

HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR SCHWINGUNGSFORSCHUNG
BERLIN-CHARLOTTENBURG

Technischer Bericht Nr. 48

Über den Aufbau eines Meßplatzes für Hörversuche

Ge. PLENGE

Dipl.-Ing. D. SCHWARZE

H48

1 9 6 1

Ueber den Aufbau eines Messplatzes für Hörversuche

Zusammenfassung

Im folgenden wird ein Messplatz für Hörversuche beschrieben, der in seinem elektrischen Teil nach Art eines Rundfunk-Regietisches aufgebaut ist, aber vergleichsweise komplizierte Misch- und Schaltvorgänge durchzuführen gestattet. Zum Messplatz gehört außerdem ein kleiner schallisolierter Raum, in welchem sich die Versuchspersonen aufhalten. Diesen werden verschiedene Schallsignale zum Vergleich oder zur Bewertung mittels Lautsprecher oder Kopfhörer dargeboten.

Der Messplatz wurde elektrisch durchgemessen. Ein Pegeldiagramm zeigt den Pegelverlauf längs eines Uebertragungskanaals. Es werden im weiteren zwei Versuchsaufbauten beschrieben und diskutiert, die einen Ueberblick über die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten des Messplatzes vermitteln. Außerdem werden Schalthilfen angegeben, die es dem Versuchsleiter gestatten, auf einfache Weise den Versuchsaufbau zu kontrollieren.

Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung

Die Bearbeiter

gez. G. PLENGE

(G. Plenge)

Der Abteilungsleiter

gez. L. CREMER

(Prof.Dr.-Ing.L. Cremer)

gez. D. SCHWARZE

(Dipl.-Ing. D. Schwarze)

Der Institutsdirektor

gez. L. CREMER

(Prof.Dr.-Ing.L. Cremer)

Berlin-Charlottenburg, den 31. Dezember 1960



Ueber den Aufbau eines Messplatzes für Hörversuche

A. Planung und Ausrüstung

- I. Aufgabenbegrenzung
- II. Prinzipschaltung
- III. Abhören und Aussteuern
- IV. Wahlschalter
- V. Klinken und Klinkenfeld
- VI. Signaleinrichtung

B. Die elektrischen Daten des Messplatzes

- I. Die Fremdspannung
- II. Verzerrungen
- III. Das Pegeldiagramm

C. Beispiele

- I. Aufnahme von Kurven gleicher Lautstärke
- II. Subjektive Messung der äquivalenten Daueranregung von Gausstönen

D. Schaltilfen

- I. Veranlassung
- II. Schaltungsschaubild
- III. Anzeige der Abhör-, Aussteuer- und Einspielwege
- IV. Anzeige des Arbeits- und Schaltungszustandes

A.I. Eine große Zahl der Mitarbeiter des Heinrich-Hertz-Institutes und des Institutes für Technische Akustik der TU Berlin beschäftigen sich mit physiologischer Akustik. Diese Arbeiten umfassen im wesentlichen Hörversuche und Tests an Versuchspersonen.

Es hat sich gezeigt, daß in der Regel all diese Versuche nur mit einem relativ hohen Aufwand an elektroakustischen Geräten durchführbar sind. Der Aufbau der Versuchsaapparaturen nimmt meist schon wegen der Vielzahl der einzelnen Elemente beträchtliche Zeit in Anspruch.

Grundsätzliche Forderungen an derartige Aufbauten sind möglichst geringe Störanfälligkeit und hohe Qualität. Dies ist mit einem "fliegenden" Aufbau nicht oder nur sehr schwer zu erfüllen.

Es erschien also wünschenswert, den Aufbau eines ständigen Messplatzes für Hörversuche im Rahmen der von Seiten des HHI und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellten Geldmittel zu versuchen; der einerseits den hohen Zeitaufwand für den Aufbau der Versuchsaapparaturen auf ein Minimum reduziert, andererseits den hohen Anforderungen an technische Qualität gewachsen ist.

Mit Hilfe dieser ständigen Apparatur wird es auch möglich sein, Aufgaben anderer Art, wie Band- und Plattenumschnitte etc. leicht und korrekt durchzuführen, wie sie in der Raumakustischen Modelltechnik mit Zeit- und Frequenztransformationen verlangt werden.

Für den Einbau des Messplatzes standen zwei Räume zur Verfügung. Sie seien im folgenden mit Testraum und Messraum bezeichnet. Im Testraum sollen Lautsprecher, Kopfhörer, Mikrophone und Signaleinrichtungen aufgestellt werden. Im Messraum wird der Messplatz installiert. Die Räume sind durch entsprechende Tonfrequenzleitungen miteinander verbunden.

In die Wand zwischen Testraum und Messraum ist eine Dreifachscheibe eingelassen, so daß eine Sichtverbindung zwischen Versuchsperson und Versuchsleiter besteht.

Grundsätzlich soll der Messplatz folgenden Anforderungen gerecht werden:

1. Anschlußmöglichkeiten für:
 - a. Generatoren zur künstlichen Herstellung von Schallereignissen
 - b. Filter
 - c. Schallspeicherungsgeräte
 - d. Registriergeräte
 - e. Uebernahmeleitungen
 - f. Lautsprecher, Kopfhörer
 - g. Mikrophone
2. Spannungs- und Kraftverstärkung
3. Regelungsmöglichkeiten
4. Ständige Abhör- und Aussteuerungskontrolle
5. Kommandoanlage
6. Ausreichende Kombinationsfähigkeit der einzelnen Elemente untereinander.

Eine ausreichende Qualität der Uebertragungswege und minimale Störanfälligkeit sind nur durch die bevorzugte Verwendung von Studiogeräten und deren Einbau in ein festes Regiepult zu erreichen.

Um die Kosten in ertragbaren Grenzen zu halten, musste für die einzelnen Verstärker und Regler eine möglichst universelle Verwendungsmöglichkeit vorgesehen und in der Schaltung des Regiepultes berücksichtigt werden.

Die Leitungen der unter Punkt 1 dieses Abschnittes genannten Geräte laufen auf ein Klinkenfeld auf, das außerdem die freie Kombination sämtlicher Verstärker und Regler durch Stecken ermöglicht.

Sämtliche ständig zum Messplatz gehörenden Geräte sind in einem Regietisch fest eingebaut, mit Ausnahme der Magnetongeräte.

Im Messraum ist ein geräumiges Regal vorgesehen, das über eine Steckerleiste und abgeschirmte Leitungen mit dem Klin-

kenfeld verbunden ist und den bequemen Anschluß von Generatoren, Filtern, Kontroll- und Registriergeräten gestattet. Die Anschlüsse der Steckerleiste am Regal sind mit den Klinken der sogenannten "Zusatzgeräte" und den Klinken "Messausgänge" auf dem Klinkenfeld verbunden.

A.II. Prinzipschaltung

Die Schaltungen des Regietisches und des Klinkenfeldes zeigen die Abb. 1 + 2.

Beim Entwurf der Schaltung war die Frage zu entscheiden, ob es zweckmäßig ist, jede benötigte Schaltung aus den Grundelementen aufzubauen, oder ob sich eine allgemein gültige Schaltung entwerfen lässt, die nur von Fall zu Fall in Einzelheiten abgeändert zu werden braucht. In diesem Fall soll die Zusammenschaltung über Trennklinken erfolgen, die gegebenenfalls einen Eingriff in die bestehende Schaltung gestatten.

Folgende Ueberlegungen führten zu dem letztgenannten Weg:

1. Bei Hörversuchen werden grundsätzlich eine oder mehrere Einspielleitungen in den Testraum verlangt.
2. Der Versuchsleiter muß eine ständige Kontrollmöglichkeit über die Schallsituation im Testraum haben.
3. Für die Verständigung zwischen Versuchsperson und Versuchsleiter ist eine ständig arbeitende Kommananlage nötig.
4. Regelglied und Spannungsverstärker gehören zusammen.
5. Eine wahllose Zusammenschaltung von Reglerwegen ist nicht möglich. Es muß eine Summenbildung mit den entsprechenden Anpassungsgliedern vorhanden sein.
6. Schallspeicherungsgeräte werden aufnahmeseitig meist am Ende einer Mischung angeschlossen sein, also an der oder den Summen.
7. Aussteuerungs- und Abhörkontrolle werden normalerweise zusammengehen.
8. Der Abhörweg im Messraum muß bei Kommando gegen Rückkopplungen geschützt werden.
9. Ohne die Zusammenschaltung der einzelnen Elemente zu Gruppen müsste der Aufwand an Parallelklinken erheblich vergrößert werden.

Nach diesen Ueberlegungen ist versucht worden, eine Schaltung zu entwickeln, die bei den gegebenen Voraussetzungen ein Maximum an Kombinationsmöglichkeiten mit Uebersichtlichkeit und Bequemlichkeit verbindet.

Somit wurden zuerst Gruppen gebildet von sinngemäß zusammengehörenden Elementen und zwar:

1. Gruppe: Mikrophon, Netzgerät, Spannungsverstärker, Regler. (KM 53, N 52a, V 72, W 60)
2. Gruppe: wie 1
3. Gruppe: Spannungsverstärker und Regler (V 72, W 68)
4. Gruppe: Spannungsverstärker, Umschalter, Regler. (V 72, Kelloggschalter Nr. 5, W 68)
Der Umschalter (Kelloggschalter) schaltet den Eingang des Reglers (W68) entweder an den Ausgang des V72 der gleichen Gruppe oder an den Ausgang eines Verhallungsgerätes (Hallraum oder Platte).
5. Gruppe: Zusatzgerät, Spannungsverstärker, Umschalter, Regler. (Zusatzgerät, V 72, Kelloggschalter Nr. 6, W 68)
wie Gruppe 4., Magnettongerät I.
6. Gruppe: Zusatzgerät, Spannungsverstärker, Umschalter, Regler. (Zusatzgerät, V 72, Kelloggschalter Nr. 7, W 68)
wie Gruppe 4., Magnettongerät II.
7. Gruppe: Spannungsverstärker, Hochpaß, Regler, Spannungsverstärker, (V 72, W 75, W 85, V 72)
8. Gruppe: Spannungsverstärker, Regler, Spannungsverstärker. (V 72, W 85, V 72)

Die Gruppen 7 und 8 sind so geschaltet, daß sie bei Stellung des Kuppelschalters (K.S.) "getrennt" die Gruppen 1 bis 4 und die Gruppen 5 und 6 zu je einer Summe vereinen und regeln.

Bei Stellung des Kuppelschalters "durchgeschaltet" bilden die Gruppen 1 bis 6 und 8 eine Summe an Gruppe 7, so daß sieben getrennt regelbare Wege zu einer Summe mit anschließender Regelungsmöglichkeit vereinigt werden können:

Weitere Gruppen sind:

9. Gruppe: Entzerrer, Spannungsverstärker (W 86a, V 72)

10. Gruppe: Elektronisches Umschaltgerät⁺), Spannungsverstärker (V72).

A.III. Abhören und Aussteuern, Einspielen, Verhalten

Für die Abhör- und Aussteuerungskontrolle ist ein fester Weg vorgesehen bestehend aus:

Wahlschalter I und II

Umschalter (Schalter 3), der entweder den Wahlschalter I oder II aufschaltet

Dämpfungsglied (Festwiderstand) bei eingeschalteter Kommandoanlage.

Lautstärkeregler in 12 Stufen (Abgriffe an Festwiderständen)

Kraftverstärker (V69)

Lautsprecherkombination.

Das Aussteuerungsgerät (U70 mit J47) ist automatisch auf den gewählten Abhörweg geschaltet, es sei denn, daß es durch den Schalter 8 an Wahlschalter IV liegt oder durch Trennklinke an irgendeine andere Stelle der Schaltung gesteckt ist.

Vor der Trennklinke ist eine weitere Klinke vorgesehen, die den Anschluß eines Pegelschreibers oder sonstigen Mess- oder Registriergerätes gestattet.

Für den ständigen Einspielweg ist der Wahlschalter III, ein Lautstärkeregler (s.o.), ein Ausschalter und ein Kraftverstärker vorgesehen.

Durch Tastendruck (Muldenknopf "Kommando") wird durch das Relais A der Wahlschalter III vom Einspielweg abgetrennt und stattdessen die Ausgangsspannung des Mikrophonverstärkers (V78), der vom Kommandomikrophon gespeist wird, angelegt. Gleichzeitig wird die zusätzliche Dämpfung im Abhörweg eingeschaltet. Der Kurzschluß über 30 k Ω wird durch den Ruhekontakt des Kommandorelais beseitigt.

Für alle Cutarbeiten ist ein gesonderter Weg vorgesehen

⁺) Das elektronische Umschaltgerät ist im "Technischen Bericht Nr. 18" des HHI näher beschrieben.

bestehend aus:

Wahlschalter, der die Magnettongeräte wiedergabe-
seitig abgreift

Kraftverstärker (V73)

Cutlautsprecher mit Lautstärkereglung

Für alle Cutarbeiten ist es zweckmäßig, den Laut-
sprecher in der Nähe der Magnettongeräte unterzu-
bringen; deshalb sind Wahlschalter, Lautstärkeregl-
er und Lautsprecher in Griffweite der Magnetton-
geräte angeordnet.

