• **Hogesches Näherungsverfahren**

Bei der Thiele/Small-Abstimmung werden nur Lautsprecher-Gehäuse-Kombinationen zugelassen, bei denen sich ein Q_{TC}-Wert von 0,6 ergibt. Das schränkt die Anzahl der Lautsprecher stark ein.

Nach dieser Methode wäre nur eine geringe Zahl von Lautsprechertypen für das Bassreflexprinzip geeignet. Die praktische Erfahrung zeigt jedoch, dass viel mehr Lautsprechertypen in Bassreflexgehäusen brauchbare Ergebnisse zeigen. Inzwischen gibt es mehrere Vorschläge von Berechnungsmethoden, bei denen man das Volumen der Box frei wählen kann. Zuerst geht man von der geschlossenen Box aus und berechnet die Einbau-Resonanzfrequenz f_C und die Einbaugüte Q_{TC}. Die Impedanzkurve der geschlossenen Box in Abb. 53 hat ihr Maximum bei der Resonanzfrequenz f_C. Das eigentlich Wichtige ist jedoch die Tuningfrequenz f_B. f_B liegt ungefähr dort, wo die Impedanzkurve der Bassreflexbox ihr Minimum hat. f_B ist kleiner als f_C, und zwar nach Thiele und Small um einen Faktor von ungefähr 0,7. Das ist in etwa das Geheimnis der Bassreflexabstimmung.

Je tiefer man f_B legt, desto flacher verläuft die Frequenzkurve im Bass und um so mehr nähert sie sich den geschlossenen Verhältnissen an. Wählt man f_B höher, bekommt man mehr Bass im oberen Bereich und ein schlechteres Impulsverhalten. Mit anderen Worten: Es gibt keine absolute Wahrheit bei der Bassreflexabstimmung, sondern nur ein Ringen um den günstigsten Kompromiss. Dieser Kompromiss wird aber unter anderem vom Abhörraum und nicht zuletzt von den persönlichen Klangvorstellungen bestimmt.

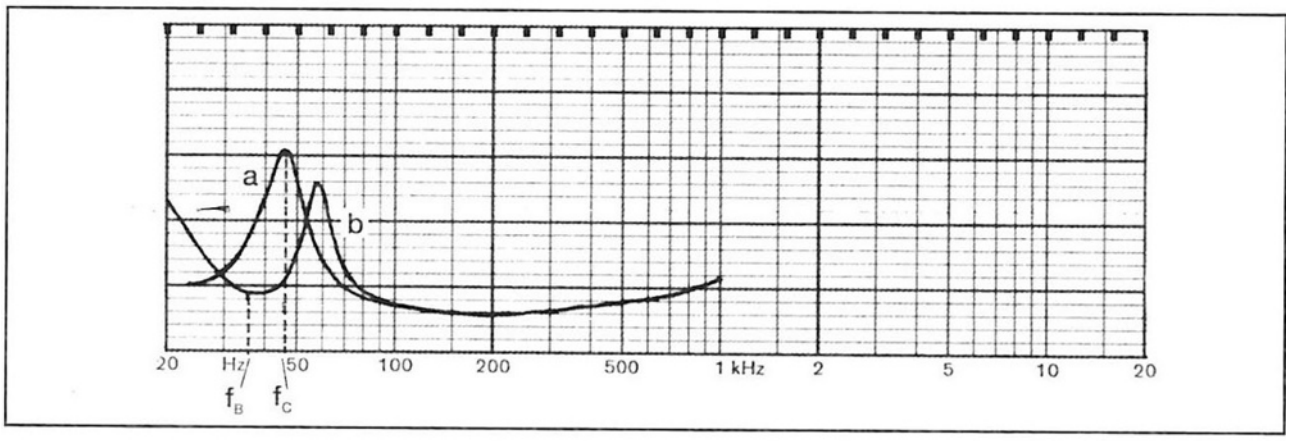

Abb. 53: Impedanzverlauf; a) geschlossene Box; b) Bassreflexbox

Folgende Faustregel hat sich in der Praxis gut bewährt:

1. Wenn Q_{TC} größer ist als 0,7, sollte im Interesse einer guten Impulswiedergabe f_B weiter von f_C entfernt sein.

   $f_B = 0{,}6 \cdot f_C$

2. Wenn Q_{TC} kleiner ist als 0,7, kann man f_B und f_C weiter zusammenlegen. Hoge arbeitet mit dem Faktor 0,75

   $f_B = 0{,}75 \cdot f_C$

Beispiel:

