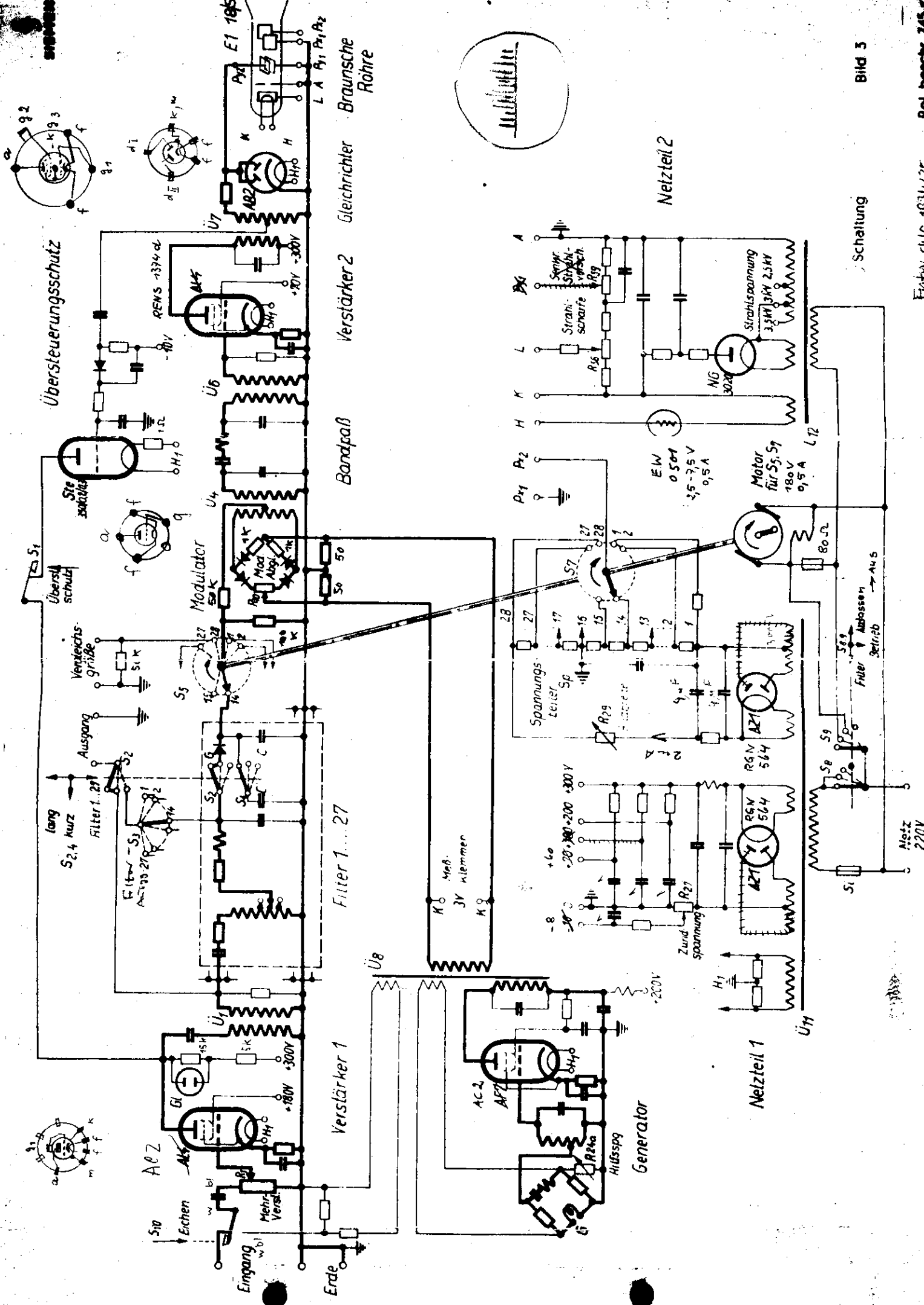


Bedienungsanweisung  
zum  
Tonfrequenz-Spektrometer  
Rel mse 2030a

- I. Vorbemerkung
- II. Wirkungsweise und innerer Aufbau
- III. Bedienungsanweisung
  - 1) Vorbereitung
  - 2) Prüfung und Eichung
  - 3) Messungen
  - 4) Fotografische Aufnahmen
  - 5) Auswertung der Messungen
  - 6) Beispiele

