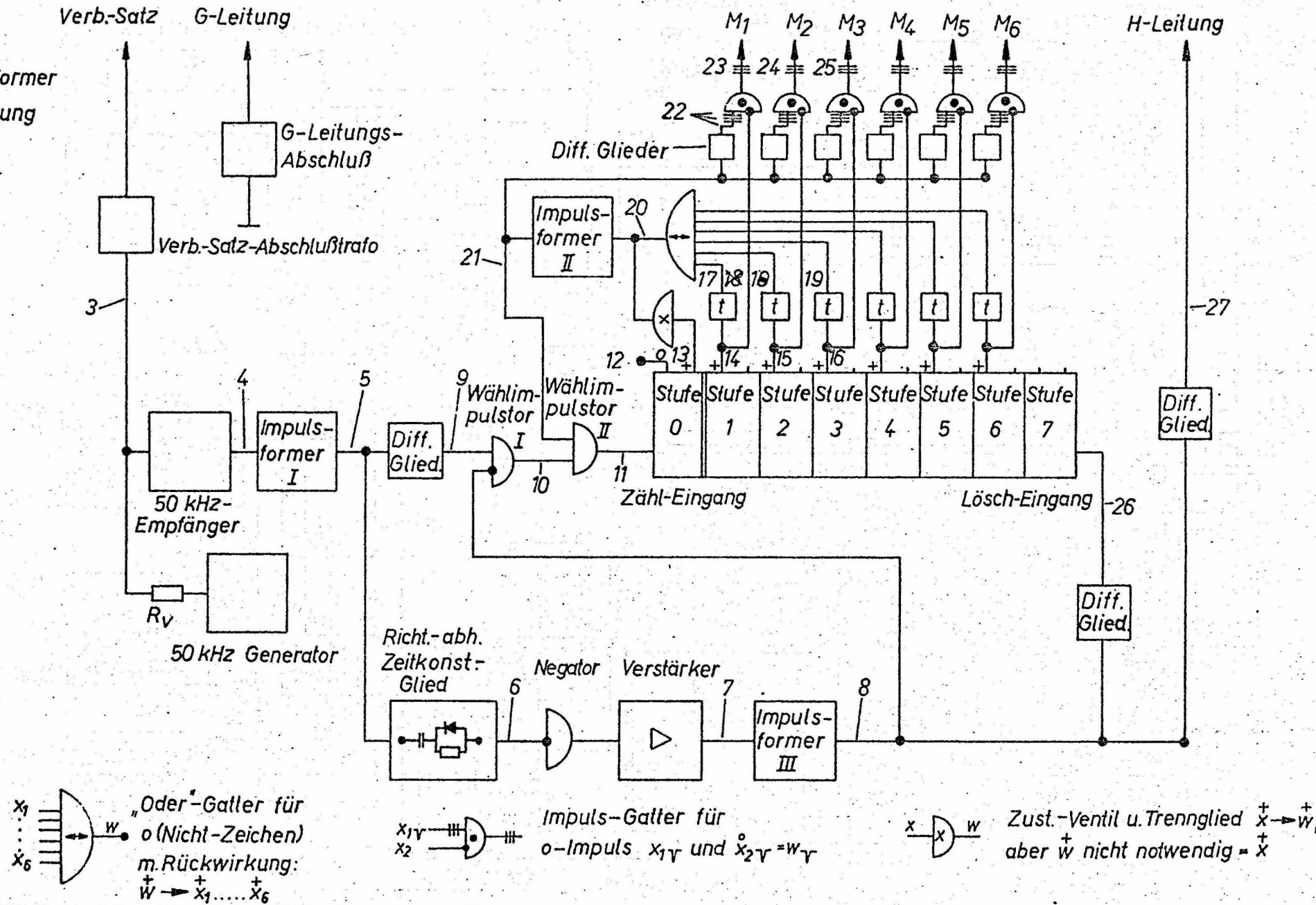
1) Impulstore in den Belegungsleitungen M

Da die Differenzierkondensatoren nur eine Größe von 10 nF haben und die geforderte Ansteuerschnelligkeit dieser Impulstore nicht die zur Feststellung des Wahlergebnisses benötigte Zeit von etwa 60 ms nach dem letzten Wählschritt wesentlich zu unterschreiten braucht, genügen hier sehr hochohmige Widerstände in den Steuerleitungen, die lediglich klein gegenüber den Sperrwiderständen der Dioden zu sein brauchen. In der ausgeführten Schaltung ergeben sich mit 200 k Ohm Widerständen trotzdem nur Zeitkonstanten von 2 ms. Der Belegungsimpuls findet also das der Wahl entsprechende Impulstor geöffnet und kann über die dazugehörige M-Leitung den Koppelkontakt belegen.

