

FUNKSCHAU

MÜNCHEN, DEN 25. 1. 31.

Nr. 4

VIERTELJAHR
Mk. 1.80



Die Liliputspule kann sich
in der großen verstecken
(Zu unserem Aufsatz auf
Seite 29)

Wolfsalarm per Radio

Durch ganz Sibirien sind eine Reihe kleiner russischer Funkstellen verstreut, die Handels- und militärischen Zwecken dienen. Die unangenehmste Seite der sibirischen Taiga sind die Wolfsrudel, die in einer Anzahl und Stärke auftreten, daß die Bewohner der Ortschaften regelrecht Wache schieben müssen, um beim Herannahen einer Horde den Ort zu schützen. Die Funker einer Staatsfunkstelle kamen auf die Idee, in einigen Kilometern Abstand ein paar Mikrophone in die Bäume zu hängen. Mit Kohlekörnermikrophonen, Eindrahtleitungen und Baumwurzeln als Erde läßt sich das ja recht gut machen, und vor allem billig. Die Mikrophonleitungen werden in der Funkstelle auf einen Verstärker geschaltet und der diensttuende Funker hört damit, ob und woher die durch infernalisches Geheul sich anzeigenden Wölfe kommen; er kann den Ort beizeiten alarmieren, so daß die biederen Muschiks nicht mehr Wache zu schieben brauchen. C.K.

WIEDER GLEICHWELLEN RUNDFUNK



In diesen vielen „Schrankfächern“ steckt der sog. Gleichrichter des Berliner Senders mit Rohrenvervielfachung und Grundgenerator.

Die Deutsche Reichspost hat den Bau der neuen Großsender beschlossen. Gleichzeitig mit diesen Großsendern soll eine Anzahl Gleichwellensender in Betrieb genommen werden.

Wie Gleichwellensender aufgebaut sein müssen und wie weit man sie störungsfrei empfangen können, darüber unterrichtet ausführlich dieser Artikel.

Der Vorläufer der Gleichwelle ist die Gemeinschaftswelle. Das waren Wellenlängen, die gleichzeitig mehreren Sendern zuerteilt wurden, die räumlich weit auseinander lagen und nur mit kleiner Energie arbeiteten. Da jeder dieser Sender ein anderes Programm ausstrahlte, kam es vielfach zu Störungen untereinander, die die Empfangsmöglichkeiten sehr stark beeinträchtigten. Man versprach sich eine wesentliche Verbesserung der Empfangsverhältnisse, wenn alle Sender, die auf der gleichen Welle arbeiteten, dasselbe Programm ausstrahlen würden. 1926/27 begannen in England dann die Versuche mit dem Gleichwellenrundfunk.

Für diese Versuche benutzte man den Sender Daventry Experimental mit 20 kW Leistung und Birmingham mit 1 kW. Es wurde auf 491,8 m gesendet. Zur genauen Synchronisation der Trägerwellen wurde ein dritter Sender in Daventry errichtet, der für beide Sender die Steuerfrequenz von 983,6 m lieferte. Diese gemeinsame Grundfrequenz wurde mit besonderen Empfangsgeräten aufgenommen und nach Verdopplung für die Steuerung der beiden Sender benutzt. Durch diese gemeinsame Steuerquelle erreichte man eine genaue Synchronisation. Zuerst liefen beide Sender ohne Modulation. Waren die beiden Trägerwellen annähernd in Phase, so konnten kaum Störungen beobachtet werden. Es gab allerdings stationäre Interferenzerscheinungen. Dann wurden die beiden Sender mit dem gleichen Programm moduliert und nun stellte sich folgende Erscheinung heraus:

War an einem Punkt die Feldstärke beider Sender annähernd gleich groß, so traten Verzerrungen ein. Durch Messungen wurde festgestellt, daß die Feldstärke eines Senders fünfmal so groß sein muß wie die des anderen Gleichwellensenders, um an diesem Punkt einwandfreien Empfang zu haben. Es gibt also um jede Station herum ein Gebiet, das stets einwandfreien Empfang hat. Außerhalb dieses Gebiets, in einer Zone, die als Störgebiet (Abb. 1) oder Flackerzone bezeichnet wird, ist guter Empfang zwar möglich, aber in der Regel werden hier immer Verzerrungen auftreten. Die Rundfunkteilnehmer dieses Gebiets sind also auf den Empfang eines Hauptsenders angewiesen. Wichen jedoch die Frequenzen der Trägerwellen nur um 5 Hz voneinander ab, so mußte die Feldstärke des einen Gleichwellensenders schon zehnmal so groß sein wie die des anderen, um einwandfreien Rundfunkempfang zu gewährleisten, d. h. das Störgebiet vergrößerte sich.

Die gleichen Beobachtungen wie in England wurden bei den Gleichwellenversuchen des Reichspostzentralamts Ende 1927 in Berlin ge-

macht. Mit dieser Erscheinung hat man daher auch bei dem neuen Vorschlag zur Verbesserung des Fernempfangs in der Großstadt zu rechnen; da das Störgebiet etwa 80 Prozent der Entfernung ausmacht, liegt die Vermutung nahe, daß der Empfänger für den Empfang des fernem Senders bereits im Störgebiet liegen würde, und es ist fraglich, ob durch Richtantennen sich die darin auftretenden Verzerrungen restlos beseitigen lassen.

Am 13. Januar 1929 wurde in England der Gleichwellenrundfunk mit einer großen Anzahl von Sendern eröffnet (Abb. 2). Die Synchronisation der Gleichwellensender wird

in England durch Stimmgabeln

vorgenommen. Jeder dieser Sender hat eine Stimmgabel, die durch einen Röhrenkreis in

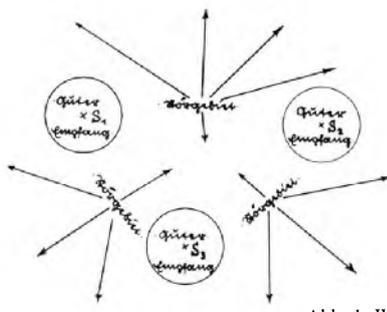


Abb. 1. Wie sich Störzonen und Horzonen verteilen.

Schwingung gehalten wird. Durch die Schwingungen der Stimmgabel wird ein magnetisches Feld geändert, das auf eine Spule einwirkt und in dieser einen Strom hervorruft, der dieselbe Frequenz wie die Stimmgabel hat. In 10 Stufen wird dann durch Verdopplung die Frequenz auf die der Sendewelle von 288,5 m erhöht. Da die Stimmgabel bei Temperaturunterschieden ihre Frequenz ändert, war es notwendig, sie so unterzubringen, daß die Temperatur konstant bleibt. Trotzdem lassen sich gewisse Abweichungen der

einzelnen Trägerwellen von der vorgeschriebenen Frequenz mit dieser Methode nicht ganz vermeiden, was eine verhältnismäßig unwesentliche Verkleinerung des Gebiets mit einwandfreiem Empfang zur Folge hat.¹⁾

Während man also in England die Synchronisation der Trägerwellen an jedem Gleichwellensender einzeln vornahm, benutzte man bei den deutschen Vorversuchen einen gemeinsamen Grundfrequenzgenerator. Ende 1927 begannen die Versuche mit zwei Gleichwellensendern nach einer Anordnung von Telefunken. Der Grundfrequenzgenerator lieferte eine Frequenz von 30000 Hz, die durch Verdopplung in vier Kaskaden auf das 16 fache erhöht wurde, was einer Wellenlänge von etwa 625 m entspricht. Die Beobachtungen der beiden Sender ergaben die gleichen Resultate wie bei den englischen Gleichwellenversuchen.

¹⁾ Bradford, einer der englischen Gleichwellensender, arbeitete vorher auf einer Gemeinschaftswelle. Es gab Interferenzen, die störungsfreien Empfang nur bis zu einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ km vom Sender zuließen. Seit der Einführung des Gleichwellenrundfunks ist diese Zone auf 10 km gestiegen, trotzdem die einzelnen Gleichwellensender viel dichter beieinander liegen, als es vorher bei den Sendern auf der Gemeinschaftswelle der Fall war. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den anderen Gleichwellensendern.

Rechts: Ein Thermostat, eine Art Thermosflasche mit automatischer Temperaturregelung. In einem solchen Gebilde befindet sich der empfindliche Quarzkristall.



Links: Abb. 3. Die Spulen, in denen die Frequenz vervielfacht wird. Das Eisen in den Spulen wird durch die Verarbeitung teurer als Gold.

GLEICHWELLENRUNDFUNK IN DEUTSCHLAND UND ENGLAND



VOR SICH GEHT

Dann wurde ein neuer Versuch mit drei Gleichwellensendern gemacht, um festzustellen, wie der Empfang durch einen dritten Gleichwellensender beeinflusst wurde. Die Sender waren voneinander etwa je 8 km entfernt. Wurden nur zwei Sender betrieben, so zeigten sich die gleichen Empfangsverhältnisse wie bei den ersten Versuchen, wurde jedoch der dritte Sender hinzugeschaltet, so konnte das Gebiet der Minima - und damit auch die Störzone - verringert werden, da ausgeprägte Minima nur in der Störzone zu beobachten sind. Dieser letzte Versuch war dann auch richtunggebend für die spätere praktische Durchführung des Gleichwellenrundfunks Berlin O - Stettin - Magdeburg.

Die Anordnung von Lorenz, die hier benutzt wird, unterscheidet sich von der Telefunken vor allem hinsichtlich der

Grundfrequenz und der Frequenzvervielfachung.

