



Widerstände, Kondensatoren
und sonstige Einzelteile

Von H. Nottebrock

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK
BERLIN-SIEMENSSTADT



Mitteilung aus der Abteilung
für Rundfunk und Kleinfabrikate
der Siemens & Halske AG

Sonderdruck
aus „Veröffentlichungen aus dem Gebiete
der Nachrichtentechnik“
9. Jahrg. (1939) 2. Folge

Die technischen Forderungen an die einzelnen Bauteile der Nachrichtentechnik, insbesondere der drahtlosen Technik, sei es nun für Rundfunk- oder Fernsehzwecke, sind im Laufe der Zeit immer größer geworden, wobei die Kostenfrage nicht unberücksichtigt bleiben durfte. Je nach der Eigenart der in Betracht kommenden Stromkreise ergaben sich für Bauteile der gleichen Gruppe verschiedenartige technische Forderungen, und nach Erfüllung dieser zeigten die Bauteile oft einen voneinander abweichenden Aufbau. Dieser war einerseits aus Gründen der einheitlichen Fertigung unerwünscht, andererseits trug er jedoch dazu bei, neue Anwendungsgebiete für diese Einzelteile zu erschließen. Mehrfach war an diese Gebiete bei der Entwicklung gar nicht gedacht worden; manchmal lagen die neuen Gebiete sogar in ganz anders gearteten Zweigen der Elektrotechnik, z. B. der Karbowidstab als Meßwiderstand oder der Elektrolytkondensator als Anlaßkondensator für Motoren. Die Siemens & Halske AG hat es sich bekanntlich zu einer besonderen Aufgabe gemacht, die Entwicklung der Einzelteile zu fördern. Über jene Entwicklung ist bereits mehrfach berichtet worden¹⁾. Inzwischen sind jedoch neue Einzelteile entwickelt worden, die ebenfalls eine Anwendung finden dürften, die über das Rundfunk- und Fernsehgebiet hinausgeht. Über diese soll hier nun berichtet werden. Von den bereits bekannten Einzelteilen soll nur zur Sprache kommen, was über das bisher Veröffentlichte hinausgeht. Auch diesmal soll eine kurze Übersicht vorausgeschickt werden, und zwar wie folgt:

1. Feste Widerstände,
Karbowidstäbe in Normal- und Sonderausführungen.
2. Veränderbare Widerstände,
Heißleiter.

¹⁾ H. Nottbrock: „Einiges über Widerstände, Kondensatoren und Spulen.“ V. N. 7. Jahrg. (1937), 3. Folge, S. 481.

3. Kondensatoren:
 - a) Kondensatoren mit Papier als Dielektrikum in Normal- und Sonderausführungen,
 - b) Glimmerkondensatoren,
 - c) keramische Kondensatoren,
 - d) Kondensatoren mit Kunstfolie als Dielektrikum,
 - e) Elektrolytkondensatoren.
4. Spulen mit Hochfrequenzkernen:
 - a) Neue Siruferwerkstoffe,
 - b) verschiedene Kernformen,
 - c) neue Spulentöpfe.
5. Hochfrequenzgleichrichter,
Sirutore.
6. Transformatoren für hohe Spannungen.

1. Feste Widerstände.

Karbowidstäbe in Normal- und Sonderausführungen.

Die Normal- und Sonderausführungen für Rundfunkzwecke sind im vergangenen Jahr wiederum in vielen Millionen Stückzahlen gefertigt und vertrieben worden. Die Annahme, daß die Fertigungszahlen der erstgenannten Form infolge des Vorhandenseins der zweiten zurückgehen werden, traf nicht zu. Mit dem steigenden Verbrauch der Rundfunkausführung wuchs auch die Nachfrage der normalen Karbowidstäbe. Wie eingangs angedeutet, ist ihre Anwendung recht vielfältig geworden. Naturgemäß mußte den neuen Anwendungen, die verschiedenartige Eigenschaften forderten, bei der Fertigung Rechnung getragen werden. Da äußerlich kein leicht erkennbares Merkmal auf diese Eigenschaften hinzeigte, wurde ein Hinweis in Gestalt eines farbigen Ringes auf der schützenden Lacksschicht angebracht. Fehlt dieser Ring bei neu angelieferten Karbowidstäben, so handelt es sich um die normale Ausführung.

Die Karbowidstäbe für Meßzwecke sind durch einen roten Ring gekennzeichnet. Da sie

in zeitlicher und thermischer Hinsicht besonders konstant sein sollen, wird neben einer künstlichen Alterung durch eine Wahl der Schichtstärke, sowie der Wendel, dafür gesorgt, daß diese Forderungen

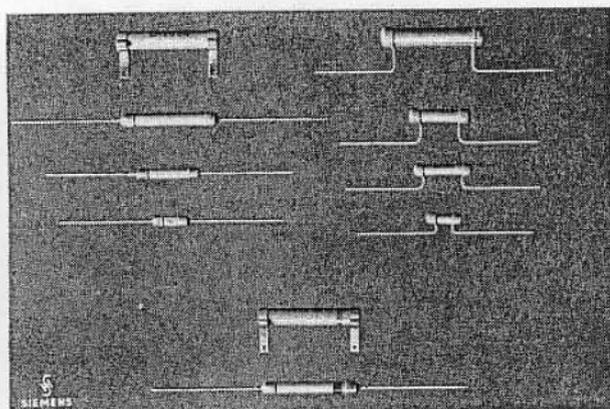


Bild 1. Karbowidstäbe mit und ohne Ring als Kennzeichen und Sonderausführung für Rundfunkzwecke.

praktisch erfüllt werden. Der Temperaturkoeffizient, der für Karbowidstäbe im mittleren Widerstandsbereich, z. B. für den Widerstandswert $10\text{ k}\Omega$ -2 bis $-3 \cdot 10^{-4}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ beträgt, bleibt bei Meßwiderständen, selbst bei einem Widerstandswert von $5\text{ M}\Omega$, unter dem Wert von $-5 \cdot 10^{-4}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, bei normalen Karbowidwiderständen würde er bei diesem hohen Widerstandswert auf etwa $-1 \cdot 10^{-3}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ anwachsen. Die Grenzen der Widerstandswerte liegen für die einzelnen Formen der Karbowidstäbe wie folgt:

- Karbowidstab 1 b, roter Ring, größter Widerstandswert: $1\text{ M}\Omega$,
- Karbowidstab 2 b, roter Ring, größter Widerstandswert: $2\text{ M}\Omega$,
- Karbowidstab 3 b, roter Ring, größter Widerstandswert: $5\text{ M}\Omega$,
- Karbowidstab 4 a, roter Ring, größter Widerstandswert: $5\text{ M}\Omega$.

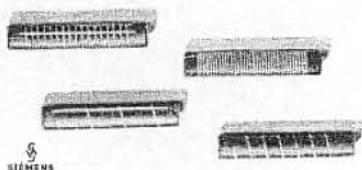


Bild 2. Bekohlte Porzellankörper für Karbowidstäbe mit Wendel und Mäanderschliff.

