

# KOPFHÖRER



Tonseminar - Sebastian Bräuning - Matrikelnummer 16182

## Kopfhörer

Kopfhörer finden sehr viele Anwendungsbereiche in der Studioteknik und im Konsumerbereich. Es gibt sie in verschiedensten Bauarten, Ausführungen und Bauformen für den mobilen Einsatz und den Betrieb an der heimischen Anlage.

### **Bauformen**

#### Geschlossene Kopfhörer

Bei dieser Bauart liegen die Ohrmuscheln sehr bündig und fest am Kopf an. Sie umschließen entweder das Ohr vollkommen (circumaural), oder sitzen auf dem Ohr auf (supra-aural), wie z.B. der HD 25 von Sennheiser. Durch weiches Material wie z.B. Leder soll ein Druckausgleich zwischen Umgebung und Kopfhörermuschel verhindert werden. Somit kommt es zu einer sehr guten Isolierung von Umweltgeräuschen und umgekehrt ist das Kopfhörersignal nach außen hin kaum hörbar. Ein gesteigerter Bassdruck ist hier zu verzeichnen, jedoch kommt es bei geschlossenen Kopfhörern bauartbedingt auch zu Verfälschungen des Audiosignals. Des Weiteren ist das längere Tragen eines geschlossenen Kopfhörers für viele Menschen unangenehm, da man einen geringen Druck verspürt und sich schnell ein Hitzestau unter der Kopfhörermuschel bilden kann.



Geschlossene Kopfhörer können bei (Gesangs-)Aufnahmen verwendet werden, um das Kopfhörersignal nicht über das Mikrofon aufzunehmen. Das Problem vieler Sänger, sich hierbei unnatürlich „innerlich“ zu hören, kann verhindert werden, indem eine Muschel leicht versetzt neben dem Ohr getragen wird.

Für den mobilen Einsatz bei Audioportis bieten sich kleinere Varianten, wie z.B. der von Sennheiser, an. Da die Umgebungsgeräusche um ca. 20 dB gedämpft werden, muss die Lautstärke für optimalen Musikgenuss nicht allzu hoch gefahren werden. Somit wird das geplagte (Musiker-) Ohr und der Akku geschont.

#### Halboffene und offene Kopfhörer

Bei dieser Bauart, wird ein weiches und perforiertes Material zur Dämmung gegen den Kopf verwendet. Somit hat man kein eingeschlossenes Luftvolumen, wie beim geschlossenen Kopfhörer und ein Druckausgleich ist möglich. Der geringere Bassdruck muss hier durch eine aufwändigere Membrangestaltung ausgeglichen werden. Ein sehr natürlicher, unverfälschter Klang ist hier möglich. Daher wird diese Bauart auch von vielen Musikern bevorzugt. Es besteht jedoch beim Aufnehmen das Problem des Übersprechens bei lauten Kopfhörermixen, da nach außen hin sehr viel Schall abgegeben wird. Mit diesem Problem macht man sich auch beim Musikhören in Bus und Bahn keine Freunde.



## In-Ear Headphones

In-Ear Headphones werden in den Gehörgang eingeführt und bieten eine sehr gute Schalldämmung nach außen hin. Das Prinzip bei guten In-Ear Produkten funktioniert wie bei Ohrstöpseln. Der Umgebungslärm wird stark reduziert, somit kann ein ausgeglichenes, differenziertes Audiosignal vernommen werden. Viele Musiker ziehen deshalb diese Art des Monitormixes bei Livekonzerten vor. Außerdem umgeht man bei dieser Art des Live-Monitorings lästige Feedbackprobleme mit den, auf der Bühne üblichen, Monitorboxen. Bei sehr guten (teuren) Produkten, lässt sich zudem stufenweise die Isolation der Ohrhörer nach außen hin regeln. So kann auch noch das Publikum und die Liveatmosphäre eingefangen werden. Ein weiterer Vorteil auch für unterwegs ist die Unauffälligkeit eines solchen Systems. Es besteht auch die Möglichkeit sich spezielle Ohrhörer anfertigen zu lassen. Hier wird ein Abdruck des Gehörgangs angefertigt und danach der individuelle In-Ear Hörer hergestellt.



## Wandlerprinzipien:

### Dynamisch

Das wohl am weitesten verbreitete Wandlerprinzip bei Kopfhörern arbeitet ähnlich, wie bei einem Lautsprecher. Strom (vom Amp) magnetisiert eine Schwingspule, die sich in einem ringförmigen Dauermagneten befindet. Die Membran ist mit der Spule verbunden und wird so angetrieben (Tauchspulensystem). Diese Technik ist sehr ausgereift, hat aber aufgrund der vielen bewegten mechanischen Teile eine relativ hohe Trägheit.

