

Zwicker, F., & Feldtkeller, R.
Das Ohr als Nachrichtenempfänger.
1967 2. Aufl.

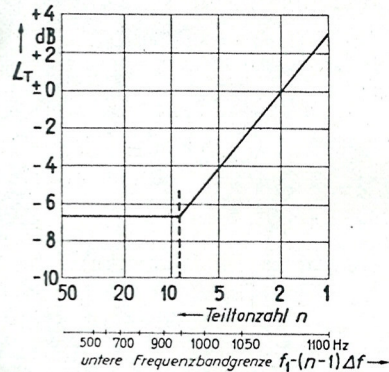


Bild 26,3 Pegel L_T der Teiltöne eines eben hörbaren Klanges als Funktion der Teiltonzahl n .

27. Frequenzgruppen bei der Verdeckung von Tönen durch gleichmäßig verdeckendes Rauschen

Die in Bild 26,2 dargestellte Hörschwelle mit ihrem horizontalen Verlauf von 700 Hz bis 1200 Hz erlaubte, die Breite der Frequenzgruppe bei einem Pegel von +3 dB und für Frequenzen um 1 kHz zu messen. Es ergab sich dort eine Breite von 160 Hz. Leider ist diese Messung auf den genannten, eng begrenzten Ort der Hörfläche beschränkt. Es interessiert aber die Breite der Frequenzgruppe in der ganzen Hörfläche, also ihre Abhängigkeit von der Frequenz und vom Pegel.

Wie im Abschnitt 20 gezeigt wurde, kann die Hörschwelle künstlich durch gleichmäßig verdeckendes Rauschen zu höheren Schallpegeln verlagert werden. Dieses Störgeräusch hat außerdem zur Folge, daß es Mithörschwellen bildet, die in einem nahezu beliebig breiten Frequenzgebiet horizontal verlaufen. Sie eignen sich deshalb vorzüglich zur Bestimmung der Breite der Frequenzgruppe in jedem gewünschten Frequenzgebiet und bei jedem gewünschten Schallpegel.

Bild 27,1 zeigt Meßwerte, die nach dem im Abschnitt 26 beschriebenen Verfahren mit wachsender Zahl gleichstarker Testtöne gewonnen wurden. Es wurde die Umgebung der Frequenz 1 kHz untersucht. Die Meßwerte liegen ebenso wie die in Bild 26,3 auf zwei sich schneidenden Geraden, von denen die eine um 3 dB bei Verdopplung der Zahl der Testtöne fällt, die andere horizontal verläuft. Der Schnittpunkt beider Geraden zeigt die Breite der Frequenzgruppe bei 1 kHz zu 160 Hz an, und zwar völlig unabhängig vom Schallpegel.

Die Punkte in Bild 27,2 stellen die nach diesem Verfahren gemessenen Breiten der Frequenzgruppe für verschiedene Mittenfrequenzen f_m dar. Die durch Kreise markierten Werte wurden auf entsprechende Weise mit Bandpaßrauschen gewonnen. Die ausgezogene Kurve ist der gemeinsame Mittelwert. Unterhalb 500 Hz ist die Breite der Frequenzgruppe nahezu frequenzunabhängig und beträgt etwa 100 Hz. Oberhalb 500 Hz nimmt sie proportional zur

schwelle liegt, nicht verwertet. Hiermit bestätigt sich unsere Vermutung, die uns der besondere Verlauf der Mithörschwellen bei Anwesenheit von lautem Weißen Rauschen nahelegte, zunächst in einem Punkte: Das Gehör bildet die Hörschwelle bei einem Geräusch mit Hilfe der Schalleistung, die in einem Frequenzband ganz bestimmter Breite — 160 Hz bei 1 kHz — unser Ohr trifft; es bildet aus den vielen Frequenzen, die im Rauschen enthalten sind, eine Frequenzgruppe.

Leider ist dieser Versuch auf die Hörschwelle selbst und auf das Frequenzgebiet, in welchem sie völlig horizontal verläuft, beschränkt.

