

Kalotten-Hochtonlautsprecher mit elastischem Luftspalt

Von Zeit zu Zeit gibt es auf vielen Gebieten richtungsweisende Neuerungen, die neue Ziele für Entwicklung und Fertigung erreichbar machen, so auch beim Bau von Hochleistungskalottensystemen.

In dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen das Prinzip und die Funktionsweise eines Hochleistungskalottensystems vor, bei dem auf geradezu geniale Weise die Behinderung des magnetischen Flusses durch den Luftspalt weitgehend ausgeschaltet wurde. Darüber hinaus sind noch vielfältige andere Vorzüge gegenüber herkömmlichen Systemen zu erwarten.

Erste Tests im ELV-Labor ergaben wirklich überraschende Meßwerte sowohl subjektiver als auch objektiver Art; aber bitte lesen Sie selbst:

In den Luftspalt eines Hochtöners wird eine mit feinsten Eisenpartikeln angereicherte Flüssigkeit eingebracht. Diese Flüssigkeit bildet eine **magnetische Brücke** und verbessert die Eigenschaften des Systems beträchtlich.

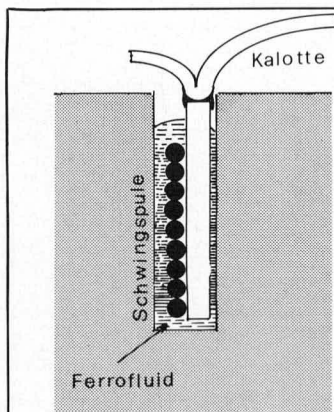


Bild 1
Schnitt durch den Luftspalt eines FFL-Kalottenhochtöners von DYNAMIC mit FERROFLUID®

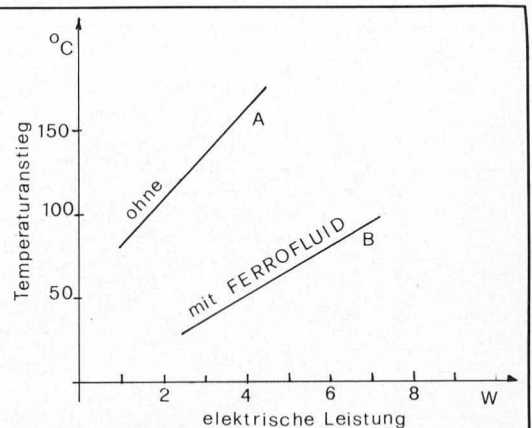


Bild 3
Temperaturanstieg in der Schwingspule ohne (A) und mit (B) FERROFLUID®.

