

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.  
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, CECILIENALLEE 4, FERNRUF 891166

DIE BEILAGE „CQ“ ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

## Über die Auslösung von Mögel-Dellinger-Effekten durch Vorgänge auf der Sonne

Von Prof. Dr. H. v. KLÜBER, Astrophysikalisches Observatorium Potsdam

An dieser Stelle (CQ September/Oktober 1942, Heft 9/10, Aufsatz von O. Burkard) wurde vor kurzem über einige Mögel-Dellinger-Effekte Mitteilung gemacht, die im Februar/März 1942 beobachtet wurden. Bei diesen schweren Empfangsstörungen im Kurzwellengebiet handelt es sich, wie man jetzt mit Sicherheit weiß, um ionosphärische Vorgänge, die hierseits durch plötzlich verlaufende Erscheinungen auf der Sonne ausgelöst werden. Durch geeignete Apparaturen gelingt es heutzutage sehr oft ohne weiteres, auf der Sonne selber den Ort und die Wirkung dieser Vorgänge auch direkt optisch sichtbar zu machen. Da über diese Zusammenhänge gerade auf funkttechnischem Gebiet noch viel Unklarheit herrscht, sollen sie hier am Beispiel der Störungen vom Februar/März 1942 kurz dargestellt werden.

Wenn man das Sonnenlicht in einem hinreichend leistungsfähigen Spektralapparat zerlegt, so erblickt man bekanntlich in dem entstehenden Spektrum eine Unzahl verschieden breiter und verschieden dunkler Linien, die sog. Fraunhoferschen Linien. Es sind die Absorptionslinien der Spektren der verschiedenen chemischen Atomarten, die sich in den äußeren Schichten der Sonne finden. Ihr fast schwarzes Aussehen beruht auf einer Kontrastwirkung. Auch das Zentrum der dunkelsten Linien emittiert in Wahrheit noch sehr viel Licht. Man hat nun Apparate konstruiert (sog. Spektroheliographen), mit denen man die Sonne photographisch nur im Lichte einer einzigen solchen Absorptionslinie abbilden kann. Bei ertägten Aufnahmen kommt die Sonne also nur noch durch einen fast monochromatisch schmalen Wellenlängenbereich zur Abbildung. Ein solches Bild zeigt im wesentlichen nur solche Stellen der Sonnenoberfläche, an denen sich die betreffenden Atome befinden, mit deren Spektrallinie man die Aufnahmen hergestellt hat. Es werden bei solchen Untersuchungen vornehmlich breite und wohldefinierte Spektrallinien benutzt, etwa die violette Linie K des Kalziums ( $\lambda$  3934 Å) oder die rote Wasserstofflinie  $H_{\alpha}$  ( $\lambda$  6562 Å). An allen jenen Stellen der Sonnenoberfläche, an denen durch irgendwelche energetischen Anregungen die Atome des betreffenden Elementes stärker leuchten, erblickt man auf dem Sonnenbilde auch entsprechend hellere Stellen. Die Abb. 1 zeigt als Beispiel eine solche Aufnahme der Sonne im Lichte der Wasserstofflinie  $H_{\alpha}$ .

Es läßt sich ohne weiteres einsehen, daß man auf diese Weise viele Einzelheiten zu Gesicht bekommt, welche die Astrophysiker sehr interessieren. Denn da solche monochromatische Aufnahmen durch das Licht ganz bestimmter Atome mit ganz bestimmten Anregungs- und Energieverhältnissen entstehen, so können sie ein sehr empfindliches Kriterium für etwaige Änderungen in diesen Anregungsbedingungen sein. Es ist vor allem grundlegend zu wissen, daß man auf diesem Wege Einzelheiten und Vorgänge entdecken kann, die man bei der direkten Betrachtung der Sonne im gewöhnlichen gesamten Lichte

oder auch hinter gewöhnlichen Filtern überhaupt nicht mehr wahrnimmt.

Um die Durchmusterung und Überwachung der Sonnenoberfläche schneller und bequemer zu gestalten, hat man

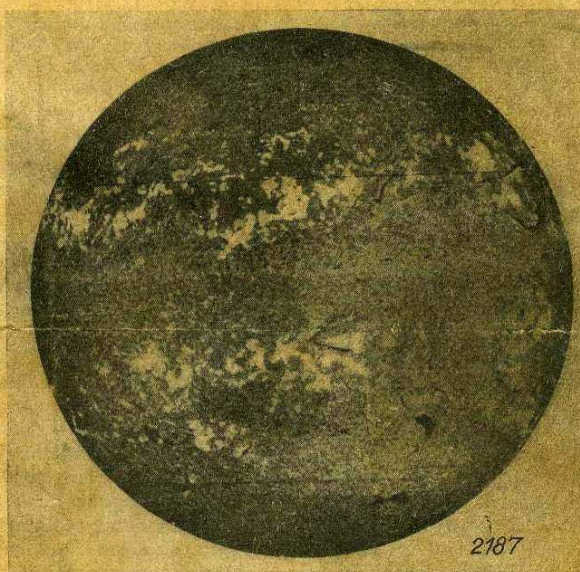


Abb. 1. Beispiel einer spektroheliographischen Aufnahme der Sonnenoberfläche, die nur mit dem Lichte aus dem Zentrum der starken roten Wasserstofflinie  $H_{\alpha}$  hergestellt wurde. Man erblickt zahlreiche Einzelheiten, die bei einer direkten Aufnahme im gewöhnlichen Lichte unsichtbar bleiben würden (Aufn. Meudon)

nach dem gleichen Prinzip des Spektroheliographen andere Apparate gebaut, sog. Spektrohelioskope. Mit diesen kann man die Sonnenoberfläche im Lichte einer bestimmten Spektrallinie unmittelbar mit dem Auge am Instrument beobachten. Man erblickt dann also wieder die Sonne sozusagen im monochromatischen Lichte einer ganz bestimmten Atomart und kann auf diese Weise viele, schnell vergängliche Erscheinungen ihrer Oberfläche studieren.

### AN UNSERE LESER.

Auf Grund der Forderung des totalen Krieges stellt die CQ in ihrer bisherigen Form mit dem vorliegenden Heft ihr Erscheinen ein.

Wir danken unseren Mitarbeitern und Lesern und verabschieden uns von ihnen mit dem Wunsch, daß eine bessere Zukunft unsere Zeitschrift größer und wertvoller wieder auferstehen lassen möge.

DIE SCHRIFTFÜHRUNG.

Wenn man mit einem solchen Spektrohelioskop im Lichte beispielsweise der roten Wasserstofflinie  $H\alpha$  die nähere Umgebung von Sonnenflecken absucht, so erblickt man dort meist unregelmäßige, ausgedehnte rote Wolkenfelder, die sich schwach von ihrer Umgebung abheben. Der leuchtende Wasserstoff der Sonnenatmosphäre erfährt offenbar in der Umgebung solcher Flecken, die man sich als Störungsstellen in der Sonnenatmosphäre vorzustellen

