# EK 3 Oktode

Die Röhre EK 3 ist eine Mischröhre nach dem Oktodenprinzip mit wesentlich verbesserten Eigenschaften. Durch die Bündelung der Elektronenbahnen sind einige nachteilige Effekte auf ein Mindestmaß herabgesetzt worden. Die EK 3 gestattet im Kurzwellenbereich eine ebenso hohe Mischverstärkung wie in den üblichen Rundfunkbereichen und hat gegen die bestehenden Mischrohrtypen sehr wesentliche Vorteile.

Das Prinzip der Elektronenbündelung gestattete es, den Oszillatorteil vollkommen vom Mischteil zu trennen, wie es bei Verwendung von zwei getrennten Röhren für die beiden Funktionen der Fall ist. Es sind vier Elektronenbündel gebildet, von denen zwei der Schwingungserzeugung und zwei der Mischwirkung zugeteilt und die paarweise so weit voneinander unabhängig sind, daß nachteilige Rückwirkungen praktisch nicht bestehen. Abb. 3 zeigt einen Querschnitt durch das Elektrodensystem mit Elektronenbahnen. Durch das Vierbündelprinzip sind folgende Vorteile erreicht:

1) Geringe Frequenzverwerfung durch Netzspannungsänderungen und durch Regelung der Vorspannung am vierten Gitter.
2) Konstante Oszillatorsteilheit bis zu sehr kurzen Wellen.

Die fast vollkommene Einkapselung des Oszillatorteiles der EK 3 hat zur Folge, daß die infolge der Regelung auf das vierte Gitter zurückgedrängten Elektronen keinen Einfluß mehr auf die Raumladung und die Steilheit im Oszillatorteil ausüben können. Hierdurch wird die Frequenzverwerfung durch Regelung vermieden; die EK 3 kann auch im Kurzwellenbereich zur automatischen Lautstärkeregelung herangezogen werden.

Durch die Einkapselung des Oszillatorteiles sind folgende Vorteile erhalten:

a) Die Raumladung zwischen Gitter 1 und Kathode sowie zwischen Gitter 2 und Gitter 1 ändert sich beim Regeln der Vorspannung von Gitter 4 nicht.
b) Die Steilheit von Gitter 1 zum Gitter 2 wird durch die Vorspannung von Gitter 4 nicht beeinflußt.
c) Die Steilheit von Gitter 4 zum Gitter 2 ist völlig verschwunden. Hierdurch sind unangenehme Kopplungserscheinungen des Eingangskreises mit dem Oszillatorteil beseitigt, die manchmal zum Schwingen der Röhre auf dem Eingangskreis

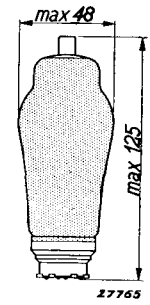


Abb. 1
Abmessungen in mm.