Der V73 wurde jedoch über Trennklinken mit im Re-
gietisch untergebracht, damit er auch anderweitig
verwandt werden kann. Diese Regelung musste aus
Sparsamkeitsgründen vorgesehen werden.

So sind auch alle anderen Kraftverstärker über
Trennklinken an anderer Stelle verwendbar, so daß
zum Beispiel bei Betrieb von zwei Lautsprechern
im Testraum der V69₁ für den zweiten Einspielweg
verwandt werden kann und die Abhörkontrolle im
Messraum über den V73 erfolgt. Für stereophones
Abhören im Messraum kann wiederum der V69₂ des
Einspielweges mit verwandt werden usf. Auch der
V78 kann gegebenenfalls über Trennklinken als Mi-
krofonverstärker verwandt werden.

Für Verhallungen, die bei raumakustischen Untersuchungen mit-
tels Magnetton oder auch bei künstlich erzeugten Schaller-
eignissen, sowie bei Mikrophonaufnahmen benötigt werden,
ist ein gesonderter Hallweg vorgesehen bestehend aus:

Wahlschalter IV

Dämpfungsglied (W70) mit den Werten:
0, 10, 20, 30 dB

KUHLsche Hallplatte oder Hallraum

Der Ausgang Hallplatte kann über Umschalter 5 direkt an Ein-
gang W68₄ gelegt oder gesondert von einer Trennklinke abge-
griffen werden. Auch die Einspeisung kann gesondert unter
Abschaltung des Wahlschalters IV über Trennklinke erfolgen.

Schliesslich kann - falls die vorgesehenen Regelungsmöglich-
keiten nicht ausreichen - noch ein im Institut für Technische
Akustik entwickeltes kleines Mischpult mit 4 getrennt regel-
baren Eingängen und einem Ausgang über Klinken eingeschleift
werden. Ferner kann dieses Mischpult, das wahlweise hochoh-

mig unsymmetrische oder niederohmig symmetrische Eingänge besitzt als Impedanzwandler eingesetzt werden. Der Einbau von zwei davon unabhängigen Impedanzwandlern (Kathodenverstärkern) in das Regiepult - auf das Klinkenfeld auflaufend - ist vorgesehen.

A.IV. Wahlschalter

Bei der Auswahl der an die Abgriffe der Wahlschalter I und II für die Abhör- und Aussteuerungskontrolle zu legenden Punkte der Schaltung ist von folgenden Gesichtspunkten ausgegangen worden:

Ein Wahlschalter möge an den Punkten anliegen, die bei Aufnahmen, Ueberspielungen usw. für die Kontrolle "vor Band - hinter Band" benötigt werden, also an den beiden Summen, an denen die Magnettongeräte aufnahmeseitig angeschlossen sein können - auf eine gesonderte Abtastung der Magnettongeräteeingänge für den Fall, daß sie über die Trennklinken abgesteckt sein sollten wurde verzichtet - , sowie an den Ausgängen der Magnettongeräte, hier jedoch jeder einzelne Ausgang; ferner an den Anfangspunkten der Einspielleitungen.

An allen diesen Punkten ist normalerweise bei Vollaussteuerung ein Spannungspegel von 1,55 Volt/Spitze zu erwarten.

Der zweite Wahlschalter dient im wesentlichen der Kontrolle der Zusatzgeräte, da es wichtig ist, bei Schaltungen für Hörversuche möglichst alle Punkte der Schaltung im Auge bzw. im Ohr zu behalten; diese Versuche sollen gegen alle Verzerrungen - vor allem bedingt durch Ueberssteuerungen - sorgfältig geschützt werden. Ferner ist es möglich, über den 8. + 9. Abgriff den Hallweg eingangs- und ausgangsseitig ständig zu kontrollieren.

Weiter ist es möglich über den 10. Abgriff des Wahlschalters II auch den Wahlschalter IV zu erreichen, was vor allem dann verlangt werden wird, wenn Wahlschalter I durch den Einspielweg blockiert ist.

Wenn die Abhörkontrolle an Wahlschalter I liegt und auch dort bleiben soll, so können die Punkte der Wahlschalter II und IV immer noch in der Aussteuerung kontrolliert werden. Das U70 läßt sich durch den Schalter 8 vom Abhörweg trennen und gesondert auf den Wahlschalter IV und über dessen 10. Abgriff auch auf den Wahlschalter II

schalten. Somit ist es zum Beispiel möglich, einen Umschnitt eingangsseitig durch das Aussteuerungsinstrument und ausgangsseitig durch Abhören zu kontrollieren.

Da an den Abgriffen des Wahlschalters II voraussichtlich auch wesentlich niedrigerer Spannungspiegel als 6 dB auftreten werden, können diese wahlweise (Schalter 4) um 34 dB verstärkt und direkt hörbar bzw. sichtbar gemacht werden.

Das gleiche gilt für die an den Reglereingängen 1-4 auftretenden voraussichtlich niedrigen Spannungen, die über den 10. Abgriff des Wahlschalters II gleichfalls verstärkt und abgehört werden können.

Schalter 4 ist durch ein Raster gegen unbeabsichtigte Betätigung geschützt, damit hohe Uebersteuerungen und damit verbundene Schäden an den Lautsprechern im Messraum vermieden werden. Die Aufgabe der Verstärkung fällt dem V72₁₂ zu, der normalerweise 2. Spannungsverstärker der Summe II ist. Diese an sich etwas unglückliche Lösung musste aus Sparsamkeitsgründen erfolgen, ein gesonderter V72 für diesen Zweck wäre zu aufwendig.

Bei der Auswahl der an die Abgriffe des Wahlschalters IV zu legenden Punkte wurde zunächst berücksichtigt, daß bei Verhallungen von Einzelwegen die Spannung abgegriffen werden, die an den Eingängen der Regler auftreten. Bei einer Regelung des Direktanteiles muß bei dieser Schaltung allerdings der Hallanteil gesondert geregelt werden. Diese Schaltung ist üblich; wird nämlich die Nachhalleinrichtung mit zu geringem Pegel beschickt, so könnte das Grundrauschen der Nachhallplatte gegenüber der abgegebenen Nutzspannung zu groß werden. Dieser Fehler wird vermieden, wenn der Hallanteil gesondert nach der Verhallung geregelt wird.

Ferner muß damit gerechnet werden, daß mehrere Signale gleichzeitig über eine Hallplatte verhallt werden sollen. Es ist dann notwendig, vor der Hallplatte noch einmal gesondert zu regeln bzw. zu mischen. Dies kann entweder über die zweite Summenbildung oder über das Behelfspult geschehen.

Für beide Möglichkeiten ist ein Abgriff an Wahlschalter IV (Summe II und Klinke 6,5) vorgesehen.

Weiterhin können Verhallungen der abgegebenen Magnettonspannungen direkt über die Abgriffe Wiedergabe I-III vorgenommen werden.

Schließlich können auch die Punkte des Wahlschalters II direkt über den 10. Abgriff Wahlschalter IV erreicht werden.

A.V. Klinken und Klinkenfeld

Die Anordnung der Klinken auf dem Klinkenfeld richtet sich nach den in Abschnitt A.II. genannten Gruppen waagrecht fortlaufend Gruppe 1-10, und zwar so, daß Spannungsverstärker und Regler der einzelnen Gruppen nebeneinander liegen. Diese Anordnung wird unterbrochen durch die Einfügung der Gruppe 10 zwischen Gruppe 4 und 5. Schaltungsmäßig gehören Umschaltgerät und anschließender Spannungsverstärker an diese Stelle. Um die Wege der zu steckenden Schnüre möglichst kurz zu halten und bei einer größeren Zahl von gesteckten Schnüren Kreuzungen nach Möglichkeit zu vermeiden, wurde von einer strengen Einhaltung der Gruppenreihenfolge abgegangen. Aus den gleichen Gründen sind die Gruppen 7 und 8 vertauscht. Auch die Anordnung der übrigen Klinken und der Parallelklinken ist nach diesen Gesichtspunkten erfolgt. Neben den Gruppen liegen waagrecht weiter fortlaufend die Kraftverstärker.

Festliegende Wege liegen prinzipiell fortlaufend von oben nach unten, mit Ausnahme des Hallweges (Klinke 1,10-1,12) und der Verbindung Ausgang Summe I an Eingänge Magnetongeräte.

Das Klinkenfeld ist durch ein vieladriges Kabel mit dem Regietisch und den darin untergebrachten Verstärkern und Regelgliedern usw. verbunden. Außerdem laufen im einzelnen folgende Leitungen auf das Klinkenfeld auf:

- a) 1. Die Ausgänge der Zusatzgeräte 1-4
Klinken: 1,1-1,4
2. Die Eingänge der Zusatzgeräte 5-7
Klinken: 2,6-2,8

3. Die Ausgänge der Zusatzgeräte 5-7
Klinken: 3,6-3,8
- b) 1. Die Eingänge des Umschaltgerätes,
Klinken: 1,5+2,5
2. Der Ausgang des Umschaltgerätes
Klinke: 3,5
- c) 1. Die Eingänge des Zusatzmischpultes
Klinken: 1,6-1,9
2. Der Ausgang des Zusatzmischpultes
Klinke: 6,5
- d) 1. Die Eingänge der Magnettongeräte
Klinken: 10,9-10,13
2. Die Ausgänge der Magnettongeräte
Klinken: 11,9-11,13
- e) Die Ausgänge der Mikrofonleitungen
Klinken: 3,1+3,2
- f) Der Ein- und Ausgang des Hochpasses
(W75)
Klinken: 6,10+7,10
- g) Leitungen zu anderen Laboratorien
Klinken: 9,1+9,2
- h) Ausgang Plattenspieler (R65 EMT)
Klinke: 9,3
- i) Messleitungen
Klinken: 9,5+9,6

Das Klinkenfeld verfügt über drei Sätze Parallelklinken zu 5, 4 und 3 Klinken und zwar:

Klinken: 1,13-2,13-3,13-4,13-5,13

Klinken: 2,1 -2,2 -2,3 -2,4

Klinken: 4,8 -5,8 -6,8

Die Bezeichnung der Klinken erfolgte nicht im Sinne einer fortlaufenden Nummerierung sondern nach dem Ort in einem gedachten Koordinatensystem; also die Klinken der obersten waagerechten Reihe tragen die Bezeichnungen 1,1 bis 1,13, die zweite waagerechte Reihe von oben die Bezeichnungen 2,1 bis 2,13 usf. Damit ist erreicht, daß jeweils Klinken mit den gleichen Ziffern vor dem Komma waagerecht nebeneinander und den gleichen Ziffern nach dem Komma senkrecht untereinander liegen.

A.VL Signaleinrichtungen

Für die Verständigung zwischen Versuchsperson und Versuchsleiter ist neben der Kommandoanlage eine Lichtsignalanlage vorgesehen (Abb.3).

Vom Regietisch aus können 3 verschiedene Lichtsignale einzeln oder gleichzeitig auf eine Lichtsäule geschaltet werden. Die Betätigung erfolgt durch Muldenknöpfe; einer dieser Muldenknöpfe kann in der Arbeitsstellung verriegelt werden.

Der Versuchsperson steht ein kleines Pult zur Verfügung auf dem zwei Druckknöpfe und ein Schalter mit 2 Stellungen (Kelllogschalter) angebracht sind. Ueber die Druckknöpfe können kurzzeitige Signale und über den Schalter länger währende Signale gegeben werden, zum Beispiel für die Bestimmung der Regelungsrichtung des automatischen Umschaltgerätes.

Die Signalgeberleitungen aus dem Testraum laufen direkt auf dem Regiepult auf, bzw. steuern die Umschalteinrichtung des automatischen Umschaltgerätes.

B. Die elektrischen Daten des Meßplatzes

I. Die Fremdspannung

Die Fremdspannung eines Verstärkers gibt die Summe aller am Verstärkerausgang vorhandenen Störspannungen in frequenzunabhängiger Anzeige an. Diese Störspannungen rufen einzelne Bauelemente im Verstärker selbst hervor. So liefern Röhren Rauschspannungen, die vom Funkeffekt und Schroteffekt herühren. Wird als erste Stufe eine Mehrgitterröhre verwendet, so kommt das Stromverteilungsrauschen hinzu. Aber auch Widerstände geben eine Rauschspannung ab, die der Wurzel aus absoluter Temperatur, Widerstand und Bandbreite proportional ist.

Neben den genannten Effekten spielt auch das Netzbrummen eine entscheidende Rolle.

Die Fremdspannung bestimmt den kleinsten Eingangspegel eines Signals, der noch sinnvoll verstärkt werden kann. Sie gibt

andererseits an, welchen Pegel das Nutzsignal bei einem gegebenen Fremdspannungsabstand aufweisen muß.