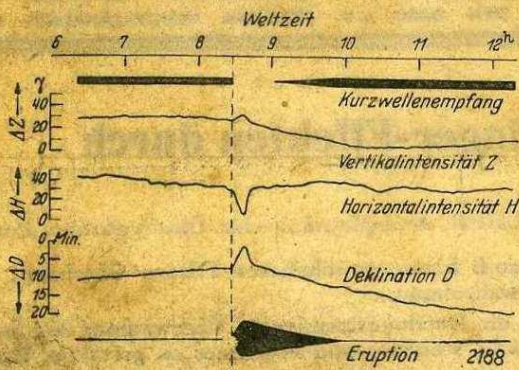


Abb. 2. Schematische Skizze des Zusammenhangs zwischen Kurzwellenempfang (Raumwellen), Störungen des erdmagnetischen Feldes und einer Sonneneruption nach Beobachtungen vom 17. September 1941 (Nach Waldmeier)

hat, irgendwelche zusätzlichen Anregungen und leuchtet daher etwas heller. Man kann nun bemerken, daß einzelne Stellen dieser hellen Wasserstoffwolken plötzlich im Verlauf weniger Minuten sehr viel heller werden und dem Beobachter als auffällige rote Gebilde sofort ins Auge fallen. Diese Erscheinung ist meist rasch veränderlich und klingt in der Regel im Laufe einer viertel bis halben Stunde wieder völlig ab. Ähnliche Vorgänge kann man gleichzeitig auch mit einigen andern Linien des Sonnenspektrums wahrnehmen. Man bezeichnet diese Erscheinungen (nicht gerade sehr glücklich) als chromosphärische Eruptionen. Genauere Untersuchungen zeigen, daß es sich hier offenbar zunächst nicht um Ausbrüche oder Explosionen von Materiemassen handelt. Vielmehr haben lediglich die energetischen Anregungsbedingungen und dadurch die Lichtemission in einzelnen Spektrallinien sich an den betreffenden Stellen vorübergehend geändert. Da sich nur die Emission von einigen wenigen Spektrallinien ändert, so erblickt man bei gewöhnlicher Betrachtung der Sonne im Fernrohr (auch hinter gewöhnlichen Filtern) gar nichts von diesen Vorgängen. Denn die gesamte sichtbare Lichtemission der Sonne hat sich durch solche Eruptionen nur ganz unmerklich verändert. Erst die erwähnten Spektroheliographen oder Spektroheliokope machen uns diese Vorgänge sichtbar. Die geschilderten Eruptionen sind zunächst etwas grundsätzlich

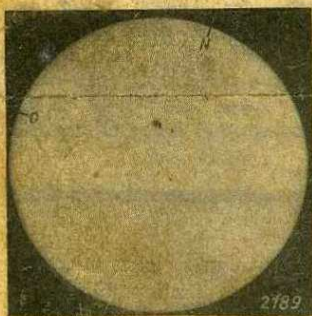


Abb. 3. Aufnahme der Sonne vom 28. Februar 1942. Aus der Umgebung der großen Fleckengruppe stammten zahlreiche Kurzwellenstörungen von Ende Februar bis Anfang März 1942 (Aufn. Wendelstein)

anderes als die sog. gewöhnlichen Fackeln, Protuberanzen oder andere Gebilde, die man auf der Sonne ebenfalls beobachtet, und mit denen sie in der Literatur besonders der Hochfrequenztechnik noch immer häufig verwechselt werden.

Nachdem nun H. MÖGEL bereits im Jahre 1930 gewisse charakteristische Kurzwellschwunde bei der Fernausbreitung kurzer Funkwellen erkannt hatte, war es im wesentlichen

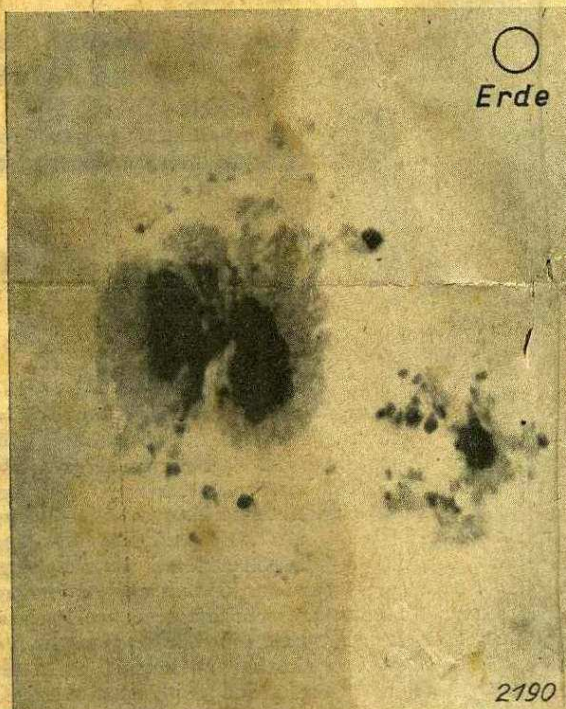


Abb. 4. Vergrößertes Abbild der Fleckengruppe von Bild 3. Der Kreis in der oberen Bildecke zeigt die Größe der Erde im gleichen Maßstabe (Aufn. Wendelstein)

das Verdienst H. DELLINGERs, in Zusammenarbeit mit Astrophysikern gezeigt zu haben, daß die nach beiden genannten Kurzwellschwunde offenbar durch die oben beschriebenen Sonneneruptionen ausgelöst werden. Das von

Abb. 5. Aufnahme einer Sonneneruption vom 8. Juli 1942 im Lichte der roten Wasserstofflinie  $H\alpha$  am Potsdamer Spektrohelioskop. Das Bild zeigt nur einen kleinen Ausschnitt aus einem Sonnenbilde, auf dem die ganze Sonne einem Kreis von 25 cm Durchmesser entsprechen würde. Etwas links der Bildmitte erblickt man den tief schwarzen Sonnenfleck, rechts davon liegt die helle Eruption, die übrige Sonnenoberfläche zeigt deutlich strömungsähnliche Struktur (Aufn. Potsdam)



DELLINGER selbst beigebrachte und selber durch vielfältige und umfangreiche Untersuchungen vervollständigte Material zeigt eindeutig, daß bei der Mehrzahl der kräftigeren Sonneneruptionen in dem Augenblicke, in dem sie am Spektrohelioskop bemerkt werden können, auch der Raumwellenempfang im Kurzwellengebiet auf jener ganzen Erdhemisphäre fast oder völlig ausfällt, die gerade von der Sonne beleuchtet wird. Gleichzeitig zeigen sich sehr typische zackenförmige Ausschläge in den selbstschreibenden Registrierungen des erdmagnetischen Feldes bei den auf der irdischen Tagseite liegenden magnetischen Observatorien. Nach einer Dauer von einigen Minuten bis zu etwa einer halben Stunde klingen alle Erscheinungen meistens langsam wieder ab. Ein schematisches Bild dieser Zusammenhänge zeigt unsere Abb. 2. Etwa einen Tag später treten häufig — aber nicht immer — noch

einmal mehr oder minder heftige ionosphärische und erdmagnetische Störungen und öfter auch auffällige Polarlichter auf, und dementsprechend ist auch der Kurzwellenverkehr wieder merklich gestört.

Man macht sich zur Zeit von diesen Vorgängen folgende Deutung: an den in der Regel durch auffällige Sonnenfleckengruppen gekennzeichneten Störungsstellen der Sonnenoberfläche wird durch noch unbekannt Vorgänge in tieferen Schichten der Sonne eine zusätzliche, diskontinuierliche Strahlung ausgelöst, durch die nur gewisse wenige Spektrallinien heller aufleuchten. Insbesondere muß dabei eine sehr starke, überdurchschnittliche ultraviolette Strahlung emittiert werden. Diesen Vorgang nennt der Astrophysiker eine chromosphärische Eruption. Er kann sie z. B. im Lichte der dabei stark angeregten Wasserstofflinie  $H\alpha$  am Spektrohelioskop unmittelbar beobachten. Der besonders wichtige, sehr starke ultraviolette Anteil dieser Strahlung läßt sich zwar in keiner Weise unmittelbar wahrnehmen, weil unsere Atmosphäre für diese kurzwellige Strahlung bereits völlig undurchsichtig ist, er ist aber indirekt aus spektroskopischen Gründen, die auseinanderzusetzen hier zu weit führen würde, mit Sicherheit zu erwarten. Dieser ultraviolette Anteil der aus einer solchen Sonneneruption herauskommenden Strahlung erreicht mit dem übrigen Sonnenlichte mit Lichtgeschwindigkeit die Erde, und zwar naturgemäß die ganze, von der Sonne gerade beschienene Hemisphäre. Die zusätzlich einfallende bedeutende ultraviolette Strahlung ionisiert durch einen Absorptionsvorgang, auf den hier nicht näher eingegangen werden kann, die tieferen ionosphärischen Schichten der Erde. Vermutlich bildet sich dabei eine stark dämpfende und absorbierende Schicht (D-Schicht) teilweise noch unterhalb der sog. E- und F-Schichten aus und absorbiert nun alle jene Raumwellen, die sonst an der E-Schicht reflektiert werden und dadurch den Fernempfang im Kurzwellengebiet ermöglichen. Diese plötzlichen Veränderungen in der Ionosphäre verursachen auch die erwähnten kurzen Schwankungen im erdmagnetischen Felde.

