

# Fünfscheit

INHALT DES ZWEITEN DEZEMBER-HEFTES 8. DEZEMBER 1928:  
 Ardenne: Echo aus dem Weltenraum | Kappelmayer: Was kann ein guter  
 Lautsprecher? | Entwicklung | Bergtold: Äther?? | Schlenker: Wider-  
 standsänderung der Glühlampen bei wechselnder Klemmspannung |  
 Wittwer: Wir bauen uns einen guten Wellenmesser | Röhrenersatz |  
 Wenn ein Kabelschuh fehlt.

DIE NÄCHSTEN HEFTE BRINGEN U.A.:  
 Unser Kleinster siebt Wellen | Kurzwellen in  
 jedem Gerät | Netzanschluß oder Batterien? |  
 Der billige Vierer in neuer Auflage | Unser  
 Wechselstromnetzanschlußgerät



Vor einigen Tagen wurde in verschiedenen Zeitungen über die Untersuchungsergebnisse des norwegischen Professors Carl Stürmer ausführlich berichtet. Es soll dem norwegischen Wissenschaftler gelungen sein, mit seinen Kurzwellen-Empfangseinrichtungen verschiedene Echos aus dem Weltenraum von Signalen aufzunehmen, die einige Sekunden vorher von der großen holländischen Versuchsstation in Eindhoven ausgesandt worden waren. Die Wirkungen und die Eigenschaften der kurzen Wellen haben schon mehr als einmal Überraschungen geliefert, der die Fachwelt anfangs skeptisch gegenüber stand. Die größte Überraschung ist aber sicher das Weltenraum-Echo, wenn ein solches tatsächlich vorhanden sein sollte.

### Echos von Kurzwellenzeichen

werden schon seit längerer Zeit regelmäßig vor allem bei dem Kurzwellentelegrammverkehr beobachtet, wo sie die Verständlichkeit der Übertragung beeinträchtigen können. Besonders aufschlußreiche und ausführliche Untersuchungen wurden in Deutschland von E. Quäck bei der Transradio in Geltow durchgeführt. Es ist eine Eigentümlichkeit der kurzen Wellen, daß sie sich innerhalb der sogenannten Heaviside-Schicht, die die Erde in einem Umkreis von etwa 100 km umgibt, fast verlustfrei fortpflanzen können. Je nach den Verhältnissen und der

durchlaufen haben, am Empfänger noch verhältnismäßig sehr starke Energien auslösen. Eines der vielen von der Transradio aufgenommenen Oszillogramme, die den Echoeffekt deutlich zeigen, ist in Abb. 2 wiedergegeben. Das auf direktem Wege angekommene Zeichen der Station Rio de Janeiro ist mit *a* gekennzeichnet, während das Zeichen, das ein weiteres Mal den Erdball umlaufen hat, mit *a'* gekennzeichnet ist. Den Weg, den die beiden Zeichen genommen haben, zeigt schematisch Abb. 3. Der Zeitunterschied, mit dem das Signal *a'* in Abb. 2 später eintrifft als das Signal *a*, entspricht gerade der Zeit von etwa  $\frac{1}{7}$  Sekunde, die die elektromagnetischen Wellen brauchen, um eine Entfernung von 40000 km die etwa dem Erdumfang entspricht, zu durchlaufen. Interessant ist an der Messung Abb. 2, daß das zweite Signal, das eine um 40000 km längere Entfernung zu

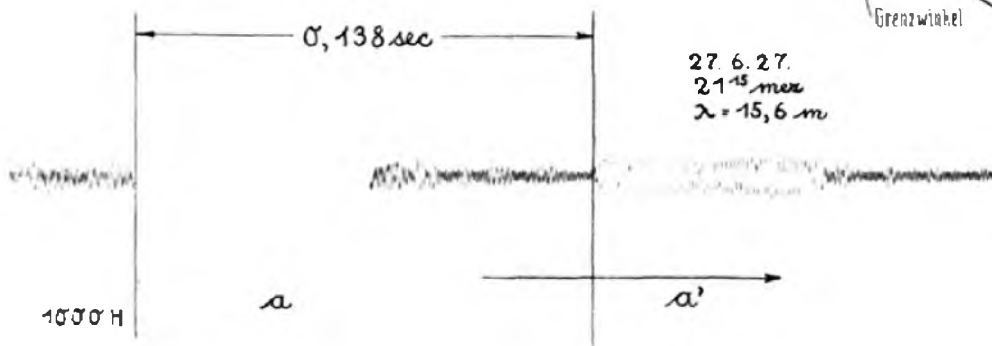
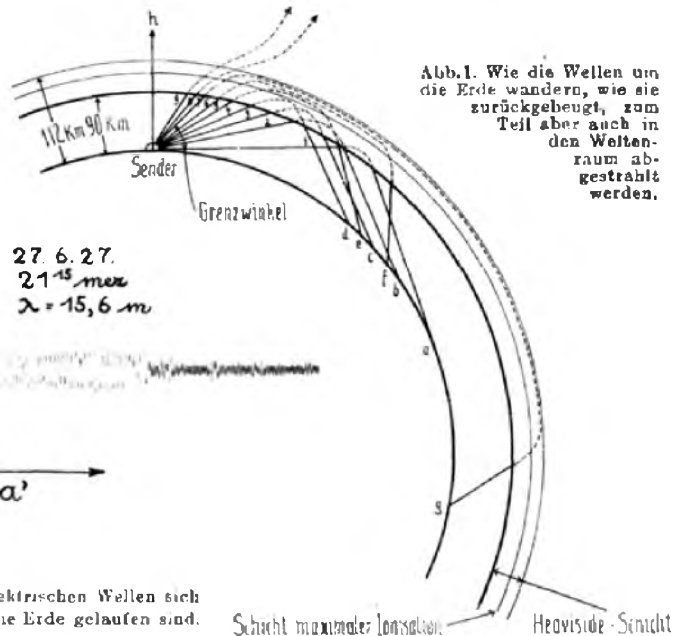


Abb. 2. Mittels besonderer Instrumente (Oszillographen) kann man die elektrischen Wellen sich aufzeichnen lassen und so feststellen, wie oft und in welcher Zeit sie um die Erde gelaufen sind.

benutzten Wellenlänge gelangt die ausgestrahlte Welle erst in einem mehr oder weniger großen Abstände vom Sender zum Erdboden zurück. In Abb. 1<sup>1)</sup> sind diese Verhältnisse schematisch angedeutet. Eine Folge der geringen Verluste, die die kurzen Wellen in den oberen Schichten der Atmosphäre erfahren, ist, daß sie auch dann, wenn sie bereits große Strecken

1) Vgl. M. v. Ardenne, „Empfang auf kurzen Wellen“. Verlag Rothgiefßer & Diesing, Berlin.



rückgelegt hat, gar nicht so viel schwächer ist, wie man nach diesen Zahlen annehmen könnte. Unter besonders günstigen Verhältnissen können sich noch geringere Unterschiede ergeben. Bei Versuchen, die in Geltow beim Empfang der nur wenige Kilometer entfernten Station Nauen durchgeführt wurden, ergab sich beispielsweise, daß die Zeichen, die den Erdball einmal umlaufen hatten, nur halb so stark waren als die Zeichen, die auf dem direkten Wege zum Empfangsort gelangten. Gelegent-

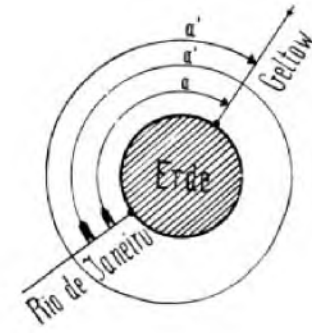
lich ist sogar beobachtet worden, daß die Echo-Signale stärker waren als die direkten Signale.