### Elektrostatisch

Hier besteht die Membran aus einer dünnen Polymerfolie (ca. 580V DC anliegend), die zwischen zwei Flächenelektroden aufgespannt ist (Audiosignal anliegend). Die gesamte Membran wird bei einer Signaländerung gleichmäßig in Schwingung versetzt und zwar so schnell, dass diese Schallerzeugung das Ursprungssignal fast völlig originalgetreu und frei von Verzerrungen und Fehlern umwandelt. Eine hohe Vorspannung ist dafür notwendig (spezieller Kopfhörerverstärker). Der Klang eines elektrostatichen Systems wird oft als sehr transparent und detailliert beschrieben.



## Piezoelektrisch

Setzt man ein Piezoelement unter Strom, werden die Kristalle des Elements in Bewegung versetzt. Dies macht man sich zu Nutze, indem man ein metallisiertes Element auf eine Membran klebt, ein Audiosignal anlegt und die Membran so in Schwingung versetzt.

Diese Art der Wiedergabe ist nicht besonders hochwertig, aber relativ günstig und wird oft bei Telefonhörern verwendet. Hierbei ist der Vorteil, dass kein messbares Magnetfeld entsteht und besonders empfindliche Menschen so nur noch ein piezoelektrisches Telefonsystem in die Hand nehmen.

## Signalübertragung:

### Kabelgebunden

Das Audiosignal wird durch ein Kabel an die Elektromagnete oder Elektroden geleitet.

Am Kopfhörer findet eine passive Wiedergabe des Signals statt.

Dies ist noch immer die sicherste und hochwertigste Art, dem Kopfhörer ein Signal zuzuführen.

### Analoge Funkkopfhörer

Hier wird das Signal analog per Funkwellen (in der Regel FM) übermittelt. Ein Dekoder übernimmt die Umwandlung in ein Audio-Signal. Da der Kopfhörer das Signal aktiv verstärkt, benötigen diese Kopfhörer eine Batterie.

Je nach Hersteller und Modell unterscheiden sich die Frequenzen, auf denen gesendet wird. Dadurch sind Funkkopfhörer/Sender untereinander meist nicht kompatibel.

### Digitale Funkkopfhörer

Das Signal wird digital (z.B. per Bluetooth) übertragen. Das empfangene Audiosignal wird dann vom eingebauten D/A-Wandler des Kopfhörers in ein analoges Tonsignal umgewandelt. Diese Technik ermöglicht eine absolut verlustfreie Übertragung bei digitalen Tonquellen.

Bei analogen Tonquellen ist zwar eine Wandlung mehr nötig, aber durch die generell höhere Tonqualität ist dies zu vernachlässigen. Im Vergleich zu analogen Funkkopfhörern sind digitale Modelle meist teurer, jedoch ist es die bessere Qualität des Signals wert.



### Infrarot-Kopfhörer

Das Signal wird (meistens) analog über per FM- Codierung, oder digital mit einem LED-Infrarotsender (selten) zum Kopfhörer übertragen. Im Kopfhörer ist ein IR-Empfänger und ein Verstärker integriert. Weil die Kopfhörer das Signal aktiv verstärken, benötigen diese eben-

falls eine Batterie. Zur korrekten Übertragung muss eine Sichtverbindung zwischen Sender und IR- Empfänger bestehen. Da dies oft nicht gewährleistet ist, kommt es hier häufig zu Übertragungsfehlern. Auch ist bei diesem Prinzip ein relativ hohes Grundrauschen zu verzeichnen.

## Spezielle Aufnahmen für Kopfhörerwiedergabe

### OSS Mikrofonierung

Bei diesem Aufbau nutzt man Laufzeit- und Trennkörperstereofonie: Zwei (Diffusfeld entzerrte) Druckempfänger werden mit einer Mikrofonbasis von 16,5 cm angeordnet. Genau dazwischen wird eine Scheibe (absorbierend) mit einem Durchmesser von 30 cm platziert. Dies soll eine Abschattung höherer Frequenzen durch den Kopf simulieren.

