

Betrachtungen zu zylindrischen Hohlraumresonatoren
 Complementation of cylindrical resonator cavities

von H.-J. Meise, DK 2 AB, Kiewitzheide 55, D-4504 Georgsmarienhütte

D.: In Hohlraumresonatoren können sich die verschiedensten Wellentypen ausbreiten. Für den Funkamateuer ist die E010-Resonanz am interessantesten. Hierbei hängt die Resonanzfrequenz theoretisch nur von dem Innendurchmesser ab.

E.: Different modes can be kept alive within a resonator cavity. Most interesting for amateur radio use is the E010-mode. Theoretical, the resonance frequency depends only on the inner diameter of the cavity.

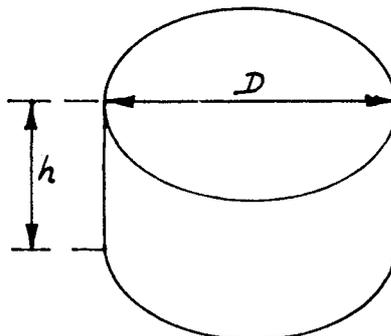
Für die E010-Welle gilt $\frac{\lambda R}{D} = 1.3$ also $FR = \frac{300}{D \cdot 1.3}$ $\frac{D(\text{mm})}{F(\text{GHz})}$

oder kurz: $F \text{ resonanz} = \frac{230.77}{D}$

Für praktische Ausführungen mit geringer Höhe h, d.h. wenn das Verhältnis:

$\frac{h}{D} < 0.45 - 0.5$ ist,

gibt es kein Problem mit schädlichen, in der Nähe der erwünschten Resonanzfrequenz liegenden Störresonanzen.



Leider liegt die Güte von Hohlraumresonatorfiltern bei geringen Höhen nicht in der erwünschten Größenordnung um z.B. auf 10368 MHz die Oszillatorfrequenz (bei 144 MHz ZF) von 10224MHz ausreichend zu unterdrücken. Macht man daher das Cavity höher, so muß man mit diesen schädlichen Nebenresonanzen rechnen. Dazu Beispiele:

Bei $D=20\text{mm}$ und $h=7\text{mm}$ wird $Fr = \frac{230.77}{20} = 11.54 \text{ GHz}$

Der Abstand zur nächsten Nebenresonanz E010 ist 11.54 zu 18.5 GHz, also rund 7 GHz groß. Macht man das Cavity bei gleichem Durchmesser $D=20\text{mm}$ jetzt 14mm hoch, so kommt die nächste Nebenresonanz durch die H111-Welle schon auf rund 2 GHz heran. $Fr = 13.6 \text{ GHz}$.

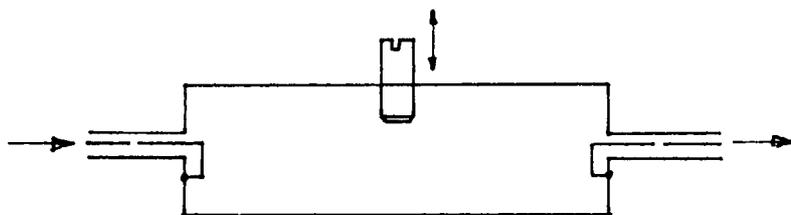
Dieser geringe Abstand könnte unangenehm werden, wenn man das Filter abstimmt, denn der Einfluß der Abstimmsschraube ist bei unterschiedlichen Wellentypen - hier E010 und H111 - verschieden.

E.: In praxis that means if a small height is used (ratio $h/D < 0.45 - .5$) no problems appear with distortion from unwanted resonance-modes. Unfortunately, the highest Q of resonator cavities can't be reached when using small heights and therefore the rejection of i.e. a LO (10224 MHz) in a 10368 MHz-transverter (144 MHz IF) is not sufficient. When the height is increased, unwanted modes may cause problems. The space to the next mode E110 is 11.54 to 18.5 GHz, abt. 7 GHz. If the cavity is changed to a height of 14mm (same $D=20\text{mm}$), the next mode H111 is only still 2 GHz away ($F_{res}=13.6 \text{ GHz}$). Such small space can cause problems under adjustments of the resonator cavity because the influence of the adjustment screw acts to certain modes in different manner (E010 and H111).

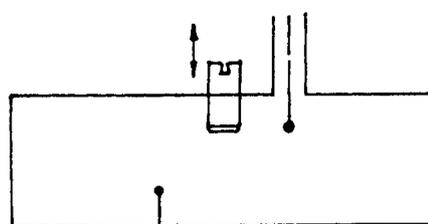
D.: Nun zu den verschiedenen Möglichkeiten an Hohlraumresonatoren anzukoppeln. Grundsätzlich gibt es beim Übergang von koaxialer Leitung auf den Resonator drei verschiedene Möglichkeiten:

E.: Now to the possibilities how to couple into resonator cavities from coaxial systems. Generally three methods are used.