Zur Bestimmung der Fremdspannung sind zwei Meßmethoden gebräuchlich:

1. Der Eingang des zu messenden Verstärkers wird kurzgeschlossen, die Ausgangsstörspannung frequenzunabhängig mit einem Effektivwert anzeigenden Instrument gemessen und auf den Eingang des Verstärkers umgerechnet. In diesem Fall wird diejenige Fremdspannung des Verstärkers gemessen, die in ihm selbst durch die genannten Effekte entsteht.
2. Der Quellwiderstand gebräuchlicher Mikrophone beträgt meist 200Ω . Dies bedeutet, daß der akustisch-elektrische Wandler selbst bei Fehlen jeglicher Nutzspannung eine Rauschspannung abgibt. Deshalb ist es z.B. bei den Rundfunkanstalten gebräuchlich, den Verstärkereingang mit einem 200Ω Widerstand zu überbrücken, die Ausgangsspannung frequenzunabhängig mit einem Effektivwert anzeigenden Instrument zu messen und auf den Eingang umzurechnen.

Der im Meßplatz verwendete Verstärker wird mit Studioverstärker V72 bezeichnet. Es ist ein Spannungsverstärker, der eine Verstärkung von $34 \text{ dB} \pm 0,2 \text{ dB}$ vornimmt, einen Eingangswiderstand von 2000Ω und einen Ausgangswiderstand von 30Ω besitzt. Da der Fremdspannungspegel des Verstärkers sehr klein ist, mussten 3 Stück V72 hintereinander geschaltet werden, um am Effektivwertmesser ablesbare Werte zu erhalten. (s. Abb. 4)

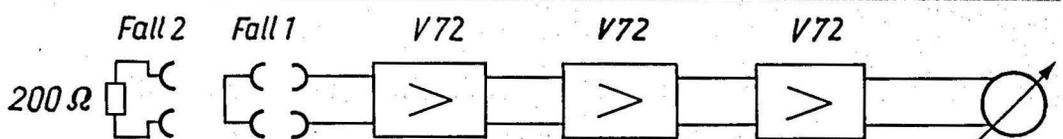


Abb. 4

Ergebnisse:

Nach Meßmethode 1

$L_{Fr1} = -119$ dB

nach Meßmethode 2:

$L_{Fr} = -115$ dB

B.II. Verzerrungen

a) Lineare Verzerrungen

Messungen haben ergeben, daß zwischen 40 Hz und 15 kHz die Abweichungen $\pm 1/2$ dB betragen. Somit kann man sagen, daß die linearen Verzerrungen vernachlässigbar klein sind.

b) Harmonische Verzerrungen

In Abb. 5 ist der Klirrfaktor (neuerdings Klirrgrad) in Abhängigkeit vom Ausgangspegel bei den Frequenzen 40 Hz, 1000 Hz und 5000 Hz aufgetragen, gemessen an einem Kanal des Meßplatzes.

B.III. Das Pegeldiagramm

Einen Ueberblick über den Pegelverlauf des Meßplatzes verschafft man sich für jede mögliche Verstärkerkette mit einem Pegeldiagramm. Dieses gibt den an jedem Verbindungspunkt zweier Bausteine, z.B. Verstärker-Regler oder Filter-Verstärker vorhandenen Pegel an. Neben dem Nutzpegelverlauf ist aus dem Pegeldiagramm auch der Fremdspannungsverlauf zu ermitteln. Aus der Differenz von Nutzpegel und Fremdpegel wird der Fremdspannungsabstand bestimmt, der so groß wie möglich gehalten werden soll.

In der Praxis wird anstelle der Fremdspannung auch oft die Geräuschspannung, d.h. die nach Maßgabe der Ohrempfindlichkeit für verschiedene Frequenzen unterschiedlich bewertete Störspannung angegeben. Da uns kein Geräuschspannungsmesser zur Verfügung stand, wurde nur der Fremdspannungsverlauf längs der Verstärkerkette gemessen und im Pegeldiagramm eingetragen.

In der Abb. 6 ist die Mischschaltung von 4 Kanälen mit anschließendem Summenkanal eingezeichnet. Besondere Aufmerksamkeit war den Ausgleichswiderständen R_1 zu schenken. Es ist nämlich zu fordern, daß die 4 Eingänge erstens unabhän-

gig voneinander, zweitens im gleichen Maß geregelt werden können. Damit jeder einzelne Regler - verwendet wurden symmetrische Kohleschichtregler W68 - den richtigen Abschlußwiderstand besitzt, muß in jede Leitung ein Widerstand R_1 in Reihe geschaltet werden. Bei n parallel geschalteten Reglern muß, wenn R_0 der zu fordernde Abschlußwiderstand ist,

$$R_1 = \frac{R_0 (n - 1)}{2 (n + 1)} \text{ sein.}$$

Die Dämpfung der Ausgleichswiderstände beträgt

$$a = 20 \cdot \log n \quad \text{dB}$$

Für den Fall, daß mehr als 4 Empfangskanäle gemischt werden sollen, ist ein Kuppelschalter vorgesehen, der die 3 Wege der Summe II zuschaltet (s. Abb. 1). Durch die Kombination von 4 und 3 Eingangskanälen mußten die Ausgleichswiderstände jeweils geändert werden. Es ergibt sich zugleich eine unterschiedliche Dämpfung. Die Widerstände R_2 sind nun so ausgewählt, daß sie das Widerstandsverhalten der Mischschaltung von 3 Eingangskanälen ersetzen.

Die Dämpfung beträgt bei der Mischanordnung 17 dB.

Sind die Verstärkerkanäle in ihrem Fremdspannungspegel untereinander gleich, so summiert sich am Knotenpunkt die Rauschleistung. In diesem Fall sind es 4 Verstärkerkanäle. Es erhöht sich die Rauschleistung um den Faktor 4 bzw. der Gesamtfremdspannungspegel um den Faktor $4 = 2 = 6$ dB. In Abb. 6 sind die 4 zum Knotenpunkt zusammengefassten Kanäle nur dann untereinander gleich, wenn alle Regler in gleicher Betriebsstellung stehen, bzw. die Verstärkung jedes Kanals bis zum Knotenpunkt gleich ist. Wie dem Pegeldiagramm zu entnehmen ist, beträgt der Fremdspannungsabstand 52 dB. Ist nur ein Kanal in Betrieb, so zählen die übrigen Kanäle nicht mit und haben keinen Anteil an dem Fremdspannungspegel.

Der Fremdspannungsabstand beträgt hier 58 dB. Je mehr Eingangskanäle vorhanden sind um so geringer wird der Fremd-

spannungsabstand. In der Studiotechnik ist es deshalb üblich geworden, bei mehr als 6 Eingangskanälen einen sogenannten Knotenpunktverstärker anstelle der Ausgleichswiderstände zu schalten. Dieser Knotenpunktverstärker vermeidet die Dämpfung des Widerstandsnetzwerkes.

Das Pegeldiagramm ist so gezeichnet, daß alle Regler gleiche Betriebsstellung haben. Der Gesamteingangspegel beträgt -57 dB.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Messplatzes seien nun im folgenden an einigen Schaltungsbeispielen näher erläutert.

C.I. Aufnahme von Kurven gleicher Lautstärke

1.) Versuchsbedingungen:

Eine im Testraum sitzende Versuchsperson soll 2 verschiedene Schallereignisse auf gleiche Lautstärke bzw. nach dem B e k e s y -Verfahren auf "lauter als" oder "leiser als" beurteilen. Der Schalldruck am Ort des Kopfes der Versuchsperson soll ständig über ein Messmikrophon registriert werden. Aus den erhaltenen Messwerten sind die Kurven gleicher Lautstärke zu ermitteln.

Die dargebotenen Schallereignisse seien im speziellen Fall Rauschen von Terzbreite um 1000 Hz und oktavbandbreites Rauschen verschiedener Mittenfrequenzen.

Für die Umschaltung der nacheinander dargebotenen Schallereignisse steht das automatische Umschaltgerät zur Verfügung, das knackfrei wechselseitig zwei Signale auf einen Kanal schaltet und die Amplitude eines Kanals - des zu vergleichenden Signales - selbsttätig nach Maßgabe der von der Versuchsperson abgegebenen Signale regelt (s.o.: A.VI.). An zusätzlichen Apparaturen werden benötigt:

- 1 Rauschgenerator
- 1 Terzsieb
- 2 Oktavsiebe

1 Pegelschreiber

1 Messmikrophon

Das Blockschaltbild der Versuchsanordnung zeigt Abb. 7.

2.) Lösung: Abb. 7a

a. Anschluß der Zusatzgeräte an der Steckerleiste des Regals (s. Abb. 1):

Rauschgenerator an G_1
Terzsieb an G_5
Oktavsiebe an G_6 und G_7
Pegelschreiber an Messleitung 1

b. Stecken der Verbindungen:

G_1 an Parallelklinke (1,1-2,1)
von da an Eingänge $G_5 + G_6$ (2,2-2,6)(2,3-2,7)
Ausgang $V72_5$ an Eingang U.G. (5,6-1,5)
Ausgang G_6 an Eingang G_7 (3,7-2,8)
Ausgang G_7 an Eingang $V72_{10}$ (3,8-4,11)
Ausgang $V72_{10}$ an Eingang U.G. (5,11-2,5)
Ausgang $V72_7$ an $W68_2$ (5,5-6,2)
Parallelklinke $W68_1$
an Messleitung 1 (8,1-9,5)

c. Einspielen über:

Wahlschalter III, Abgriff Klinke 5,5
Lautstärkeregler
 $V69_2$
Laufsprecheranordnung im Testraum

d. Kommando über Kommandoeinrichtung ($V78, V69_2$)

e. Abhörkontrolle über:

Summe I mit wahlweiser Kontrolle des direkt
eingespielten Signals über $W68_2$ oder des vom
Messmikrophon aufgenommenen Signals über
 $W68_1$.

f. Registrieren des wiedergegebenen Signals über:

Messmikrophon (MM 2),
 $V72$
Pegelschreiber

3.) Ueberwachung

Die Schaltung ist in folgenden Punkten ohne Eingriff in die bestehende Schaltung durch Umschalten der Wahlschalter einer Abhör- und Aussteuerungskontrolle zugänglich:

- a. Ausgang Rauschgenerator bzw. Eingang Terzsieb und Eingang 1. Oktavsieb
Wahlschalter II, Abgriff G₁
- b. Ausgang Terzsieb
Wahlschalter II, Abgriff G₅
- c. Ausgang 1. Oktavsieb
Wahlschalter II, Abgriff G₆
- d. Ausgang 2. Oktavsieb
Wahlschalter II, Abgriff G₇
- e. Ausgang des Spannungsverstärkers nach dem Umschaltgerät (V727)
Wahlschalter II, Abgriff Wahlschalter IV, Abgriff W68₁
- oder für Aussteuerungskontrolle -
Schalter 8, Wahlschalter IV, Abgriff W68₁

Die Punkte a-e sind in der Abb.7a durch Pfeile gekennzeichnet.

C.II. Subjektive Messung der äquivalenten Daueranregung von Gausstönen

1. Versuchsanordnung:

Zur subjektiven Messung der äquivalenten Daueranregung von Gausstönen werden der Versuchsperson über Kopfhörer (Beyer 5 Ω) folgende Signale gleichzeitig dargeboten:

- a. In der Amplitude unverändertes durch einen Hochpass begrenztes Rauschen. Die Grenzfrequenz des Hochpasses muß wählbar sein und in der Nähe der oberen Grenzfrequenz von
- b. Gausstönen liegen, deren Bandbreiten den Frequenzgruppen nach F e l d t k e l l e r und Z w i c k e r entsprechen. Die Modulationsfrequenz der Gausstöne sei

dabei identisch mit der Mittenfrequenz der Frequenzgruppe.

Bei der Darbietung der verschiedenen Signale soll der Spitzenwert der Gausstöne konstant gehalten werden, was mit Hilfe eines Oszillographen kontrolliert werden kann.

c. Gleichmäßig verdeckendes Rauschen, dessen Amplitude so geregelt wird, daß die Gausstöne gerade noch bzw. gerade nicht mehr hörbar sind.

Das Hochpassrauschen wird so eingestellt, daß der Abschnitt der Basilarmembran, der oberhalb der oberen Grenzfrequenz der Frequenzgruppe des dargebotenen Gausstones liegt, erregt wird und eine Erregung dieses Teiles der Basilarmembran durch die Gausstöne ausgeschlossen wird.

Auf diese Weise stellt der Pegel des gleichmäßig verdeckenden Rauschens im Vergleich zu anderen Pegeln, gewonnen bei der Verdeckung von Gausstönen anderer Bandmittenfrequenzen, ein relatives Mass. für die äquivalente Daueranregung der Gausstöne dar.

An zusätzlichen Apparaturen werden benötigt:

- 2 Rauschgeneratoren
- 1 Gausstongenerator
- für den Versuch sollen vorgefabrizierte auf Band aufgesprochene Gausstöne verwendet werden.
- 1 Frequenzgruppenfilter
- 1 Filter zur Umwandlung weisses Rauschen in gleichmäßig verdeckendes
- 1 Effektivwertmesser
- 1 Oszillograph
- 1 Paar Kopfhörer (Beyer)

Das Blockschaltbild der Versuchsanordnung zeigt Abb. 8.