Die zunehmende Bedeutung der Kurzwellen in der drahtlosen Technik legte es nahe, den auch hier benötigten Widerständen besondere Aufmerksamkeit

zu schenken. Über eine Ausführungsform der induktivitätsarmen Karbowidstäbe (durch einen blauen Ring kenntlich gemacht) mit einer besonderen Schleifart ist seinerzeit berichtet worden. Durch die Anwendung dieser wird die sonst für hochohmige Widerstände vorgesehene Wendel durch ein mäanderförmiges Band ersetzt. Hierdurch wird die Induktivität dieses Karbowidstabes so klein, daß sie praktisch ohne Bedeutung ist. Hier kann nur noch die Eigenkapazität, durch die Kappen hervorgerufen, und die sogenannte Streukapazität stören. Deren Kapazitätswerte dürften zusammen etwa $0,3\text{ pF}$ betragen. Neben diesen Widerständen sind die nicht gewendelten Karbowidstäbe, mit einem weißen Ring als Kennzeichen, zu nennen. Die einzelnen Ausführungsformen sind mit folgenden Widerstandswerten herstellbar:

- Karbowidstab 1 b, weißer Ring: $5\text{ }\Omega$ bis $4\text{ k}\Omega$,
- Karbowidstab 2 b, weißer Ring: $10\text{ }\Omega$ bis $10\text{ k}\Omega$,
- Karbowidstab 3 b, weißer Ring: $15\text{ }\Omega$ bis $12\text{ k}\Omega$,
- Karbowidstab 4 a, weißer Ring: $10\text{ }\Omega$ bis $10\text{ k}\Omega$.

Die Widerstandswerte dieser Widerstände, gemessen mit Wechselstrom mit Frequenzen bis zu 20 MHz , bei einer Meßgenauigkeit von 2% , zeigen bei der Vergleichsmessung mit Gleichstrom keine Abweichung. Ihr Widerstandswert ist allein durch die Schichtstärke bedingt. Bei diesen Karbowidstäben mußte ein höherer Temperaturkoeffizient als im Normalfall in Kauf genommen werden, er steigt jedoch nicht über den Wert von $-7 \cdot 10^{-4}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Bild 1 zeigt einige Karbowidstäbe in der Normalausführung mit und ohne Ring als Kennzeichen sowie die Sonderausführung für Rundfunkzwecke. In Bild 2 sind einige nicht lackierte Karbowidstäbe zu sehen, und zwar mit Wendel- und Mäanderschliff. Im ersten Fall handelt es sich um einen niedrigen und um einen hohen Widerstandswert, hier $100\text{ M}\Omega$, der höchste Widerstandswert, der nach dem Karbowidverfahren herstellbar ist.

2. Veränderbare Widerstände. Heißleiter.

Vor Jahresfrist wurde über einen Hochohmwiderstand berichtet, dessen Widerstandswert ohne Zuhilfenahme eines mechanischen Druck- oder Gleitkontaktes auf einfache Weise verändert werden konnte. Es handelte sich damals um den sogenannten Urdoxregler²⁾, dessen eigentlicher Widerstandstab mittels Fremdeheizung im Widerstandswert in weiten Grenzen verändert werden konnte. Zwei Aus-

²⁾ H. Nottbrock: „Neues über Widerstände, Kondensatoren und Spulen.“ Siemens-Z. Bd. 18 (1938), Heft 7, S. 329.

führungsformen (W 3 und W 4) wurden seinerzeit beschrieben.

Es handelt sich in dem vorliegenden Fall um einen sogenannten „Heißleiter“³⁾. Man versteht

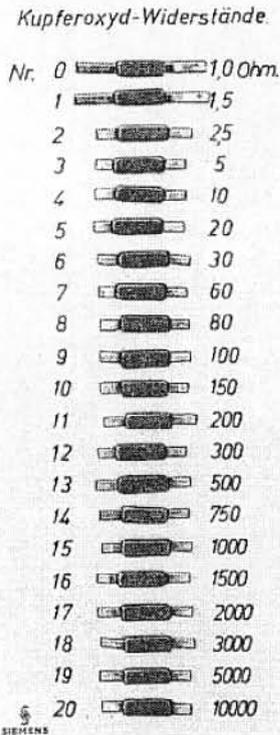


Bild 3. Kupferoxydwiderstände als Heißleiter mit Kaltwiderständen von etwa 1,0 bis 10 000 Ω .

darunter Widerstände, deren Widerstandswert mit steigender Temperatur abnimmt. Nicht nur Urandi-oxyd zeigt diese Eigenschaft, sondern viele anorganische Verbindungen, z. B. Kupferoxyd. Der Widerstandswert dieser Heißleiter hängt nun nicht nur von der Umgebungstemperatur, sondern auch von der Eigenerwärmung ab, die bei Stromdurchgang erzeugt wird. Da außerdem zur Erreichung eines Wärmegleichgewichtes eine gewisse Zeit vergeht, kann man Heißleiter dazu benutzen, elektrische Vorgänge zeitlich und selbsttätig zu steuern, ohne mechanische Teile zu bewegen. Man kann also hiermit Schaltverzögerungen hervorrufen, wie z. B. Anlassen von Motoren, stufenlos Schalten unter Vermeidung von Lichtbogen und Kontaktschwierigkeiten und damit wiederum Rundfunkstörungen vermeidend. Ferner können sie als selbsttätige Spannungs- und Temperaturregler sowie als Selbstschalter verwendet werden. Ein besonderes Anwen-

³⁾ H. Sachse: „Temperaturabhängige Widerstände (Heißleiter) und ihre Anwendung in der Technik.“ Siemens-Z. Bd. 19 (1939), Heft 5, S. 214.

dungsgebiet für diese Heißleiter ist die Meßtechnik, wobei sie z. B. zum Ausgleich des Temperaturganges von Systemspulen benutzt werden. Die Heißleiter aus Kupferoxyd zeichnen sich durch ihren einfachen Aufbau aus. Verhältnismäßig kleine Kupferoxydstäbchen mit rechteckigem Querschnitt tragen an den Enden Elektroden in Gestalt von Lötflächen; die Oberfläche des Stäbchens ist lediglich durch eine Lackschicht geschützt. Die Abmessungen des Kupferoxydstäbchens betragen für eine bereits praktisch angewendete Ausführungsform $2 \times 6 \times 18$ mm. Bild 3 zeigt eine Anzahl Kupferoxydwiderstände mit Kaltwiderständen von etwa 1,0—10 000 Ω (gemessen bei einer Temperatur von 20°). Der Warmwiderstand eines solchen Heißleiters ist, wie gesagt, von der Temperatur abhängig, und zwar beträgt er bei einer Temperatur von etwa 180° ein Zehntel des Kaltwiderstandes bei 20°, was mit einem Energieaufwand von etwa 4 W erreicht werden kann.

3. Kondensatoren.

a) Kondensatoren mit imprägniertem Papier als Dielektrikum.