Gleichzeitig mit einer solchen Eruption verläßt die Sonne in der Regel auch eine sog. Korpustularstrahlung, die wir uns als Wolke oder Strahl schnell fliegender, positiv und negativ geladener Partikel vorstellen. Die Geschwindigkeit dieser materiellen Strahlung ist natürlich viel geringer als die Lichtgeschwindigkeit. Bei geeigneter Lage der Eruptionsstelle auf der Sonne kann sie die Erde in etwa einem Tage erreichen. Das tritt besonders dann ein, wenn die Eruptionsstelle nahe der Sonnenmitte, also der Erde sozusagen gerade gegenüber, lag. Das allgemeine Magnetfeld der Erde lenkt die ankommende Korpustularstrahlung merkbar in Polargebiete der Erde ab, und ihr Eindringen in die höchsten Atmosphären verursacht die schönen Polarlichter. Das Magnetfeld der Erde wird seinerseits durch diese ankommende Korpustularstrahlung noch einmal stark und unregelmäßig, meist auch auf längere Zeit, gestört. Die magnetischen Registrierungen zeigen mehr oder minder große, sehr unregelmäßige und öfter tagelang andauernde Schwankungen. Auch die Ionosphäre und der Kurzwellenverkehr pflegen jetzt erneut Störungen zu zeigen.

Nachdem dargelegt worden ist, wie deutlich die ionosphärischen Verhältnisse durch Vorgänge auf der Sonne gesteuert werden, sollen nunmehr die solaren Ursachen für die gehäuften starken Kurzwellenschwunde von Ende Februar bis Anfang März 1942, über die an dieser Stelle von O. Burkard früher berichtet wurde, geprüft werden. Die Abb. 3 zeigt eine Aufnahme der Sonne vom 28. Februar 1942. Man erblickt dort eine mächtige, tiefschwarz erscheinende Fleckengruppe, die vergrößert und mit dem maßstäblich richtigen Durchmesser unserer Erde verglichen in Abb. 4 noch einmal gezeigt wird. Infolge der Rotation der Sonne erschien die Gruppe um den 21. Februar am Ostrande und verschwand etwa am 7. März am Westrande der Sonnenscheibe. Im

Spektrohelioskop, mit dem damals am Potsdamer Observatorium beobachtet wurde, konnte man alsbald an den struktureichen, bewegten Wasserstoffwolken die Aktivität dieser Gruppe erkennen und starke magnetische und ionosphärische Störungen für diese Epoche fast mit Sicherheit voraussagen. Chromosphärische Eruptionen der oben geschilderten Art traten denn auch in der nächsten Umgebung dieser Gruppe wirklich mehrfach auf und waren die unmittelbare, solare Ursache für die damals beobachteten MÖGEL-DELLINGER-Effekte. Die photographische Aufnahme einer solchen chromosphärischen Eruption (aus einer anderen Fleckengruppe vom 8. Juli 1942) am Potsdamer Spektrohelioskop zeigt als Beispiel die Abb. 5. Das Bild zeigt einen kleinen Teil der Sonnenoberfläche ausschließlich im Lichte der roten Wasserstofflinie  $H\alpha$ . Die sehr helle und schnell vergängliche  $H\alpha$ -Emission der Eruption hebt sich in der Bildmitte sehr deutlich von ihrer Umgebung ab.

Bei der abgebildeten großen Fleckengruppe vom Februar/März 1942 konnten am Turmteleskop in Potsdam

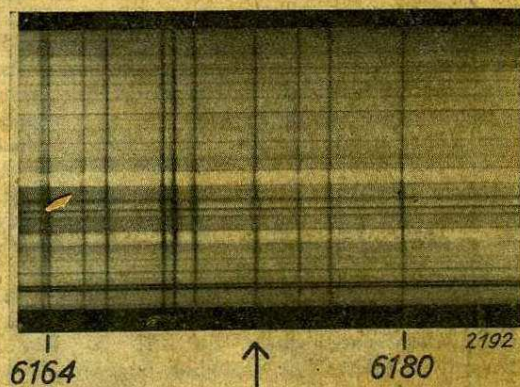


Abb. 6. Ein Stückchen aus dem Sonnenspektrum an der Stelle des großen Sonnenfleckes von Abbildung 4, aufgenommen mit sehr großer Vergrößerung am Turmteleskop in Potsdam. Starke lokale Magnetfelder von etwa 4000 Gauß Feldstärke im Flecken werden erkennbar und meistbar durch die Linienaufspaltung an der durch den Pfeil bezeichneten Stelle (Aufn. Potsdam)

auf spektroskopischem Wege auch die beträchtlichen lokalen Magnetfelder auf der Sonnenoberfläche im Gebiete der Flecken gemessen werden. Es zeigte sich, daß die beiden Halbseiten der großen Doppelflecke (Abb. 4) entgegengesetzte Polarität hatten, und es wurden dort magnetische Feldstärken bis zu 4000 Gaus festgestellt. Diese Magnetfelder spielen voraussichtlich für die noch ausstehende theoretische Deutung dieser solaren Vorgänge eine wichtige Rolle. Abb. 6 zeigt eine solche Aufnahme als Beispiel.

Die vorstehend skizzierten Zusammenhänge mögen gezeigt haben, in welcher interessanter Weise sich hier ganz verschiedene wissenschaftliche und technische Forschungsgebiete berühren. Das anzustrebende innere Verständnis und etwaige Prognosen für die Wellenausbreitung im drahtlosen Nachrichtenverkehr können der Mitarbeit der Sonnenforschung heutzutage nicht mehr entbehren, und zwar um so weniger, als die geschilderten Zusammenhänge keineswegs immer so einfach und eindeutig liegen, wie im vorbeschriebenen Falle.

\*

Für ein tieferes Eindringen in das vorstehende Thema geben wir dem Leser noch einige Literaturhinweise:

- B. BECKMANN, Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen. Akad. Verl.-Ges., Leipzig 1940.  
 L. BERGMANN und H. LASSEN, Ausstrahlung, Ausbreitung und Aufnahme elektromagnetischer Wellen. J. Springer, Berlin 1940.  
 W. DIEMINGER, Die Ionosphäre und ihr Einfluß auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd. 17, 282. J. Springer, Berlin 1938.

W. GROTRIAN, Sonne und Ionosphäre. Die Naturwissenschaften, Bd. 27, 555 und 569. J. Springer, Berlin 1939.  
 H. MÖGEL, Telefunkenzeitung 11, Nr. 56 (1931).  
 J. H. DELLINGER, Journal of Research of the Nat. Bureau of Standards; Vol. 19, Aug. 1937. Research Paper RP 1016.  
 M. WALDMEIER, Sonneneruptionen und ionosphärische Störungen. Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 14, 229, 1937.

M. WALDMEIER, Chromosphärische Eruptionen I und II. Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 16, 276, 1939, und Bd. 20, 46, 1941.  
 M. WALDMEIER, Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung. Akademische Verlags-Gesellschaft, Leipzig 1941. Neuauflage in Vorbereitung.  
 K. O. KIEPENHEUER, Über die Ausstrahlung der Sonne im fernen Ultraviolett I. Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 20, 332, 1941.

