

eine halbe Oktave unterhalb des gespielten Tones bleibt die Hörschwelle völlig unverändert. Im ganzen Frequenzgebiet oberhalb des gespielten Tones finden wir wieder Mithörschwellen weit oberhalb der Ruhhörschwelle.

Aus diesem Verlauf der Mithörschwellen in der Hörfläche können wir ganz allgemein folgern: Hohe leise Töne werden durch tiefe laute Töne verdeckt, aber tiefe leise Töne werden durch hohe laute Töne nicht verdeckt. Aus diesem Grunde sind in einem gemischten Chor die Männerstimmen zahlenmäßig immer schwächer besetzt als die Frauenstimmen. In einem Streichorchester ist die Zahl der Celli nur ein Bruchteil der Zahl der Violinen.

Auch für die Wiedergabe von Musik durch Schallplatte oder Tonband ist der flache Verlauf der Mithörschwellen nach hohen Frequenzen zu von großer Bedeutung: Ein hoher Ton, der bei kleiner Lautstärke neben einem tiefen Ton gut hörbar ist, kann durch den tiefen Ton völlig verdeckt werden, wenn wir den Lautstärkeregler des Wiedergabegerätes zu weit aufdrehen. Falsche Wiedergabelautstärke verändert deshalb die Musik nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ.

V. Eben wahrnehmbare Frequenzänderungen

Die im vorhergehenden Kapitel behandelten Mithörschwellen geben eine erste Auskunft über das Hören von Tönen, deren Schallpegel zwischen der Hörschwelle und der Schmerzgrenze liegt. Weitere Auskunft geben uns die eben wahrnehmbaren Frequenzänderungen von Tönen und von Geräuschen, die den Inhalt der beiden nächsten Abschnitte bilden. Sie vermitteln uns einen Einblick in die hohe Frequenzselektivität des menschlichen Gehörs, sowie in die Abhängigkeit dieser Selektivität von der Frequenz und auch vom Schallpegel.

24. Unterschiedsschwellen der Frequenz von Tönen

Die meisten Töne, die wir hören, sind keine Dauertöne, sondern Töne, deren Frequenz und deren Amplitude Funktionen der Zeit sind. Um diese Frequenzänderungen beurteilen zu können, muß man wissen, welche kleinsten Frequenzänderungen unser Gehör eben noch wahrnehmen kann. Dazu müssen wir aus der Fülle der denkbaren Frequenzänderungen typische Beispiele auswählen. Plötzliche Frequenzänderungen werden als Knack wahrgenommen. Wir wollen deshalb Frequenzsprünge vorerst einmal ausscheiden und statt dessen sinusförmige Frequenzänderungen untersuchen, also sinusförmig in der Frequenz modulierte Töne, deren physikalische Eigenschaften in Abschnitt 4 beschrieben wurden.

Die Frage nach der kleinsten Frequenzänderung, die unser Gehör eben noch wahrnehmen kann, können wir dann zur Frage nach dem kleinsten wahrnehmbaren Frequenzhub Δf bei sinusförmiger Frequenzmodulation spezifizieren. Da die Frequenz f zwischen $f_1 - \Delta f$ und $f_1 + \Delta f$ schwankt, ist die Größe $2 \Delta f$ die Größe der Reizstufe (vgl. Bild 14,1), hier also der Frequenzstufe. Die Größe des kleinsten wahrnehmbaren Frequenzhubes hängt von der Größe der Modu-

lationsfrequenz f_{mod} , von der Größe der Frequenz f_1 des untersuchten Tones und von der Größe seines Schallpegels L ab.

In Bild 24,1 ist der Verlauf des Grenzwertes des Frequenzhubes Δf in Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz f_{mod} dargestellt. Parameter ist die Frequenz f_1 des modulierten Tones. Sein Schallpegel beträgt $L = 70$ dB. Alle Kurven haben ein flaches Minimum im Gebiet von 2 bis 5 Hz. Von diesem Minimum aus steigen die Kurven mit wachsender Modulationsfrequenz f_{mod} an, bis sie bei einem Wert von etwa $f_{mod} = 100$ Hz ein Maximum erreichen. Bei noch höheren Modulationsfrequenzen fallen sie dann wieder.

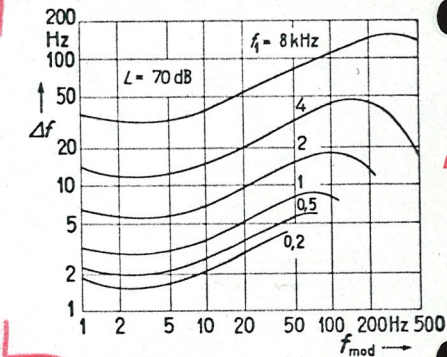


Bild 24,1 Kleinster wahrnehmbarer Frequenzhub Δf von Tönen verschiedener Frequenzen f_1 als Funktion der Modulationsfrequenz.

Bei den weiteren Darstellungen beschränken wir uns zunächst auf eine Modulationsfrequenz f_{mod} von 4 Hz, für die das Gehör gegen Frequenzänderungen am empfindlichsten ist. Hierfür liegt der eben wahrnehmbare Frequenzhub Δf , je nach Frequenz f_1 , zwischen 1,5 Hz und 50 Hz.

Bild 24,2 zeigt für diese günstigste Modulationsfrequenz den Verlauf des Grenzwertes des Frequenzhubes Δf in der Hörfläche. Aus diesem Bild kann man längs jeder Vertikalen den Einfluß des Schallpegels und längs jeder Horizontalen den Einfluß der Frequenz des modulierten Tones ablesen. Die Kurven der nächsten beiden Bilder sollen hierfür als Beispiele dienen.

Die Kurve in Bild 24,3 zeigt den Grenzwert des Frequenzhubes Δf in Abhängigkeit vom Schallpegel L für eine Frequenz $f_1 = 1$ kHz des Tones, der mit

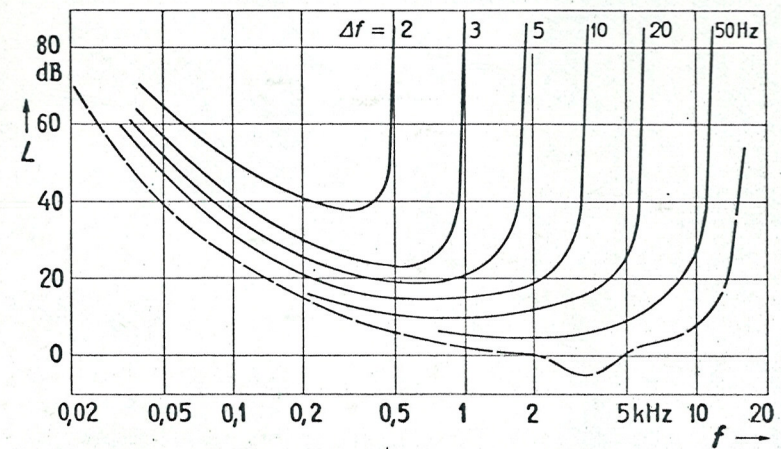


Bild 24,2 Grenzwerte des Frequenzhubes in der Hörfläche. Hörschwelle gestrichelt.

Dica
4/23

Dica
4/24

fremd =