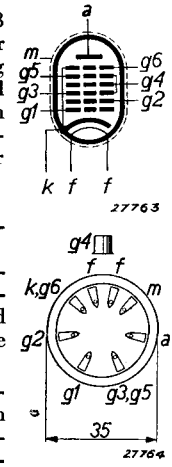


Abb. 2
Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

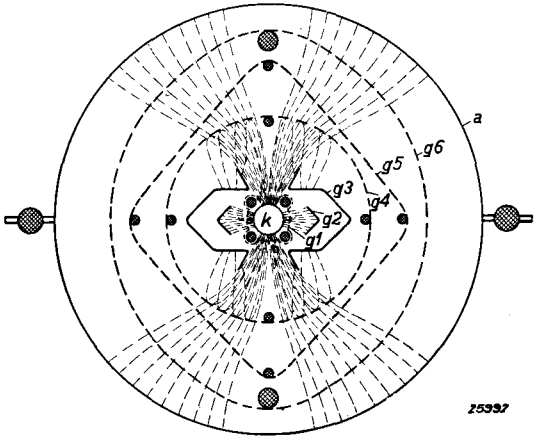


Abb. 3
Querschnitt durch das Elektrodensystem der EK 3 mit Elektronenbahnen. Die beiden Elektronenbündel nach links und rechts dienen für die Schwingungserzeugung. An Gitter 1 befindet sich dadurch eine Schwingspannung, die die beiden Bündel, die nach oben und nach unten verlaufen, moduliert. Der Oszillatorteil ist durch eine Blechkapselung umschlossen, die zwei Schlitzöffnungen besitzt, wodurch die beiden Bündel gerichtet sind. Diese Blechkapselung ist auf eine positive Spannung gebracht und wirkt wie ein drittes Oktodengitter. Die Elektronen, die den Oszillatorraum verlassen haben, werden auf ihren Bahnen vor dem vierten Gitter mehr oder weniger abgebogen. Etwaige zurückgestoßene Elektronen können nicht mehr in den Oszillatorraum gelangen, sondern treffen die Blechkapselung.

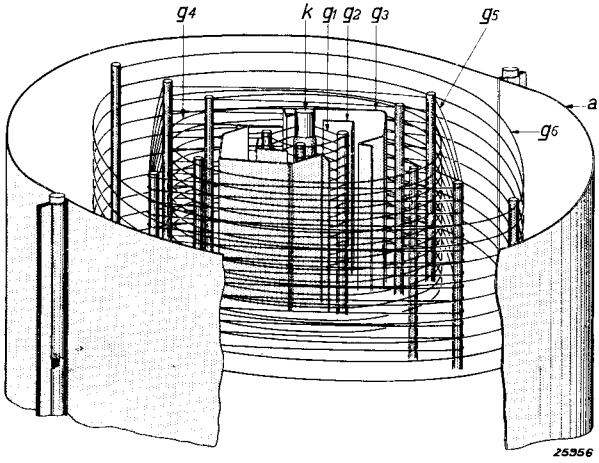


Abb. 4
Zeichnerische Darstellung der Konstruktion der Vierbündeloktode.

und im Zusammenhang mit der Frequenzverwerfung zu Kippschwingungen Anlaß geben.

Die Hilfsanode besteht aus zwei V-förmig gebogenen Plättchen. Infolgedessen werden die gesamten auf diese Elektroden gerichteten Elektronenströme von diesen Plättchen aufgefangen und ist eine Beeinflussung des Oszillatorteiles durch etwaige Gleichspannungsschwankungen an der Elektrode $g_3$ vermieden.

Durch die kurzen Elektronenbahnen von der Kathode bis zu den Hilfsanodenplättchen sind die Elektronenlaufzeiten im Oszillatorteil äußerst klein. Dadurch ist die Oszillatorsteilheit bis zu sehr kurzen Wellen gleich der statisch gemessenen Steilheit.

Die statische Steilheit von Gitter 1 zum Gitter 2 ist bei der EK 3 sehr hoch. Sie beträgt beim Schwingungseinsatz 4 mA/V. Durch die hohe Steilheit können die Schwingkreiselemente lose an die Röhre gekoppelt werden, wodurch Kapazitätsschwankungen der Röhre nur zu einem Bruchteil zur Verstimmung der Oszillatorfrequenz beitragen können. Gegen den Induktionseffekt (elektronische Kopplung zwischen Gitter 1 und Gitter 4) sind Maßnahmen getroffen, die diesen Effekt auf ein Mindestmaß beschränken. Zwischen Gitter 1 und Gitter 4 ist ein Kondensator in Serie mit einem Widerstand geschaltet. Der Widerstand dient dazu, den Phasenwinkel der über den Kondensator dem Gitter 4 zugeführten Wechselspannung genau so groß zu machen wie den Phasenwinkel der Induktionsspannung, der durch die Laufzeit der Elektronen auf dem Weg Gitter 1—Gitter 4 entsteht. Die Mischverstärkung wird am kurzwelligen Ende der verschiedenen Wellenbereiche praktisch nicht durch diesen Effekt beeinflußt.

