

# Drehkondensator für eine Kurzwellen-Endstufe

Helmut Stadelmeyer – OE5GPL

**Die zum Bau einer Kurzwellen-Endstufe notwendigen Drehkondensatoren sind, wenn man Plattenzuschnitte erhält, auch in der eigenen Werkstatt herstellbar. Der Beitrag zeigt, wie ein maßgeschneiderter Drehkondensator berechnet wird, was man an Werkzeugen braucht und wie man ihn anfertigen kann.**

Derzeit gibt es große, spannungsfeste Drehkondensatoren (Drehko) wieder zu kaufen, aber nicht immer passen die angebotenen Werte zum Konzept der Endstufe, sei es, weil die maximale Kapazität nicht erreicht wird oder weil die Beanspruchung im Betrieb höher ist als der für den Kondensator zulässige Wert. Hier eröffnet der Selbstbau die Möglichkeit, die Eigenschaften entsprechend den Anforderungen zu gestalten und nicht, wie das bei käuflichen Drehkos oft nicht anders geht ist, die Anforderungen auf die vorgegebenen Eigenschaften zu reduzieren.

Es sei nicht verschwiegen: Eine Werkstatt-Mindestausrüstung ist erforderlich, denn nur mit dem üblichen Handwerkzeug lässt sich ein ordentlicher Drehkondensator leider nicht herstellen. Die kritischen Teile sind:

- Plattenzuschnitte: Diese von Hand aus Blech zurechtzuschneiden oder mit Drehmaschine und Fräsmaschine herzustellen, ist entweder wenig genau oder aufwendig, in jedem Fall aber sehr mühsam. Bekommt man jedoch Platten, die auf einer Laserschneidemaschine aus Abfallblech zugerichtet worden sind, dann ist der Weg zum selbstgebauten Drehko schon verhältnismäßig eben.
- Distanzstücke zwischen den Platten und ein paar andere Kleinteile: Dazu ist eine kleine Drehmaschine notwendig. Die Distanzstücke bestehen aus Alu-Rohr mit 6 mm Innen- und 8 mm Außendurchmesser, das im Baumarkt erhältlich ist. Will man Arbeit sparen, so ist beim Kauf zu prüfen, daß sich das Rohr über ein Stück Silberstahl von 6 mm Durchmesser schieben läßt. Anderenfalls sind die Distanzstücke einzeln aufzubohren. Diese Distanzstücke werden unter gleichzeitiger Verwendung von 2 Drehstählen abgelängt; nur so ist sichergestellt, daß wirklich alle Teile exakt gleiche Länge haben.

## Ermittlung der Eckdaten

Die Werte für maximal und minimal erforderliche Kapazität erhält man bei der Berechnung der Endstufe. Alle Parameter wie gewünschter Abstimmbereich, Röhrendaten, gewählte Anodenspannung etc. gehen in die Rechnung ein. Diese grundlegende Berechnung ist nicht Gegenstand des vorliegenden Beitrages, Hinweise dazu sind aber unter [1] bis [13] zu finden. Das sehr umfangreiche Literaturverzeichnis hat OE5EBL zusammengestellt, wofür ich ihm danke.

Berechnungsblatt DREHKONDENSATOR

Eingaben:			Ausgaben:		
$\epsilon_r$	Dielektrizitätskonstante	1,00	A	Fläche einer Rotorplatte	7604 [mm <sup>2</sup> ]
K	Konstante	0,09	D	Abstand	3 [mm]
	Max. Gesamtkapazität	570 [pF]	C	Kapazität eines Plattenpaares	20,39 [pF]
	Spannungsfestigkeit	3,3 [kV]		Anzahl der Statorplatten	27 [Stk]
	Rotorplatten-Radius	50 [mm]		Anzahl der Rotorplatten	28 [Stk]
	Spalt zwischen Stator und Rotor bei ausgedrehtem Rotor	5 [mm]	$C_{ges}$	Errechnete Gesamtkapazität	571 [pF]
	Plattendicke	1 [mm]		Deckplattenbreite	110 [mm]
	Deckplattenstärke	8 [mm]		Deckplattenhöhe	110 [mm]
	Fußwinkelhöhe über Deckplatte	5 [mm]		Länge der Plattendistanzhülsen	8 [mm]
	Dicke der Fußwinkel	2 [mm]		Anzahl der Plattendistanzhülsen	79 [Stk]
	Dicke der Lagerdeckel	1,5 [mm]		Länge der Rotorachse	250 [mm]
	Dicke der Beilagebleche	1,5 [mm]		Drucklagerseitige Rotor-Distanzhülse	5 [mm]
				Antriebsseitige Rotor-Distanzhülse	0 [mm]
				Drucklagerseitige Stator-Distanzhülse	18 [mm]
				Antriebsseitige Stator-Distanzhülse	21 [mm]
				Länge der Stator-Zugstangen	297 [mm]
				Länge der Distanzstangen	263 [mm]
				Breite über alles:	110 [mm]
				Höhe über alles:	115 [mm]
				Ungefähre Länge über alles:	313 [mm]

Kondensatorberechnung nach W6SAI:  
Kapazität eines Plattenpaares:  $C = K \cdot \epsilon \cdot A / D$

Abb. 1: Berechnungsblatt für Eigenbau-Drehkos

## Drehkondensator für KW-Endstufe

Hier geht es darum, Abmessungen und Anzahl der erforderlichen Teile zur Herstellung des Drehkondensators bei bereits bekannter Maximalkapazität zu ermitteln. Die minimale Kapazität ist abhängig von der Konstruktion, sie läßt sich ohne Änderung des Plattenschnittes nicht beeinflussen.

