

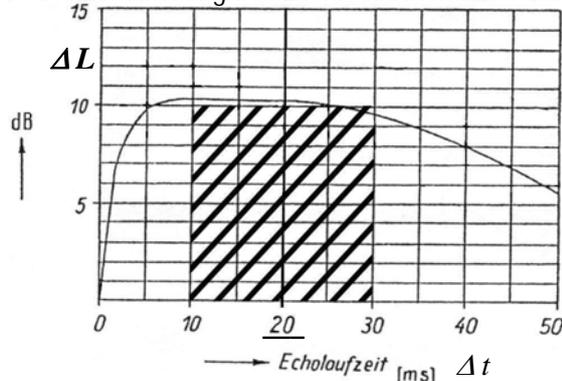


# Haas-Effekt und Präzedenz-Effekt (Gesetz der ersten Wellenfront)

Dieser Effekt ist bei der PA-Beschallung nutzbringend anzuwenden, aber nicht bei Stereoaufnahmen.

Der Name "Haaseffekt" geht auf die grundlegenden Untersuchungen von Helmut Haas aus dem Jahre 1951 zurück: "Über den Einfluss eines Einfach-Echos auf die Hörsamkeit von Sprache", Acustica 1, 1951, S. 49. Es ist die Bezeichnung für bestimmte Gesetzmäßigkeiten bei der Lokalisation von Hörereignissen bei Einwirkung eines Direktsignals (Primärsignal) und einer einzelnen (!) Reflexion (zeitverzögertes Sekundärsignal).

Er fand heraus, dass für Verzögerungszeiten zwischen 10 ms und 30 ms =  $20 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$  gilt, dass eindeutig der zuerst einfallende Schall für die Lokalisation des Schallsenders maßgeblich ist, und zwar völlig unabhängig davon, aus welcher Richtung der verzögerte Schall eintrifft. Man hört trotzdem nur **eine** Schallquelle. Bei Laufzeitdifferenzen  $\Delta t$  größer 40 ms wird langsam das Vorhandensein von getrennten Schallreflexionen bemerkt, doch lokalisiert man die Schallquelle nach wie vor aus der Richtung des zuerst einfallenden Schalls, wenn der Pegel der Reflexion = Pegel des Direktsignals ist.



Der schraffierte Bereich ist die recht nützliche **Verschmelzungszone** des Haas-Effekts entsprechend ca. 15 bis  $20 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$ .

**Abb.1: Echo-Unterdrückungseffekt:** Pegeldifferenz zwischen Reflexion und Direktschall in Abhängigkeit von der Verzögerungszeit nach Helmut Haas. Der schraffierte Bereich ist für die PA-Beschallung praktisch anwendbar.

Überschreitet die Laufzeitdifferenz eine kritische Zeitgrenze von  $\Delta t$ , die größer als 50 ms ist, so werden das Direktsignal und die Reflexion bzw. das verzögert abgestrahlte Signal bei gleichem Pegel als zeitlich und unter Umständen auch räumlich getrennte Signale empfunden. Man spricht dann von einem Echo.

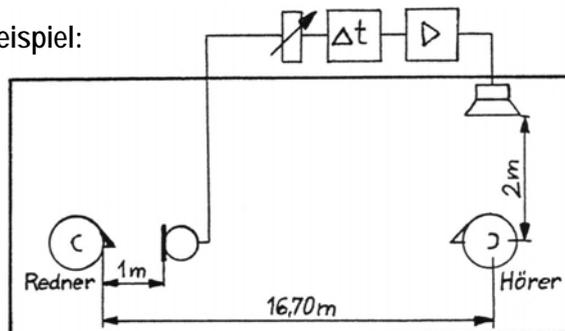
Wie die vorstehende Abbildung erkennen lässt, bleibt der beschriebene Lokalisationsvorgang auch dann erhalten, wenn der Schallpegel der Reflexion den des Direktsignals in gewissen Grenzen überschreitet: bei Verzögerungszeiten zwischen etwa **10 ms und 30 ms** kann beispielsweise der Pegel der Reflexion **maximal** bis zu **10 dB** über dem des Direktsignals liegen, ohne dass das lautere reflektierte Signal getrennt vom Direktsignal empfunden wird.

Diese Tatsachen sind zum Beispiel in der Raumakustik und insbesondere in der PA-Beschallungstechnik (Public Address) von großer Bedeutung. Um in großen Räumen eine ausreichende Schallversorgung auch weit entfernter Hörerplätze sicherzustellen, möchte man meistens nicht nur einen Großlautsprecher direkt neben dem Redner aufstellen, zum einen wegen der Gefahr der Rückkopplung, zum anderen erhält man dann zu große Schallpegel bei den näher gelegenen Hörerplätzen. Stattdessen verteilt man daher im ganzen Raum mehrere Lautsprecher. Würde man diese nun synchron abstrahlen lassen, so hätte der Hörer auf Grund der Gültigkeit des Gesetzes der 1. Wellenfront den Eindruck, die Schallquelle sei der nächstgelegene Lautsprecher und nicht der Redner. Daher ist für die weiter von der Originalschallquelle (z. B. Redner) gelegenen Lautsprecher eine Verzögerungszeit so einzustellen, dass der erwähnte Lautsprecher etwa **20 ms (die Haas-Effektzeit)** später abstrahlt als die erste Wellenfront (entweder vom Redner selbst oder von einem direkt im oder am Rednerpult installierten Lautsprecher) eintrifft. Wie die Kurve in Abb. 1 aussagt, darf dann sogar der verzögert abstrahlende Lautsprecher den Pegel des Direktschalls um bis zu 10 dB übertreffen und dennoch bleibt der Verschmelzungs-Eindruck erhalten, als sei nur eine Originalschallquelle vorhanden. Dieses ist der **Trading-Effekt**, wobei das Direktsignal "leise" und "früh" ist und das verzögerte Lautsprecher-Signal "laut" und "spät". Im Gegensatz dazu steht die Äquivalenz bei der Stereoaufnahme: "laut" und "früh" in einem Kanal gehört zu "leise" und "spät" im anderen Kanal.

**Abb.2: Beschallungs-Beispiel:**

Der Wegstrecke  $d$  von 1 Meter entspricht eine Laufzeit von  $\Delta t = 3 \text{ ms}$ .

$$\Delta t = d / c; \quad c = 343 \text{ m/s}$$



**Haas-Effekt:**

Wenn es richtig gemacht wird, kann der Schallpegel vom Lautsprecher bis zu 10 dB lauter am Ohr des Hörers eintreffen als der Direktschall, ohne dass der Lautsprecher getrennt und richtungsändernd wahrgenommen wird. Trading = später und lauter.

**Frage:** Wie groß muss beim Delay-Gerät das  $\Delta t$  eingestellt werden, damit der Lautsprecher nicht gehört wird?

Wenn man rechnet  $16,70 \text{ m} - 1 \text{ m} - 2 \text{ m} = 13,70 \text{ m}$  und dieses mal 3 nimmt und  $\Delta t = 41,1 \text{ ms}$  als Lösung herausbekommt, dann ist das unrichtig, denn der Haas-Effekt wurde nicht verstanden.

Schade, denn **richtig ist 61,1 ms**. Unbedingt muss zu dem akustischen Laufzeitwert noch der **Haas-Effekt-Wert** von **20 ms** addiert werden. Der Lautsprecherschall hat etwa **20 ms** später als die erste Wellenfront beim Hörer anzukommen. Siehe den schraffierten Bereich in Abb.1. Gerade dieser wirkliche Haas-Effekt wird leider häufig vergessen.