## Achtröhren-Kurzwellensuperhet

Über dreijähriges Arbeiten an Kurzwellensuperhets hat auch in mir die Überzeugung gestärkt, daß nur der Superhet „der“ Empfänger des Amateurs ist und sein wird. Heute ein solches Gerät zu bauen ist infolge der Schwierigkeiten der Materialbeschaffung nicht gerade leicht. Aber dafür sind wir ja „Amateure“, um auftretende Schwierigkeiten zu meistern.

Unter Berücksichtigung der erreichbaren Einzelteile und Röhren entwickelte ich für mein Gerät die Schaltung gemäß Abb. 1. Zur Bestückung des Gerätes wurden Röhren der „Roten-Serie“ verwandt, da andere Röhrentypen nicht zur Verfügung standen. Als Vorverstärkerröhre findet die rauscharme EF 8 Verwendung, bei der das erste und vierte Gitter geregelt wird. In der Mischstufe arbeitet die ECH 3. Um Frequenzverwerfungen besonders auf hohen Frequenzen zu vermeiden, wird diese Röhre nicht geregelt. Beim Bau wurde festgestellt, daß der Wert des Widerstandes  $R_3$  kritisch ist. Bei zu hohem Wert von  $R_3$  heulte der Empfänger auf höheren Frequenzen. Als Zwischenfrequenz wurde 465 KHz gewählt. Die Zwischenfrequenzbandfilter sind mit Hochfrequenz-Eisenkernspulen bestückt und entsprechen den für Rundfunkempfänger üblichen. In der ersten Zwischenfrequenzstufe arbeitet die EF 9, in der zweiten Zwischenfrequenzstufe die EBF 2. Der Pentodenteil dieser Röhre hat dieselben Eigenschaften wie die Röhre EF 9.

Der Duodiodenteil wird zur Erzeugung der Regelspannung für den Schwundausgleich verwandt. Über den Widerstand  $R_{20}$  fließt die Regelspannung schnell ab und somit wirkt auch die Regelung schnell. Bei Telegraphieempfang ist es vorteilhaft, wenn die Regelung nicht sofort einsetzt, da sonst bei langsamem Gebetempo der Empfänger in den Tastpausen zwischen den Zeichen sofort ganz aufgeregt wird und das Rauschen unangenehm in Erscheinung tritt. Muß die Regelspannung nun über den Widerstand  $R_{10}$  fließen, so kann sie infolge des hohen Wertes des Widerstandes nur langsam abfließen, und so ist der Empfänger bis zum Auftreten des nächsten Zeichens noch nicht voll aufgeregt. Diese Anordnung habe ich im praktischen Betrieb als sehr angenehm empfunden. Außerdem ist auf dem Regelspannungsschalter  $S_4$  noch eine dritte Stellung vorhanden, um auch ohne jegliche Regelung arbeiten zu können, was besonders bei BK-Verkehr notwendig ist, da der Empfän-

ger bei eingeschalteter Regelung während des Tastens zugestopft ist, das heißt, die hohe Regelspannung hat die Empfindlichkeit des Empfängers ganz heruntergesetzt und es dauert stets kurze Zeit, bis der Empfänger nach dem Tasten seine normale Empfindlichkeit wiedergefunden hat, wodurch eine schnelle Verkehrsabwicklung gehindert wird.

Hinter der Röhre EBF 2 folgt das Quarzfilter, das nach früheren Angaben<sup>1)</sup> aufgebaut wurde. Auffällig ist der große Wert von  $C_{25}$  mit 50 cm. Dieser Wert ist durch die große Quarzhalterkapazität von 25 cm bedingt, um die Flankenverschiebungsmöglichkeit voll ausnutzen zu können. Auf das Quarzfilter folgt die Duodiodetriode EBC 3, in deren Anodenkreis die Kombination  $C_{32}, P_2$  zur Klangfärbung bei Rundfunkempfang liegt, die sich aber auch bei Telegraphieempfang zur Abschwächung kurzzeitiger Störimpulse gut bewährt hat. Als Endverstärkerstufe folgt sodann die Röhre EL 3. Der Kopfhörer- bzw. Lautsprecheranschluß erfolgt über Drosselkondensatorkombination.

Der zweite Oszillator, zur Erzeugung des Überlagerungstones, wurde nach amerikanischen Schaltbildern aufgebaut. Die Regelungsmöglichkeit der Stärke des Überlagerungstones hat sich als bedeutungsvoll erwiesen, da eine schwach einfallende Station auch nur einen schwachen Überlagerungston benötigt, während für eine stark einfallende Station auch ein kräftiger Überlagerungston notwendig ist. Außerdem lassen sich bei einer eingestellten Station durch Verstärken des Überlagerungstones Störungen und andere Störer unterdrücken. Die Tonstärke wird durch Veränderung der Anoden- und Schirmgitterspannung durch das Potentiometer  $P_3$  eingestellt. Die Tonhöhe ist durch den Drehkondensator  $C_{43}$  regelbar. Bei einer Mittelstellung von  $C_{43}$  arbeitet der zweite Oszillator auf der Zwischenfrequenz von 465 KHz. Durch Verstimmen von  $C_{43}$  nach rechts oder links wird die eine oder andere Flanke bevorzugt und so Einzeichenempfang ermöglicht.

Der Gleichrichter liefert bei Belastung eine Spannung von 250 V. Der Netztransformator ist primärseitig abgesichert. Ebenso liegen in der Hochspannungswicklung auf der Sekundärseite zwei Sicherungslämpchen zum Schutze der Hochspannungswicklung.

1) Vgl. „CQ“ 1940, Heft 3/4.

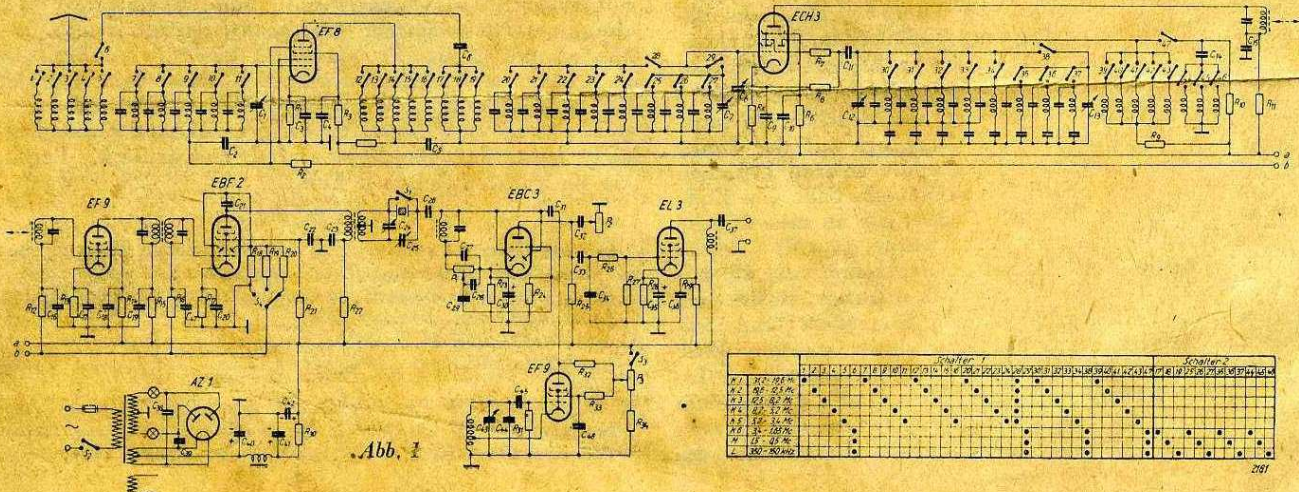


Abb. 1

In dem Gerät werden umschaltbare Spulensätze verwendet. Ich hatte das Glück einen Spulensatz mit Umschaltern ähnlich den Stufenschaltern für den Bereich von  $31 \dots 3,4$  MHz zu finden. Der Frequenzbereich wird in