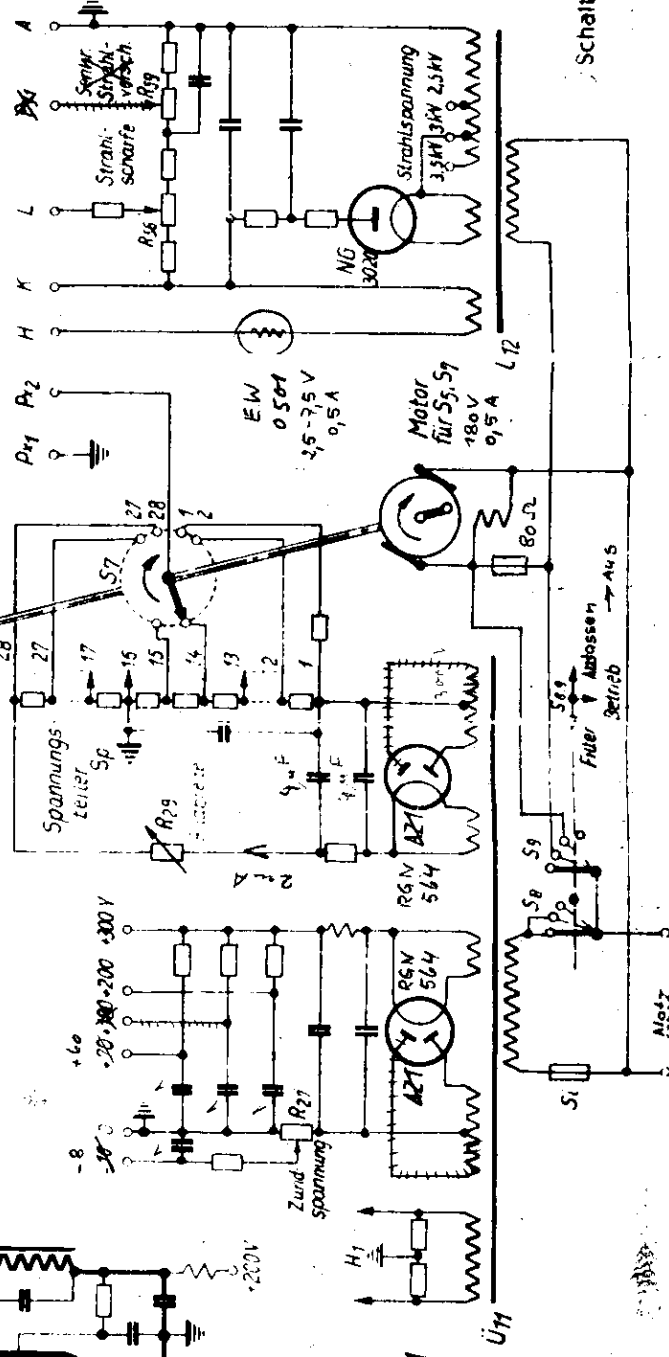


Übersteuerungsschutz

Verstärker 2 Gleichrichter Braunsche Röhre

Netzteil 2

Bandpaß



Schaltung

Bild 3

## I. Vorbemerkung

In einer besonderen Beschreibung zum Tonfrequenz-Spektrometer (Rel beschr 745) sind die Angaben über Anwendungsgebiet, elektrische Werte, äußeren Aufbau, Zubehör, Maße, Gewicht und anhand eines Übersichtsschaltbildes eine kurzgefaßte Wirkungsweise, ferner Meßbeispiele und einige erläuternde Lichtbilder zusammengestellt.

Die vorliegende Bedienungsanweisung geht im ersten Teil, durch ein ausführliches Schaltbild und einige Kurven unterstützt, genauer auf inneren Aufbau und Wirkungsweise ein, während der zweite Teil die Bedienungsanweisung enthält, die durch eine Zeichnung der Vorder- und der Seitenansicht des Gerätes ergänzt wird.

## II. Wirkungsweise und innerer Aufbau (siehe Bild 1)

Die wesentlichen Teile des Tonfrequenz-Spektrometers sind:

- a) Eingangsverstärker,
- b) Filter,
- c) Gleichrichter und Speicherkondensatoren,
- d) Modulator,
- e) Generator (3000 Hz),
- f) Bandpaß,
- g) Ausgangsverstärker und Gleichrichter,
- h) Braunsche Röhre,
- i) Nockenschalter mit Motor,
- k) Eichung und Übersteuerungsschutz,
- l) Stromversorgung.

- a) Der Eingangsverstärker  $V_1$  ist ein einstufiger Verstärker mit einer AC2 Röhre, dessen Ausgangsübertrager  $U_1$  das an den Eingang gelegte zu analysierende Tonfrequenzgemisch verstärkt an die 27 parallel geschalteten Filter abgibt. Am Eingang ist ein stetig veränderbarer Spannungsteiler  $R_1$  ("Mehr Verstärkung") eingebaut, der es ermöglicht, die Eingangsspannung so zu regeln, daß das Gerät nicht übersteuert wird.
- b) Für die 27 Filter des Gerätes sind zur Erzielung möglichst großer Trennschärfe Koppelkreisfilter gewählt. Jedes Filter besteht aus zwei gekoppelten Resonanzkreisen, die so berechnet sind, daß in jeder Oktave drei Filter liegen. Die Durchlaßkurven der Filter sind in Bild 3 dargestellt. Die Kurven benachbarter Filter durchschneiden sich in 70 % der Maximalhöhe. Liegt eine Frequenz genau in der Mitte des Durchlaßbereiches eines Filters so sprechen die beiden benachbarten Filter nur noch mit 20 % der wirklichen Amplitude an.

In der folgenden Tabelle sind die Mittelfrequenzen  $f_m$  sowie die oberen ( $f_o$ ) und die untere ( $f_u$ ) Grenzfrequenzen der 27 Filter zusammengestellt.

Durch Unterteilung in der Tabelle sind die einzelnen Filter so in Gruppen geordnet, daß die Mittelfrequenz jedes ersten Filters in der Gruppe einen runden Zahlenwert hat (z. B. 100, 200, 500, 1000 Hz usw.). Die gleiche Gruppeneinteilung (größerer Abstand zwischen benachbarten Gruppen) ist zur besseren Übersicht bei den 27 senkrechten Linien auf dem Leuchtschirm der Braunschen Röhre beibehalten.

Tabelle

Nr.	$f_u$	$f_m$	$f_o$
1	36	40	45
2	45	50	57
3	57	64	72
4	72	80	90
5	90	100	112
6	112	125	142
7	142	160	180
8	180	200	225
9	225	250	285
10	285	320	360
11	360	400	450
12	450	500	570
13	570	640	720
14	720	800	900
15	900	1000	1120
16	1120	1250	1420
17	1420	1600	1800
18	1800	2000	2250
19	2250	2500	2850
20	2850	3200	3600
21	3600	4000	4500
22	4500	5000	5700
23	5700	6400	7200
24	7200	8000	9000
25	9000	10000	11200
26	11200	12500	14200
27	14200	16000	18000

- c) Für Gleichrichtung und Speicherung der Ausgangsspitzenspannung sind besonders hochwertige Einzelteile mit kleinen räumlichen Abmessungen verwendet worden. Die Ausgangsspannung wird bei jedem Filter in einer Kupferoxydulzelle ( $D_{1...27}$ ) in Form des "Sirutors" gleichgerichtet und die gleichgerichtete Spannung in den Kondensatoren ( $C_{1...27}$ ) gespeichert. Durch die Gleichrichtung und Speicherung wird erreicht, daß ein nur kurze Zeit vorhandenes Spektrum unabhängig von der jeweiligen Stellung des Abtastschalters und der äußerst kurzen Abtastzeit von etwa 1 ms noch eindeutig angezeigt wird (s. Abschnitt i). Diese Anordnung bietet außerdem den Vorteil, daß durch einfaches Hinzuschalten von Kondensatoren ( $C_{1...27}$ )  $S_1$  auf Stellung "lang") die An- und die Abklingzeit wegen der langsameren Ladung oder Entladung der größeren Kondensatoren verlängert werden kann.

Die Einschwingzeit  $T$  der Filter allein ist bei den tiefen Frequenzen durch ihre Bandbreite  $\Delta f$  gegeben ( $T \approx \frac{1}{\Delta f}$ ). Dabei ist  $T$  die Zeit, bei der der Ausschlag auf 80 % seines Endwertes angestiegen ist. Die Einschwingzeit  $T$  des Filters  $F_1$  (für tiefste Frequenzen) beträgt etwa 0,1 s. Für die einzelnen Filter nimmt  $T$  umgekehrt proportional der Mittelfrequenz  $f_m$  ab (s. Tabelle S. 4). Beim Filter  $F_{27}$  (für höchste Frequenzen) ergibt sich daraus eine Einschwingzeit von  $T = 0,25$  ms.