Thiele/Small-Parameter eines 25-cm-Baßlautsprechers:

f_S = 27 Hz
Q_{TS} = 0,34
M_{MS} = 27 g
V_{AS} = 202 l

Zuerst geht man von der geschlossenen Box aus und berechnet die Einbauresonanzfrequenz f_C und die Einbaugüte Q_{TC} (s. Kap. 6.3.1.).

$$f_c = f_s \cdot \sqrt{\frac{V_{AS}}{V_B} + 1}$$

$$Q_{TC} = Q_{TS} \cdot \sqrt{\frac{V_{AS}}{V_B} + 1}$$

Das Nettovolumen V_B der Box soll 91 Liter betragen.

$$f_c = 27 \cdot \sqrt{\frac{202}{91} + 1} = 48 \text{ Hz}$$

$Q_{TC} = 0{,}61$

Berechnung der Tuningfrequenz f_B:

Q_{TC} ist deutlich kleiner als 0,7, also wählen wir den Faktor 0,75, um f_B zu bestimmen (s. oben Punkt 2).

$f_B = 0{,}75 \cdot 48 = 36$ Hz

Bestimmung der Tunnellänge:

Bei einem gegebenen Boxenvolumen wird mit dem Tunnelquerschnitt und der Länge die Tuningfrequenz festgelegt (Abb. 54). Das geschieht mit der klassischen Formel für den Helmholtzresonator:

$$l = \frac{10 \cdot c^2 \cdot F}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_B^2 \cdot V_B} - 0{,}5 \cdot \sqrt{\pi \cdot F}$$

(Diese Gleichung liegt auch dem Diagramm in Abb. 52 zugrunde.)

l = Länge des Tunnels in cm
c = Schallgeschwindigkeit in Luft (343 m/s)
F = Querschnittsfläche der Tunnelöffnung in cm^2
(bei mehreren Öffnungen die Summe der Flächen)
f_B = Tuningfrequenz in Hz
V_B = Nettovolumen der Box in l

Es werden 2 Bassreflexrohre mit je 36 cm^2 Querschnittsfläche verwendet.

$$l = \frac{10 \cdot 343^2 \cdot 72}{4 \cdot \pi^2 \cdot 36^2 \cdot 91} - 0{,}5 \cdot \sqrt{\pi \cdot 72} = 11 \text{ cm}$$

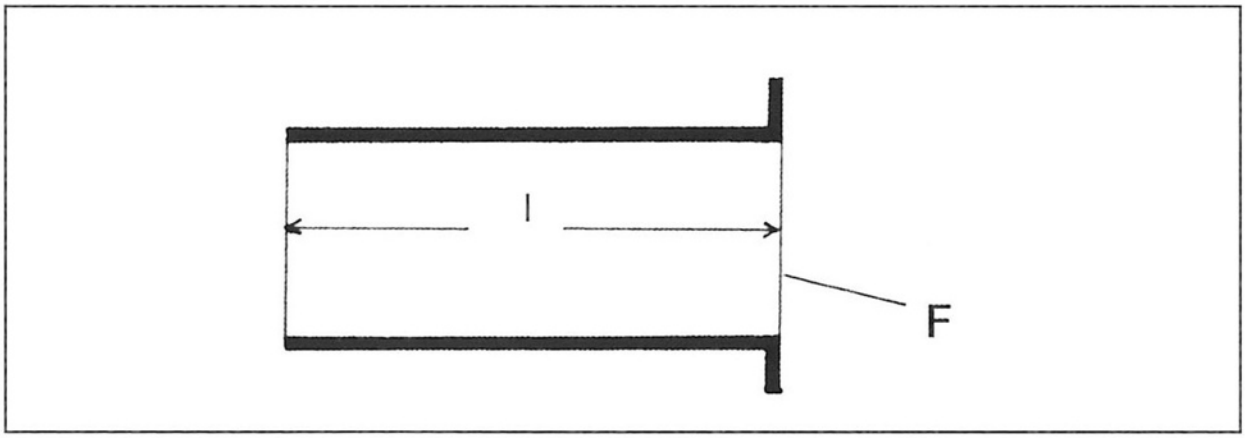

Abb. 54: Bassreflextunnel