

Einführung und Erklärung:

Neben der passiven Schallbekämpfung (z.B. durch Schallschutzwände) kann man den Schall auch aktiv bekämpfen. Eine Schallwelle besteht abwechselnd aus einem fortlaufendem Über- und Unterdruckgebiet. Überlagert man zwei Schallwellen gleicher Amplitude so, dass zwischen beiden ein Phasenunterschied von 180° herrscht (siehe Bild 1), so gibt es destruktive Interferenz – die Gesamtamplitude ist Null – es ist leise.

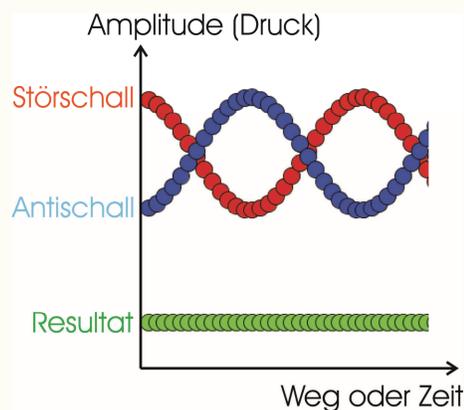


Bild 1

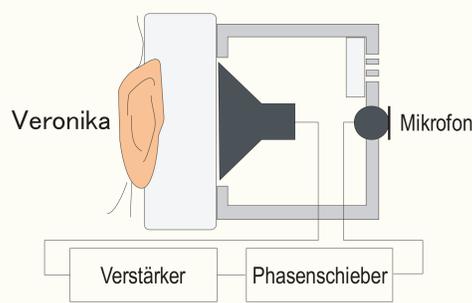


Bild 2 (Variante 2)

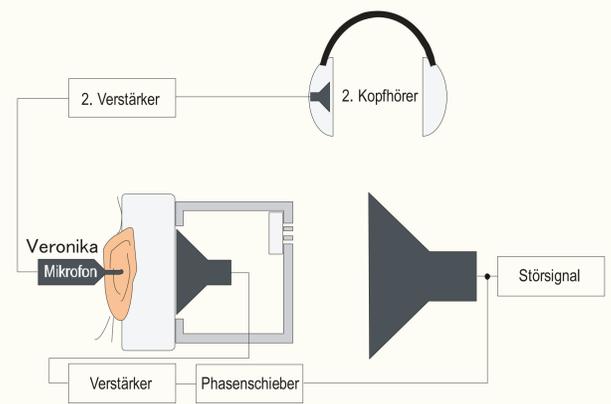


Bild 3 (Variante 1)

Z.B. gibt es sogenannte Noise-Cancelling-Kopfhörer, welche jeweils ein Mikrofon und einen Lautsprecher besitzen. In Bild 2 ist ein solcher zu sehen. Dort nimmt ein Mikrofon den störenden Schall auf. Dieses elektrische Signal wird phasenverschoben. Dabei muss auch der Laufzeitunterschied zwischen Mikrofon und Kopfhörerlautsprecher beachtet werden. Jener Lautsprecher gibt dann das erzeugte Signal aus und im Ohr kommt idealerweise nichts an.

In einer Masterarbeit wurde unter anderem eine Simulation mit GeoGebra zur Überlagerung von zwei Sinuswellen geschrieben sowie ein Versuch zum Kopfhörer aufgebaut. Dieser funktioniert am Besten mit Variante 1 (siehe Bild 3). Hierbei wird das elektrische Störsignal direkt an den Phasenschieber gegeben. Dieser ist mit analogen Bauelementen (drei Widerstände, ein Kondensator und ein Wechselschalter) realisiert worden. Ein Mikrofon nimmt nun noch im Ohr von „Veronika“ das Ergebnis auf. Dies kann man dann am Oszilloskop sehen (grüne Kurve) und mit einem zweiten Kopfhörer kann man dies dann außerdem hören.

1) Simulation am PC:

Die oberen Kurven (1. rot und 2. blau) werden zur grünen Kurve überlagert. **Bitte ändern Sie die Amplituden A , die Wellenlängen λ und die Phasen ϕ dieser Kurven mit der Maus!**

2) Experiment:

Bitte setzen Sie den rechten Kopfhörer auf!

Zu Variante 1 (entsprechend Bild 3):

Die rote Kurve ist das Störsignal. **Ändern Sie die blaue Antischallkurve, indem Sie sowohl am Drehpotentiometer die Phasenverschiebung ändern (ggf. mit Wechselschalter umpolen) als auch am ersten Verstärker die Amplitude. Ziel ist es, die Amplitude der grünen „Ohr“-Kurve nahe Null zu bringen** - dann sollte der Sinuston im Kopfhörer leiser werden. Es können Frequenzen von 200-600 Hz verwendet werden. Sie können auch die Laufzeit ändern, indem Sie den Lautsprecher verschieben – danach kann wieder mit dem genannten Verfahren Antischall hergestellt werden.

Zu Variante 2 (entsprechend Bild 2): Ein zweites Mikrofon wird in die Nähe des linken Kopfhörers gebracht und dessen Signal statt dem direkten Störsignal für die Antischallherstellung verwendet. Leider bekommt man die Amplitude dann nicht bei allen Frequenzen ganz auf Null.