Die An- und Abklingzeitkonstante  $\tau_a$  und  $\tau_n$  der Speicherung beträgt in Stellung "kurz" des Schalters  $S_1$  etwa 4 ms bzw. 0,1...0,2 s, in Stellung "lang" vergrößern sich diese Zeitkonstanten etwa auf das Zehnfache.

- d) Die Ausgleichspannung der Filter wird im Modulator in Wechselspannungen von 3000 Hz umgewandelt. Der Modulator besteht aus vier Kupferoxydulgleichrichtern in Ringschaltung. Er enthält einen Widerstand  $R_4$  ("Modulator-Abgleich") zur Symmetrierung des Modulators.
- e) Der Generator mit der Schwingröhre AC2 erzeugt die Hilfsspannung von etwa 3000 Hz. Mit dem Widerstand  $R_5$  ("Hilfs-

spannung") läßt sich an den Meßklemmen "K-K" eine Spannung von 3,0 V einstellen.

- f) Unter Zwischenschaltung eines Übertragers  $\bar{U}_2$  wird die modulierte Spannung auf einen Bandpaß (BP) geleitet, der die Oberwelle unterdrückt.
- g) Über den Übertrager  $\bar{U}_3$  gelangen die von dem Bandpaß kommenden Spannungen an einen einstufigen Ausgangsverstärker  $V_2$ , der eine Röhre RENS 1374d enthält. Die von ihm abgegebene Spannung wird durch die Röhre AB2 gleichgerichtet, so daß nur die einen Halbwellen zu den Platten  $y_1, y_2$  der Braunschen Röhre geführt werden.
- h) Die an diese Platten angelegte Spannung bewegt den Kathodenstrahl in senkrechter Richtung, wodurch auf dem Leuchtschirm der Braunschen Röhre eine helle Linie entsteht. An die Platten  $x_1, x_2$  der Braunschen Röhre wird über einen Spannungsteiler  $S_p$  mit dem Schalter  $S_7$  eine für jedes Filter festgelegte Gleichspannung geführt, so daß jedem Filter eine bestimmte Ablenkung in der Waagerechten zugeordnet ist. Das Spektrum des Frequenzgemisches wird also durch verschieden lange, auf gemeinsamer Grundlinie nebeneinanderstehende, helle Linien dargestellt.

Die Linien sind durch verschiedene Abstände in waagerechter Richtung in Gruppen zusammengefaßt, um die Übersicht über die Frequenzen zu erleichtern (s. Tabelle auf S. 4).

Die Länge der Linien ist der Eingangsspannung des Gerätes ungefähr proportional. Bei Röhren mittlerer Güte erzeugt eine Eingangsspannung von 0,3...0,35 V etwa 60 mm lange Linien auf dem Leuchtschirm, vorausgesetzt, daß die Spannung sinusförmig ist und in den Durchlaßbereich des Filters fällt. Ein Beispiel der entsprechenden Eich-

kurve ist in Bild 4 dargestellt.

Über der Braunschen Röhre ist ein Magnet (N,S) eingebaut. Die Kordelschraube MS (s. Bild 5) bewegt den Magneten in senkrechter Richtung, wodurch das Bild auf dem Schirm in gleicher Richtung verschoben wird. Der Magnet wird so eingestellt, daß das Bild in den verzerrungsfreien Bereich des Leuchtschirms fällt.

- i) Sehr wichtig für einwandfreies Arbeiten des Gerätes sind die beiden Abtastschalter  $S_5, S_7$ , die durch eine gemeinsame Achse von einem Motor angetrieben werden. Um ein für das Auge ruhendes Bild auf dem Leuchtschirm zu erhalten, muß die Schalterachse in einer Sekunde etwa 20 mal umlaufen. Der Aufbau als Nockenschalter mit prellungsfreien Kontakten gibt die Gewähr für hohe Betriebssicherheit und lange Lebensdauer.
- k) Zur Eichung des Gerätes wird auf der Sekundärseite des Netztransformators eine Spannung von etwa 0,3 Volt abgenommen und beim Drücken der Taste  $S_4$  an den Eingang gelegt.

Diese Netzspannung erzeugt auf dem Schirm der Braunschen Röhre bei 50 Hz eine Linie. Sie kann bei Beginn und am Ende einer Meßreihe fotografiert, oder mit der Cellonskala gemessen werden und dient so als Vergleichsmaß für die Spannungen in den einzelnen Frequenzkanälen. Die Länge der Linie ist abhängig von der Stellung von  $R_1$  ("Mehr Verstärkung"); am rechten Anschlag von  $R_1$  liegt die ganze Eichspannung am Gitter der ersten Röhre.

Zum Schutze der Gleichrichter  $D_1 \dots D_{27}$  dient der Übersteuerungsschutz. Er wird durch das Stromtor Ste 350/0,2/0,3 in Verbindung mit der Glimmlampe Gl und der Taste  $S_3$  gebildet. Die Schaltung ist mit Hilfe von  $R_6$  ("Zündspannung") so eingestellt, daß das Stromtor zündet, wenn die Spannung am Gitter der ersten Röhre den Wert von etwa 0,6 V überschreitet.



Gleichzeitig leuchtet die Glimmlampe auf, und die Röhre AC2 arbeitet nicht mehr. Erst durch Drücken auf die Taste  $S_3$  ("Übersteuerungsschutz") wird nach Verminderung der Eingangsspannung der Anodenstrom des Stromtores unterbrochen und so das Gerät wieder in Betrieb gesetzt.

- 1) Die gesamte Stromversorgung des Gerätes erfolgt über 2 Netzumspanner  $\dot{U}_4$  und  $\dot{U}_5$  aus einem Wechselstromnetz von 220 V. Die notwendigen Gleichspannungen für die Verstärker werden von einer Gleichrichterröhre RGN 564 und für die Braunsche Röhre von einem Gleichrichter NG 3020 geliefert und durch Siebglieder geglättet. Um für die Braunsche Röhre verschiedene Strahlspannungen einstellen zu können, sind an dem Umspanner  $\dot{U}_5$  3 Abgriffe vorhanden, die durch den Schalter  $S_6$  ("2,5 kV; 3 kV; 3,5 kV; Strahlspannung") ausgewählt werden können. Die Heizung für die Braunsche Röhre wird durch einen Eisenwasserstoffwiderstand EW 0501 geregelt. Eine zweite Röhre RGN 564 versorgt den Spannungsteiler Sp mit Gleichspannung.