### Kunstkopfstereofonie

Hier werden zwei Druckempfänger in den Gehörgängen eines Kunstkopfes platziert und so ein menschliches Hören simuliert. Die HRTF (Head Related Transfer Funktion) wird direkt nachempfunden, somit ergibt sich daraus auch die ausschließliche Wiedergabe über Kopfhörer. Bei der Wiedergabe über Stereolautsprecher würde die HRTF ein zweites Mal durchlaufen werden und der Klang somit verfälscht. Außerdem hat man bei der Lautsprecherwiedergabe auch ein Übersprechen vom linken LS-Signal auf das rechte Ohr und umgekehrt. Dies führt ebenfalls zu Klangverfälschungen.

Somit ist eine naturgetreue Wiedergabe nur mit Kopfhörern möglich, hier wird man dann aber mit einem sehr schönen räumlichen Klang belohnt!

Der Kunstkopf wird häufig in der Messtechnik eingesetzt, aber auch bei Hörspielen, selten bei Musik.



### Mikrofon im Earplug

Die Mikrofone sind hier optisch einem normalen Ohrhörer sehr ähnlich, meist als Elektretmikrofon in Kugelcharakteristik ausgeführt. Sie werden im Ohr getragen und man nutzt den eigenen Kopf als Kunstkopfersatz. Es gibt Ausführungen ohne und mit (höhere Schallpegel möglich) Speisung, aber fast immer mit einem Miniklinkenstecker, um direkt auf MiniDisk oder andere Porties aufzunehmen.

Mit dieser Methode sind sehr unauffällige und auch bewegte Aufnahmen möglich.



## Wiedergabe

### Dolby Headphone

Hier wird eine Wandlung einer Mehrkanal-Tonquelle in ein Kunstkopf-Stereo-Signal mit Hilfe einer Software emuliert – entsprechend einer analogen Kunstkopfaufnahme eines 5.1 Surroundsignals in einem idealen Abhörraum.

Das 5.1 Signal wird also digital verzerrt, um ein Pseudokunstkopfsignal zu simulieren.

Oft ist dieses Feature in AV Receivern integriert, wobei man noch zwischen verschiedenen Räumen, Reverb- und Delayzeiten wählen kann.

### EMT Phönix 5.1

Dieses System ist für professionelle Multikanalwiedergabe entwickelt worden.

Binaurale Raumimpulsantworten eines idealen 5.1 Studios werden mit den fünf Kanälen eines Surroundsignals gefaltet. Hierbei werden auch Headtracking-Daten des Kopfhörers berücksichtigt, so wird eine korrekte Lokalisation der Studio LS auch bei Kopfbewegungen möglich. Dies ist sehr wichtig, da es dem Menschen leichter fällt, durch geringe Kopfbewegungen, die Richtung eines Audiosignals wahrzunehmen.

Das EMT Phönix 5.1 System wird vor allem bei akustisch ungünstigen Bedingungen eingesetzt, wie z.B. in Übertragungswagen und schlecht klingenden Abhörräumen.

Die Ergebnisse werden als sehr realistisch beschrieben und vor allem die Ortung der Signale gelingt erstaunlich gut.

## Aktive Geräuschunterdrückung

Spezielle Kopfhörermodelle verfügen über eine eingebaute, aktive Geräuschunterdrückung.

Hier sind außen am Kopfhörer (meist geschlossene Bauweise) kleine Mikrofone angebracht, die den Umgebungslärm aufnehmen. Ein kleines Elektronikmodul erzeugt davon das invertierte Signal, welches dem Audiosignal beigemischt wird. So bleibt das Originalsignal weitgehend unangetastet, während sich Umgebungslärm und sein, um 180 Grad gedrehtes Signal gegenseitig auslöschen. Dieses Prinzip funktioniert erstaunlich gut (jedoch nur im tieffrequenten Bereich). Die Qualität des Audiosignals wird jedoch auch etwas beeinträchtigt.

Des Weiteren ist die Wirksamkeit des Systems stark phasenabhängig, da der Störschall auf der Außenseite des Kopfhörers unterschiedlich auf die Mikrofone trifft. So funktioniert das Prinzip auch nur richtig gut, wenn ein gleichförmiges Umgebungsgeräusch, wie z.B. im Flugzeug oder im Auto, vorliegt.



## **Quellenverzeichnis**

[www.emt-studiotechnik.de](http://www.emt-studiotechnik.de)

[www.ake-acoustics.com](http://www.ake-acoustics.com)

[www.sennheiser.com](http://www.sennheiser.com)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.headphone.com](http://www.headphone.com)

Stereogoplay

Audio

production partner