EK 2 Oktode

Die Oktode EK 2 ist eine Sechsgittermischröhre, die nach dem bekannten Prinzip der elektronischen Mischung arbeitet. Die kleinen Abmessungen und gewisse Maßnahmen im Aufbau der Röhre haben nennenswerte Vorteile mit sich gebracht.

1) Die Erscheinung der elektronischen Kopplung (Induktionseffekt), die sich besonders auf Kurzwellen offenbart, ist durch Einfügung eines kompensierenden Kondensators zwischen dem ersten und vierten Gitter größtenteils unterdrückt. Die Aufgabe dieses Kondensators besteht darin, die durch die elektronische Kopplung hervorgerufene scheinbare negative Kapazität zwischen Gitter 4 und Gitter 1 durch eine positive Kapazität auszugleichen.
2) Die geringen Abmessungen haben infolge der sich daraus ergebenden kleineren Abstände auch den Laufzeiteffekt auf sehr kurzen Wellen praktisch beseitigt.
3) Der Eingangsparallelwiderstand zwischen Steuergitter und Kathode ist auf sehr kurzen Wellen noch sehr groß und beeinträchtigt praktisch nicht die Verstärkung.
4) Das Rauschen, das bekanntlich von der Quadratwurzel des Anodenstromes, dividiert durch die Mischsteilheit, abhängig ist, ist bei dieser Röhre schon sehr gering.
5) In Bezug auf Schwäche der Pfeifstörungen ist diese Röhre besonders günstig.
6) Diese Röhre ergibt beim Herunterregeln nur wenig Störung durch Quermodulation oder Modulationsverzerrung.
7) Der Innenwiderstand ist hoch; er beträgt mehr als 1 Megohm und ermöglicht daher die Verwendung von Z.F.-Kreisen sehr guter Qualität, die eine große Verstärkung gewährleisten.
8) Der Mikrophoneffekt ist so klein, daß er beim Entwurf eines Empfangsapparates außer acht gelassen werden kann.

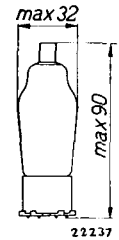

Abb. 1
Abmessungen in mm der Röhre EK 2.

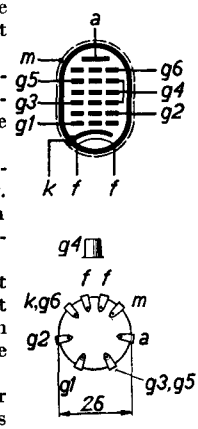

Abb. 2
Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

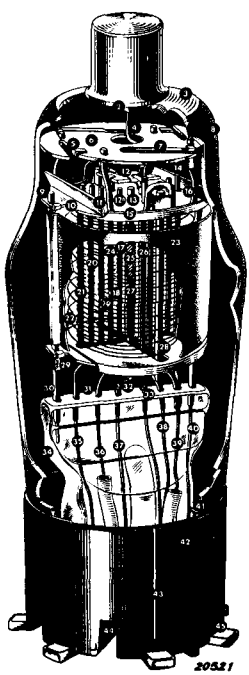

Abb. 3
Aufbau der neuen Oktode EK 2. Der Ausgleichskondensator gegen Induktionseffekt ist mit 12 bezeichnet.

HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Gleich- oder Wechselstrom, Serien- oder Parallelspeisung.

Heizspannung . . . . . V_f = 6,3 V
Heizstrom . . . . . I_f = 0,200 A

KAPAZITÄTEN

C_{ag4} < 0,07 μμF
C_a = 10 μμF
C_{g1} = 6,0 μμF
C_{g1g4} = 1,1 μμF
C_{g2} = 4,5 μμF
C_{g2g4} < 0,25 μμF
C_{g4} = 8,8 μμF

BETRIEBSDATEN (ZUR VERWENDUNG AUF LANG- UND MITTELWELLEN)

