

HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR SCHWINGUNGSFORSCHUNG
BERLIN-CHARLOTTENBURG

Prof. Bremer

Technischer Bericht Nr. 75

Ein Wählsystem mit Tastenwahl und magnetischer
Vorspeicherung der Wahlinformation beim Teilnehmer
Teil I: Die Wählvorrichtung

von

Dipl.-Ing. R. WEHRMANN

H 75

Berlin
1 9 6 4

Technischer Bericht Nr. 75

Ein Wählsystem mit Tastenwahl und magnetischer Vor-
speicherung der Wahlinformation beim Teilnehmer

Teil I: Die Wählvorrichtung

Zusammenfassung

In der heutigen Vermittlungstechnik werden in zunehmendem Maße elektronische bzw. teilelektronische Systeme eingeführt, die eine gegenüber der Nummernscheibenwahl wesentlich erhöhte Wählgeschwindigkeit gestatten. Eine Vorspeicherung der Wahlinformation beim Teilnehmer bietet unter anderem den Vorteil einer schnellen, vom Teilnehmerverhalten unabhängigen Informationsgabe.

Im folgenden wird die Entwicklung einer Tastenwählvorrichtung mit elektro-magnetischem Ziffernspeicher beschrieben. Nach der Festlegung eines geeigneten Zifferncodes werden verschiedene konstruktive Lösungsmöglichkeiten angegeben und zwei aufgebaute Modelle erläutert. Aufgrund der dabei gewonnenen Erkenntnisse wird das Modell einer optimalen Konstruktion entworfen.

Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung

Der Bearbeiter
gez. R. Wehrmann
(Dipl.-Ing.R.Wehrmann)

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

Der Institutsdirektor
gez. Rothert
(Prof.Dr.-Ing.G.Rothert)



Berlin-Charlottenburg, den 1. September 1964

I n h a l t

	Seite
Vorwort	1
1. Auswahl des Speichers	3
2. Möglichkeiten der magnetischen Vorspeicherung	4
3. Festlegung des Zifferncodes für ein elektromagnetisches Speicherverfahren	6
3.1 Codierungsmöglichkeiten	6
3.11 Das Impulslängenverfahren	7
3.12 Das Impulsabzählverfahren	7
3.13 Binäre Verfahren	8
3.131 Das Rückkehr-nach-Null-Verfahren	8
3.132 Die Richtungsschrift	8
3.133 Die Wechselschrift	9
3.134 Ein Verfahren mit Rückkehr zur Grundmagnetisierung	9
3.135 Die Richtungs-Taktschrift	10
3.136 Die Wechsel-Taktschrift	10
3.2 Auswahlkriterien	10
4. Der mechanische Aufbau der Wählvorrichtung	12
4.1 Anforderungen an die Konstruktion	12
4.2 Bestandteile der Konstruktion	14
4.21 Der Speicher	14
4.22 Die Einspeichervorrichtung	16
4.221 Das Aufzeichnungsorgan	16
4.222 Der Antrieb	17
4.223 Die Codiervorrichtung	18
4.23 Die Ausspeichervorrichtung	21
4.231 Der Antrieb	22
4.232 Die Ausspeicherung der Eigennummer	23
4.233 Das Problem der Restziffern	25
4.234 Die mehrmalige Ausspeicherung	27
4.235 Der Irrungsfall	29

	Seite
5. Untersuchte Konstruktionen	30
5.1 Konstruktion 1	31
5.11 Prinzip	31
5.12 Beschreibung des Modells	31
5.13 Kritik	32
5.2 Konstruktion 2	33
5.21 Prinzip	33
5.22 Beschreibung des Modells	34
5.23 Kritik	36
5.3 Konstruktion 3	37
5.4 Vergleich der Konstruktionen	39
5.5 Die optimale Konstruktion	40
6. Die elektrische Schaltung	41
6.1 Das Blockschaltbild	41
6.2 Auswahl des Magnetkopfes	45
6.3 Dimensionierung der Einspeicher-Speisebrücke	46
6.4 Der Wahlverstärker	53
6.5 Das Einzelteil-Schaltbild	55
Literaturverzeichnis	56

Vorwort

Bei einem Wählsystem mit Vorspeicherung der Wahlinformation im Teilnehmerapparat wählt der Teilnehmer zunächst sämtliche Ziffern einer Rufnummer in den ihm zugeordneten Speicher. Nach Beendigung der Wahl wird die Information aufgrund eines Ausspeicherbefehls in sehr kurzer, vom Teilnehmerverhalten unabhängiger Zeit zum Vermittlungssystem übertragen. Dieses Wahlverfahren bietet folgende Vorteile:

- 1.) Die Belegungsdauer sämtlicher Vermittlungseinrichtungen ist unabhängig vom Teilnehmerverhalten. Die Aussendung der Wahlinformation kann mit hoher, der Arbeitsgeschwindigkeit moderner Vermittlungssysteme angepaßter Geschwindigkeit erfolgen.
- 2.) Die Adresse des Teilnehmers, bei dem der Apparat aufgestellt ist, kann in den Speicher fest eingeschrieben und bei jeder Ausspeicherung einer gewählten Rufnummer mit ausgesendet werden. Dadurch entfällt jeglicher Aufwand zur Identifizierung des rufenden Teilnehmers.
- 3.) Verwendet man einen Speicher ohne Informationsverlust, so kann man die Möglichkeit vorsehen, eine einmal gewählte Rufnummer mehrmals auszusenden.
- 4.) Es läßt sich auf einfache Weise ein Wahlendekennzeichen erzeugen.

Zu 1.) Bei Vermittlungssystemen mit direkter Steuerung der Verbindungsglieder erfolgt der Verbindungsaufbau schritthaltend mit der Aussendung der Wahlinformation durch den rufenden Teilnehmer. Durch jede Ziffer wird eine neue Wahlstufe und der zugehörige Leitungsabschnitt belegt. Während der gesamten, vom Teilnehmerverhalten abhängigen Verbindungsaufbauzeit erfolgt noch keine Gebührenerhebung. Es ist daher erstrebenswert, die Wahlpausenzeiten so kurz wie möglich zu machen. Durch die Vorspeicherung der Wahlinformation im Teilnehmerapparat werden sie auf ein notwendiges Minimum reduziert.

Sorgt man dafür, daß der Teilnehmer eine falsch eingespeicherte Information löschen kann, ohne daß sie vorher ausgespeichert wird, so fallen alle Blindbelegungen der Vermittlungseinrichtungen infolge irrtümlicher, jedoch rechtzeitig erkannter Falschwahlen fort.

Diese Vorteile wirken sich besonders günstig in der nationalen und internationalen Fernwahl aus. Die Verkürzung der Belegungs- und damit Kostenersparnis.

Zu 2.) Für eine zentralisierte automatische Gebührenerfassung sowie zur Durchschaltung der Sprechwege bei elektronischen oder teilelektronischen Vermittlungssystemen, die heute z.T. noch in der Entwicklung begriffen, z.T. schon im Einsatz sind, wird die Adresse des rufenden Teilnehmers benötigt. Zur Ermittlung dieser Adresse dient ein im allgemeinen elektronischer Identifizierer, der einen nicht unerheblichen Aufwand bedeutet.

Ein Speicher im Teilnehmer-Apparat bietet die Möglichkeit, die Nummer des Teilnehmers, bei dem der Apparat steht, also die Adresse des rufenden Teilnehmers, derart in den Speicher einzuschreiben, daß sie bei jeder Ausspeicherung einer gewählten Rufnummer mit ausgesendet und nie gelöscht wird. Dadurch entfällt jeglicher Aufwand zur Identifizierung des rufenden Teilnehmers.

Zu 3.) Die Möglichkeit, eine einmal gewählte Rufnummer - beispielsweise durch einfachen Tastendruck - mehrmals aussenden zu können, ohne sämtliche Ziffern erneut wählen zu müssen, bedeutet für den rufenden Teilnehmer eine Zeitersparnis im Besetztfall. Besonders bei der Wahl langer Rufnummern (in großen Städten und im Fernverkehr) ist dies eine willkommene Erleichterung für den Anrufer.

Zu 4.) Für Systeme mit indirekter Steuerung der Verbindungsglieder und Vorspeicherung der gesamten Rufnummer ist ein Wahlendekennzeichen vorteilhaft. Bei der Transatlantik-Fernwahl muß beispielsweise die gesamte Wahlinformation gespeichert werden, bevor ein TAT-Kanal belegt wird. Das Kriterium "Wahlende" wird über eine relativ lange Zeitmessung erzeugt. Bei einer Vorspeicherung der Wahlinformation im Teilnehmerapparat läßt sich ein Wahlendekriterium auf einfache Weise gewinnen. Es kann entweder mit der Erzeugung des Ausspeicherkriteriums am Ende der Wahl als zusätzliches Zeichen in den teilnehmerseitigen Speicher eingeschrieben oder durch eine ortsseitige Zeitmessung gewonnen werden. Da die Pausenzeiten zwischen zwei Ziffern konstant sind, braucht lediglich geprüft zu werden, ob auf ein Zeichen innerhalb der vorgegebenen kurzen Pausenzeit noch ein weiteres Zeichen

folgt, oder nicht.

Der Nachteil der Vorspeicherung der Wahlinformation im Teilnehmerapparat liegt in dem zusätzlichen Aufwand, den ein pro Sprechstelle vorhandener Speicher zwangsläufig bedeutet. Wegen der oben angeführten Vorteile erschien es jedoch von Interesse festzustellen, wie klein man diesen Aufwand halten kann. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, das aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert wurde, ist daher untersucht worden, welche Probleme und welche Möglichkeiten sich bei einer magnetischen Vorspeicherung ergeben.

Im ersten Teil dieses Berichtes wird die Wählvorrichtung behandelt. Die zu dem Wählsystem gehörenden amtsseitigen Organe und die Anschaltung des Wählsystems an ein kleines elektronisches Vermittlungssystem werden in einem zweiten Teil beschrieben /10/.

1. Auswahl des Speichers

Ein Speicher für die Wahlinformation, der im Teilnehmerapparat untergebracht werden soll, muß folgenden Forderungen genügen, um die im Vorwort erwähnten Vorteile zu gewährleisten:

- 1.) Der Speicher muß klein, billig, betriebssicher und möglichst wartungsfrei sein und eine lange Lebensdauer haben.
- 2.) Die Arbeitsgeschwindigkeit des Speichers muß so groß sein, daß der Teilnehmer beliebig schnell wählen darf und die Ausspeicherung innerhalb möglichst kurzer Zeit erfolgen kann.
- 3.) Es soll ein Speicher ohne Informationsverlust sein. Zur Aufrechterhaltung einer eingeschriebenen Information soll keine Energie verbraucht werden.
- 4.) Die Kapazität des Speichers soll etwa 20 bis 25 Ziffern betragen, damit auch längere Rufnummern, wie sie beispielsweise bei der Fernwahl auftreten, gespeichert werden können.

Elektromechanische Speicher wie Relais, Drehwähler, Impulswiederholder usw. scheiden wegen der räumlichen Größe und der geringen Arbeitsgeschwindigkeit aus.

Rückkopplungsspeicher wie Röhren-, Transistor- oder Kippdrosselspeicher sind bei der geforderten Kapazität zu aufwendig,

außerdem brauchen sie zur Erhaltung einer Information eine ständige Energiezufuhr.

Dagegen ist die Gruppe der ferromagnetischen Speicher für diesen Zweck geeignet. 20 bis 25 Ziffern lassen sich beispielsweise auf einem magnetischen Aufzeichnungsträger geringer Abmessungen speichern. Die Ein- und Ausspeicher-Relativbewegung zwischen Aufzeichnungsträger und Aufzeichnungs- bzw. Abtastorgan kann hinreichend schnell erfolgen. Ferromagnetische Speicher sind Speicher ohne Informationsverlust, zur Informationserhaltung benötigen sie keine Energiezufuhr. Aus diesen Gründen wurde für die Untersuchungen über die Vorspeicherung der Wahlinformation im Teilnehmerapparat ein Speicher auf ferromagnetischer Basis ausgewählt.

Erwähnt sei noch die Gruppe der mechanischen Speicher. Bei ihnen liegt das Problem in einer hinreichend schnellen Aussendung der gespeicherten Information. Eine Ausspeicherung über die Betätigung von Kontakten kommt wegen der Trägheit der Kontakte und der Prellgefahr bei schneller Kontaktbetätigung nicht infrage. Dagegen wäre eine lichtelektrische Abtastung eventuell denkbar.

2. Möglichkeiten der magnetischen Vorspeicherung

Die Vorspeicherung der Wahlinformation auf ferromagnetischer Basis kann auf zwei Arten erfolgen: mit Hilfe von permanentmagnetischen Speicherelementen oder mittels eines magnetisierbaren Aufzeichnungsträgers. Die Verwendung von Ferritkernen scheidet aus wegen der Kosten - pro Ziffer werden mindestens 4 Kerne bei Codierung mit binären Tetraden benötigt -, wegen der geringen mechanischen Stabilität und wegen des hohen Aufwandes zur Ansteuerung der Kerne. Mit permanentmagnetischen Elementen kann die Wahlinformation binär gespeichert werden. Als binäre Codeelemente dienen die beiden Polaritätsfolgen Nord-Südpol bzw. Süd-Nordpol. Die 10 Ziffern lassen sich beispielsweise durch die Kombinationen aus 4 solchen Elementen darstellen (binärer Tetradencode).

Zur Einspeicherung der Tetraden gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste besteht darin, den Code der 10 Ziffern auf einem Ziffernträger fest einzuschreiben und den Träger bei der Wahl einer Ziffer so zu verschieben, daß die gewählte Tetrade in eine bestimmte Lage gebracht wird. Für jede zu wählende Ziffer ist ein derartiger Träger mit 10 x 4 Magnetelementen erforderlich. Bei

der Wahl einer mehrstelligen Rufnummer werden die Träger nacheinander - beispielsweise über Zughebel nach dem Registrierkassenprinzip - so verschoben, daß die Tetraden der gewählten Ziffern in einer Reihe stehen und von einem Abtastorgan abgefragt werden können.

Ein derartiges Verfahren wird in /1/ beschrieben. Es hat den Vorteil, daß man die gewählte Rufnummer anhand der Lage der Einstellglieder vor dem Ausspeichern noch einmal überprüfen kann. Ein wesentlicher Nachteil des Verfahrens liegt jedoch darin, daß die Zahl der Einstellglieder gleich der Zahl der maximal zu wählenden Ziffern sein muß. Zur Speicherung von 20 Ziffern sind 20 Träger mit je 40 Magnetelementen erforderlich, die Konstruktion wird aufwendig und unhandlich.

Günstiger ist die zweite Speichermöglichkeit mit Permanentmagneten, bei der die Magnetelemente in einer Reihe beweglich angeordnet sind und beim Wählen über eine Codiervorrichtung in ihrer Lage verändert werden können. Für jede zu speichernde Ziffer werden jetzt nur vier, durch Verschiebung in ihrer Polaritätsfolge umkehrbare Magnetelemente benötigt; das sind zur Speicherung von 20 Ziffern 80 Elemente. Alle Elemente werden vor Beginn der Wahl durch einen Löschvorgang in eine definierte Ruhelage gebracht. Diese Lage entspricht beispielsweise der binären "0". Beim Einspeichern einer Tetrade werden diejenigen Elemente, die ein binäres "1" speichern sollen, in die "1"-Lage verschoben. Die Ausspeicherung der Wahlinformation erfolgt über ein Abtastorgan, das an den Magnetelementen vorbeibewegt wird.

Die vielen beweglichen Speicherelemente bedingen einen relativ hohen konstruktiven Aufwand.

Wegen der Nachteile der Speicherverfahren mit Permanentmagneten wurden die Untersuchungen auf die Speicherung der Wahlinformation mittels eines magnetisierbaren Aufzeichnungsträgers gerichtet. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht darin, daß die Ziffern mit Hilfe eines Aufzeichnungsorgans auf einer magnetisierbaren Schicht aufgezeichnet und nach der Wahl über ein Abtastorgan ausgespeichert werden. Das Abtastorgan muß ein elektromagnetischer Wandler (Tonkopf) sein, da die Ziffern als elektrische Größen über die Teilnehmerleitung gesendet werden müssen. Das Einschreiben der Information kann ebenfalls elektro-

magnetisch oder mit Hilfe von Permanentmagneten erfolgen. Am einfachsten ist es, den Ausspeicher-Tonkopf gleichzeitig als Aufzeichnungsorgan zu benutzen. Der erforderliche Einschreibestrom kann der zentralen Amtsbatterie entnommen werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auf ein Speicherverfahren mit einem magnetisierbaren Aufzeichnungsträger und elektromagnetischer Ein- und Ausspeicherung.

3. Festlegung des Zifferncodes für ein elektromagnetisches Speicherverfahren

3.1 Codierungsmöglichkeiten

Ein elektromagnetisches Speicherverfahren bietet verschiedene Codierungsmöglichkeiten. Die 10 Ziffern können sowohl durch einen Frequenzcode als auch durch verschiedene Gleichstrom-Impulsverfahren gekennzeichnet werden.

Von der Anwendung eines Frequenzcodes wurde aus zwei Gründen abgesehen: wegen des Aufwandes zur Frequenzerzeugung und wegen der erforderlichen Maßnahmen zur linearen Aufzeichnung von Wechselstromamplituden bei magnetischer Speicherung (Gleichstrom- oder Hochfrequenzlöschung und -vormagnetisierung). Aus diesem Grunde ist einem Gleichstrom-Impulsverfahren der Vorzug zu geben.

Als Impulsverfahren bieten sich Impulslängenverfahren, Abzählverfahren und binäre Verfahren an. Amplitudenverfahren scheiden aus, da die Dynamik des Magnetspeichers nicht groß genug ist, um 10 verschiedene Amplitudenstufen mit hinreichend großen Toleranzbereichen zu speichern. Als Amplitudenwerte lassen sich betriebssicher nur die drei Speicherzustände positive und negative Sättigungsremanenz ($\pm B_r$) und Induktion $B=0$ auswerten.

Beim Impulslängen- und Abzählverfahren sowie bei den binären Verfahren lassen sich die Zeichenelemente durch zwei Speicherzustände - beispielsweise durch die beiden Sättigungsremanenzen - darstellen. Zur Kennzeichnung von Anfang und Ende eines Zeichens bzw. eines Zeichenelementes wird bei den sogenannten Rückkehr-nach-Null-Verfahren (Abzählverfahren und ein Binärcode) der dritte Speicherzustand $B=0$ verwendet. Bei den Verfahren mit Zeitauswertung (Impulslängenverfahren und verschiedene Binärcores) wird die Dauer der beiden Zustände gemessen, der dritte Zustand wird nicht benötigt.

In den folgenden Abschnitten sollen die verschiedenen Codierungsmöglichkeiten näher erläutert werden.

3.11 Das Impulslängenverfahren

Beim Impulslängenverfahren werden die Ziffern durch Impulse dargestellt, deren Länge proportional zur Größe der Ziffer wächst.