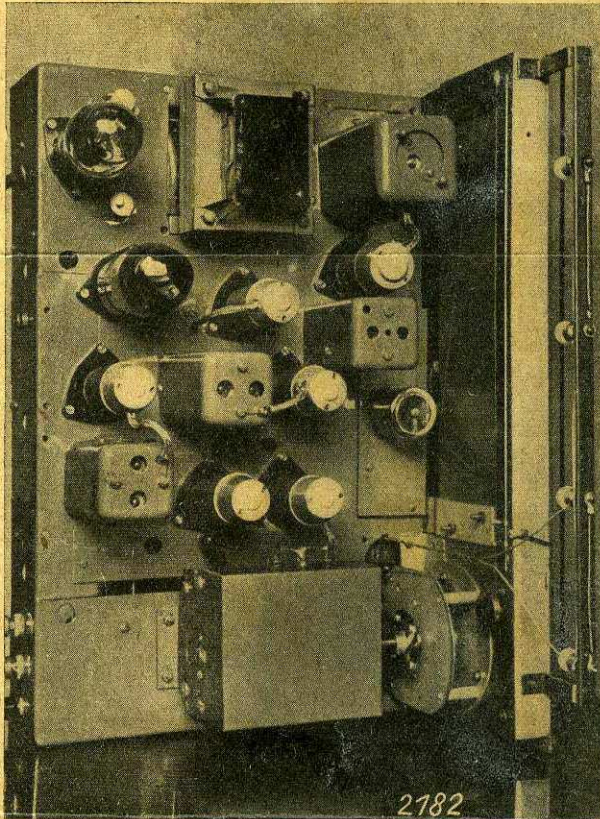


Abb. 2

5 Teilbereichen überstrichen. Die Drehkondensatoren haben eine Kapazität von je 100 cm. Da auf den zum Spulensatz gehörigen Umschaltern noch eine freie sechste Stellung vorhanden war, wurde diese Stellung zur Umschaltung auf einen zweiten Abstimmensatz benutzt, der im Lautsprechergehäuse untergebracht ist. Dieser zweite Abstimmensatz besteht aus einem 500-cm-Zweifachdreh-

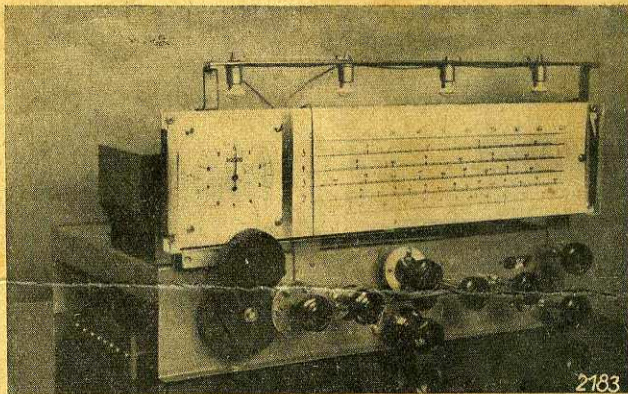


Abb. 3

kondensator und einem Spulensatz für Rundfunkempfänger mit Kurzwellenbereich. Der Kurzwellenbereich wurde neu gewickelt und auf den Bereich von  $3,5 \dots 1,5$  MHz hingetrimmt. Durch diese Anordnung wird nun der Bereich von  $31 \dots 0,5$  MHz lückenlos überstrichen. Es folgt dann noch der Langwellenbereich von 350—150 KHz. Die Art der Umschaltung geht aus dem Schaltbild Abb. 1 hervor.

Das Gerät, einschließlich Netzteil, wurde auf einem Chassis von  $420 \times 270 \times 90$  mm aufgebaut. Um die Leitungen der Abstimmkreise so kurz wie möglich zu halten, wurde der Spulensatz auf der Unterseite des Chassis, unterhalb der Drehkondensatoren, eingebaut. Abb. 2 zeigt die Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis. Oben befindet sich der Netztransformator, links davon die Gleichrichterröhre AZ 1 mit dem Sicherungslämpchen für die Hochspannungswicklung des Netztransformators. Rechts neben letzterem ist die abgeschirmte Spule des zweiten Oszillators und hierunter die dazugehörige Röhre EF 9 eingebaut. Unterhalb der Gleichrichterröhre befindet sich die Endpenthode EL 3, rechts davon die Duodiode EBC 3. Unterhalb der EL 3 ist die erste Zwischenfrequenzröhre EF 9 und weiter

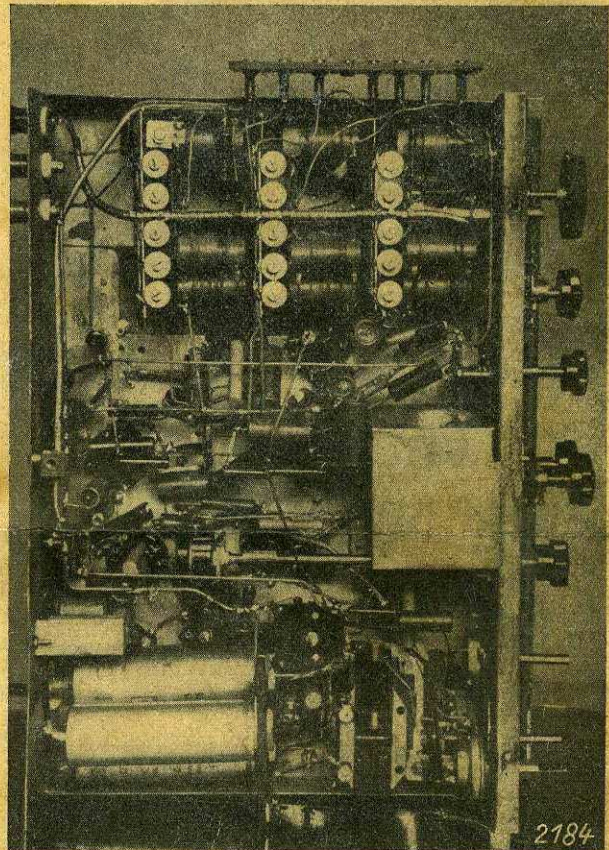


Abb. 4

rechts die zweite Zwischenfrequenz- und Regelspannungsröhre EBF 2 angeordnet. In gleicher Höhe ist ganz rechts der Zwischenfrequenzquarz zu sehen. Über dem unten befindlichen abgeschirmten Dreifachdrehkondensator ist links die Mischröhre ECH 3' und rechts die Vorverstärker- röhre EF 8 zu sehen.