Die längeren Wellen, die für den Rundfunk benutzt werden und auch die sehr langen Wellen, die im Telegraphieverkehr auch heute noch Verwendung finden, haben eine Reichweite, die geringer ist als der Erdumfang. Die kurzen Wellen haben durch ihre günstigen Eigenschaften zum ersten Male Reichweiten ermöglicht, die weit größer sind als der Erdumfang. Infolgedessen sind zum ersten Male bei den kurzen Wellen die mehrfachen Echo-Erscheinungen beobachtet worden. Durch die leitende Schicht, die die Erde umgibt, werden die kurzen Wellen gewissermaßen zusammengehalten. Ähnlich wie bei einem Scheinwerfer bewirkt das Zusammenhalten der Strahlen auch in größerer Entfernung verhältnismäßig große Intensitäten. Diese Konzentration, der also die guten Ergebnisse der kurzen Wellen bei Übertragungen zwischen Stationen auf der Erde zu verdanken sind, fällt jedoch fort,

sobald die Strahlen die Heaviside-Schicht durchdringen und wie auch in Abb. 1 angedeutet ist, in den Weltenraum treten.

Daß die kurzen Wellen unter bestimmten Voraussetzungen die Fähigkeit haben, die Heavisideschicht zu durchdringen, ist bereits seit einigen Jahren bekannt. Sobald sie jedoch die äußere Hülle der Atmosphäre hinter sich haben, zerstreuen sie sich ebenso wie die Strahlen einer Lichtquelle. Die Folge hiervon ist, daß mit wachsender Entfernung die Energie so schnell abnimmt, daß in größerem Abstände kaum noch etwas wahrgenommen werden kann. Es ist daher sehr unwahrscheinlich, daß es sich bei den beobachteten Echos um Reflektionen der kurzen

Wellen am Mond oder an benachbarten Planeten handelt. Allem Anschein nach sind die gehörten Zeichen durch Wellen bedingt, die sehr oft den Erdball umkreist haben. Schon durch Oszillogramme sind bereits früher Zeichen registriert worden, die drei



Die Welle auf dem Weg a verursacht das Hauptzeichen. Die Welle auf dem Weg a' das erste Echo.

und mehrere Male um den Erdball gelaufen sind und es ist durchaus anzunehmen, daß beim Hörempfang noch Zeichen beobachtet werden können, die mehr als siebenmal den Erdball umkreist haben, und infolgedessen erst nach mehr als einer Sekunde ein Echo ergeben. Ob es sich wider Erwarten doch um ein Echo aus dem Weltenraum handelt, oder ob Wellen gehört wurden, die einige Dutzende Male den verlustfreien Weg am Rande der Erdatmosphäre durchlaufen hatten, das wird die Wiederholung der Versuche mit exakten Meßeinrichtungen zeigen. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen bekannt ist und da andererseits der Erdumfang und die ungefähre Höhe der Heaviside-Schicht und schließlich auch die Abstände der verschiedenen Planeten bekannt sind, wird die genaue Kenntnis der Echozeiten Aufschluß geben, ob die eine oder die andere Annahme zur Erklärung der beobachteten Erscheinung die richtige ist,

Mar,fred von Ardenne

## Was kann ein guter Lautsprecher?

Hunderttausende besitzen heute einen Lautsprecher und kaum einer von ihnen nimmt sich einmal die Mühe, darüber nachzudenken, was von dem Apparat alles verlangt wird. — Und doch ist ein Plauderstündchen mit diesem einfachen Gerät tausendmal interessanter wie irgendein Film oder Detektivroman. Solange die Musik aus dem Apparat, gut klingt, ist man mit ihm ebenso zufrieden wie mit dem Kleinauto, solange es läuft. — Aber fängt die Musik allmählich an, in die Regionen der Disharmonien abzubiegen, dann schimpft man über das Radio und die elektrische Musik überhaupt.

Besser wäre es, sich zu überlegen, ob man nicht den alten Lautsprecher, dessen Lebensdauer ja, wie von jedem Ding der Technik, nicht ewig sein kann, gelegentlich gegen einen modernen Typ umtauscht, denn nirgends ist die Technik im letzten Jahre rascher vorgeschritten, wie hier. — Der Elektrizitäts-Schalltransformator „Lautsprecher“ modernster Bauart unterscheidet sich in manchen Punkten wesentlicher von seinem veralteten Vorgänger, wie die Postkutsche von einem 140er Maybach

### Was von einem guten Lautsprecher verlangt wird.

Wir verlangen mit Recht vom Lautsprecher, daß er sowohl bei der kleinsten zugeführten elektrischen Energie gute Musik abstrahlt, wie auch bei sehr großen Energien nicht verzerrt. Und diese Forderung zu erfüllen, haben tausend findige Köpfe jahrelang gearbeitet. Denn sie ist weitgehender, wie das die Anforderungen an irgendeinen anderen technischen Apparat sind. Der Begriff „elektrische Energie“ muß in bezug auf unser Thema etwas erweitert werden gegenüber dem Herkömmlichen. Vorstellbar ist dem Laien der Energieverbrauch einer elektrischen Taschenlampenbirne. Man mißt ihn in Watt und besitzt darin einen guten Anhaltspunkt für die Beurteilung der Sachlage. Ein gewöhnliches Taschenlampenbirnchen braucht zwei Watt. Die kleinste Glühbirne, die wir im Haushalt brennen, 10–15 Watt. Wandern wir — ausgehend von unseren zwei Watt — auf der Energiestrecke zurück, so treffen wir wieder — bei etwa  $\frac{1}{100}$  Watt — auf einen Markstein, der begrifflich gefaßt werden kann. Es ist die Sprechenergie im gewöhnlichen Fernsprecher, wenn ein lautes Stadtgespräch geführt wird. — Ganz in der Nähe dieses Energiewertes liegt auch die elektrische Energie, welche den Kopfhörer durchfließt, wenn normaler Detektorempfang vorliegt. Bei leisen Feingespächen wird das Telephon mit einer Energie von etwa  $\frac{1}{1000}$  Watt oder 1 Milliwatt, wie man sagt, erregt. Die Radioleute gehen noch

weiter. Der feinste Kopfhörer spricht mit einer eben noch vernehmbar Lautstärke an, wenn in seinen Spulen die unvorstellbare kleine Energie von  $\frac{1}{100000}$  Watt fließt. Aber hier ist schon eine Schwierigkeit vorhanden: Das menschliche Ohr spricht nicht auf alle musikalisch hörbaren Töne gleichmäßig gut an. Die eben genannte Grenze bezieht sich deshalb auf einen Ton, der ungefähr im Bereich der Höchstempfindlichkeit des Ohres liegt. Die Fernsprechertechniker sind dahin übereingekommen, als diesen Ton den mit der Kreisfrequenz 5000, der etwa musikalisch dem hohen A (a 1) der Sopranstimmlage entspricht, als Ausgangspunkt zu wählen. Tiefe Töne würden bei so geringen Energien überhaupt nicht mehr gehört werden und ganz hohe auch nicht.

Wenn ein idealer Lautsprecher musikalisch klingen soll, ist also von vorneherein eine bestimmte Energie notwendig. Wenn diese nicht vorhanden ist, fallen die tiefen und hohen Töne von selbst aus.