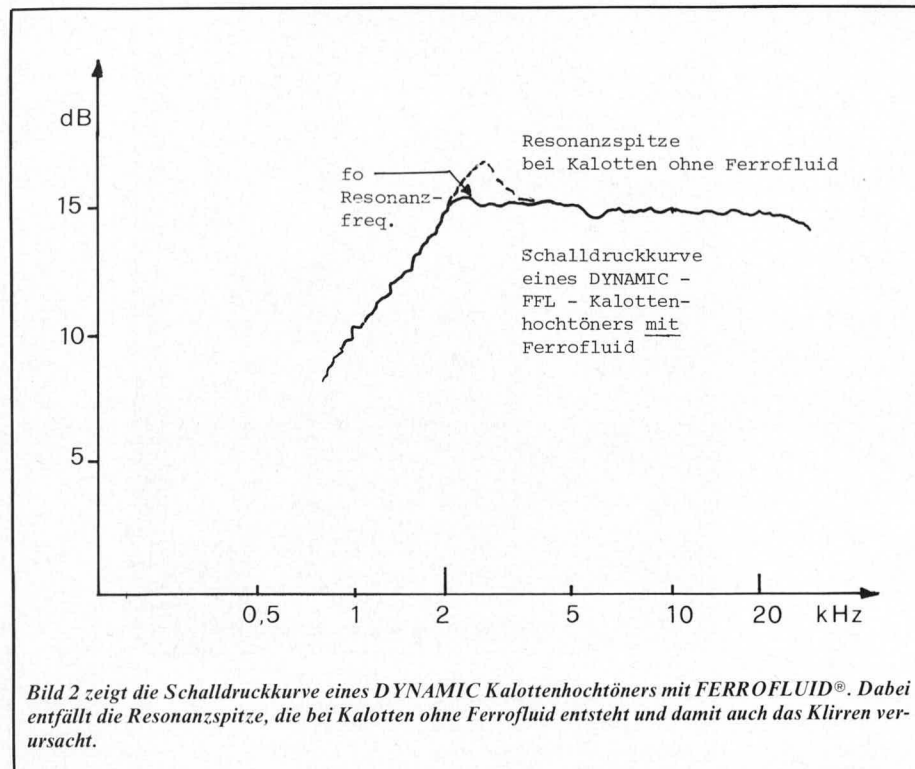


Bild 2 zeigt die Schalldruckkurve eines DYNAMIC Kalottenhochtöners mit FERROFLUID®. Dabei entfällt die Resonanzspitze, die bei Kalotten ohne Ferrofluid entsteht und damit auch das Klirren verursacht.

- Dämpfung der unerwünschten Resonanzspitzen
- Vervielfachung der Wärmeabfuhr von der Schwingspule
- Leistungssteigerung um den Faktor 2—6 (Nennleistung des Systems)
- Verhinderung der nichtaxialen Schwingung (Täumelung)
- Vereinfachung der Schwingspulenzentrierung und damit Einsparung von Arbeitskosten.

Bei Kalottenhochtönern, die im Frequenzgebiet zwischen 1500 ... 20 000 Hz arbeiten, macht die Schwingspule einen Maximalhub von 0,3—0,4 mm, daher kann in diesem Bereich der Luftspalt ohne Nachteil für die Funktion des Lautsprechers durch einen elastischen Luftspalt ersetzt werden. Als Füllstoff dient bei den FFL-Lautsprechern von DYNAMIC eine magnetische Flüssigkeit, das FERROFLUID®.

Dabei handelt es sich um sehr feine ferromagnetische Partikel, die in einer Trägerflüssigkeit, hier auf Diesterbasis (im weitesten Sinne ein absolut wasserfreies Öl), eingebettet sind. Diese Flüssigkeit umhüllt die Schwingspule und füllt den Luftspalt aus (Bild 1).

Da sich um die Schwingspule ein Flüssigkeitspolster aufbaut, dessen Form vom magnetischen Fluß bestimmt wird, das aber wegen der Stabilität von Flüssigkeiten ein stets konstantes Volumen behält, wird die Schwingspule zu streng achsialen Bewegungen gezwungen.

Diese Eigenschaft und der Trägheit von Flüssigkeiten verdanken wir den Wegfall der Resonanzspitze, die bei Kalottenhochtönern, je nach Type, zwischen 1500—2500 Hz liegt (Bild 2).

Dank der Linearisierung des Spektrums im Resonanzgebiet haben Hochtöner, deren Luftspalt mit Ferrofluid gefüllt ist, ein ausgezeichnetes Klirrvverhalten.

Weitere Vorteile bringt das FERROFLUID® im Luftspalt der DYNAMIC FFL-Lautsprecher im Hinblick auf die thermische Belastbarkeit und damit auf die Nennbelastbarkeit der Systeme.

Hier ein Beispiel:

Bei 2,6 W elektrischer Leistung erreicht die Schwingspule bei einem herkömmlichen Kalottenlautsprecher eine Temperatur von ca. 118 °C (Absolutwert).

Bei Wiederholung des Versuches unter gleichen Bedingungen, jedoch mit FERROFLUID® im Luftspalt, wurde eine Temperatur von nur noch 28 °C gemessen (Bild 3).