Lorenz benutzt eine Grundfrequenz, die noch im Bereich der Sprechfrequenzen liegt, also etwa 2000 Hz. Um für die Vervielfachung nicht übermäßig viel Röhrenstufen zu erhalten, hat Lorenz für diesen Zweck Frequenzwandler entwickelt, die nur wenig Platz beanspruchen, wie sie auch bei den Maschinensendern benutzt werden. Der Eisenkern dieser Wandler besteht aus einem Steatitkörper, um den Eisenband aus einer Speziallegierung von 0,05 mm Stärke gewickelt ist. Um den Eisenkern herum ist dann eine einzige Wicklung von Hochfrequenzlitze gelegt. Die Abb. 3 zeigt die drei Frequenzwandler. Der Maßstab daneben veranschaulicht die geradezu winzige Größe dieser Geräte, die trotzdem höchst genau sein müssen. Der Kern der kleinsten enthält nur noch 0,1 g Eisen, das durch die Bearbeitung teurer als Gold wird; 1 g kostet nämlich 3 Mark. In der ersten Stufe wurde die Grundfrequenz auf das 9fache erhöht, in der zweiten Stufe ebenfalls auf das 9fache und in der dritten Stufe um das 7fache, so daß insgesamt eine Erhöhung um $9 \times 9 \times 7 = 567$ mal vorgenommen wurde. Mit diesen festen Wandlern wurde die Berliner Gleichwelle bis Ende des vorigen Jahres betrieben, während heute die Frequenzerhöhung durch Frequenzvervielfachung in Röhrenstufen geschieht.

Die Berliner Gleichwelle arbeitet mit einer Grundfrequenz von 1869,5 Hz. Die Zentrale ist der Sender Berlin O. Die Grundfrequenz wird über einen Verstärker direkt dem Gleichwellenteil des Berliner Senders zugeführt und über Kabel nach Stettin und Magdeburg geleitet. Besprochen werden die Sender vom Aufnahmerraum der Funkstunde aus.²⁾

²⁾ Anm. d. Schriftl.: Genauere Einzelheiten hierüber bringt der Artikel „Der deutsche Gleichwellenrundfunk“ im 3. Juniheft 1929.

Der Grundfrequenzgenerator hat eine Leistung von 5 Watt. Er ist ein gewöhnlicher Röhrensender für eine Frequenz von 1500—2500 Hz. Die Frequenzvervielfachung wird jetzt mit Röhren vorgenommen, und zwar geschieht sie genau wie vorher in drei Stufen mit dem gleichen Erhöhungsverhältnis in jeder Stufe wie bei Benutzung von Frequenzwandlern. Im Gegensatz zu den Engländern, die die Frequenzerhöhung durch Verdopplung in verschiedenen Kaskaden vornehmen, benutzt Lorenz eine Anordnung, die von den Engländern als zu kompliziert abgelehnt wurde, nämlich die Ausbiegung einer der harmonischen Oberschwingungen der Grundfrequenz. Die Grundfrequenz wird an das Gitter der Vervielfachungsröhre gelegt. Der Arbeitspunkt der Röhre wird durch hohe negative Gittervorspannung weit in den negativen Teil der Charakteristik verschoben. Es werden zur gesamten Frequenzerhöhung nur 6 Röhren verwendet, wobei in jeder Stufe eine gleichbleibende Leistung von $\frac{1}{2}$ Watt erhalten bleibt. Sie verbrauchen 50 mA bei 200 Volt Anodenspannung.

Eine solche Vervielfachungsstufe ist sowohl hinsichtlich der zugeführten Hochfrequenz als auch der Anodenspannung außerordentlich spannungsempfindlich. Ausgleichsverstände sorgen dafür, daß sich die Anodenspannung um $\pm 5\%$ ändern kann, ohne daß sich das im Endverstärker merklich äußert. Die vom Kabel kommende Steuerfrequenz von $\frac{1}{20}$ Volt wird durch ein Röhrenvoltmeter kontrolliert. Ein Eingangverstärker hält die Spannung selbst bei Schwankungen von +25% selbsttätig konstant. Jeder der Gleichwellensender kann auch für sich als selbsterregter Sender laufen, wenn man die Neutralisierung in der letzten Verstärkerstufe entfernt und diese als Selbsterregter benützt.

Die zweite deutsche Gleichwelle Köln-Münster-Aachen stellt einen dritten Typ des Gleichwellenrundfunks dar, der mit dem englischen insofern Ähnlichkeit hat, als hier die Synchronisierung der Trägerwellen der einzelnen Gleichwellensender an Ort und Stelle geschieht. Die Grundfrequenz wird bei Köln-Münster-Aachen

durch Quarzkristalle

erzeugt, die eine Eigenfrequenz von 659,5 kHz haben. Durch Verdopplung in einer Stufe, wie man es auch von den Kurzwellensendern her kennt, wird dann die Frequenz auf 1319 kHz erhöht, was einer Wellenlänge von 227,4 Meter entspricht. In den Steuerstufen kann der Sender auf Wellenlängen zwischen 450 und 500 m eingestellt werden, in den Endstufen auf Wellenlängen zwischen 200 und 250 Meter. Die Gleichwelleneinrichtung ist bei diesen Sendern in einem Gestell untergebracht, das jedem

Sender mit 2 Röhren RS 18, mit 2 RS 19 oder einer RS 15 vorgeschaltet werden kann. Für die Umstellung auf Gleichwellenbetrieb brauchen an diesen Sendern nur geringfügige Änderungen vorgenommen zu werden, die in ein paar Minuten bewerkstelligt sind, während man bei der Berliner Anordnung noch besondere Kabel für die Übermittlung der gemeinsamen Grundfrequenz braucht.

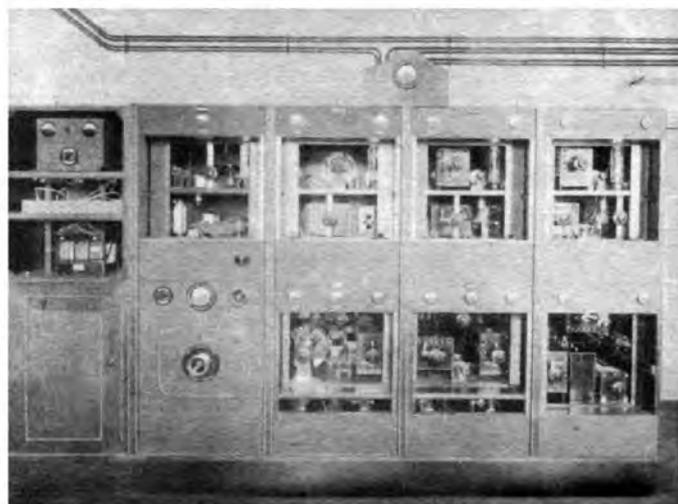
Da der Quarzkristall die Eigenschaft hat, seine Frequenz mit der Temperatur zu verändern, ist es notwendig, ihn in einem Thermostaten unterzubringen, der die Temperatur ständig auf dem einmal eingestellten Wert hält. Dieser Thermostat besteht aus einem Kupferzylinder, um den eine Heizwicklung herumgelegt ist. In der Nähe der Heizwicklung befindet sich ein Quecksilber-Kontakt-Thermometer, das schon auf Temperaturänderungen von $\frac{1}{10}^{\circ}\text{C}$ anspricht und die Heizwicklung über ein Röhrenrelais ein- oder ausschaltet. Die Temperatur in Thermostaten beträgt 50°C . Ist die Heizung eingeschaltet, so zeigt das eine Kontrolllampe an. Mit einem Regulierwiderstand wird die Heizenergie so abgeglichen, daß die Heiz- und Abkühlungszeiten genau gleich sind. Der Kasten, in dem der Thermostat mit dem Quarz untergebracht ist, ist gleichfalls als Thermostat ausgebildet, der die Temperatur auf 30°C konstant hält. Die Heizwicklung am Boden dieses Kastens wird durch ein Kontakt-Thermometer über ein Relais aus- oder eingeschaltet. Auf diese Weise wurde erreicht, daß die Temperatur des Quarzes auf $\frac{3}{1000}^{\circ}\text{C}$ konstant gehalten wird, was praktisch eine nahezu vollkommene Frequenzkonstanz ergibt. Die Frequenz des Quarzes ist jedoch außerdem noch von Änderungen der Heiz-, Gitter- und Anodenspannungen abhängig. Die Spannungen werden daher ständig kontrolliert und von Hand nachreguliert. Die Abweichungen von der Frequenz der Sendewelle sind bei der Quarzsteuerung kleiner, als bei Stimmgabelsteuerung.

Bei Köln-Münster-Aachen arbeiten alle drei Sender mit verschiedener großer Energie. Diese Unterschiede in der Leistung bewirken beim Gleichwellenrundfunk eine Verschiebung des Störgebiets zum schwächeren Sender hin, was um so stärker in Erscheinung tritt, je kleiner die Entfernung zwischen diesen Sendern ist. Das gute Empfangsgebiet des Aachener Senders erstreckt sich daher nur über einen Umkreis von ca. 3—5 km vom Sender, das Kölner dagegen auf einen Umkreis von 40—50 km und das von Münster, trotz der kleinen Sendeenergie, wegen der größeren Entfernung von Köln über einen Umkreis von etwa 30 km. Auch der westdeutsche Gleichwellenrundfunk wurde von Lorenz gebaut.

Norbert Meyer.