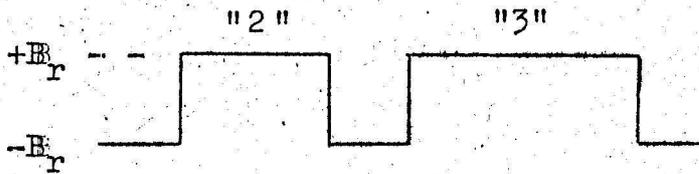


Bild 1: Das Impulslängenverfahren

Auf Bild 1 sind als Beispiel die Ziffern 2 und 3 dargestellt. Zur Speicherung der Impulse und der Impulspausen werden zwei Zustände ($+B_r$ und $-B_r$) benötigt. Ein Zustand kennzeichnet das Zeichen, der andere den Abstand zwischen zwei Zeichen.

3.12 Das Impulsabzählverfahren

Beim Impulsabzählverfahren - dem Codierungsprinzip des Nummernschalters - liegt die Zifferinformation in einer der Ziffer entsprechenden Zahl gleichartiger Impulse. Zur Speicherung der Impulse und der Impulsabstände werden wiederum zwei Zustände benötigt. Das Kriterium "Ziffernende" kann durch einen Impuls entgegengesetzter Polarität oder durch eine größere Impulspausenzeit zwischen zwei Ziffern erzeugt werden.

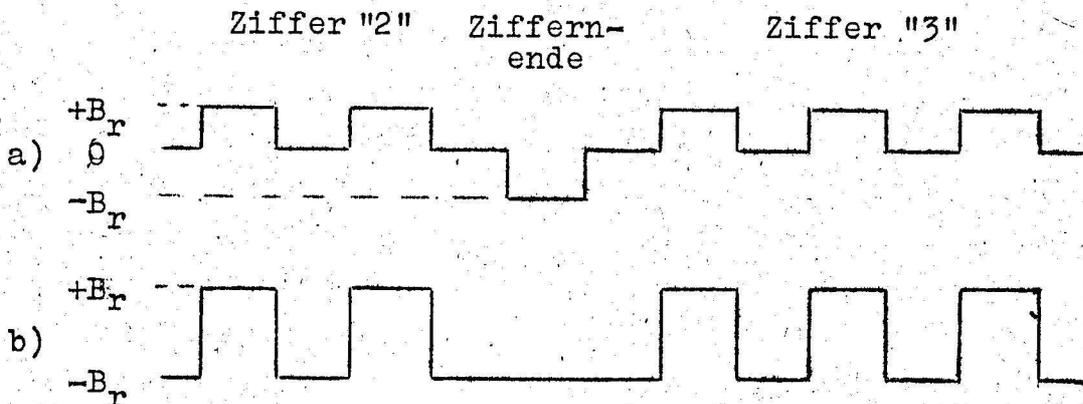


Bild 2: Abzählverfahren

Auf Bild 2 sind die beiden Möglichkeiten dargestellt. Das Verfahren a) ist ein Rückkehr-nach-Null-Verfahren mit drei Speicherzuständen. Der Ruhezustand ist $B=0$. Die Ziffernimpulse werden durch $+B_r$ und der Ziffernende-Impuls wird durch $-B_r$ gekennzeichnet.

Beim Verfahren b) ist der Ruhezustand $-B_r$, der Zustand $+B_r$ kennzeichnet das Zeichenelement. Das Kriterium "Ziffernende" wird durch eine längere Dauer des Zustandes $-B_r$ dargestellt. Durch eine Zeitauswertung muß festgestellt werden, wie lange der Zustand $-B_r$ dauert, um den Abstand zwischen zwei Zeichenimpulsen von den Ziffernende-Kennzeichen zu unterscheiden.

3.13 Binäre Verfahren

Bei den binären Verfahren werden die Ziffern durch die Kombinationen aus binären Elementen L und O gekennzeichnet. Zur Darstellung von 10 Ziffern reichen die Kombinationen aus 4 Elementen mit denen man bekanntlich $2^4 = 16$ Tetraden bilden kann. Die 6 nicht zur Darstellung von Ziffern benötigten Tetraden können für Sonderkennzeichen (z.B. das Wahrendekennzeichen) verwendet werden.

Zur magnetischen Aufzeichnung der binären Elemente gibt es verschiedene Verfahren, die im folgenden kurz beschrieben werden /11/.

3.131 Das binäre Rückkehr-nach-Null-Verfahren

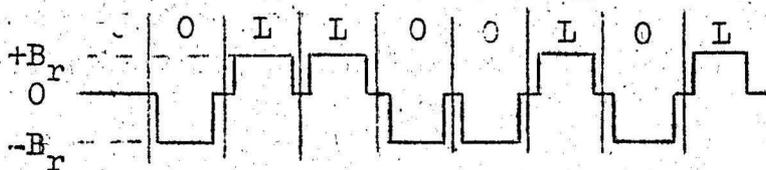


Bild 3: Das binäre Rückkehr-nach-Null-Verfahren

Bild 3 veranschaulicht das binäre Rückkehr-nach-Null-Verfahren, auch kurz RZ-Verfahren genannt (RZ = return to zero). Die binäre "0" wird durch den Zustand $-B_r$, das binäre "L" durch $+B_r$ dargestellt. Der Abstand zwischen zwei binären Elementen ist durch den Ruhezustand $B=0$ gekennzeichnet.

3.132 Die Richtungsschrift

Die Richtungsschrift ist ein Schreibverfahren, bei dem die binären Elemente L und O durch die beiden Sättigungsremanenzen dargestellt

werden. Folgen n gleiche Elemente aufeinander, so wird die Zahl n durch eine Zeitmessung ermittelt. Bild 4 zeigt ein Beispiel.

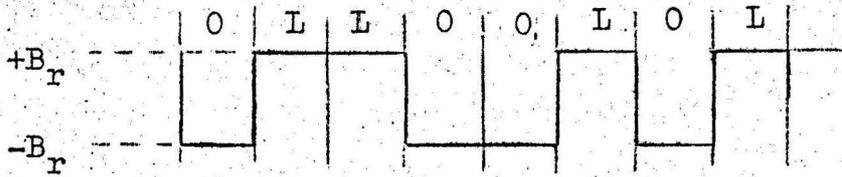


Bild 4: Die Richtungsschrift

3.133 Die Wechselschrift

Bei der Wechselschrift wird ein binäres Element durch den Wechsel des Magnetisierungszustandes, das andere durch die Beibehaltung des Magnetisierungszustandes gekennzeichnet. Bild 9 veranschaulicht die Darstellung der Tetraden OLLO und OLOL für den Fall, daß L durch den Zustandswechsel gekennzeichnet wird.

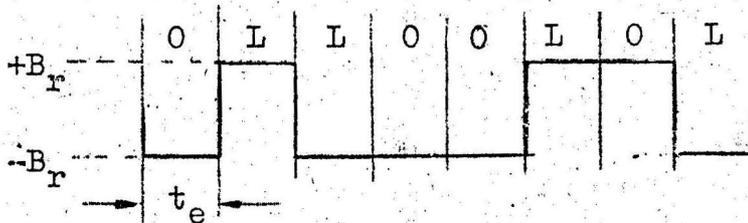


Bild 5: Die Wechselschrift

3.134 Ein Verfahren mit Rückkehr zur Grundmagnetisierung

Bei dem Verfahren mit Rückkehr zur Grundmagnetisierung, kurz RB-Verfahren genannt (RB = return to bias), wird ein binäres Element durch eine bestimmte Dauer der Grundmagnetisierung, z.B. $-B_r$, das andere durch kurzzeitige Ummagnetisierung in die entgegengesetzte Sättigung und anschließende Rückkehr zur Grundmagnetisierung dargestellt. Die Tetraden OLLO und OLOL haben folgenden Verlauf:

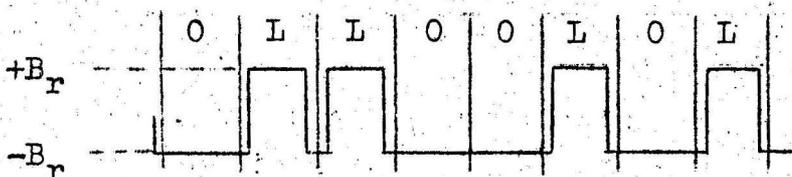


Bild 6: Rückkehr zur Grundmagnetisierung

3.135 Die Richtungs-Taktschrift

Die Richtungs-Taktschrift unterscheidet sich von der Richtungs-schrift dadurch, daß jedes Element in zwei Teile entgegengesetzter Polarität geteilt ist. Bei einem binären Element ist der erste Teil positiv und der zweite negativ, bei dem anderen ist der erste negativ und der zweite positiv. Den Tetraden OLLO und OLOL entspricht folgender Magnetisierungsverlauf:

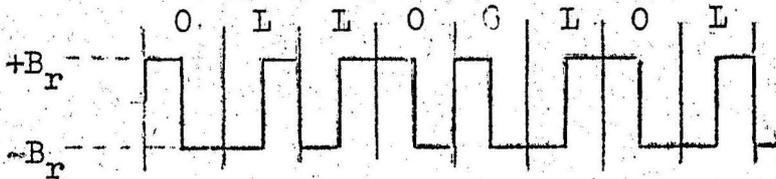


Bild 7: Die Richtungs-Taktschrift

3.136 Die Wechsel-Taktschrift

Bei der Wechsel-Taktschrift wird jedes Element durch einen Magnetisierungswechsel dargestellt. Eines der beiden binären Elemente ist außerdem durch einen zweiten Magnetisierungswechsel in der Mitte des Elementes gekennzeichnet. Die Tetraden OLLO und OLOL haben folgenden Verlauf:

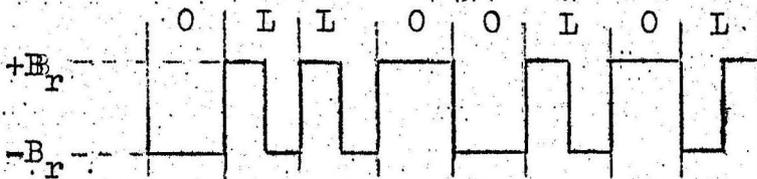


Bild 8: Die Wechsel-Taktschrift

3.2 Auswahlkriterien

Durch die Wahl des Codes wird die erforderliche Speicherkapazität, die Übertragungszeit der Wahlinformation und teilweise die konstruktive Ausbildung der Wählvorrichtung bestimmt. Speicherkapazität und Übertragungszeit sollen möglichst klein und die Konstruktion der Wählvorrichtung soll möglichst einfach sein.

Von der Wählvorrichtung wird insbesondere die Gestaltung der Ein-

speichervorrichtung durch den Code beeinflusst. Die Einspeichervorrichtung besteht aus dem Wählorgan, dem Aufzeichnungsorgan, der Codiervorrichtung und einem Antriebsglied für die Einspeicherungsbewegung.

Als Wählorgan wird im vorliegenden Fall statt der bisher gebräuchlichen Nummernscheibe eine Tastatur verwendet. Eine Tastatur bietet die Möglichkeit einer schnellen und bequemen Wahl und gewährleistet eine übersichtliche und einprägsame Anordnung der Ziffern. Die Konstruktion muß so ausgelegt werden, daß Tastendruck und Tastenhub für alle Tasten gleich groß sind, da man dem Teilnehmer nicht zumuten kann, die einzelnen Tasten mit unterschiedlicher Kraft oder verschieden weit zu drücken. Durch die Betätigung einer Wähltaste wird der Zifferncode eingestellt und die Einspeicherungsbewegung veranlaßt.

Das Antriebsglied für die Einspeicherungsbewegung kann zentral für alle Tasten gemeinsam vorgesehen werden und die Codiervorrichtung wird besonders einfach, wenn ein Code verwendet wird, bei dem alle Ziffern aus der gleichen Zahl von Elementen bestehen. Dann erfordert jede Ziffer die gleiche Speicherlänge und es muß bei jedem Tastendruck die gleiche Einspeicher-Relativbewegung zwischen Aufzeichnungsorgan und Speicher erzeugt werden.

Im Gegensatz zum Impulslängen- und Impulsabzählverfahren haben die binären Tetradencodes die Eigenschaft der konstanten Ziffernlänge, sie sind daher im vorliegenden Fall am besten zur Darstellung der 10 Ziffern geeignet. Die Tetradencodes haben außerdem den Vorteil, daß sie die geringste Speicherkapazität und damit die kürzeste Übertragungszeit für die Wahlinformation gewährleisten, die bei einer bestimmten Ausspeichergeschwindigkeit erreicht werden kann.

Es muß noch entschieden werden, welcher der im Abschnitt 3.13 beschriebenen binären Tetradencodes verwendet werden soll. Für das Rückkehr-nach-Null-Verfahren werden drei Speicherzustände ($\pm B_r$ und $B = 0$) benötigt, während die übrigen Verfahren zwei Speicherzustände ($\pm B_r$) und eine Zeitauswertung erfordern.

Bei einer kontinuierlichen Magnetschicht läßt sich der Zustand $B = 0$ nur durch eine Hochfrequenzlöschung gewinnen. Dazu müssen pro Wählvorrichtung ein Hochfrequenzgenerator und ein Löschkopf vorgesehen werden, wodurch der Speicher verteuert wird.

Der Zustand $B = 0$, der zur Trennung der einzelnen Codeelemente erforderlich ist, läßt sich auch durch eine geometrische Trennung der Speicherelemente erzeugen. Bildet man die Magnetschicht nicht kontinuierlich aus, sondern ordnet man einzelne Magnetelemente in einem bestimmten Abstand voneinander auf einem nichtmagnetischen Träger an, so herrscht zwischen den Magnetelementen der Zustand $H = 0$. Ordnet man jedem zu speichernden Codeelement ein Magnetelement zu, so kann man die Tetraden ohne vorherige Löschung der alten Information durch einfaches Überschreiben einspeichern.

Die Tetradencodes mit Zeitauswertung können auf einer kontinuierlichen Magnetschicht gespeichert werden. Die Einspeicherung läßt sich ebenfalls ohne vorherige Löschung der alten Information durch Überschreiben vollziehen. Um bei der Ausspeicherung die Zeit, die zwischen zwei gespeicherten Zustandsänderungen liegt, nicht zu verfälschen, muß dafür gesorgt werden, daß die Ausspeichergeschwindigkeit in bestimmten Grenzen konstant gehalten wird.

Da zu Beginn der Untersuchungen noch nicht feststand, in welchen Grenzen die Ausspeichergeschwindigkeit bei dem vorgesehenen Federantrieb schwanken würde, wurde das Rückkehr-nach-Null-Verfahren und ein Speicher mit einzelnen Magnetelementen vorgesehen.

Messungen an einem aufgebauten Modell ergaben später, daß die Ablaufgeschwindigkeit einer Kreisscheibe, an deren Umfang die Magnetelemente aufgebracht wurden, beim Antrieb durch eine Spiralfeder mit Hilfe eines Fliehkraftreglers so konstant gehalten werden kann, daß auch die Verwendung eines Tetradencodes mit Zeitauswertung möglich ist.

4. Der mechanische Aufbau der Wählvorrichtung

4.1 Anforderungen an die Konstruktion

An den mechanischen Aufbau der Wählvorrichtung sind verschiedene Forderungen hinsichtlich der Bedienung des Gerätes zu stellen:

- 1.) Die Bedienung der Wählvorrichtung muß einfach und den herkömmlichen Sprechstellen angepaßt sein. Neben den zehn Wähltasten sollten so wenig zusätzliche Bedienungselemente wie möglich vorgesehen werden.
- 2.) Die Bedienungselemente müssen übersichtlich und in genügend großem Abstand voneinander angeordnet sein.

3.) Tastendruck und Tastenhub dürfen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

Zu 1.) Damit der an den Bedienungsablauf bei den herkömmlichen Sprechstellen gewöhnte Teilnehmer möglichst wenig umzulernen braucht, sollten die zum Aufbau und Führen eines Gespräches erforderlichen Operationen in der gleichen Reihenfolge wie bei der Nummernscheibenwahl vollzogen werden: Abheben des Handapparates, Wählen der Ziffern, Führen des Gespräches, Auflegen des Handapparates nach Gesprächsende bzw. im Besetzt- oder Irrungsfall. Eine zusätzliche Operation muß allerdings vom Teilnehmer verlangt werden: nach der Wahl der Rufnummer muß er eine Ausspeichertaste drücken, um die Aussendung der Wahlinformation zu veranlassen.

Zusätzliche Tasten komplizieren die Bedienung des Gerätes und erhöhen die Irrungsgefahr. Die Konstruktion sollte daher möglichst so ausgelegt werden, daß neben der Ausspeichertaste keine weiteren Zusatztasten wie Löschtaste, Wiederholungstaste oder Irrungstaste mehr erforderlich sind.

Zu 2.) Die Bell-Laboratorien haben umfangreiche Untersuchungen über mögliche Anordnungen der 10 Wähltasten durchgeführt /2/. Eine Reihe von Versuchspersonen wählte in mehreren Versuchsreihen mit Tastenanordnungen in horizontalen, vertikalen und diagonalen Reihen sowie mit kreisförmigen Anordnungen entsprechend den Löchern in der Nummernscheibe. Als günstigste Anordnungen werden zwei horizontale Reihen mit je 5 Tasten oder drei Reihen mit je 3 Tasten und einer Nulltaste darunter angegeben.

Der Abstand der Tasten muß so groß sein, daß bei normaler Tastenbetätigung die Nachbartaste nicht stört oder gar mitgedrückt wird. Nach /2/ sollte der Abstand von Tastenmitte zu Tastenmitte etwa 1,6 - 2 cm betragen.

Zu 3.) Bei den Untersuchungen der Bell-Laboratorien wurde auch ermittelt, welcher Tastendruck und welcher Tastenhub vom Teilnehmer als angenehm empfunden wird. 24 Versuchspersonen wählten an zwei aufeinanderfolgenden Tagen mit zwei verschiedenen Tastendrücken von ca. 200 g und 450-500 g. Der Tastenhub betrug in beiden Fällen etwa 2 mm. 15 Versuchspersonen bemerkten den Unterschied überhaupt nicht. Von den 9 Personen, die den Unterschied

bemerkten, entschieden sich 8 für den leichteren Tastendruck, eine Person war unentschieden.

Entsprechende Versuche mit Tastenhüben von etwa 1,3 und 5 mm ergaben, daß ein Hub von 3 mm etwas günstiger bewertet wurde als ein Hub von 5 mm.

Der Verfasser von /2/ schließt aus diesen Versuchen, daß der Tastendruck möglichst in der Größenordnung von 200 g liegen und der Hub etwa 3 mm betragen sollte. Die Versuche zeigen jedoch, daß dem Teilnehmer auch 500 g Tastendruck und größere Tastenhübe zugemutet werden können.

4.2 Bestandteile der Konstruktion

Die Wählvorrichtung besteht im wesentlichen aus drei Teilen: dem Speicher, der Einspeichervorrichtung und der Ausspeichervorrichtung.

4.21 Der Speicher

In den Abschnitten 1 und 2 wurde als Speicher eine magnetisierbare Schicht ausgewählt. Im Abschnitt 3.2 ergab sich durch die Wahl eines binären Rückkehr-nach-Null-Tetradencodes, daß die magnetisierbare Schicht in einzelnen Elementen auf einem Schichtträger aufgebracht werden muß. Durch Schichtlücken zwischen den Speicherelementen wird der Magnetisierungszustand $B = 0$ erzeugt.