### Betrachten wir unser Diagramm.<sup>1)</sup>

um ein Verständnis für diese Dinge zu bekommen! Wir haben die wagrechten Linien nach Schwellwertseinheiten aufgestellt, wobei nach technischem Übereinkommen die Schallenergie auf den obengenannten Meßton bezogen wurde. Schwellwertseinheit bedeutet, daß das Ohr diesen Ton bei völliger Ruhe in der Umgebung gerade noch vernimmt. Bei zehn Schwellwertseinheiten — der Linie L — kann man annehmen, daß Töne zwischen 500 und 2000 Hertz gehört werden. — Bei 100 Schwellwertseinheiten — der Linie M — erweitert sich die Hörbarkeit bereits auf Töne von 300 bis 3500 Hertz. Erst bei 1000 Schwellwertseinheiten, nämlich der Linie N, kann man annehmen, daß alle wichtigen musikalischen Töne zwischen 150 und 6000 Hertz gut gehört werden. Daraus ergibt sich: Wir müssen soviel Energie dem idealen Lautsprecher zuführen, daß alle musikalisch wichtigen Töne sicher gehört werden. Und der Betrag, der notwendig ist, um die Linie N beim Ton A1 zu erreichen (die wir deshalb besonders markiert haben) beträgt — wie man aus dem Diagramm ablesen kann — 0,1 Watt. Also gerade soviel, wie eine moderne Verstärkerröhre, etwa RE 134, bei guter Durchsteuerung abgeben kann.

Beim Lokalempfang kann man diese Energie wohl erreichen. Aber bei Fernempfang ist es sehr schwierig, wenn man nicht einen Viellohren-Radioapparat hat. Darum sind die Konstrukteure der Lautsprecher zu der Überzeugung gekommen, daß dieser Apparat so gebaut werden muß, daß er schon bei sehr kleinen Energien wirklich gleichmäßig auf die tiefsten und höchsten Töne anspricht. Es galt also, die Empfindlichkeit des Lautsprechers wesentlich zu steigern.

Durch die Einführung der Lichtnetzapparate und der Kraftverstärkerröhren kam aber noch ein neues Problem auf. Die

(Schluß übernächste Seite 380)

# Entwicklung



Telephonie-  
sender 1906  
(Telefunken)

Telephonie-  
sender 1928.  
(Rundfunksender  
Königswuster-  
hausen, gebaut  
von Telefunken.)



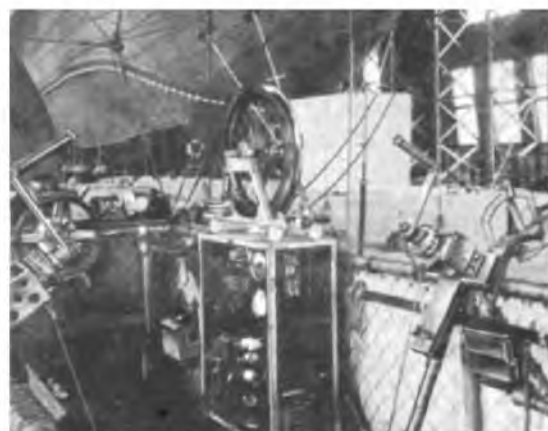
Der erste Auf-  
nahmeraum der  
Berliner Funkstunde.

Ein Teil des  
neuesten Berliner  
Aufnahmeraums  
(1928).



Großstation  
Nauen. Sender  
vom Jahre 1906  
(360 Leydener  
Flaschen und  
Knallfunke.)

Großstation  
Nauen. Maschinen-  
sender 1922.



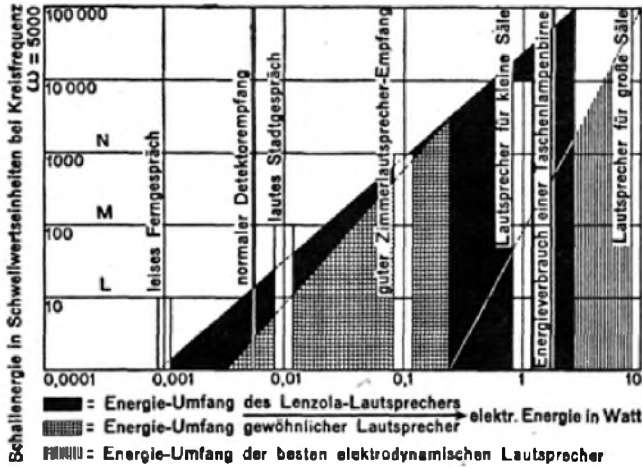
Telefunken-  
Luftschiffstation im  
Parseval Ballon  
im Jahre 1912.

Telefunkenluft-  
schiffstation in der  
Kabine des Zep-  
pelin LZ127 „Graf  
Zeppelin“ im  
jahre 1928



(Schluß von Seite 378)

Endverstärkerröhre gibt häufig viel mehr Energie her, wie wir eigentlich gebrauchen würden. Und viele Lautsprecher werden dadurch zu stark beansprucht und fangen infolgedessen an zu klirren und zu verzerrn. — Der moderne Lautsprecher muß also gegenüber den früheren Typen auch nach Richtung stärkerer Energien, also höherer Belastbarkeit erheblich weitergehen wie der alte.



Beide aufgestellten Forderungen beziehen sich auf Vergrößerung des Energieumfangs. Sie werden erfüllt durch den neuen, in Amerika durchgeführten

**Lenzola-Lautsprecher.**

Unser Diagramm gibt darüber Aufschluß. Das mittlere Dreieck reicht von der Energie  $\frac{1}{1000}$  Watt bis 0,3 Watt. Diese Fläche stellt graphisch den Energieumfang eines normalen Lautsprechers dar. Man sieht, daß er bei Detektorempfang noch



Das ist der Lenzola-Lautsprecher

ab verzerrt. Der neue Lenzola-Lautsprecher dagegen reicht — wie das Diagramm zeigt — von der Energie  $\frac{1}{1000}$  Watt bis zu 5 Watt. Er wird also, weil er schon bei normalem Detektorempfang die Linie L erreicht, sowohl mit dem kleinsten Radioapparat wie mit dem größten gut spielen. Er wird aber auch bei geringen Energien (z. B.  $\frac{1}{100}$  Watt) einen viel größeren Tonbereich umfassen wie der alte Lautsprecher. So kann man sagen, daß der Lenzola-Lautsprecher der Typ ist, welcher das Energieproblem am günstigsten löst und bei Nah- und Fernempfang — soweit der Lautsprecher in Betracht kommt — gleich gut arbeitet. Bei jedem beliebigen Energiewert aber, mit dem wir ihn speisen — und ganz besonders bei den im praktischen Radioempfang meist vorhandenen kleinen Energien ist sein Tonbereich sowohl nach Richtung der tiefen Bässe wie der höchsten Sopranstimmen wesentlich größer, wie der irgend eines anderen Typs entsprechender Klasse. Kappelmayer.

**Röhrenersatz.** Bei Röhrenapparaten kommt es manchmal vor, daß der Empfang nach etwa einjähriger, einwandfreier Funktion mehr und mehr zu wünschen übrig läßt. Das Nachlassen der Empfangslautstärke ist dann meistens ohne jeden äußeren Anlaß von einem auffallenden Rauschen begleitet und schreitet allmählich bis zum vollständigen Versagen des Gerätes weiter.

Sobald diese Erscheinung auftritt, muß daran gedacht werden, daß eine der Röhren der Empfangsapparatur taub geworden ist. Man probiert daher eine nach der anderen durch, indem man sie durch eine neue bzw. tadellos arbeitende austauscht. Auf diese Weise ist die schadhafte Röhre leicht auffindbar und kann erneuert werden. E. W.



**Ein Stückchen Weltäther im Ruhezustand**

Äther?? — Wozu sollen wir — als biedere Funkfreunde — uns mit dem Äther befassen? Der ist doch nur eine Angelegenheit für Physiker! — Sachte — ganz so liegen die Dinge nicht! Die Wirkung der Spulen und Kondensatoren beruht ja auf dem Äther. Um Spulen und Kondensatoren richtig zu verstehen, müssen wir also zuvor mit dem Äther Freundschaft schließen. — Und dann — wir haben's sicher schon oft gelesen: Die Wellen, die Sender und Empfänger miteinander verbinden, laufen doch durch den Äther, sind Ätherschwingungen! Was wir aber unter Ätherschwingungen uns vorstellen sollen, das möchten wir doch schon lange wissen. Also fangen wir die Geschichte, wie sich's gehört, beim Äther an.