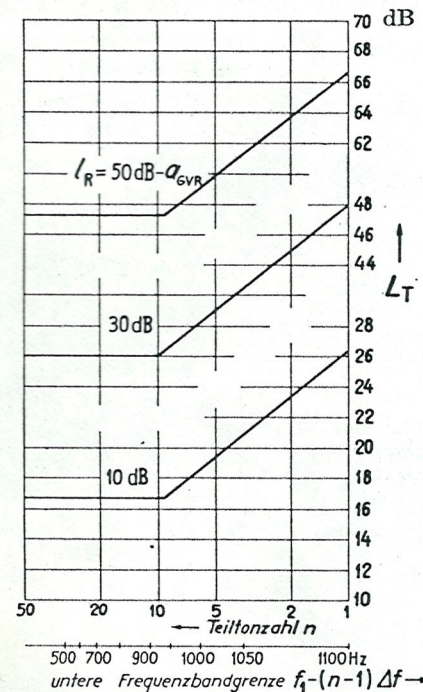


Bild 27,1 Pegel der Teiltöne eines eben hörbaren Testklanges, verdeckt durch gleichmäßig verdeckendes Rauschen, als Funktion der Teiltonzahl n .

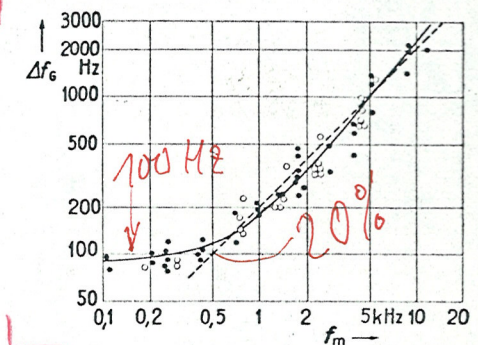


Bild 27,2 Breite Δf_G der Frequenzgruppe als Funktion der Mittenfrequenz f_m .

Frequenz zu; die gestrichelt eingezeichnete Gerade entspricht der relativen Breite von 20%.

Das Gehör bildet somit die Hörschwelle oder die Mithörschwelle für eine Vielzahl von eng beieinanderliegenden Testtönen oder für ein Testrauschen innerhalb eines begrenzten Frequenzbandes. Es vergleicht die in dieses Band fallenden Intensitäten des Störrauschen und des Testrauschen. Das Testrauschen wird dann wahrgenommen, wenn sein Pegel innerhalb einer Frequenzgruppe in der Umgebung

von 1 kHz etwa 4 dB unter dem Pegel des Störrauschen innerhalb desselben Frequenzbandes liegt. Denn gleichmäßig verdeckendes Rauschen mit einem Dichtepiegel von 50 dB für Frequenzen unterhalb 500 Hz hat in der Umgebung von 1 kHz, wo nach Bild 20,2 die Dämpfung a_{GVR} den Wert 2 dB hat, nur noch einen Dichtepiegel von 48 dB. Der Schallpegel eines Schmalbandrauschens mit einem Frequenzband von 160 Hz ist $\lg 160 \text{ dB} = 22 \text{ dB}$ größer, beträgt also $L_G = 70 \text{ dB}$. Die Mithörschwelle, die zu diesem Störgeräusch gehört, liegt nach Bild 27,1 bei 66 dB, also etwa 4 dB tiefer.

Mit der Zerlegung des Frequenzspektrums in Frequenzgruppen ist eine fundamentale Eigenschaft des Gehörs gekennzeichnet. Das Gehör kann eine Frequenzgruppe an jeder beliebigen Stelle der Frequenzskala bilden. Reiht man sie willkürlich aneinander, so findet man, daß im Frequenzgebiet von 20 Hz bis 16 kHz 24 Frequenzgruppen Platz haben. Die folgende Tabelle 27,1 zeigt die dann entstehenden Bandmitten f_m , die Bandbreiten Δf_G und die Größen $10 \lg \frac{\Delta f_G}{\text{Hz}}$ dB, mit denen man aus dem Dichtepiegel L_R den Pegel L_G eines