Abb. 3 zeigt die Vorderansicht des Chassis mit Abstimmkala und Bedienungsknöpfen. Die Skala, die die ganze Länge des Chassis einnimmt, hat zwei Übersetzungsverhältnisse. Bei der großen Übersetzung legt der Abstimmknopf bei einmaligem Durchdrehen der Skala einen Weg von 20 Meter Länge zurück. Hierdurch erübrigt sich ein besonderer Bandspreizkondensator, da die Skala ohne toten Gang arbeitet und auch auf 30 MHz keinerlei Kratzgeräusche verursacht. Die beiden Übersetzungsverhältnisse werden durch Ziehen bzw. Ein drücken des Abstimmknopfes wahlweise beliebig eingeschaltet. Die Skala ist direkt in Megahertz geeicht. Die einzelnen Bedienungsknöpfe haben folgende Bedeutung: Von links nach rechts: Abstimmknopf ( $C_1, C_8, C_{12}$ ), Bereichschalter (Bereich  $K_1$  bis  $K_5$  und Umschalten auf

den zweiten AbstimmSAT), Schwundregelungsschalter (Schalter  $S_4$ ). Mit diesem Schalter wird bei Umschalten auf den zweiten AbstimmSAT im Lautsprechergehäuse die Heizung der Vorverstärkerröhre EF 8 und des zweiten Oszillators abgeschaltet. Auf diesen Schalter folgen übereinander angeordnet die Bedienungsknöpfe für das Quarzfilter. Der obere Knopf bedient den Drehkondensator  $C_{25}$  und ist mit dem Schalter  $S_1$ , der den Quarz kurzschließt, gekoppelt. Der untere Knopf dient zur

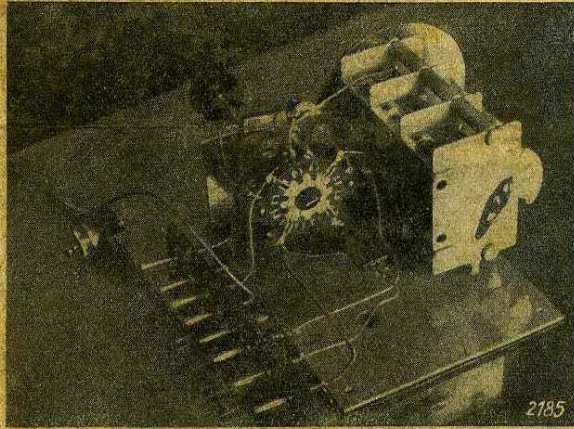


Abb. 5

Bandbreiteregelung und betätigt den Drehkondensator  $C_{24}$ . Rechts von diesen beiden Knöpfen folgt der Lautstärkereglere  $P_1$ , der mit dem Ausschalter  $S_2$  kombiniert ist. Dann folgt die Tonblende  $P_2$ . Ganz rechts sind die beiden Bedienungsknöpfe für den zweiten Oszillator übereinander angeordnet. Der obere Knopf bedient den Drehkondensator  $C_{43}$  und der untere Knopf das Potentiometer  $P_3$  zur Regulierung der Tonstärke und den Ausschalter  $S_3$ .

Abb. 4 zeigt die Unterseite des Chassis. Oben ist der Spulensatz der Kurzwellenbereiche sichtbar. Unter der Abschirmung in der Mitte rechts befindet sich das Quarz-Zwischenfrequenzfilter einschließlich der Bedienungsdrehkondensatoren und des Schalters zum Kurz-

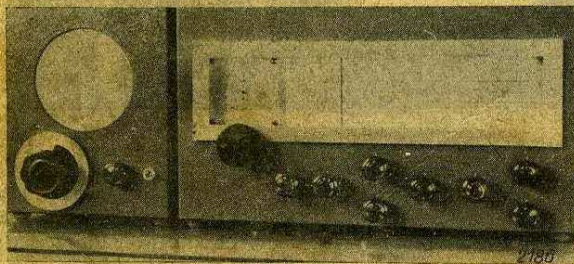


Abb. 6

schließen des Quarzes. Unten ist der Gleichrichterteil mit Siebkondensatoren und Drossel sichtbar.

Die gesamte Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis ist nur unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit erfolgt. Hierdurch war es möglich, die Leitungen so kurz zu halten, daß die Lötflächen der Widerstände größtenteils noch verkürzt werden mußten. Sämtliche Leitungen, die Niederfrequenz führen, wurden abgeschirmt, ebenso die Anodenleitungen der Zwischenfrequenz, auch wenn sie nur 5 cm lang sind.

Abb. 5 zeigt den zweiten AbstimmSAT für den Kurzwellenbereich  $K_6$  sowie Mittel- und Langwellenbereich. Da kein Zweifachdrehkondensator zur Verfügung stand, wurde ein Dreifachkondensator verwendet. Die Stecker-

leiste links dient zum Anschluß des AbstimmSATes an das Hauptgerät. Der Ausschalter hinten links dient zum Abschalten des Lautsprechers bei Kopfhörerempfang.

Abb. 6 zeigt das Gerät fertig in die beiden Kästen eingebaut. Die Kästen sind aus 1 mm starkem Stahlblech gefertigt und mit Eisblumenlack emailliert. Der eingebaute Lautsprecher ist permanent-dynamisch mit einem Membrandurchmesser von 15 cm.

Beim Vergleich des Empfängers mit amerikanischen und anderen Industrie-Kurzwellensuperhets ließ sich feststellen, daß alle Erwartungen, die vor Beginn des Baues an den Empfänger gestellt wurden, voll in Erfüllung gegangen sind. Auch bei schwierigen Fällen in bezug auf Trennschärfe und Verstärkung hat er sich bewährt. Ferner habe ich während eines Monats den Freitaggrundspruch von der DASH-Leitfunkstelle mit anschließenden Bestätigungsmeldungen abgehört und die bestätigenden Stationen fast immer mit größerer Lautstärke als die Leitstelle gehört. Einige Industriesuperhets, die zwar mit größerem Materialaufwand aufgebaut sind, aber nur die notwendigsten Bedienungsknöpfe haben, leisteten in kritischen Fällen, bei denen es darauf ankommt, alles aus einem Empfänger herauszuholen, was nur eben möglich ist, bedeutend weniger als mein Empfänger. Die Aufnahme aus dem Lichtnetz bleibt auch in erträglichen Grenzen. Sie beträgt nur zirka 60 Watt.

Theo Greulsberg, DEM 3930/i

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Einzelteil-Liste

C 1 = 100 cm	C 25 = 50 cm
C 2 = 0,05 $\mu$ F	C 26 = 100 cm
C 3 = 0,1 $\mu$ F	C 27 = 100 cm
C 4 = 0,1 $\mu$ F	C 28 = 100 cm
C 5 = 0,1 $\mu$ F	C 29 = 0,01 $\mu$ F
C 6 = 150 cm	C 30 = 25 $\mu$ F
C 7 = 500 cm	C 31 = 10 cm
C 8 = 100 cm	C 32 = 0,05 $\mu$ F
C 9 = 0,1 $\mu$ F	C 33 = 0,02 $\mu$ F
C 10 = 0,1 $\mu$ F	C 34 = 100 cm
C 11 = 200 cm	C 35 = 25 $\mu$ F
C 12 = 100 cm	C 36 = 0,1 $\mu$ F
C 13 = 500 cm	C 37 = 0,5 $\mu$ F
C 14 = 1000 cm	C 38 = 10000 cm
C 15 = 0,1 $\mu$ F	C 39 = 10000 cm
C 16 = 0,05 $\mu$ F	C 40 = 25 $\mu$ F
C 17 = 0,1 $\mu$ F	C 41 = 25 $\mu$ F
C 18 = 0,1 $\mu$ F	C 42 = 25 $\mu$ F
C 19 = 0,1 $\mu$ F	C 43 = 25 cm
C 20 = 0,1 $\mu$ F	C 44 = 200 cm
C 21 = 150 cm	C 45 = 150 cm
C 22 = 0,1 $\mu$ F	C 46 = 0,1 $\mu$ F
C 23 = 0,1 $\mu$ F	C 47 = 0,05 $\mu$ F
C 24 = 75 cm	

R 1 = 300 $\Omega$	R 20 = 100 k $\Omega$
R 2 = 50 k $\Omega$	R 21 = 125 k $\Omega$
R 3 = 125 k $\Omega$	R 22 = 10 k $\Omega$
R 4 = 15 k $\Omega$	R 23 = 15 k $\Omega$
R 5 = 200 $\Omega$	R 24 = 2 M $\Omega$
R 6 = 125 k $\Omega$	R 25 = 250 k $\Omega$
R 7 = 100 $\Omega$	R 26 = 5 k $\Omega$
R 8 = 30 k $\Omega$	R 27 = 0,7 M $\Omega$
R 9 = 60 k $\Omega$	R 28 = 150 $\Omega$
R 10 = 50 k $\Omega$	R 29 = 30 k $\Omega$
R 11 = 10 k $\Omega$	R 30 = 1000 $\Omega$
R 12 = 50 k $\Omega$	R 31 = 1 M $\Omega$
R 13 = 350 $\Omega$	R 32 = 50 k $\Omega$
R 14 = 125 k $\Omega$	R 33 = 0,1 M $\Omega$
R 15 = 10 k $\Omega$	R 34 = 50 k $\Omega$
R 16 = 50 k $\Omega$	
R 17 = 8 k $\Omega$	P 1 = 500 k $\Omega$
R 18 = 2 M $\Omega$	P 2 = 30 k $\Omega$
R 19 = 5 M $\Omega$	P 3 = 500 k $\Omega$