Über die sogenannten Röhren- und Blockkondensatoren ist wenig zu berichten; während erstere in immer größer werdenden Stückzahlen in Rundfunkgeräten verwendet werden — man zählt heute bis zu 40 Stück je Gerät —, sind letztere in diesen Geräten meist durch Elektrolytkondensatoren ersetzt worden. Insbesondere trifft dies für die früher bevorzugten kombinierten Blockkondensatoren zu. Bei den listenmäßigen Blockkondensatoren, die in der allgemeinen Nachrichtentechnik in großem Umfang benutzt werden, ist aus bekannten Gründen der Weißblechbecher durch einen gezogenen Aluminiumbecher ersetzt worden, wobei sich aus Be-

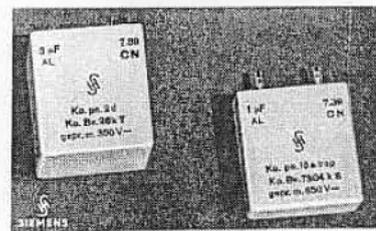


Bild 4. Blockkondensatoren in neuen Aluminiumbechern.

arbeitungsgründen geringe Formänderungen ergaben, ohne jedoch die Hauptabmessungen zu stören. Bild 4 zeigt einige Blockkondensatoren in diesen neuen Aluminiumbechern.

Die Reihe der feuchtigkeitsdichten und wärmebeständigen Kleinkondensatoren wurde auf Grund der größer werdenden Nachfrage erweitert. Bild 5 zeigt eine Anzahl ver-

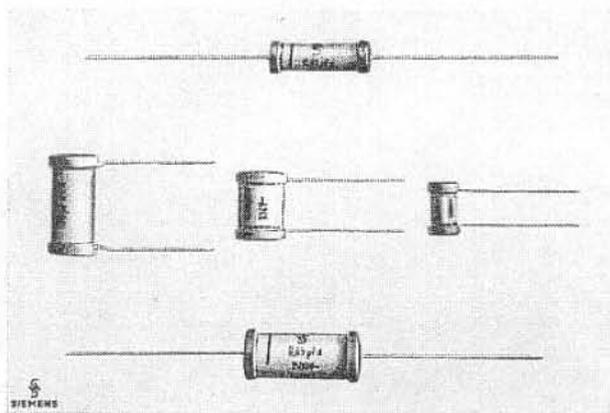


Bild 5. „Sikatrop“-Kondensatoren.

hältnismäßig kleiner Kondensatoren, die unter dem Namen „Sikatrop“ geliefert werden, und zwar sowohl mit radial als auch axial abgehenden Anschlußdrähten. Sie werden mit normalem Innenaufbau, d. h. induktivitätsarm, hergestellt oder, wenn der Verwendungszweck es verlangt, mit dämpfungsarmem Aufbau geliefert; diese Kondensatoren sind gleichzeitig äußerst induktivitätsarm. Nachdem über das Verhalten dieser Kondensatoren bei hohen Frequenzen⁴⁾ seinerzeit berichtet worden ist, folgen an anderer Stelle nähere Angaben über den Einfluß der Eigeninduktivität von Wickelkondensatoren auf den Scheinwiderstand⁵⁾. Zunächst sind diese dichten

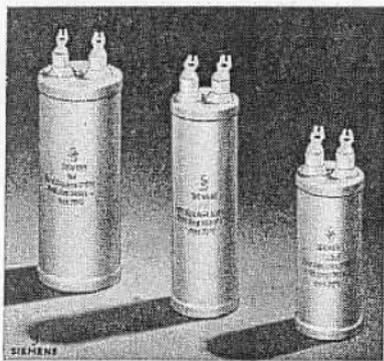


Bild 6. Tropenkondensatoren in runden Metallbechern.

⁴⁾ L. Linder und J. Schniedermann: „Das Verhalten von Papierkondensatoren bei hohen Frequenzen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik 1937, S. 73.

⁵⁾ L. Linder und J. Schniedermann: „Einfluß des Eigenwiderstandes von Wickelkondensatoren auf ihren Scheinwiderstand.“ E. T. Z., 1939, S. 793.

Kleinkondensatoren für die Betriebs- und Prüfspannungen 110/330, 250/750 und 500/1500 V mit den Kapazitätswerten von 500 pF bis 0,2 μ F entwickelt worden.

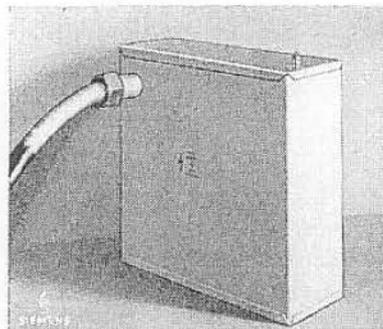


Bild 7. Hochspannungskondensator für eine Betriebsspannung von 50 kV.

Die sogenannten „Tropenkondensatoren“, die nach Art der Ölkondensatoren aufgebaut sind und die bisher nur in viereckigen Metallbechern geliefert wurden, werden jetzt auch, wie Bild 6 zeigt, in runden Metallbechern hergestellt, und zwar mit den Kapazitätswerten 0,5, 1,0 und 2,0 μ F, für die Spannungen 650/2000 V. Die ersteren sind für die Spannungen 500/1500 und 1000/3000 V bestimmt, mit Kapazitätswerten von 0,1 ... 4,0 μ F. Alle Tropenkondensatoren sind mit porzellanisierten Durchführungen versehen.



Bild 8. Kondensator zur Kompensation eines Webstuhl motors.

Für Fernsehgeräte ist es aus begrifflichen Gründen erwünscht, Hochspannungskondensatoren auf verhältnismäßig kleinem Raum unterzubringen. Gleichzeitig sind die Forderungen nach höheren Betriebsspannungen für Braunsche Röhren gesteigert worden. Hiermit sind an die

Hochspannungskondensatoren für Fernsichtzwecke außerordentlich hohe Forderungen gestellt. Im vergangenen Jahr wurde bereits über derartige Kondensatoren mit Betriebsspannungen bis 30 kV berichtet²⁾. Bild 7 zeigt einen neu entwickelten Kondensator für eine Betriebsspannung von 50 kV mit einer Kapazität von 20 000 pF. Auch diese Kondensatoren sind nach Art der Ölkondensatoren aufgebaut.

Ein neues Anwendungsgebiet für Kondensatoren mit hoher Beanspruchung, die bisher meist nur zum Anlassen von sogenannten Kondensatormotoren dienten, ergibt sich in der Einzelkompensation von Stromverbrauchern mit einem ungünstigen Leistungsfaktor, die in vielen Fällen wirtschaftliche Vorteile bringt, z. B. beim Betrieb von Metaldampflampen oder Webstuhlmaschinen, und zwar sowohl für Einphasen, als auch für Dreiphasenstrom mit Betriebsspannungen von 220 und 380 V. Im Bild 8 ist ein Kondensator zur Kompensation eines Webstuhlmotors dargestellt.

b) Glimmerkondensatoren.