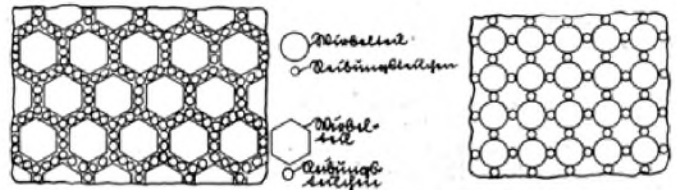


Abb. 1 und 2. Ein Bild von einem Stückchen des Äthers in ungeheurer Vergrößerung; links genau, rechts etwas vereinfacht.

Mit unseren Sinnen den Äther selbst direkt wahrzunehmen, ist nicht möglich. Deshalb wollen wir uns einfach ein Bild von ihm machen. Abb. 1 zeigt ein solches. Wir entnehmen daraus: Der Äther besteht aus zweierlei Teilchen. Die einen sind größer, die anderen kleiner. Damit nirgends eine Lücke bleibt, denkt man sich ihre Gestalt so, wie es in dem Bild zu sehen ist. Diese Formen wollen wir uns noch ein klein wenig vereinfachen, um eine bessere Übersicht zu gewinnen. Das gibt Abb. 2.

Nun zu den Bezeichnungen und Eigenschaften der Teilchen. Die größeren heißen Wirbelteile. Sie haben diesen Namen, weil sie sich häufig um ihre eigene Achse drehen. Den kleineren Kugeln hat man den Namen Reibungsteilchen gegeben. Sie übertragen nämlich wie kleine Zahnräder die Drehung eines Wirbelteilchens auf das andere.

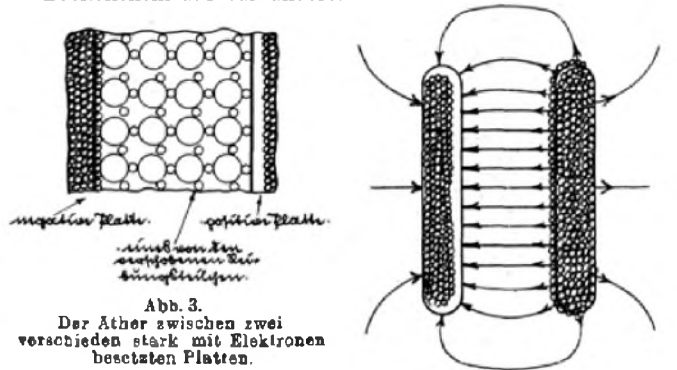


Abb. 3. Der Äther zwischen zwei verschiedenen stark mit Elektronen besetzten Platten. Die Richtungen der Verschiebung im Äther. Durch die Dichte der Feldlinien ist angedeutet, wo die Verschiebung zwischen den beiden Platten am stärksten ist.

Die Reibungsteilchen stehen nicht ganz fest. Sie können sich zwischen den Wirbelteilen etwas hin- und herbewegen. Besonders merkwürdig ist, daß die Reibungsteilchen genau das gleiche

sind wie die Elektronen, deren Bekanntschaft wir schon gemacht haben<sup>1)</sup>.

### Schiebungen im Aether.

Wir denken uns zwei einander gegenüberstehende Metallplatten. Zwischen ihnen ist nichts wie Äther. Von der einen Platte nehmen wir jetzt Elektronen und setzen sie auf die andere Platte hinauf. Was ist jetzt mit dem Äther? — Die Reibungsteilchen verhalten sich (das steht oben) genau wie die Elektronen. Elektronen stoßen sich gegenseitig ab. Die Reibungsteilchen werden also von der stärker besetzten Platte nach der schwächer besetzten hin verschoben (Abb. 3).

So, jetzt wissen wir schon, was das bedeutet, wenn in einem Radiobuch oder in einer Radiozeitschrift von einem „elektrischen Feld“ geschrieben steht. Man sagt nämlich, daß überall dort, wo die Reibungsteilchen des Äthers so verschoben sind wie in Abb. 3, im Äther ein elektrisches Feld bestehe. Je ausgiebiger die Verschiebung, desto stärker das Feld. Bildlich stellt man das Feld durch Linien dar, die in der Richtung der Verschiebung verlaufen. Durch die Dichte der Feldlinien wird die Stärke des Feldes ausgedrückt (Abb. 4).

### Wie an den Wirbelteilchen gedreht wird

Der elektrische Strom ist eine Bewegung von Elektronen und diese sind für den Äther nichts anderes als Reibungsteilchen. Wenn wir das bedenken, so wird uns klar, daß der Äther mit-

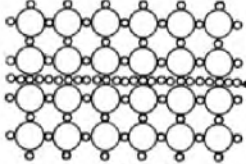


Abb. 5. Der im Äther eingebettete Elektronenfaden

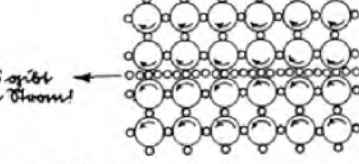


Abb. 6. Wenn sich die Elektrizitätsteilchen im Gänsemarsch vorwärts bewegen, so ist das unser Strom. Die Wirbelteile des Äthers müssen sich dann drehen.

tels eines Stromes in Schwung gebracht werden kann. Das sehen wir sofort aus der Abb. 5. Dort ist ein möglichst einfacher Strom gezeichnet. Er besteht lediglich aus einem Gänsemarsch einzelner Elektronen. Der Kupferdraht, in dem der Gänsemarsch von Elektronen vor sich gehen soll, ist weggelassen, da er nur die Übersicht stören würde. Unser Elektronenfaden wird also hier lediglich von Äther eingehüllt.

Solange die Elektrizitätsteilchen sich noch nicht bewegen, hat auch der Äther keinen Anlaß, aus seiner Ruhe zu kommen. Marschieren die Elektronen aber, so nehmen sie die Wirbelteile durch Reibung mit. Die Wirbelteile drehen sich also. Die Rotation wird durch die dazwischenliegenden Reibungsteilchen weiter nach außen hin übertragen. Das zeigt Abb. 6.

Wenn wir ein wenig über diese Bewegungen im Äther nachdenken, so sehen wir ein, daß der stromdurchflossene Leiter von

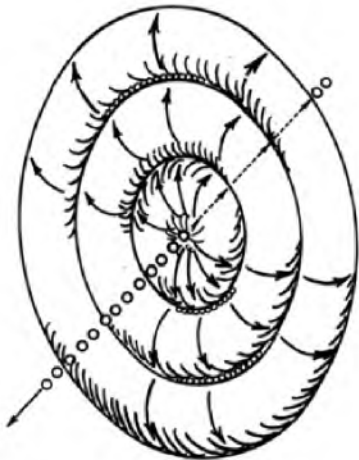


Abb. 7. Der Strom mit ein paar seiner Wirbelringe perspektivisch dargestellt.

lauter Wirbelringen umgeben ist (Abb. 7). Die inneren drehen sich so schnell, wie es die Elektronenbewegung veranlaßt. Die äußeren Ringe rotieren — entsprechend ihrer größeren Länge — langsamer.

Wir haben sicher schon irgendwo einmal etwas von einem Magnetfeld gelesen. Das kommt z. B. bei Dauermagneten, bei stromdurchflossenen Spulen und Drähten vor. Solch ein Magnetfeld ist immer da und nur da vorhanden, wo die Wirbelteile des Äthers rotieren. Oft findet man Magnetfelder durch Linien zeichnerisch dargestellt. Diese Feldlinien verlaufen in der gleichen Richtung wie die Achsen unserer Ätherwirbelringe (Abb. 8). Je enger die Feldlinien aneinander gezeichnet

Abb. 9. Die Verschiebung im Entstehen: Dabei werden die Wirbelteile in Rotation gebracht.