Ausgehend von den zur Verfügung stehenden Platten und der maximal erforderlichen Kapazität können die Daten mit Hilfe des EXCEL-Blattes *drehko01.xls* leicht ermittelt werden. Abbildung 1 zeigt, wie dieses Kalkulationsblatt aussieht. In der Datei *drehko01.zip* ist eine Anleitung zur Benutzung des Kalkulationsblattes enthalten und es werden Hinweise bezüglich der zu erwartenden Spannungsfestigkeit eines nach diesen Angaben gebauten Drehkos gemacht.

### Daten des Mustergerätes

Der Drehko ist, wie allgemein üblich, so gebaut, daß der Stator an Spannung liegt und der Rotor an Masse. Die Platten haben einen kapazitätslinearen Schnitt, das heißt, die Änderung der Kapazität verläuft linear zum Drehwinkel. Um die größtmögliche Kapazitätsvariation bei gegebener Plattenanzahl zu erreichen, wurde auf Sonderbauformen wie Split-Stator- oder Schmetterlings-Ausführung verzichtet.

Weil bei der gewählten Bauart der Rotor keinen Massenausgleich hat, wegen der großen Zahl von Platten verhältnismäßig schwer ist und die Lagerung kein nennenswertes Reibungsmoment entwickelt, bleibt er beim Mustergerät ohne zusätzliche Maßnahmen in waagerechter Stellung nicht in Position, sondern dreht sich durch die Schwerkraft wieder nach unten. Das macht eine Bremse notwendig, die ebenfalls beschrieben ist und die das Manko behebt.

Das Muster hat 27 Plattenpaare mit 100 mm Breite (1 Plattenpaar besteht aus Stator- und Rotorplatte), der Rotor hat 1 zusätzliche Platte, damit er längssymmetrisch zum Stator ist. Die in dieser Beschreibung angeführten Maße von Einzelteilen gelten für das Muster; manche Maße ändern sich bei Verwendung eines kleineren oder größeren Plattenschnittes und sind dann entsprechend anzupassen. Damit die errechneten Maße für die Langteile möglichst genau stimmen, ist es notwendig, die Dicke der Platten und die tatsächliche Länge der Distanzstücke zwischen den Platten so exakt wie möglich zu messen – am besten mit dem Mikrometer.

Maximale Kapazität:	576	pF
Minimale Kapazität:	37	pF
Breite:	110	mm
Höhe:	115	mm
Länge über Endplatten:	283	mm
Gewicht:	ca. 1,3	kg

### Beim Muster verwendete Materialien

- Kondensatorplatten aus halbhartem oder noch besser hartem Alublech mit zumindest 1,0 mm Dicke (aus Festigkeits-, Gewichts- und Kostengründen!); grundsätzlich ist aber auch der Einsatz von Messingblech denkbar. Platten aus ganz weichem Blech verbiegen sich zu leicht und reduzieren deswegen die Spannungsfestigkeit unnötig.  
Beim Laserschneiden entstehen gelegentlich an der Einstichstelle kleine Metallkügelchen, die fest an der Oberfläche haften. Beläßt man die Platten ohne weitere Nacharbeit, dann verringern diese Anbackungen zum einen den Isolationsabstand, und zum anderen entsteht an solchen Stellen eine erhöhte Feldliniendichte, die das Isolationsvermögen nochmals reduziert. Deshalb sind solche Krätzen unbedingt und ohne Ausnahme sorgfältig zu entfernen.  
Noch besser sind Platten, die in einem sogenannten Scheuerbecken nachbearbeitet worden sind. Bei diesem Vorgang werden die Platten in einer Flüssigkeit, in der sich fingerkuppengroße, scharfkantige Keramikplättchen befinden, eine zeitlang umhergeschoben. Dabei werden die Kanten der Plattenzuschnitte abgerundet und auch die Anbackungen werden abgetrennt. Weil der Prozeß zeitaufwendig ist und oft kontrolliert werden muß, um aneinander haftende Platten zu trennen, ist das Scheuern in der Regel ein wenig kostspielig. Der Vorteil des Verfahrens ist aber, daß sich bei so behandelten Platten der Abstand bei gleicher Spannungsfestigkeit spürbar verringern läßt.
- Welle aus 6 mm Silberstahl
- Zugstangen für den Stator aus 6 mm Silberstahl. Grundsätzlich ist auch eine entsprechende Gewindestange verwendbar, so wie man das derzeit bei den käuflichen Drehkos sieht. Ein kleiner Nachteil wäre dann, daß bei mehrmaligem Zusammenbau die Löcher der Platten durch die scharfen Kanten des Gewindes aufgeweitet werden können und die Platten dann nicht mehr so schön fluchten. Auf jeden Fall sollten die Zugstangen aus Stahl bestehen, denn Aluminium gibt

## Drehkondensator für KW-Endstufe

unter mechanischer Spannung im Lauf der Zeit nach.

Bei der kleinsten Variante der Platten könnte man die Zugstangen auch mit 5 mm Durchmesser ausführen, wobei dann allerdings die Zeichnung für die Steuerung der Laserschneidemaschine ebenfalls entsprechend zu ändern wäre.