Abb. 2 Englands Gleichwellenrundfunk



Das Äußere des Gleichwellensenders in Stettin läßt wenig mehr erkennen, als geheimnisvolle Spulen und Kondensatoren, die in abgetrennten Kästen stecken.

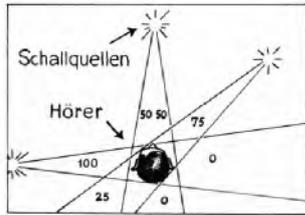
RÄUMLICHES HÖREN OD. SCHALLPERSPEKTIVE?

EIN VORSCHLAG: DIE ECHOMASCHINE.

Wenn ich eine photographische Aufnahme mache, so bekomme ich als Ergebnis ein flaches Bild, wohl in den Perspektiven richtig, aber unkörperlich, nicht greifbar. Wird im Sende-raum ein Mikrophon besprochen, so liefert unser Lautsprecher zu Hause nur die Modulation, ebenso flach und ohne Plastik, wie unser Photo. Der Lautsprecher liefert die Perspektiven aber ganz richtig, denn wir hören genau, ob der Trompeter nah oder ferne dem Mikrophon bläst, genau wie im Photo der ferne Kirchturm vom nahen unterscheidbar ist.

Es ist gut, daß die fehlende Plastik in Bild und Ton von uns nicht so stark empfunden

Abb. 1. Wie die Lautstärke einer Schallquelle verschieden stark empfunden wird, je nachdem der Kopf dazu steht.



wird; wir sind daran gewöhnt und Zeichnungen, Gemälde und Photos befriedigen unsere Vorstellung vollauf mit Angabe der Perspektive. Halten wir unsere Finger ganz nahe vor die Augen, so konvergieren sie nach innen, wir schielen nach dem Finger. Wie ist das nun mit den Ohren? Die Ohren können nicht konvergieren, sie können einen Klangkörper nicht „ins Ohr fassen“.

Hier liegen die Verhältnisse offenbar anders, als in der Optik. Wir wissen mit geschlossenen Augen genau, von welcher Seite der Schall kommt. Ist es die geringe Zeitdifferenz der ankommenden Schallwelle, die durch die Entfernung der beiden Ohren voneinander verursacht wird?

Die Zeitdifferenz ist im Gehirn registrierbar. Für den stereophonischen Effekt jedoch belanglos. Das Ohr, das der Schallquelle zugewandt ist, vernimmt den Laut intensiver, als das abgewandte Ohr. Aus diesem Grunde sind die Ohren seitlich am Kopfe, voneinander abgewandt, anders als die Augen, die beim plastischen Sehen gleichbeteiligt sind (Abb. 1).

Steht die Schallquelle genau vor uns, so vernennen beide Ohren genau gleiche Lautstärke. Wir können also genau feststellen, ob der Schall links oder rechts von uns seine Ursache hat.

Abb. 2. Das (links) im Schallschatten liegende Mikrophon wird durch die Beugung der Schallwellen mit zur Aufnahme herangezogen.



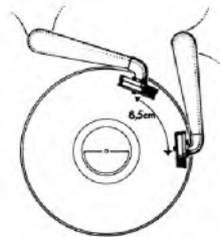
Aus diesem Grunde erscheint es bei stereophonischen Versuchen wichtig, die beiden Mikrophone genau wie unsere Ohren aufzustellen, da sie doch dieselben ersetzen sollen, besonders wenn es darauf ankommt, daß derselbe Raum mit seinen verschiedenen Schallquellen genau so projiziert werden soll, als er tatsächlich ist (Abb. 2). Das kann für ein Hörspiel, in dem verschiedene Personen auftreten, sehr wichtig sein, wenn man auch die verschiedenen Richtungen unterscheiden kann. Da aber für jedes Mikro getrennte Sendung auf zwei Wellen, getrennter Empfang und Wiedergabe beim Hörer nicht zu umgehen ist, so wird das noch Zukunftsmusik sein und wir überlassen es dem Tonfilm, der getrennte Aufzeichnung und Wiedergabe leichter durchzuführen imstande ist.

Vorläufig sind wir zufrieden mit der monophonen Übertragungsweise und sehen zu, was sich hier noch verbessern läßt, um den sogenannten „Raumton“, also einen Pseudoeffekt, auszubilden.

Dieselben Phasendifferenzen, die beim stereophonen Hören unwichtig sind, sind für das monophone, einohrige Hören der allerwichtigste Faktor. Wir haben oben etwas von einer Tonperspektive gelesen. Der Lautsprecher sagt uns deutlich, ob jemand fern vom Mikro schreit oder nahe demselben flüstert. Dabei ist die Lautstärke, die der Lautsprecher abgibt, belanglos. Der Lautsprecher vermittelt uns auch, ob der Sänger in einem riesigen Saale oder in einer kleinen, mit Stoff ausgekleideten Kabine singt. Die Wiedergabe aus der kleinen Kabine klingt glanzlos und trocken, da ihr jegliches Echo fehlt.

Einen Ruf in die Berge bringt uns das Echo zurück, nämlich im Weg-Zeitverhältnis des Schalles. Je kürzer der Weg des Schalles bis zum Reflektor, desto eher bekommen wir das Echo zu hören. In einem großen Saale kommt das Echo schon zurück, bevor der Ruf beendet ist, es wird noch öfter zwischen den Wänden hin- und hergeworfen; man nennt das den Nachhall. Per Londoner Sender und auch der Münchener Sender haben, um auf den Schall, der in kleinen Räumen erzeugt wurde, Hallwirkungen überlagern zu können, Echoräume eingerichtet. In diesem Falle wird der Mikrophonstrom über einen Verstärker einem Lautsprecher im Echoraum zugeführt, der in einer Entfernung von 10 bis 20 m wieder ein Mikrophon bespricht, dessen verstärkter Strom mit der ursprünglichen Sendung über ein Weichensystem wieder vereinigt wird. Das Weichensystem, das aus Verstärkern kombiniert ist, muß niederfrequente Rückkoppelungen vermeiden.

Abb. 3. Das Ultraphonprinzip. Die zweite Schalldose läuft mit einer zehntel Sekunde Verspätung.

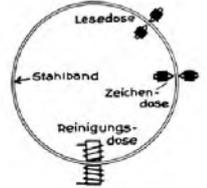


Dies ist der einfachste Weg, um zwei gleichgeformte Wechsellspannungen verschoben überlagern zu können, nur fehlt dieser Anordnung ein geeigneter Variationsbereich. Es ist damit nicht möglich, ein Echo in den Bergen, ja sogar ein mehrfaches zu erzeugen, es wird auch nicht gelingen, die Akustik des Waldes oder eines Domes mit ihr zu kopieren, -denn alle diese Situationen sind zu grundverschieden in den Phasendifferenzen. Vor einigen Jahren hat Küchenmeister eine Vorrichtung am Sprechapparat konstruiert, die mit zwei Schall Dosen in einem Abstand von 8 cm zueinander den Schall aus der gleichen Plattenrille nahm. Es ergab sich eine Differenz von einer zehntel Sekunde, die der Wiedergabe eine volle und räumliche Wirkung gab (Abb. 3).

Die Meinungen um dieses „Ultraphon“ waren verschieden. Für uns ist hier wichtig, daß diese Anordnungen nichts mit Plastik oder Stereophonie, sondern nur mit Tonperspektive zu tun haben. Wir wollen die Bezeichnung „Raumton“ gelten lassen, da der Begriff schon zuviel in die monophone Technik eingedrungen ist. Nur bleibt fest gestellt, daß er physikalisch nichts anderes ist als „Schallperspektive“. So lange wir nur mit dieser in unserer heutigen Phontechnik zu tun haben, liegt es ganz in unserem Willen, dieselbe zu handhaben.

Ich habe einen kleinen Apparat durchdacht, der die engen Grenzen eines Echoraumes umgeht und alle erdenklichen Möglichkeiten wiederzugeben imstande ist. Mit Hilfe des bekannten sprechenden Drahtes ist es möglich, eine Modulation, die magnetisch auf den Draht gezeichnet wird, in beliebigem Abstand hinterher wieder abzunehmen. Die Aufzeichnung geschieht mittels eines kleinen Elektromagneten, dessen Spule die Mikrofonströme durchfließen. Die Abnahme erfolgt durch einen permanenten Magneten, in dessen Spulen, die quer magnetisierten Stellen, die den Schallschwingungen entsprechen, Induktionsströme hervorgerufen, die dann wieder verstärkt nach einer Verstärkerweiche dem ursprünglichen Mikrofonstrom zugeführt werden. Bis jetzt wäre alles ähnlich wie beim Echoraum. Da aber für ein Rundfunkprogramm unendlich viel Besprechungsdraht nötig wäre, ist die Konstruktion so

Abb. 4. Der „Raumdraht“, ein neuartiger Vorschlag für scheinbar räumliches Hören.



getroffen, daß ein kreisförmiges Stahlband als Träger der Aufzeichnung dient. Es ist bekannt, daß mittels eines starken Elektromagneten die Modulation auf dem Draht wieder gelöscht werden kann und das ist hier beim endlosen Stahlband verwendet, da ja sonst eine Aufzeichnung auf die andere kommen würde.