Beim Ein- und Ausspeichern muß eine Relativbewegung zwischen dem Speicher und dem Aufzeichnungs- bzw. Abtastorgan erfolgen. Als Aufzeichnungs- und Abtastorgan wird - wie bereits erwähnt - zweckmäßig ein Magnetkopf verwendet. Es muß entweder der Magnetkopf am Speicher oder der Speicher am Magnetkopf vorbeibewegt werden. Eine Bewegung des Magnetkopfes hat den Nachteil, daß seine Anschlußleitungen mitbewegt oder über Schleifkontakte herausgeführt werden müssen. Es wird daher besser der Speicher am Magnetkopf vorbeibewegt.

Als Schichtträger kann man wie beim Tonband eine bandförmige Kunststoff-Folie verwenden. Zur Speicherung von beispielsweise 24 Ziffern müssen 96 Speicherelemente in einem gewissen Abstand voneinander auf dem Träger angeordnet werden. Bei einer Elementbreite von beispielsweise 0,6 mm und einer Schichtlücke zwischen den Elementen von 1 mm ergibt sich eine gesamte Speicherlänge von rund 154 mm.

Zum Aufzeichnen der Tetraden muß das Band immer genau um die Länge

von 4 Speicherelementen fortbewegt werden. Außerdem muß der Speicher nach dem Ausspeichern immer in der Nullstellung stehen bleiben, wo die Einspeicherung begann. Bei einem Band, das beispielsweise auf Rollen auf- und abgewickelt wird, lassen sich eine genaue Schrittlänge beim Einspeichern und ein exaktes Anhalten in der Nullstellung nur schwer realisieren. Man könnte das Band mit einer Perforation versehen und über Zahnräder antreiben, um eine definierte Zuordnung zwischen der Antriebs- und der Speicherbewegung zu gewährleisten. Die Perforation kann jedoch zerstört werden, so daß es günstiger ist, die Magnelemente auf einem starren Träger, beispielsweise auf einer Kreisscheibe, aufzubringen.

Eine Kreisscheibe hat gegenüber einem geradlinig ausgebildeten starren Träger den Vorteil, daß sie beim Ein- und Ausspeichern um ihre Mittelachse gedreht werden kann, ohne dabei zusätzlichen Raum zu beanspruchen. Ein geradliniger Träger muß um seine ganze Länge verschoben werden können, so daß die Wählvorrichtung bei einer Speicherlänge von 154 mm in einer Richtung mindestens 308 mm lang sein müßte.

Für die Konstruktion des Speichers ist daher folgende Lösung am günstigsten: Die Speicherelemente werden am Umfang einer im folgenden als Speicherscheibe bezeichneten Kreisscheibe aufgebracht. Zum Ein- und Ausspeichern der Information wird die Scheibe an einem feststehenden Magnetkopf vorbeibewegt. Zur Vermeidung des Abriebs wird zwischen Magnetkopf und Speicherschicht ein kleiner Luftspalt vorgesehen. Da bei Änderungen dieses Luftspalts Amplitudenschwankungen auftreten, muß die Speicherscheibe möglichst gut gelagert werden.

Die Abmessungen der Speicherscheibe werden durch die Größe der Speicherelemente und der Schichtlücken bestimmt. Für das aufgebaute Versuchsmodell wurde ein Steuerkopf mit 2,4 mm Spurbreite und dementsprechend eine Scheibendicke von 3 mm gewählt. Die Breite der Speicherelemente kann sehr klein sein, aus fertigungstechnischen Gründen wurde sie zu 0,6 mm gewählt. Die Schichtlücke wird dagegen zweckmäßig 2 mm breit gemacht, da - wie im folgenden Abschnitt näher erläutert wird - eventuell auftretende Prellungen der Einspeicherungskontakte in den Lückenbereich fallen und damit unwirksam gemacht werden sollen.

Entsprechend der im Abschnitt 1 geforderten Speicherkapazität von

20 bis 25 Ziffern wurde für die Konstruktion eine Kapazität von 24 Ziffern gewählt. Daraus ergibt sich bei den oben angegebenen Abmessungen der Speicherelemente und Schichtlücken ein Scheibendurchmesser von 80 mm.

Die Speicherscheibe wurde aus Aluminium hergestellt, um ihr Gewicht und damit die erforderliche Antriebsenergie möglichst klein zu halten. Vor der Beschichtung wurden 2 mm breite und 1,5 mm tiefe Schlitzte in den Umfang der Scheibe gefräst, so daß 0,6 mm breite "Zähne" stehen blieben. Auf dem Umfang dieser Zahnscheibe wurde eine 10 - 15 μ starke magnetisierbare Schicht *) aufgebracht. Die beschichteten "Zähne" wirken als Speicherelemente, während die in den ausgefrästen Lücken aufgebraachte Schicht wegen des großen Abstandes zum Tonkopf nicht als Speicher wirkt.

Bei einer serienmäßigen Herstellung der Speicherscheibe lassen sich die Schichtlücken sicher einfacher herstellen, beispielsweise dadurch, daß man den Scheibenumfang während der Beschichtung mit einer Schablone abdeckt.

4.22 Die Einspeichervorrichtung

Die Einspeichervorrichtung besteht aus den Wähltasten, dem Aufzeichnungsorgan, einem Antriebsglied zur Erzeugung der Einspeicherbewegung und einer Codiervorrichtung. Beim Drücken einer Wähltaste wird über die Codiervorrichtung der Zifferncode eingestellt und die Speicherscheibe über das Antriebsglied am Aufzeichnungsorgan vorbeibewegt.

4.221 Das Aufzeichnungsorgan

Die 4 Tetradenelemente können entweder nacheinander oder gleichzeitig eingespeichert werden (Serien- oder Paralleleinspeicherung). Bei einer Serieneinspeicherung wird nur ein Aufzeichnungsorgan benötigt, an dem die einzelnen Speicherelemente nacheinander vorbeibewegt und dem Zifferncode entsprechend magnetisiert werden. Zur Paralleleinspeicherung sind 4 Aufzeichnungsorgane erforderlich, über die die 4 Tetradenelemente gleichzeitig eingeschrieben werden, wobei man die Speicherscheibe nach dem Einschreiben um 4 Elemente fortbewegen muß.

Die Aufzeichnung kann mit Permanentmagneten oder elektromagnetisch über Magnetköpfe erfolgen. Bei einer permanent-magnetischen Auf-

*) Magneton-Gießlösung der Agfa AG, Leverkusen

zeichnung der Information ist eine Paralleleinspeicherung am günstigsten. Da Permanentmagnete relativ billig sind, kann man einen Löschmagneten und 4 kleine Schreibmagnete vorsehen. Mit dem Löschmagneten werden alle Speicherelemente vor dem Einschreiben einer Information beispielsweise in den Zustand $-B_r$ magnetisiert. Dieser Zustand entspreche der binären "0". Zum Einschreiben einer Tetrade brauchen dann nur diejenigen Speicherelemente ummagnetisiert zu werden, die ein binäres "1" darstellen sollen. Die Ummagnetisierung erfolgt mit den Schreibstempeln, die beim Drücken der Wähltasten über die Codiervorrichtung betätigt werden. Die Codiervorrichtung besteht zum Beispiel aus vier Codierschienen, die kurzzeitig von den Tasten verschoben werden.

Bei einer elektromagnetischen Aufzeichnung der Information ist eine Serieneinspeicherung günstiger, da zur Paralleleinspeicherung vier relativ teure Magnetköpfe erforderlich sind. Bei der Serieneinspeicherung werden die vier Speicherelemente einer Tetrade nacheinander an einem Magnetkopf vorbeibewegt, und in die positive oder negative Sättigung magnetisiert. Da der gleiche Magnetkopf auch zum Ausspeichern der Information benutzt werden kann, wurde für die Konstruktion ein elektromagnetisches Serieneinspeicherverfahren gewählt.

4.222 Der Antrieb

Die Antriebsenergie für die Einspeicherbewegung der Speicherscheibe kann einem zentralen Antriebsorgan (Federwerk, Elektromotor) entnommen oder durch das Drücken der Wähltasten aufgebracht werden. Ein zentrales Antriebsorgan muß beim Betätigen einer Taste freigegeben, an die Speicherscheibe angekuppelt und nach dem Einspeichern der Tetrade automatisch angehalten werden, unabhängig davon, wie schnell oder langsam die Taste gedrückt wird. Es ist daher zweckmäßig, den Bewegungsablauf der Speicherscheibe unabhängig von der Tastenbewegung zu machen.

Als zentrales Antriebsglied kann eine Feder verwendet werden, die beispielsweise beim Auflegen des Handapparates gespannt wird. Ein Elektromotor ist wegen seines Leistungsbedarfs nicht geeignet. Die über die Teilnehmerleitung entnehmbare Leistung reicht nicht aus, um einen Gleichstrommotor zu betreiben, der das zur schrittweisen Fortschaltung der Speicherscheibe erforderliche Anlaufdrehmoment aufbringt. Ein Wechselstrommotor, der aus dem Lichtnetz

versorgt wird, darf nicht verwendet werden, da die Betriebsbereitschaft der Wählvorrichtung unabhängig vom öffentlichen Stromversorgungsnetz sein muß.

Die Speicherscheibe kann auch über ein Schrittschaltwerk direkt von den Wähltasten fortbewegt werden. In diesem Fall besteht eine feste Zuordnung zwischen Tastenweg und Scheibendrehung.

4.223 Die Codiervorrichtung

Zum Aufzeichnen der binären Elemente "L" und "0" muß der Magnetkopf über die Codiervorrichtung an positive bzw. negative Spannung gelegt werden. Die Codiervorrichtung besteht im wesentlichen aus Codierkontakten und deren Betätigungsorganen. Da nur die beiden Zustände $+B_r$ und $-B_r$ zur Speicherung der Information benötigt werden, kann der Tonkopf beim Beginn des Einspeichervorganges, d.h. beim Drücken der ersten Wähltaste, direkt an eine der beiden Spannungen, beispielsweise an die negative, gelegt werden. Dann wird ohne zusätzliche Kontaktbetätigung die binäre "0" eingeschrieben, wenn ein Speicherelement am Kopf vorbeibewegt wird. Zum Einschreiben des binären "L" muß die Einschreibspannung U_e über einen Umschaltkontakt ck , der zwischen Kopf und Spannungsquelle liegt, umgepolt werden.

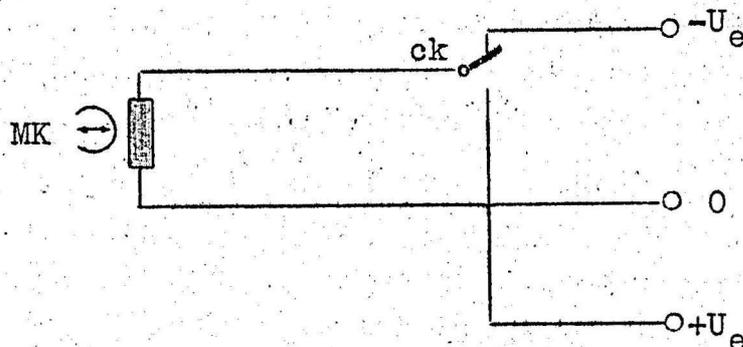


Bild 9: Einspeicherprinzip mit Umschaltekontakt

Bild 9 zeigt das Prinzip. Die beiden Einschreibspannungen $+U_e$ und $-U_e$ können über einen Spannungsteiler gewonnen werden. Die Umpolung der Einschreibspannung kann noch einfacher durch Betätigung eines Arbeits- oder Ruhekontaktes erfolgen. Schaltet man den Magnetkopf MK -- wie in Bild 10 dargestellt -- in den Diagonalzweig einer gleichstromgespeisten Brückenschaltung, bei der ein Widerstand durch einen Kontakt ck ersetzt ist, so wird die Spannung am Kopf

bei Betätigung des Kontaktes umgepolt /3/.

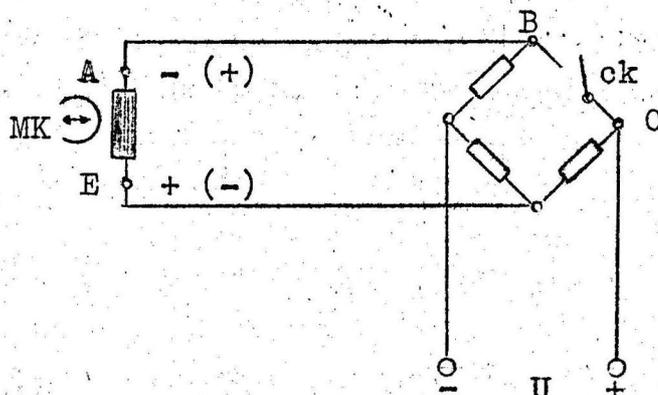


Bild 10: Einspeicherprinzip mit Speisebrücke und Arbeitskontakt

Bei der im Bild 10 eingezeichneten Polarität der Speisespannung U liegt bei geöffnetem Codierkontakt ck am Wicklungsanfang A des Magnetkopfes negatives Potential. Bei Betätigung von ck wird die Einschreibspannung U_e umgepolt, an A liegt jetzt positives Potential.

Der Codierkontakt ck braucht auch bei dieser Schaltung nur betätigt zu werden, wenn ein "L" eingeschrieben werden soll. Um eventuelle Kontaktprellungen unwirksam zu machen, muß der Kontakt geschlossen bzw. geöffnet werden, während die Schichtlücke zwischen zwei Speicherelementen den Magnetkopf passiert.

Wird die Speicherscheibe von einem zentralen Antriebsorgan bewegt, so muß die Einspeicherung einer Tetrade in zwei Abschnitten erfolgen. Da die Speicherscheibe unabhängig von der Tastenbewegung fortgeschaltet wird, müssen die vier Tetradenelemente beim Drücken der Wähltaste zunächst markiert und danach synchron mit der Einspeicherbewegung eingeschrieben werden. Die Markierung der Tetradenelemente erfolgt über Codierkontakte, die für jede Taste individuell oder zentral für alle Tasten gemeinsam vorgesehen werden können. Die eingestellten Codierkontakte werden nacheinander über Einspeicherkontakte, die mit den Codierkontakten in Reihe liegen, in den Speisebrückenweig eingeschaltet.

Für den Fall der zentralen Kontaktanordnung sind 4 parallel geschaltete Codierkontakte ck erforderlich, die über verschiebbare

Codierschienen von allen Tasten betätigt werden können. In Bild 10 ist der Codierkontakt ck im Brückenzweig B-C durch eine Kontaktanordnung nach Bild 11 zu ersetzen.

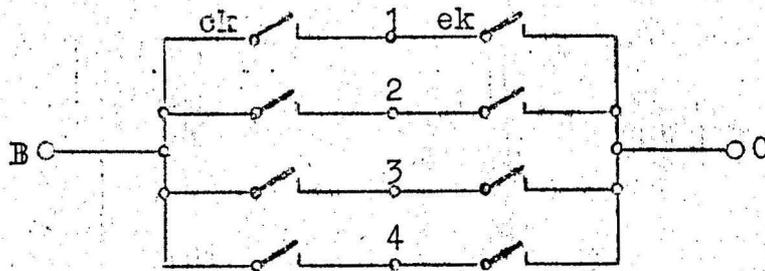


Bild 11: Kontaktanordnung bei Einspeicherung in zwei Abschnitten.

Die Codierschienen müssen so ausgebildet werden, daß beim Drücken einer bestimmten Taste nur diejenigen Schienen verschoben werden, die ein binäres "L" markieren sollen.

Die über die Codierschienen eingestellten Codierkontakte werden während der Einspeicherbewegung nacheinander in der Reihenfolge 1..... 4 (s. Bild 11) über die Einspeicherkontakte ek in den Brückenzweig B-C geschaltet. Wurde ein Codierkontakt betätigt, so wird beim Schließen des zugehörigen Abfragekontaktes der Brückenzweig kurzgeschlossen und ein "L" eingeschrieben. Wurde der Codierkontakt nicht betätigt, so bleibt der Brückenzweig geöffnet, wenn das Speicherelement am Magnetkopf vorbeibewegt wird, und es wird die binäre "0" aufgezeichnet.

Die Codierkontakte können - wie schon erwähnt - auch individuell pro Taste vorgesehen werden. Jede Taste hat dann Zugang zu vier Kontaktebenen, wobei die Kontakte jeweils einer Ebene parallel geschaltet sind. Soll ein "L" in einer oder mehreren dieser Ebenen dargestellt werden, so muß die betreffende Taste dort einen Kontakt betätigen, während bei Darstellung einer "0" der Kontakt in der jeweiligen Ebene entfällt. Beim Drücken einer Taste wird die zugehörige Tetrade markiert und wiederum über Einspeicherkontakte abgefragt. Bei diesem Verfahren sind keine Codierschienen erforderlich.

Bewegt man die Speicherscheibe anstatt durch ein besonderes Antriebsorgan direkt durch den Tastendruck, so kann die Codierung ebenfalls in 2 Abschnitten erfolgen. Die Codierkontakte, die

wiederum individuell für jede Taste oder zentral für alle Tasten gemeinsam vorgesehen werden können, werden beispielsweise beim Drücken der Wähltaste eingestellt. Beim Hochkommen der Taste wird die Speicherscheibe transportiert und die Einstellung der Codierkontakte über Einspeicherkontakte abgefragt.

Da ein fester Zusammenhang zwischen der Tastenbewegung und der Bewegung der Speicherscheibe besteht, können die Codierkontakte selbst nacheinander von den Wähltasten betätigt werden, so daß sich die Abfrageeinrichtung erübrigt. Bei der zentralen Anordnung der Codierkontakte müssen die Codierschienen nacheinander verschoben werden. Sind die Kontakte den einzelnen Tasten individuell zugeordnet, so kann mit den Tasten beispielsweise ein Kontaktring bewegt werden, der nacheinander die vier Kontaktplätze überstreicht und - sofern Kontaktfedern vorhanden sind - die Codierkontakte betätigt.

Die verschiedenen Anordnungs- und Betätigungsmöglichkeiten der Codierkontakte werden anhand der untersuchten Konstruktionen im Abschnitt 5 verglichen.

4.23 Die Ausspeichervorrichtung

Zur Ausspeicherung der Wahlinformation muß die Speicherscheibe an dem Abtastorgan vorbeibewegt werden. Als Abtastorgan dient - wie bereits früher festgelegt wurde - der gleiche Magnetkopf, der auch zur Aufzeichnung der Information verwendet wird. Die Ausspeicherbewegung muß von einem Antriebsorgan erzeugt werden, das mindestens den Bereich der Speicherscheibe, auf dem die gewählte Rufnummer aufgezeichnet ist, am Magnetkopf vorbeibewegt. Außerdem ist ein gewisser Anlaufwinkel erforderlich, um die Speicherscheibe aus dem Stillstand bis zur minimal erforderlichen Ausspeichergeschwindigkeit zu beschleunigen.

Die verschiedenen Ausbildungsmöglichkeiten des Antriebsorgans werden zunächst erläutert. Durch die Forderung, daß bei jeder Wahl auch die Adresse des rufenden Teilnehmers mit ausgesendet werden soll, ergeben sich weitere Probleme - insbesondere das des Einflusses der Restziffern auf den Verbindungsaufbau - die in den folgenden Abschnitten behandelt werden. Abschließend werden noch die Möglichkeit, eine eingespeicherte Wahlinformation mehrmals auszusenden, und der Irrungsfall beschrieben.

