

Auditive Lokalisation mithilfe des binauralen Hörens

Moritz Feuerpfeil

August 2018

Abstract

In dieser Arbeit wird darauf eingegangen, welche binaurale Mechanismen das auditive System nutzt um Töne in der Umwelt zu lokalisieren. Insbesondere spielt dabei die *Interaural Time Difference (ITD)* und die *Interaural Level Difference (ILD)* eine wichtige Rolle. Es wird geschlossen, dass binaurale Mechanismen nicht ausreichen um den Ursprung eines Tones eindeutig zu identifizieren.

1 Auditive Lokalisation

Wenn wir uns in der Umwelt zurechtfinden wollen, so benutzen wir hauptsächlich unseren Sehsinn, weil dieser uns eine einfache Möglichkeit darbietet Objekte zu erkennen und zu lokalisieren. Sind zwei Objekte an verschiedenen Positionen, so werden verschiedene Zellen der Retina stimuliert und wir können ohne Probleme ausmachen, wo sich diese befinden. Bei dem Ohr hingegen ist dies nicht so einfach. Die verschiedenen Frequenzen werden in der stimulierten Cochlea aufgeteilt und durch frequenzspezifische Zellen weitergeleitet. Das einzige Kriterium nach dem diese Zellen feuern ist also die Frequenz und nicht die Position des Reizes. Würde nun ein Reiz von gleicher Frequenz aus zwei verschiedenen Positionen kommen, so würde das eine gleiche Aktivität der Cochleazellen hervorrufen. Demnach muss das auditive System sogenannte *location cues* verarbeiten, um auf die Herkunftspositionen der Reize schließen zu können.

Es gibt zwei Arten von cues: die *monaural cues*, welche von nur einem Ohr genutzt werden können, und die *binaural cues*, welche zwei Ohren als Voraussetzung besitzen.

Um ein Geräusch zu lokalisieren benötigt man drei Parameter: den Azimut, die Distanz und die Höhe (siehe Abb. 1). Es wurden zwei binaural cues identifiziert, die dazu beitragen, den Azimut eines Geräusches zu bestimmen. Der erste cue ist die *Interaural Time Difference (ITD)*, also der zeitliche Unterschied zwischen dem Zeitpunkt an dem der Ton das linke Ohr erreicht und dem Zeitpunkt an dem er das rechte Ohr erreicht. Betrachtet man die beiden Geräuschquellen in Abb. 2, so kann man sehen, dass A beide Ohren gleichzeitig erreicht, die ITD also gleich null ist. Die Quelle des Reizes befindet sich also geradeaus vor einem. Bei B kommt das Geräusch von rechts, erreicht also zuerst das rechte Ohr und dann das linke. Der zweite cue ist die *Interaural*

Level Difference (ILD), also der Druckunterschied zwischen einem Geräusch, welches beiden Ohren erreicht. Der Grund für den Intensitätsunterschied des gleichen Geräuschs ist dem Kopf geschuldet, der eine Art akustischen Schatten bildet für das Ohr, welches dem Geräusch abgewendet ist. Dieses Phänomen tritt nur bei hochfrequenten Geräuschen auf, da der Kopf dort größer ist als die Distanz zwischen zwei Schallwellen (siehe Abb. 3a). Bei Abb. 3b sieht man, dass niederfrequente Töne keine ILD erzeugen. Wie stark diese ILD ausfallen kann ist in Abb. 4 erkennbar, wo die ILD als Funktion dargestellt ist in Abhängigkeit von der Frequenz und der Position des Tones. Dort kann man auch sehr gut sehen, wie der Unterschied in Geräuschintensität zwischen den verschiedenen Positionen immer geringer wird desto geringer die Frequenz wird.

Auch wenn die ILD und IDT sich frequenzmäßig gut ergänzen, geben sie nur Auskunft darüber, wo sich das Geräusch entlang der Azimut-Koordinate befindet. Mit den binaural cues alleine kann also keine genaue Lokalisation des Tones erfolgen.