Also: 1. die Zeichendose, 2. die Lesedose, 3. die Reinigungs-dose (Abb. 4). So kann das Ganze seinen stundenlangen Lauf nehmen. Und nun die Möglichkeiten: Aufzeichnung und Abnahme veränderlich bis zu 20 cm, oder was dasselbe bezweckt, Veränderung der Tourenzahl des Stahlbandringes von 10 Umdrehungen bis zum Schallplattentempo und darüber. Um die verschiedensten Hallwirkungen erzeugen zu können, ist es notwendig, statt einer Abnahmedose deren mehrere in Serie geschaltet aufzusetzen. Die Dosen sind so konstruiert, daß sie stufenweise bis zur letzten schwächere Leseströme abgeben. Diese Kombination kommt in Frage bei der Wiedergabe eines großen Saales.

Wenn wir die Wiedergabe im Lautsprecher vernennen, wissen wir, wie groß der Raum ist und können das darauf zurückführen, daß wir zeitlich in Verbindung mit optischen Eindrücken Erfahrungen gesammelt haben. Der Nachhall hat dem Raum entsprechend eine bestimmte Färbung. In manchen Räumen klingt die Sprache hell, in anderen dunkel. Wir hören das auch aus verschiedenen Sender- und Schallplattenstudios. Wir sind versucht, das auf die Eigenresonanz des Raumes zurückzuführen. Die Sache verhält sich ganz anders. Abb. 5 zeigt uns einige Frequenzen (a) von verschiedenen Höhen. Wir sehen weiter auf denselben Kurven andere (b), die um ein angenommenes Zeitmaß verschoben sind. Es handelt sich also um ein einfaches Echo, das wir gleichstark wie den Urton annehmen. Diesen beiden Kurven ist mit dickerem Strich eine dritte (c) aufgezeichnet. Sie ist die Summe der ersten beiden. Beim Betrachten der verschiedenen Frequenzen fällt uns auf, daß einige sehr verstärkt werden,

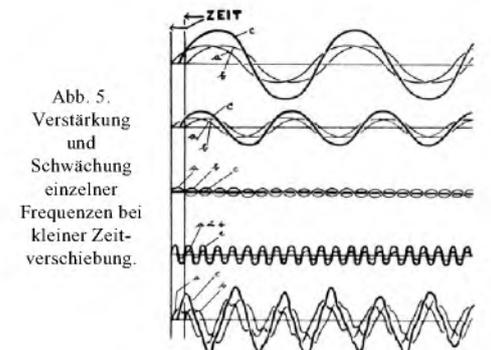


Abb. 5. Verstärkung und Schwächung einzelner Frequenzen bei kleiner Zeitverschiebung.

andere teilweise oder ganz ausgelöscht werden. Das hängt nun ganz von der Zeitdifferenz ab. Bei anderen Zeitdifferenzen werden wieder andere Tonhöhen verstärkt und geschwächt. Beim Echo eines Raumes wird es aber nie soweit kommen, daß einige Frequenzen ganz absorbiert werden. Dies hat zwei Gründe. Erstens ist das Echo nie so stark als die Ursache, folglich bleibt die ursächliche Frequenz noch etwas erhalten und zweitens kommt in einem Räume nicht nur eine einzige Zeitdifferenz in Frage, sondern mehrere, z. B. in den Diagonalen des Raumes, seinen anderen Wänden und seiner Höhe. Im großen ganzen werden aber immer einige Frequenzen in der Stärke zurückbleiben

und die erhaltenen unverstärkten ergeben dann den Lokalton des Raumes.

Zur ganzen Sache kommt noch etwas Wichtiges hinzu: Bei kurzen Echos übernimmt die Trägheit unseres Ohres die Verbindung von Ursache und Wiederholung des Schalles. Der Mechanismus des Ohres besitzt nämlich kleine Schwingkörperchen für alle hörbaren Töne, also 8 Oktaven. Wird nun durch einen bestimmten Ton die entsprechende Gruppe von Schwingkörpern angestoßen, so dauert es ca. ein hundertstel Sekunde, bis sie angependelt hat. Dies ist in großen Räumen von Wert, wenn das Echo mehrere Male zwischen den Wänden pendelt. Wir hören nur einen ausklingenden

Nachhall, da in den Echopausen das Ohr noch schwingt, bis das nächste schwächere Echo kommt. Wenn wir nun den „Raumdraht“, so wird man die Vorrichtung am besten nennen, mit mehreren immer schwächer wirkenden Lese-dosen besetzen und dabei auch Lesestifte verschiedenster Breite verwenden, so stellen wir einen Raum dar, in dem Wandentfernung und Dosenabstand ein Verhältnis bilden. Mit noch größerem Abstand der Dosen kann man das Echo in den Bergen und Wäldern herstellen. Mit der Geräuschkulisse wird sich in Hörspielen der Raum verbinden und unserem Empfinden wird die Wiedergabe bedeutend näher rücken.
Rudo.f I fenninger.

DURCH LILIPUT-SPULEN

**EIN WICHTIGES
KAPITEL
FÜR DEN
BASTLER**



**ZU KLEINEREN
UND
BILLIGEREN
EMPFÄNGEN**

Die E.F.-Baumappte Nr. 81 „Der billigste Batterie-Vierer“ hat einen außerordentlichen Anklang gefunden; in aller Welt lobt man die großen Leistungen dieses Miniaturempfängers, und niemand von all denen, die diesen Empfänger bauten, hat vorher erwartet, daß das Gerät so gut arbeiten würde. „Warum teure Geräte für mehrere hundert Mark.“ schreibt ein Leser aus Kronach, „wenn man für sage und schreibe 87 Mark und fünf deutsche Reichspfennige einen Empfänger bauen kann, der alles heranholt, was überhaupt Wellen in den Äther sendet! Hier haben die E.F.-Baumappen sich selbst überboten!“

Von allen Seiten wird gefordert, daß dieser billige und gute Empfänger auch als Lichtnetzempfänger für Gleich- und Wechselstrom herausgebracht werden soll; wir können unseren Lesern verraten, daß diese Geräte bereits in Arbeit sind und daß sie in einigen Wochen erscheinen sollen. Der Aufbau bleibt im Prinzip genau der gleiche, lediglich hinten wird der Netzteil angebaut. Auf diese Weise soll es auch denjenigen, die den billigsten Batterie-Vierer bereits bauten, ermöglicht werden, das Gerät zum Netzempfänger auszubauen.

Doch das steht im Augenblick nicht zur Diskussion. Wir wollen uns vielmehr einmal darüber klar werden, weshalb es möglich war, diesen Empfänger so billig zu bauen. Die Antwort lautet: „Weil er so klein gebaut wurde“. Montageplatten und Kasten verschlingen ansehnliche Summen; kann man sie sparen, so wird auch der Empfänger billig. Und warum ließ sich das Gerät so klein herstellen? „Weil Liliputspulen verwendet wurden!“

Damit sind wir denn bei unserem heutigen Thema angelangt. Die Liliputspule wird trotz des großen Erfolges, den der billigste Batterie-Vierer erzielte, von den Bastlern immer noch zu wenig angewandt. Fragt man nach dem Grund, so scheint dieser offensichtlich darin zu liegen, daß der ernsthafte Bastler zu dieser kleinen, zierlichen und billigen Spule nicht das rechte Zutrauen hat. Er glaubt, daß eine solche winzige Spule einfach nichts leisten könne — und hat sich mit dieser Annahme glänzend auf Glatteis führen lassen. „Mit meinem Apparat empfangen ich jeden Abend eine große Anzahl Sender so laut, daß man fast sein eigenes Wort nicht mehr versteht“; das ist die Wirklichkeit.

Die Vorteile der Liliputspule, deren Durchmesser nur wenig größer ist, als der Steckerabstand — er beträgt genau 20 mm —, liegen 1. in den kleinen Abmessungen und 2. in der geringen Ausdehnung ihres Streufeldes. Beides ist von maßgeblichem Einfluß auf die äußeren

Dimensionen eines Empfängers. Infolge des kleinen Streufeldes ist es, wie beim billigsten Batterie-Vierer auch geschehen, möglich, ohne jede Abschirmung auszukommen, wenn man die beiden Spulensätze nicht zu dicht nebeneinander aufstellt und sie außerdem so anordnet, daß ihre Achsen im rechten Winkel zueinander stehen. Bei der Verwendung von Schirmgitterröhren ist natürlich auch für die mit Liliputspulen gebauten Empfänger eine Abschirmung nötig; die Abschirmkästen werden hierbei aber so klein, daß man erheblich an Geld und Arbeit sparen kann. Wird eine Abschirmung nicht benötigt, so wird man, da man leicht an die Spulen gelangen kann, diese auswechselbar anordnen; dabei wird die Leitungsführung besonders einfach und übersichtlich; geht man vom Empfang auf Rundfunkwellen zu dem auf Langwellen über, so tauscht man die wenigen Spulen gegen andere größerer Windungszahl aus. Baut man aber einen Schirmgitterempfänger mit Liliputspulen, bei dem eine Abschirmung unbedingt erforderlich ist, so ordnet man innerhalb derselben — da ein Auswechseln der Spulen ja mit Schwierigkeiten verbunden wäre — sowohl einen Spulensatz für lange Wellen, als einen solchen für die Rundfunkwellen an, außerdem einen Umschalter, mit dem die beiden Spulensätze in üblicher Weise umgeschaltet werden. Bei Qualitätsempfängern ist es ratsam, Antennenspule, Gitterspule und Rückkopplungsspule je für beide Wellenbereiche anzuordnen und alle drei Spulen doppelpolig umzuschalten. Wendet man die von einem Rückkopplungs-Drehkondensator Gebrauch machende Art der Rückkopplung an und

legt man außerdem die kathodenseitigen Anschlüsse der drei Spulen zusammen, dann kommt man, wenn es sich um ein gewöhnliches Rückkopplungsaudion handelt, mit einem vierpoligen Umschalter aus, bei einem Rückkopplungsaudion, das auf eine Hochfrequenzstufe folgt, bei dem also die beiden Enden der Primärspule separat umgeschaltet werden müssen, mit einem fünfpoligen, und beim ersten Spulensatz einer Hochfrequenzstufe mit einem dreipoligen.