Anodenspannung							
V_a	=	100 V			200—250 V		
Schirmgitterspannung							
$V_{g\,3,5}$	=	50 V			50 V		
Oszillatoranodenspannung							
V_{g2}	=	100 V			200 V		
Ableitwiderstand des Oszillatorgitters							
R_{g1}	=	50.000 Ω			50.000 Ω		
Oszillatorwechselspannung an Gitter 1							
V_{osz}	=	9 $V_{(eff)}$			9 $V_{(eff)}$		
Oszillatorgitterstrom							
I_{g1}	=	200 μA			200 μA		
Kathodenwiderstand							
R_k	=	570 Ω			490 Ω		
Neg. Vorspannung an Gitter 4							
V_{g4}	=	—2 V[1])	—15 V[2])	—20 V[3])	—2 V[1])	—15 V[2])	—20 V[3])
Anodenstrom							
I_a	=	1 mA	—	—	1 mA	—	—
Schirmgitterstrom							
$I_{g3} + I_{g5}$	=	1 mA	—	—	1 mA	—	—
Oszillatoranodenstrom							
I_{g2}	=	1,5 mA	—	—	2,1 mA	—	—
Mischsteilheit							
S_c	=	550 μA/V	5,5 μA/V	2 μA/V	550 μA/V	5,5 μA/V	2 μA/V
Innenwiderstand							
R_i	=	1,2 MΩ	>10 MΩ	>10 MΩ	1,5 MΩ	>10 MΩ	>10 MΩ
Steilheit von Gitter 1 nach Gitter 2 ($V_{osz} = 0$)							
S_{g1g2}	=	0,3 mA/V	—	—	0,4 mA/V	—	—
Oszillatoranodengleichstrom beim Schwingungseinsatz ($V_{osz} = 0$)							
I_{g2}	=	3,2 mA	—	—	5,5 mA	—	—

[1]) Im ungeregelten Zustand.
[2]) Für eine Regelung der Steilheit 1 : 100.
[3]) Grenze des optimalen Regelbereiches.

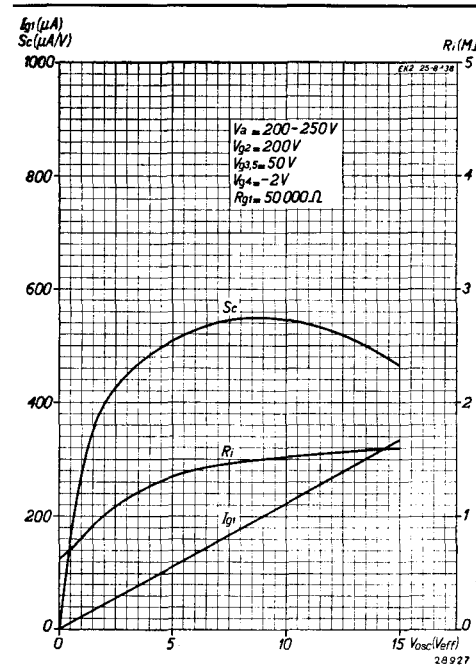

Abb. 4
Mischsteilheit *Sc*, Innenwiderstand *Ri* und Oszillatorgitterstrom Ig_1 als Funktion der Oszillatorspannung bei Vg_2 = 200 V und $Vg_{3,5}$ = 50 V.

BETRIEBSDATEN (ZUR VERWENDUNG IN ALLWELLENEMPFÄNGERN) [4])

Anodenspannung							
V_a	=	100 V			200—250 V		
Schirmgitterspannung							
$V_{g\,3,5}$	=	80 V			80 V		
Oszillatoranodenspannung							
V_{g2}	=	100 V			200 V		
Ableitwiderstand des Oszillatorgitters							
R_{g1}	=	16000 Ω			50.000 Ω		
Oszillatoranodenwechselspannung an Gitter 1							
V_{osz}	=	6 $V_{(eff)}$			6 $V_{(eff)}$		
Oszillatorgitterstrom							
I_{g1}	=	300 μA			150 μA		
Kathodenwiderstand							
R_k	=	395 Ω			525 Ω		
Neg. Vorspannung an Gitter 4							
V_{g4}	=	—3 V[1])	—26 V[2])	—40 V[3])	—4 V[1])	—26 V[2])	—40 V[3])
Anodenstrom							
I_a	=	2,5 mA	—	—	2,1 mA	—	—
Schirmgitterstrom							
$I_{g3} + I_{g5}$	=	2,8 mA	—	—	1,5 mA	—	—
Oszillatoranodenstrom							
I_{g2}	=	2,3 mA	—	—	4 mA	—	—
Mischsteilheit							
S_c	=	550 μA/V	5,5 μA/V	1 μA/V	550 μA/V	5,5 μA/V	1 μA/V
Innenwiderstand							
R_i	=	0,65 MΩ	>10 MΩ	>10 MΩ	0,9 MΩ	>10 MΩ	>10 MΩ
Steilheit von Gitter 1 nach Gitter 2 (V_{osz} = O)							
S_{g1g2}	=	0,35 mA/V	—	—	0,9 mA/V	—	—
Oszillatoranodengleichstrom beim Schwingungseinsatz (V_{osz} = O)							
I_{g2}	=	4 mA	—	—	9 mA	—	—