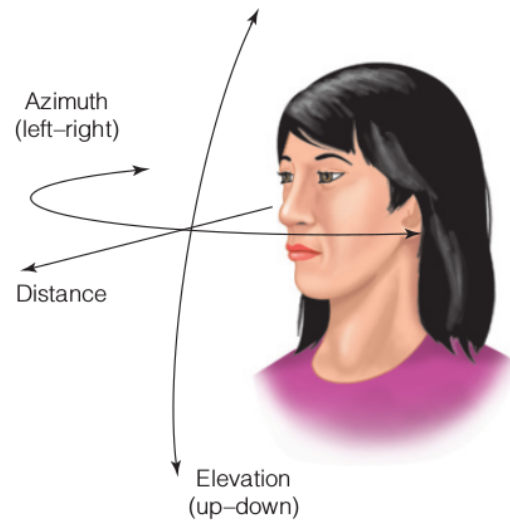


Figure 1: Hier dargestellt sind die drei Achsen mit denen man die Herkunft eines Tones eindeutig identifizieren kann. (Quelle: Goldstein 2013)

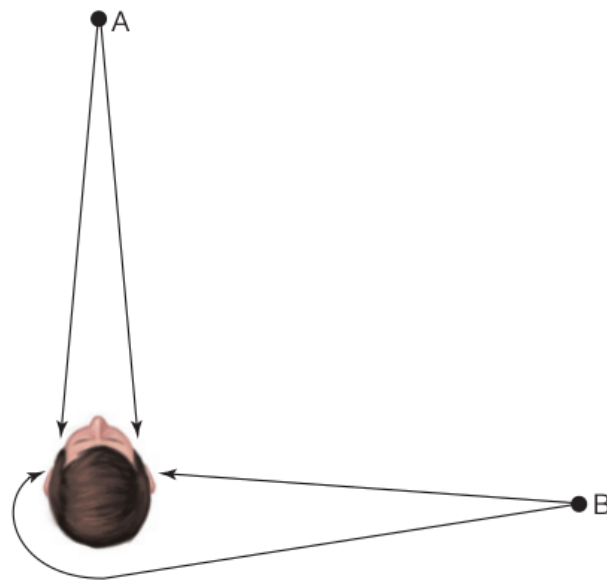


Figure 2: Dargestellt sind zwei Tonquellen, wobei die Schallwellen von A beide Ohren gleichzeitig erreichen, und bei B der Ton länger braucht um das linke Ohr zu erreichen, was eine ITD erzeugt. (Quelle: Goldstein 2013)

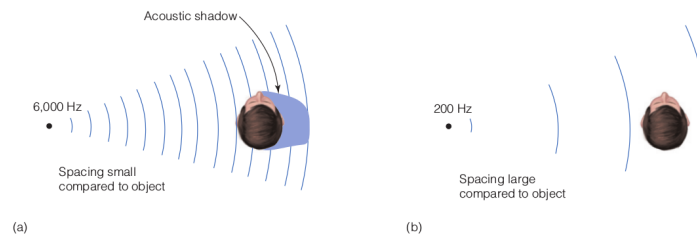


Figure 3: Der Kopf erzeugt bei (a) einen akustischen Schatten, da der Abstand zwischen zwei Schallwellen geringer ist als die breite des Kopfes. Bei (b) ist dies nicht der Fall und somit kann sich der niederfrequente Ton ungehindert ausbreiten. (Quelle: Goldstein 2013)

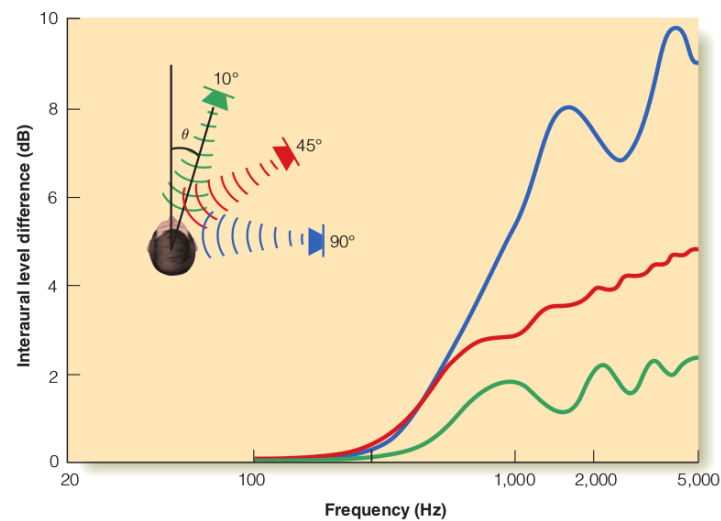


Figure 4: Es sind drei äquidistante Schallquellen dargestellt und deren ILD als Funktion über die Frequenz des Tones. Deutlich erkennbar ist, dass der Unterschied mit zunehmender Frequenz immer stärker wird. (Quelle: Goldstein 2013)