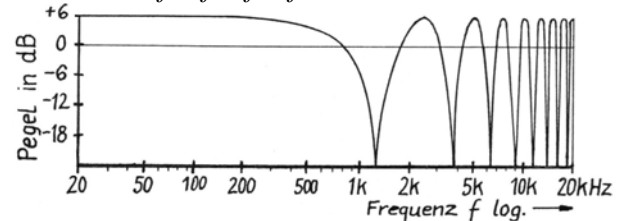
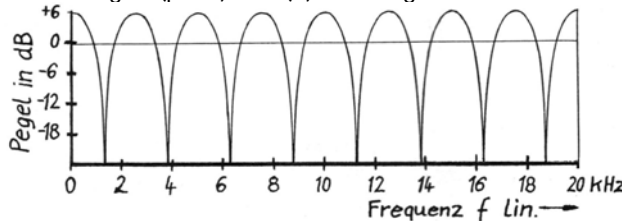




UdK Berlin
Sengpiel
08.2000
Kamm

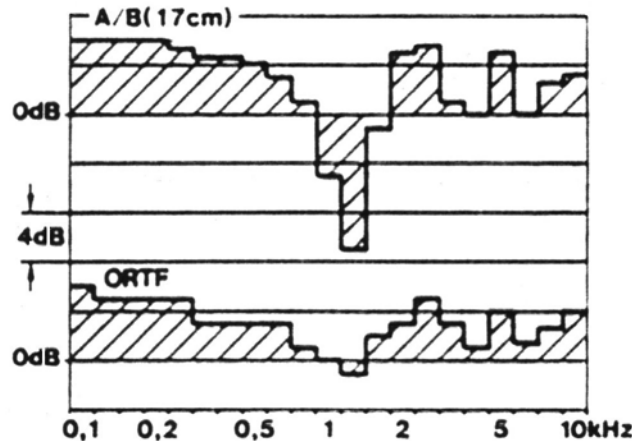
Kammfiltereffekt bei der Tonaufnahme

Ein kammfilterartiger Frequenzgang fällt durch eine Reihe tiefer Pegelabsenkungen optisch und hörmäßig auf. Bei linearer Frequenzskala ist ein gleichmäßiger Abstand der "Zähne" zu sehen, während bei der üblichen logarithmischen Y-Achse die Abstände der Einbrüche mit höherer Frequenz immer enger werden. Ein Kammfiltereffekt kann erzeugt werden, indem elektrische oder akustische laufzeit-verzögerte Signale mit dem Ursprungssignal gemischt werden. Frequenzen, deren Laufzeitverzögerung der halben Schwingungsperiode (180° , 540° , 900° usw.) dieser Frequenz $f = 1 / \Delta t$ entsprechen, werden wegen gegensätzlicher Polarität (Phasenlage) ausgelöscht, und zwar maximal bei $0,5f$; $1,5f$; $2,5f$; $3,5f$ usw. Nur wenn der Pegel beider Signale genau gleich groß ist, ergibt sich dort völlige Auslöschung – dabei sind die Pegelabsenkungen (notch) auf einer dB-Skala unendlich tief. Die Pegel-Anhebungen (peak) von (+) 6 dB ergeben sich zwischen zwei Kerben bei $1f$; $2f$; $3f$; $4f$ usw.



Beispiel: $\Delta t = 0,4 \text{ ms} \Rightarrow$ Wellenlänge $\lambda =$ Weglänge $d = 13,6 \text{ cm} \Rightarrow$ Frequenz $f = 2500 \text{ Hz}$ $\lambda = d = c/f$ $\Delta t = 1/f$
Man sieht bei der rechten Abbildung, dass die "Kerben" nicht gleich breit sind, aber die Bandbreite $B = f_2 - f_1$ stets konstant bleibt. Der genaue Gütefaktor Q der einzelnen Kerben des Kammfilters ist bei der ersten Auslöschung $Q = f/B = 1$, dann folgt 3, 5, dann 7 usw. – d. h. die dazugehörige Bandbreite in Oktaven ist etwa $1/3$, dann folgt, $1/2$, $1/3$, $1/6$ usw.