- Distanzstücke zwischen den Platten aus Alu-Rohr 8/6 mm (Außen-/Innendurchmesser)
- Distanzstangen aus 6 mm Rundalu
- Endplatten aus 8 mm starkem Plexiglas
- Lagerdeckel aus 1,5 mm Messingblech
- Kontaktfeder aus Stahl
- Kontaktscheibe aus 1,5 mm Messingblech
- Antriebsseitiges Lager Type 626-2Z
- Gegenlager mit M10-Gewindebolzen und einer Stahlkugel mit 8 mm Durchmesser
- Einige Kleinteile aus Alu, Rundmessing und Messingblech gemäß den im Text gemachten Angaben

## Erforderliches Werkzeug

- Drehmaschine
- Ständerbohrmaschine mit Maschinenschraubstock
- Gewindebohrer M3, M4, M6, M10\*1 (notfalls auch M10)
- Gewindeschneideisen M6
- Spiralbohrer
- Dreischneider zum Entgraten
- Heißluftpistole zum Löten
- Meßwerkzeug (Schiebelehre, Lineal)
- Handwerkzeug (Säge, Feilen, etc.)

## Konstruktionsdetails

### Rotor:

Bei handelsüblichen Drehkos sind die Rotorplatten entweder auf einem Träger eingepresst, der auf der Welle sitzt, oder sie sind mit dem Träger verlötet. Nuten im Träger legen dabei den Abstand der Platten fest. Diese Art der Fertigung ist mit unseren Mitteln nicht nachvollziehbar.

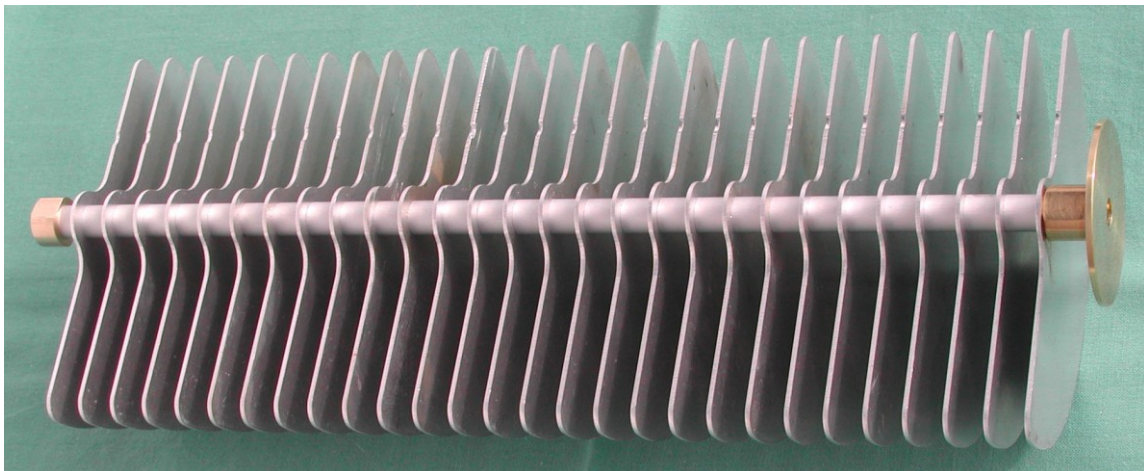


Abb. 2: Zusammengebauter Rotor

Um dennoch die Platten zu fixieren, bleibt die Möglichkeit, sie kraftschlüssig zusammenzuspannen. Auf einer Welle, die an beiden Enden mit einem kurzen Gewinde versehen ist, werden die Platten unter Beigabe der Abstandshülsen aufgefädelt und mit den Spannmuttern gesichert.

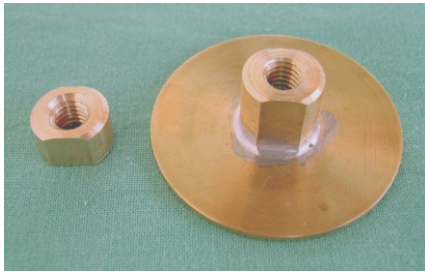


Abb. 3: Rotor-Spannmuttern

Abb. 2 zeigt den zusammengebauten Rotor, Abb. 3 die beiden Spannmutter. Eine dient als Drucklager, hat eine kegelförmige Ansenkung und sitzt im zusammengebauten Zustand des Drehkos auf einer Kugel. Die andere nimmt ein weiteres, kurzes Stück Welle für den Antrieb auf. Die Welle des Drehkos besteht also aus 2 Stücken. Damit wird vermieden, daß die Plexiglas-Endplatten die Spannkraft aufnehmen müssen, welche die Rotorplatten zusammenhält.

### Stator:

Die Bleche des Stators werden von 2 Zugstangen zusammengehalten, die durch die Plexiglas-Endplatten hindurchgehen und an einem Ende ein 6 mm langes und am anderen Ende ein 12 mm langes Gewinde haben. Die Bleche werden mit derselben Art Hülsen auf Distanz gehalten, wie sie beim Rotor verwendet werden. Um die Flächenpressung auf der Innenseite der Endplatte auf ein für das Plexiglas ungefährliches Maß zu reduzieren, ist ein Streifen aus 2-mm-Alublech beigelegt, auf dem die Hülsen aufsitzen, die Zugstangen aber hindurchgehen.