An Stelle der Energieableitung durch Wärmestrahlung tritt der direkte Energietransfer durch Wärmeleitung über das Flüssigkeitspolster. Die geringe Wärmekapazität der Schwingspule wird durch die Wärmeleitung des FERROFLUID® auf die große Masse des Magneten und seiner Armierung ausgedehnt.

Und hier noch eine sehr wichtige Eigenschaft der magnetischen Flüssigkeit bei Erreichen der Grenzbelastbarkeit:

Bei steigenden Temperaturen nimmt die Viskosität der Flüssigkeit ab. Wird also das Hochtonsystem durch zu hohe Belastung warm, sollte eigentlich der Schalldruckpegel durch den höheren Schwingspulenwiderstand geringer werden. Da jedoch auch die Dichte der Flüssigkeit abnimmt, wird die mechanische Dämpfung durch die Reibung geringer, somit bleibt also der Schalldruckpegel des Lautsprechers unabhängig von der Belastung in gewissen Grenzen konstant.

DYNAMIC FFL-Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® sind mit anderen Worten in gewissen Grenzen überlastungssicher und widerstandsfähig gegenüber auftretenden Kurzzeitüberlastungen.

Der bei den DYNAMIC Kalottenlautsprechern verwendete Füllstoff FERROFLUID® ist bezogen auf die Menge außerordentlich teuer. Ein Liter dieser Flüssigkeit kostet etwa DM 700,00. Dieser hohe Preis hängt mit dem sehr aufwendigen Herstellungsprozeß zusammen, da die Trägerflüssigkeit auf einhundertstel Prozentpunkte hinter dem Komma wasserfrei sein muß, und das Einbringen und Vermischen der Feineisenpartikel mit dem Öl ein sehr aufwendiges Verfahren ist.

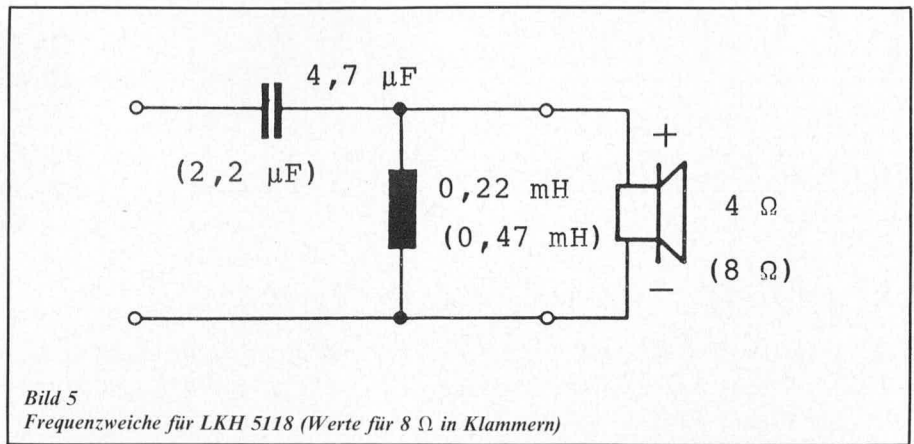


Bild 5
Frequenzweiche für LKH 5118 (Werte für 8 Ω in Klammern)

Je Lautsprecher werden jedoch nur geringe Mengen benötigt, so kann der tatsächliche Mehraufwand in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen gehalten werden.