Als Normalausführung werden Einplattenglimmerkondensatoren gefertigt, die mit dem bekannten roten Schutzlack versehen sind. Von einer Mehrplattenausführung wurde aus naheliegenden Gründen Abstand genommen, zumal die Erfahrung gezeigt hat, daß man mit den Einplatten-Glimmerkondensatoren mit der Kapazität von 400 pF in dem Hauptanwendungsgebiet der Spulentöpfe für Rundfunkgeräte auskommen kann. Für Sonderfälle sind einzelne versilberte Glimmerplatten in flachen Porzellanrohren mit beiderseits dicht verlöteten Kopfstücken untergebracht worden, ähnlich wie dies bei den schon erwähnten Sikatropkondensatoren geschehen ist. Dieser Aufwand erscheint für einen Einplattenkondensator reichlich hoch, berücksichtigt man jedoch den an sich kleinen Temperaturkoeffizienten der Kapazität derartiger Glimmerkondensatoren und den vollkommenen Abschluß dieses Kondensators gegen Luftfeuchtigkeit, so hat man in diesem Fall ein Bauteil für besonders konstante Schwingkreise vorliegen, dessen Kosten durchaus tragbar sind. Ein derartiger Kondensator ist im Bild 9 zu sehen.

c) Keramische Kondensatoren:

Es mag nach dem vorhin Gesagten auf den ersten Blick befremdend erscheinen, wenn neben Glimmerkondensatoren keramische Kondensatoren verwendet werden sollen. Jedoch das Bild der Praxis mit steigenden Verbrauchszahlen in der Rundfunkindustrie zeigt verschiedene Gründe für dieses Verhalten. Neben dem Vorzug der leichten Verformbarkeit bei der Herstellung und des dadurch oft möglichen einfachen Einbaues in Geräteteile bieten sie

bei kleinen Kapazitätswerten gegenüber den üblichen Papier-Röhrenkondensatoren oft preisliche Vorteile. Hinzu kommt in diesem Falle die bessere zeitliche und thermische Konstanz der Kapazität. Über

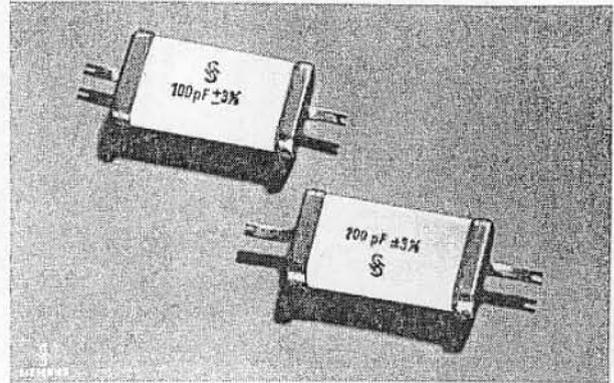


Bild 9. Dichte Glimmerkondensatoren.

keramische Röhrenkondensatoren wurde bereits⁴⁾ berichtet. Neu entwickelt wurden ähnliche Kondensatoren in Halmform und ferner in Gestalt kleiner Plättchen. Alle diese Kondensatoren sind mit Belägen aus aufgebranntem Silber versehen. Als Schutzschicht dient auch hier der mehrfach erwähnte rote Lack. Die Tafel I gibt Auskunft, wie aus der Bezeichnung der als Dielektrikum dienenden Massen, deren zunächst wissenswerte Eigenschaften abgelesen werden können. Die Reihenfolge der Zahlen und Buchstaben ist so gewählt, wie diese Eigenschaften meist in der Praxis aufgezählt sind. Diese Bezeichnungsweise dürfte dem Fachmann mehr sagen als verschiedene Handelsnamen.

T a f e l I.

Werkstoffkennzeichnung	Dielektrizitätskonst.	Temperaturkoeffizient der Kapazität		Verwendbarkeit
		Vorzeichen	Wert $\times 10^4$	
6 P 2 u	6	positiv	< 2	universell
32 N 4 u	32	negativ	< 4	universell
65 N 8 u	65	negativ	< 8	universell

Der hier zunächst überflüssig erscheinende Buchstabe u, der die universelle Verwendbarkeit kennzeichnet, ist zur Abgrenzung hier nicht besprochener Werkstoffe, die z. B. nur für Hochfrequenzzwecke (h) in Betracht kommen, zweckmäßig. Keramische Kondensatoren werden für die genannten Bauformen mit folgenden Kapazitätswerten hergestellt:

- in Rohrform von 25 bis 1200 pF,
- in Halmform von 10 bis 825 pF,
- in Plattenform von 1 bis 100 pF.

Bild 10 zeigt einige der vorstehend genannten Kondensatoren. Ähnlich wie dies bei Einplattenglimmer-Kondensatoren geschieht, können im Bedarfsfalle die vorgenannten keramischen Kondensatoren auch in dichtverlöteten Porzellanröhren geliefert werden.

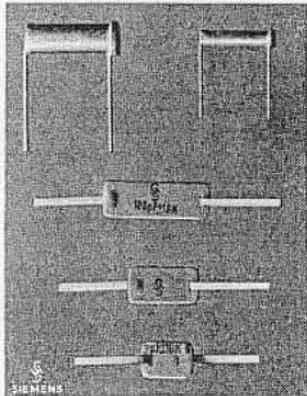


Bild 10. Keramische Kondensatoren in Rohr-, Halm- und Plattenform.

d) Kondensatoren mit Kunstfolie als Dielektrikum.

Kondensatoren mit Kunstfolie als Dielektrikum, die ein junges Erzeugnis der chemischen Technik darstellt, kommen dort immer mehr in Gebrauch, wenn höchste zeitliche und thermische Konstanz der Kapazität neben kleinen Verlusten gefordert werden und Glimmerkondensatoren aus Preisgründen nicht in Betracht kommen, z. B. Kondensatoren mit einem Kapazitätswert von 0,1 μ F. In manchen Fällen sind sie besonders wertvoll durch ihren kleinen und negativen Temperaturkoeffizienten. Sie sind entwickelt für die Spannungen 250/750 V bis zu Kapazitäts-

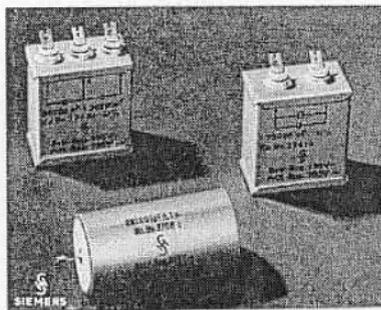


Bild 11. Kondensator mit Kunstfolie als Dielektrikum.

werten von 0,5 μ F. Äußerlich unterscheiden sich diese Kondensatoren wenig von den vorhin geschilderten in allseitig verlöteten Blechgehäusen, wie dies Bild 11 zeigt.

e) Elektrolytkondensatoren.