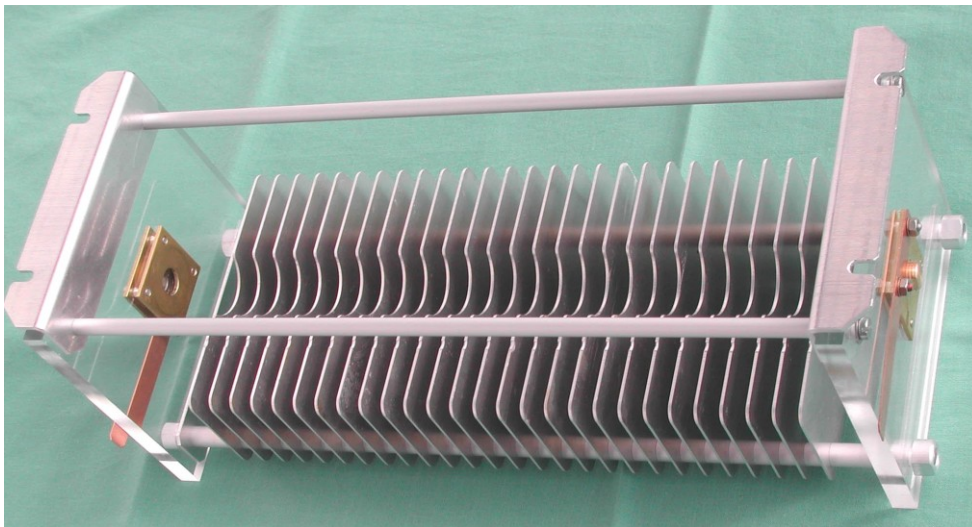


Abb. 4: Zusammengebauter Stator mit Plexiglas-Endplatten, Lagerdeckeln und Fußwinkeln

### Lagerung:

Auf der Antriebsseite ist ein Rillenkugellager der Größe 626 eingebaut, das 6 mm Innen- und 19 mm Außendurchmesser hat und 6 mm breit ist. Es empfiehlt sich die Verwendung einer Type mit 2 Deckscheiben, die den Zutritt von Schmutz weitgehend verhindern.

Das Lager der Gegenseite besteht aus einem kurzen M10\*1 Gewindebolzen (Feingewinde), der auf einer Seite eine kegelförmige Ansenkung zur Aufnahme der Stahlkugel und auf der anderen Seite 2 Abflachungen für einen 8-mm-Gabelschlüssel oder einen Schlitz für einen Schraubendreher hat. Der Gewindebolzen wird vom außen liegenden Lagerdeckel geführt und erlaubt eine feinfühlige Einstellung der axialen Position des Rotors.

Die Stahlkugel wird auf der einen Seite vom Gewindebolzen und auf der anderen Seite von jener Rotor-Spannmutter gehalten, die Teil dieses Drucklagers ist. Man erahnt auf dem Bild die Kugel zwischen Spannmutter und Lagerdeckel; weil der eine glatte Oberfläche hat, spiegelt sich darin die Spannmutter.

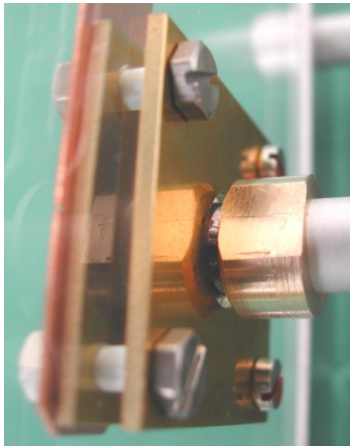


Abb. 5: Detail des Drucklagers

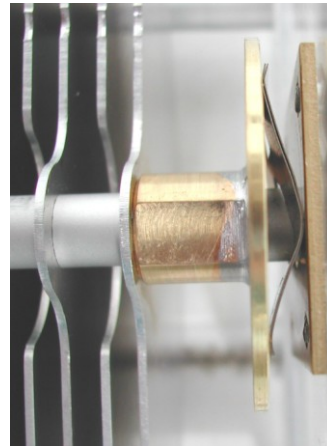


Abb. 6: Detail des Schleifkontaktes

### Schleifkontakt:

Je nach zu übertragender Leistung kann der Strom in der Größenordnung von 20 oder gar 30 A liegen. Es ist deshalb ganz wichtig, den Übergangswiderstand so gering wie möglich zu halten und auftretende Verlustwärme gut abzuführen. Beim Muster sorgt eine kräftige Blattfeder aus Stahl für Anpresskraft und geringe Zusatzinduktivität (Federbronze wäre besser!). Die Feder liegt zwischen einer Scheibe aus Messingblech, die das antriebsseitige Ende der zweiten Rotor-Spannmutter bildet, und dem inneren Lagerdeckel.

### Bremse:

Sie besteht aus zwei Messingplatten, zwischen denen eine Wellscheibe mit 50 mm Außendurchmesser fixiert ist. Eine der Platten dient zugleich als äußerer Lagerdeckel, die andere ist auf dem Wellenverbinder aufgelötet. Die Bremskraft läßt sich durch Einstellen der axialen Position des Verbinders justieren; sie sollte nur so groß sein, daß der Rotor in jeder beliebigen Lage seine Position beibehält.

Wellscheiben sind im Kugellager-Fachgeschäft erhältlich und dienen normalerweise zur axialen Fixierung eines Kugellagers in der Lagerschale.