4.231 Der Antrieb

Als Antriebsorgan muß wie beim Einspeichern ein Federwerk verwendet werden. Die Ausspeicherfeder kann durch das Auflegen des Handapparates oder durch das Betätigen der Wähltasten bzw. der Ausspeichertaste gespannt werden. Man kann auch die gleiche Feder zum Ein- und Ausspeichern benutzen, so daß sich folgende Möglichkeiten für die Ausbildung des Antriebs ergeben:

- a) zum Ein- und Ausspeichern dient eine gemeinsame Feder, die beim Auflegen des Handapparates gespannt wird. In diesem Fall wird die Speicherscheibe beim Ein- und Ausspeichern in der gleichen Richtung gedreht, d.h. die Ziffern werden in der gleichen Reihenfolge ausgespeichert in der sie eingespeichert wurden.
- b) Zum Ein- und Ausspeichern werden getrennte Federn benutzt. Je nachdem, wie die Federn an die Speicherscheibe angekuppelt werden, können Ein- und Ausspeicherdrehrichtung gleich oder entgegengesetzt sein. Die Einspeicherfeder wird durch die Betätigung der Wähltasten gespannt, während die Ausspeicherfeder auf 2 Arten aufgezogen werden kann:
 - 1) durch Auflegen des Handapparates und
 - 2) beim Drücken der AusspeichertasteDie Einspeicherbewegung kann auch ohne Zwischenschaltung einer Feder direkt durch die Tastenbewegung erzeugt werden.
- c) Die Einspeicherbewegung wird wie unter b) durch Betätigung der Wähltasten erzeugt. Die Ausspeicherfeder ist fest mit der Speicherscheibe verbunden und wird beim Einspeichern aufgezogen. Beim Betätigen der Ausspeichertaste wird die Ausspeicherfeder freigegeben und nimmt bei ihrem Ablauf die Speicherscheibe mit zurück in die Nullstellung.

Bei dem zuletzt genannten Verfahren sind die Ein- und Ausspeicherdrehrichtung verschieden, die zuletzt eingespeicherte Ziffer wird zuerst ausgespeichert. Soll die Wahlinformation von einem herkömmlichen Vermittlungssystem verarbeitet werden, so muß die letzte Ziffer der Rufnummer zuerst, dann die vorletzte und zum Schluß die erste Ziffer eingespeichert werden, damit die Rufnummer in der richtigen Reihenfolge ausgesendet wird. Zu diesem Zweck müßten sämtliche Teilnehmer-Anschlußnummern umgekehrt werden. Wird die genannte Wahlinformation dagegen amtsseitig noch einmal gespeichert, so kann die Rufnummer mit umgekehrter Ziffernfolge ausgesendet werden. Das zentrale Steuerorgan muß dann die zuletzt übertragene Ziffer als

erste und die zuerst übertragene als letzte auswerten.

Die verschiedenen konstruktiven Probleme, die bei den einzelnen Antriebsmöglichkeiten auftreten, werden wiederum in Abschnitt 5 anhand der untersuchten Konstruktionen betrachtet.

4.232 Die Ausspeicherung der Eigennummer

Wie bereits im Vorwort erwähnt wurde, wird die Adresse des rufenden Teilnehmers - im folgenden kurz Eigennummer genannt - für verschiedene vermittlungstechnische Zwecke benötigt. Man kann die Eigennummer fest auf der Speicherscheibe aufzeichnen und bei jeder Wahl mit aussenden. Dann muß zusätzlich zu dem Anlaufwinkel und dem Speicherscheibenbereich, auf dem die gewählte Rufnummer aufgezeichnet ist, auch der Eigennummerbereich der Speicherscheibe bei jeder Ausspeicherung am Magnetkopf vorbeibewegt werden. Da die gewählten Rufnummern verschiedene Länge haben können, muß die Eigennummer am Ende des Speicherbereiches aufgezeichnet werden.

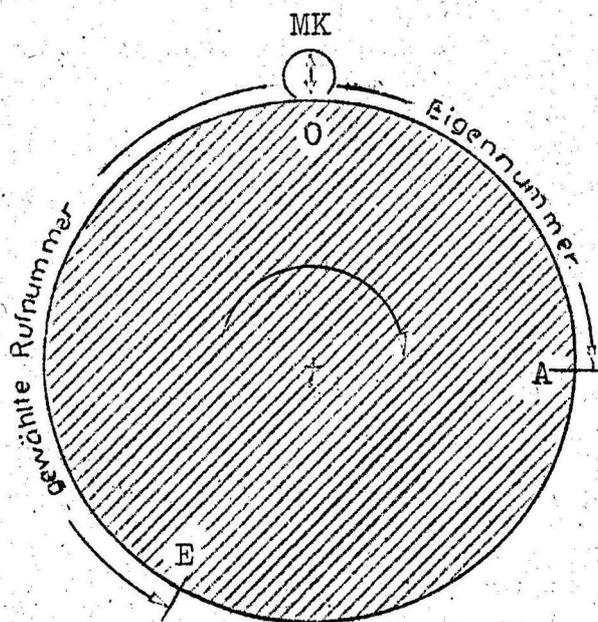


Bild 12: Der Eigennummerbereich auf der Speicherscheibe

Auf Bild 12 sind die Speicherscheibe und der Magnetkopf MK in der Nullstellung dargestellt. Beim Einspeichern möge sich die Speicherscheibe im Uhrzeigersinn drehen. Zur Betrachtung der Relativ-

bewegungen zwischen Speicherscheibe und Magnetkopf ist es anschaulicher sich vorzustellen, daß die Speicherscheibe stillsteht und der Magnetkopf in entgegengesetztem Uhrzeigersinn um sie herum bewegt wird, Nach der Wahl steht der Kopf dann im Punkte E.

Ist die Ausspeicherdrehrichtung gleich der Einspeicherdrehrichtung (Antriebsmöglichkeiten a) und b)), so wird der Kopf beim Ausspeichern von E über A (Beginn der Eigennummer) in die Nullstellung O bewegt. Zur Aussendung der gewählten Rufnummer ist ein zweiter Umlauf von O über E - A nach O erforderlich. Die Eigennummer kann während des ersten oder während des zweiten Umlaufes ausgespeichert werden. Die Ausspeicherfeder muß man so dimensionieren, daß sie die Bewegungsenergie für maximal 2 Scheibenumdrehungen liefert.

Sind Ein- und Ausspeicherdrehrichtung verschieden, so wird der Kopf beim Einspeichern wiederum von O bis E bewegt, während er beim Ausspeichern entsprechend Antriebsmöglichkeit c) lediglich den gleichen Speicherscheibenbereich in entgegengesetzter Richtung (E - O) abfragt. Zur Aussendung der Eigennummer gibt es in diesem Fall zwei Möglichkeiten:

- c1) Die Eigennummer wird nach der gewählten Rufnummer ausgesendet. Dann muß der Magnetkopf über die Nullstellung hinaus am Eigennummerbereich vorbeibewegt werden und vor Beginn der nächsten Wahl in die Nullstellung zurücklaufen. Zur Erzeugung dieser zusätzlichen Drehbewegung ist ein besonderes Antriebsorgan erforderlich, wodurch die Konstruktion sehr aufwendig wird.
- c2) Die Eigennummer wird vor der gewählten Rufnummer ausgesendet. Dann muß der Magnetkopf beim Drücken der Ausspeicher-taste zunächst weiter in der Einspeicherdrehrichtung von E über A bis O bewegt werden und danach zur Ausspeicherung der Informationen rückwärts über A - E wieder in die Nullstellung laufen.

Diese Betrachtungen zeigen, daß die Eigennummer bei den Antriebsmöglichkeiten a) und b) mit gleicher Ein- und Ausspeicherdrehrichtung automatisch mit ausgesendet wird, während bei den Verfahren c) mit verschiedener Ein- und Ausspeicherdrehrichtung zusätzliche Bewegungen der Speicherscheibe erforderlich sind, um die Eigennummer auszusenden.

Die Trennung zwischen Eigennummer und gewählter Rufnummer kann für

den Fall, daß alle Eigennummern der an eine Vermittlungsstelle angeschlossenen Teilnehmer die gleiche Länge haben, durch Abzählen der Stellenzahl der Eigennummer erfolgen. Ist die Länge der Eigennummer variabel, so muß am Anfang bzw. Ende des Eigennummerbereiches eine der sechs Pseudotetraden als Trennkennzeichen eingeschrieben werden.

4.233 Das Problem der Restziffern

Die gewählten Rufnummern haben i.a. unterschiedliche Längen, so daß der Endpunkt E einer Adresse in Bild 12 an verschiedenen Stellen des Speicherscheibenumfanges liegen kann. Da bei dem gewählten Speicherprinzip keine besondere Löschung der Information vorgesehen zu werden braucht - die Löschung erfolgt automatisch durch das Überschreiben einer neuen Information - befinden sich bei der Wahl einer kurzen Rufnummer noch Ziffern von vorangegangenen Wahlen - im folgenden kurz Restziffern genannt - auf dem Speicherbereich E - A.

Wie im vorigen Abschnitt dargelegt wurde, muß zum Ausspeichern der gewählten Rufnummer und der Eigennummer bei den Antriebsmöglichkeiten a), b) und c2) der ganze Scheibenumfang abgefragt werden. Dabei werden auch die Restziffern mit ausgesendet und es besteht die Gefahr, daß dadurch eine falsche Verbindung aufgebaut wird. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das zu verhindern.

Werden die Restziffern nach der Eigennummer und der gewählten Rufnummer ausgesendet, so stören sie nicht. Die Ziffern der gewählten Rufnummer werden nämlich bei mehrstufigen Koppelanordnungen stets nacheinander verarbeitet und mit der Auswertung der letzten Ziffer der Rufnummer ist die Verbindung durchgeschaltet. Die folgenden Restziffern haben keine Wirkung mehr. Erfolgt die Aussendung der Restziffern dagegen zwischen Eigennummer und gewählter Rufnummer, so müssen die Restziffern entweder gelöscht oder durch Trennkennzeichen von den interessierenden Informationen unterschieden werden.

Bei gleicher Ein- und Ausspeicherdrehrichtung der Speicherscheibe kann im Punkt A (Beginn der Eigennummer, s. Bild 12) mit der Ausspeicherung begonnen und zunächst die Eigennummer (Bereich A - 0) und unmittelbar danach die gewählte Nummer (Bereich 0 - E) ausgesendet werden. Dann werden die Restziffern zuletzt ausgespeichert

und stören nicht.

Läßt man die Ausspeicherung dagegen erst nach Vollendung der ersten Umdrehung im Nullpunkt 0 beginnen, so werden zunächst die gewählten Ziffern, dann die Restziffern und zum Schluß die Eigennummer ausgesendet. Die Restziffern stören auch in diesem Fall den Verbindungsaufbau nicht, da die Verbindung nach der Auswertung der Rufnummer bereits durchgeschaltet ist. Zur Erkennung der Eigennummer ist jedoch eine Trennung zwischen den Restziffern und der Eigennummer erforderlich. Haben alle Eigennummern die gleiche Länge, so lassen sie sich aufgrund ihrer Stellenzahl von den Restziffern trennen. Ist ihre Länge variabel, so kann man am Anfang des Eigennummerbereiches ein Eigennummer-Beginnkennzeichen einschreiben und dadurch die Eigennummer von den Restziffern unterscheiden.

Anstatt ein Eigennummer-Beginnkennzeichen einzuführen, kann man auch die Restziffern löschen. Dazu muß der Magnetkopf noch an der Speisebrücke liegen, wenn der Restziffernbereich E - A während der ersten Speicherscheibenumdrehung an ihm vorbeibewegt wird. Dann werden sämtliche Speicherelemente des Restziffernbereiches in den Magnetisierungszustand $-B_r$ magnetisiert und dadurch gelöscht. Beim Ausspeichern werden in diesem Bereich lauter binäre Nullen ausgesendet. Die erste ausgespeicherte Tetrade 0000 kann beispielsweise als Rufnummern-Endekennzeichen ausgewertet werden.

Dieses Verfahren erfordert einen zusätzlichen Aufwand, um den Kopf im Punkt A von der Speisebrücke abzuschalten und im Punkt 0 mit der Ausspeicherung beginnen zu lassen. Es ist daher günstiger, bei gleicher Ein- und Ausspeicherdrehrichtung im Punkt A mit der Ausspeicherung zu beginnen und zuerst die Eigennummer, anschließend die gewählte Rufnummer, dann die Restziffern und zum Schluß nochmals die Eigennummer auszusenden. Die Eigennummer hat bei ihrer zweiten Ausspeicherung den Charakter von Restziffern.

Bei verschiedener Ein- und Ausspeicherdrehrichtung der Speicherscheibe gibt es die beiden Ausspeichermöglichkeiten c1) und c2) (s. Abschnitt 4.232). Bei dem Verfahren c1), bei dem zuerst die gewählte Rufnummer und anschließend die Eigennummer ausgespeichert wird, werden keine Restziffern ausgesendet. Allerdings ist die mechanische Konstruktion für dieses Verfahren sehr aufwendig.

Beim Verfahren c2) werden zuerst die Eigennummer, dann die Restziffern und zum Schluß die gewählte Rufnummer ausgespeichert. Die Eigen-

nummer und die gewählte Rufnummer können durch Trennkennzeichen von den Restziffern unterschieden werden. Während das Eigennummer-Endekennzeichen fest eingeschrieben werden kann, muß das Rufnummern-Beginnkennzeichen jedesmal nach Wahl der letzten Ziffer eingespeichert werden. Dies müßte beim Drücken der Ausspeichertaste geschehen. Außerdem ist es denkbar, daß die Eigennummer in der ausgespeicherten Reihenfolge und die gewählte Rufnummer in umgekehrter Reihenfolge ausgewertet wird, so daß die Restziffern zwar vor der gewählten Nummer ausgesendet, jedoch erst nach ihr ausgewertet werden. Dann erübrigt sich zumindest das Rufnummern-Beginnkennzeichen. Daneben gibt es wiederum die bereits oben beschriebene Möglichkeit, die Restziffern beim Aufziehen der Scheibe zu löschen.

Diese Ausführungen zeigen, daß es für alle Antriebsarten Möglichkeiten gibt, die Restziffern unwirksam zu machen. Am günstigsten ist aus dieser Sicht ein Verfahren mit gleicher Ein- und Ausspeicherdrehrichtung, bei dem zunächst die Eigennummer und unmittelbar danach die gewählte Rufnummer ausgesendet wird. Die anschließend ausgespeicherten Restziffern stören dann nicht. Es brauchen weder eine Löschung noch irgendwelche Trennkennzeichen vorgesehen zu werden.

4.234 Die mehrmalige Ausspeicherung

Es ist naheliegend, bei einer Wählvorrichtung mit Vorspeicherung der Wahlinformation die Möglichkeit vorzusehen, eine einmal gewählte Rufnummer mehrmals auszusenden. Dem Teilnehmer wird damit ein nahezu vollständiges Äquivalent für einen relativ teuren Anrufwiederholer geboten. Er braucht lediglich noch zu prüfen, ob nach der Ausspeicherung Frei- oder Besetztzeichen ertönt und im Besetztfall die Ausspeicherung erneut zu veranlassen. Die ganze Wählerarbeit bleibt ihm erspart.

Dem Vorteil der mehrmaligen Ausspeichermöglichkeit stehen jedoch auch gewisse Nachteile gegenüber. Man kann zum Beispiel durch Ausspeicherung der zuletzt eingeschriebenen Adresse feststellen, welcher Teilnehmer zuletzt angerufen wurde.

Diese Kontrollmöglichkeit könnte von einzelnen Teilnehmern als lästig empfunden werden und man muß die Möglichkeit vorsehen, die mehrmalige Ausspeicherung bedarfsweise zu unterbinden. Das kann auf verschiedene Arten geschehen am einfachsten dadurch, daß man

nach dem Gespräch eine Ziffer neu wählt und dadurch die alte Rufnummer verfälscht. Das ist für den Teilnehmer betrieblich schwierig. Man kann die Konstruktion auch so auslegen, daß eine erneute Ausspeicherung nur möglich ist, wenn man vorher die erste Ziffer der gewählten Rufnummer noch einmal wählt. Es sind noch verschiedene andere Möglichkeiten denkbar, so daß dieser Nachteil ohne Schwierigkeiten beseitigt werden kann.

Schwerwiegender ist dagegen ein Nachteil, der für das Vermittlungssystem entstehen kann. In den Hauptverkehrszeiten kommt es insbesondere im Fernverkehr vor, daß Wahlstufen häufig besetzt sind. Durch die Möglichkeit, eine einmal eingespeicherte Rufnummer im Besetztfall sofort wieder auszusenden, wird der Einfall-Abstand zwischen zwei Belegungsversuchen wesentlich verringert, wodurch ein erhöhtes Verkehrsangebot entsteht.

Von der Konstruktion her gesehen bedingt die mehrmalige Ausspeicherung einer Wahlinformation keinen bzw. keinen wesentlichen zusätzlichen Aufwand. Da die Speicherscheibe nach der ersten Ausspeicherung bei allen im Abschnitt 4.231 beschriebenen Antriebsmöglichkeiten wieder in der Nullstellung steht, braucht lediglich die Ausspeicherfeder neu gespannt zu werden, um die Information nochmals aussenden zu können. Dazu muß der Handapparat kurzzeitig aufgelegt und die Ausspeichertaste erneut gedrückt werden.

Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich lediglich bei dem Verfahren c2), bei dem die Ausspeicherfeder durch das Drücken der Ausspeichertaste gespannt wird. Wie im vorigen Abschnitt erläutert würde, müssen dabei die Restziffern gelöscht oder durch Einspeicherung eines Trennkennzeichens von der Rufnummer getrennt werden. Diese Funktion der Ausspeichertaste muß aufgehoben werden, wenn die Ausspeicherung wiederholt werden soll, d.h. wenn die Ausspeichertaste betätigt wird während die Speicherscheibe noch in der Nullstellung steht. Zur Auswertung dieses Kriteriums ist ein geringer zusätzlicher Aufwand erforderlich.

Man könnte auch eine zusätzliche Wiederholungstaste vorsehen, die die gleiche Funktion wie die Ausspeichertaste erfüllt, jedoch die Löschung bzw. das Einschreiben des Trennkennzeichens verhindert. Wie jedoch schon im Abschnitt 4.1 erwähnt wurde, komplizieren zusätzliche Tasten die Bedienung des Gerätes und erhöhen die Irrungsgefahr. Aus diesem Grunde ist eine Wiederholungstaste abzulehnen.

Die mehrmalige Ausspeicherung einer Information läßt sich am einfachsten bei den Antriebsmöglichkeiten a) und b1), bei denen die Ausspeicherfeder durch Auflegen des Handapparates gespannt wird, durchführen.

4.235 Der Irrungsfall

Wenn sich der Teilnehmer bei den herkömmlichen Sprechstellen mit der Nummernscheibe als Wählorgan verhält, braucht er lediglich den Handapparat kurz aufzulegen und kann dann sofort wieder mit der Wahl beginnen. Dieses einfache Verfahren ist auch für den Irrungsfall bei der Tastaturwahl mit Vorspeicherung der Wahlinformation anzustreben.