[1]) Im ungeregelten Zustand.
[2]) Für eine Regelung der Steilheit 1 : 100.
[3]) Grenze des optimalen Regelbereiches.
[4]) Im Kurzwellenbereich soll die Röhre mit Rücksicht auf Frequenzverwerfung nicht geregelt werden.

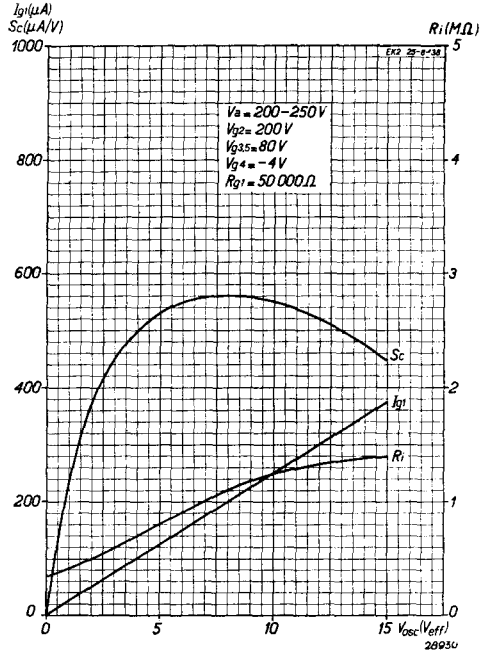

Abb. 5
Mischsteilheit Sc, Innenwiderstand Ri und Oszillatorgitterstrom Ig_1 als Funktion der Oszillatorspannung bei Vg_2 = 200 V und $Vg_{3,5}$ = 80 V.

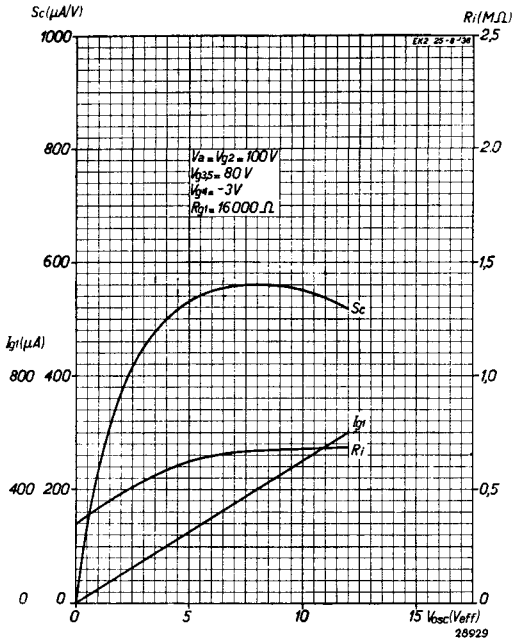

Abb. 6
Mischsteilheit *Sc*, Innenwiderstand *Ri* und Oszillatorgitterstrom Ig_1 als Funktion der Oszillatorspannung bei Vg_2 = 100 V und $Vg_{3,5}$ = 80 V.