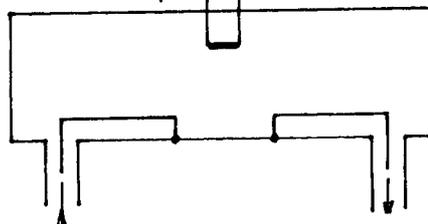
1. Die Induktive Kopplung
Inductive coupling



2. Die Kapazitive Kopplung
Capacitive coupling



3. Leitungskopplung
line coupling



D.: Die Kopplungsarten 1 und 3 dürften für praktische Anwendungen beim Funkamateuer am leichtesten realisierbar sein. Denkbar sind auch gemischte Kopplungen, d.h. für Ein- und Ausgang benutzt man eine andere Kopplung.

E.: In amateurradio use, the methods 1 and 3 are mostly used. Also mixed couplings (input=inductive and output=line) can be used etc.

D.: Maßnahmen zur Abstimmung bzw. Veränderung der Resonanzfrequenz eines Hohlraumresonators: Zunächst eine grundsätzliche Feststellung (die auch für Hohlleiterfilter gilt):

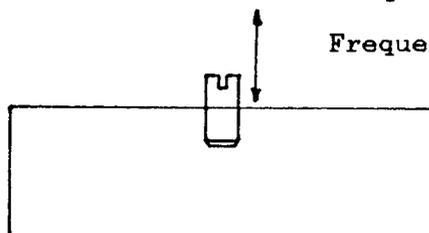
E.: How to adjust the resonator cavities frequency. Generally:

a.) Wird durch ein leitendes Material (meist eine Schraube) das elektrische Feld bedrängt, so erniedrigt sich die Resonanzfrequenz.

a.) If the electrical field is influenced by a conductive material (screw etc), the resonance frequency will decrease. In praxis, if a screw is dipped into a center of the cavity. The advantage: The field symmetry will be kept.

Frequenz höher/ higher

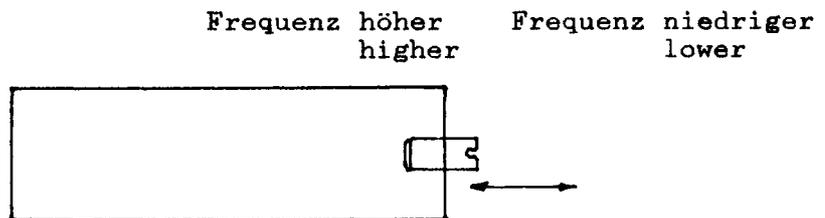
Frequenz niedriger/ lower



D.: Dies geschieht in der Regel (E010), wenn man eine Schraube senkrecht und mittig vom Deckel in den Innenraum schraubt. Von Vorteil ist hier, daß die Feldsymmetrie gewahrt bleibt.

b.) Wird durch ein leitendes Material (Schraube-induktiver Flügel) das magnetische Feld bedrängt, so erhöht sich die Resonanzfrequenz: Dies geschieht in der Regel (EØ1Ø), wenn man eine Schraube seitlich in den Innenraum schraubt. Leider wird hierbei das Feld asymmetrisch "verbogen". Deswegen sieht man bei Aufbauten, die sich dieser Abstimmethode bedienen meist mehrere Schrauben vor, die von verschiedenen Seiten in den Innenraum eingeführt werden (z.B. 9cm PA von DK1UV). Ähnlich verhält es sich mit sog. "induktiven Flügeln". Auch sie sollten nicht einzeln verwendet werden, sondern mehrere über 360° gleichmäßig verteilt sein.

b.) if the magnetical field is influenced by a conductive material (screw etc), the resonance frequency will increase. In praxis, if a screw is dipped into the side wall of a cavity. Unfortunately, when using this adjustment method, the field-symmetry will be damaged. To keep the field symmetry inside the cavity, several screws around the side wall should be used (Example: 9cm PA by DK1UV). Also when using "inductive wings", 4 or more "wings" should extend evenly over 360° (Example: 23cm PA 4 times 2C39 by DK1UV).



So z.B. angewandt bei der Vierfach-PA für 23cm von DK1UV. Die als letzteres beschriebene Methode, das Einschnüren des magnetischen Feldes, kann einem helfen, wenn das Filter (Hohlleiterfilter oder Hohlraumresonatorfilter) zu groß geraten ist, d.h. eine zusätzliche kapazitive Abstimmung die Frequenz nur noch weiter unter die gewünschte Resonanzfrequenz bringen würde.

Lieraturhinweise: Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik 5. Auflage S.47Øff, A.J. Baden Fuller Mikrowellen Braunschweig 1979 S.1ØØff