Beim Vorspeicherverfahren muß die Speicherscheibe im Irrungsfall in die Nullstellung laufen, bevor mit der neuen Wahl begonnen werden kann. Dabei darf die falsche Wahlinformation nicht ausgespeichert werden. Die Energie für den Heimlauf der Speicherscheibe wird zweckmäßigerweise der Ausspeicherfeder entnommen, da eine zusätzliche Feder für den Irrungsfall den Aufwand erhöht und die Konstruktion kompliziert.

Am einfachsten läßt sich der Heimlauf der Speicherscheibe bei den Antriebsmöglichkeiten c) (s. Abschnitt 4.231 und 4.232) mit verschiedener Ein- und Ausspeicherdrehrichtung erreichen. Die Ausspeicherfeder, die beim Betätigen der Wähltasten gespannt wird, kann beim Auflegen des Handapparates freigegeben werden und bei ihrem Ablauf die Speicherscheibe in die Nullstellung zurückbewegen. Die Ausspeicherung der falschen Information wird beispielsweise durch Auftrennen des Gabelumschalters verhindert.

Bei der Ausspeichermöglichkeit a) mit einer gemeinsamen Ein- und Ausspeicherfeder, die beim Auflegen des Handapparates gespannt wird, bedingt der Irrungsfall einen zusätzlichen Aufwand. Für den Ausspeichervorgang kann eine normale Spiralfeder mit feststehendem Federhaus und beweglichem Federkern verwendet werden. Soll diese Feder auch im Irrungsfall zur Bewegung der Speicherscheibe dienen, so muß man zur Auslösung des Heimlaufes eine Irrungstaste vorsehen. Beim Drücken der Irrungstaste erfolgt der gleiche Bewegungsablauf wie beim Drücken der Ausspeichertaste, es wird lediglich die Ausspeicherung der Information verhindert. Bevor man mit der neuen Wahl beginnen kann, muß man noch kurzzeitig den Handapparat auflegen, um die Ausspeicherfeder wieder zu spannen.

Dieses konstruktiv einfache Verfahren ist in der Bedienung zu umständlich. Außerdem werden durch die zusätzlicherforderliche Irrungstaste die Fehlbedienungs-möglichkeiten erhöht. Um die Speicherscheibe auch bei diesem Antriebsverfahren durch einfaches Auflegen des Handapparates in die Nullstellung zu befördern, muß man eine kompliziertere Antriebsfeder vorsehen, die gleichzeitig ablaufen und aufgezo-gen werden kann. Beim Auflegen des Handapparates kann dann beispiels-weise der Federkern ablaufen und die Scheibe in die Nullstellung be-wegen, während gleichzeitig das Federhaus aufgezo-gen wird. Beim Ab-heben des Handapparates ist die Wählvorrichtung wieder betriebsbe-reit.

Bei der Ausspeichermöglichkeit b) mit getrennter Ein- und Ausspei-cherfeder kann das gleiche Prinzip angewendet werden, wenn die Aus-speicherfeder beim Auflegen des Handapparates gespannt wird (Mög-lichkeit b1). Wird die Ausspeicherfeder dagegen erst durch das Drücken der Ausspeichertaste aufgezo-gen (Möglichkeit b2), so muß für den Irrungsfall eine besondere Irrungstaste vorgesehen werden, mit der die Ausspeicherfeder ebenfalls gespannt und dadurch die Speicherscheibe in die Nullstellung bewegt werden kann, ohne daß da-bei eine Information ausgespeichert wird. Wegen der erforderlichen Irrungstaste ist die Antriebsmöglichkeit b2) ungünstig.

Damit sind die wesentlichen Konstruktionselemente und Bedienungs-fälle der Wählvorrichtung beschrieben. Die aufgezeigten Probleme und Lösungsmöglichkeiten wurden durch die Anfertigung verschiede-ner Konstruktionszeichnungen und den Aufbau zweier Modelle gewon-nen. Im folgenden Abschnitt werden diese Untersuchungen kurz er-läutert.

5. Untersuchte Konstruktionen

Die drei näher untersuchten Konstruktionen unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art des Antriebs und die Ausbildung der Co-diervorrichtung. Von den Konstruktionen 1 und 2 wurde je ein Modell praktisch aufgebaut (Bilder 13 und 14).

Die umfangreichen Konstruktionszeichnungen werden dem Bericht nicht beigefügt. Es erfolgt lediglich eine kurze Darstellung des Konstruk-tionsprinzips und seiner Vor- und Nachteile.

5.1 Konstruktion 1

5.11 Prinzip

Bei der ersten Konstruktion /4/ wurde die Antriebsmöglichkeit a) (s. Abschnitt 4.231, S.22) mit einer gemeinsamen Ein- und Ausspeicherfeder, die beim Auflegen des Handapparates gespannt wird, vorgesehen. Beim Betätigen der ersten Wähltaste wird die Speicherscheibe an die Spiralfeder angekuppelt. Ein Schrittschaltwerk gibt den Antrieb bei gedrückter Wähltaste kurzzeitig frei, wobei die Speicherscheibe um 4 Speicherelemente fortgeschaltet wird.

Die Speicherung der binären Elemente "L" und "O" erfolgt bei dieser Konstruktion auf zwei getrennten Spuren, da zur Zeit der Anfertigung der Konstruktion die Idee der geometrischen Trennung der Speicherelemente zur Erzeugung des Zustandes $B = 0$ zwischen den einzelnen Elementen noch nicht gereift war. Die Speicherscheibe hat daher an ihrem Umfang eine kontinuierliche Magnetschicht (Tonband), auf der mit einem Zweispur-Magnetkopf die beiden Spuren aufgezeichnet werden.

Die binären Elemente werden in zwei Abschnitten über eine Speisebrückenschaltung gemäß Bild 10 (S.19) mit einer Kontaktanordnung gemäß Bild 11 (S.20) eingespeichert. Im ersten Abschnitt wird der Tetradencode durch die Lage von vier Codierkontakten, die beim Drücken der Wähltaste über Codierschienen eingestellt werden, markiert. Danach werden kurz vor dem Ende des Tastenweges das Schrittschaltwerk freigegeben und die Speicherscheibe um 4 Schritte fortgeschaltet. Während dieser Bewegung wird der Magnetkopf über vier Einspeicherkontakte, die vom Schrittschaltwerk betätigt werden, nacheinander an die durch die Einstellung der Codierkontakte vorgegebene Spannung gelegt.

Zur Aussendung der Wahlinformation muß die Ausspeichertaste gedrückt werden. Dabei wird das Einspeicher-Schrittschaltwerk angekuppelt, so daß die Speicherscheibe, angetrieben durch die Spiralfeder, ungehemmt abläuft.

5.12 Beschreibung des Modells

Die Bilder 13a und 13b (S.35) zeigen das aufgebaute Modell der ersten Konstruktion. Sämtliche Bauteile sind auf drei mit zentrierten Distanzstücken übereinander befestigten Grundplatten montiert. Auf der oberen Platte sieht man die in zwei Fünferrei-

hen angeordneten Wähltasten, davor die Ausspeichertaste und dahinter die Tastenhebel, die beim Drücken einer Wähltaste nach unten bewegt werden. Unter den Tastenhebeln liegen vier bügelförmige Codierschienen (Bild 13a), die mit nach unten bewegt werden und die Codierkontakte betätigen, wenn ein "L" eingeschrieben werden soll.

Der Tastenhub der Wähltasten beträgt etwa 4 mm, der Tastendruck ca. 450 g. Der Tastenabstand ist hinreichend groß (22 mm von Tastenmitte zu Tastenmitte) so daß man nur bei böswilliger Betätigung 2 Tasten gleichzeitig drücken kann.

Die Speicherscheibe liegt waagrecht zwischen der unteren und der mittleren Platte. Auf Bild 13b sieht man links vor der Scheibe den Magnetkopf, der über drei einstellbare Befestigungsschrauben justiert werden kann.

Die Antriebsfeder liegt unmittelbar unterhalb der Speicherscheibe auf der unteren Platte (andeutungsweise sichtbar auf Bild 13b). Auf Bild 13a ragt links unten ein großes Zahnrad heraus über das die Feder beim Niederdrücken der Gabel gespannt wird.

Das Einspeicher-Schrittschaltwerk mit den Einspeicherkontakten sieht man auf der linken Seite der mittleren Platte (Bild 13a). Es wird beim Drücken der Ausspeichertaste über eine Stiftkupplung von der Speicherscheibe abgeschaltet.

5.13 Kritik

Durch den Aufbau der ersten Konstruktion wurden verschiedene Vor- und Nachteile des Konstruktionsprinzips offenbar. Es zeigte sich, daß die Einspeichervorrichtung leicht bedienbar ist. Da die Energie zur Erzeugung der Einspeicherbewegung der zentralen Feder entnommen werden kann, brauchen über die Wähltasten lediglich die Codierschienen betätigt und das Schrittschaltwerk freigegeben zu werden. Tastenhub und Tastendruck haben daher recht günstige Werte.

Die Ausspeicherung der Eigennummer bereitet bei dem Prinzip keine Schwierigkeiten und die Restziffern stören nicht, wenn man - wie im Abschnitt 4.233 beschrieben - zuerst die Eigennummer, danach die gewählte Rufnummer und zum Schluß die Restziffern aussendet.

Die mehrmalige Ausspeicherung einer gewählten Rufnummer ist möglich. Man muß dazu die zentrale Feder erneut spannen, die erste Ziffer der gewählten Nummer nochmals wählen und die Ausspeichertaste drücken. Das erneute Wählen der ersten Ziffer ist aus speziellen

konstruktiven Gründen notwendig; es muß nämlich die Sperre, die die Speicherscheibe nach der zweiten Umdrehung in der Nullstellung anhält, freigegeben werden. Durch geringe konstruktive Änderungen könnte diese Funktion auch von der Ausspeichertaste erfüllt werden.

Die Konstruktion hat zwei wesentliche Mängel. Am auffallendsten sind die etwas groben und unhandlichen Abmessungen verschiedener Bauteile, die relativ große Antriebskräfte erforderlich machen. Daher reicht das Gewicht des Handapparates nicht aus, um die Antriebsfeder bei einem Gabelweg von 9 cm zu spannen. Dieser Mangel ließe sich bei einer zweiten, gleichartigen Konstruktion durch günstigere Dimensionierung beseitigen.

Der zweite wesentliche Mangel der Konstruktion liegt darin, daß der Irrungsfall nicht berücksichtigt wurde. Als Antriebsfeder dient eine normale Spiralfeder mit feststehendem Federhaus und beweglichem Federkern, der beim Auflegen des Handapparates aufgezogen wird und bei der Ausspeicherbewegung abläuft. Wie bereits im Abschnitt 4.235 dargelegt wurde, muß man entweder eine zusätzliche Irrungstaste oder eine kompliziertere Feder, die gleichzeitig ablaufen und aufgezogen werden kann, vorsehen, um die Scheibe im Irrungsfall in die Nullstellung laufen zu lassen. Bei der vorliegenden Konstruktion muß man den Heimlauf der Scheibe durch Drücken der Ausspeichertaste veranlassen und vorher durch Betätigung des Hakenumschaltekontaktes die Wählvorrichtung von der Teilnehmerleitung abtrennen, um die Aussendung der falschen Information zu verhindern.

5.2 Konstruktion 2

5.21 Prinzip

Bei der zweiten Konstruktion /5/ sollten die Mängel der ersten beseitigt und ein anderes Antriebsprinzip sowie ein Einspur-Speicherverfahren untersucht werden.

Zur Erzeugung der Speicherbewegungen wurde die Antriebsmöglichkeit b1) (s. Abschnitt 4.231, S.22) mit getrennter Ein- und Ausspeicherfeder vorgesehen. Die Einspeicherfeder wird beim Drücken der Wähltasten, die Ausspeicherfeder beim Auflegen des Handapparates gespannt. Die beiden Federn werden über je einen Stoßklientrieb so an die Speicherscheibe angekuppelt, daß Ein- und Ausspeicherdrehrichtung gleich sind.

Als Speicher dient die im Abschnitt 4.21, S.14 beschriebene, 3 mm dicke Scheibe, auf deren Umfang im Abstand von je 2 mm 96 Speicherelemente von 0,6 mm Breite aufgebracht sind. Zur Aufzeichnung und Abtastung der Information dient ein Einspur-Magnetkopf.

Die Codierung erfolgt wie bei der ersten Konstruktion über 4 Codierkontakte, die über Codierschienen eingestellt und über Einspeicherkontakte abgefragt werden. Für den Irrungsfall ist eine Irrungstaste vorgesehen, bei deren Betätigung die Speicherscheibe - angetrieben von der Ausspeicherfeder - in die Nullstellung läuft. Dabei wird die Information zwar ausgespeichert, ihre amtsseitige Auswertung wird jedoch durch Unterdrückung des Belegungskennzeichens (s. Abschnitt 6.1) verhindert.

5.22 Beschreibung des Modells

Auf den Bildern 14a-c (S.35) ist das aufgebaute Modell der zweiten Konstruktion dargestellt. Es unterscheidet sich äußerlich von der ersten Konstruktion durch die Anordnung der Bauteile zwischen drei senkrecht stehenden Montageplatten sowie durch kleinere Abmessungen der Bauteile. Die Speicherscheibe ist mit den wesentlichen Antriebsbauteilen zwischen der mittleren und linken Platte montiert, während zwischen der mittleren und der rechten Platte die Wähltasten und die Codiereinrichtungen untergebracht sind (Bild 14c).

Links neben der mittleren Platte sieht man die senkrecht stehende Speicherscheibe, darüber den Magnetkopf und an der linken Platte das ebenfalls senkrecht stehende Federhaus. Die senkrechte Anordnung der Speicherscheibe und der Feder hat gegenüber der horizontalen Anordnung bei der ersten Konstruktion den Vorteil, daß die vertikale Gabelbewegung zum Spannen der Feder nicht umgeleitet zu werden braucht. Der Federkern wird beim Auflegen des Handapparates über den um die Konstruktion herumlaufenden Bügel und ein mit ihm fest verbundenen Zahnsegment aufgezogen.

Die Wähltasten sind wie bei der ersten Konstruktion in zwei Fünferreihen angeordnet und über Tastenhebel auf einer gemeinsamen Achse gelagert (Bild 14c). Unter den Tastenhebeln liegt ein Bügel, der beim Drücken jeder Taste nach unten bewegt wird und dabei die an der rechten Montageplatte befestigte Einspeicherfeder aufzieht.

Beim Drücken einer Wähltaste werden gleichzeitig die Codierschienen, die ebenfalls unter den Tastenhebeln liegen (Bild 14c) über keilförmige Aussparungen nach rechts verschoben, wobei die an der

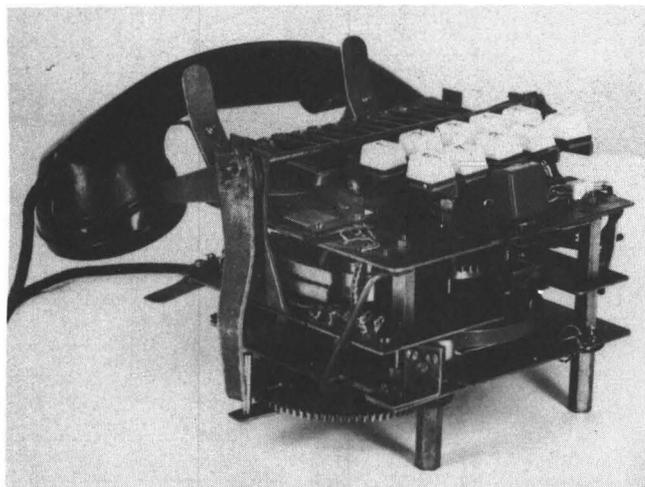


Bild 13a

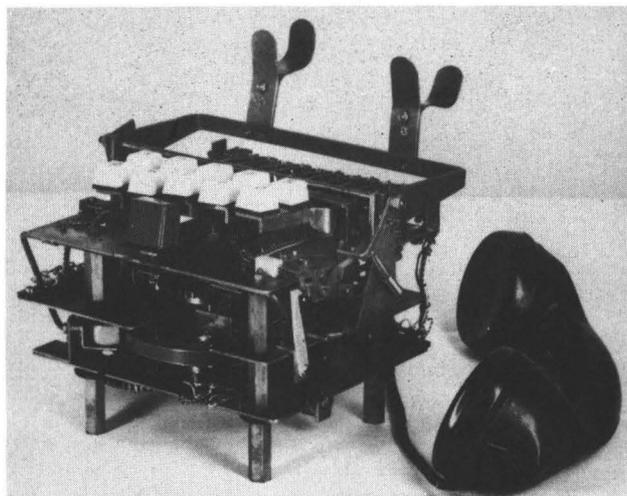


Bild 13b

Konstruktion 2:

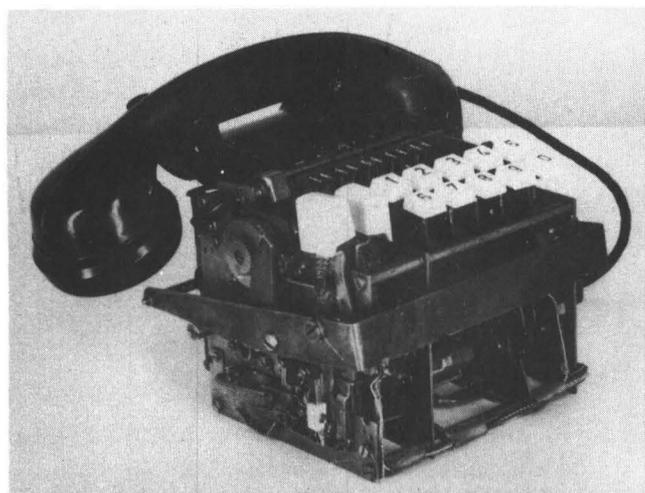


Bild 14a

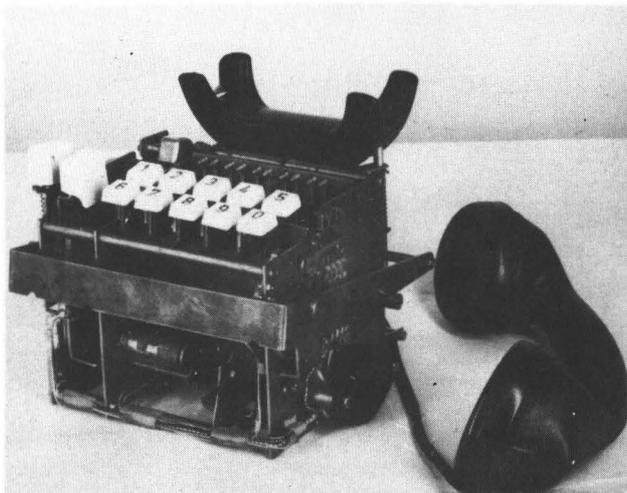


Bild 14b

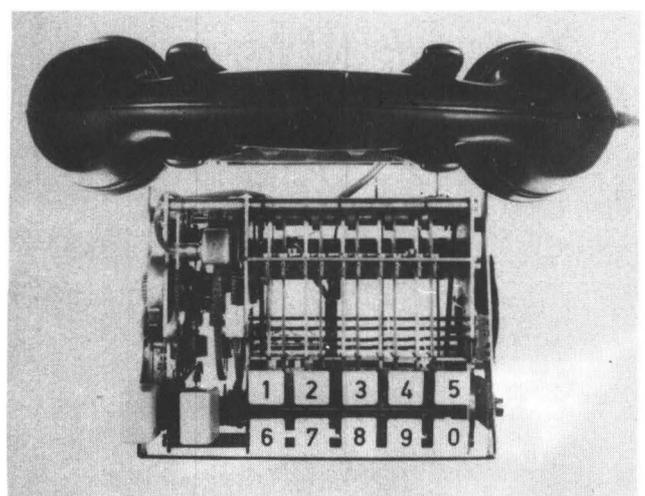


Bild 14c

rechten Montageplatte befestigten Codierkontakte eingestellt werden (Bild 14b).