2; Lösung: Abb. 8a

a. Anschluß der Zusatzgeräte an der Steckerleiste des Relais:

Rauschgenerator 1 an G_1
Rauschgenerator 2 an G_2
Frequenzgruppenfilter an G_5
Filter zur Umwandlung des weissen
Rauschens in gleichmäßig
verdeckendes Rauschen an G_6
Oszillograph an Messleitung 1
Effektivwertmesser an Messleitung 2
Kopfhörerpaar im Testraum an Laut-
sprecherleitung.

b. Stecken der Verbindungen:

G_1 an Eingang G_5	(1,1-2,6)
Ausgang G_5 an Eingang $W68_1$	(3,6-6,1) ⁺
G_2 an Eingang G_6	(1,2-2,7)
Ausgang G_6 an Eingang $W68_2$	(3,7-6,2) ⁺
Wiedergabe I an Eingang $W68_3$	(11,11-6,3)
Ausgang $W68_3$ an Parallelklinke	(7,3-2,1)
Messleitung 1	(2,2-9,5)
von da an	
Eingang $W68_4$	(2,3-6,4)
Summe I an Eingang $W68_5$	(9,10-6,6)
Ausgang $V72_1$ an Eingang $W68_6$	(3,1-6,7)

c. Einspielen über:

Wahlschalter III, Abgriff Wahlschalter I
Wahlschalter I , Abgriff Summe I
Lautstärkeregler
 $V69_2$
Kopfhörer

d. Kommando über Kommandoeinrichtung ($V68, V69_2$)

⁺ Bei Filtern mit unsymmetrischen Ausgängen oder hohen Ausgangsimpedanzen kann vor den $W68$ ein Katodenverstärker geschaltet werden. In der Abb. 8a ist die Einschaltung mit eingezeichnet.

e. Abhörkontrolle über:

Summe II mit Kontrolle des direkt eingespielten Signals über W68₅ und Verständigungsmöglichkeit mit der Versuchsperson über Mikrophon, N52a₁, V72₁, W68₆.

Abgriff der Summe II über Schalter 3, Wahlschalter II, Abgriff Wahlschalter IV, Abgriff Summe II.

f. Registrieren des wiedergegebenen Signals über:

Ausgang V69₂ bzw. Eingang Kopfhörer mit Effektivwertmesser und U70.

U70 kommt über: Schalter 8, Wahlschalter IV, Abgriff Klinke 6,5

3. Ueberwachung

Die Schaltung ist in folgenden Punkten ohne Eingriff in die bestehende Schaltung durch Umschalten der Wahlschalter einer Abhör- und Aussteuerungskontrolle zugänglich:

a. Ausgang Rauschgenerator 1 bzw. Eingang Frequenzgruppenfilter

Wahlschalter II, Abgriff G₁

b. Ausgang Rauschgenerator 2 bzw. Eingang Umwandlungsfilter weisses Rauschen in gleichmäßig verdeckendes

Wahlschalter II, Abgriff G₂

c. Ausgang Gruppenfilter

Wahlschalter II, Abgriff G₅

-oder-

Wahlschalter IV, Abgriff W68₁

d. Ausgang Umwandlungsfilter

Wahlschalter II, Abgriff G₆

-oder-

Wahlschalter IV, Abgriff W68₂

e. Wiedergabe Magnettongerät (Gausstöne)

Wahlschalter IV, Abgriff W68₃

f. Ausgang W68₃ bzw. Eingang W68₄ bzw. Messleitung Oszillograph

Wahlschalter IV Abgriff W68₄

Die Punkte a-f sind in der Abb. 7 durch Pfeile gekennzeichnet.

Die Schaltung läßt sich auf Wunsch auch automatisieren; es müsste dann der W68₂ durch das automatische Umschaltgerät ersetzt werden, was sich mühelos über die Klinken 3,6-2,5 und 55-6,1 erreichen läßt. Der Regler W68₂ würde dann allerdings tot liegen bzw. nicht mehr gebraucht werden, was jedoch schaltungstechnisch kein Nachteil ist.

Das automatische Umschaltgerät läßt sich so schalten, daß die Umschaltung unterbleibt, der nicht benutzte Kanal durch seinen Regler (W85) geschlossen wird, und der 2. Kanal nach Massgabe der von der Versuchsperson abgegebenen Signale in der Amplitude geregelt wird, wobei das Tempo der Regelung, die Regelungsrichtung und die Anzahl der Maxima und Minima wählbar sind.⁺)

D. Schalthilfen

I. Veranlassung

In elektroakustischen Regieanlagen gewöhnlichen Aufbaus und Aufgabenkreises werden Schaltzustände dem bedienenden Toningenieur durch charakteristische Schalterstellungen, die eine eindeutige Auslegung des Schaltzustandes zulassen, und in geringem Umfang durch Kontrolllampen angezeigt.

Kontroll-Lampen bezeichnen im Allgemeinen den Zustand "ein"- oder "ausgeschaltet" und sind zweckmäßigerweise räumlich dem geschalteten Element oder dem Element, von dessen Schaltzustand das zu kontrollierende abhängig ist, zugeordnet. Als Beispiele seien genannt: geschaltete Koppelpunkte, Regler, deren Eingänge mit Modulation beschaltet sind oder nicht, Regler, die aufgezogen sind oder nicht, abgegriffene Schaltungspunkte zu Aussteuerungsinstrumenten usf.

Solange die Regieanlage klein ist, oder die Möglichkeiten, eine vorgegebene Schaltung zu verändern, geringfügig sind, sind diese Orientierungsmittel für den Toningenieur ausreichend.

⁺) siehe wieder: Beschreibung des Umschaltgerätes im "Technischen Bericht Nr. 18" des HHI.

Der sicherste Schutz vor Irrtümern besteht darin, einen Regietisch so groß auszulegen, daß alle Regelvorgänge ohne Umschaltungen durchführbar sind. Das verlangt jedoch die Bereitstellung einer entsprechenden Zahl von Regelgliedern, die jeweils einem Kanal und nur diesem allein zugeordnet werden können. Die Größe von Regietischen ist schließlich durch die manuelle Erreichbarkeit der Bedienungsorgane begrenzt. Regietische mit mehr als 30 einzeln regelbaren Kanälen und den dazu üblicherweise zuzuordnenden Verzerrgliedern und Aussteuerungsinstrumenten sind in der Regel nicht mehr von einer Person bedienbar.

Zu diesen Richtlinien völlig im Widerspruch steht die gewählte Schaltung des Meßplatzes, wo wenige Aggregate möglichst vielseitig verwendbar sein sollen. Die besonderen Aufgaben, wie sie im Vorangegangenen beschrieben worden sind, verlangen Umschalt- und Kontrollmöglichkeiten in einem Umfang, auf den man bei Standardschaltungen verzichten kann. Nur auf dem beschrittenen Wege ließ sich der Aufwand in vertretbaren und realisierbaren Grenzen halten. Die Wahrscheinlichkeit von Schaltfehlern hingegen ist in entsprechendem Maße gewachsen. Kontrolllampen auf dem Regietisch in der Nähe der Bedienungsorgane lassen sich jedoch nicht in beliebiger Menge unterbringen, ganz abgesehen davon, daß eine Vermehrung der Kontrolllampen schließlich sinnlos wird, weil der Bedienende die Uebersicht verliert.

D.II.Schaltungsschaubild

Es war nun die Frage zu entscheiden, ob man auf Kontrollorgane völlig verzichtet, oder versucht, eine andere Lösung zu finden.

Kontrolllampen müssten von Regietisch räumlich getrennt an anderer Stelle untergebracht werden und zwar so, daß ihre Zuordnung zum betreffenden Schaltzustand schnell ersichtlich und eindeutig ist. Dazu wäre es nötig, die obere Abdeckplatte des Regietisches in bildlicher Darstellung - eventuell mit veränderten Proportionen, um Platz für die Kontrolllampen zu schaffen - zu wiederholen.

Hat man sich dazu entschlossen, kann man jedoch einen Schritt weitergehen und nicht die Abdeckplatte des Regietisches mit ihren willkürlichen Abmessungen, sondern besser das Prinzipschaltbild darstellen und auf ihm an den entsprechenden Stellen Kontrollampen vorsehen. Diese Einrichtung - im folgenden Schaltungsschaubild genannt - kann dann an optisch günstiger Stelle untergebracht, auch den ohnehin vorzusehenden Schaltplan ersetzen.

Um die Uebersicht auch auf der schematischen Darstellung nicht zu verlieren, wurde die Zahl der Kontrolleuchten begrenzt und nur zur Anzeige der Schaltung der Abhör-, Instrumenten- und Einspielwege herangezogen.

Zur Erweiterung der Kontrolle bot sich nun die Möglichkeit an, das Prinzipschaltbild nicht als Gesamtbild auszuleuchten, sondern jedes Element oder jede Elementengruppe, die aus- oder eingangsseitig verändert werden können und ihre Verbindungen einzeln auszuleuchten und zur Kennzeichnung von Schaltzuständen heranziehen. Welche Kriterien der Ausleuchtung zugrunde gelegt werden sollen, möge davon abhängen, welche Fragen dem Bedienenden am vordringlichsten beantwortet werden müssen.

D.III Anzeige der Abhör-, Aussteuer und Einspielwege

Eine Kontrolle über den Schaltzustand des Messplatzes kann auf akustischem Wege über den Abhörlautsprecher und auf optischem Wege über das Anzeigeinstrument ausgeübt werden. Beide Wege können gemeinsam oder getrennt an verschiedenen Wahlschaltern liegen. Es ist daher wünschenswert, ständig zu wissen, an welchen Punkten der Schaltung Abhörlautsprecher oder Instrument aufgeschaltet sind.

Hierfür sind die oben erwähnten Kontrollampen auf dem Schaltungsschaubild vorgesehen und zwar eine Serie (rote Lampen) für den Abhörweg und eine Serie für den Instrumentenweg (blaue Lampen). Eine dritte Serie ist für den Einspielweg vorgesehen (grüne Lampen), der gleichfalls über die Wahlschalter an einer Vielzahl von Punkten aufgeschaltet sein kann.

Es müssen insgesamt 21 Punkte der Prinzipschaltung von je 3 Lampen gekennzeichnet werden können, die über die Wahlschalter I-IV erreicht werden.

Ferner müssen der Punkt Klinke 5,5 durch eine grüne und Klinke 9,8 durch eine blaue Lampe gekennzeichnet werden, ersterer für den Fall, daß der Einspielweg über seinen Wahlschalter III nicht an einem der oben genannten Punkte, sondern an Abgriff Klinke 5,5, liegt; letzterer für den Fall, daß der Instrumentenweg an der Klinke 9,8 aufgetrennt worden ist. Sollten der Abhör- oder der Einspielweg über Klinken von den Wahlschaltern getrennt sein, so ist dafür eine gesonderte Regelung vorgesehen (siehe Seite 25).

Für die Schaltung des Lampenspeisestromes ist folgendes an Schaltmitteln aufzuwenden:

1. Ein Arbeitskontakt an jedem Abgriff der Wahlschalter.
2. Davon abhängig je ein Relais mit 3 Arbeitskontakten zur Durchschaltung des Lampenspeisestromes in Abhängigkeit von der Stellung der Wegeschalter:
3. Je ein Relais in Abhängigkeit von den Wegeschaltern.

Die Einzelheiten der Schaltung der Kontrolllampen zeigt die Abb. 10, auf der alle Schaltelemente des Schaltungsschaubildes an den Ort gezeichnet sind, auf dem die Schaltelemente des Messplatzes auf dem Prinzipschaltbild nach Abb. 1 angeordnet sind; also z.B. Kontrolllampe für die Wahlschalter mit den zugehörigen Relais auf der rechten Seite Mitte.

D.IV. Anzeige des Arbeits- und Schaltungszustandes

Die Ausleuchtung des Schaltungsschaubildes zur Kennzeichnung des Arbeits- und Schaltungszustandes geschieht nun nach folgenden Erwägungen:

- a) Alle Schaltelemente, die durch Stecken auf dem Klinkenfeld keine Veränderung erfahren können sind ständig erleuchtet. Dazu zählen:
 1. Alle auf das Klinkenfeld auflaufenden und vom Klinkenfeld abgehenden Leitungen.
 2. Die Summenbildungen "Gruppe I-IV" und "Gruppe V-VI".
Ferner die den Endverstärkern der Summenbildungen

(Gruppen VII und VIII) zugeordneten Kraftverstärker und Regelglieder.

Für den Fall, daß über einen Kraftverstärker durch Abstecken anderweitig verfügt worden ist, wird sein Symbol auf dem Schaubild rot erleuchtet. Das gleiche gilt für den dem Wahlschalter IV zugeordneten Echoweg und den Kommandoverstärker V78.

b. Die Schaltelemente der Gruppen I-X sowie das Umschaltgerät und das Behelfspult werden erleuchtet, sobald an ihren Eingängen Modulation aufgeschaltet ist. Zu Schaltelementen zählen hierbei auch die Verbindungen zwischen den Trennklinken. Damit ist folgendes erreicht:

1. Die Betätigung eines Wahlschalterkontaktes läßt eine oder mehrere Kontrolllampen aufleuchten oder nicht. Der Bedienende erhält Auskunft darüber, ob die Stellung der Wegeschalter (Schalter 8 u. 3) richtig ist; sind die Wegeschalter nicht auf den betätigten Wahlschalter geschaltet, so leuchtet keine Lampe auf.
2. Leuchten mehr als eine Lampe einer Farbe, dann kann es zu Rückkopplungen kommen.
3. Leuchtet eine Lampe neben einem nicht erleuchteten Schaltsymbol, so ist keine Modulation zu erwarten. Eine Fehlschaltung des Abhör- oder Instrumentenweges ist damit ausgeschlossen. In der Regel läßt der Zustand des Schaltungsschaubildes dann auch erkennen, wo ein Schaltfehler vorliegt oder doch zumindest, wo er zu suchen ist.
4. Die Zahl der erleuchteten Schaltglieder gibt Aufschluß darüber, wie weit der Messplatz bereits ausgelastet ist und welche Elemente für einen weiteren Schaltungsaufbau noch zur Verfügung stehen.
5. Bei dem Aufbau von solchen Schaltungen, bei denen von der vorgegebenen Grundschaltung abgewichen wird, kann im Augenblick des Stekkens an den Klinken die eintretende Stromlaufveränderung beobachtet und ein Fehler gegebenenfalls sofort korrigiert werden; und zwar nicht nur an dem der Klinke direkt angeschlossenen Element sondern von dort bis zum Endpunkt der Gruppe, an der ein Eingriff vorgenommen wird oder weiter über eine Summenbildung bis an den Ausgang des letzten Spannungsverstärkers der Gruppen IX oder X (Summe I oder II).