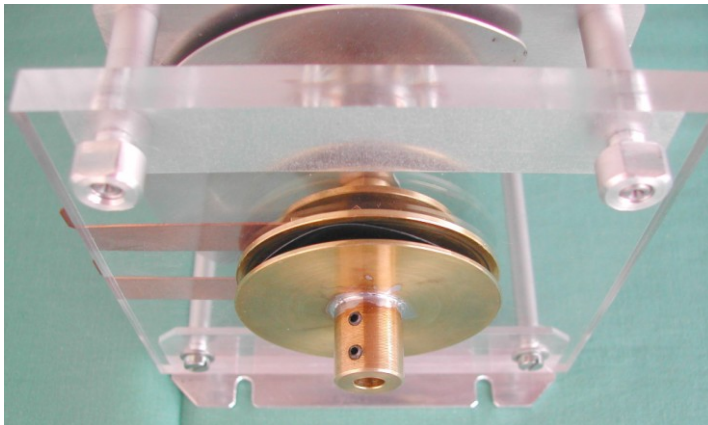


Abb. 7: Detail der Bremse

### Kleinteile:

Die in der Datei ‚drehko01.zip‘ enthaltenen und von [14] herunterladbaren Zeichnungen zeigen die mögliche Ausführung von

- Distanzstangen,
- Rotor-Spannmuttern,
- Stator-Spannmuttern,
- Kontaktfeder,
- allen Lagerdeckeln und M10\*1-Justierschraube,



## Drehkondensator für KW-Endstufe

- Druckverteiblech,
- Fußwinkel,
- Bremsscheibe mit Wellenverbinder,
- Antriebswelle mit Distanzhülse,
- Anschlussfahnen.

## Hinweise zur Herstellung der Teile

Distanzhülsen:

Vorteilhaft ist ein Vierfach-Stahlhalter, in den man auf derselben Seite 2 Drehstähle einspannt (siehe Abb. 9). Der rechte dient zum Plandrehen der Hülse und hebt nur einen Span von ca. 0,2 mm ab, der linke ist ein Abstechmesser, das um ca. 2 mm kürzer eingespannt wird. Das Abstechmesser berührt also erst das Rohr, wenn die Stirnseite der Hülse bereits fertig bearbeitet ist. Zu beachten ist, daß die Spitze des Abstechmessers in der Weise schräg angeschliffen wird, daß der Drehstahl zuerst auf der rechten Seite durchtritt und so auf der abgetrennten Hülse kaum ein Grat verbleibt. Mit dieser Methode ist sichergestellt, daß alle Hülsen tatsächlich gleich lang werden (OE5PEL, danke für den Tipp!). Um die Montage zu erleichtern, sind die Hülsen nach Fertigstellung von allem Grat zu befreien.

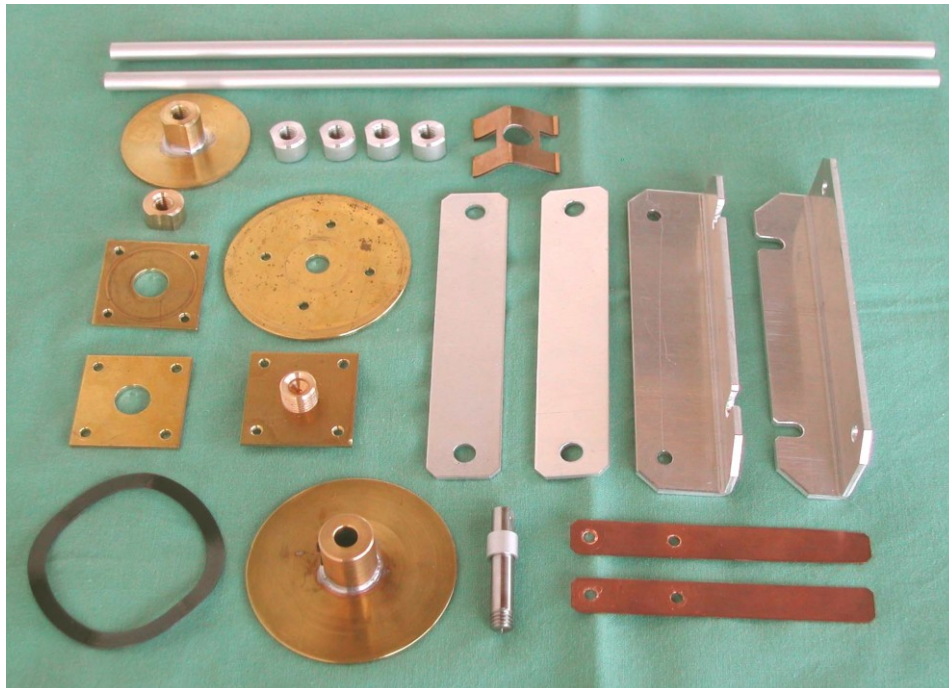


Abb. 8: Kleinteile

Welle für den Rotor:

Das Maß für die ungefähre Länge ermittelt das EXCEL-Blatt *drehko01.xls*. Das Gewinde auf der Antriebsseite hat eine Länge von 5 mm, jenes auf der Drucklagerseite kann 12 mm lang sein und wird nach der Probemontage passend gekürzt.