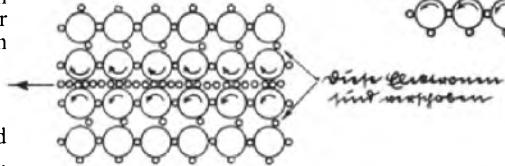
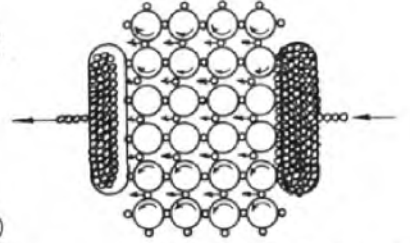


Abb. 10. Wie ein Magnetfeld entsteht. Unser Strom (aus Abb. 5 und 6) beginnt eben zu fließen.

desto dichter hat man sich an dieser Stelle das abgebildete Magnetfeld vorzustellen — d. h. desto stärker rotieren hier die Wirbelteilchen des Äthers.

### Ein elektrisches Feld beim Entstehen

Eine Kleinigkeit ist nachzuholen. Vorhin wurde der Augenblick nicht beachtet, in dem das elektrische Feld zwischen den beiden Platten entstand. Jetzt soll gerade auf diese Zeitspanne erhöhtes Augenmerk gerichtet werden, weil da noch etwas ganz Besonderes passiert. Es verschieben sich, wie wir gesehen haben, die Reibungsteilchen in diesem Augenblick, und zwar hauptsächlich in dem Raum zwischen den Platten (Abb. 9). Man sieht jetzt: Oben und unten liegen Wirbelteile, bei denen an der einen Seite die Reibungsteilchen vorwärts geschoben werden, an der anderen Seite nicht. Die Wirbelteile drehen sich deshalb.

Jetzt das Umgekehrte. Die Verschiebung der Reibungsteilchen wird irgendwie rückgängig gemacht. Wiederum werden die Wirbelteile des Äthers dabei gedreht, nur diesmal in der entgegengesetzten Richtung.

Also: Jedesmal, wenn man an den Reibungsteilchen schiebt, bringt das eine Rotation von Wirbelteilen mit sich. Vorher aber lasen wir:

Verschiebung von Reibungsteilchen = elektrisches Feld.

Rotation von Wirbelteilen = magnetisches Feld.

Mit diesen Ausdrücken lautet die obenstehende Tatsache: Jede Änderung eines elektrischen Feldes bewirkt ein magnetisches Feld.

### Ein Strom beginnt zu fließen.

Im vorletzten Abschnitt wurde der Augenblick außeracht gelassen, in dem der Strom gerade entsteht.

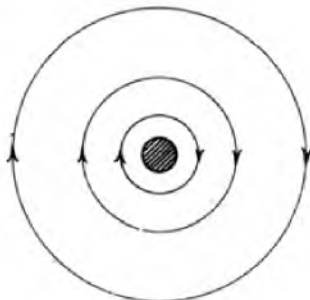
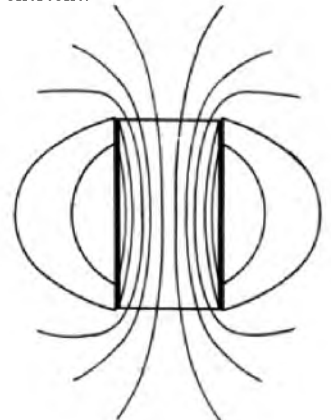


Abb. 8a. Der stromdurchflossene Draht mit seinen Feldlinien von vorne (im Schnitt) gesehen.



Abb. 8b und c. Eine Spule und ihre Feldlinien im Längsschnitt.



Wir betrachten deshalb die Abbildungen 5 und 6 noch einmal mit Rücksicht auf diesen Augenblick. Die Spannung beginnt eben zu wirken. Die Elektronen fangen an zu marschieren. Sie kommen nur allmählich in Bewegung. Gleichzeitig müssen sie ja die ihnen benachbarten Wirbelteile in Schwung bringen. Die weiter abliegenden stehen vorerst noch still. Die Reibungsteilchen, die dazwischen liegen, werden dabei durch die zunächst nur auf ihrer einen Seite stattfindende Drehung der Wirbelteile

1) „Spannung und Strom“, 4. Septemberheft der „Funksohau“.

mitgenommen und so (entgegen der Stromrichtung) verschoben (Abb. 10).

Der andere Fall: Eine Schwächung des Stromes. Die äußeren Wirbelteile drehen sich noch — wie kleine Schwungräder — entsprechend dem vorher stärker fließenden Strom. Durch die nun langsamer wandernden Elektronen werden die inneren Ringe abgebremst. Die dazwischen liegenden Reibungsteilchen verschieben sich dabei in der Stromrichtung.

Wir sahen eben: Jede Änderung der Rotation der Wirbelteile bringt eine Verschiebung der Reibungsteilchen mit sich.

Rotierende Wirbelteilchen — das bedeutet ein Magnetfeld; Verschiebung von Reibungsteilchen — das ist ein elektrisches Feld. Dies steht in den vorhergehenden Abschnitten.

Wir schließen daraus für unseren Fall mit Recht: Jede Änderung eines magnetischen Feldes bewirkt ein elektrisches Feld.

So — nun haben wir mit dem Äther Bekanntschaft geschlossen. Wir sind jetzt so weit, daß wir uns demnächst an Hand eines weiteren Aufsatzes eine handgreifliche Vorstellung davon machen können, was die elektrischen Wellen eigentlich sind.

F. Bergtold.

# Welche Vorschaltlampe?

## Widerstandsänderung der Glühlampen bei wechselnder Klemmenspannung

Sämtliche elektrische Leiter verändern ihren Widerstand, wenn sich ihre Temperatur ändert, und zwar nimmt bei den metallischen Leitern der Widerstand mit steigender Temperatur zu, bei nichtmetallischen dagegen sinkt der Widerstand, wenn man die Temperatur erhöht.

Diese Eigenschaft der Metalle wurde für Radiozwecke in großartiger Weise benutzt in Form der

### Eisenwasserstoffwiderstände.

Diese werden einerseits in Verbindung mit Röhrengleichrichtern bei den Akkumulatorenladegeräten benützt, andererseits dienen sie auch als Strombegrenzer für den Heizfaden der Radioröhren. Diese Strombegrenzer kamen unter dem Namen Konstantwiderstände in den Handel, den Namen haben sie nicht zu Unrecht, denn sie halten die Klemmenspannung des Heizfadens, auch bei wechselnder Batteriespannung, ziemlich konstant. Ein Konstantwiderstand ist sehr gut zu vergleichen mit dem Regulator einer Dampfmaschine, steigt bei dieser der Dampfdruck, so drosselt der Regulator die Dampfzufuhr und verhindert das rasche Laufen. Genau so der Konstantwiderstand: erhöht sich die Batteriespannung, so fließt etwas mehr Strom, die Temperatur des Strombegrenzers steigt so rasch, daß der Widerstand das ganz feinen in einer Wasserstoffatmosphäre eingeschmolzenen Eisendrahtes (daher der Name) sich derart erhöht, daß kaum mehr Strom fließen kann.