Bei der Vielheit der hier vorhandenen Ausführungsformen lag es nahe, sowohl den Hersteller als auch den Verbraucher von Elektrolytkondensatoren für eine weitgehende Vereinheitlichung zu interessieren. Dank der guten Zusammenarbeit sämtlicher hierfür in Deutschland in Betracht kommenden Stellen konnte das zunächst gesteckte Ziel in verhältnismäßig kurzer Zeit erreicht werden. Vereinheitlicht wurden folgende Größen, für die dem Verbraucher in der Rundfunkindustrie preisliche Vorteile geboten wurden:

Niedervoltausführung in Hartpapierrohr mit seitlich herausgeführten Drähten.

Betriebs- u. Spitzenspannung	Kapazitätswert
12/15 V	10 μ F + 50 — 20 %
20/25 V	15 μ F + 50 — 20 %
30/35 V	25 μ F + 30 — 20 %
	40 μ F + 30 — 20 %

Hochvoltausführung.

Betriebs- und Spitzenspannung	Kapazitätswert in Hartpapierrohr	Kapazitätswert in rundem Aluminiumbecher
250/275 V	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \mu\text{F} + 50 - 20 \% \\ 4 \mu\text{F} + 30 - 10 \% \\ 8 \mu\text{F} + 30 - 10 \% \end{array} \right.$	4 μ F + 30 — 10 %
350/385 V		8 μ F + 30 — 10 %
450/500 V		12 μ F + 30 — 10 %
450/550 V		16 μ F + 30 — 10 %
500/550 V		20 μ F + 30 — 10 %
		24 μ F + 30 — 10 %
		28 μ F + 30 — 10 %
		32 μ F + 30 — 10 %

Die Vereinheitlichung der Hochvolt-Elektrolytkondensatoren wurde vorläufig durchgeführt ohne Rücksicht darauf, ob diese mit vergrößerter wirk-

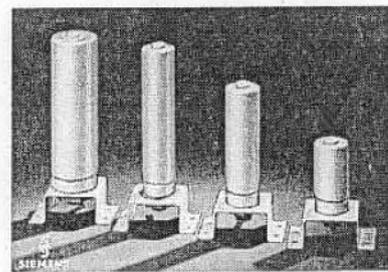


Bild 12. Räumliche Verkleinerung von Elektrolytkondensatoren im Laufe der letzten Jahre.

samer Oberfläche — durch Aufrauhung der Anodenfolie hervorgerufen — ausgerüstet sind oder nicht. Es ist anzunehmen, daß erstere in Zukunft eine gesteigerte Bedeutung gewinnen werden. Im Bild 12 sind

einige Hochvolt-Elektrolytkondensatoren nebeneinandergestellt, die wohl deutlich zeigen, in welchem Umfang durch verschiedene Maßnahmen, darunter auch die der Oberflächenvergrößerung, an Raum gewonnen wurde; es handelt sich in jedem Fall um einen $8 \mu\text{F}$ -Kondensator für die Spannungen $450/500 \text{ V}$. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß hierbeinun nicht mehr die anfangs verhältnismäßig große Außenoberfläche des Aluminiumbechers zur Verfügung steht, die bisher ohne weiteres die in Betracht kommende Wechselstromleistung — durch die Welligkeit des hier vorliegenden gleichgerichteten Stromes verursacht — als Wärme abstrahlen konnte.

Hier steht einer angenehmen Folge, nämlich der räumlichen Verkleinerung der Kondensatoren, eine technische Forderung, die der zulässigen Eigenenerwärmung, gegenüber. Dieser Gegensatz kann jedoch aufgelöst werden, wenn man berücksichtigt,

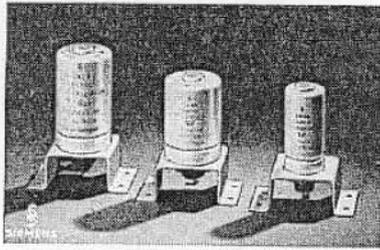
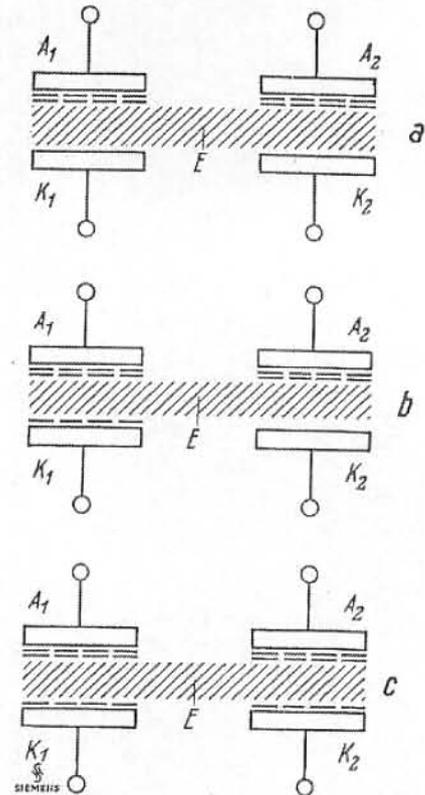


Bild 13. Elektrolytkondensatoren mit vergrößerter Oberfläche $500/550 \text{ V}$, $8, 16$ und $8 + 8 \mu\text{F}$.

daß die Vereinheitlichung der Elektrolytkondensatoren wirtschaftliche Vorteile bringt und somit gestattet, die von der Gerätetechnik angestrebte Vergrößerung der Siebkondensatoren durchzuführen und durch diese die sogenannte Brummspannung wesentlich verkleinert werden kann. Bild 13 zeigt einige Kondensatoren mit vergrößerter Oberfläche für die Spannungen $500/550 \text{ V}$ mit den Kapazitätswerten $8, 16$ und $8 + 8 \mu\text{F}$ in runden Aluminiumbechern, letztere mit gemeinsamem Minuspol (am Aluminiumgehäuse).

An dieser Stelle dürfte es interessieren, zu erfahren, daß es durch ein besonderes Herstellungsverfahren möglich geworden ist, die üblichen Zweifachkondensatoren, z. B. die vorhin erwähnten, in einem Aluminiumgehäuse unterzubringen, wobei zwischen beiden Minuspolen Spannungen angelegt werden können, wie neuere Röhrenschaltungen (Röhren mit gleitenden Gitterspannungen) es verlangen. Bild 14 stellt die grundsätzliche Schaltung eines solchen Zweifachkondensators mit für Niederspannung isolierten Minuspolen dar. Hier bedeuten die Buchstaben A_1 (A_2) die Anode A_1 und A_2 , K_1 (K_2) die Kathoden K_1 und K_2 ; der Buchstabe E und die Schraffierung deutet den Elektrolyten an. Die Teil-

zeichnung *a* versinnbildlicht den Normalfall mit zwei getrennten Minuspolen. Im Fall *b* ist der Forderung der für Niederspannung voneinander isolier-



a = Normalfall; *b* = 1. Sonderfall, K_1 vorformiert; *c* = 2. Sonderfall, K_1 und K_2 vorformiert (praktische Lösung).