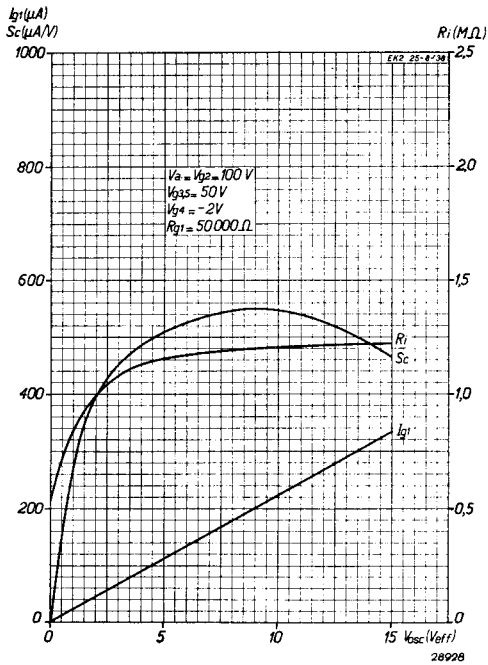

Abb. 7
Mischsteilheit *Sc*, Innenwiderstand *Ri* und Oszillatorgitterstrom Ig_1 als Funktion der Oszillatorspannung bei Vg_2 = 100 V und $Vg_{3,5}$ = 50 V.

GRENZDATEN

V_{ao}	= max. 550 V	W_{g2}		= maz. 1,3 W
V_a	= max. 300 V	I_k		= max. 12 mA
W_a	= max. 1,0 W	V_{g4}	(I_{g4} = 0,3 μA)	= max. −1,3 V
$V_{g3,5o}$	= max. 550 V	R_{g4k}		= max. 3 MΩ
$V_{g3,5}$	= max. 125 V	R_{g1k}		= max. 100.000 Ω
$W_{g3,5}$	= max. 0,3 W	R_{fk}		= max. 5000 Ω
V_{g2o}	= max. 550 V	V_{fk}		= max. 100 V [1])
V_{g2}	= max. 225 V			

[1]) Gleichsp. od. Effektivwert der Wechsels

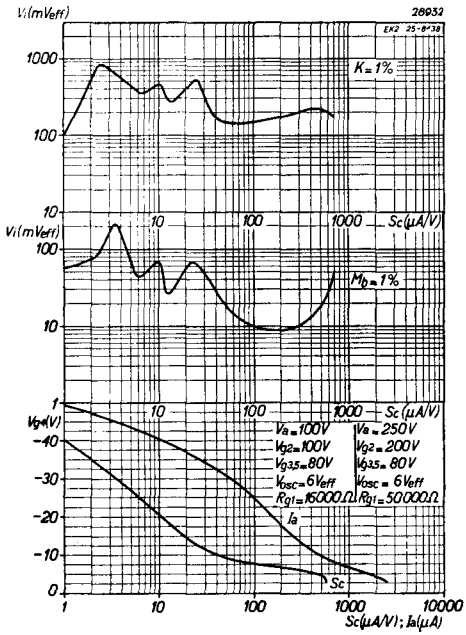

Abb. 8
Obere Kurve: Eingangswechselspannung als Funktion der durch die negative Vorspannung des Gitters 4 geänderten Mischsteilheit bei 1% Quermodulation.
Mittlere Kurve: Eingangswechselspannung als Funktion der Mischsteilheit für 1% Modulationsbrummen.
Untere Kurven: Anodenstrom und Mischsteilheit als Funktion der negativen Vorspannung an Gitter 4.

Die Spannungen der verschiedenen Elektroden sollen vorzugsweise über einen reichlich bemessenen Spannungsteiler zugeführt werden, obwohl es natürlich auch möglich ist, sie über hohe Serienwiderstände zuzuführen. Weil der Oszillatorteil auch ohne Vorspannung (also bei V_{gl} = 0 V) leicht ins Schwingen gebracht wird, kann bei der EK 2 der Ableitwiderstand des ersten Gitters direkt an die Kathode angeschlossen werden. Der Wert von 15 V(eff) für die Oszillatorspannung gewährleistet ein möglichst rauschfreies Arbeiten. Diese Spannung ist in den Lang- und Mittelwellenbereichen meistens ohne Mühe zu erzielen. Es kann aber vorkommen, daß man bei 600 m Wellenlänge die Rückkopplung so stark wählen muß, daß bei 200 m die Oszillatorspannung z.B. zweimal so hoch wird. Dies kann zu Schwierigkeiten durch periodisches Abreißen der Schwingungen (Überschwingen) Veranlassung geben. Es handelt sich um eine bei sehr einfachen Empfängern mit Rückkopplung bereits bekannte Erscheinung, die sich durch sehr starkes Rauschen oder durch Auftreten einer großen Anzahl Pfeiftöne beim Abstimmen auf bestimmte Stationen bemerkbar macht. Diese Erscheinung ist auf ein sehr schnell wechselndes Aus- und Einsetzen der Schwingungen zurückzuführen. Ein Mittel zur Bekämpfung des Überschwingens ist die Verringerung der Anzahl der Rückkopplungswindungen. Zwar nimmt dann oben im Wellenbereich die Oszillatorspannung etwas ab, aber aus der Kurve der Transponierungssteilheit als Funktion der Oszillatorspannung (s. Abb. 4) geht hervor, daß bei Spannungen von 9 bis 10 V(eff) die Steilheit sogar noch günstiger ist als bei 15 V(eff). Das Konstanthalten der Oszillatorspannung im ganzen Wellenbereich gelingt manchmal durch Parallelschalten eines geeigneten Dämpfungswiderstandes zur Rückkopplungsspule.