Die Eingangsimpedanz der EK 3 ist im Kurzwellenbereich im Vergleich zu den Impedanzen der praktisch verwendbaren Kreise sehr hoch. Sie beeinträchtigt daher die Verstärkung praktisch nicht. Bei 14 m Wellenlänge beträgt sie etwa 60.000 Ohm. Bei jeder Röhre ändert sich die Eingangskapazität, wenn das Steuergitter durch eine Regelspannung beeinflußt wird, da dabei Änderungen in der Raumladungsdichte vor diesem Gitter eintreten. Die Folge dieser Kapazitätsänderung ist eine Ver-

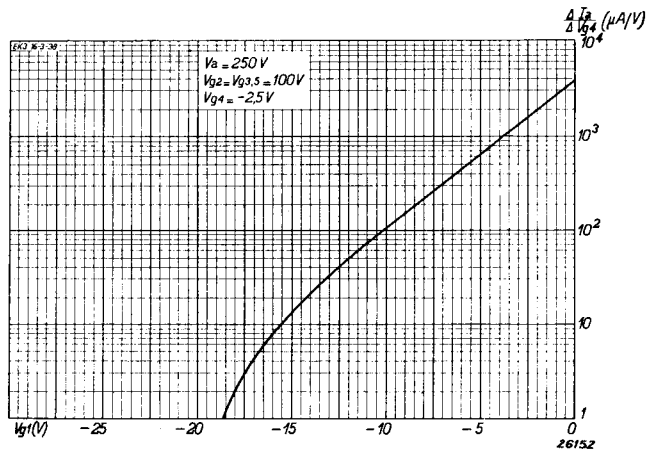


Abb. 5
Steilheit des vierten Gitters als Funktion der Gleichspannung an Gitter 1.

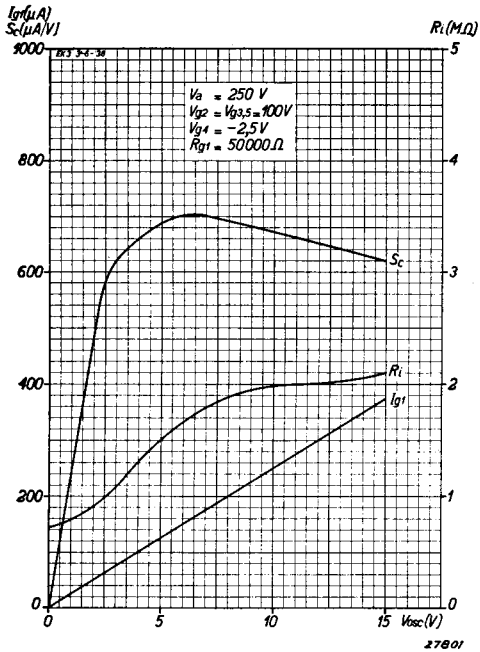


Abb. 6
Innenwiderstand, Mischsteilheit und Oszillatorgitterstrom als Funktion der Oszillatorspannung bei einem Ableitwiderstand von 50.000 Ohm.

Die wesentlich höhere Steilheit des Oszillatorteiles und die höhere Mischsteilheit bedingen eine größere, leistungsfähigere Kathode. Deshalb hat die EK 3 einen größeren Heizstrom als 200 mA. Er beträgt 0,6 Ampere, so daß für G/W-Geräte diese Röhre nicht verwendet werden kann. Hierfür wurde eine besondere Röhre mit einem Heizfaden für 200-mA-Serienspeisung entwickelt.

## HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Wechselstrom, Parallelspeisung

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

## KAPAZITÄTEN

$C_{ag4}$ < 0,07 µµF
$C_a$ = 16,5 µµF
$C_{g1}$ = 14 µµF
$C_{g1g4}$ = 1,1 µµF
$C_{g2}$ = 8,6 µµF
$C_{g4}$ = 15,2 µµF

stimmung des in den Gitterkreis geschalteten Abstimmkreises, und dadurch wird die Trennschärfe des Gerätes schlechter. Außerdem liegt dann das Hochfrequenzsignal nicht mehr in der Mitte der Resonanzkurve und werden die Seitenbänder ungleichmäßig verstärkt. Diese Unsymmetrie der Seitenbänder ruft im Detektor eine ziemlich wesentliche Verzerrung hervor.

Bei der EK3 ist diese Kapazitätsänderung nur sehr gering. Sie beträgt nur 0,2 µµF, so daß nur kleine Verstimmungen die Folge hiervon sind, die jedenfalls in den normalen Rundfunkbereichen innerhalb zulässiger Grenzen bleiben.

Um eine bessere Quermodulationscharakteristik zu erhalten, sinkt die Steilheit der EK 3 weniger rasch, wenn dem vierten Gitter eine Regelspannung zugeführt wird.