Die in diesem Bericht beschriebene Schaltung hat in der praktisch ausgeführten Anlage, es sind darin 2 Zentrale Glieder enthalten, während eines mehrmonatigen Versuchsbetriebes ohne ein Versagen gearbeitet.

2-hinter Imp. Former
in Tn-Schaltung

Bezeichnung der Ausgänge des Schieberegisters entsprechend der Ruhelage	<u>Maßstab:</u> Bild 1
Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung	Abl. FM

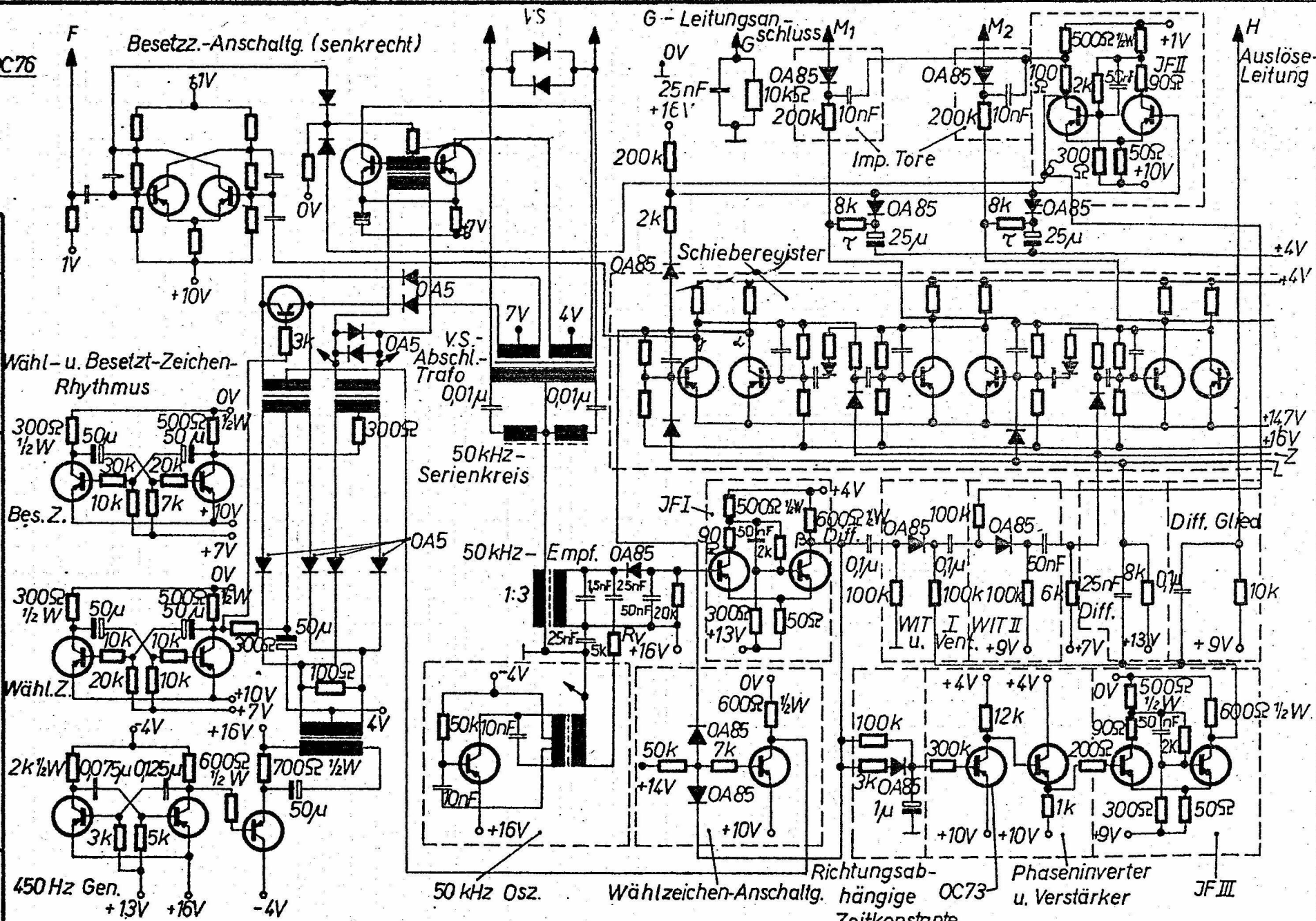


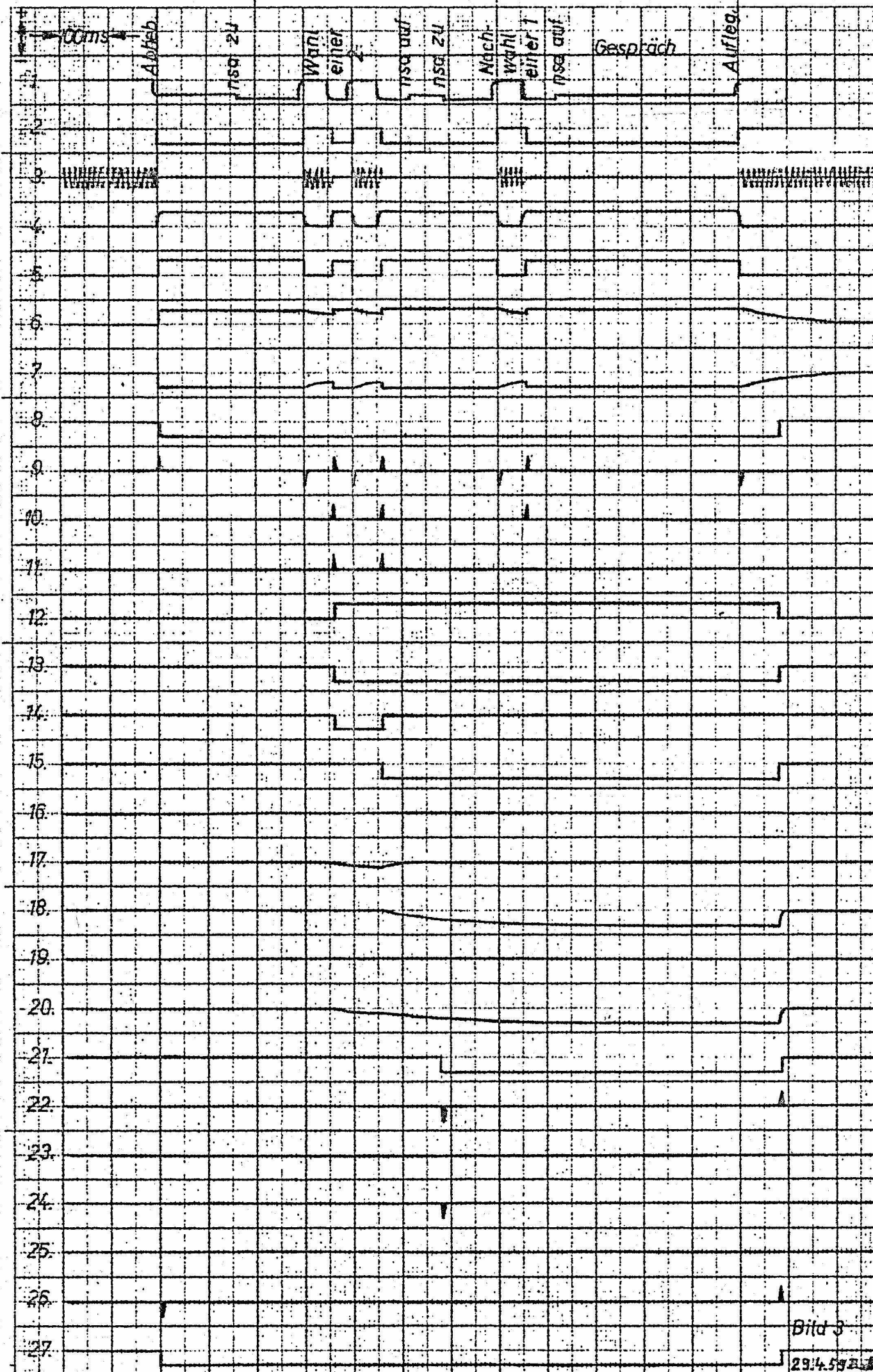
Transistoren OC76

Tag	Name
Bearb. 14.1.59	Berlin
Gepr. 22.1.59	Jährig
Zchng.	