Anschluß an Wechselstromnetze mit den Spannungen 110, 125, 150 und 240 Volt ist möglich, wenn ein geeigneter Vorsatzumspanner z. B. Rel na 44b verwendet wird.

Der Netzschalter  $S_8$  hat eine Stellung mit der Bezeichnung "Filter 1...27". In dieser Stellung von  $S_8$  ist die Braunsche Röhre und der Motor vom Netz abgeschaltet, und nur die Röhren in den Verstärkern und im Generator bleiben in Betrieb.

Mit Hilfe des Drehschalters  $S_2$  "Filter 1...27" kann dann an die Klemmen "Ausgang" ein beliebiges Filter gelegt werden, in dem der Spannungsverlauf z. B. oszillografisch gemessen werden kann.

### III. Bedienungsanweisung

#### 1) Vorbereitung (Bild 5)

Der Deckel ist an den Schnallen zu lösen. Die Kappe ist nach Lösen der Kordelschrauben zu entfernen. Die Röhren und der Eisenwasserstoffwiderstand sind entsprechend der Beschriftung einzusetzen. Die Glimmlampe ist in die schwarze Fassung (Gl) und die Sicherung in die Fassung (Si) neben der Netzanschlußschnur auf der Frontplatte einzuschrauben. Zum Einsetzen der Braunschens Röhre wird das Fenster entfernt und die Röhre - mit den Lappen der Führungsschelle nach oben - in die Fassung gesteckt. An der Fassung sind oben und unten je eine Schelle mit einer Kordelschraube RS so angebracht, daß man die Fassung etwas um die Längsachse drehen kann. In der Längsrichtung ist die Fassung ebenfalls verschiebbar, sie wird so festgestellt, daß die Röhre das Glasfenster fast berührt und die Linien auf dem Leuchtschirm lotrecht stehen. Für die mitgelieferte Röhre ist die Fassung im Werk richtig eingestellt.

Bei kleinen Umstellungen des Gerätes braucht nur die Braunschens Röhre herausgenommen zu werden; bei größerem Transport müssen auch die übrigen Röhren entfernt werden.

An der Erdungsbuchse ist das Gerät zu erden. Ist ein Wechselstromnetz von 220 Volt vorhanden, so ist die Anschlußschnur mit dem Netz zu verbinden, anderenfalls ist ein Vorsatzumspanner (Rel na 44b) und bei Gleichstromnetzen stets ein passender Umformer zwischenzuschalten.

Der Netzschalter  $S_8$  wird über "Anlassen" auf "Betrieb" gedreht. Der Schalter soll in der Stellung "Anlassen" nicht länger als bis zum Anlaufen des Motors stehen (etwa 1 s), damit der Motor nicht überlastet wird. Das Schalten von  $S_8$  über Stellung "Filter 1...27" auf "Betrieb" ist unzulässig,

da dann der Motor nicht anläuft und Schaden nimmt.

Nach ungefähr 2 Min. sind die Röhren eingebrannt. Beim Einschalten zündet die Glimmlampe Gl, da das Gitter des Stromtores Ste 350/0,2/0,3 zunächst noch nicht die vorgeschriebene Vorspannung von -8 V hat. Erst nach der Einbrennzeit von 2 Min. wird durch einen Druck auf die Taste  $S_3$  ("Überst. Schutz") die Glimmlampe gelöscht und <sup>damit</sup> das Gerät betriebsfertig gemacht.

## 2) Prüfung und Eichung des Gerätes

Da die folgenden Einstellungen bei geöffnetem Gerät gemacht werden, sind die beim Arbeiten an Hochspannung üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten.

- a) Nach Löschen der Glimmlampe ist durch Drehen an dem Widerstand  $R_5$  ("Hilfsspg.") die Generatorspannung von etwa 3000 Hz so zu regeln, daß an den Meßklemmen "K-K" eine Spannung von 3,0 Volt liegt (Messung z. B. mit Tonfrequenz-Strom- und Spannungsprüfer Rel mse 48a).
- b) Der Widerstand  $R_4$  ("Mod.Abgl.") wird so eingestellt, daß die 27 Lichtpunkte auf dem Leuchtschirm bei kurzgeschlossenem Eingang möglichst klein sind.
- c) Der Widerstand  $R_6$  ("Zündspg.") mit Schraubenzieherantrieb wird so geregelt, daß die Glimmlampe Gl bei einer Eingangsspannung von etwa 0,6 V (800 Hz) gerade aufleuchtet. Der Eingangsspannungshöhe  $R_1$  ("Mehr Verst. 0...10") muß dabei bis zum rechten Anschlag gedreht werden.
- d) Mit Hilfe der Kordelschraube MS ist der eingebaute Magnet so einzustellen, daß die Abszissenachse des Spektrums etwa 20 mm unter der Mitte des Leuchtschirms liegt. Nach diesen Einstellungen ist die Kappe wieder aufzuschrauben, wobei die Netzspannung unbedingt auszuschalten ist. ( $S_8$  auf "Aus")

e) Vor jeder längeren Meßreihe ist das Gerät zu eichen.

Beim Drücken der Taste  $S_4$  ("Eichen") erscheint auf dem Leuchtschirm bei 50 Hz eine Linie, die einer vom Netz abgenommenen Eichspannung von etwa 0,3 V entspricht. Der genaue Wert dieser Spannung wird für jedes Gerät besonders angegeben. Beim Eichen muß die Netzspannung am Gerät den vorgeschriebenen Wert von 220 V $\sim$ haben. Die Länge der Eichlinie ist von der Stellung des Eingangsspannungsteilers  $R_1$  ("Mehr Verst. 0...10") abhängig. Es ist zweckmäßig, die Eichung bei der Stellung von  $R_1$  vorzunehmen, bei der auch die Messung gemacht werden soll.

Die Einstellungen a) bis d) sind bei einem neuen Gerät nicht notwendig, da sie bereits im Werk vorgenommen werden.

### 3) Messung

Ein elektrisches Frequenzgemisch wird unmittelbar an die Eingangsklemmen angeschlossen.

Ein akustisches Frequenzgemisch wird unter Zwischenschaltung eines Mikrofons und eines Verstärkers an die Eingangsklemmen gelegt.

Der Eingangsspannungsteiler ( $R_1$ ) wird so eingestellt, daß die längste Linie etwa 60 mm mißt.