# Tips für Zweipolröhren-Voltmeter

Die Mehrzahl der für schnelle und bequeme Messungen verwendeten Röhrenvoltmeter, die sich einer Zweipolröhre bedienen, weil sie außer der Heizstromquelle keine weitere Stromquelle benötigt, sind Spitzenspannungsmesser. Über die Zweipolstrecke wird in der Durchlaßrichtung bei der einen Halbwelle der zu messenden Wechselspannung ein Kondensator aufgeladen, der

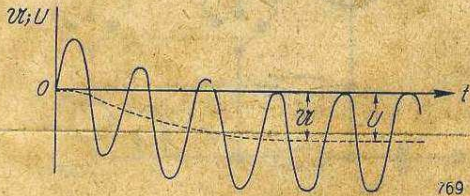


Abb. 1

769

sich in der anderen Halbwelle, wenn die Zweipolröhre also sperrt, über einen Widerstand und ein Anzeigeelement entlädt. Wäre der Widerstand unendlich hoch, so daß keinerlei Ladung vom Kondensator sich ausgleichen kann, so würde (vgl. Abb. 1) die am Kondensator stehende Spannung gleich der Amplitude (Spitzenspannung) der zu messenden Wechselspannung sein ( $U = U_0$ ). Man bekommt einen solchen Spannungsanzeiger, wenn man die Kondensatorspannung mittels eines statischen Voltmeters (Elektrometers) mißt.

Weitaus gebräuchlicher jedoch ist die Verwendung von Drehspulinstrumenten. In den Aufladungspausen verliert der Kondensator stets etwas von seiner Spannung, je nachdem wie groß der durch den Ableitwiderstand und damit durch das Instrument fließende Strom ist. Die angezeigte Gleichspannung  $U$  am Kondensator ist also

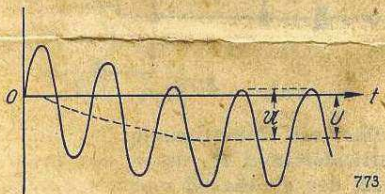


Abb. 2

773

etwas niedriger als die Spitzenspannung  $U_0$  der zu messenden Wechselspannung (Abb. 2).

Solange man es bei der Messung mit rein sinusförmigen Wechselspannungen zu tun hat, stört es nicht, daß das Röhrenvoltmeter eigentlich nur die Amplituden registriert, denn bei einer solchen „reinen“ Schwingung ist der Amplitudenwert  $\sqrt{2}$  mal so groß wie der Effektivwert, es ist also ganz gleichgültig, ob man die Eichung in Amplituden- oder Effektivwerten ausführt. Da bei sehr vielen Messungen Effektivwerte weitaus gebräuchlicher sind, findet man fast stets die Spannungsskalen bzw. Eichkurven für derartige Spannungsmesser in Effektivwerten der Spannung angegeben.

Bei Verstärkermessungen wie auch bei Messungen an Sendern hingegen ist häufig eine Angabe der Spannungsamplitude günstiger, weil beispielsweise in einem Verstärker die Gitterwechselspannungsamplitude eine bestimmte Größe nicht überschreiten darf, wenn man vermeiden will, daß die Röhre in den Gitterstrombereich gesteuert wird. Vor allem aber, wenn man es nicht unbedingt mit sinusförmigen Schwingungen zu tun hat, ist eine Eichung in Amplitudenwerten zweckmäßiger. Liegt doch z. B. die Amplitude einer Rauchspannung um  $\sqrt{20}$  höher als der Effektivwert! Zumindest sollte man bei der Eichung eines Zweipolröhrenvoltmeters erst einmal überlegen, welche Art der Eichung die für den jeweils vorliegenden Zweck die günstigste ist.

Man wendet zwei Grundschaltungen an. In der „Serienschaltung“ liegt die Zweipolröhre mit der Span-

nungsquelle und dem Kondensator in Reihe; zu letzterem sind dann Belastungswiderstand und Anzeigeelement in Reihe parallel geschaltet. Die Spannungsquelle darf in diesem Falle nur niederohmig sein und keinerlei Gleichspannung führen.

Gebräuchlicher ist die Parallelschaltung, bei der die Zweipolstrecke unter Vorschaltung des Kondensators an der zu messenden Spannung liegt und der Belastungswiderstand mit dem Instrument parallel zur Zweipolstrecke geschaltet ist. In diesem Falle ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle gleichgültig und eine Gleichspannung wird gesperrt.

Bei der Parallelschaltung ist es nicht gleichgültig, an welche Stelle der Schaltung man den Kondensator einfügt. In Abb. 3 a ist er an das nicht geerdete Ende der Schaltung verlegt, die Erdkapazität des Kondensators, die bei größeren Kapazitätswerten und engem Aufbau des Gerätes in einem geerdeten Metallkasten

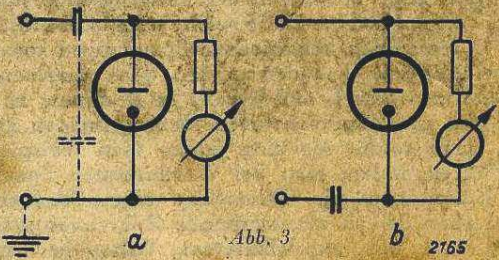


Abb. 3

2155

verhältnismäßig groß werden kann, liegt dann (gestrichelt angedeutet) parallel zum Eingang und addiert sich zur Röhren- und Verdrahtungskapazität.

Schaltet man den Kondensator „auf die andere Seite“ (Abb. 3 b), so macht man dadurch diese Zusatzkapazität unschädlich. Man hat dann lediglich bei Messungen darauf zu achten, daß an einem bereits geerdeten Meßobjekt das Röhrenvoltmeter nicht mit einer Erdleitung versehen werden darf, da sonst der Kondensator illusorisch werden würde und keine Gleichspannungssperrung mehr vorhanden wäre.

Bei Überslagsrechnungen der Belastung, die eine als Gleichrichter wirkende Zweipolröhre in einer der oben erwähnten Schaltungen für das Meßobjekt bewirkt, bedient man sich häufig der vereinfachenden Annahme, daß bei der Serienschaltung der Eingangswiderstand gleich dem

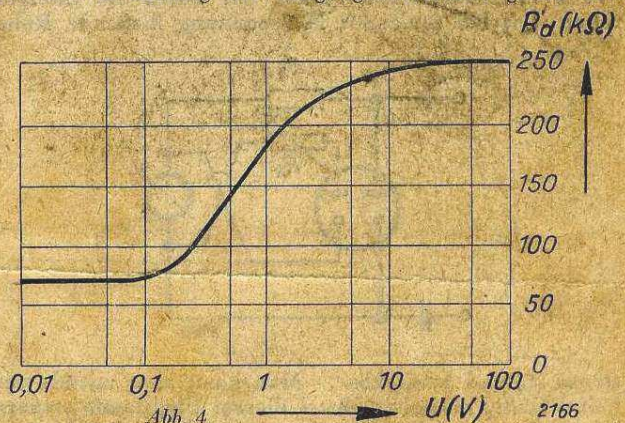


Abb. 4

2166

halben Wert des Belastungswiderstandes der Zweipolröhre ist, während man bei der Parallelschaltung mit  $\frac{1}{2}$  des Belastungswiderstandes rechnet. Das kann u. U. zu Fehlmessungen führen, so z. B. wenn man Messungen an Schwingkreisen ausführt und auf Grund dieser Voraussetzung annimmt, daß im gegebenen Falle die zur Schwingkreisdämpfung durch den Anschluß des Span-

nungsmessers hinzukommende Dämpfung vernachlässigbar ist. Die erwähnten Werte hat der Eingangswiderstand nämlich nur, solange die Eingangsspannung verhältnismäßig hoch ist, wie man aus der Abb. 4 ersehen kann (Belastungswiderstand 0,5 MΩ). Hier ist für verschiedene Werte der Eingangsspannung  $U$  der an den Klemmen des Röhrenvoltmeters liegende Dämpfungswiderstand  $R_d$  aufgetragen. Will man also die oben genannte, vereinfachende Annahme aufrechterhalten, so muß man mit verhältnismäßig großen Meßspannungen (oberhalb zirka 30 V) arbeiten.