Bild 14. Grundsätzliche Darstellung von Zweifach-Elektrolytkondensatoren ohne und mit vorformierten Kathoden.

ten Kathoden Rechnung getragen, wobei die Kathode K_2 an Masse (Erde) liegend zu denken ist. Teilzeichnung *c* gibt den praktischen Fall wieder, wo aus Fertigungsgründen beide Kathoden (K_1 und

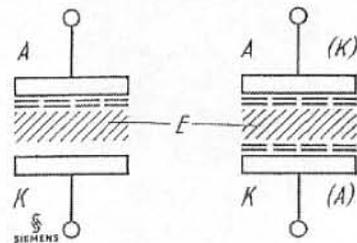


Bild 15. Grundsätzliche Darstellung eines gewickelten und ungewickelten Elektrolytkondensators.

K_2) vorformiert werden, wie es durch die gestrichelten Linien angedeutet ist.

Diese Elektrolytkondensatoren dürfen mit den sogenannten ungewickelten Hochvolt-Elektrolytkonden-

satoren, über die seinerzeit berichtet worden ist) und die inzwischen in dem Universalempfänger vielfach verwendet wurden, nicht verwechselt werden. Bild 15 zeigt in grundsätzlicher Darstellung einen

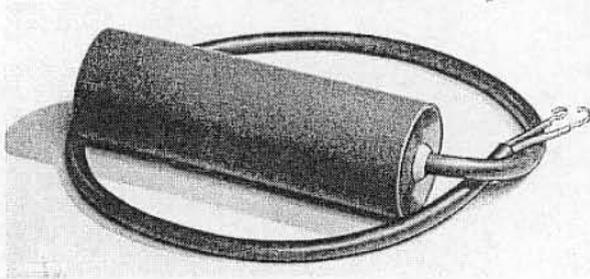


Bild 16. Elektrolyt-Anlaßkondensator.

gepolten und einen ungepolten Elektrolytkondensator, unter Benutzung derselben Zeichen, wie vorhin erklärt. Im letzten Fall sind beide Elektroden gleich stark formiert, zu denken, wie durch die doppelte Strichlung angedeutet ist. Eine besondere Anwendung eines solchen ungepolten Kondensators stellt der in Bild 16 gezeigte dar. Kondensatoren in dieser Ausführungsform sind inzwischen in vielen Stückzahlen zum Anlassen von Motoren benutzt worden.

4. Spulen mit Hochfrequenzkernen.

a) Neue Sirufer-Werkstoffe.

Die vor Jahresfrist bekanntgegebene Reihe von Sirufer-Werkstoffen²⁾ ist um zwei weitere vergrößert worden, die sich an die beiden am meisten verwen-

entspricht Sirufer 7 als Kernwerkstoff für Mittel- und Langwellenspulen dem Sirufer 4 und Sirufer 8 als relativ hochpermeabler Kernwerkstoff ebenfalls für Mittel- und Langwellenspulen dem Sirufer 6. Tafel II bringt eine Zusammenstellung der hier zunächst interessierenden Werte für die Sirufer-Werkstoffe 1 bis 8.

Daß der große Bereich der wirksamen Permeabilität seine Ursache in der Formgebung der Spulen und Kerne hat, ist bereits schon einmal gesagt worden. Der Temperaturkoeffizient der Permeabilität des Sirufers liegt zwischen -3 bis $-5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, und zwar für das Sirufer 4 bis 8 in der Nähe des kleineren Wertes. Der kleine und negative Temperaturkoeffizient kann manchmal sehr wichtig für besonders wertvolle Kreisspulen sein, wo u. U. eine teilweise Kompensation des mit einem positiven Temperaturkoeffizienten behafteten Kapazitätswertes eintreten kann. Für Rundfunkzwecke ist die heute erreichte Größe des Temperaturkoeffizienten gerade am zweckmäßigsten. Nur für Sonderzwecke bemüht man sich, noch kleine Temperaturkoeffizienten zu erzielen. Das Sirufer 4 bis 8 ist ohne weiteres tropenfähig, wie zahlreiche Versuche im Tropenraum der Siemens & Halske AG und jahrlange Erfahrungen in tropischen Gegenden gezeigt haben.

b) Verschiedene Kernformen.

Es hat sich gezeigt, daß die im Laufe der Jahre entwickelten Kernformen sowohl in den Abmessungen, als auch in der Art des Werkstoffes richtig gewählt waren. Die damals für Kreise großer Güte vorgeschlagenen Rollen- und Haspelkerne werden heute noch in großem Umfang von den Baufirmen verwendet. Ferner hat sich gezeigt, daß man für Kreise mittlerer Güte mit den wenigen Schraubkern-

T a f e l I I.

Siruferart	Kernfarbe	Ringkern-permeabilität	Wirksame Permeabilität *)	Zulässige Betriebstemperatur ° C	Verwendungszweck
Sirufer 1	—	16	1,8 bis 5,0	120	Mittel- und Langwellenspulen
„ 4	gelb	7	1,8 „ 3,2	65	„ „ „
„ 5	blau	6	1,6 „ 3,0	65	Kurzwellenspulen
„ 6	grün	9	1,8 „ 4,0	65	Mittel- und Langwellenspulen
„ 7	rot	7	1,8 „ 3,2	75	„ „ „
„ 8	braun	9	1,8 „ 4,0	75	„ „ „

*) für andere Kernformen.

deten, nämlich Sirufer 4 und 6, anlehnen. Es handelt sich hier um die zulässige Betriebstemperatur, die bei diesen neuen Werkstoffen Sirufer 7 und 8 höher liegt als bei den erstgenannten, und zwar

ausführungen allen praktischen Forderungen genügen kann. In der Tafel III sind diese Kernformen aufgeführt, die für den Bau von Rundfunkgeräten von Interesse sind. Der ebenfalls hier mit aufge-

führte kleine Topfkern wird nur vereinzelt angewendet, er hat, ebenso wie die größeren Ausführungen dieser Art, erhöhte Bedeutung für andere Geräte der drahtlosen Technik.

Der im vergangenen Jahr für Kurzwellen entwickelte Spulenkörper liegt nunmehr mit der in der Praxis beliebt gewordenen einfachen Befestigungsmöglichkeit mittels Spiralkeil vor. Dieser Körper,

T a f e l III.