Durch Drehen von  $R_2$  ("Bildbreite") kann die Bildbreite gleich der Breite der Cellonskala gemacht werden. Diese Einstellung ist für die drei Strahlspannungen, die mit dem Schalter  $S_6$  ("2,5 kV; 3 kV; 3,5 kV; Strahlspannung") eingestellt werden können, verschieden. Für die Cellonskala ist der Wert von 3 kV zugrunde gelegt worden.

Der Schalter  $S_6$  wird für zeitlich länger dauernde Beobachtungen auf 2,5 kV gestellt, um die Braunsche Röhre zu schonen. Mit Hilfe des Widerstandes  $R_3$  ("Strahlschärfe") wird das Bild

durch Verändern der Spannung für die Elektrode L der Elektro-  
nenoptik scharf eingestellt.

Die Stellung des Schalters  $S_1$  ("lang, kurz Filt.") ist je nach  
den Versuchsbedingungen und dem Ziel der Messungen zweckmä-  
ßig zu wählen.

An die Klemmen "Vergleichsgröße" kann während der Messung  
eine beliebige Veränderliche angeschlossen werden, die im  
Zusammenhang mit dem Frequenzspektrum interessiert. Zu die-  
ser Veränderlichen, die in Form von Gleichspannung mit vor-  
geschriebener Polung an die Klemmen gelegt werden muß, ge-  
hört die 28. Linie rechts neben dem Spektrum (vergl. Abschnitt  
III, 6: Beispiele).

An den Klemmen "Ausgang" kann das am Eingang liegende Fre-  
quenzgemisch während der Messung oszillografiert oder mit  
einem hochohmigen Kopfhörer abgehört werden.

Wird ein einzelnes Filter mit dem Schalter  $S_2$  ("Filter 1...27")  
zum Oszillografieren an die Ausgangsklemmen gelegt, so ist  
ein Verstärker zwischen Spektrometer und Oszillograf einzu-  
schalten, dessen Eingang ( $> 100 \text{ k}\Omega$ ) an das Spektrometer und  
dessen Ausgang an den Oszillografen angepaßt ist. Der Kipp-  
schalter  $S_1$  wird bei diesen Messungen auf Stellung "Filt."  
und der Paccoschalter  $S_3$  auf Stellung "Filter 1...27" gelegt.  
Der Schalter  $S_2$  wird auf die Nummer des gewünschten Filters  
gedreht.

#### 4) Fotografische Aufnahme

Ein ausgezeichnetes Hilfsmittel bei der Analyse besonders  
von schnell veränderlichen Frequenzgemischen sind Filmauf-  
nahmen mit der Kinokamera.

Für diese Aufnahmen wird die Glasscheibe von der Braunschen  
Röhre entfernt und der Fotovorsatz an deren Stelle eingesetzt.  
Als Kamera dient die Siemens-Schmalfilmkamera B oder C bei

einer relativen Öffnung von mindestens 1:2,8 und einer Vorsatzlinse für eine Gegenstandsweite von 180 mm bei Stellung "fern" bzw. " $\infty$ " der Kameraoptik.

Der Abstand der Braunschen Röhre von der Tubusöffnung wird mit dem im Schlitten des Fotovorsatzes eingeschraubten Maßstab (mit Kugelkopf) auf 180 mm eingestellt, die Kamera möglichst dicht an den Tubus herangeschoben und alle Stellschrauben festgezogen.

Für Filmaufnahmen ist eine größere Lichtstärke notwendig als für direkte Beobachtung. Durch Vergrößerung der Anodenspannung mit Hilfe des Schalters  $S_6$  ("Strahlspannung") wird eine stärkere Helligkeit der Linien erreicht. 3 kV Strahlspannung werden im allgemeinen genügen.

Die Bildzahl ist auf 8 Bilder in der Sekunde einzustellen.

Ist eine Meßreihe beendet, so ist der Beginn einer neuen Meßreihe zu kennzeichnen, z. B. durch eine Anzahl unbelichteter Bilder, die mit der Einergangsschaltung abgezählt werden können. Zum Verdecken der Linse dient die im Tubus eingebaute Drehklappe, die gleichzeitig die Beobachtungsöffnung im Tubus verdeckt. Es ist daher beim Arbeiten mit der Kamera sofort zu erkennen, ob die Klappe geschlossen oder geöffnet ist.

Als Rohfilm wird 16 mm-Film in Siemens-Schmalfilmkassette verwendet. Empfehlenswert ist hierfür entweder höchstempfindlicher Pan-Umkehr- oder höchstempfindlicher Pan-Negativ-Film. Bei Verwendung dieser Filmsorten läßt sich stets hinreichende Schwärzung auch bei Vollausschlag der Spektrometerlinien erzielen.

## 5) Auswertung der Messungen

Mit Hilfe der Cellonskala und der Tabelle auf Seite 4 werden die Frequenzen, bei denen die Linien des Spektrums liegen,

festgestellt. Die Genauigkeit der Frequenzanzeige ist durch den Durchlaßbereich der Filter gegeben d. h. etwa  $\pm 10\%$ .

Mit der Cellonskala wird die Länge der Linien bestimmt. Die Länge der Eichlinie gibt ein Maß für eine bestimmte Spannung (50 Hz-Eichspannung), so daß das gesamte Spektrum auf dieses Spannungsmaß zurückgeführt werden kann.

Wenn die Frequenz einer Sinusspannung auf die Grenzfrequenz zweier benachbarter Filter fällt, so sprechen beide Filter in derselben Stärke an: Es entstehen auf dem Leuchtschirm zwei gleich lange Linien nebeneinander. Die Länge der Linien entspricht aber nicht der wirklichen Amplitude der Sinusspannung; sie ist auf folgende Weise zu berechnen:

Es soll  $L$  die einer Sinusspannung entsprechende Linienlänge sein, wenn die Frequenz in die Mitte eines Filters fällt. Dann ist  $0,7 \cdot L$  die Länge der benachbarten Linien, wenn die Frequenz auf die Grenze von zwei Filtern fällt.

Bildet man dann die Effektivwertsumme

$$\sqrt{(0,7 \cdot L)^2 + (0,7 \cdot L)^2} = L \cdot \sqrt{0,7^2 + 0,7^2} \approx L \cdot 1$$

so erhält man für die Größe der angelegten Spannung den gleichen Betrag wie für den Fall, daß die Frequenz in die Mitte eines Filters fällt. Man kann also mit einiger Annäherung die Effektivwertsumme über alle Linien gleich dem Effektivwert der Eingangsgröße setzen. Die Auswertung der einzelnen Filmbilder geschieht auf ähnliche Weise; statt der Cellonskala benutzt man eine einfache Projektionseinrichtung oder den Siemens-Schmalfilmprojektor und eine entsprechend gezeichnete Projektionswand.