Ein anderes Mittel gegen Überschwingen ist die Wahl von kleineren Werten des Gitterkondensators und des Gitterableitwiderstandes des Oszillatorteiles. Insbesondere im Kurzwellenbereich kann dies viel Erfolg haben, und man kann z.B. 50 μμF für den Kondensator und 50.000 Ω für den Ableitwiderstand wählen. Weil 50 μμF für Langwellen zu klein ist — normalerweise wird ein Wert von 200 bis 1000 μμF

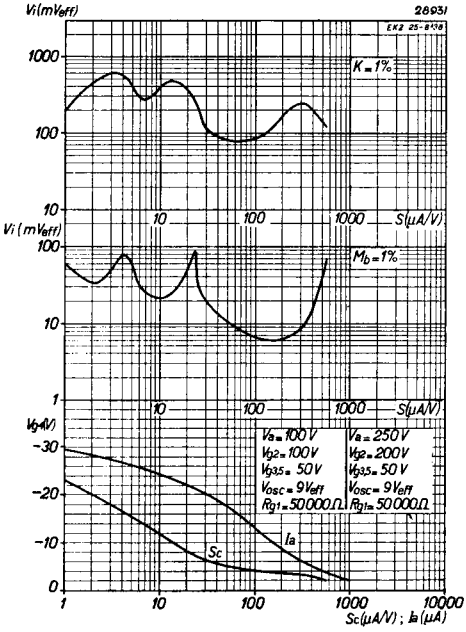

Abb. 9

Obere Kennlinie: Eingangswechselspannung als Funktion der durch die negative Spannung des Gitters 4 geänderten Mischsteilheit bei 1 % Quermodulation.

Mittlere Kennlinie: Eingangswechselspannung als Funktion der Mischsteilheit für 1 % Modulationsbrummen.

Untere Kennlinien: Anodenstrom als Funktion der negativen Spannung des Gitters 4.

genommen — kann man für Allwellenempfänger anstatt des Gitterkondensators den Ableitwiderstand kleiner wählen, z.B. 10.000 oder 16.000 Ω (siehe auch die Daten für den letzteren Wert).

Man muß dann aber dies Oszillatorstand nicht parallel zum en Widerkreis schalten, weil dieser dadurch zu sehr gedämpft wäre. Es empfiehlt sich dann, diese Schaltung gemäß Abb. 11 durchzuführen. Abb. 12 zeigt eine Schaltung mit einem kleineren Ableitwiderstand, wenn man den Paddingkondensator zu gleicher Zeit als Gitterkondensator verwendet. Auch in diesem Fall wird die Oszillatorspule weniger gedämpft. Hat jedoch der Paddingkondensator C_p einen zu kleinen Wert, so wird der Kreis doch gedämpft, und für Allwellenempfänger empfiehlt sich dann die Schaltung der Abb. 13, in der für Rundfunkwellen der Ableitwiderstand von 50.000 Ω maßgebend ist und für Kurzwellen der Widerstand von 10.000 Ω. Der Paddingkondensator C_p für Kurzwellen hat, wenn ein vorgesehen wird, im allgemeinen einen sehr großen Wert und bildet eine für Kurzwellen ausreichende Erdung des Kreises.