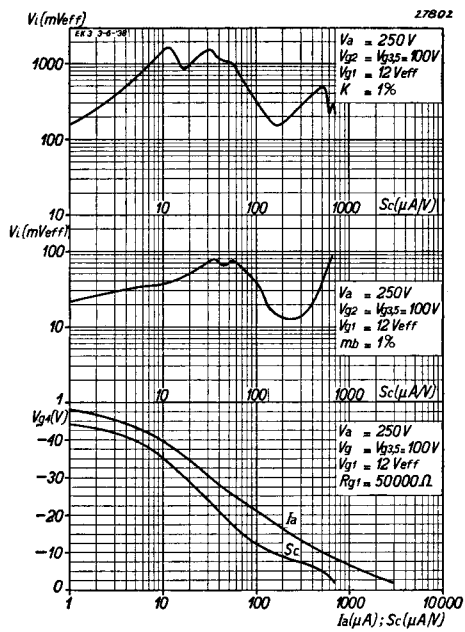


Abb. 7
*Obere Kurve:* Eingangswechselspannung als Funktion der durch die negative Spannung des Gitters 4 geänderten Mischsteilheit bei 1% Quermodulation.
*Mittlere Kurve:* Eingangswechselspannung als Funktion der durch die negative Vorspannung des Gitters 4 geänderten Mischsteilheit bei 1% Modulationsbrummen.
*Untere Kurve:* Anodenstrom und Mischsteilheit als Funktion der negativen Spannung am Gitter 4.

## BETRIEBSDATEN ALS MISCHRÖHRE IN ALLEN WELLENBEREICHEN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Anodenspannung | $V_a$ | = 250 V | | |
| Schirmgitterspannung | $V_{g3,5}$ | = 100 V | | |
| Oszillatoranodenspannung | $V_{g2}$ | = 100 V | | |
| Ableitwiderstand des Oszillatorgitters | $R_{g1}$ | = 50.000 Ω | | |
| Oszillatorwechselspannung an Gitter 1 | $V_{(osz)}$ | = 12 $V_{(eff)}$ | | |
| Oszillatorgitterstrom | $I_{g1}$ | = 300 μA | | |
| Kathodenwiderstand | $R_k$ | = 190 Ω | | |
| Neg. Vorspannung an Gitter 4 | $V_{g4}$ | = — 2,5 V [1]) | — 38 V [2]) | — 42 V [3]) |
| Anodenstrom | $I_a$ | = 2,5 mA | — | — |
| Schirmgitterstrom | $I_{g3,5}$ | = 5,5 mA | — | — |
| Oszillatoranodenstrom | $I_{g2}$ | = 5 mA | — | — |
| Mischsteilheit | $S_c$ | = 650 μA/V | 6,5 μA/V | 3 μA/V |
| Innenwiderstand | $R_i$ | = 2 MΩ | > 10 MΩ | > 10 MΩ |
| Steilheit von Gitter 1 nach Gitter 2 ($V_{osz}$ = 0) | $S_{g1g2}$ | = 4 mA/V | — | — |
| Oszillatoranodengleichstrom beim Schwingungseinsatz ($V_{osz}$ = 0 V) | $I_{g2}$ | = 18 mA | — | — |