## 6) Beispiele

Es sei nun noch an einigen Beispielen erläutert, welche Messungen mit dem Tonfrequenzspektrometer gemacht werden können.

- a) Es soll das Geräuschspektrum eines Motors in Abhängigkeit von der Drehzahl gemessen werden. Vor das Tonfrequenz-Spektrometer wird ein Mikrofon und ein Verstärker geschaltet. Eine Touren-Dynamo wird - wenn nötig über einen Gleichrichter, eine Glättungsschaltung und einen Spannungsteiler - an die Klemmen "Vergleichsgröße" gelegt. Man kann nun während des An- oder Auslaufens des Motors die Schmalfilmkamera in Betrieb setzen und erhält auf jedem Bild außer dem Spektrum eine 28. Linie. Aus der Länge dieser Linie läßt sich die jeweilige Drehzahl des Motors bestimmen. Außerdem kann gleichzeitig an den Klemmen "Ausgang" ein Oszillogramm desselben Vorganges aufgenommen werden.
- b) Das Geräusch eines fahrenden Motorrades soll in Abhängigkeit von der Entfernung vom Beobachtungsort und vom Verlauf der Fahrbahn aufgezeichnet werden. Das Geräusch wird wieder von einem geeigneten Mikrofon aufgenommen, verstärkt und an das Tonfrequenz-Spektrometer gelegt, das den Fotovorsatz mit der Kamera trägt. Gleichzeitig wird mit einem Theodoliten die Bewegung des Motorrades verfolgt. An dem Theodoliten ist ein nach seiner Stellung geeichter Spannungsteiler angebracht, der an eine Gleichstromquelle angeschlossen ist. Die Ausgangsspannung wird an die Klemmen "Vergleichsgröße" gelegt. Die Länge der 28. Linie auf jedem Bild, zusammen mit dem bekannten Verlauf der Fahrbahn, ermöglicht die Berechnung der zu jedem Spektrum des Geräusches gehörenden Entfernung und seiner Stellung zum Beobachtungsort.
- c) Stör- und Sprechströme in Übertragungsanlagen und ihr Verhältnis zur Gesamtlautstärke können ebenfalls mit dem Tonfrequenz-Spektrometer aufgenommen werden. Das Tonfrequenz-Spektrometer mit Fotovorsatz und Kamera wird an die Fernsprechleitung angeschlossen, außerdem ein Geräuschmesser, dessen Ausgangsspannung gleichgerichtet werden muß. Diese Gleichspannung wird an die Klemmen