Bei den Wegeumschaltern der Gruppen IV bis VI (Schalter 5-7) wird der Schaltzustand durch Ausleuchten der entsprechenden Verbindungen gekennzeichnet.

Der benötigte Aufwand an Schaltmitteln sei an einer Gruppe (Gruppe IV) erläutert;

Die im Klinkenfeld verwendeten Klinken und Trennklinken sind 5polige Tuchelklinken; je zwei Pole für die ankommenden und abgehenden Modulationsadern, wobei durch das Stecken der Klinke die abgehenden Adern abgetrennt und statt dessen die durch den Stecker eingeführten Messerstifte angeschlossen werden. Jeder Kontakt erfüllt demnach die Funktion eines Umschaltkontaktes.

Der 5. Pol für die Abschirmung ist hingegen so konstruiert, daß die zweigeteilte und mit zwei Abgriffen versehene Kontaktleiste der Klinke durch den eingeführten Messerstift leitend verbunden wird. Dieser Kontakt erfüllt demnach die Funktion eines Zwillingsarbeitskontaktes.

Alle gesteckten Verbindungen am Klinkenfeld werden 3adrig durchgeschaltet, a, b, Erde (Abschirmung). Trennt man nun die Erdleitungen am Klinkenfeld von der Betriebserde, um Erdschleifen zu vermeiden, und erdet die Abschirmungen auf ein gesondertes Potential, so kann man die bei allen Verbindungen mitgeführte Erdleitung als Kennung für den Zustand Modulation vorhanden oder nicht am betreffenden Schaltpunkt und für den Zustand Klinke in Ruhe- oder Arbeitsstellung ausnutzen.

Die Ausführung der Schaltung sei an Abb. 11 erläutert, wo auf drei senkrechten Spalten nebeneinander das Prinzipschaltbild, der beschaltete Zwillingsarbeitskontakt der Klinke und zuletzt die Durchschaltung des Lampenspeisestromes gezeichnet sind.

Wird nun eine Klinke gesteckt, so geschieht folgendes:

Klinke 4,4

Sofern der eingeführte Stecker mit seinem 5. Pol an Kennungserde liegt, schalten sich sämtliche Lampen der Gruppe IV, das Relais A, sämtliche Lampen der Gruppe X ein.

Klinke 5,4

Die abgesteckte Verbindung führt Kennungserde. Sämtliche eben genannten Lampen schalten wieder ab bis auf die Ausleuchtung V72.

Schalter 5 in Arbeitsstellung

Sämtliche oben genannten Lampen schalten sich ein mit Ausnahme V72 und Verbindung Kl 5,4 bis Schalter 5.

Klinke 6,4

Es schalten sich ein die Lampen W68, Verbindung Kl 7,4-8,4 der Gruppe IV und alle Lampen der Gruppe X über Relais A

usf. Die Schaltaufgaben sind jeweils den den Klinken zugeordneten Relais übertragen.

Schließlich sei noch betrachtet, die Ausleuchtung der Symbole der Magnettongeräte. Hier ist der Arbeitszustand des Magnettongerätes mit in die Anzeige des Schaltungsschaubildes einbezogen. Arbeitet das Gerät auf Aufnahme, so ist das Gerät selbst und seine Verbindung zu seiner Eingangsklinke erleuchtet, arbeitet es auf Wiedergabe, so ist erleuchtet das Gerät selbst und seine Verbindung zur Ausgangsklinke.

Der Forschungsgemeinschaft sprechen wir unseren verbindlichsten Dank dafür aus, daß sie uns die Möglichkeit gegeben hat, einen solchen vielseitig verwendbaren Meßplatz für Hörversuche aufzubauen.

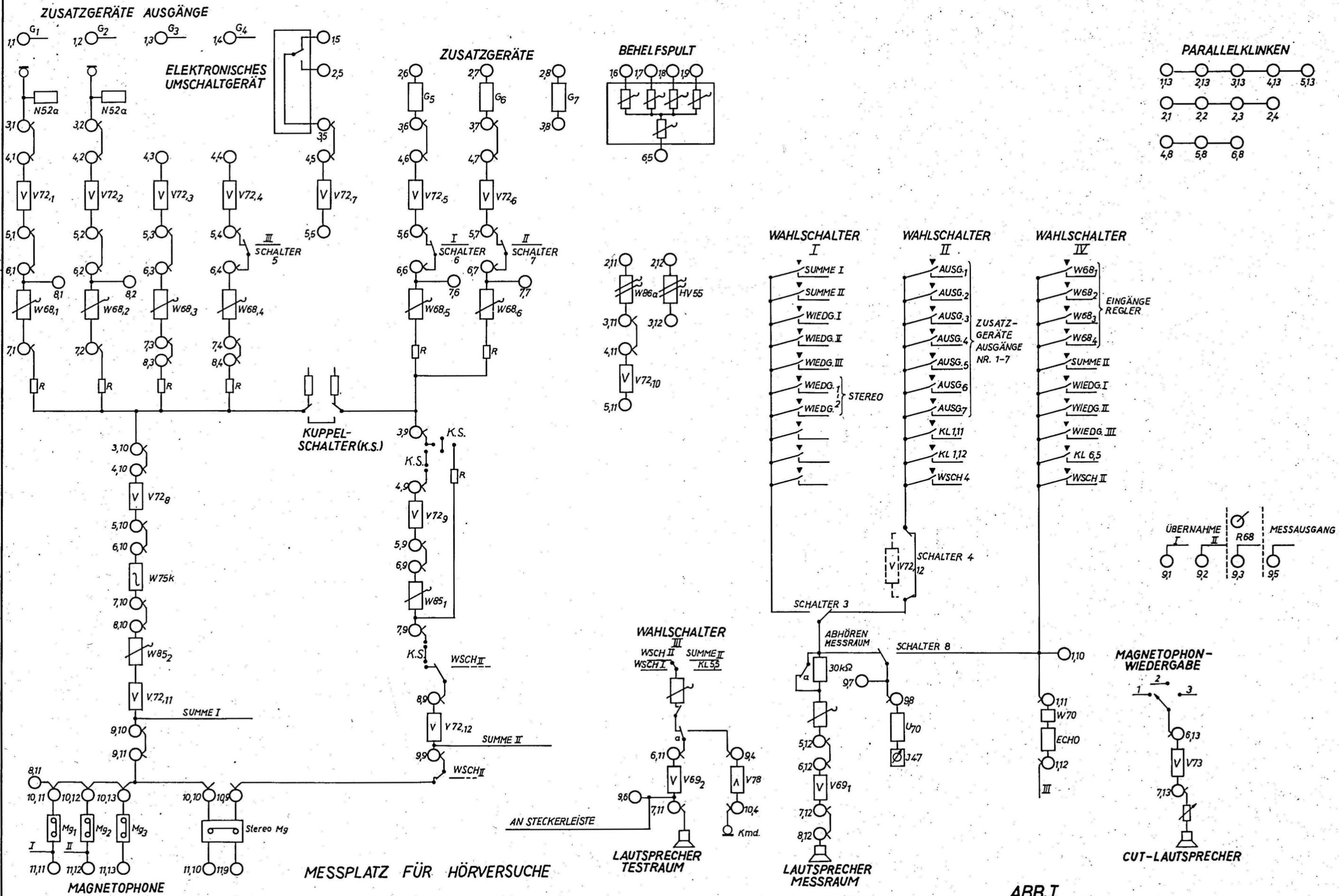


ABB.I

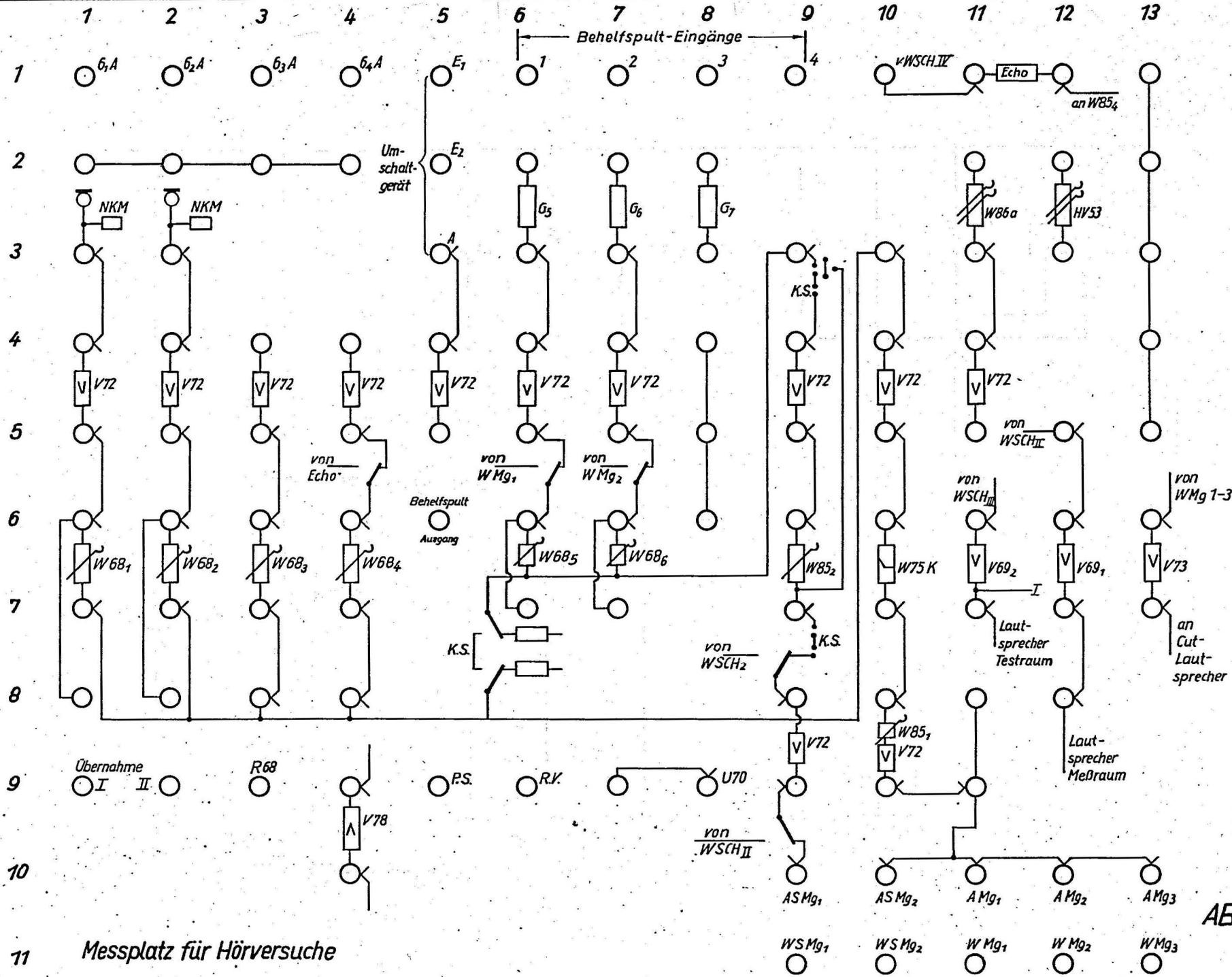
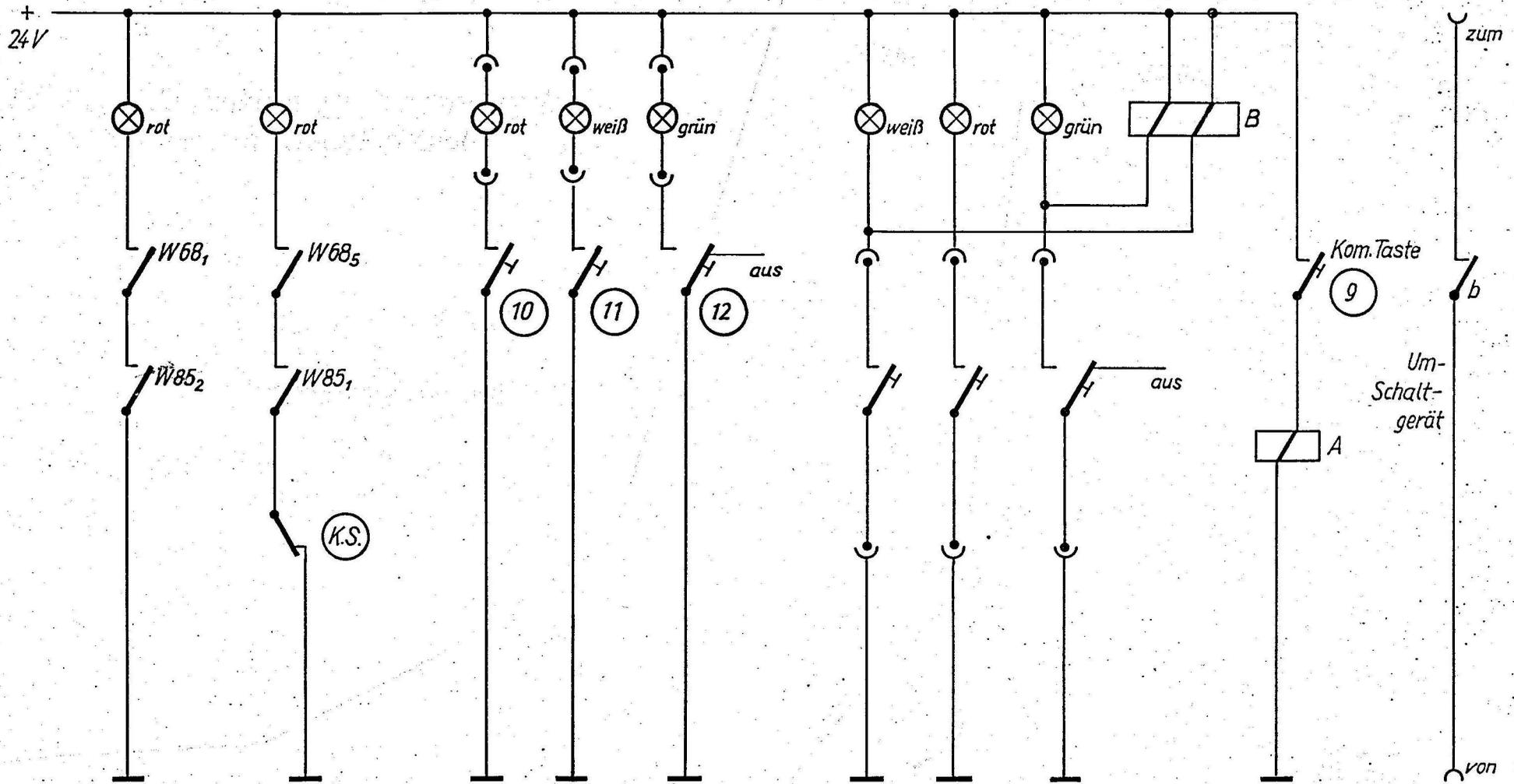


