

dem hervor, daß Reflexionen, die den Hörer innerhalb von 30 ms nach dem Eintreffen des direkten Schalls erreichen, zur Lautstärke des wahrgenommenen Signales beitragen, und zwar auf dem Wege der Energieaddition. Diese Erscheinung hat in der Literatur die Bezeichnung Haas-Effekt erhalten. Die Reflexionen selbst werden nicht bewußt wahrgenommen. Bei Zeitdifferenzen von mehr als 30 bis 50 ms entsteht ein deutlich wahrnehmbares Echo. Der Wert dieser Zeitdifferenz richtet sich nach der relativen Intensität der Reflexion und nach den individuellen Eigenschaften der wahrnehmenden Person.

Funkha  
 1.29.1959

Neuer Hof  
 "Hofen"  
 De Ingenieer  
 1958

Da die von Haas ausgeführten Versuche noch zu wenige quantitative Daten erbracht hatten, wurden seine Messungen von Meyer und Schodder wiederholt und ausgedehnt. Hierbei wurden zwei Lautsprecher in stereofonischer Aufstellung angeordnet. Zwischen den Signalen, die man diesen Lautsprechern zuführte, wurden Zeit- und Intensitätsdifferenzen angebracht. Danach bat man die zuhörenden Versuchspersonen um Beurteilung der Schallqualität und um Angaben über die wahrgenommenen Effekte. Bei kleinen Zeitdifferenzen erzielt man stereofonische Effekte; die hierbei erreichten Ergebnisse lassen sich mit den in Abb. 23 gegebenen Daten vergleichen. Bei größeren Zeitdifferenzen treten ganz andere Effekte auf. In Abb. 31 wird eine allgemeine Übersicht dieser Messungen gegeben; bei bestimmten Kombinationen von Zeit- und Intensitätsunterschieden — diese sind in Abb. 31 durch die mit M bezeichnete Kurve dargestellt — hört die Versuchsperson den Schall in der Mitte zwischen den beiden Lautsprechern bzw. sie hört beide Lautsprecher gleich laut.

Dia  
 9/07

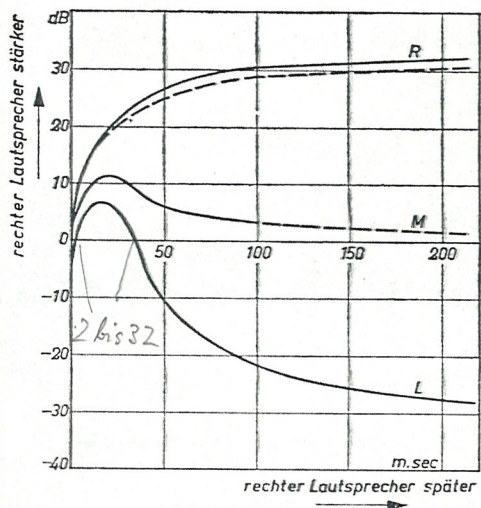


Abb. 31  
 Zusammenhang zwischen Intensitäts- und Zeitunterschieden, wenn nur der linke (L) oder nur der rechte (R) Lautsprecher gehört wird oder beide Lautsprecher gleich laut (M) wahrgenommen werden.

Wenn der Intensitätsunterschied einen bestimmten, vom Zeitunterschied abhängigen Wert überschreitet — diese Werte sind in Abb. 31 durch die mit L und R bezeichneten Kurven dargestellt — hört die Versuchsperson dagegen nur einen Lautsprecher. Es zeigt sich sogar, daß bei einem Zeitunterschied von ungefähr 10 ms die Intensität des verzögerten Schalls ungefähr 5 dB höher sein darf, ohne daß dieser verzögerte Schall bewußt wahrgenommen wird. Bei großen Zeitunterschieden kann ein störendes Echo auftreten, das sich verringern läßt, wenn zwischen dem direkten Schall und dem Echo noch eine zweite Reflexion eingeschoben wird. Die Hörbarkeit des Echos wird nun offensichtlich durch die Zeit- und Intensitätsdifferenz gegenüber der vorausgeschickten Reflexion bestimmt.

In einem Raum tritt eine sehr große Anzahl von Reflexionen auf. Jede für sich betrachtet haben diese Reflexionen meist gegenüber dem direkten Schall einen derartigen Intensitätsunterschied, daß sie überhaupt nicht bewußt wahrgenommen werden. Gemeinsam liefern sie jedoch den größten Teil der Schallenergie, die der Hörer wahrnimmt. Für den Hörer scheint diese Energie jedoch direkt aus der Schallquelle zu kommen. Diesen Effekt kann man mit dem sogenannten Gesetz der ersten Wellenfront beschreiben: der im Ohr zuerst ankommende Schall bestimmt die Richtung, aus welcher der Hörer allen Schall zu hören glaubt.

#### 4.2 Nachhall und Nachhallzeit

Es ist allgemein bekannt, daß die subjektive Wertung eines Hörers beim Anbieten hörbarer Signale in sehr starkem Maße von den Eigenschaften des Raumes, in dem dieser Schall erzeugt und wahrgenommen wird, abhängig ist. Musik klingt in dem einen Raum voller als im anderen, während Sprache dagegen meist im letzteren besser verstanden werden kann.

Dieser Unterschied richtet sich sehr stark nach dem Ausmaß und der Weise, in der die Reflexionen auftreten. Im allgemeinen ist die Anzahl von Reflexionen in einem Raum sehr groß. Abb. 32 zeigt ein Reflexionsbild, das in der Royal Festival Hall in London aufgenommen wurde. Es ist praktisch unmöglich, den Zusammenhang zwischen einem derartigen Reflexionsbild und der subjektiven Wertung eines Raumes zu bilden. Es gibt viele verschiedene Reflexionsbilder, die mit einer guten Raumakustik übereinstimmen; man kann daher nicht ein spezifisches Reflexionsbild präsentieren, das eine optimale Raumakustik charakterisiert. Aus diesem Grunde muß man sich auf statistische Verfahren beschränken und untersuchen, ob statistisch zu beschreibende Eigenschaften eines Raumes mit irgendeiner Art der subjektiven Wertung korreliert sind.