Antriebsseitige Spannmutter:

Die Scheibe ist aus einem quadratischen Stück 1,5-mm-Messingblech angefertigt, das im Zentrum ein 6-mm-Loch erhält und bei dem vor der Bearbeitung auf der Drehmaschine die Ecken abgeschnitten werden. Zum Spannen verwendet man eine einfache Vorrichtung, die aus einem Stück Rundstahl (ca. 15 mm Durchmesser) mit 6-mm-Innengewinde, einer kurzen Distanzhülse mit einer 6-mm-Bohrung und einer M6-Schraube mit Beilagscheibe besteht. Die Hülse hat den Zweck, daß das zu bearbeitende Messingblech auf beiden Seiten plan anliegt (der Übergang vom Schaft zum Kopf der Schraube ist in der Regel nicht scharfkantig, sondern ein wenig gerundet und würde womöglich das Loch in der Platte deformieren). Bei Verwendung dieses Spanndornes soll man nur einen kleinen Span abheben.

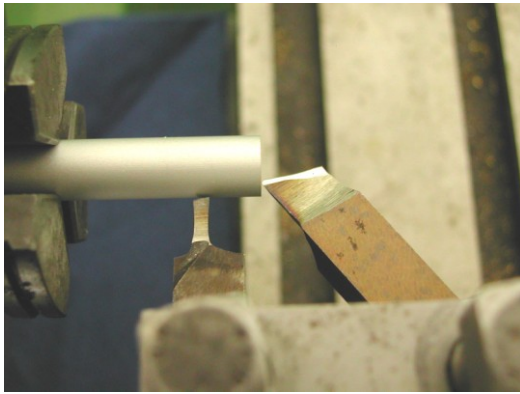


Abb. 9: Einstellung der Drehstähle zur Herstellung der Distanzhülsen

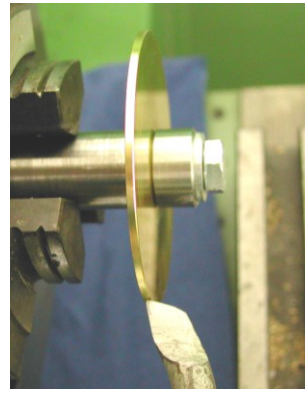


Abb. 10: Spanndorn zur Bearbeitung der Scheiben auf der Drehmaschine

Damit die Scheibe beim Löten zentrisch und plan an der Spannmutter anliegt, schraubt man ein Stück Welle ein, schiebt die Scheibe darüber und spannt die Welle (unter Beilage eines Stückes Papier zwischen Scheibe und Backen) in das Futter. Eine axiale Kraft erzeugt man, indem man die Spindel des Reitstockes so anstellt, daß sie leicht auf das Ende der Spannmutter drückt. Das dazwischengelegte Papier soll verhindern, daß beim Lötvorgang übermäßig viel Wärme abfließt.

Die Heißluftpistole entwickelt bei Einstellung auf mittlere Leistung genügend Hitze zum Verlöten. Überschüssiges Zinn entfernt man unter Verwendung der Drehmaschine.

### Kontaktfeder:

Das Material ist hart und die Bearbeitung schwierig, weil die üblichen Bohrer den Dienst versagen. Mit einem Hartmetallbohrer macht man ein Loch in der Mitte, das dann mit einer guten Nadelfeile auf den notwendigen Durchmesser aufzuweiten ist – mühsam, aber eine bessere Lösung weiß ich derzeit nicht.

### Zugstangen für Stator:

Das Schneiden der Gewinde erfolgt mit Vorteil auf der Drehmaschine. Dazu setzt man in den Support ein Bohrfutter ein, das die Zugstange festhält. In das Dreibackenfutter der Drehmaschine kommt das Gewindeschneideisen, das exakt rund laufen muß. Unter Beigabe von Kühlmittel lassen sich so mit der kleinsten Geschwindigkeit die kurzen Gewinde rasch und präzise anfertigen. Fehlt der Drehmaschine eine Geschwindigkeit von etwa 50 U/min, dann ist das Drehen des Dreibackenfutters von Hand vielleicht vorzuziehen.

Mein Bohrfutter macht wegen der scharfen Backen ein klein wenig Grat auf dem Rundmaterial, der in diesem Fall ausreicht, daß sich die Hülsen nicht mehr über die Zugstange schieben lassen. Dann spannt man die Stange verkehrt herum in das Bohrfutter, schiebt die Seite mit dem Grat 2 cm in das Dreibackenfutter und schließt es ganz vorsichtig und leicht. Dreht man nun von Hand das Futter eine halbe Umdrehung, so 'bügeln' die Backen den Grat auf der Stange wieder flach.

### Endplatten:

Plexiglas läßt sich zwar leicht bearbeiten, es ist jedoch sehr spröde und so wie alle Plastikmaterialien temperaturempfindlich. Beim Bohren ist also aufzupassen, daß

- der Vorschub beim Bohrvorgang nicht zu groß ist, weil sonst der Bohrer die Platte sprengen kann. Eventuell ist der Bohrer so nachzuschleifen, daß der Freiwinkel kleiner wird, der Bohrer also mehr oder weniger schabt
- der Bohrer scharf und die Drehzahl niedrig ist, damit möglichst wenig Reibungswärme entsteht und die Temperatur an der Schneide unter dem Schmelzpunkt des Materials bleibt
- der Bohrvorgang durch Beigabe einiger Tropfen eines Kühl- und Schmiermittels erleichtert wird.