Mit Liliputspulen kann man prinzipiell sämtliche Empfangsschaltungen aufbauen. Natürlich muß hier immer das rechte Verhältnis gewahrt bleiben: ordnet man einen Mammut-Gegentaktverstärker hinter dem Audion an und verwendet man Drehkondensatoren, das Stück für 15 M., dann sind Liliputspulen nicht am Platz; in diesem Fall wird man vielmehr von räumlichen Spulen geringster Dämpfung mit allen Schikanen Gebrauch machen. Die Liliputspule ist die Idealspule für den Volksempfänger, für das kleine und billige Gerät, bei dem nicht nur an Spulen, sondern auch an anderen Einzelteilen gespart werden soll. Sie verträgt sich z. B. ausgezeichnet mit den kleinen Drehkondensatoren mit festem Dielektrikum, wie sie u. a. von Arthur Lüdke, Nora, Selektor hergestellt werden. Man kann sie feststehend gebrauchen, also in Buchsen einsetzen, die man in entsprechendem Abstand nebeneinander in eine Isolierplatte, meist in das Zwischenpaneel, einmontiert — diese Buchsen stellt man sich selbst aus Rohrabschnitten her, da die handelsüblichen sog. Telephonbuchsen einen zu großen Außendurchmesser besitzen —, kann sie aber auch in „veränderlicher Kopplung“ verwenden; für den letzteren Zweck werden von der Herstellerin der Liliputspulen besondere Koppler auf den Markt gebracht, die in ihren Abmessungen eigens auf die Liliputspulen zugeschnitten sind. Bei ihrer Anwendung enthebt man sich übrigens auch aller Schwierigkeiten bezüglich der Buchsenbeschaffung. Bei der Anwendung der Liliputspulen ist es mit Rücksicht auf ihr kleines Streufeld sehr wichtig, daß sie in engstem Abstand montiert werden; die beiden Spulen müssen immer „Tuchfühlung“ haben.

Ausgezeichnet brauchbar sind Liliputspulen auch zur späteren Vervollständigung vorhandener Empfänger im Sinne eingebauter Spulenumschaltung. Es gibt heute noch zahlreiche Empfangsgeräte, die mit auswechselbaren Steckspulen arbeiten. Diese Empfänger kann man auf geniale Weise mit umschaltbaren Spulen versehen, indem man ein



Ein ganz einfacher und billiger Spezialkoppler für Liliputspulen

(Schluß nächste Seite unten?)

Von der Verwendung anderer Einzelteile

Es sind Unterschiede in der elektrischen Größe und Unterschiede in den technischen Konstruktionsprinzipien, die gleiche Einzelteile Verschiedener Firmen voneinander unterscheiden können, wenn wir einmal für einen Augenblick die Qualitätsfrage ganz beiseite lassen. Betrachten wir die Einzelteile hinsichtlich ihrer technischen Konstruktion in Zusammenhang mit den damit zu verbindenden Teilen, so werden wir uns dann sofort darüber klar: Der Bastler hat es einerseits mit Einzelteilen zu tun, die in der einen Ausführungsform, wie er sie gerade braucht, nur eine einzige Firma herstellt; dann aber wieder verarbeitet er Einzelteile, die in prinzipiell genau gleicher Form von einer Reihe von Firmen hergestellt werden. Hier entscheidet nur die Qualität oder der persönliche Geschmack, wenn die rein äußere Form außer Betracht bleiben soll.

Einmaligkeit der technischen Konstruktion.

Derartige Einzelteile sind z. B. umschaltbare Spulensätze. Wenn solche in irgendeiner Baubeschreibung vorausgesetzt werden, so ist es zum mindesten bedenklich, andere Spulensätze zu benutzen. Es gibt nämlich eine Menge Möglichkeiten, die Umschaltbarkeit von Spulen zu bewerkstelligen und so gibt es auch verschiedene, grundsätzlich voneinander abweichende Konstruktionen. Darüber hinaus müssen die Wicklungsdaten, also Windungszahl, Durchmesser usw., wenigstens so weitgehend übereinstimmen, daß man die restliche Übereinstimmung so weit nötig durch äußere Mittel (zusätzliche Schaltelemente) herbeiführen kann.

Die Verwendung anderer Spulensätze, als vorgeschrieben, setzt also die Kenntnis des inneren Aufbaus voraus. Die Herstellerfirmen geben aber ihre Unterlagen nicht heraus. Daher bei umschaltbaren Spulen oder Spulensätzen, bei Zwischenfrequenzsätzen und dergl. immer das Fabrikat verwenden, das vorgeschrieben ist. Außer ein Bastler hat Zeit genug und so viel Verständnis, daß er eine gegebene Schaltung dem anderen Spulensatz auf Grund von Versuchen anpaßt.

Damit ist auch schon gesagt, daß sich der Selbstbau von Spulensätzen, die als Fertigfabrikat empfohlen werden, nicht empfiehlt. Wer freilich die Schaltung abändert und selbstgebaute Spulen dann in diese abgeänderte Schaltung einsetzt, der handelt richtig und erzielt mit Recht aus seinen besonderen Kenntnissen Ersparnisse.

Mit der Betrachtung der Steckspulen kommen wir bereits ans andere Extrem: Es ist gänzlich gleichgültig, von welcher Firma die Steckspule stammt. Sie hat immer soviel Win-

Wir bekommen oft Anfragen: „Kann ich statt des Blocks von 500 cm einen solchen von 1000 cm nehmen?“ „Besitze einen N.F.-Trafo 1:4 der Firma A., vorgeschrieben ist einer 1:3 der Firma B. Kann ich meinen Transformator verwenden?“

Es ist begreiflich, daß der Bastler den Erfolg nicht durch Einbau falscher Einzelteile in Frage stellen will. Trotzdem sind solche Fragen häufig Zeichen einer ziemlich tiefgehenden Unkenntnis über Radiodinge überhaupt. Man weiß eben einfach nicht, wie weit die Größe eines bestimmten Einzelteiles kritisch ist oder wie weit bei gleich benannten Einzelteilen verschiedener Firmen Unterschiede in der Ausführung bestehen können, die einer Schaltungsänderung gleichkommen.

dungen wie darauf stehen, bzw. ihre Selbstinduktion entspricht der angegebenen Windungszahl; sie hat auch zwei Stecker im vorgeschriebenen Abstand. Es kann einmal sein, daß die eine Spule einen etwas niederen, die andere einen etwas höheren Wellenbereich bei der Abstimmung ergibt, aber das ist nicht so sehr ausschlaggebend. Ausschlaggebend ist nur die Qualität. Und die ist heute bei allen handelsüblichen Spulen kaum unterschiedlich. Die Honigwabenspulen und die geklebten Spulen kauft kein Mensch mehr. Korbbodenwicklung und freitragend, so stellt sich jede moderne Spule dar. Ob sie dann noch in einem Schutzgehäuse untergebracht ist, das spielt keine Rolle.

Auch bei den Blockkondensatoren ist es so: Wenn man in der Baubeschreibung Firmen angibt, so tut man es nur, um dem Laien ein paar Anhaltspunkte zu geben. Aber wenn beide Firmen gute Namen haben, so ist es völlig gleichgültig, ob wir einen 500-cm-Block von der Firma A oder von der Firma B nehmen.

Kritisch wird die Sache erst, wenn

die Größe der Einzelteile schwankt.

Vor dem Gitter des Audions hat man meistens 250 cm. Man kann auch 300 oder 500 cm nehmen, ohne daß sich sehr viel ändern wird. Ausschlaggebend ist die Größe dieses Blocks

nicht. Nur über 1000 cm etwa, da könnte die Sache allmählich kritisch werden. Noch einfacher ist es bei den Gitterblocks in Widerstandsverstärkern. Man findet dafür Werte von 500 cm bis hinauf zu 15000 cm angegeben. Es gibt sicherlich eine Menge Leute, die den Unterschied, wenn man die Blocks hintereinander auswechseln würde, gar nicht bemerken könnten. Tatsache ist aber, daß größere Blockkondensatoren günstiger sind. Über 15000 cm schlägt der Vorteil aber wieder in einen Nachteil um.

Der Antennenverkürzungsblock ist schon kritischer. Wenn 100 cm angegeben sind, so sind 200 cm bestimmt zu viel; die Wirkung eines solchen Blocks ist nicht mehr die gewünschte. Man kann dagegen ohne Schaden zwei 200-cm-Blocks in Reihe schalten, wenn man sie gerade zur Verfügung hat.

Überall, wo Kondensatoren den Zweck haben, Hochfrequenz durchzulassen, Niederfrequenz aber abzudrosseln, eignen sich Blocks von 500 bis 2000 cm. Unter 500 cm muß man in bestimmten Schaltungen eine Erschwerung des Durchgangs für Hochfrequenzströme befürchten, über 2000 cm beginnt der Bereich, in welchem für empfindliche Ohren auch die Niederfrequenz schon merkbare Beeinflussung erleidet.

