



UdK Berlin
Sengpiel
12.95
ÄquiSt

Bestimmen von Aufnahmebereich und Hörereignisrichtung für jedes beliebige Stereo-Mikrofonsystem

Wenn die Richtcharakteristik, der Achsenwinkel (der doppelte Versatzwinkel) und die Mikrofonbasis (Abstand der beiden Mikrofone von einander) bekannt sind, so kann die Interchannel-Pegeldifferenz und die Laufzeitdifferenz für jeden Schalleinfallswinkel (Schallquellenposition) berechnet werden – das sind die Unterschiede zwischen den beiden Lautsprecher-signalen im linken und rechten Kanal. Beim Berechnen der Pegeldifferenz wird von einer idealen frequenzunabhängigen Richtcharakteristik der Mikrofone ausgegangen. Bei der Laufzeitberechnung wird idealerweise paralleler Schalleinfall und keine Pegeldifferenz ($\Delta L = 0$ ms) zwischen beiden Mikrofonen vorausgesetzt. Für die Lokalisation aus der Richtung eines Lautsprechers wird als maximale Pegeldifferenz $\Delta L = 18$ dB und als maximale Laufzeitdifferenz $\Delta t = 1,5$ ms angenommen. Sowohl aus der errechneten Pegeldifferenz ΔL , als auch aus der errechneten Laufzeitdifferenz Δt ergibt sich je eine Hörereignisrichtung b_1 und b_2 . Hierbei sind die empirischen Lokalisationskurven bei Pegel- bzw. Laufzeitdifferenz in Abhängigkeit von der Hörereignisrichtung in Prozent oder die dazugehörige Tabelle von Sengpiel zu verwenden. Die Werte der beiden Hörereignisrichtungen in Prozent ergeben linear addiert die lokalisierbare Gesamt-Hörereignisrichtung $b = b_1 + b_2$.

Auch wenn ideale Zustände in der Wirklichkeit nur angenähert vorkommen, so stimmen doch die Berechnungsergebnisse recht gut mit Stereo-Hörtests von breitbandigen Sprach- und Musiksignalen im Regieraum überein. Hörtests mit schmalbandigen synthetischen Test-Signalen dagegen führen im reflexionsarmen Raum zu weit streuenden Ergebnissen, die nur für die Forschung von Interesse sind. Erst durch die Berechnung der Pegel- und Laufzeitdifferenzen ist eine vergleichende Voraussage der Hörereignisrichtungen bei den verschiedenen Stereo-Mikrofonanordnungen möglich. Dadurch hat der Tontechniker die Möglichkeit bei einem bestimmten gewählten Mikrofonabstand von der Musikgruppe und einer gewünschten Abbildungsbreite des Ensembles auf der Lautsprecherbasis sich ein passendes Stereo-Mikrofonsystem auszuwählen.

Soll bei der Stereowiedergabe der Ausdehnungsbereich des Orchesters (Klangkörperausdehnung) als volle Abbildungsbreite von Lautsprecher zu Lautsprecher lokalisiert werden, so muss sich der Aufnahmebereich des Mikrofonsystems mit dem Ausdehnungsbereich des abzubildenden Orchesters genau decken. Dazu muss man aber den Aufnahmebereich des angewendeten Mikrofonsystems kennen. Häufig ist der "unsichtbare" Aufnahmebereich eines Mikrofonsystems nicht bekannt. Mit obigen vereinfachenden Annahmen lässt sich für alle Aufnahmesysteme mit zwei Hauptmikrofonen der jeweilige Aufnahmebereich berechnen. **Nur wenn Sie das verstanden haben, können Sie tiefe Einblicke in die Stereo-Aufnahmetechnik erhalten.**

Der **Aufnahmebereich** $2 \cdot \theta_{\max}$ des Stereo-Mikrofonsystems ist der volle Winkelbereich, in dem alle darin befindlichen Schallquellen bei der Wiedergabe auf der gesamten Stereo-Lautsprecherbasis voll abgebildet werden. Die Grenze des Aufnahmebereichs entspricht bei der Lautsprecherwiedergabe genau der 100 %-Hörereignisrichtung. Dabei ist praktisch davon auszugehen, dass dazu höchstens eine Pegeldifferenz ΔL von 18 dB (16 dB bis 20 dB), bzw. eine Laufzeitdifferenz Δt von 1,5 ms (1 ms bis 2 ms) benötigt wird. Größere Werte führen alle zu einer Lokalisation aus der Richtung eines Lautsprechers.

Merke: Nur wenn Aufnahmebereich und Ausdehnungsbereich übereinstimmen, wird die volle Lautsprecherbasis ausgefüllt und werden die Schallquellen recht gleichmäßig über die Stereo-Lautsprecherbasis verteilt sein. (Sonderfall: reine Laufzeit-Stereofonie). Der Aufnahmebereich hat nur mit dem Mikrofonsystem zu tun und darf nicht mit dem Ausdehnungsbereich des Klangkörpers verwechselt werden.

Der **maximale Schalleinfallswinkel** θ_{\max} ist der Winkel des halben Aufnahmebereichs; er wird auch Aufnahme-winkel genannt, bei $\Delta L = 18$ dB (16 dB bis 20 dB) bzw. bei $\Delta t = 1,5$ ms (1 ms bis 2 ms).

Der **Achsenwinkel** α gibt an, um wieviel Grad die Hauptempfindlichkeitsachsen der Mikrofonsysteme insgesamt nach außen gewinkelt sind. Der halbe Achsenwinkel wird bisweilen auch Versatzwinkel genannt $\vartheta = \alpha / 2$.

Wie der Aufnahmebereich verändert werden kann:

Der **Aufnahmebereich des Mikrofonsystems** $2 \cdot \theta$ ist allein abhängig von der Mikrofonbasis, dem Achsenwinkel und der Richtcharakteristik – aber niemals vom Abstand des Mikrofonsystems oder der Aufstellungs-Breite des Klangkörpers.

1. Wird die **Mikrofonbasis** kleiner eingestellt, so wird dabei der Aufnahmebereich größer; Δt wird kleiner. Mikrofonbasis und Aufnahmebereich verlaufen entgegengesetzt.

2. Wird der **Achsenwinkel** kleiner eingestellt, so wird dabei der Aufnahmebereich größer; ΔL wird kleiner. Achsenwinkel und Aufnahmebereich verlaufen entgegengesetzt.

3. Wird die **Richtcharakteristik** der Mikrofone in Richtung Kugel gestellt, d. h. wird die Richtwirkung kleiner, so wird der Aufnahmebereich größer; ΔL wird kleiner. Richtwirkung und Aufnahmebereich verlaufen entgegengesetzt.

In den Umdrucken zu den Vorlesungen finden Sie die Berechnungsformeln von ΔL und Δt , sowie Kurven und Tabellen zur Zuordnung dieser Werte zur Hörereignisrichtung bei Stereo-Lautsprecherlokalisierung.

Wie der Ausdehnungsbereich verändert werden kann:

Der **Ausdehnungsbereich des Klangkörpers** $2 \cdot \theta'$ ist wirklich allein vom Abstand des Mikrofonsystems von der Schallquelle und der Breite des Klangkörpers abhängig – aber niemals von der Mikrofonbasis, dem Achsenwinkel oder der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems.

1. Wird der **Abstand** des Klangkörpers vom Mikrofonsystem vergrößert, so verkleinert sich der Ausdehnungsbereich.

2. Wird die **Aufstellungs-Breite** des Klangkörpers verkleinert, so verkleinert sich der Ausdehnungsbereich.