### Bremse und Wellenverbinder:

Die Muffe, die das Einsetzen einer beliebigen Verlängerung erlaubt, ist zugleich Teil der Bremse. Sie besteht aus einem Stück Rundmessing, in dem 2 Madenschrauben das Festklemmen der Wellenstücke ermöglichen, und einer stirnseitig angelöteten Messingscheibe. Der Lötvorgang ist derselbe wie bei der antriebsseitigen Spannmutter. Die Wellscheibe mit 50 mm Außendurchmesser liegt zwischen der Scheibe und dem äußeren Lagerdeckel.

## Drehkondensator für KW-Endstufe

### Distanzstangen:

Die 6-mm-Distanzstangen aus eloxiertem Alu-Rundmaterial vom Baumarkt haben an den Enden ein 4-mm-Innengewinde. Die Länge ergibt sich zu:

*(Abstand zwischen den Endplatten auf der Statorseite) – (2\*Dicke der Fußwinkel)*

Dies gilt für den Fall, daß die Fußwinkel innen beigelegt werden, um Platz zu sparen.

### Antriebswelle:

Die Wellenstücke sind im Bereich des Wellenverbinders ein wenig abzuflachen, weil sonst der durch die Madenschrauben entstehende Grat ein späteres Trennen der Teile erschwert oder gar unmöglich macht.

Hat man Zugang zu einer Fräsmaschine, dann sollte man die Gelegenheit nicht ungenützt lassen, weil damit die Bohrungen in Endplatten, Lagerdeckeln und Wellenverbinder ganz entschieden genauer werden (Koordinatenbohren!). Unbedingt erforderlich ist eine solche Maschine zur Anfertigung der Einzelteile aber nicht, wenn man sorgfältig arbeitet.

### Zusammenbau

Zuerst wird die antriebsseitige Spannmutter mit dem kurzen Gewinde der Welle fest verschraubt. Nun setzt man den Rotor probeweise zusammen, wobei die drucklagerseitige Mutter so weit angezogen wird, daß sich die Bleche nur unter Anwendung mäßiger Kraft auf der Welle verdrehen lassen. Die Welle wird nun in der drucklagerseitigen Mutter vorstehen; sie ist nach Demontage so weit zu kürzen, daß die Kugel satt in der kegelförmigen Vertiefung der Spannmutter liegen kann. Dann baut man den Rotor endgültig zusammen. Die Bleche richtet man nach dem Anziehen der Spannmuttern entlang einer Tischkante exakt fluchtend aus.

Anschließend wird der Stator zusammengesetzt und festgezogen. An dieser Stelle ist durch Einlegen des Rotors in den Stator zu prüfen, ob der Plattenabstand exakt gleich ist. Ganz geringe Korrekturen sind durch Nachziehen erreichbar. Nach Einfügen der Kugel auf der Drucklagerseite und der Kontaktfeder auf der Antriebsseite kann die Antriebswelle mit der Rotorwelle verschraubt werden. Mit der drucklagerseitigen Einstellschraube ist der Plattenabstand sorgfältig zu justieren und die Schraube gegen ungewolltes Verdrehen mit Lack zu sichern.

Die elektrische Verbindung zu den anderen Bauteilen einer Endstufe erfolgt mit 0,5-mm dicken Streifen aus Kupferblech, die sich den Erfordernissen entsprechend an Stator und Rotor anbringen lassen. Beim späteren Anlöten von Bauteilen an die Streifen ist darauf zu achten, daß die Lötwärme nicht das Plexiglas zum Schmelzen bringt.

- Die Masseverbindung auf der Antriebsseite stellen zwei Streifen her, die zwischen Endplatte und innerem oder äußerem Lagerdeckel beigelegt sind. Fügt man sie innen ein, so ändern sich die Gesamtabmessungen deswegen nicht, es wird lediglich die Kontaktfeder um die Dicke des Kupferbleches weiter zusammengedrückt.
- Die Kontaktierung des Stators erfolgt auf der Außenseite der Endplatte.

Die Bremse wird so eingestellt, daß der Rotor in jeder Stellung seine Position beibehält. Ein zu starkes Bremsmoment ist nicht sinnvoll, weil es den Abstimmvorgang erschwert und einen eventuell eingebauten Feintrieb unnötig stark beansprucht.

Um bei ausgedrehtem Rotor die Kapazität so gering wie möglich zu halten, wird der Kondensator entgegen der üblichen Art mit dem Stator nach oben montiert. So hat der Stator die größtmögliche Entfernung zur Montageplatte und damit die kleinste Streukapazität.

Bei der Planung einer Endstufe ist zu bedenken, daß die aus Plexiglas bestehenden Endplatten des Drehkos keine hohe Temperatur vertragen. Falls die Montage in der Nähe einer Wärmequelle erfolgen soll, ist ein Abschirmblech vorzusehen, das die direkte Wärmestrahlung der Endröhre(n) auf den Drehko verhindert.