Beim Hochkommen der Wähltaste entspannt sich die Einspeicherfeder und bewegt über einen Stoßklinkentrieb die Speicherscheibe um vier Speicherelemente vorwärts. Dabei macht eine unten rechts an der mittleren Platte befestigte Kontaktwalze (Bild 14b unterhalb des umlaufenden Bügels) eine halbe Umdrehung und schließt nacheinander die vier Einspeicherkontakte. Die Einstellung der Codierkontakte bleibt durch kleine Hebel solange markiert, bis der von den Wähltasten niedergedrückte Bügel wieder die Ruhestellung erreicht und die Tetrade eingespeichert ist. Der Tastenhub beträgt bei dieser Konstruktion etwa 10 mm, der Tastendruck wiederum ca. 450 g.

Links neben den Wähltasten sind die Irrungstaste (links außen) und die Ausspeichertaste zu sehen. Beide heben bei ihrer Betätigung eine Sperrung der Ausspeicherfeder auf und veranlassen dadurch den Ablauf der Speicherscheibe.

5.23 Kritik

Die beiden wesentlichen Mängel der ersten Konstruktion konnten bei der zweiten beseitigt werden. Die Bauteile sind kleiner und leichter zu bewegen. Das Gewicht des Handapparates reicht aus, um die Ausspeicherfeder zu spannen. Die Irrungstaste bedingt nur einen unwesentlichen konstruktiven Mehraufwand.

Wie schon im Abschnitt 4.235 dargelegt wurde, ist die Irrungstaste nicht die günstigste Lösung für den Irrungsfall. Um die Ausspeicherfeder wieder zu spannen, muß nach dem Drücken der Irrungstaste noch der Handapparat aufgelegt werden. Dazu wird der Teilnehmer bei der vorliegenden Konstruktion durch eine Tastensperre gezwungen, die wirksam wird, wenn die Ausspeicherfeder abgelaufen ist. Um den Heimlauf der Speicherscheibe im Irrungsfall durch einfaches Auflegen des Handapparates veranlassen zu können, muß man eine Ausspeicherfeder vorsehen, die gleichzeitig ablaufen und aufgezo-gen werden kann.

Die Ausspeicherung der Eigennummer ergibt sich bei dieser Lösung genau so einfach wie bei der ersten Konstruktion. Auch die Restziffern stören nicht. Zur mehrmaligen Ausspeicherung einer Wahlinformation muß wiederum die erste Ziffer der gewählten Rufnummer nochmals eingespeichert und dann die Ausspeichertaste gedrückt werden. Durch geringe konstruktive Änderungen könnte man auch bei dieser Konstruktion die Notwendigkeit, die erste Ziffer nochmals zu wählen,

unterbinden.

Die Antriebsform mit getrennter Ein- und Ausspeicherfeder hat gegenüber der zentralen Feder bei der ersten Konstruktion verschiedene Nachteile. Beide Federn müssen über besondere Stoßklinken-triebe und entsprechende Zahnradübersetzungen an die Speicherscheibe angekuppelt werden. Dadurch erhöht sich der Aufwand. Außerdem ist der erforderliche Tastenhub bei gleichem Tastendruck größer. Auch die Codiervorrichtung erfordert einen etwas größeren Aufwand. Bei der ersten Konstruktion brauchen die Codierkontakte nur kurzzeitig am Ende des Tastenhubes, wenn das Schrittschaltwerk abläuft, betätigt zu werden. Bei der zweiten Konstruktion müssen sie dagegen während der ganzen Zeit, während der die Wähltaste hochkommt, eingestellt bleiben. Dazu ist ein zusätzlicher Aufwand erforderlich.

Aus diesen Gründen ist das Antriebsverfahren a) mit einer zentralen Feder günstiger als das Verfahren b) mit getrennten Ein- und Ausspeicherfedern.

5.3 Konstruktion 3

Bei den Antriebsmöglichkeiten a) und b), die in den ersten beiden Konstruktionen untersucht wurden, bereitet die Lösung des Irrungsfalles gewisse Schwierigkeiten. Außerdem bedingt die Einspeicherung in zwei Abschnitten (Einstellung und anschließende Abfrage der Codierkontakte) mit zentraler Kontaktanordnung und Codierschienen-Einstellung einen Aufwand, der sich durch eine direkte Betätigung der Codierkontakte durch die Tasten unter Umständen verringern läßt.

Aufgrund dieser Überlegungen wurde eine dritte Konstruktion /6/ angefertigt, bei der die direkte Betätigung der Codierkontakte durch die Tasten und die Antriebsmöglichkeit c) (Abschnitt 4.231, S.22) mit einer Ausspeicherfeder, die beim Betätigen der Wähltasten gespannt wird, untersucht werden sollte. Beim Abschluß des Forschungsvorhabens war die Konstruktion noch nicht ganz fertiggestellt, sie konnte daher auch nicht mehr aufgebaut werden. Im folgenden wird das Prinzip näher erläutert.

Die Speicherscheibe, die die gleiche Form wie bei der zweiten Konstruktion hat, wird beim Einspeichern direkt von den Wähltasten fortbewegt. Die Ausspeicherfeder ist mit der Speicherscheibe fest verbunden und wird durch die Einspeicherbewegung aufge-

zogen. Eine Sperre verhindert den Rücklauf der Scheibe während des Einspeicherns. Im Irrungsfall braucht man lediglich durch Auflegen des Handapparates diese Sperre aufzuheben, um die Speicherscheibe - angetrieben durch die Ausspeicherfeder - in die Nullstellung zurücklaufen zu lassen.

Da bei diesem Antriebsverfahren eine feste Zuordnung zwischen Wähltastenweg und Scheibendrehung besteht, können die Codierkontakte nacheinander durch die Tasten betätigt werden. Dadurch erübrigt sich eine Abfrageeinrichtung. Es muß lediglich eine Kontaktform gefunden werden, die es gestattet, auf möglichst kurzem Weg vier Codierkontakte nacheinander zu betätigen.

Die Konstruktion wird relativ einfach. Sie besteht nur noch aus den 10 Wähltasten, die über ein gemeinsames Antriebsglied (beispielsweise einen Stoßklinkentrieb) auf die Speicherscheibe wirken können, aus den Codierkontakten und aus einer mit der Scheibe fest verbundenen Spiralfeder. Die Codierkontakte werden - wie im Abschnitt 4.223 beschrieben - zentral oder individuell pro Taste angeordnet. Welche Anordnung günstiger ist, ist noch nicht entschieden.

Wie schon in Abschnitt 4.234 erläutert wurde, bereitet die Ausspeicherung der Eigennummer bei diesem Antriebsverfahren eine gewisse Schwierigkeit, da die Speicherscheibe vor dem Ausspeicherbeginn zunächst in Einspeicherrichtung bis in die Nullstellung gedreht werden muß. Die dazu erforderliche Energie muß beim Drücken der Ausspeichertaste aufgebracht werden. Tastendruck bzw. Tastenhub der Ausspeichertaste sind daher größer als bei den beiden ersten Konstruktionen. Das Problem der Restziffern ist wie im Abschnitt 4.233, S.25 beschrieben lösbar.

Um den Tastenhub der Ausspeichertaste zu verringern, kann man versuchen, die Eigennummer nach jeder Wahl beim Drücken der Ausspeichertaste unmittelbar hinter der gewählten Rufnummer einzuspeichern. Dann braucht die Speicherscheibe nach dem Einspeichern lediglich um die Eigennummerlänge und einen gewissen Anlaufwinkel in Einspeicherrichtung weitergedreht zu werden. Bei dem Verfahren werden außerdem keine Restziffern ausgesendet.

Berücksichtigt man, daß die Aussendung der Restziffern nicht stört (s. Abschnitt 4.233), so steht dem Gewinn an Tastenhub bzw. Tastendruck für die Ausspeichertaste ein beträchtlicher Aufwand für die Codiervorrichtung zum Einschreiben der Eigennummer gegenüber.

Außerdem bereitet bei diesem Verfahren die mehrmalige Ausspeicherung Schwierigkeiten. Da die Ausspeichertaste bei der Erstausspeicherung der Wahlinformation immer einen konstanten Hub zum Einschreiben der Eigennummer machen muß, kann sie nicht gleichzeitig zur mehrmaligen Ausspeicherung benutzt werden. Man müßte eine besondere Wiederholungstaste vorsehen.

Wird die Eigennummer dagegen - wie in Bild 12 dargestellt - fest am Ende des Speicherbereiches eingeschrieben, so muß die Speicherscheibe sowohl bei der ersten wie bei der wiederholten Ausspeicherung über den Eigennummerbereich hinweg bis in die Nullstellung aufgezo- gen werden. Für beide Fälle kann die Ausspeichertaste benutzt werden.

5.4 Vergleich der Konstruktionen

Geht man davon aus, daß sich für die verschiedenen betrachteten Lösungsmöglichkeiten durch entsprechende Entwicklungsarbeit betriebssichere Konstruktionen finden lassen, so sind für ihre Beurteilung der erforderliche Aufwand sowie der erforderliche Tastenhub und Tastendruck ausschlaggebend.

Aus dem Vergleich der Konstruktionen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- 1.) Die Antriebsmöglichkeit b) mit getrennter Ein- und Ausspeicherfeder erfordert den größten konstruktiven Aufwand (s. Konstruktion 2). Die Antriebsmöglichkeit a) mit zentraler Ein- und Ausspeicherfeder, die durch Auflegen des Handapparates gespannt wird (s. Konstruktion 1) und die Antriebsmöglichkeit c) mit einer Ausspeicherfeder, die mit der Speicherscheibe fest gekoppelt ist und beim Einspeichern aufgezo- gen wird (s. Konstruktion 3), bedingen etwa den gleichen Aufwand hinsichtlich des Antriebs und seiner Ankupplung an die Speicherscheibe.
- 2.) Bei der Antriebsmöglichkeit a) ist die Einspeicherbewegung der Speicherscheibe unabhängig von der Tastenbewegung. Daher muß die Einspeicherung in zwei Abschnitten erfolgen. Die beim Drücken einer Wähltaste eingestellten Codierkontakte müssen über Einspeicherkontakte synchron mit der Scheibenbewegung abgefragt werden.

Dagegen besteht bei der Antriebsmöglichkeit c) ein fester Zusammenhang zwischen Tastenweg und Scheibendrehung. Die 4 Co-

dierkontakte können beim Drücken der Wähltaste direkt nacheinander betätigt werden. Dadurch erübrigt sich die Abfrageeinrichtung und der Aufwand für die Einspeichervorrichtung ist etwas geringer.

- 3.) Bezüglich des erforderlichen Tastendrucks und Tastenhubes ist die Antriebsform a) wesentlich günstiger. Da die Bewegungsenergie für die Speicherscheibe von der zentralen Feder zur Verfügung gestellt wird, brauchen durch die Betätigung der Wähltasten lediglich das Schrittschaltwerk freigegeben und die Codierkontakte eingestellt zu werden. Das kann mit kleinem Hub und geringer Kraft geschehen. Das gleiche gilt für die Ausspeichertaste, durch die lediglich eine Kupplung betätigt werden muß. Bei günstiger Dimensionierung lassen sich Tastenhübe von 2 - 3mm und Tastendrucke von beispielsweise 200 g durchaus realisieren.

Bei der Antriebsform c) muß die Speicherscheibe über die Wähltasten um eine Tetrade fortbewegt und gleichzeitig die Ausspeicherfeder gespannt werden. Beim Drücken der Ausspeichertaste muß stets die Einspeicherumdrehung der Speicherscheibe vollendet werden. Tastenhub und Tastendruck sind auch bei günstiger Dimensionierung stets größer als bei der Antriebsform a).

Ein größerer Tastenhub und Tastendruck verringern nicht nur den Bedienungskomfort, sondern erhöhen auch die Falschwahlgfaher, da es leichter vorkommen kann, daß ein Teilnehmer die Tasten nicht ganz durchdrückt. Aus diesem Grunde ist der Antriebsmöglichkeit a) der Vorzug zu geben.

5.5 Die optimale Konstruktion

Die günstigste Lösung für eine Wählvorrichtung mit Tastenwahl und elektromagnetischer Vorspeicherung der Wahlinformation bietet nach den vorangehenden Ausführungen die Antriebsmöglichkeit a), die bei der Konstruktion 1) vorgesehen wurde. Da diese Konstruktion noch verschiedene Mängel aufweist, soll im folgenden das Prinzip der optimalen Konstruktion kurz beschrieben werden.

Die zahnförmige Speicherscheibe ist über ein Schrittschaltwerk mit einer zentralen Ein- und Ausspeicherfeder verbunden, die gleichzeitig ablaufen und aufgezozen werden kann. Die Energie zum Spannen der Feder wird durch Auflegen des Handapparates gewonnen.

Durch die Wähltasten und die Ausspeichertaste braucht keine Bewe-

gungsenergie für die Speicherscheibe erzeugt zu werden. Beim Drücken einer Wähltaste wird über ein für alle Tasten gemeinsam vorhandenes Betätigungsglied lediglich das Schrittschaltwerk gesteuert und über 4 Codierschienen der Tetradencode eingestellt. Bei der Einspeicherbewegung betätigt das Schrittschaltwerk 4 Abfragekontakte, die die Einstellung der Codierkontakte nacheinander abtasten.

Als einzige Zusatztaste ist die Ausspeichertaste vorhanden. Bei ihrer Betätigung wird das Schrittschaltwerk ausgekuppelt, so daß die Speicherscheibe - getrieben durch die zentrale Feder - frei ablaufen kann.

Bei günstiger Dimensionierung der Baugruppen lassen sich Tastendruck und Tastenhub aller Tasten sehr klein halten, wodurch die Bedienung der Wählvorrichtung leicht und bequem wird. Auch alle anderen Bedienungsfälle sind einfach ausführbar. Im Irrungsfall braucht man lediglich den Handapparat aufzulegen. Zur mehrmaligen Ausspeicherung muß man kurzzeitig den Handapparat auflegen und anschließend die Ausspeichertaste erneut drücken.

Die am Ende des Speicherbereiches fest eingeschriebene Eigennummer wird bei jeder Wahl automatisch mit ausgesendet, so daß amtsseitig kein Aufwand zur Identifizierung des rufenden Teilnehmers erforderlich ist.

6. Die elektrische Schaltung

Nach der Entwicklung der mechanischen Konstruktion soll nunmehr die elektrische Schaltung der Wählvorrichtung im Rahmen der Gesamtschaltung der Sprechstelle betrachtet und danach in ihren Einzelteilen dimensioniert werden.

6.1 Das Blockschaltbild

die Sprechstelle besteht aus der Rufeinrichtung (R.E.), der Sprechleinrichtung (H.A. = Handapparat) und der Wählvorrichtung. Bild 15 zeigt das Blockschaltbild für den Ruhezustand "Handapparat aufgelegt".

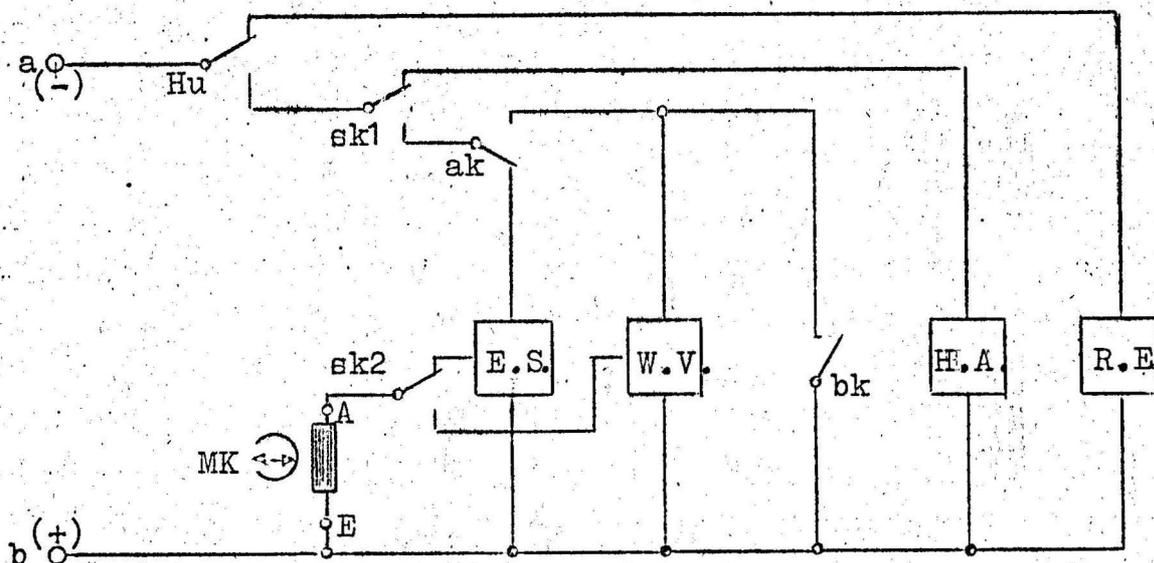


Bild 15: Blockschaltbild der Sprechstelle.

Bei aufgelegtem Handapparat liegt die Rufeinrichtung R.E. an den a, b-Adern der Teilnehmerleitung. Ihr Aufbau ist unabhängig von der Ausbildung der Wählvorrichtung. Für die Zusammenarbeit mit elektronischen bzw. teilelektronischen Vermittlungssystemen muß der Wecker der herkömmlichen Sprechstellen durch einen elektroakustischen Wandler ersetzt werden, der auf kleinere Leistungen anspricht. Im Rahmen der Untersuchungen über die Wählvorrichtung wurde auch eine derartige Rufeinrichtung entwickelt /7/.

Beim Abheben des Handapparates wird der Hakenumschaltkontakt Hu betätigt und dadurch die Rufeinrichtung ab- und die Sprechrichtung angeschaltet, so daß der Teilnehmer ein ankommendes Gespräch führen kann. Die Sprechrichtung ist gegenüber den herkömmlichen Sprechstellen unverändert.

Will der Teilnehmer eine Verbindung aufbauen, so wird beim Drücken der ersten Wähltaste über den Speicherkontakt sk 1 die Wählvorrichtung angeschaltet. Gleichzeitig wird der Handapparat während des Wahlvorganges abgetrennt, da er sehr niederohmig ist und die Wahlimpulse stark bedämpfen würde.

Der elektrische Teil der Wählvorrichtung besteht aus dem Magnetkopf MK, der Einspeicherschaltung E.S., dem Wahlverstärker W.V. und den

im Bild 15 dargestellten Kontakten. Die Anordnung und die Art der Betätigung der Kontakte ist abhängig von dem verwendeten Antriebsprinzip. Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf die optimale Konstruktion, sie gelten jedoch in ähnlicher Weise für die Konstruktionen 1 und 2, bei denen ebenfalls die Ein- und Ausspeicher-drehrichtung gleich ist.