Nicht immer ist aber diese Widerstandsänderung so erwünscht, ich denke da an die Widerstände, die jeder mit Starkstrom arbeitende Bastler in erster Linie benützt, die elektrischen Glühlampen. Ich selbst habe letztes Jahr im „Bastler“ Nr. 15 eine sehr einfache Methode angegeben, die Widerstände, oder, was dasselbe ist, die Ohmzahl, von Glühlampen zu errechnen. Heute muß ich dazu bemerken, daß jene Berechnungsart nicht ganz genau war. Die dort angegebene Berechnungsart Spannung X Spannung : Watt = Ohm stimmt zwar, aber nur dann, wenn die Glühlampe auch tatsächlich die aufgedruckte Netzspannung bekommt. Lade ich aber z. B. aus einem Gleichstromnetz von 220 Volt einen Anodenakku von 160 Volt Ladespannung, so bekommt die Glühlampe nur die Differenz, also 60 Volt Klemmenspannung. Der Glühfaden erhitzt sich natürlich in diesem Fall lange nicht so stark, kommt vielleicht nicht einmal mehr zu

Rotglut, die Folge davon ist, daß der Widerstand bei Metallfadenlampen sinkt, bei Kohlenfadenlampen ansteigt.

Um zu zeigen, wie stark diese Widerstandsänderung ist, habe ich von drei verschiedenen Glühlampen die Widerstandskurven bei wechselnder Klemmenspannung aufgenommen.

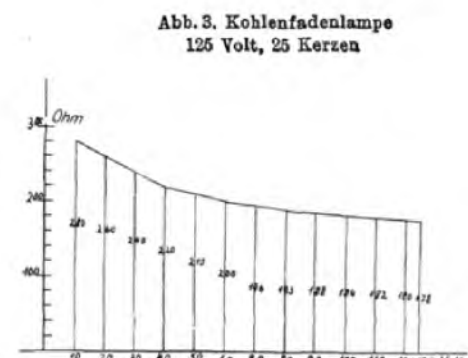
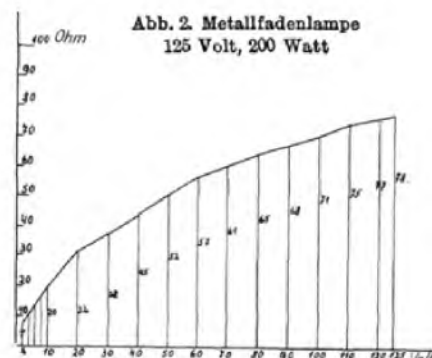
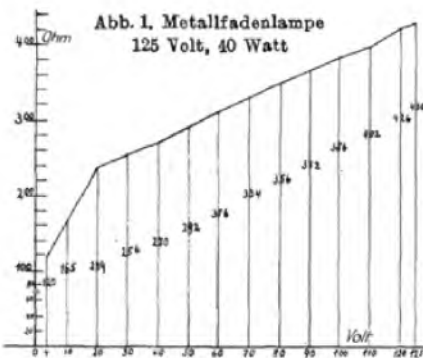
### Wie die Kurven entstanden sind.

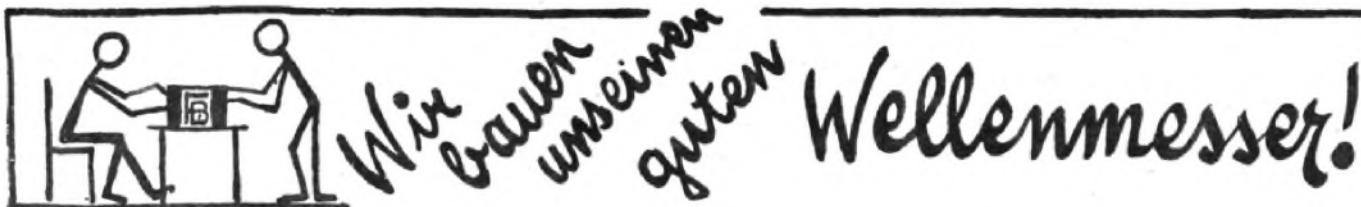
Zur Verfügung stand ein Gleichstromnetz von 125 Volt, ein großer Regulierwiderstand, ein Mavometer mit verschiedenen Shunts, selbstverständlich noch die zu untersuchenden Glühlampen. Mit Hilfe des Widerstandes wurde die Klemmenspannung der Glühlampen von 10 zu 10 Volt gesteigert und jedesmal die fließende Stromstärke bestimmt. Durch Division der Klemmenspannung mit der jeweiligen Stromstärke erhielt man die Ohmzahl. Die Resultate sind ohne weiteres den drei Abbildungen zu entnehmen. Was kann man nun aus den Abbildungen lernen? Es sei ein Anodenakkumulator zu laden mit etwa 85 Volt Ladespannung, als Widerstand ist vorhanden eine Glühlampe 125 Volt 40 Watt, also wie Abb. 1. Die Klemmenspannung ist 125 — 85, also 40 Volt. Bei 40 Volt hat die Lampe nach der Kurve 270 Ohm, es würden also 40:270, das sind ca. 0,15 Ampere fließen. Dieser Ladestrom ist für Anodenakkus zu hoch, der Widerstand ist also noch zu vergrößern, etwa durch Dazuschalten einer weiteren 40-Watt-Lampe. Die Klemmenspannung für beide wäre auch in diesem Falle 40 Volt, da sie aber hintereinandergeschaltet sind, hat jede nur 20 Volt Klemmenspannung, hierfür ergibt sich aus der Abbildung ein Widerstand von 239 Ohm, somit Gesamtwiderstand 478 Ohm, hieraus Ladestrom 40:478, also etwa 0,08 Ampere. Dies wird für die meisten Anodenakkus nicht mehr zu hoch sein; ist aber noch geringere Ladestromstärke vorgeschrieben, so muß eben noch eine dritte Lampe zugeschaltet werden.

Aus Abb. 2 geht deutlich hervor, daß Lampen, mit höheren Wattzahlen ganz ungeeignet wären für unsere Zwecke, sinkt doch eine 200-Watt-Lampe bis auf 7 Ohm bei 2 Volt Klemmenspannung, also in kaltem Zustand. Es sei nur nebenbei darauf hingewiesen, daß also eine 200-Watt-Lampe im Moment des Einschaltens 125:7 — 18! Ampere braucht.

Abb. 3 zeigt, daß man für Kohlenfadenlampen viel eher einen Einheitswiderstand angeben kann (in dem vorliegenden Fall 200 Ohm), ohne bei der Berechnung der Ladestromstärke zu große Fehler zu machen.

O. Schlenker.





Immer noch zählt der Wellenmesser zu den Meßgeräten, deren sich der Funkfreund am wenigsten bedient. Trotz dieser bedauerlichen Tatsache aber gehört der Wellenmesser zu den wichtigsten Hilfsmitteln des ernst arbeitenden Funkfreundes. Wer hat es nicht schon lästig empfunden, wenn abends eine Station nach der anderen im Lautsprecher erscheint und trotzdem eine genaue Bestimmung des Senders unmöglich ist, denn der Stationsname wird entweder nur sehr selten oder zumeist nur so kurz angegeben, daß er kaum, oder wenn gar ein tückisches Fading sich einstellt, überhaupt nicht erkannt werden kann.

Wie angenehm und einfach ist demgegenüber die Identifizierung eines Senders mit dem Wellenmesser! Viele Arten Wellenmesser sind schon konstruiert "und wieder verworfen worden, nur der Summerwellenmesser konnte sich lange Zeit behaupten. Trotzdem haftet ihm ein Fehler an: die Ablesung der Einstellung vermittelt des Gehörs. Das Gehör wirkt hier als Resonanzanzeiger und gerade das Gehör ist bekanntlich ein sehr unzuverlässiges „Meßinstrument“. Versuche mit verschiedenen Wellenmessern ließen mich endlich bei der nachfolgend beschriebenen Anordnung verweilen, die ich vor längerer Zeit irgendwo fand und weiter verbesserte. Die Erfolge damit sind gute; ich möchte daher im folgenden eine kurze Anleitung zum Nachbau geben.