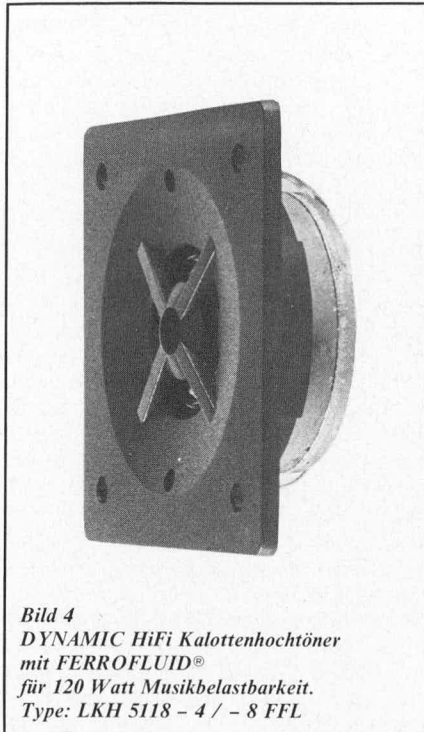


Bild 4
DYNAMIC HiFi Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® für 120 Watt Musikbelastbarkeit. Type: LKH 5118 - 4 / - 8 FFL

Lautsprecher, die nach vorstehend beschriebenen Prinzip arbeiten gibt es in verschiedenen Leistungsstufen. In Bild 4 ist der Typ LKH 5118-4/8 FFL dargestellt.

Bild 5 zeigt die dazu passende Schaltung einer Frequenzweiche und in Bild 6 ist der ausgeglichene Frequenzgang zu sehen.

Nachfolgend sind die wirklich beeindruckenden technischen Daten dieses Lautsprechersystems aufgezeigt.

Technische Daten:

- Nennimpedanz:
(DIN 45 570 Bl. 1/DIN 45 573 Bl. 1)
LKH 5118-4 FFL: 4 Ω
LKH 5118-8 FFL: 8 Ω
- Nennbelastbarkeit: 100 W*
(DIN 45 570 Bl. 1/DIN 45 573 Bl. 2)
- Musikbelastbarkeit: 120 W*
(DIN 45 500 Bl. 7)
- Übertragungsbereich: 1,5 kHz – 22 kHz
- Mittlerer Nennschalldruck: 89 dB ± 1 dB
*) nur mit empfohlener Frequenzweiche

Ausstattung:

- FERROFLUID®
- Dämpfungsstern
- Mehrschichtmembrane

Magnetische Daten:

Magnetischer Fluß 175 µWb
Magnetische Energie im Luftspalt: 40,9 mWs

Abmessungen:

Kalottendurchmesser: 18 mm Ø
Trägerplatte: 75 x 75 mm
Einbautiefe: 23 mm
Montageausschnitt: 60 mm Ø
Gewicht: 220 g

DYNAMIC-Lautsprecher werden in Deutschland von der Firma H. G. Schukat Electronic D-4019 Monheim/Rhld. vertrieben, hier ist ein ausführlicher Lautsprecherkatalog erhältlich.

In der Schweiz vertritt die Firma TECHNOTRONIC AG, Postfach 23, Ch-3073 Gümligen, die Interessen. Auch hier ist ausführliches Informationsmaterial verfügbar.

Im Versand bietet die Firma Völkner Electronic, Postfach 53 20, D-3300 Braunschweig, diese Lautsprecher an, die je nach Typ teilweise schon für weniger als DM 20,— zu haben sind.

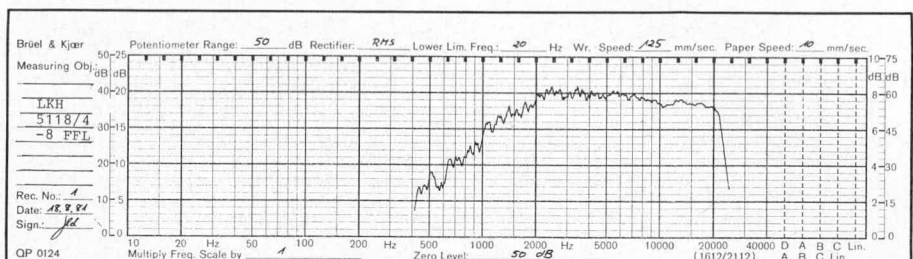


Bild 6
Schalldruck in Abhängigkeit von der Frequenz
Schalldruckkurve DYNAMIC HiFi-Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® LKH 5118 - 4 / - 8 FFL