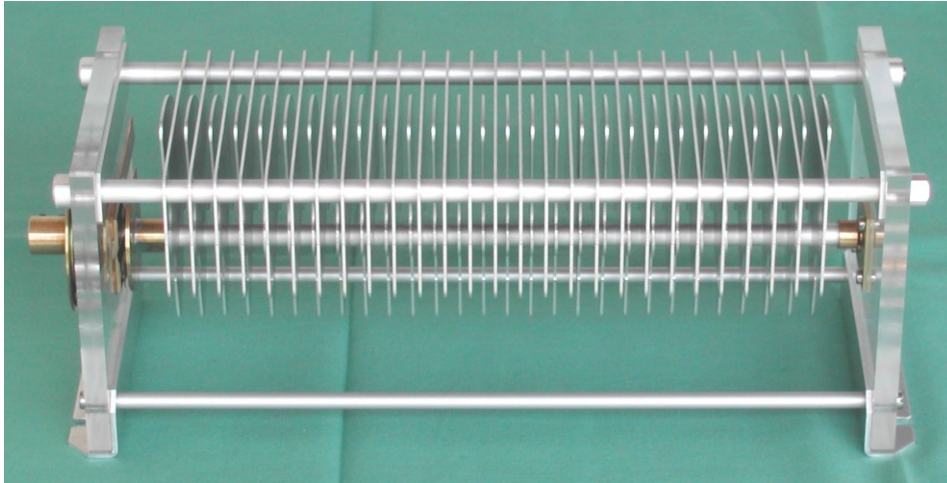


Abb. 11: Der fertige Drehkondensator

### Dateien:

Die \*.dxf Dateien für die Laserschneidemaschine für Platten mit 80 mm, 100 mm und 120 mm Breite, das EXCEL-Blatt zur Berechnung des Drehkos, eine Anleitung zur Verwendung dieses Kalkulationsblattes sowie Zeichnungen der Kleinteile sind in der gepackten Datei ‚drehko01.zip‘ enthalten, die von [14] heruntergeladen werden kann. Die Zeichnung für die 100-mm-Platten und eine Erstversion des EXCEL-Blattes stammen von OE5NEL, die beiden anderen Zeichnungen hat OE5PSL ergänzt.

73!

Helmut, OE5GPL

### Literatur für den Bau von KW-Röhren-PAs:

- [1] Kirchner, Fritz, DJ2NL: Vereinfachte Berechnung des Collins-Tankkreises (Pi-Filter), CQ-DL 1974/10, S. 590-594
- [2] Kleine, K.H., DL3CI: Das Pi-Filter als Abstimmkreis der Senderendstufe, CQ-DL 1984/2, S. 76-77 und 1984/5, S. 255
- [3] Kuhne, Günther, DL7BA: Die Bemessung von Linearendstufen, CQ-DL 1965, S. 706-714
- [4] Lickfeld, Karl, Prof. Dr., DL3FM (†): Problemlösungen beim Bau von Senderverstärkern für KW, CQ-DL 1993/1, S. 13-17, 1993/2, S. 94-97, 1993/3, S. 172-176, 1993/4, S. 231-234, 1993/5, S. 309-312, 1993/6, S. 381-384, 1993/7, S. 453-455, 1993/9, S. 690-691, CQ-DL 1994/4, S. 244-249, 1994/5, S. 326-331  
Dazu Korrekturen und Leserbriefe: CQ-DL 1993/2, S. 152L, 1993/8, S. 541, 1993/11, S. 803L, 1994/11, S. 777L
- [5] Lickfeld, Karl, Prof. Dr., DL3FM (†): Der Pi-Gamma-KW-Senderverstärker, CQ-DL 1996/12, S. 966-969  
Dazu Korrekturen: CQ-DL 1997/3, S. 180, 1997/7, S. 537 und von DL9LX: CQ-DL 1997/2, S. 124  
Ergänzung 1997/10, S. 800 und Korrektur von DL9LX: CQ-DL 1997/12, S. 935
- [6] Mayr, Hans P., DJ4XN: Röhrenbetriebsdaten für eine KW-SSB-PA, CQ-DL 1992/4, S. 206-207 und 1992/6, S. 369L

### Literatur für den Bau von Pi-Filtern und Verweise:

- [7] Fleischmann, Ulrich, DL9LX: Entwurf transformierender Pi-Filter mit Hilfe normierter Tiefpasswerte, CQ-DL 1987/10, S. 617-620

- [8] Geschwindt, A. Dr., HA5WH: Verminderte Oberwellenabstrahlung durch Einsatz von Pi-L-Filter, CQ-DL 1974/6, S. 340-345
- [9] Janzen, Gerd, Dr., DF6SJ: Kompensations- und Anpaßschaltungen, CQ-DL 1982/9, S.438- , CQ-DL 1982/11, S. 528-533
- [10] Janzen, Gerd, Dr., DF6SJ: Induktivitäts- und Gütebestimmung bei hohen Leistungen, CQ-DL 1985/7, S. 364-367
- [11] Schleenbecker, Ewald, DK9ZN: Ermittlung des Stromes in der Leistungsspule von Senderendstufen, CQ-DL 1984/4, S. 167-168
- [12] THE ARRL HANDBOOK: RF Power Amplifiers and Projects, Design Guidelines and Examples (in vielen Ausgaben enthalten)
- [13] Turcotte, Phil, VA3UX, ex VE3OZZ: Pi and Pi/L Network Calculator, [www5a.biglobe.ne.jp/~jh2clv/main2/pi-lcalc5.xls](http://www5a.biglobe.ne.jp/~jh2clv/main2/pi-lcalc5.xls) (Suchmaschine GOOGLE fragen!)
- [14] Homepage des OAFV, TECHNIK / PROJEKTE / Afu-Hardware / Drehkondensator: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>