ABB. 2

Messplatz für Hörversuche



Messplatz für Hörversuche

Abb.3

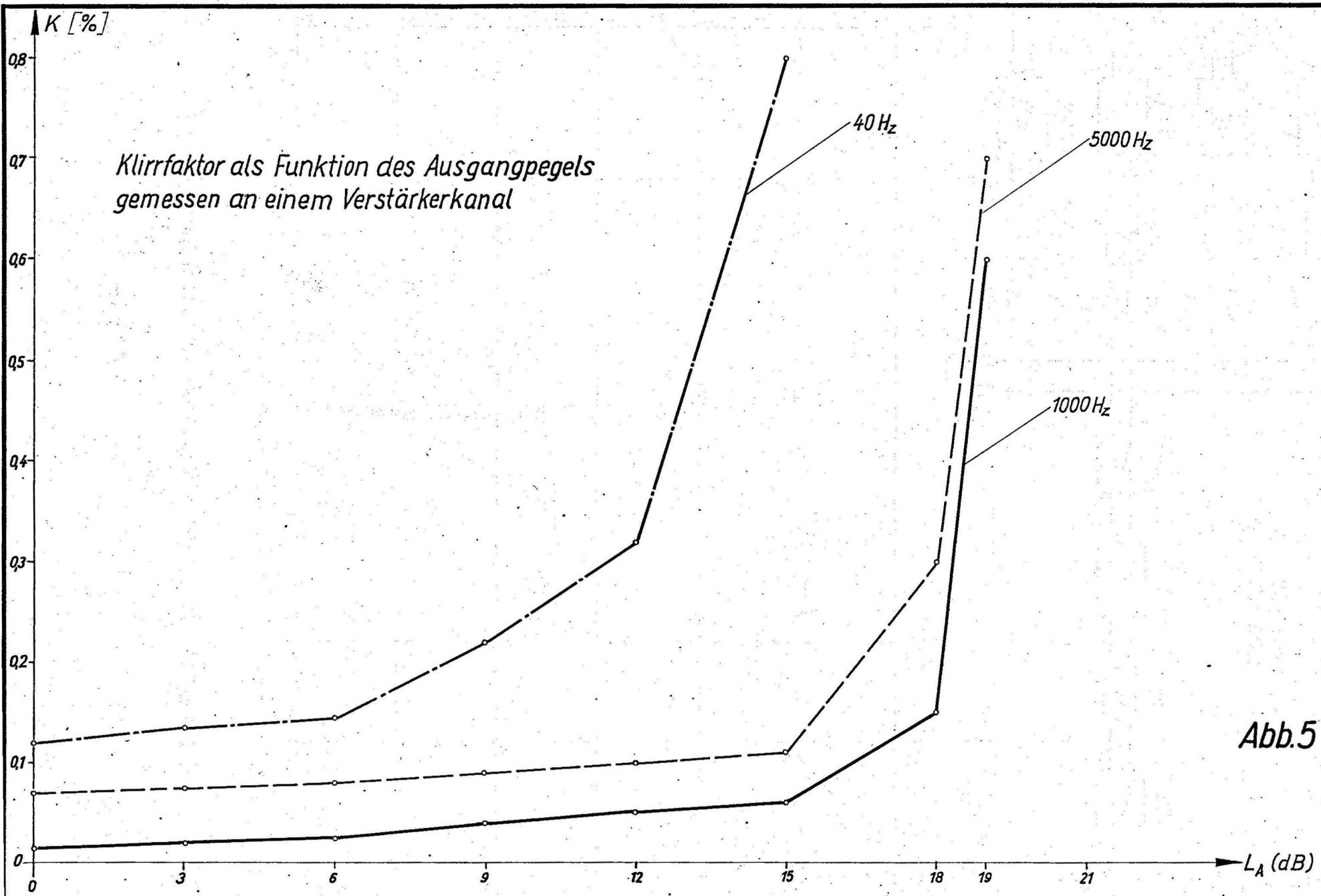
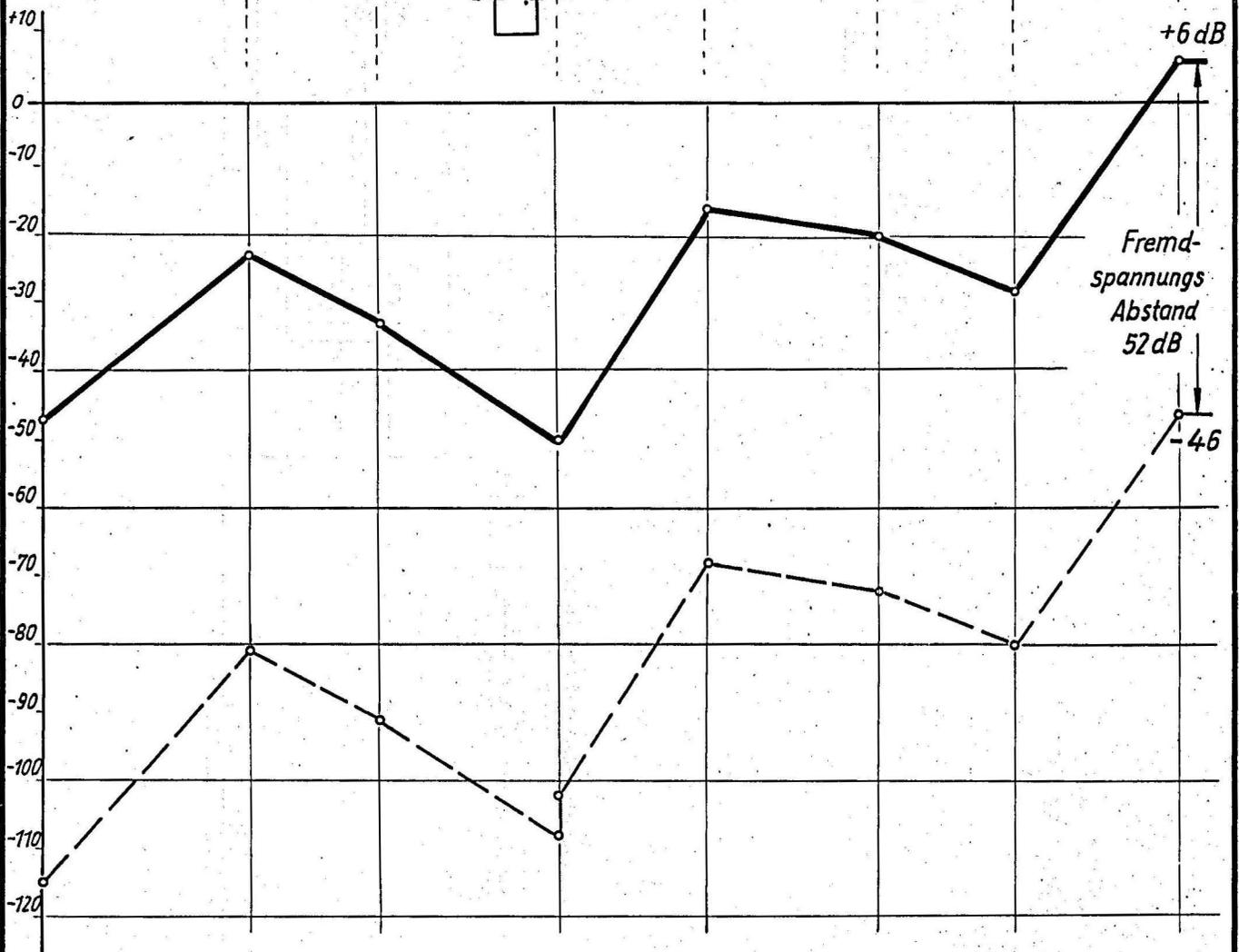
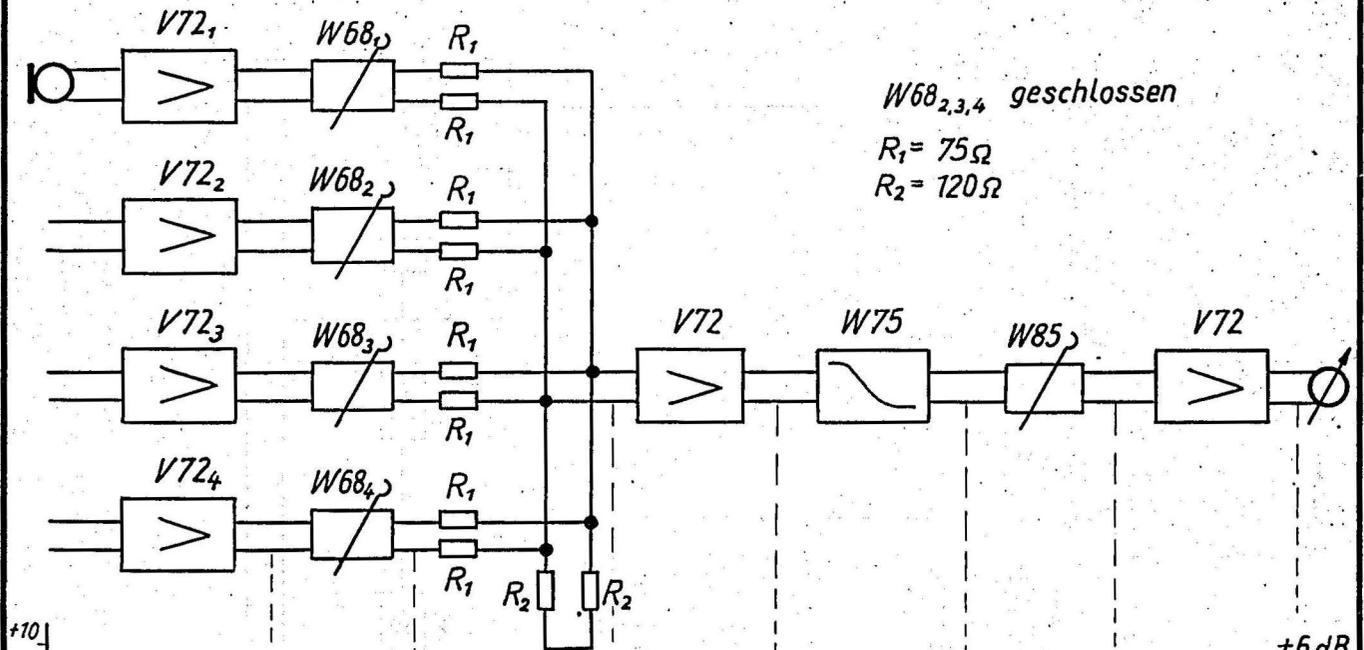
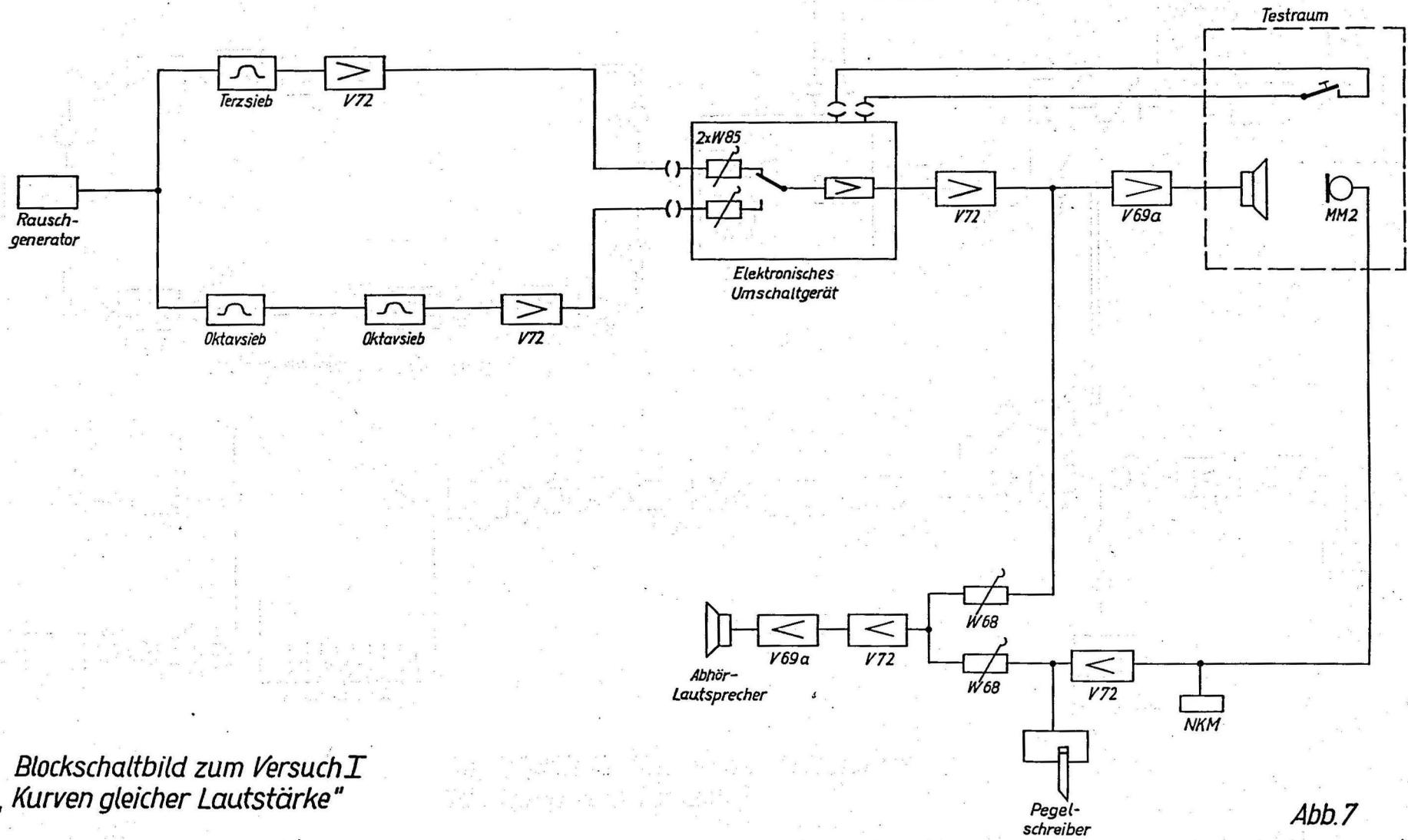