### Die Schaltung

Die Schaltung zeigt Abb. 1. Es handelt sich dabei um zwei Geräte, den Wellenmesser (links) und einen dazugehörigen Über-

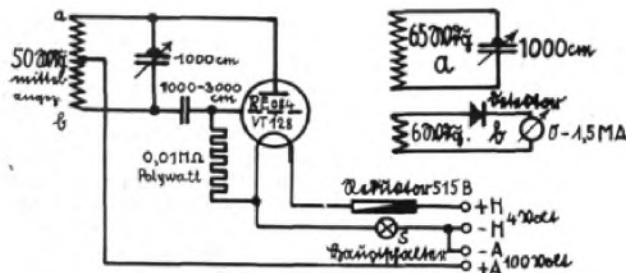


Abb. 1. Die Schaltung für den Wellenmesser (rechts) und den Überlagerer (links).

lagerer (rechts). Der eigentliche Wellenmesser besteht aus zwei getrennten Kreisen, dem Schwingungskreis a, bestehend aus einem 1000-cm-Drehkondensator und einer Zylinderspule mit 5 Windungen. Induktiv gekoppelt mittels sechs Windungen auf dem gleichen Spulenkörper, der Meßkreis b, Milliampere meter von 0—1,5 Milliampere Meßbereich und Detektor zur Gleichrichtung.

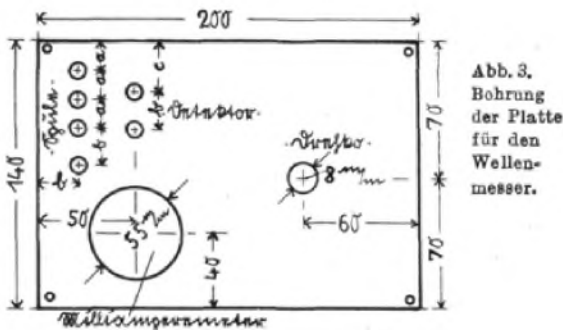


Abb. 3. Bohrung der Platte für den Wellenmesser.

Der Überlagerer in normaler Dreipunktschaltung hat folgende Dimensionen: Die Spule a b hat 50 Windungen 0,3 mm Baumwolldraht und ist in der Mitte angezapft, der Drehkondensator 1000 cm, Kreisplatten oder Nierenform; dabei ist es gleichgültig welche Ausführung, auch ein Glimmerkondensator tut hier gute Dienste. Der Gitterblockkondensator kann 1000 bis 3000 cm erhalten. Als Gitterableitwiderstand wird am besten ein

Dralowid-Polywatt, 0,01 Megohm, benützt. Die gewöhnlichen Hochohmwiderstände sind zumeist den hohen Gitterstrombelastungen in dieser Schaltung nicht gewachsen und erleiden Beschädigungen. Im Heizkreis der Röhre, wofür eine gute Schwingröhre (TKD VT 128, Telefunken RE 084, Valvo Oszilatron) notwendig ist, liegt noch ein automatisch gleiche Heizung regelnder Dralowid-Reduktor-Widerstand für den entsprechenden Stromverbrauch der Röhre passend, damit erübrigt sich ein Heizwiderstand und ein Voltmeter und es wird trotzdem genaue Heizung erzielt. Mittels des Schalters S kann der Überlagerer ein- und ausgeschaltet werden.

### Die Wirkungsweise des Meßgerätes

Der Wellenmesser befindet sich zusammen mit dem Meßkreis in einem Kasten (Abb. 2 links). Dieser wird dem Empfänger genähert und die Wellenmesser-Skala solange gedreht, bis das Milliampere meter des Meßkreises, das möglichst empfindlich sein soll (Drehspulenelement 0—1,5 Milliampere), den größten Ausschlag zeigt. Er arbeitet folglich als sogenannter Absorptionskreis, d. h. wenn der Schwingungskreis des Empfängers und derjenige des Wellenmessers auf dieselbe Wellenlänge abgestimmt sind, entzieht der Wellenmesser dem Empfängerkreis Energie und führt sie induktiv dem Meßkreis zu, das Milliampere meter schlägt dann aus. Die Einstellung ist dabei ungemein scharf und es empfiehlt sich, einen langen Hartgummistab in die Skalenscheibe des Drehkondensators einzusetzen, damit die Hand weit genug weg und die feinste Einstellung möglich ist. Der Wellenmesser kann also für sich auch ohne den Überlagerer benützt werden. Wer ein einfaches Rückkopplungsaudion oder ein anderes leicht schwingendes Gerät besitzt, kann den Überlagerer ersparen. Anders bei den Panzergeräten, mit mehrfacher Hochfrequenzverstärkung versehenen Hochleistungsgeräten oder wenn wir nach dem Wellenmesser eine bestimmte Wellenlänge am Gerät einstellen, zum Beispiel das Gerät eichen wollen. Dann muß der Wellenmesser selbst eine gewisse Welle erzeugen können. Dies geschieht nun auf dem Umweg des Überlagerers. Auch hier arbeitet der Wellenmesser als reiner Absorptionskreis, indem er diesmal dem Überlagerer Energie entzieht, wenn beide Schwingungskreise auf genau dieselbe Wellenlänge eingestellt sind. Um eine bestimmte Welle am Gerät einstellen zu können, müssen wir erst den Wellenmesser nach der Eichkurve genau auf die gewünschte Welle einstellen, den Überlagerer dann solange verändern, bis das Milliampere meter des Wellenmessers wieder den größten Ausschlag zeigt; nun sendet unser Überlagerer die gewünschte Welle aus. Dann muß das Empfangsgerät wie beim Aufsuchen eines Senders auf den Überlagerer eingestellt werden, bis dieser in der Tiefe verschwindet. Bei gepanzerten Geräten gehen wir beim Messen eines gefundenen Senders umgekehrt zu Werke; wir überlagern ihn zuerst, bis der Ton in der Tiefe verschwindet und suchen dann mit dem Milliampere meter die genaue Wellen-

Abb. 2. Wellenmesser und Überlagerer fertig aufgebaut.



länge. Die Einstellung ist hierbei in allen Teilen sehr scharf, so daß eine Genauigkeit von 3 % bis zu 1 % erzielt werden kann,

**Der Bau**

Abb. 2 zeigt im Photo die beiden Apparate, links der Wellenmesser, rechts der Überlagerer. Zum Bau des Wellenmessers benötigen wir folgende Teile:

- 1 Drehkondensator, 1000 cm, möglichst Nieren- oder Mittellinienform ..... M. 9.—
  - 1 Hartgummiplatte, 140/200/6 mm, auf den Kasten passend ..... " 1.80
  - 1 Kasten, etwa 140/200/100 mm ..... " 3.—
  - 1 Milliampereometer, 0 bis 1,5 Milliamp. .... " 17.—
  - 1 Doppelsteintelektor ..... " 1.—
  - 6 Buchsen, 4 mm ..... " —.36
  - 1 Spulenkörper, 65 mm/90 mm ..... " —.30
  - 4 Steckerstifte, 4 mm ..... " —.40
  - 1 Hartgummileiste, 10/10/90 mm ..... " —.20
  - 13 m Hochfrequenzlitze ..... " 1.60
  - 1 m Schaltdraht, 1,5 mm, versilbert ..... " —.15
- M. 34.71

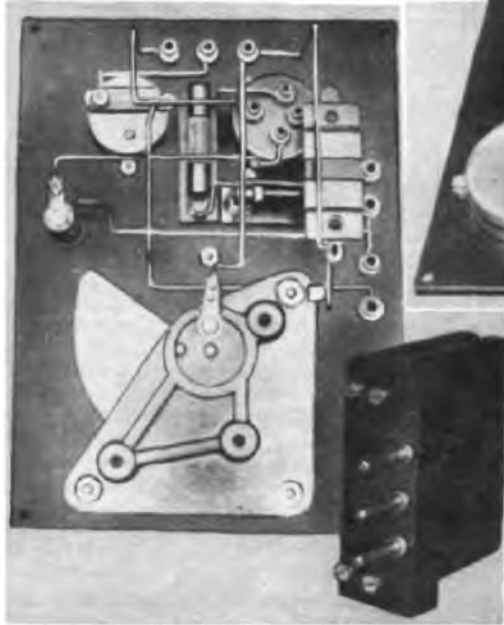


Abb. 7. Ein Blick unter den Deckel des Überlagerers (links) und des Wellenmessers (rechts oben).