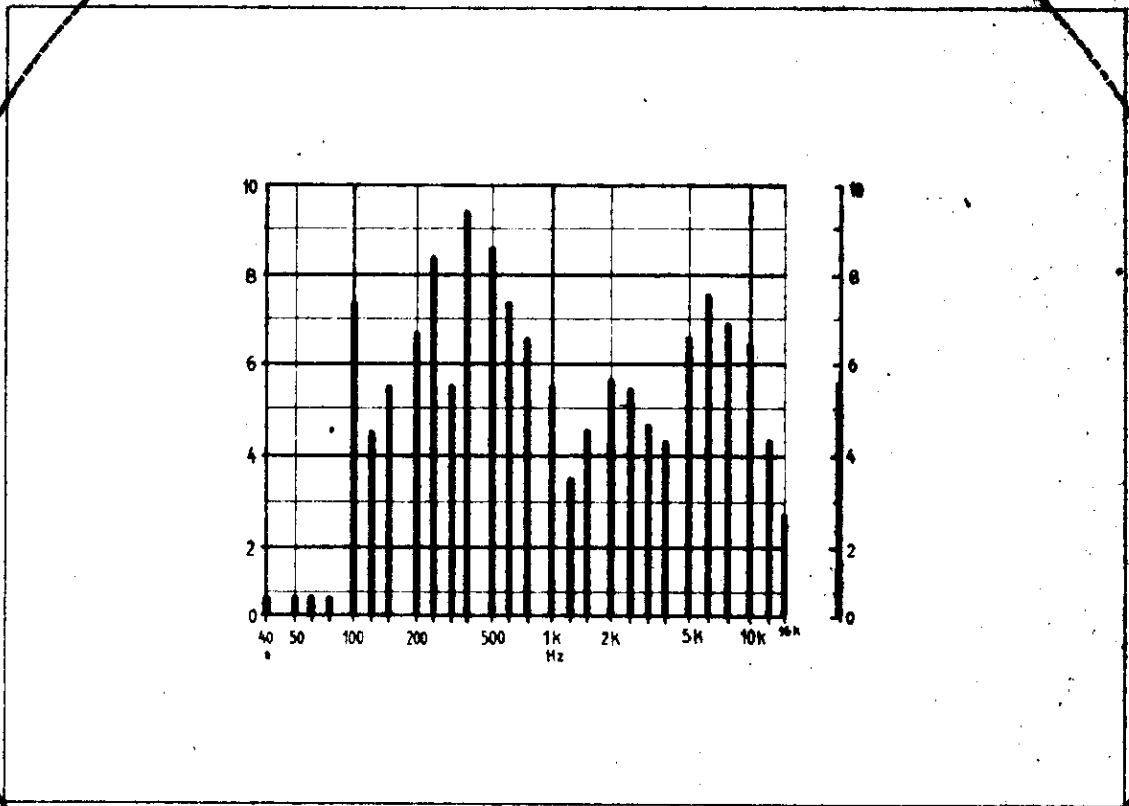


Bild 2 Cellonskala mit Linien eines Frequenzspektrums

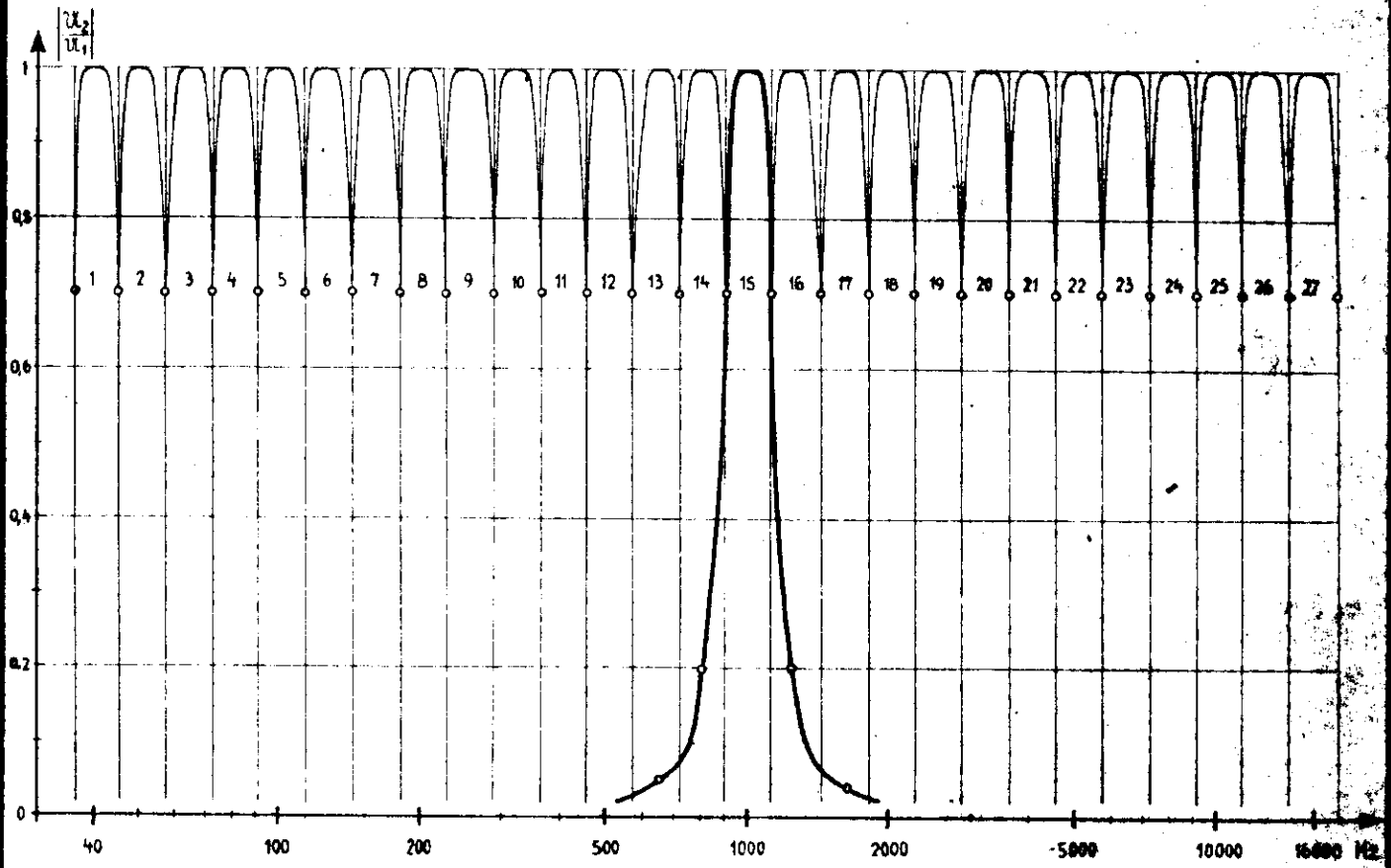


Bild 3 Durchlaßkurven der Filter



Länge  $L$  der Linien auf dem Leuchtschirm  
 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung  $E$ .  
 (Beispiel)

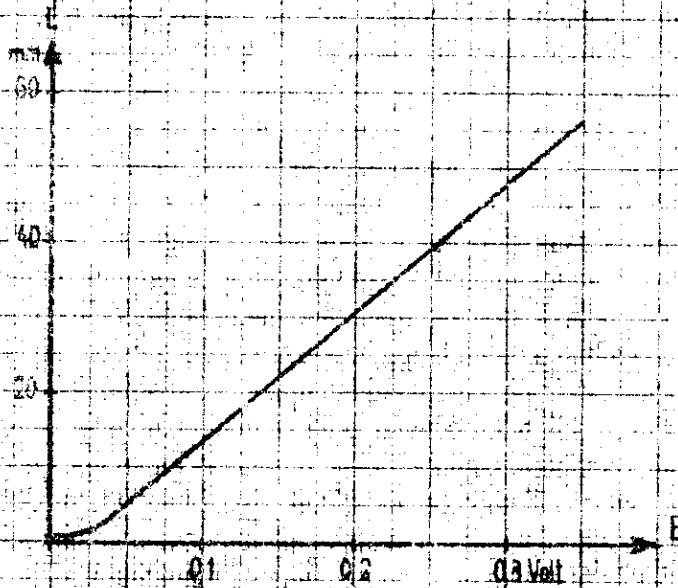


Bild 4

Anodenspannung = 3 kV  
 Ablenkempfindlichkeit = 0,8  $\frac{cm}{V}$   
 gemessen bei 1 kV  
 $R_1$  am rechten Ansatz



Länge  $L$  der Linien auf dem Leuchtschirm  
 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung  $E$ .  
 (Beispiel)