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

## GRENZDATEN

| | | |
|---|---|---|
| Maximale Anodenkaltspannung | $V_{ao}$ | = max. 550 V |
| Maximale Anodenspannung | $V_a$ | = max. 300 V |
| Maximale Anodenbelastung | $W_a$ | = max. 1 W |
| Maximale Schirmgitterkaltspannung | $V_{g3,5o}$ | = max. 550 V |
| Maximale Schirmgitterspannung | $V_{g3,5}$ | = max. 150 V |
| Maximale Schirmgitterbelastung | $W_{g3,5}$ | = max. 1 W |
| Maximale Oszillatoranodenkaltspannung | $V_{g2o}$ | = max. 550 V |
| Maximale Oszillatoranodenspannung | $V_{g2}$ | = max. 150 V |
| Maximale Oszillatoranodenbelastung | $W_{g2}$ | = max. 1 W |
| Oberer Grenzwert des Schirmgitterstroms | $I_{g3} + I_{g5}$ | = max. 6,6 mA |
| Unterer Grenzwert des Schirmgitterstroms | $I_{g3} + I_{g5}$ | = min. 4,4 mA |
| Oberer Grenzwert des Oszillatoranodenstroms | $I_{g2}$ | = max. 6 mA |
| Unterer Grenzwert des Oszillatoranodenstroms | $I_{g2}$ | = min. 4 mA |
| Maximaler Kathodenstrom | $I_k$ | = max. 23 mA |
| Gitterstromeinsatzpunkt des Gitters 4 | $V_{g4}$ ($I_{g4}$ = + 0,3 μA) | = max. — 1,3 V |
| Maximaler Widerstand im Kreise von Gitter 4 | $R_{g4k}$ | = max. 3 MΩ |
| Maximaler Widerstand im Kreise von Gitter 1 | $R_{g1k}$ | = max. 100.000 Ω |
| Maximaler Widerstand zwischen Heizfaden und Kathode | $R_{fk}$ | = max. 20.000 Ω |
| Maximale Spannung zwischen Heizfaden und Kathode (Gleichspannung oder Effektivwert der Wechselsp.) | $V_{fk}$ | = max. 50 V |

Infolge der großen Steilheit des Oszillatorteiles wird der Schwingungseinsatz und das Aufrechterhalten der Schwingung keine Schwierigkeiten bereiten. Der Gitterableitwiderstand kann denn auch an die Kathode gelegt werden. Durch den leichten Schwingungseinsatz des Triodenteiles kann nun vorteilhaft eine losere Rückkopplung angewendet werden, wodurch erfahrungsgemäß auch nicht mehr das störende „Überschwingen" auftritt. Es wird empfohlen, bei dieser Röhre einen Gitterableitwiderstand von 50000 Ω und einen Gitterkondensator von 50 μμF zu verwenden. Diese Werte können für alle Wellenbereiche eingehalten werden.

Bei der EK3 ist der Induktionseffekt durch eine Kompensation zwischen den Gittern 1 und 4 behoben. Um die Kompensationsmöglichkeit auszunützen, muß dafür gesorgt werden, daß unten am Kurzwellenbereich die Oszillatorspannung 12 Volt (effektiv) beträgt (300 $\mu$A Gitterstrom durch den Gitterableitwiderstand von 50000 $\Omega$). Daß die Oszillatorspannung bei anderen Wellenlängen einen anderen Wert haben wird und die Kompensation also hier nicht vollkommen ist, ist unwesentlich, da der Effekt verschwindend klein wird, sobald man sich vom kurzwelligen Ende entfernt.
Durch das Vierbündelprinzip ist die Frequenzverwerfung auf einen sehr geringen Betrag zurückgebracht worden. Die Spannung des 3. Gitters hat aber auf die Kapazität des 1. Gitters noch einen geringen Einfluß. Das ist einleuchtend, weil das 1. Gitter vom 3. Gitter umhüllt wird. Soll die Frequenzverwerfung möglichst beschränkt werden, so muß die Spannung an den Schirmgittern ($V_{g\,3,5}$) mittels eines Potentiometers mit hohem Querstrom konstant gehalten werden. Aus praktischen Gründen ist dieser Konstanz der Schirmgitterspannung eine Grenze gesetzt. Durch Speisung der Schirmgitter über ein Potentiometer kann die noch vorhandene Frequenzverwerfung eingeschränkt werden.
Ein wirksames Mittel, um die übrigbleibende Frequenzverwerfung weiter zu beseitigen, besteht darin, den Oszillatorkreis in den Anodenkreis des Triodenteiles zu schalten. Die Kapazitätsschwankung des ersten Gitters hat dann einen geringeren Einfluß auf die Abstimmung, sofern die Rückkopplung nicht zu fest gewählt wird, denn die Gitterkapazität wird über die Rückkopplungsspule in den Oszillatorkreis transformiert.
In dieser Hinsicht zeigt sich der wesentliche Vorteil der großen Triodensteilheit, da eine schwächere Rückkopplung ausreicht.