Die erste Auslöschung hat wohl die "einschneidendste" Wirkung, denn ihre Bandbreite in Hz ist genauso groß, wie die 1. Notchfrequenz. Die Lücken höherer Frequenz werden immer schmaler und sind somit weniger wahrnehmbar.



Kammfilterwirkung bei Schalleinfall aus $\theta = 60^\circ$

Aus: G. Theile, "Hauptmikrofon und Stützmikrofone – neue Gesichtspunkte für ein bewährtes Aufnahmeverfahren", Bericht zur 13. Tonmeistertagung 1984, S. 170 bis 184

An der unteren Abbildung erkennt man, dass bei Panpot-Einengung auf Mono die erste Kerbe des AB-Mikrofon-systems sehr deutlich und tief ist, während beim ORTF-Mikrofon-system durch die größeren Pegeldifferenzen diese weitaus schwächer ausfällt. Inwieweit das in der Aufnahme mehr oder weniger auffällig durch Klangfarbenänderungen hörbar ist, hängt von vielen Umständen ab – von der Signalzusammensetzung, dem Diffusfeldanteil und der Stelle im Frequenzbereich, wo der erste Frequenzeinbruch liegt. Auch sind sich bewegende Schallquellen durch wandernde Kammfilter deutlich stärker hörbar. Bisweilen wird ein Solist mit zwei Mikrofonen in 17,5 cm AB aufgenommen und aus Unwissenheit werden dann die Panpots fast automatisch auf halblinks und halbrechts eingestellt. Erkennen Sie selbst, wie falsch das ist und welchen Schaden man damit der Aufnahme zufügt.

Die akustischen Kammfiltereffekte, die durch Mikrofone aufgenommen werden, sind – wenn die Panpots voll auf L und R stehen – bei der Stereo-Lautsprecherwiedergabe selten klar wahrnehmbar. Das elektrische Einengen dieser Signale mit den Panpots als gewolltes Übersprechen lässt diesen unangenehmen Kammfiltereffekt erst deutlich hörbar werden. Bei einer Mikrophonbasis von über einem Meter sind die aufgenommenen Signale meistens weniger ähnlich und deshalb dürfen dann schon einmal die Panpots aus ihrer L- und R-Stellung bewegt werden.

Merke: Die "Luftigkeit" der Laufzeit-Stereofoniesignale soll nicht durch Panpot-Einengung zerstört werden und wir wollen auch nicht, dass uns die durch die Panpotstellungen erst hörbar gemachten Kammfiltereffekte den Klang der Aufnahme verderben.

Bei Aufnahmen in Polymikrofonierung hilft die bekannte [3:1 Faust-Regel](#), den Kammfiltereffekt zu verringern. Inwieweit ein Stereo-AB-Stützmikrofon-system z. B. bei den Holzbläsern eingeengt werden kann, muss je nach Zumischpegel selbst durch sorgfältiges Hören entschieden werden.

Merke: Große Pegeldifferenz und größere Mikrophonabstände voneinander mindern eine auffällige Hörwirkung des Kammfiltereffekts.

Bei Dickreiters Erklärung ist klar anzuzweifeln, dass große Mikrophonbasen zu Klangfarbenänderungen führen, wenn sie größer als der 17,5 cm Ohrabstand sind. Was hat eine Aufnahme für Lautsprecher mit dem Ohrabstand zu tun?

Frage:

Wo liegt mit der Mikrophonbasis $a = 17 \text{ cm}$ und dem Schalleinfallswinkel $\theta = 60^\circ$ bei parallelem Schalleinfall rechnerisch die Frequenz der 1. und 2. Notch-Kerbe? $c = 343 \text{ m/s}$

$f_{\text{notch1}} =$ Hz
 $f_{\text{peak1}} =$ Hz
 $f_{\text{notch2}} =$ Hz