Abb.5



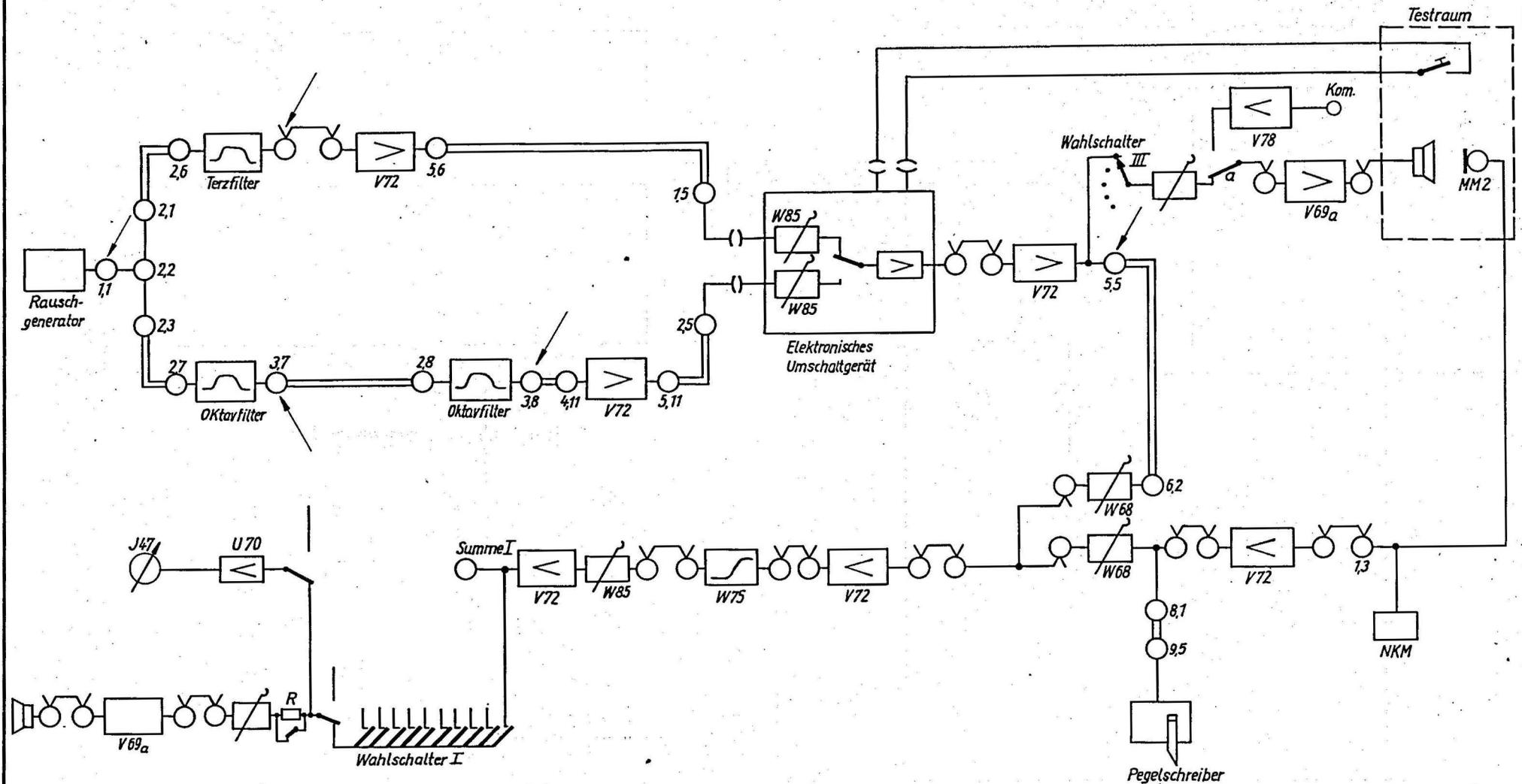
Pegeldiagramm eines Kanals im Messplatz für Hörversuche