Der Magnetkopf liegt während des Einspeichervorganges an der Einspeicherschaltung. Zur Ausspeicherung wird er über den Speicherkontakt sk 2 an den Wahlverstärker und dieser über den Ausspeicherkontakt ak an die Teilnehmerleitung geschaltet. Über ak wird gleichzeitig die Einspeicherschaltung abgetrennt. Mit Hilfe des Belegungskontaktes bk wird bei Ausspeicherbeginn ein Belegungskennzeichen - ein kurzzeitiger Kurzschluß der Sprechstelle - zur Belegung eines zentralen Speichers erzeugt.

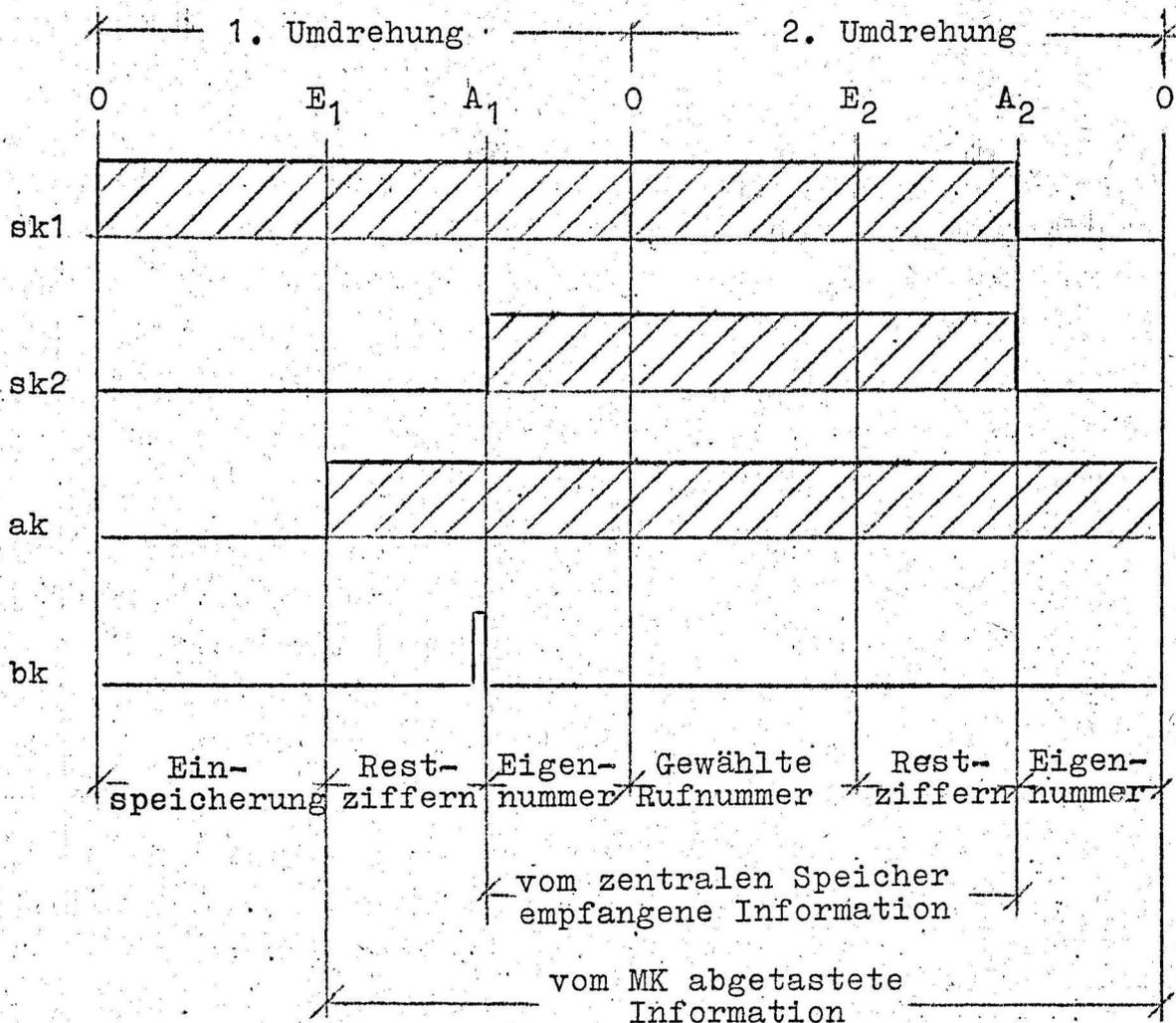


Bild 16: Speicherscheibenablauf und Kontaktbetätigung

Auf Bild 16 sind die Kontaktbetätigungszeiten während der beiden Speicherscheibenumdrehungen dargestellt. Die Punkte O, E und A kennzeichnen die anhand von Bild 12, S.23 erläuterten Speicherscheibenbereiche.

Der Speicherkontakt sk 2 wird während der ersten (Einspeicher-) Umdrehung der Speicherscheibe beim Beginn des Eigennummerbereiches (Punkt A₁) betätigt und geht während der zweiten (Ausspeicher-) Umdrehung an der gleichen Stelle (Punkt A₂) in die Ruhelage zurück. Der Magnetkopf wird somit für genau eine Scheibenumdrehung an den Verstärker geschaltet. Dadurch werden drei Dinge erreicht:

- 1.) Die Ausspeicherung beginnt immer beim Beginn der Eigennummer. Die in dem Speicherbereich E-A abgetasteten Restziffern werden nicht vor der Eigennummer ausgesendet.
- 2.) Der Ausspeichervorgang wird beendet, bevor die Eigennummer zum zweiten Mal abgetastet wird. Bis die Speicherscheibe die Nullstellung erreicht, kann die Verbindung bereits aufgebaut werden.
- 3.) Durch die Abschaltung des Magnetkopfes von der Einspeicherschaltung wird verhindert, daß im Eigennummerbereich Informationen eingeschrieben und dadurch die Eigennummern verfälscht werden können.

Der Speicherkontakt sk 2 muß ebenso wie sk 1 durch die Speicherscheibe betätigt werden, da die Funktion dieser Kontakte von der Scheibenstellung abhängig ist.

Der Ausspeicherkontakt ak wird beim Drücken der Ausspeichertaste betätigt und geht erst in die Ruhelage zurück, wenn die Speicherscheibe wieder in der Nullstellung stehen bleibt. Der Belegungskontakt bk wird kurzzeitig beim Beginn des Eigennummerbereiches betätigt, so daß der zentrale Speicher erst belegt wird, wenn die Ausspeicherung beginnt.

Der Belegungsimpuls gelangt nur auf die Teilnehmerleitung, wenn die Ausspeichertaste vorher gedrückt wurde. Wird die Ausspeichertaste erst im Eigennummerbereich gedrückt, so sind vorher zu viele Ziffern gewählt worden und es handelt sich um eine Falschwahl. In diesem Fall wird das Belegungskennzeichen gar nicht erst ausgesendet und somit auch kein zentraler Speicher belegt. Der Teilnehmer erhält Besetztzeichen.

Bei einer normalen Ausspeicherung werden nach der Belegung des zentralen Speichers zunächst die Eigennummer, dann die gewählte Rufnummer und zum Schluß die Restziffern ausgesendet. Bei Beginn der zweiten Eigennummer-Ausspeicherung gehen die Speicherkontakte sk 1 und sk 2 in die Ruhelage zurück. Über sk 1 wird die Wählvorrichtung ab- und der Handapparat wieder angeschaltet. Der Teilnehmer kann jetzt das Frei- bzw. Besetztzeichen hören.

Zur mehrmaligen Ausspeicherung muß der Handapparat kurzzeitig aufgelegt und anschließend die Ausspeichertaste erneut gedrückt werden. In diesem Fall wird die Einspeicherschaltung durch die Betätigung von ak sofort stromlos, so daß die eingespeicherte Information nicht gelöscht werden kann.

6.2 Auswahl des Magnetkopfes

An den Magnetkopf, der gleichzeitig zum Aufzeichnen und Abfragen der Information dient, sind zwei Forderungen zu stellen: der erforderliche Aufsprechstrom soll möglichst klein und die Wiedergabespannung möglichst groß sein.

Die zur Magnetisierung der Speicherelemente erforderliche Feldstärke ist proportional dem Produkt aus Aufsprechstrom und Windungszahl der Kopfwicklung. Ein kleiner Aufsprechstrom bedingt daher eine große Windungszahl, die auch im Hinblick auf eine hohe Wiedergabespannung $U_w = w \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ günstig ist.

Hinsichtlich des Frequenzganges und der oberen Grenzfrequenz sind keine besonderen Anforderungen an den Magnetkopf zu stellen, so daß die Breite des Luftspaltes unkritisch ist. Bei einer kleinsten aufzuzeichnenden Wellenlänge λ_g bzw. einer oberen Grenzfrequenz f_g und der Bandgeschwindigkeit v soll die Spaltbreite des Wiedergabekopfes

$$s \leq 0,5 \dots 0,7 \cdot \lambda_g = 0,5 \dots 0,7 \frac{v}{f_g}$$

sein /8/.

Bei dem aufgebauten Versuchsmodell der Konstruktion 2 läuft die Speicherscheibe in 300 ms einmal ab. Für einen Scheibendurchmesser von 80 mm ergibt sich daraus eine Umfangsgeschwindigkeit von $v = 84 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$. Fordert man zur Übertragung der Wahlimpulse eine der normalen Gesprächskanalbreite entsprechende obere Grenzfrequenz von $f_g = 4 \text{ kHz}$, so muß die Spaltbreite

$$s \leq 105 \dots 147 \mu$$

sein. Das ist eine im Vergleich zu den Spaltbreiten der Wiedergabeköpfe in der Tonbandtechnik große zulässige Spaltbreite.

Eine große Spaltbreite ist auch bezüglich des Aufsprechvorganges günstig. Um nämlich möglichst die ganze Schichtdicke zu magnetisieren, sollte das Spaltfeld über die Schichtdicke homogen sein. Das bedeutet eine große Spaltbreite /8/. Die dadurch verursachte Welligkeit des Frequenzganges der Aufzeichnungsfeldstärke /9/ stört nicht, da die Speicherelemente praktisch durch ein Gleichfeld magnetisiert werden. Der Magnetkopf wird ja in der Schichtlücke zwischen zwei Speicherelementen an eine Gleichspannung gelegt und erst nach Passieren des Elementes in der nächsten Lücke wieder abgeschaltet. Da es im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht möglich war, einen Spezialkopf zu entwickeln, wurde für die Versuche ein professioneller Magnetkopf verwendet. Für die oben beschriebenen Anforderungen war ein für die Programmsteuerung von Maschinen entwickelter Magnetkopf US 150 der Firma Bogen, Berlin, am günstigsten. Der Kopf hat eine Spurbreite von 2,4 mm, eine Spaltbreite von $40\ \mu$, eine Induktivität von 5 H und einen Gleichstromwiderstand von 3,5 k. Der großen Induktivität entspricht eine hohe Windungszahl und damit ein kleiner Aufsprechstrom. Um die Speicherelemente bei einem Abstand zwischen Kopf und Speicherschicht von etwa $50\ \mu$ bis in die Sättigungsremanenz $\pm B_r$ zu magnetisieren, ist ein Aufsprechstrom von etwa 2,2 mA erforderlich. Die Amplitude der abgetasteten Impulse beträgt im Leerlauf etwa $0,3 V_{SS}$.

6.3 Dimensionierung der Einspeicher-Speisebrücke

Die Einspeicherschaltung in Bild 15 besteht aus der im Abschnitt 4.223 beschriebenen Speisebrücke (Bild 10, S.19) mit dem zugehörigen Codier- und Einspeicher-Kontaktzweig (Bild 11, S. 20).

Bild 17 zeigt die Einzelteilschaltung mit dem im vorigen Abschnitt ausgewählten Magnetkopf ($R = 3,5\ k\Omega$; $L = 5\ H$). Im Gegensatz zu der vereinfachten Darstellung im Blockschaltbild (Bild 15) liegt der Magnetkopf mit dem Wicklungsende E nicht direkt, sondern über R_3 an der b-Ader. Wie die Dimensionierung der Brückenwiderstände zeigt, ist der Widerstand R_3 so klein, daß er beim Ausspeichern in Reihe mit dem Magnetkopf am Verstärkereingang liegen kann, ohne daß die Signalamplitude unzulässig bedämpft wird.

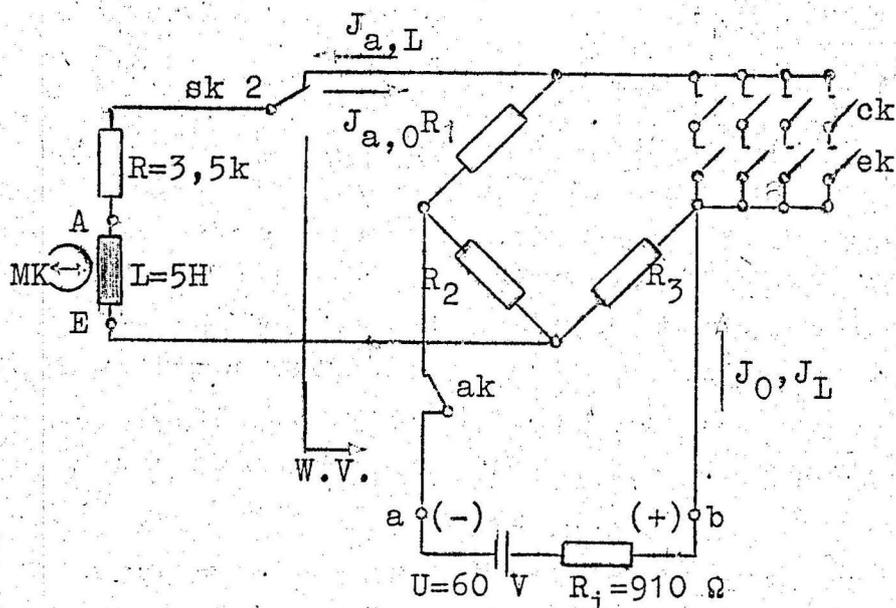


Bild 17: Die Einspeicherschaltung

Die Speisespannung U der Amtsbatterie beträgt 60 V . Vom Teilnehmer aus gesehen hat sie einen Innenwiderstand R_1 , der sich aus dem Widerstand der Teilnehmerleitung, dem Gleichstromwiderstand des Teilnehmer-Abschlußtrafos sowie aus einem Auswerte- und einem variablen Zusatzwiderstand in der Teilnehmerschaltung zusammensetzt (s. Teil II des Berichtes). Durch den variablen Zusatzwiderstand werden die verschiedenen Leitungswiderstände ausgeglichen, so daß R_1 stets den gleichen Wert von $910\ \Omega$ hat.

Bei geöffnetem Kontaktzweig wird die binäre "0" aufgezeichnet. Durch den Magnetkopf fließt der Aufsprechstrom $J_{a,0}$ und in die Brücke hinein der Speisestrom J_0 . Wird ein Kontaktpaar $ck-ek$ im Kontaktzweig geschlossen, so wird der Aufsprechstrom umgepolt und ein binäres "L" aufgezeichnet. Es fließt der Aufsprechstrom $J_{a,L}$ und der Speisestrom J_L .

Die Brückenwiderstände R_1, R_2, R_3 müssen so dimensioniert werden, daß die Aufsprechströme $J_{a,0}$ bzw. $J_{a,L}$ einen bestimmten Betrag, der zur Aufzeichnung der Information erforderlich ist, nicht unterschreiten. Es sollte möglichst

$$J_{a,0} = J_{a,L} = J_a \quad (1)$$

sein.

Der über die Teilnehmerleitung fließende Gleichstrom wird - wie im Teil II näher erläutert wird - zur Auswertung des Betriebszustandes der Sprechstelle benutzt. Um das Belegungskennzeichen eindeutig erkennen zu können, dürfen die Speiseströme J_0 und J_L bestimmte Maximalwerte nicht überschreiten. Dementsprechend darf der Eingangswiderstand der Einspeicherschaltung einen bestimmten Minimalwert nicht unterschreiten.

Aufgrund dieser Bedingungen lassen sich die Brückenwiderstände berechnen. Da eine exakte Berechnung zu sehr umständlichen Gleichungen führt, wird im folgenden eine Kombination aus Berechnung, grafischer Lösung und experimenteller Ermittlung zur Bestimmung der Widerstände angewendet. Dieses Verfahren führt am schnellsten zum Ziel.

Für die Berechnung wird angenommen, daß die Einspeicherkontakte betätigt werden, während der Magnetkopf zwischen zwei Speicherelementen steht und daß der Aufsprechstrom seine maximale Amplitude erreicht hat, wenn der Magnetkopf das Speicherelement passiert. Dann ist für die Größe des Aufsprechstromes lediglich der Gleichstromwiderstand des Magnetkopfes maßgebend, die Induktivität braucht nicht berücksichtigt zu werden.

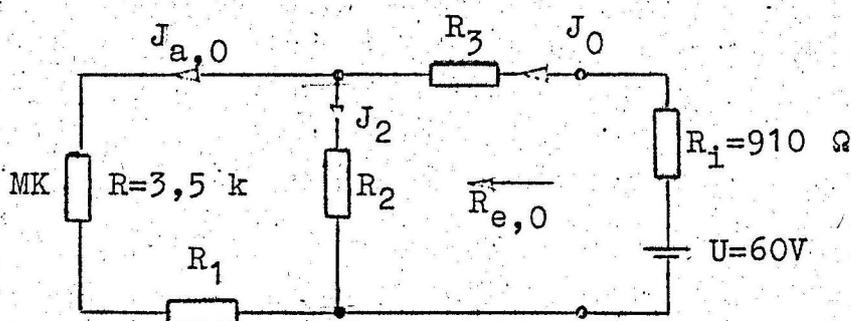


Bild 18: Einspeicherschaltung bei offenem Kontaktzweig

Bild 18 zeigt die Brückenschaltung für den Fall, daß eine binäre "0" aufgezeichnet wird (Kontaktzweig offen). Für die Ströme gelten die Beziehungen:

$$J_0 = J_{a,0} + J_2$$

$$J_2 = J_{a,0} \frac{R_1 + R}{R_2}$$

$$J_{a,0} = J_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R} \quad (2)$$

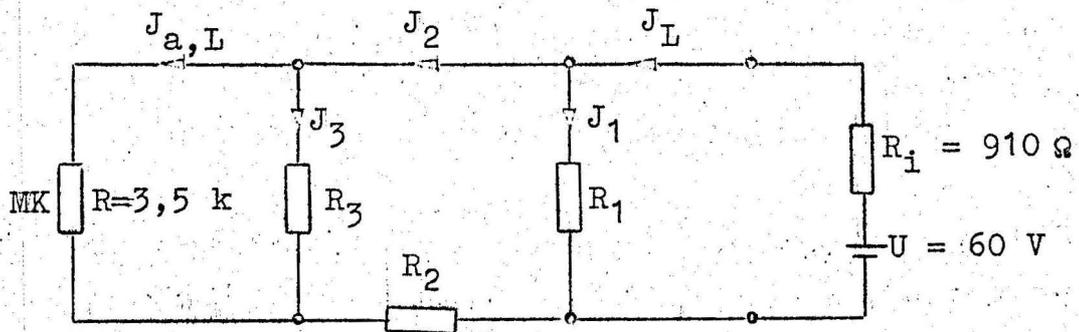


Bild 19: Einspeicherschaltung bei geschlossenem Kontaktzweig

Auf Bild 19 ist die Brückenschaltung beim Einschreiben eines "L" (Kontaktzweig geschlossen) dargestellt. Es gelten die Strombeziehungen:

$$J_L = J_1 + J_2 = J_1 + J_3 + J_{a,L}$$

$$J_3 = J_{a,L} \frac{R}{R_3}$$

$$J_2 = J_{a,L} \left(1 + \frac{R}{R_3} \right)$$

$$J_1 = \frac{J_3 R_3 + J_2 R_2}{R_1}$$

$$= J_{a,L} \frac{R_1 R_3 + R R_3 + R R_2}{R_1 R_3}$$

$$J_{a,L} = J_L \frac{R_1 R_3}{(R_1 + R_2) R + (R_1 + R_2 + R) R_3} \quad (3)$$

Für die Speiseströme J_0 und J_L erhält man folgenden Zusammenhang mit den Eingangswiderständen $R_{e,0}$ und $R_{e,L}$:

$$J_0 = \frac{U}{R_{e,0} + R_1} \quad (4a)$$

bzw.
$$R_{e,0} = \frac{U}{J_0} - R_1 \quad (4b)$$

und
$$J_L = \frac{U}{R_{e,L} + R_1} \quad (5a)$$

bzw.
$$R_{e,L} = \frac{U}{J_L} - R_1 \quad (5b)$$

Die Gleichungen (4b) und (5b) geben an, wie klein die Eingangswiderstände minimal werden dürfen, damit die zulässigen Speiseströme J_0 und J_L nicht überschritten werden.