Bei sehr hohen Frequenzen ist aber für die Parallelschaltung noch zu berücksichtigen, daß die normalerweise verwendeten Hochohmwidestände — insbesondere die hohen Widerstandswerte — dann durchaus nicht mehr so hochohmig sind. Vielmehr kann der Widerstand für Hochfrequenz dann in die Größenordnung von  $\frac{1}{10}$  des ursprünglichen Wertes oder weniger, der auch für niedrige Frequenzen gilt, gesunken sein und sich auch auf diese Weise eine Belastung des Meßobjektes ergeben, die man nicht in Rechnung gestellt hat. Bei allen Messungen also, bei denen der Eingangswiderstand des Röhrenvoltmeters eine Rolle spielt, wird man nicht umhin können, diesen für verschiedene Spannungen sowohl wie für verschiedene Frequenzen bei den einzelnen Meßbereichen zu messen und jeweils in Rechnung zu setzen, wenn man nicht zu verkehrten Meßergebnissen gelangen will. Eine solche Messung kann man beispielsweise durchführen, indem man bei verschiedenen Spannungen und Frequenzen die Dämpfung eines Schwingkreises einmal ohne das zu untersuchende Röhrenvoltmeter, das andere mal mit angeschaltetem Voltmeter bestimmt, wozu man sich evtl. eines Instrumentes mit bekannt hohem Eingangswiderstand bedient.

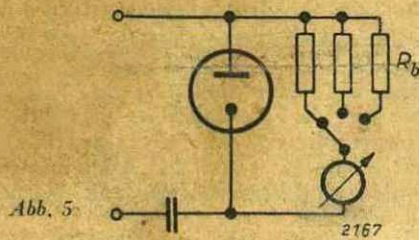


Abb. 5

Beim Zweipolröhrenvoltmeter einfachster Art, das beispielsweise nach Abb. 5 geschaltet ist ( $R_b =$  umschaltbarer Belastungswiderstand), macht sich, insbesondere bei den niedrigsten Meßbereichen, der durch die Zweipolröhre auch bei fehlender Meßspannung fließende Ruhe-

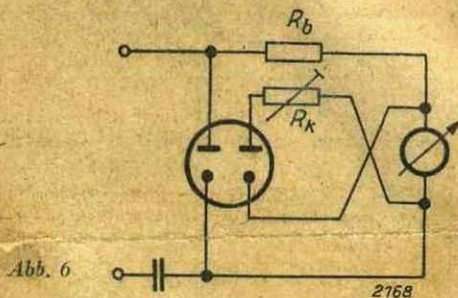


Abb. 6

strom störend bemerkbar. Man kann aber mittels verhältnismäßig einfacher Mittel diesem Übelstande steuern, indem man eine Kompensationsschaltung anwendet, also z. B. indem man eine Doppelzweipolröhre mit zwei getrennten Kathoden verwendet, deren eine Zweipolstrecke (Abb. 6) für die Messung verwendet wird (mit  $R_b$ ),

während die andere den Kompensationsstrom liefert, der, unter Zwischenschaltung eines entsprechenden, evtl. regelbaren Widerstandes  $R_k$  das Anzeigeinstrument in entgegengesetzter Richtung durchfließt. Auf dem gleichen Prinzip beruht die in Abb. 7 wiedergegebene Kompen-

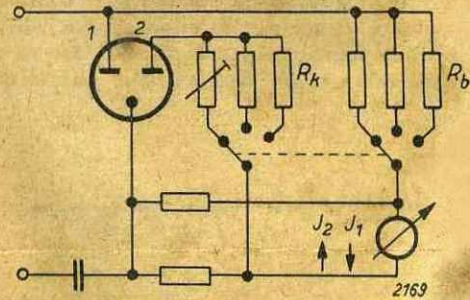


Abb. 7

sationsschaltung mit einfacher Doppelzweipolröhre, wie sie sich ähnlich in einem von der Industrie gelieferten Röhrenvoltmeter findet. Hier ist nur der Kompensationswiderstand für den niedrigsten Meßbereich einstellbar.

Schließlich, bei Verwendung nur einer einzigen Zweipolstrecke, kann auch durch eine von außen zugeführte Kompensationsspannung der Ruhestromauschlag auf der Skale unterdrückt werden (Abb. 8). Man läßt aus einer

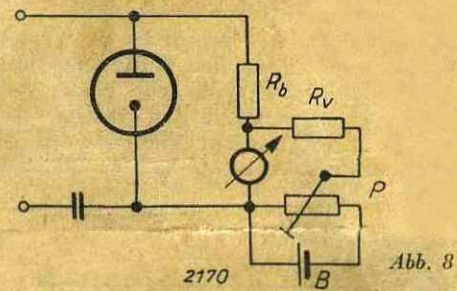


Abb. 8

Batterie  $B$  über ein Potentiometer  $P$  und einen Sicherheitsvorschaltwiderstand  $R_v$  durch das Instrument einen Strom fließen, der gleichgroß und entgegengesetzt ist wie der Ruhestrom. Die Kompensationsspannung wird man bei Batteriebetrieb einer indirekt geheizten Röhre natürlich unmittelbar deren Heizbatterie entnehmen, bei Wechselstromheizung wird man einen kleinen Gleichrichter verwenden, wie er in Wechselstrom-Drehspulinstrumenten üblich ist, bzw. einen Sirutor, der mit 0,5 mA belastet werden darf, was für die Kompensation des sehr kleinen Ruhestromes vollauf genügt.

Die Eichung des Zweipolröhrenvoltmeters kann man mit der aus dem Lichtnetz stammenden Wechselspannung und einem zuverlässigen Spannungszeiger vornehmen, sofern der Wechselstromwiderstand des Sperrkondensators hinreichend klein gegenüber dem Belastungswiderstand ist. Trifft das nicht zu, so wird man für die Eichung einen entsprechend großen Kondensator provisorisch anschalten. In diesem Falle ist nach dessen Entfernung das Gerät natürlich ohne Korrektur nur für diejenigen Frequenzen verwendbar, für die der Sperrkondensator einen hinreichend kleinen Wechselstromwiderstand hat. Für die Herstellung kleiner Eichspannungen legt man an die Enden eines Schleifdrahts von 1 m Länge eine bekannte Spannung (z. B. 1 V). Auch kann man durch einen niederohmigen, genau bekannten Widerstand einen mittels Amperemeters gemessenen Strom schicken und die am Widerstand stehende Spannung zur Eichung verwenden.

W. . . d

Zeichnungen vom Verfasser

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlich für den Inhalt: Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, z. Z. im Felde, I. V. H. Goldberg, Berlin SO 16, Melchiorstr. 18. — Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Prensbüchse Verlags- und Druckerei GmbH, Berlin. — Verlag: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.