Abb. 6



Blockschaltbild zum Versuch I
 „Kurven gleicher Lautstärke“

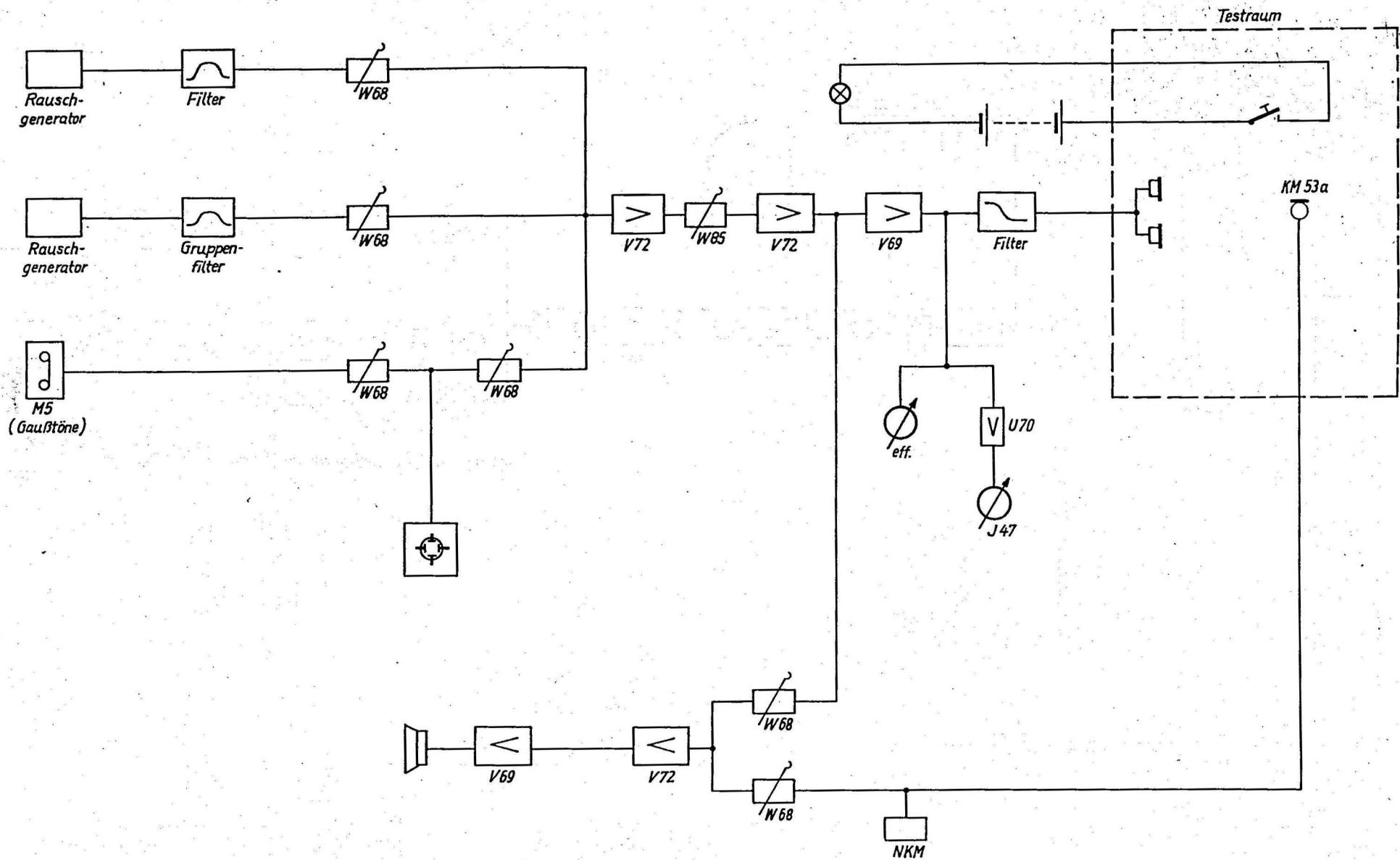
Abb. 7



Am Meßplatz für Hörversuche ausgeführte
Schaltung zum Versuch I

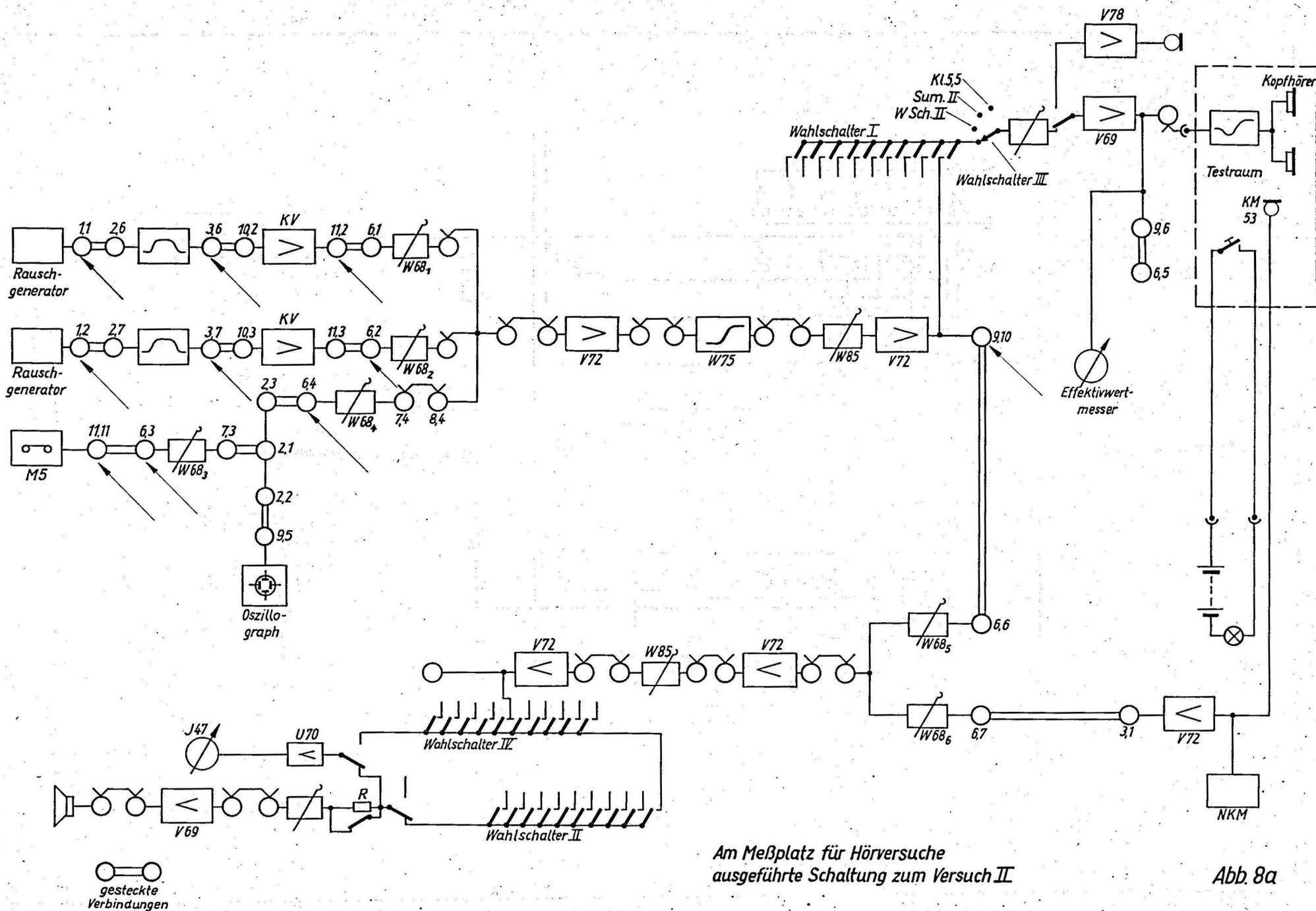

 gesteckte
 Verbindungen

Abb.7a



Blockschaltbild zum Versuch II
 „Äquivalente Daueranregung
 von frequenzgruppenbreiten
 Gaußtönen.“

Abb. 8



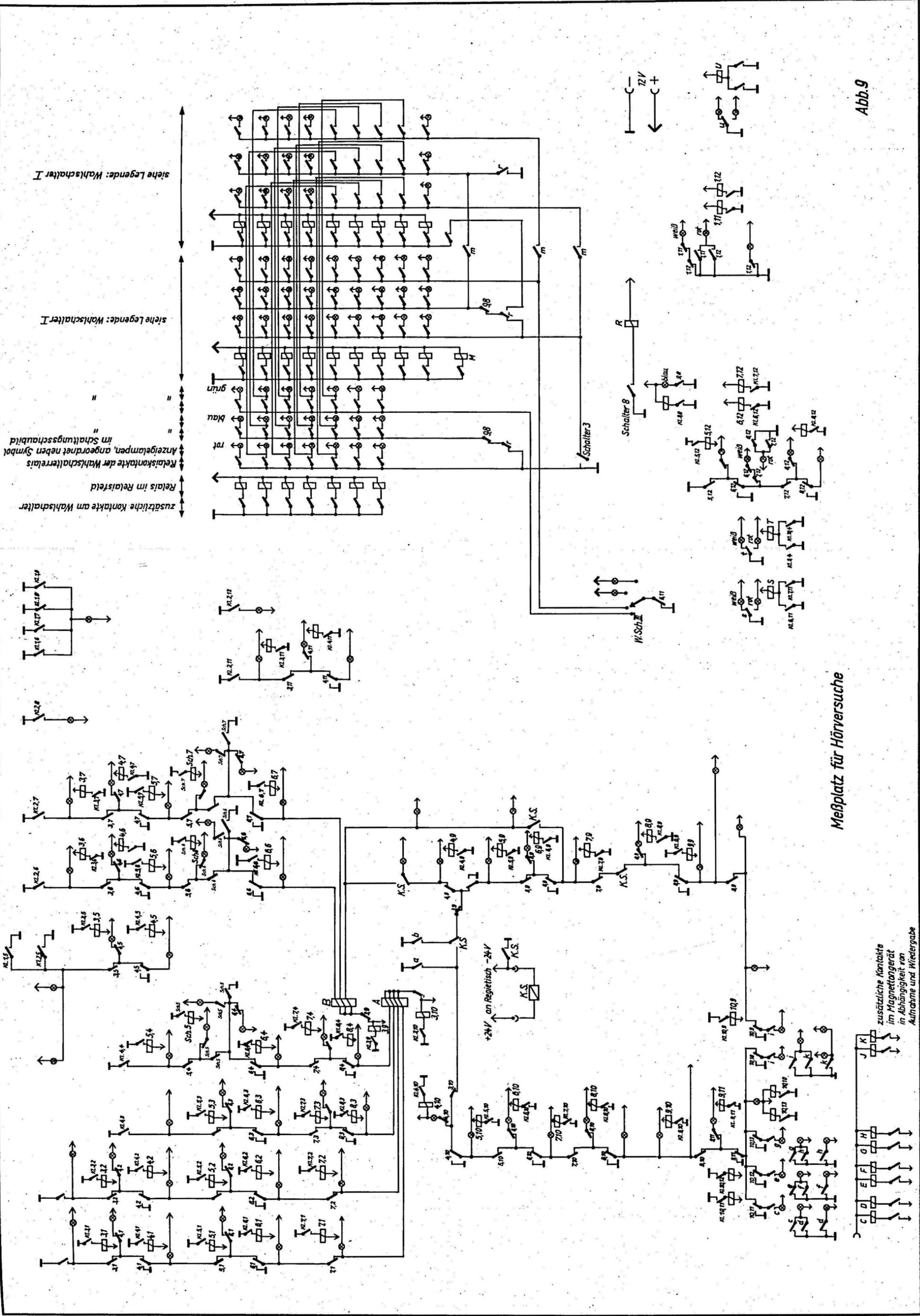
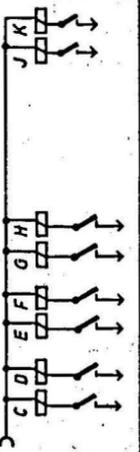


Abb. 9

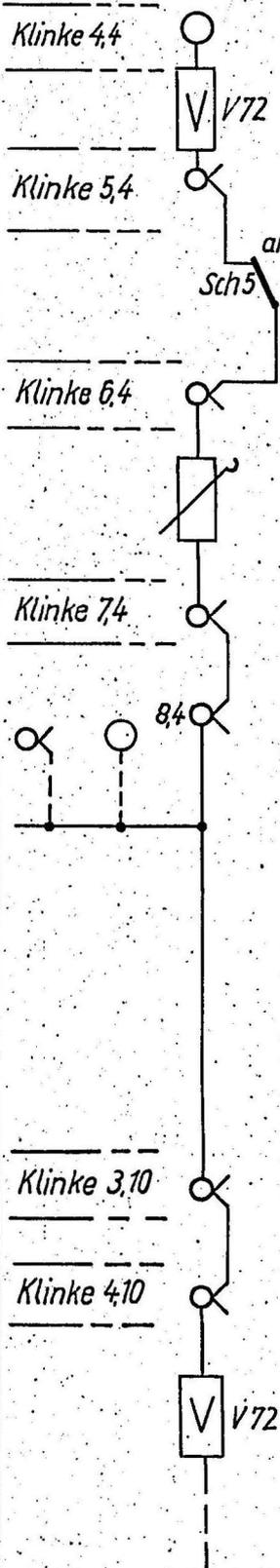
Meßplatz für Hörersuche

zusätzliche Kontakte
im Magnetongerät
in Abhängigkeit von
Aufnahme und Wiedergabe

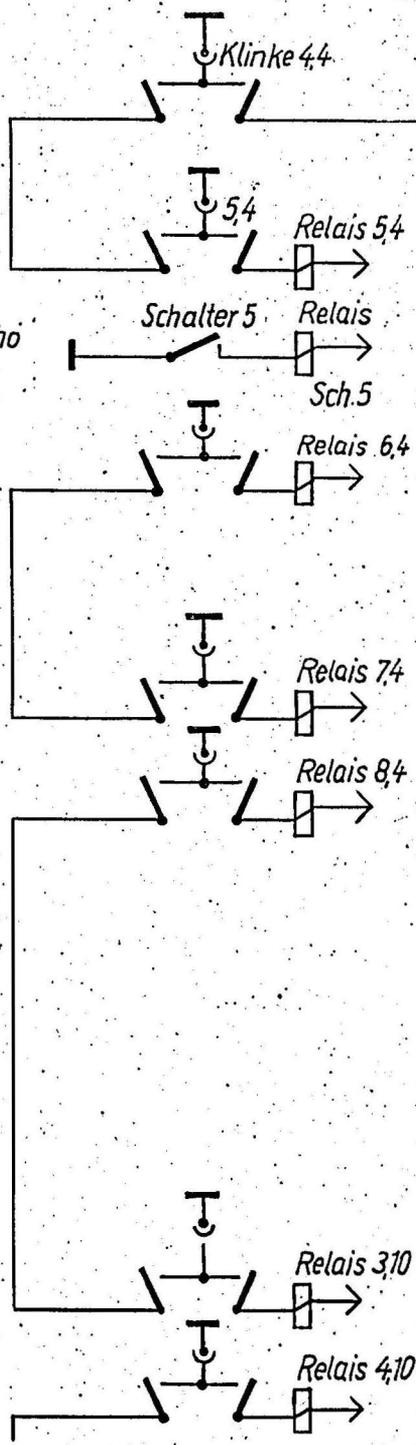


zusätzliche Kontakte am Wahlschalter
Relais im Relaisfeld
Relaiskontakte der Wahlschalterrelais
Anzeigelampen, angeordnet neben Symbol
im Schaltungsschaubild
" "
" "
siehe Legende: Wahlschalter I
siehe Legende: Wahlschalter II

Blockschaltbild



Kontakte an der Klinke



Durchschaltung des Lampenspeisestromes

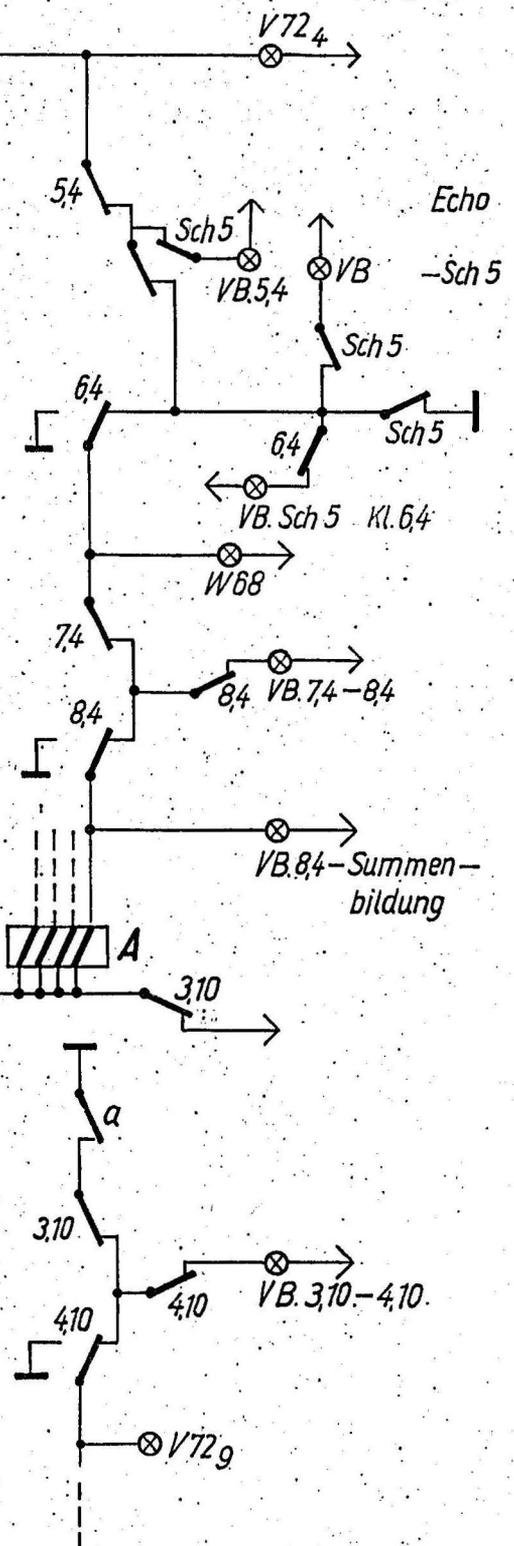


Abb.10