Die Eingangswiderstände berechnen sich zu:

$$R_{e,0} = R_3 + \frac{R_2(R+R_1)}{R_1+R_2+R} \quad (6)$$

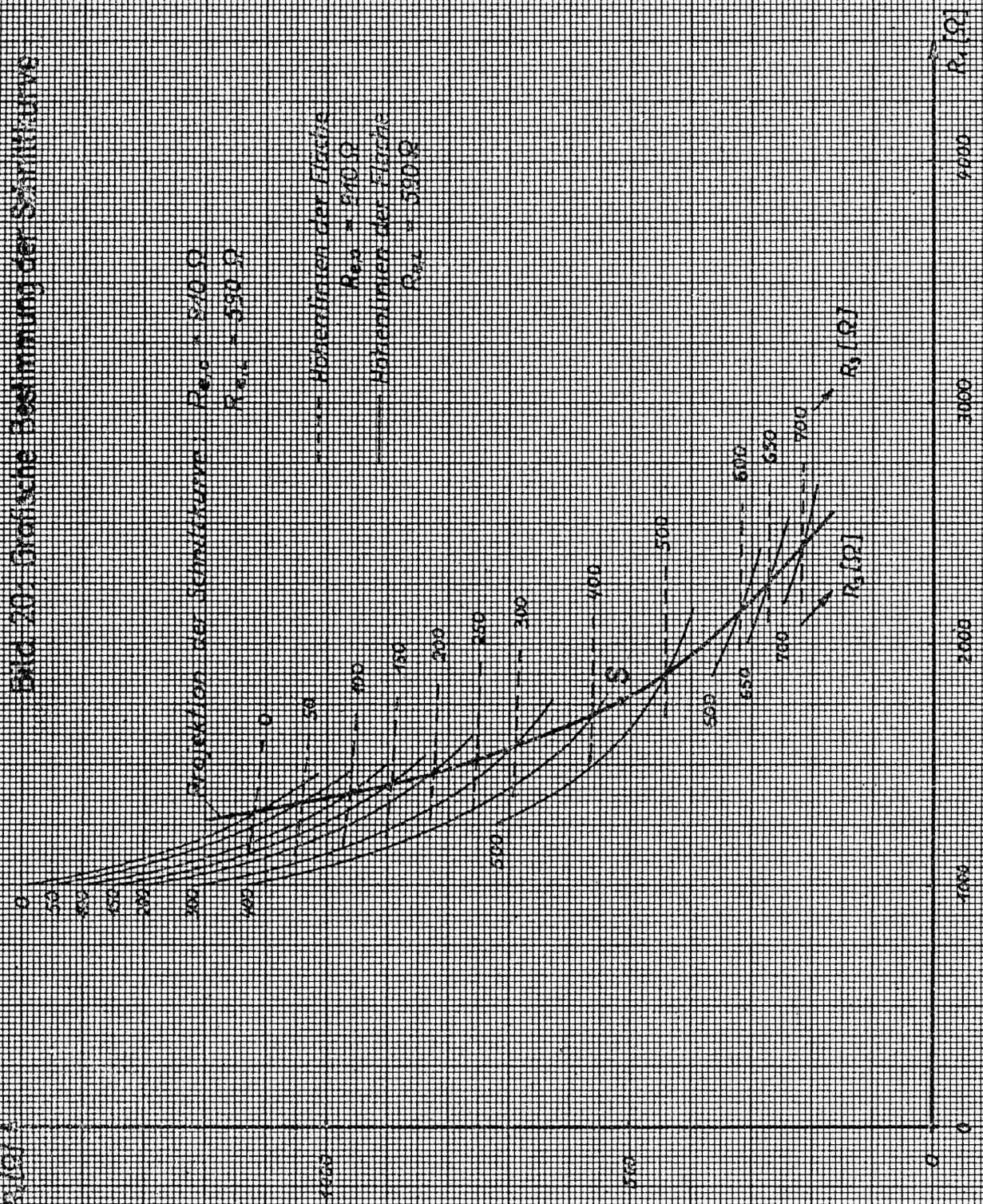
und
$$R_{e,L} = \frac{R_1 R_2 (R+R_3) + R_1 R_3 R}{(R_1+R_2+R)R_3 + R(R_1+R_2)} \quad (7)$$

Von den 4 Bestimmungsgleichungen (2), (3), (6) und (7) für die drei Brückenwiderstände R_1 , R_2 , R_3 können nur drei erfüllt werden. Man kann also nur drei der 4 Größen $J_{a,0}$, $J_{a,L}$, J_0 (bzw. $R_{e,0}$) und J_L (bzw. $R_{e,L}$) vorgeben, die vierte ist dann durch die berechneten Brückenwiderstände bestimmt.

Wie schon erwähnt, ist es zweckmäßig, die maximal zulässigen Speiseströme J_0 und J_L vorzugeben, und zu fordern, daß die Bedingung (1) erfüllt wird. Für die maximalen Werte von J_0 und J_L hat auch der Aufsprechtstrom J_a seinen maximal möglichen Wert. Aus der Forderung (1) erhält man mit den Gleichungen (2) und (3):

$$\frac{J_0}{J_L} = \frac{R_1 R_3 (R_1 + R_2 + R)}{R_2 (R_1 + R_2) R + (R_1 + R_2 + R) R_3} \quad (8)$$

Bild 20: Grafische Bestimmung der Schnittkurve



Die drei Gleichungen (6), (7) und (8) sind die Bestimmungsgleichungen für die 3 Brückenwiderstände. Der Versuch, die Brückenwiderstände aus diesen Gleichungen zu berechnen, ist recht zeitraubend und führt zu sehr umständlichen Gleichungen. Wie schon erwähnt, kommt man schneller durch eine grafische Auswertung mit anschließendem Experiment zum Ziel.

Die 3 Bestimmungsgleichungen stellen 3 Flächen im dreidimensionalen Raum mit den als rechtwinklig angenommenen Koordinaten R_1 , R_2 , R_3 dar. Wenn eine reelle Lösung existiert, so ist sie durch einen Schnittpunkt der drei Flächen gegeben. Betrachtet man zunächst 2 Flächen, so schneiden sich diese längs einer räumlich gekrümmten Kurve, die man in eine der drei Koordinatenebenen $R_1 = 0$, $R_2 = 0$ oder $R_3 = 0$ projizieren und grafisch darstellen kann. Der auf dieser Schnittkurve liegende Schnittpunkt der 3 Flächen läßt sich durch Auswertung der dritten Bestimmungsgleichung ermitteln.

Im vorliegenden Fall betragen die maximal zulässigen Ströme $J_0 = 33$ mA und $J_L = 40$ mA. Dementsprechend dürfen die Eingangswiderstände die Werte $R_{e,0} = 910 \Omega$ und $R_{e,L} = 590 \Omega$ nicht unterschreiten. Die Aufsprechströme $J_{a,0}$ und $J_{a,L}$ müssen mindestens den Wert 2,2 mA erreichen.

Auf Bild 20 ist die Projektion der Schnittkurve der beiden Flächen (6) und (7) in der Ebene R_1, R_2 dargestellt. Die Kurve ergibt sich aus den Schnittpunkten der Höhenlinien $R_3 = \text{const}$ der beiden in die Ebene projizierten Flächen. Auf der einen Fläche (gestrichelte Höhenlinien) ist die Bedingung $R_{e,0} = 910 \Omega$ und auf der anderen die Bedingung $R_{e,L} = 590 \Omega$ erfüllt. Die auf der Schnittkurve liegenden Widerstandskombinationen erfüllen beide Bedingungen.

Um das Wertepaar zu finden, für das außerdem die 3. Forderung (1) erfüllt ist, müßte man die Werte der Schnittkurve in die Gleichung (8) einsetzen und feststellen, wann diese Gleichung erfüllt ist. Hier führt jedoch ein Experiment mit einem leicht aufzubauenden "Analogrechner" schneller zu einem hinreichend genauen Ergebnis. Man baut die Einspeicherschaltung mit variablen Brückenwiderstände auf, stellt die Widerstandswerte der Schnittkurve ein und mißt die Aufsprechströme $J_{a,0}$ und $J_{a,L}$. Man findet so sehr schnell den Schnittpunkt S mit der Widerstandskombination

$$R_1 = 1770 \Omega, \quad R_2 = 515 \Omega, \quad R_3 = 435 \Omega,$$

für den die Bedingung (1) erfüllt ist. Der dabei erzielte, maximal

mögliche Aufsprechstrom beträgt

$$J_{a,0} = J_{a,L} \approx J_a \approx 2,9 \text{ mA} ,$$

er ist also größer als der erforderliche Aufsprechstrom von 2,2 mA. Für den praktischen Aufbau der Brückenschaltung werden zweckmäßigerweise Widerstandswerte aus der Normreihe benutzt. Folgende Reihenschaltungen von je zwei Widerständen kommen den ermittelten Optimalwerten am nächsten:

$$R_1 = 1500 + 270 = 1770 \ \Omega$$

$$R_2 = 470 + 47 = 517 \ \Omega$$

$$R_3 = 390 + 47 = 437 \ \Omega$$

6.4 Der Wahlverstärker

Bei dem aufgebauten Modell der Konstruktion 2 liefert der unbelastete Magnetkopf eine Signalamplitude von etwa $0,3 V_{SS}$. Diese Amplitude ist zur Übertragung der Wahlimpulse ausreichend. Bei Belastung des hochohmigen Kopfes durch die Anschlußleitung bricht die Signalspannung jedoch zusammen, so daß zur Widerstandsangepassung zwischen Magnetkopf und Teilnehmerleitung eine Kollektorstufe geschaltet werden muß.

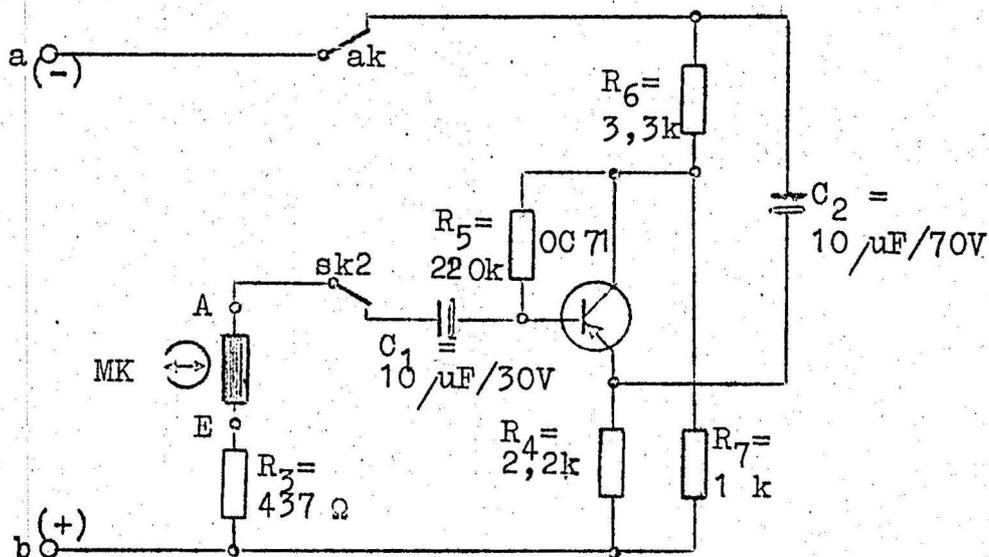


Bild 21: Der Wahlverstärker

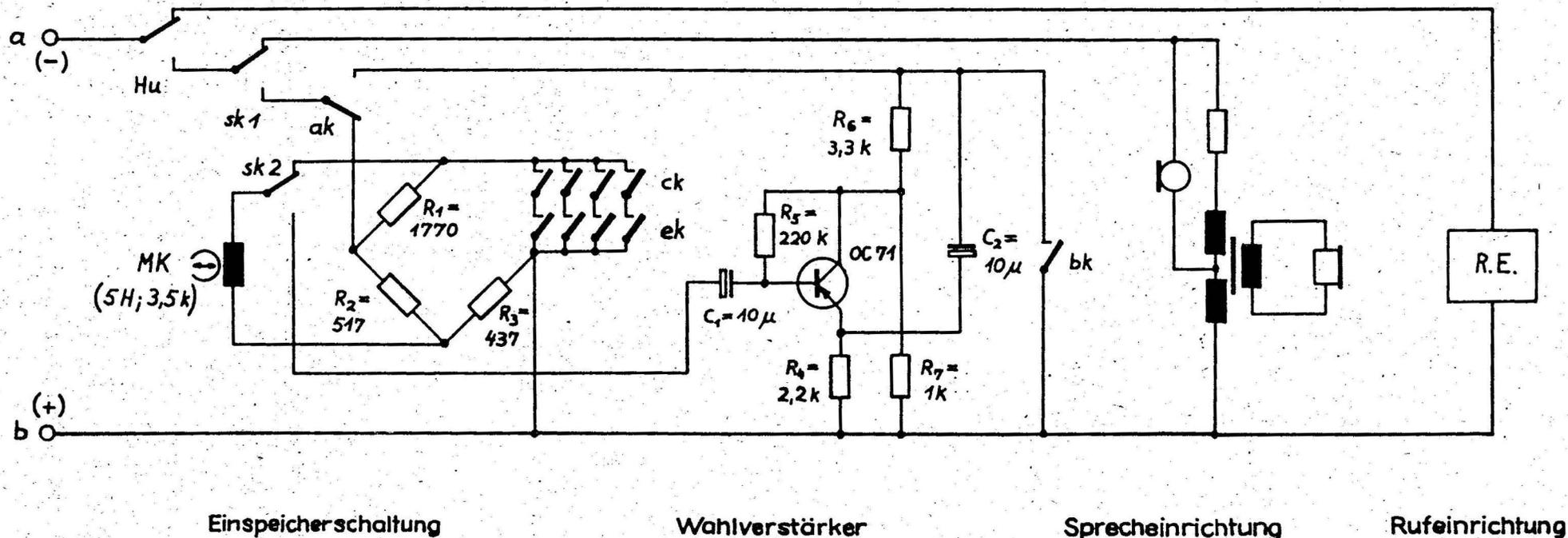


Bild 22: Einzelteil - Schaltbild der Sprechstelle

Bild 21 zeigt den Aufbau des Wahlverstärkers. Der Magnetkopf liegt in Reihe mit dem Brückenwiderstand R_3 am Eingang der Kollektorstufe, die mit einem einfachen OC 71 aufgebaut werden kann. Die Kollektorspannung von -10 V wird über einen relativ niederohmigen Spannungsteiler R_6, R_7 genügend stabil gehalten, so daß eine Siebung durch einen zusätzlichen Siebkondensator nicht erforderlich ist.

Die Signalamplitude von etwa $0,3\text{ V}_{\text{SS}}$ gelangt vom Emitter über den Koppelkondensator C_2 auf die Teilnehmerleitung. Bei dem durch die Widerstände R_5 und R_6 eingestellten Arbeitspunkt des Verstärkers fließt ein Speisestrom von $J_V = 13,5\text{ mA}$ über die a,b-Adern.

6.5 Das Einzelteilschaltbild

Die anhand der Bilder 17 und 21 beschriebenen Einzelteilschaltungen sind auf Bild 22 noch einmal zusammen mit der Schaltung des Handapparates dargestellt. An die Sprechstelle kann jede beliebige Rufeinrichtung angeschaltet werden.

Literaturverzeichnis:

- /1/ Deutsches Bundespatent 1 057 654
"Telephonteilnehmerstation mit einer Einrichtung zur Voreinstellung von mehrstelligen Zeichenkombinationen und Aussendung dieser Kombinationen in Form von Impulsen" vom 10.12.59, Anmelder: Autophon AG Solothurn (Schweiz)
- /2/ Deininger, R.L.: Human Factors Engineering Studies of the Design and Use of Pushbutton Telephone Sets; BSTJ Bd. 39/1960, S. 995-1012
- /3/ Deutsches Bundespatent 1 061 379 "Schaltungsanordnung für Fernmelde- insbesondere Fernsprechanlagen, in denen Schalt- aufträge zwecks mehrfacher Aussendung gespeichert werden" vom 24.12.59, Anmelder: Siemens & Halske AG München
- /4/ Böhnke, H.: Entwurf einer Tastatur-Wählvorrichtung; Studienarbeit am Lehrstuhl für Feinwerktechnik der TU Berlin
- /5/ Quaiser, W.: Entwurf einer Tastatur-Wählvorrichtung; Studienarbeit am Lehrstuhl für Feinwerktechnik der TU Berlin
- /6/ Ullrich, J.: Entwurf einer Tastatur-Wählvorrichtung; Studienarbeit am Lehrstuhl für Feinwerktechnik der TU Berlin
- /7/ Sotscheck, J. und R. Wehrmann: Eine neue elektroakustische Rufeinrichtung für Fernsprech-Teilnehmerapparate; Technischer Bericht Nr. 59 des Heinrich-Hertz-Institutes, Berlin 1962
- /8/ Winckel, F.: Technik der Magnetspeicher, S. 94 Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg 1960
- /9/ wie /8/, S. 89

/10/ Wehrmann, R.: Ein Wählsystem mit Tastenwahl
und magnetischer Vorspeicherung der Wahlin-
formation beim Teilnehmer,
Teil II: Amtsseitige Organe; Technischer
Bericht Nr. 76 des Heinrich-Hertz-Institutes,
Berlin 1964

/11/ Entwurf für DIN 66010: Magnetbandtechnik
für Informationsverarbeitung