Und bei den Becherblocks, wie sie bei Netzanschlüssen so häufig vorkommen, ist es ähnlich. Nur, daß hier gute Qualität nicht nur Voraussetzung für das dauernde Funktionieren, sondern auch für die Verhinderung von weit größeren Verlusten, als nur den des Blockkondensators selber ist. Bei Becherblocks kann man als Grundregel merken, daß größere Blocks nie schaden, sie können nur nützen, da Becherblockkondensatoren ja immer niederfrequenten Wechselstrom durch sich hindurch lassen sollen, was auf jeden Fall um so ungehinderter geschieht, je größer der betreffende Blockkondensator ist. Was man einem Bastler, der Antenne und Erde von Netzgeräten statt mit durchschlagsicheren ¼-MF-Blocks mit solchen von 4 MF absichert, vorwerfen könnte, ist höchstens Verschwendung. Aber wenn er die 4-MF Blocks gerade da hat, schaden kann der Einbau dieser Blocks auf keinen Fall.

Bei den Drehkondensatoren liegen die Verhältnisse so: Wo Hartpapierdrehkondensatoren angegeben sind, da kann man ohne weiteres ein wertvolleres Stück unterbringen, wenn man es hat. Für die Rückkopplung kann man stets zu höheren Werten übergehen, als angegeben, manchmal kommt man auch mit etwas niederen Werten noch durch. Als Abstimmendrehkondensatoren haben sich solche von 500 cm allgemein eingeführt. Wer aber gerade einen

(Schluß von vorhergehender Seite)

kleines „Umschaltkästchen“ herstellt, das aus zwei irgendwie durch Holzstege miteinander verbundenen Toltplatten besteht, die untere Platte ist mit Steckern versehen, die so angeordnet werden, daß sie in die Buchsen des vorhandenen Spulenhalters hineinpassen, während die obere Platte mit der doppelten Anzahl von Buchsen, in gleicher Anordnung wie die Buchsen des vorhandenen Spulenhalters, nur eben in geringerem, der Stärke der Liliputspulen angepaßten Abstand, ausgerüstet wird. Außerdem wird diese Platte mit einem mehrpoligen Umschalter (Kabelschalter) versehen, durch den diese beiden Spulensätze umgeschaltet werden. Mit Hilfe der Liliputspulen ist es also möglich, in dem gleichen Raum, den bisher ein einziger Spulensatz einnahm, zwei Spulensätze einschließlich Umschalter unterzubringen.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß man sich mit Hilfe der Liliputspulen auch sehr billige und dabei recht gute Zwischenfrequenz-Transformatoren für Superhet-Empfänger bauen kann; will man billig bauen, so benützt man Liliput-Spulen von 300 Windungen, die wie die sämtlichen übrigen Windungszahlen je 1 Mark kosten; die Zwischenfrequenzwelle liegt dann noch etwas unterhalb von 2000 m, ist also für den Langwellenempfang nicht geeignet. Man kann sie auf größere Wellen verlegen, wenn man Liliput-Spulen von 1000 oder 2000 Windungen benützt, die 2 und 3 Mark kosten.

Die vorstehende Empfehlung der Liliputspule will natürlich nicht besagen, daß man diese kleine Spule nun überall und für alle Zwecke verwenden soll; sie ist keineswegs bestimmt, die teuren, hochwertigen Bechertrans-

formatoren, umschaltbaren Spulensätze usw. zu verdrängen. Es sollte vielmehr nur einmal darauf hingewiesen werden, daß man mit Hilfe dieser ausgezeichneten Spulen, die in Dämpfung und Widerstand keineswegs aus dem Normalen herausfallen, deren elektrische Eigenschaften durchaus nicht zu verachten sind, recht brauchbare Empfänger bauen kann, die bestimmt ihren Mann stehen. Gewiß kann man mit diesen kleinen Spulen nicht genau die gleichen Resultate erzielen, wie mit ausgesprochen dämpfungsarm aufgebauten; aber der heutige Bastler, dessen Wirken durch die allgemeine Geldknappheit Grenzen gesetzt sind, kann ja auch sonst nicht überall die hochwertigsten Teile benutzen, sondern muß sparen und noch einmal sparen. Und gerade für eine wirtschaftlich schwache Zeit sind die billigen Liliputspulen aller Beachtung wert. E. Schwandt.

1000er hat, der mag ihn einbauen. Die Skalenterte stimmen dann nur nicht mehr überein. Auch gegen einen kleinen Drehkondensator gleicher Qualität ist nichts einzuwenden, wenn die Einengung des Wellenbereichs, die damit auftritt mit in Kauf genommen werden kann.

Die richtige Röhrentype.

Die Fabrikate unserer drei großen Firmen sind alle gut. Trotzdem ist die Verwendung einer anderen Type als vorgeschrieben immer nur mit Vorbehalt zu empfehlen. Schon bei Batteriegeräten kann man beobachten, daß das Audionrohr der Firma A nun einmal in dieser speziellen Schaltung besser arbeitet, als das Audionrohr der Firma B. Man weiß nicht, woran das liegt, aber man hat es ausprobiert. Bei Netzgeräten wird die Sache aber erst kritisch. Wohl hat jede Röhre vier oder fünf Steckerfüße und paßt so ohne weiteres in jeden Sockel, aber wenn die Betriebsdaten nicht ganz genau die gleichen sind, so müssen Schaltungsänderungen, Änderungen der Vorschalt- oder Parallelwiderstände vorgenommen werden, schließlich kommt man so weit, daß die vermeintlich ersparte Röhre sich zum schlimmsten Erpresser auswächst.

Bei Gleichstromnetzempfängern vor allem ist ein Röhrentausch immer gefährlich, bei Wechselstromempfängern ebenfalls bedenklich in Hinsicht auf die Leistungsfähigkeit der Schaltung, immer und überall ist ein Austausch am leichtesten möglich bei der letzten, dann der vorletzten Röhre, schließlich beim Audion und zuletzt bei der Hochfrequenzröhre. Man sieht, je weiter man von rechts nach links geht, je weiter man sich den empfindlichsten Punkten der Schaltung nähert, desto kritischer wird die Röhrenwahl.

Verhältnismäßig kritisch sind

die Widerstände,

Hochohmwiderstände und Vorschaltwiderstände in Netzgeräten. Die ersteren sind meistens vom Erbauer der Schaltung einmal genau ausprobiert; in Verbindung mit den bestimmten Rohren und den übrigen Schaltelementen arbeiten sie gerade in der gewählten Größe gut. Eine Abweichung ist insbesondere in den Hochfrequenzstufen bedenklich, in den Niederfrequenzstufen kann man nach oben oder unten etwas abweichen, wenn man sich dessen bewußt bleibt. Der Audionableitwiderstand ist entweder sehr kritisch — man kann ihn ohnedies nur durch Versuche in seiner günstigsten Größe ermitteln — oder er ist unkritisch — nun dann ist es eben gleichgültig, was man nimmt. Man findet 1—2 Megohm angegeben. Moderne Röhren neigen dazu, sich mit niederohmigen Ableitwiderständen zu begnügen.

Festwiderstände im Heizkreis von Netzempfängern sind immer höchst kritisch und unbedingt einzuhalten, außer man hat ein Meßinstrument zur Verfügung, um den benötigten Wert einmal fest einzustellen. Veränderliche Widerstände im Heizkreis sind weniger kritisch, sie müssen ohnedies stets bei Inbetriebnahme einmal eingestellt werden mit Hilfe eines Instrumentes. Und da ist es dann gleichgültig, ob man einen Heizwiderstand mit 20 oder 40 Ohm nimmt, vorausgesetzt, daß der höherohmige den durchzulassenden Strom auch wirklich dauernd verträgt; höchstens daß die Einstellung selbst etwas schwieriger wird.

Bei Batteriegeräten ist die Größe des Heizwiderstandes, sofern man überhaupt einen solchen noch einbaut, übrigens völlig unkritisch. Bei Potentiometern liegt der Fall genau gleich. Ob 500 oder 1000 Ohm ist völlig belanglos. Da Potentiometer aber immer Strom fressen, so wird man lieber zu höheren Werten übergehen, vorausgesetzt wiederum, daß der dünnere Draht solcher Widerstände die ihm zugemutete Belastung aushält. Darüber kann nur die Schaltung selber Auskunft geben.

Bei den Niederfrequenztransformatoren werden stets bestimmte Übersetzungsverhältnisse angegeben. Kritisch sind diese Übersetzungsverhältnisse nie. Als Faustregel mag man sich merken, daß größere Übersetzungsverhältnisse die Lautstärke vergrößern, die Qualität der

Wiedergabe aber etwas herunterzusetzen. Es gibt aber Leute genug, die von beidem nichts merken. Die Unterschiede sind in der Tat nicht bedeutend, wenn man nur immer gleich gute Fabrikate einsetzt.

Kritisch ist nur der Ausgangstransformator, sofern ein solcher vorgesehen ist. Hier müssen letzte Röhre, Transformator und Lautsprecher genau aufeinander abgepaßt sein, um beste Resultate zu erzielen.

Und wie steht es mit den Drosseln?

Nun, die Hochfrequenzdrosseln können fast stets selbst gebaut werden, auch da, wo Fertigfabrikate vorgeschrieben sind. Zu viele Windungen auf einer Drossel sind nicht nachteilig, sofern die Wicklung so aufgebracht ist, daß die Eigenkapazität gering genug bleibt, um der Hochfrequenz nicht einen bequemen Nebenweg zu bieten.