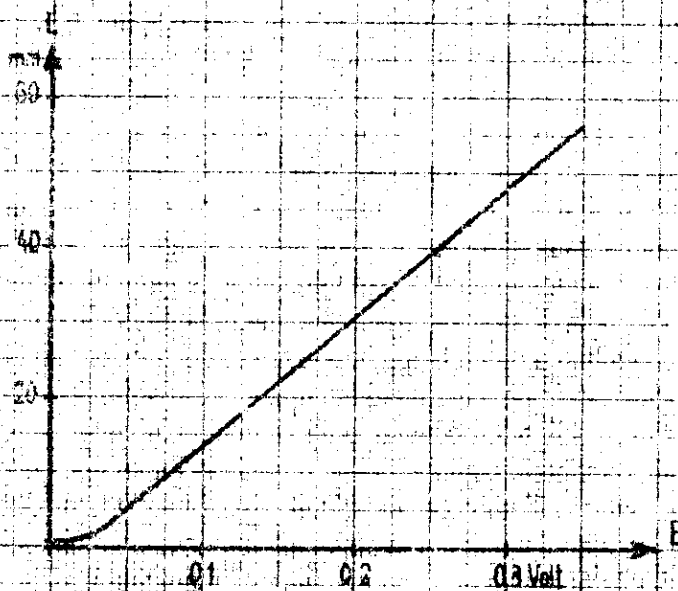
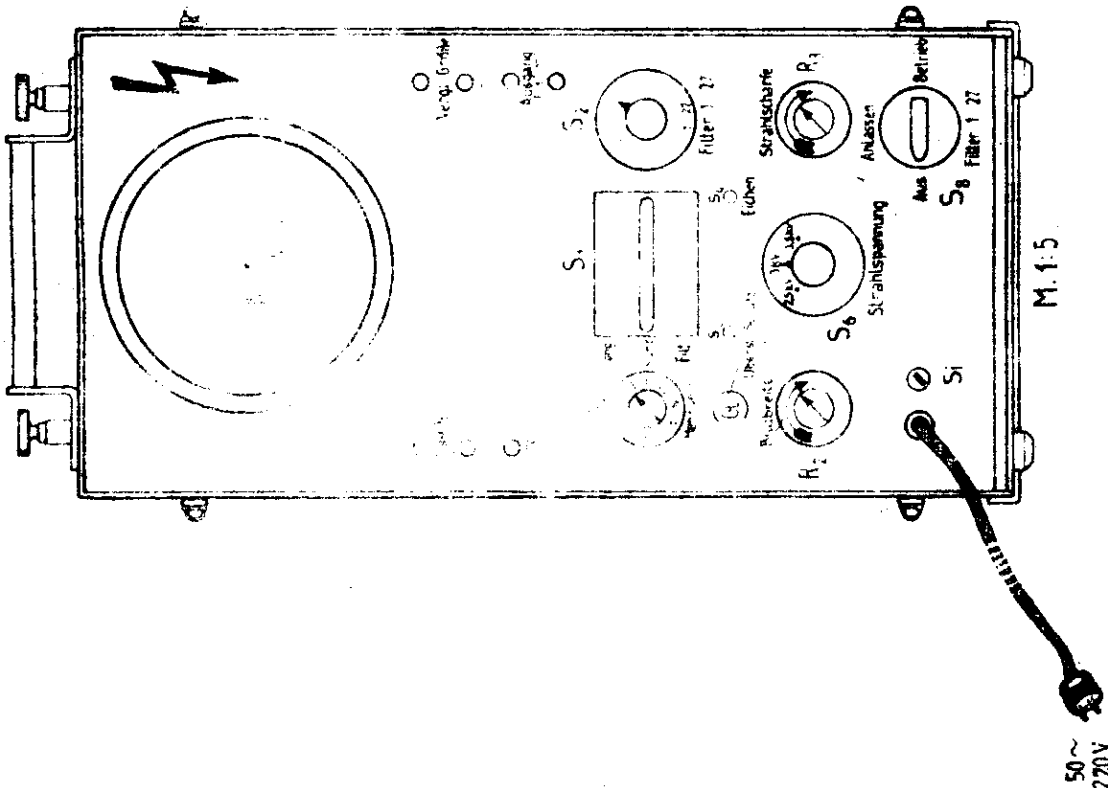
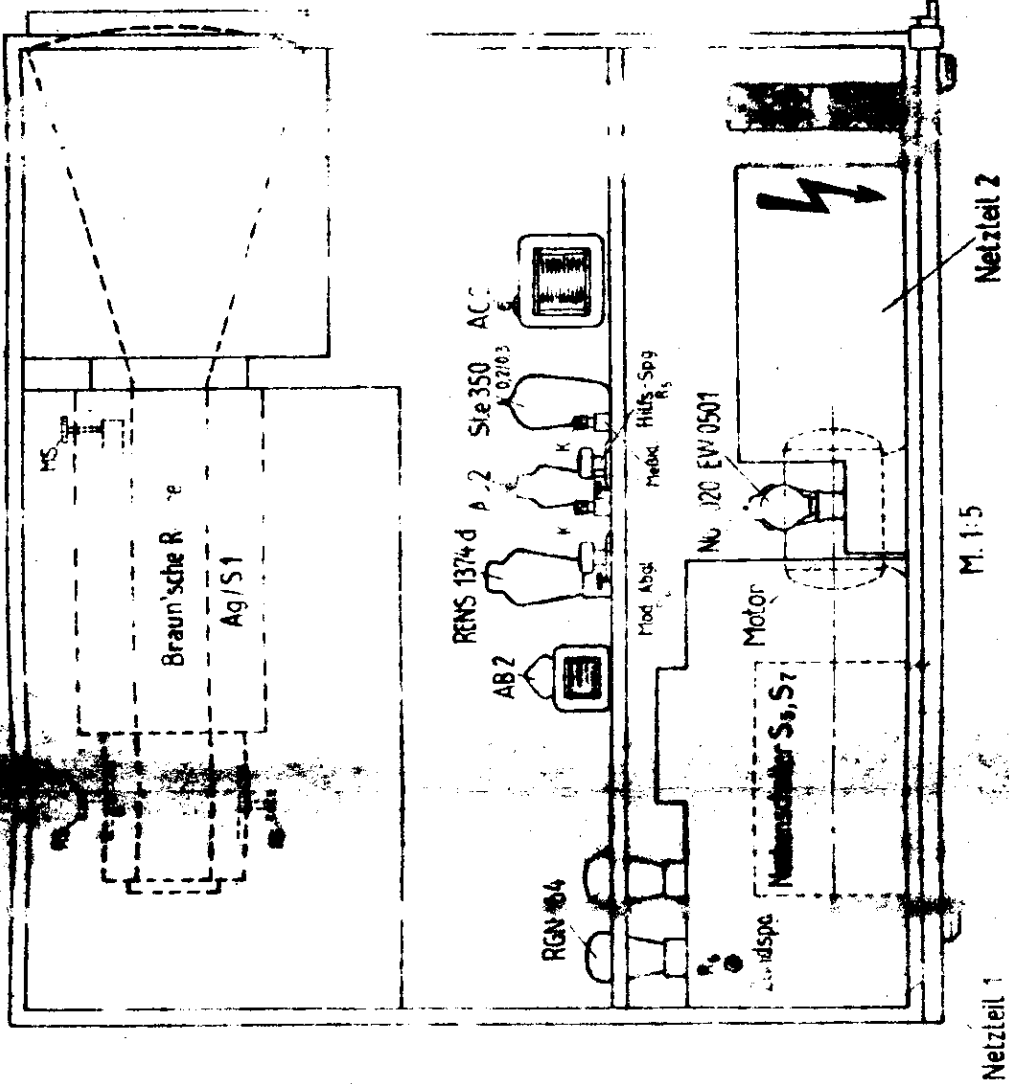


Bild 4

Anodenspannung = 3 kV  
 Ablenkempfindlichkeit = 0,8  $\frac{cm}{kV}$   
 gemessen bei 1 kV  
 $R_1$  am rechten Ansatz



Vorderansicht



Seitenansicht

50~  
220V