Nun zum Überlagerer. Abb. 5 gibt für ihn das Bohrschema an, Abb. 6 die Spulenausmaße und die Windungszahl. Für den Überlagerer benötigen wir folgende Teile:

- 1 Drehkondensator, 1000 cm (auch Glimmer ist gut, 3.80) ..... M. 9.—
  - 1 Feinstellskala dazu ..... " 4.—
  - 1 versenkter Röhrensokkel ..... " 1.80
  - 1 Einschalter, zirka ..... " 2.—
  - 1 Blockkondensator, 1000 bis 3000 cm ... " 1.20
  - 2 Silbhalter ..... " —.60
  - 1 Dralowid-Reduktor ..... " 2.—
  - 1 Dralowid-Polywatt, 0,01 Megohm ..... " 1.40
  - 7 Buchsen, 4 mm ..... " —.40
  - 3 Steckerstifte, 4 mm ..... " —.70
  - 2 Trolitabfallscheiben, 80/80/6 mm ..... " 1.—
  - 1 Trolitabfallscheibe, 25 mm Durchm. ... " —.10
  - 1 Trolitaste, 30/15/80 mm ..... " —.80
  - 40 m baumwollimp. Draht, 0,3 mm ..... " 1.20
- M. 25.—



Abb. 7 gibt im Lichtbild eine Innenansicht der beiden Geräte und zeigt den überaus einfachen Aufbau des Wellenmessers; vorne rechts die Spule dazu. Das im Bilde sichtbare kleine Milliampereometer des Überlagerers ist im Gerät kurzgeschlossen, da es als Weicheiseninstrument eine Drosselwirkung ausübte und Schwinglöhler erzeugte. Ein teures Drehspuleninstrument erübrigt sich aber für den Überlagerer, es sollte nur anzeigen, ob überhaupt Schwingungen vorhanden sind, darum kann es ohne Schaden weggelassen werden.

Noch einiges über die Spulen. Während die Wellenmesserspule, wie Abb. 4 zeigt, als reine Zylinderspule mit Hochfrequenzlitze gewickelt wird, kann die Überlagererspule nach der Abb. 6 mittels zwei Trolitabfallstücken und einer Scheibe, die wir mit Azeton zusammenkleben, hergestellt und nach dem Wickeln nach Abb. 6 gesockelt werden. Wer sich diese Arbeit aber sparen will, kann ruhig zwei dünne Pertinaxscheiben und eine Holzscheibe dazu verwenden und mit einem üblichen Spulenstecker sockeln, den dritten Anschluß der Mittelabzapfung aber mittels eines Bananensteckers in einer Büchse unterbringen. Die Feinstellskala des Überlagerers ist notwendig, auch wenn ein Glimmerdrehkondensator benützt wird, der dem guten Arbeiten des nicht besonders kritischen Überlagerers nicht schadet. Die nötige Betriebsspannung mit 4 Volt Heizung und 90 Volt Anodenspannung kann den Empfangsgerätebatterien entnommen werden, wenn auch getrennte Spannungen besser wären; auch Netzanschluß eignet sich für den Überlagerer sehr gut, dabei ist nicht einmal notwendig, eine Drosselung der Netzgeräusche zu versuchen, der Netzton erleichtert sogar das Abstimmen. Mit Erde hängt er nicht zusammen, folglich kann er ohne Gefahr direkt an die Lichtleitung angeschlossen werden. Für die Heizung benötigen wir jedoch in diesem Falle einen eigenen Akkumulator, um keine gefährliche Verbindung zwischen dem Netz und unserem Empfangsgerät entstehen zu lassen.

Mit Ausnahme des Milliampereometers, das unbedingt ein Drehspuleninstrument der besten Ausführung sein muß, können auch ältere, bereits vorhandene Teile benützt werden. Bei Verwendung eines 500-cm-Drehkondensators wird natürlich die Spule entsprechend größer. Mit den angegebenen Größen bestreicht der Wellenmesser den gesamten Rundfunkbereich von 150—700 m. Abb. 3 gibt die Maße für Bohrung der Platte des Wellenmessers, Abb. 4 die Spule und ihre genaueren Abmessungen an.

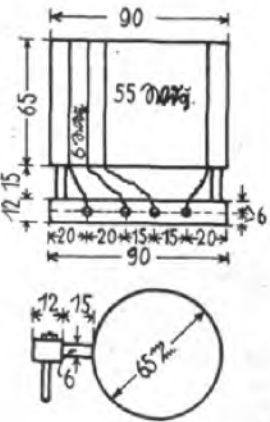


Abb. 4.

Spule für den Wellenmesser.

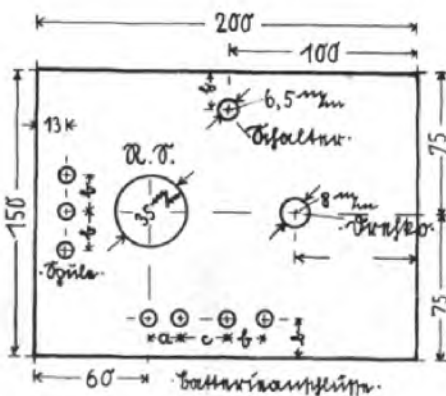


Abb. 5. Platte für den Überlagerer.

**Die Eichung des Wellenmessers**

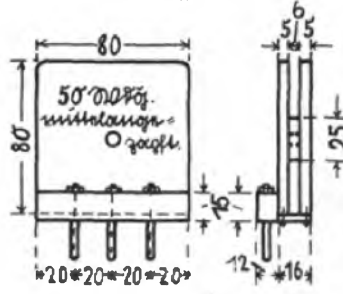


Abb. 6. Spule für den Überlagerer.

ist die weitaus kritischste Angelegenheit, denn vom genauen Arbeiten hier hängt ja die Genauigkeit des Meßgerätes ab. Zur Eichung suchen wir mittels des Empfängers einige bekannte Sender auf und tragen die hierzu gefundene Einstellung des Wellenmessers auf einem Koordinatensystem auf, wie dies bei allen Eichungen gemacht wird. Haben wir mehrere derartige Punkte genauestens festgelegt, so verbinden wir sie zur Eichkurve. Die Kopplung zwischen Wellenmesser und Überlagerer einerseits sowie dem Empfangsgerät andererseits muß dabei möglichst lose sein, um schädliche Rückwirkungen zu vermeiden.

Wird außerdem der Drehkondensator des Wellenmessers geeicht, so können wir mit dem Gerät auch noch Kapazitäts- und Selbstinduktionsmessungen vornehmen, so daß wir damit tatsächlich ein ausgezeichnetes Meßgerät besitzen. Rudolf Wittwer.

**Wenn ein Kabelschuh fehlt.**

Wie ein Funkfreund sich helfen kann, wenn ihm ein Kabelschuh fehlt, lehrt die „Wireless World“ in Heft 470, S. 251. Hierzu Abb. 1. Natürlich wird man den Kabelschuh, aus Draht nach dem Zurechtbiegen verlöten.