Niederfrequenzdrosseln können von geübten Bastlern unter Aufwand erheblicher Mühe selbst gebaut werden. Die Verbilligung gegenüber Fertigfabrikaten ist aber nicht groß, die Wahrscheinlichkeit des Gelingens der Arbeit aber nur dann genügend, wenn sich geübte Bastler über die Sache hermachen. Auch bei den Niederfrequenzdrosseln haben wir die Schwierigkeit, daß die Firmen für ihre Fertigfabrikate nicht genügend Daten angeben, um einen Nachbau zu ermöglichen. Bei Drosseln zum Beispiel, die im Heizkreis liegen, erfahren wir nur den maximalen Strom und den Gleichstromwiderstand sowie — manchmal — die Größe der Selbstinduktion. Diese Werte sind für die praktische Anwendung auch die wichtigsten. Wenn wir eine zu kleine Drossel nehmen, so wird der Spannungsabfall in der Drossel zu groß, die übrigen Widerstandswerte in der Schaltung stimmen nicht mehr oder die Röhren bekommen zu wenig Spannung. Außerdem ist ein Heiß werden der Drossel zu befürchten. Eine zu große Drossel schadet dagegen auch hier, im Niederfrequenzteil, nie.

Für Niederfrequenzdrosseln in Anodenkreisen kann man größeren Spannungsabfall zulassen, da auch größere Spannungen zur Verfügung stehen, andererseits braucht man auch wesentlich größere Selbstinduktion. Wenn man eine Drossel geringerer Selbstinduktion zur Verfügung hat, so kann man versuchen, damit durchzukommen. Notfalls muß man eben noch eine bessere Drossel kaufen. Hat die schon vorhandene Drossel einen größeren Gleichstromwiderstand, als bei der Schaltung vorausgesetzt, so braucht das — innerhalb gewisser Grenzen — nicht unbedingt zu schaden. Immerhin verliert man Spannung, damit Leistung, also Lautstärke und Klangreinheit, wenn man den Spannungsverlust nicht durch andere Mittel wieder einigermaßen ausgleichen kann.

Zum Schluß wollen wir noch kurz die Frage streifen, inwieweit man statt eines bestimmten Frontplattenmaterials ein anderes verwenden kann, eine Frage, die häufig gestellt wird. Grundsätzlich ist zu bemerken, daß zwischen Trolit, Hartgummi und Pertinax elektrisch kaum ein Unterschied besteht. Trolit ist vielleicht am leichtesten zu bearbeiten und wird wohl vor allem deshalb heute bevorzugt. Holz an Stelle der genannten Isoliermaterialien zu verwenden ist immer möglich, wenn man alle Leitungen, die mit der Frontplatte in Berührung kommen, isoliert durch Tüllen oder Isolierschlauch. Gerade heute, wo die Einzelteile fast alle auf dem Zwischenpaneel untergebracht werden, läßt sich Holz für die Frontplatte recht gut verwenden. Als Abschirmmaterial für Hochfrequenzstufen wird normalerweise Aluminiumblech verwendet, da es leicht im Gewicht, leicht bearbeitbar und verhältnismäßig billig ist. Andere Materialien sind durchwegs weniger geeignet bis ausgesprochen schlecht (blankes Eisen), nur Kupfer könnte noch in Betracht kommen, wenn man gerade passende Abfallstücke hat. Elektrisch ist es eher besser als Aluminium, nur ist es teurer und etwas schwieriger zu bearbeiten wie dieses. Dafür allerdings läßt es sich löten.

Eine neue Erfindung für Störschutzgeräte

Als ein großer Fortschritt in der Herstellung billiger, wirkungsvoller Störschutzdrosseln und Störschutzfilter erscheint die Erfindung des österreichischen Physikers C. Saic. Sie besteht darin, an Stelle von Kupfermassivdrähten eine Speziallitze zu verwenden, die folgenden Aufbau besitzt: Sie besteht, wie Litzen überhaupt, aus sehr dünnen Kupferdrähtchen. Diese besitzen jedoch einen dünnen Überzug aus einem hochmagnetischen zweiten Metall, etwa aus Eisen oder einer Eisenlegierung. Derartige stark magnetische Eisenlegierungen besitzen nun ferner eine schlechte elektrische Leitfähigkeit. Im übrigen sind die einzelnen Bimetalldrähtchen gut gegeneinander isoliert. Wird nun eine derartige Litze von einem hochfrequenten Strom durchflossen, dann zieht sich bekanntlich derselbe auf die Leiterhaut zurück. (Dies ist ja der bekannte Haut- oder auch Skineffekt.) Da nun die Leiterhaut aus einem hochmagnetischen, schlecht leitenden Metall besteht, erfährt der Hochfrequenzstrom hierdurch eine sehr starke Dämpfung. Gerade entgegengesetzt und durchaus normal wie jeder Kupferleiter ist das Verhalten dieser Litze gegen Gleichstrom oder 50-periodischen Wechselstrom. Diese Stromarten nehmen ihren Weg durch die Kupferseele der Drähtchen. Bei ausreichender Bemessung der Litzenstärke bleibt der Spannungsverlust gering. Stellt man also aus einer derartigen Bimetalllitze eine Störschutzdrossel her, dann unterdrückt sie außerordentlich kräftig die hochfrequenten Störwechselströme ohne ein gleiches mit dem Nutzstrom zu machen. Es ist gar kein Zweifel, daß bei gleicher Entstörungskraft eine Störschutzdrossel bei Verwendung dieser Bimetalllitze reichlich kleiner sowohl hinsichtlich der Gesamtdrahtlänge als auch der erforderlichen Windungszahl ausfallen wird. Damit ist aber bei wirtschaftlicher Herstellung der Litze auch die Möglichkeit gegeben, die Herstellungskosten von Störschutzdrosseln zu senken.

Umgeben man eine derartige Störschutzlitze mit einem leitenden Metallmantel und erdet denselben oder verbindet ihn evtl. mit dem Motorgehäuse, dann ist zugleich die Möglichkeit gegeben, daß sich die Störschwingungen auch in kapazitiver Weise gegen Gehäuse oder Erde ausgleichen: denn auch zur Erzeugung von Querkapazitäten ist die Litzenform vorteilhaft. Derartige Störschutzkabel sind somit zugleich Speiseleitung und Störschutz. Man sieht, daß sich neue Wege im Bau von Störungsmitteln auftun, zum Segen des Rundfunks. *Dr. Schad.*

Basteln

aber nur mit
E.F.-Baumappen!

Sie wissen — nur wer gerne und gut bastelt, ist in der glücklichen Lage, sich Lautsprecher, Röhrengeräte, Netzanschlußgeräte, Kraftverstärker usw. mit großer Leistung billig selbst herzustellen. Mit unseren Baumappen ist dies auch für Ungeübte keine große Kunst, denn sie enthalten: eine Blaupause, auf der alle Einzelteile in natürlicher Größe eingezeichnet sind, so daß es möglich ist, diesen Plan auf den Tisch zu legen, die Einzelteile genau auf die vorgezeichneten Platten zu stellen und nach genau vorgezeichneter Linienführung die Drahtleitungen zu verbinden. Eine Liste der Einzelteile, Kostenvoranschlag und eine genaue Bau-Anleitung mit Abbildungen liegen bei.

Verlangen Sie kostenlos Prospekt unserer Baumappen und Bücher.

**Verlag G. Franz'sche
Buchdruckerei - München**

Große Leistung trotz niedriger Anodenspannung

Was es für Aushilfsmittel gibt und wie man sie anwendet. - Vom Netzanschluß an 110 Volt Gleichstrom.

Nun — die Endstufe soll doch genügend Leistung an den Lautsprecher abgeben und das geht nur dann, wenn hinreichend viel Anodenspannung zur Verfügung steht.

Genügend hohe Anodenspannung bedeutet normalerweise wenigstens so etwa 150 Volt an der Anodenstromquelle.

Diese Mindestzahl von 150 Volt aber, die hat man nicht immer so bei der Hand, wie man möchte. Deshalb stehen wir öfters vor der Frage, was zu tun ist, wenn mit einer geringeren Anodenspannung ausgekommen werden muß.

Öfters deshalb, weil es immer noch 110-Volt-Gleichstrom-Lichtnetze gibt, und außerdem, weil jedes Volt einer Marken-Anodenbatterie 12,5 Pf. kostet — 12,5 Pf. \times 200, das sind aber doch schon 25 RM., während vielleicht die 12,50 RM. für 100 Volt noch gerade erschwinglich sind.

Ein paar Worte über 110 Volt Gleichstrom.

Selbstverständlich besteht in vielen Fällen die Möglichkeit einer Umschaltung auf 220 Volt, weil ja meist 2×110 Volt in den Kabeln verlegt sind.

2×110 Volt — d. h. aber folgendes:

Es sind drei Leitungen da. Eine dieser drei Leitungen liegt mit ihrer Spannung in der Mitte zwischen den beiden andern. Gegenüber diesem Mittelleiter ist die eine der beiden übrigen Leitungen minus 110 Volt, die andere plus 110 Volt.

Also: der eine „Außenleiter“ hat 110 Volt plus gegen den Mittelleiter — und der Mittelleiter ist gegenüber dem negativen Außenleiter auch wieder 110 Volt plus.

Das macht 220 Volt zwischen den beiden Außenleitern. Daher die Möglichkeit der Umschaltung.