Im Kurzwellenbereich ist eine hohe Oszillatorspannung nicht so bequem zu erreichen, und man wähle deswegen die folgenden Spannungen:

$$V_{g2} = 200 \text{ V}$$
$$V_{g3,5} = 80 \text{ V}$$

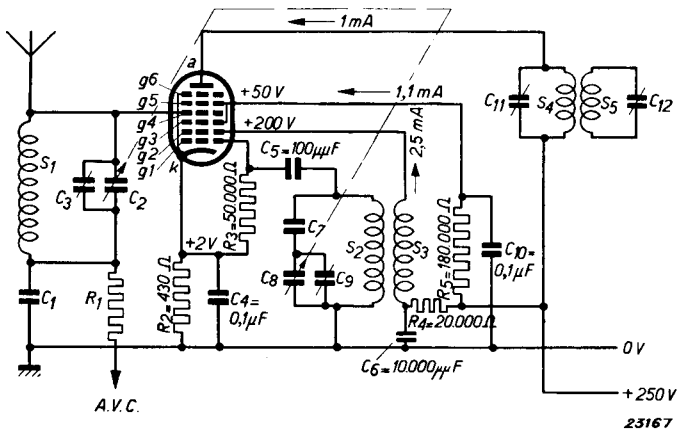

Abb. 10
Prinzipschaltung der Oktode EK 2.

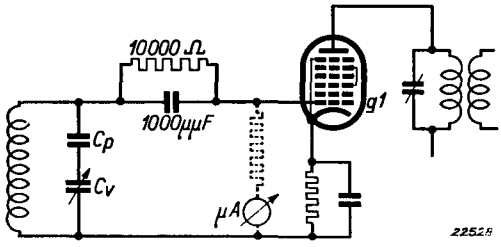

Abb. 11
Schaltung bei Verwendung eines kleineren Ableitwiderstandes (10.000 Ω). Es ist auch angegeben, wie man die Oszillatoramplitude durch Gitterstrom messen kann.

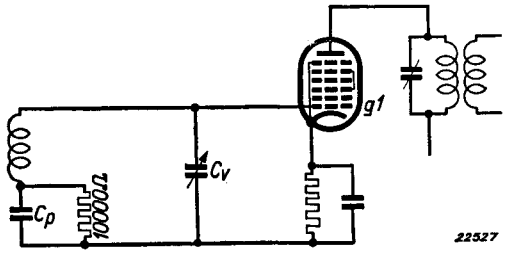

Abb. 12
Schaltung bei Verwendung eines kleineren Ableitwiderstandes, wenn sich der Paddingkondensator in Serie mit der Spule befindet.

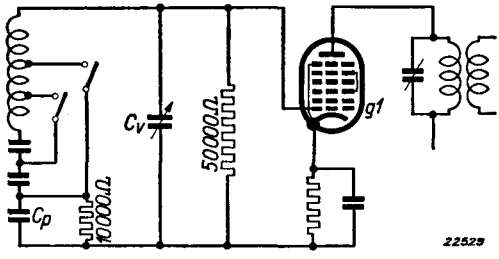

Abb. 13
Schaltung des Oszillatorkreises bei Verwendung eines kleineren Ableitwiderstandes unter Berücksichtigung des kleinen Wertes des Paddingkondensators auf Lang- und Mittelwellen.

Man erzielt dann meistens eine Oszillatorspannung von 5 bis 6 V(eff) und mit sehr guten Kreisen auch höhere Spannungen. Es ist aber nicht empfehlenswert, im Kurzwellenbereich hohe Oszillatorspannungen anzustreben, da bei einer zu hohen Oszillatorspannung der abgestimmte Eingangskreis vor der Oktode Neigung zum Selbstschwingen hat. Da die Transponierungssteilheit bei 5 bis 6 V Oszillatorspannung noch sehr gut ist, empfiehlt es sich, diese Spannung zwischen den erwähnten Werten festzulegen.

Die Frequenzverwerfung macht sich im Kurzwellenbereich besonders unangenehm bemerkbar.

Im Rundfunkbereich ist diese Frequenzverwerfung, die theoretisch auch hier auftritt, verschwindend klein, aber im Kurzwellenbereich muß sie berücksichtigt werden.

Die Frequenzverwerfung infolge von Netzspannungsschwankungen spielt sogar auf Kurzwellen noch keine wesentliche Rolle. Sie beträgt z.B. bei 13 m Wellenlänge nur etwa 5 kHz.