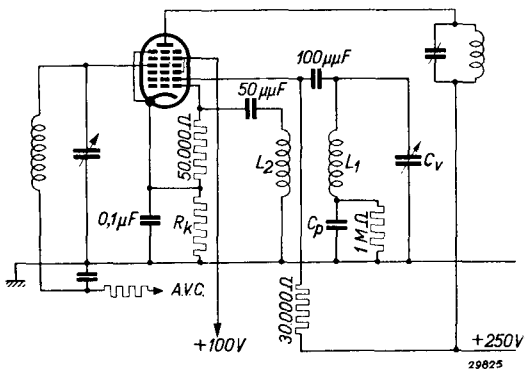


Abb. 8
Schaltung des Schwingkreises in den Oszillatoranodenkreis der EK 3 und Speisung der Anode über einen Widerstand von 30.000 Ohm. Der Schwingkreis ist spannungsfrei.

Das Schaltbild, das sich mit Rücksicht auf Frequenzverwerfung empfiehlt, ist in Abb. 8 dargestellt. Der Oszillatorkreis ist nicht direkt in den Anodenkreis aufgenommen, sondern über einen Kopplungskondensator von 100 $\mu\mu$F. Auf diese Weise wird vermieden, daß die Gleichspannung von 100 Volt an den Platten des Abstimmkondensators liegt. Die Schaltung ist einfach, hat aber den Nachteil, daß der Kreis durch den Speisungswiderstand von 30000 $\Omega$ gedämpft wird. Die Dämpfung dieses Kreises muß aus zwei Gründen vermieden werden:

1) Weil im Kurzwellenbereich eine möglichst lose Rückkopplung zwecks Beschränkung der Frequenzverwerfung gesucht wird.
2) Weil manchmal auf langer Welle eine zusätzliche Dämpfung in Serie mit dem Mittelwellenpaddingkondensator geschaltet wird, um störende Selbstschwingungen zu vermeiden. Die Gesamtdämpfung wäre zu groß. In den meisten Fällen ergibt aber die Schaltung nach Abb. 8 keine Schwierigkeiten.

Wenn sich ein Paddingkondensator $C_p$ in Serie mit der Oszillatorspule befindet (im Mittel- und Langwellenbereich), muß dieser eigentlich durch einen hohen Widerstand überbrückt werden, weil sich sonst eine Gleichspannung über dem Abstimmkondensator $C_p$ entwickeln kann.
Eine andere Möglichkeit der Speisung der Oszillatoranode ist in Abb. 9 angegeben. Nach dieser Schaltung wird über die Oszillatorspule gespeist, und der Paddingkondensator dient zu gleicher Zeit als Schutz für den veränderlichen Kondensator $C_v$. Der Nachteil dieser Schaltung ist, daß sie für das Umschalten des Paddingkondensators $C_p$ Schaltkontakte erfordert. Dagegen wird der Oszillatorkreis weniger gedämpft als mit der Schaltung der Abb. 8.
Mit der Schaltung der Abb. 8, in welcher fünf Rückkopplungswindungen verwendet und

Gitter 3 und 5 über einen Serienwiderstand gespeist werden, wurde eine Frequenzverwerfung von 4,5 kHz gemessen. Die Messung erfolgte bei einer Wellenlänge von 15 m und bei Regelung der negativen Vorspannung am Gitter 4 von —2 bis —20 Volt.
Es handelt sich dabei um die ungünstigsten Umstände. Wird die Spannung am Schirmgitter $V_{g\,3,5}$ von einem Spannungsteiler abgenommen, so wird ein kleinerer Wert gefunden.

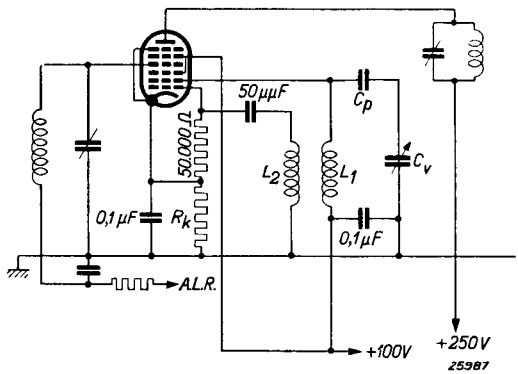


Abb. 9
Schaltung des Schwingkreises in den Oszillatoranodenkreis, bei welcher die Oszillatoranode über die Spule gespeist wird. Der Paddingkondensator dient zu gleicher Zeit als Schutz für den veränderlichen Kondensator $C_v$.