Noch eine Bemerkung nebenbei: Wer nur 110 Volt Gleichstrom daheim hat, ist mit Rücksicht auf die geringe Netzanschlußspannung selbstverständlich schlecht daran. Für die Beleuchtung jedoch stellt er sich mit seinen 110 Volt günstiger als mit 220 Volt. Eine 110-Volt-Lampe nämlich gibt bei derselben Wattzahl etwa 20% mehr Licht als eine entsprechende 220-Volt-Glühlampe. Wir dürfen demzufolge die 110 Volt Gleichstrom nicht zu sehr verachten. —

Verbesserung der Bedingungen.

Die radikalste Maßnahme gegen eine zu niedere Anodenspannung — das wäre einfach die Reihenschaltung einer Zusatzbatterie. „Wäre“ — denn was nutzt diese Möglichkeit, wenn das Geld für den Ersatz solcher Zusatzbatterien nicht ständig vorhanden ist¹⁾?

Wenn wir nun bei der niederen Anodenspannung bleiben — was haben wir da zu tun?

Niedere Anodenspannung bedeutet beschränkte Leistungsabgabe an den Lautsprecher. Also ist es gut, einen recht empfindlichen Lautsprecher auszusuchen — was sich ja wohl ganz von selbst versteht.

Mit niedriger Anodenspannung muß sparsam umgegangen werden. Also: besondere Gitterbatterie und außerdem möglichst wenig Gleichstromwiderstand im Anodenstromkreis der Endröhre, Eventuell Ausgangstrafo oder elektrische Weiche oder auch nur einen Lautsprecher mit nicht zu hochohmiger Wicklung!

Die Sache mit dem Lautsprecher ist nicht so ganz einfach, denn gewöhnlich findet man entweder hohe Empfindlichkeit oder geringen Gleichstromwiderstand. Nur vereinzelt kommt beides zusammen vor.

Anodenspannung, Lautsprecher — da kämen als Punkt 3 nun noch die Röhren in Betracht —

¹⁾ Anm. d. Schriftlgt.: Da nur die letzte Röhre mit der Zusatzbatterie ausgerüstet wird, ist eine längere Lebensdauer der Anodenbatterie vorauszusehen.

die Röhren nach Art, Zahl und Schaltung. — Doch das wollen wir lieber einzeln behandeln.

Zunächst: Welche Röhren ?

Um es gleich vorweg zu nehmen: Für niedere Anodenspannungen gibt es spezielle Eingitter-Endröhren und daneben sind vor allem auch die kleinen Typen der Schutzgitter-Endröhren (Pentoden) in Betracht zu ziehen.

Eine gute Übersicht gibt uns das Röhrenbüchlein²⁾.

Dort finden wir, daß bei 100 Volt Anodenspannung von den Eingitterröhren nur die RE 114 und die L 410 ernstlich in Betracht kommen. Diese beiden Röhren erlauben bei 100 Volt eine Abgabe von 0,1 Watt Wechselstromleistung.

Wohl sind die RE 604, die LK 460, die 4K 50 und die 4K 60 in der Lage, an Wechselstromleistung bei 100 Volt Anodenspannung 0,15 Watt hindurchzulassen. Der Leistungssteigerung von 50 % gegenüber der RE 114 aber steht ein Mehrpreis von rund 200 % entgegen. Diese dicken Kraftrohre rentieren sich hier also nicht. Das ist übrigens nicht erstaunlich, wenn wir bedenken, daß die Kraftrohre ja nicht deshalb so groß sind, weil sie etwa niedrige Anodenspannungen günstig verarbeiten sollen, sondern vor allem deshalb, damit sie die große Verlustleistung, die bei hoher Anodenspannung auftritt, ohne Schaden aushalten können.

Immerhin billiger bekommen wir unsere 0,15 Watt Wechselstromleistung bei Verwendung einer Schutzgitterendröhre. Das Röhrenbuch gibt nämlich zur RES 164 für 100 Volt auch wieder eine Leistung von 0,15 Watt an. — Und diese Röhre kostet — genau wie die entsprechende L 416 D — doch „nur“ 19 RM.

19 RM. wäre auch noch reichlich viel. Hierbei aber ist zu bedenken, daß solch eine Schutzgitter-Endröhre doch ungefähr 6 bis 8 mal so stark verstärkt, wie eine RE 114. Für das Mehr an Verstärkung wird man gerne einen Teil dieser 19 RM. in Rechnung setzen, so daß wir hier nicht von einem Mehrpreis von beinahe 125 % sprechen dürfen.

Als Resultat aus dem Vorstehenden entnehmen wir, daß man mit einer einzigen Röhre bei 100 Volt tatsächlich Anodenspannung (tatsächlich d. h. zwischen Heizfäden und Anodenblech gemessen) nur 0,1 bis 0,15 Watt Wechselstromleistung bekommt.

Deshalb: Mehr als eine Röhre.

Eine RE 114 kostet 8 RM. Das macht bei zwei Stück 16 RM. für 0,2 Watt.

Soll man nun parallel schalten oder in Gegentakt ?

Da wären wir wieder bei der alten Frage, die wohl nie von der Bildfläche verschwindet, weil eine allgemeingültige Entscheidung nicht möglich ist.

Gegentakt hat die unbestrittenen Vorzüge: Kompensation des Anodengleichstromes, größere Verzerrungsfreiheit, weniger Netzton. Daneben besteht die Möglichkeit einer wesentlichen Anodenstromersparnis und einer Ausnutzung des gesamten negativen Bereiches der Kennlinie.

Gegentakt aber hat auch Nachteile. Der Hauptnachteil ist die geringe Verstärkung, die bei Ankoppelung der Gegentakstufe an eine vorhergehende Einzelröhrenstufe vorhanden ist. Infolge des Mittelabgriffes am Trafo kommen wir bei gleicher Übersetzung nur auf die halbe Gitterwechselspannung wie bei der Einzelröhre. Gehen wir gar noch mit dem Arbeitspunkt

(zwecks Anodenstromersparnis und zwecks Ausnutzung der gesamten Kennlinie) bis auf den unteren Knick der Arbeitskennlinie, dann wird für jede Röhre nur wieder die eine Hälfte der zu ihr gehörigen halben Gitterwechselspannung ausgenutzt. Das gibt dann gar nur mehr den vierten Teil der Verstärkung wie bei einer normalen Röhre und auch wie bei parallelen Röhren.

Am größten ist die Unklarheit, die in bezug auf die abgegebene Leistung bei Gegentakt besteht.

Ich habe mir es zunächst sparen wollen, diese Leistungsgeschichte selbst nachzurechnen. Aber die Bücher, die ich wälzte, gaben immer wieder was anderes an.

Meine Rechnungen lassen erkennen, daß eine Gegentakstufe genau so viel Leistung abgibt, wie zwei parallel geschaltete Röhren, wenn man von der Kennlinienkrümmung absieht. Berücksichtigt man, daß bei Gegentakt infolge des Krümmungsausgleiches auch das gekrümmte untere Ende der Arbeitskennlinie noch bis zu einem gewissen Grade mitbenutzt werden kann, so kommt bei der Gegentakstufe ein ganz klein wenig mehr heraus als bei der Parallelschaltstufe.

Im Gegensatz zu vielen Veröffentlichungen bringt die Gegentaktschaltung und vor allem auch das Arbeiten auf dem unteren Knick aber keinesfalls die doppelte Leistung wie bei Parallelschaltung.

Das Arbeiten auf dem unteren Knick hat nur dann einen Sinn, wenn Anodenstrom gespart werden soll, aber durchaus nicht, wenn dadurch etwa eine beträchtliche Leistungssteigerung angestrebt wird.

Wenn man der Gegentaktschaltung vorwirft, sie sei teurer als Parallelschaltung, so ist das kein ganz gerechter Vorwurf. Bei Parallelschaltung nämlich addieren sich die Anodenströme in der Lautsprecherwicklung bzw. in der Primärspule vom Ausgangstrafo oder in der Ausgangsdrossel. Das gibt einen — bei niedriger Anodenspannung unangenehm hohen — Spannungsverbrauch. Man wird genötigt, einen recht niederohmigen Lautsprecher zu benutzen oder eben eine besondere Ausgangsschaltung zu verwenden.

Bei Gegentakt fließt dagegen der Anodenstrom einer einzigen Röhre jeweils nur durch die halbe Wicklung. Das gibt bei gleichen Verhältnissen den vierten Teil des Spannungsabfalles wie bei Parallelschaltung — bzw. kann man einen viermal so hohen Gleichstromwiderstand in Anwendung bringen.

Bis hierher hat es sich um 2 Röhren gehandelt. Das entspräche 0,2 Watt. Wer auf anständige Lautstärke Wert legt, der strebt mehr an. So 0,4 Watt etwa. Dazu gehören 4 Röhren.

Für 4 Röhren RE 114 (Preis 34 RM.) gibt es eigentlich nur eine einzige richtige Schaltung. Das ist Parallelschalten von je 2 Stück und Verwendung dieser beiden Gruppen in Gegentakt.

Zusammenfassend möchte ich nun nochmal feststellen:

Bei 100 Volt Anodenspannung brauchen wir für:

- a) 0,1 Watt Wechselstromleistung 1 RE 114
- b) 0,15 Watt Wechselstromleistung 1 RES 164 bzw. L 416 D
- c) 0,2 Watt Wechselstromleistung 2 RE 114
- d) 0,4 Watt Wechselstromleistung 4 RE 114 bei c Parallel- oder Gegentakt, bei d Parallel- und Gegentakt.

²⁾ „Das Buch der Röhren“, G. Franz'sche Hofbuchdruckerei, München, Preis — 95 RM.

F. Bergtold