Die Frequenzverwerfung infolge der Regelung der Vorspannung des 4. Gitters ist im Bereich von 13 bis 50 m so groß, daß die Röhre in diesem Bereich nicht geregelt werden soll. Wünscht man unbedingt mit dieser Mischröhre auch im Kurzwellenbereich zu regeln, so muß man als Oszillator eine getrennte Triode verwenden. Besser ist es aber, nicht mit der Mischröhre zu regeln, sondern eine Penthode mit veränderlicher Steilheit als H.F.-Verstärker vor die Oktode zu schalten und mit dieser Röhre zu regeln.

Ist keine H.F.-Röhre vorgesehen, so ist die Empfindlichkeit im Kurzwellenbereich nicht so groß, und man kommt mit einer Regelung auf die Z.F.-Röhre allein in diesem Bereich aus.

Weil das Unterdrücken der sogenannten Spiegelfrequenz im Kurzwellenbereich (infolge der schlechteren Qualität der H.F.-Kreise in diesem Gebiet) schwieriger als auf Lang- und Mittelwellen ist, wähle man für Apparate mit Kurzwellenbereich vorzugsweise eine hohe Zwischenfrequenz (450-475 kHz). Diese Wahl ist auch günstig in Bezug auf Verringerung der elektronischen Kopplung. Bei niedriger Zwischenfrequenz empfehlen wir zur Erleichterung des Abgleichens der Kreise, unten im Wellenbereich von 13-50 m den Eingangskreis absichtlich z.B. um 500 kHz in diesem Sinne zu verstimmen (d.h. die Differenz zwischen Oszillatorfrequenz und Eingangsfrequenz um 500 kHz zu vergrößern). Dies hat auf die Empfindlichkeit nicht viel Einfluß und erleichtert das Abgleichen bedeutend.

Im Rundfunkbereich wähle man die Oszillatorfrequenz höher als die Eingangsfrequenz, denn sonst könnte man nicht den gewünschten Wellenbereich bestreichen. Im Kurzwellen-

bereich ist es vorteilhaft, die Oszillatorfrequenz mit Rücksicht auf die elektronische Kopplung niedriger zu wählen. Der Induktionseffekt ist zwar durch das Einbauen eines kleinen Ausgleichskondensators bedeutend heruntergesetzt, aber nicht vollkommen, weil ein übermäßiger Ausgleich die Gefahr eines Selbstschwingens des Eingangskreises in sich birgt.

Im Kurzwellenbereich (13-50 m) wird oft kein Paddingkondensator eingebaut, und die gegenseitige Verstimmung der Kreise wird dann mittels des Selbstinduktionsunterschiedes und des Trimmerkondensators erreicht, so daß die Oszillatorfrequenz in diesem Bereich ebenso einfach niedriger als die Eingangsfrequenz gewählt werden kann.

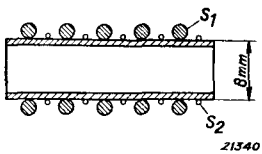

Abb. 14
Oszillatorspule für den Betrieb auf sehr kurzen Wellen (6 bis 8 m).
S_1 = 5 Windungen von 2 mm blankem Kupferdraht (nicht verzinnt).
S_2 = 5 Windungen von 0,1 bis 0,2 mm emailliertem Kupferdraht.

Der abgestimmte Oszillatorkreis muß an das erste Gitter gekoppelt und die Rückkopplungsspule in die Zuleitung des 2. Gitters aufgenommen werden.

Die EK 2 ist auch im Kurzwellenbereich von 5 bis 13 m als selbstschwingende Mischröhre sehr gut brauchbar. Man kann aber den obengenannten Bereich nicht in einem Zug bestreichen. Der Oszillator kann nur in einem kleinen willkürlichen Teil dieses Spektrums im Schwingen gehalten werden, z.B. im Bereiche 6—8 m. Man würde übrigens beim Abstimmen Schwierigkeiten begegnen, wenn der große Frequenzbereich zwischen 5 und 13 m auf einer Skala untergebracht wäre. Abb. 14 zeigt eine Spulenkonstruktion, die für den Bereich 6—8 m zu verwenden ist. Eine sehr sorgfältig ausgeführte und einfache Bedrahtung ist für diesen Bereich wesentlich.