Kerngruppe	Kernform	Größte Abmessung in mm		Abgleichbereich der Induktivität	Zweckmäßigster Spulenaufbau
		Durchmesser	Länge		
geschlossener Kern	kleiner Topfkern	23	19	groß	Kammerwicklung
	großer Rollenker	26	26	mittel	"
halboffener Kern	mittl. Rollenker	26	14	"	"
	kleiner Rollenker	24	12	"	"
offener Kern	großer Schraubker	10	31	groß	Kammerwicklung oder Kreuzspule
	mittl. Schraubker	9	20	"	" " "
	kleiner Schraubker	6	23	"	Kreuzspule

Der in Fachkreisen gut bekannte Haspelkern wurde hier nicht aufgeführt, da er in räumlicher und elektrischer Hinsicht praktisch dem mittleren Rollenker gleichwertig ist. Über den Abgleichbereich wurden keine Zahlenangaben gemacht, da dieser vom Werkstoff und von dem Spulenaufbau abhängig ist; er liegt je nach Ausführung zwischen den Werten von ± 4 bis $\pm 15\%$. Der letztgenannte Kern, der kleine Schraubker, wurde für verhältnismäßig kleine Spulen, die in Spulentöpfen für sogenannte Autosuper verwendet werden, entwickelt. Hier sei noch auf eine abschließende Arbeit über Gütekurven, die im Laufe mehrerer Jahre auf Grund von Messungen an Hochfrequenzspulen ver-

der aus besonders temperaturbeständigem Trolitul hergestellt ist, weist zur Aufnahme der Wicklungen zwei verschiedene schraubenförmige Rillen auf, und zwar so, daß die schmalen Rillen, für die Kopplungswindungen bestimmt, zwischen den breiten liegen, die gegebenenfalls mit bandförmigem Draht aufgebracht werden können. Als Kern ist in diesem Fall naturgemäß der hierfür vorgesehene große Schraubker aus Sirufer 5 zu nehmen. Bild 17 zeigt die vorhin beschriebene Spulenanordnung.

Die für die sogenannte Permeabilitätsabstimmung von Rundfunkgeräten benötigten Werkstoffe und Formen werden hier nicht besprochen, da deren Entwicklung zur Zeit noch läuft.

Über neue erprobte Mittel zur Führung und Sicherung von Schraubkernen wird auf den nächsten Abschnitt verwiesen.

c) Neue Spulentöpfe.

Unter Anwendung der normalen Schraubkerne wurden neue Spulentöpfe entwickelt, die einen besonders einfachen Aufbau zeigen, wie sich aus dem Bild 18 ergibt. Eine verhältnismäßig starke keramische Grundplatte trägt zentrisch das aus Bakelithartpapier hergestellte Spulenrohr, in dessen Innern, durch ein M 9-Gewinde geführt, die Abgleichkerne untergebracht sind. Die zugehörigen Glimmerkondensatoren befinden sich in zwei Höhlungen der Grundplatte, zwischen Plattenrand und Spulenrohr, wo sie mit Hilfe einer Vergußmasse gegen äußere Einflüsse geschützt sind. Eine Aluminiumkappe, in den Hauptabmessungen 85×35 mm Durchmesser, gleich mit normalen Bechern der am meisten gebrauchten Elektrolytkondensatoren, dient

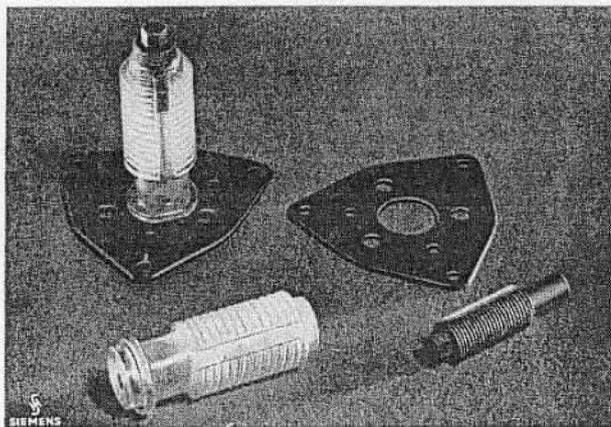


Bild 17. Kurzwellenspulenkörper mit Spiralkeil-Befestigung.

schiedener Art mit Siruferkernen gesammelt wurden, hingewiesen⁹⁾.

⁹⁾ H. Nottebrock u. K. Marquardt: „Über die Güte von Hochfrequenzspulen mit Siruferkernen.“

Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik, 9. Jahrg. (1939), 2. Folge, S. 125.

als Abschirmung. Sie wird oben durch das Spulenrohr geführt, unten stützt sie sich mit den Befestigungsschrauben auf die keramische Grundplatte. Lötösen, die durch diese Platte geführt sind, lassen

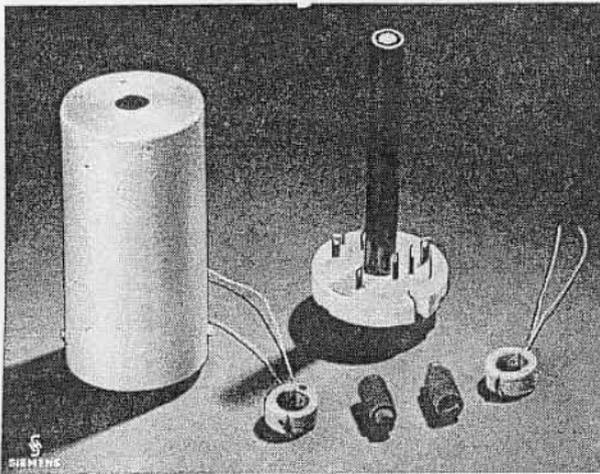


Bild 18. Vereinfachter Normal-Spulentopf.

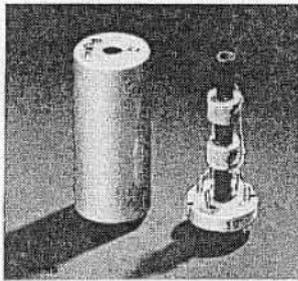


Bild 19. Spulentopf für Autosuper.

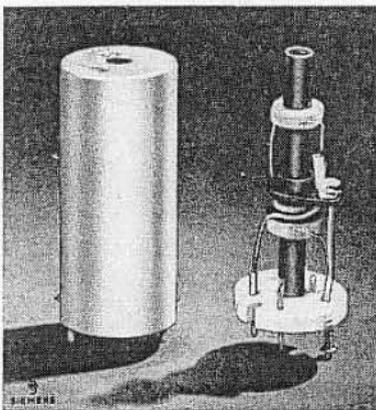


Bild 20. Veränderbares Bandfilter.

alle elektrischen Verbindungen zu, die notwendig sind. Die Abgleichschrauben sind mit Hilfe von Steckschlüsseln bekannter Form am Boden und am Kopf des Spulentopfes einstellbar. Zur Sicherung dieser Einstellung dient ein zwischen Spulenrohr-

gewinde und Abgleichschraube befindlicher Gummifaden. Dieses Verfahren hat sich im praktischen Betrieb gut bewährt, es läßt auch ohne weiteres eine spätere Nachstellung zu, falls diese notwendig werden sollte.

Der vorhin beschriebene Spulentopf stellt die Normalausführung dar, die in der eigenen Gerätefertigung, z. B. als Eingangsbandfilter oder Zwischenfrequenzbandfilter benutzt wird. Für Rundfunkgeräte, die einen verhältnismäßig kleinen Raum einnehmen sollen, wie z. B. der schon einmal erwähnte Autosuper, ist ein kleiner Spulentopf, Abmessungen 80×25 mm Durchmesser, entwickelt worden, der jedoch, wie Bild 19 zeigt, denselben Aufbau wie der größere Spulentopf hat.