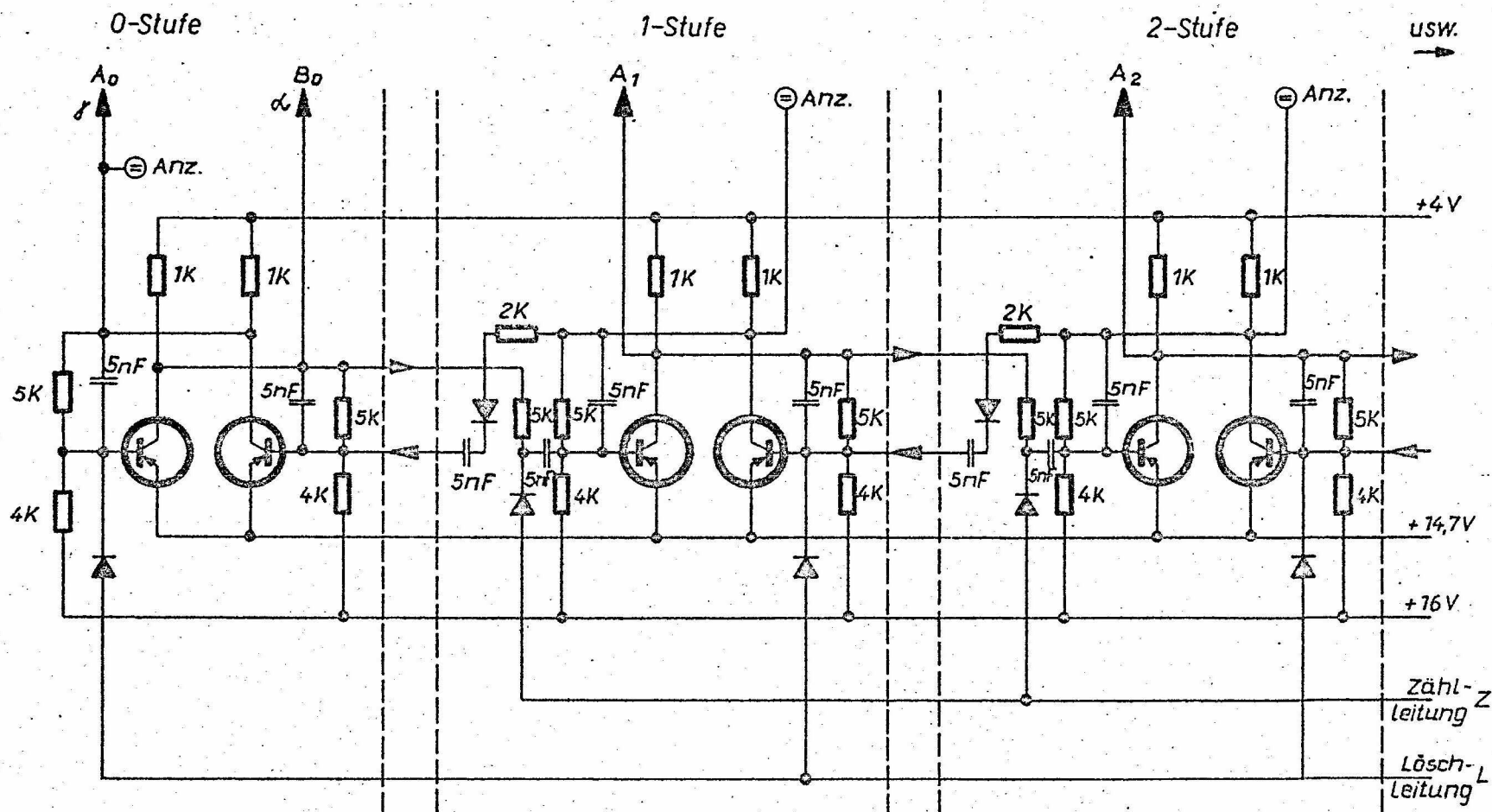
Zentrales Glied
Auswertungs- u. Wählzeichen-Schlg.
Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung

Maßstab
Bild 2
Abt. FM





Freiwahlklausur				
Ausgabe	Änderung	Tag	Name	
		Bew.	Tag	Name
		Dapt.	21.10.58	B. R.
		Ganzl.	28.10.58	Jährig
Schiebe-Register (nur 3 Stufen dargestellt)				Maßstab Bild 4
Verstärkt-Peinen				
Ersatz	Ersatz	Arbeitsplan		



Transistoren OC76
Dioden DA 85