Für veränderbare Bandfilter wurden ebenfalls die vorgenannten Aufbauteile benutzt, hinzu tritt hier jedoch noch die verschiebbare Koppelspule, die als „Siemens-Fahrstuhl“ bekanntgeworden ist. Bild 20 zeigt ein derartiges veränderbares Bandfilter.

5. Hochfrequenzgleichrichter.

Sirutore.

Hier sollen nur zwei Ausführungsformen einer Gleichrichterart besprochen werden, die unter dem Namen „Sirutor“ in den Handel gekommen sind. Es handelt sich um Kupferoxydul-Gleichrichter kleinster Ausführung. Eine Ausführung, der Sirutor 5 b in Stabform nach Art eines kleinen Karbowidstaves, ist seinerzeit in einer Anodenstromsparschaltung des Batterie-Volksempfängers mit großem Erfolg benutzt worden. Wenn auch seine elektrischen Eigenschaften eine allgemeine Anwendung als Hochfrequenzgleichrichter, z. B. als Kurzwellendetektor, nicht zulassen, so ist ihm doch eine vielseitige Anwendung gesichert; eine wurde bereits vorhin genannt. Bei seiner Ver-

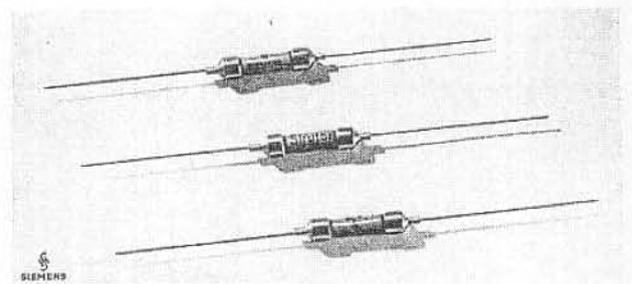


Bild 21. Sirutore in Rohrform.

wendung in Hochfrequenzkreisen ist seine Eigenkapazität zu berücksichtigen, die bei der normalen Rundfunkausführung, im Sirutor 5 b, 20 bis 30 pF beträgt, gemessen bei 1,0 V und 1000 kHz. Diese Ausführung, die in Bild 21 dargestellt ist, enthält fünf

Pillen als Einzelgleichrichter. In dem Röhren, das diese Pillen umgibt, können 1 bis 15 Pillen untergebracht werden. Eine weitere Ausführung in Blockform, Bild 22, enthält ebenfalls kleine Einzelgleich-

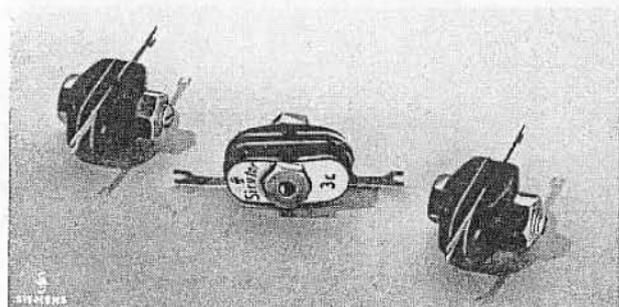


Bild 22. Sirutore in Blockform.

richter in Pillenform, jedoch für eine etwas größere Belastung als bei dem Sirutor 5 b möglich ist. In der Tafel IV sind die bisher entwickelten Sirutore zusammengestellt.

T a f e l IV.

Bezeichnung	Zahl der Pillen	Pillen-durchmess. mm	Zuläss. Stromstärke mA	Zuläss. Sperrspann. je Pille V *)	Ausführung
Sirutor 1 a—15 a	1—15	1	0,15	6,0	Rohrform
„ 1 b—15 b	1—15	2	0,25	6,0	„
„ 1 c—6 c	1—6	3	0,5	3,0	Blockform

*) Scheitelwert.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß an der Entwicklung der Sirutore weitergearbeitet wird, z. B. in der Richtung nach einer weiteren Verkleinerung der Eigenkapazität für Kurzwellenschaltungen oder um hochsperrende Pillen zu erzielen. Sirutore mit der letztgenannten Eigenschaft dürften in Kürze lieferbar sein.

6. Transformatoren für hohe Spannungen.

In dem Abschnitt über Kondensatoren wurde von hohen Betriebsspannungen gesprochen, die in Fernsehgeräten benutzt werden und dementsprechend die benötigten Kondensatoren zu bemessen sind. Es wurde ein Kondensator mit einer Betriebsspannung von 50 kV als Ausführungsbeispiel genannt. Da hier

in den meisten Fällen mit der bekannten Spannungsverdopplungsschaltung gearbeitet wird, muß der zugehörige Transformator die normale Netzspannung von 220 V auf die halbe Betriebsspannung, d. h. 25 kV bringen. Auch hier sind hinsichtlich der Abmessungen die gleichen Forderungen wie bei den Hochspannungskondensatoren gestellt worden. Es zeigte sich, daß mit den üblichen Mitteln nicht gearbeitet werden konnte, neue Wege mußten beschritten werden. Bild 23 zeigt diesen Fernseh-Hochspannungstrans-

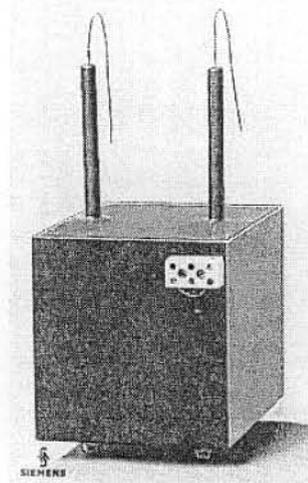


Bild 23. 25 kV-Transformator für Fernsehzwecke.

formator. Der eigentliche Transformator ruht in einem Eisenblechkasten, vollkommen von Vergußmasse umgeben. Die Enden der Hochspannungswicklung wurden auf eine neuartige Weise isoliert herausgeführt. Selbstredend werden Hochspannungstransformatoren in ähnlichen Ausführungen, unter Benutzung von normalen Blechschnitten, für die üblichen Betriebsspannungen der zur Zeit gebräuchlichen Braunschen Röhren hergestellt.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Neue Widerstände einschließlich Heißeleiter, Kondensatoren verschiedener Art, Hochfrequenzspulen und -gleichrichter, soweit diese von der S & H AG entwickelt und hergestellt sind, wurden beschrieben. Hierbei wurden die Bedürfnisse der Nachrichtentechnik, insbesondere des Rundfunk- und Fernsehgebietes, berücksichtigt. Im letzten Fall wurde auf Hochspannungskondensatoren und die zugehörigen Hochspannungstransformatoren kurz eingegangen. Auf weitere technische Anwendungen einiger Einzelteile wurde hingewiesen.