

Künstliche Räume

Teil 1

David Fallenbacher

Tonseminar

Sommersemester 2018

Übersicht

Nachhall

Hallräume

Analoge Hallgeräte

Nachhall

Von einer Schallquelle ausgesendete Schallwellen verteilen sich annähernd kugelförmig im Raum, was dazu führt dass die Wellen auf Hindernisse im Raum oder in der Umgebung treffen. Abhängig von der Materialbeschaffenheit der getroffenen Oberflächen werden die Schallwellen reflektiert, wobei generell unterschieden werden kann zwischen sehr dichtem und somit hartem Material, welches aufgrund von wenig Resonanzverhalten, also "mitschwingen", dementsprechend wenig der Schallenergie absorbieren kann – also sozusagen in Bewegungsenergie des Objektes umsetzen kann. Umso weicher das Material jedoch ist, umso mehr Schall "verschluckt" das Objekt beziehungsweise die Fläche. Doch auch die Oberflächenbeschaffenheit der getroffenen Partien wirkt sich auf die Reflektionscharakteristik aus. Desto glatter eine Oberfläche ist, umso weniger werden die Schallwellen an ihr gebrochen. Respektive umso ungleichmässiger die Oberfläche des Materials beschaffen ist, umso mehr wird der Schall gestreut – man spricht hierbei von Diffusion.

Begibt man sich nun in die Position des Empfängers, so wird schnell klar, dass nur der

Schall, welcher ihn direkt trifft, unreflektiert ist. Gleichzeitig ist das auch der Schall, der den kürzesten Weg zum Hörer hat. In Fachsprache wird dieser Teil des Gesamtschalls Dirketschall genannt.

Alle anderen Schallwellen, die den Hörer ausserdem erreichen, kommen also auf Umwegen zu ihm, werden dementsprechend einfach oder mehrfach reflektiert bevor sie ihr Ziel erreichen.

Bei den Reflektionen unterscheidet man nun zwischen "Early Reflections" – sogenannten Erstreflektionen oder frühen Reflektionen. Nach dem Direktschall sind sie die Reflektionen, die den Empfänger am schnellsten erreichen. Der zeitliche Unterschied zwischen Direkschall und frühen Reflektionen bestimmt massgeblich die Raumwahrnehmung des Hörers. Wir können anhand dieses zeitlichen Abstands die Größe des Raumes erkennen.

Die zeitliche Länge zwischen Direktschall und frühen Reflektionen, das sogenannte "Early Reflection Delay", im Folgenden mit ERD abgekürzt, kann in drei Phasen unterteilt werden:

1.) "ERD 0,8 ms – 20 ms (0,3 m – 7m Schallumweg)

Bei Orchestermusik verstärken die ER's in diesem Bereich den Direktschall, ohne einen Raumeindruck zu geben. Bei Recordings wird diese Zeitspanne der ER's möglichst gemieden, da durch Phasenüberlagerung bzw. -auslöschung ungewollte Klangfärbungen (Phasing) auftreten können. Ist die Musik wenig rhythmisch bzw. impulshaft, kann dieser Bereich auch bis ca. 30 ms definiert werden.

2.) ERD von 20 ms – 50/80 ms (entsprechen 7 m – 17 m Schallumweg)

In diesem Bereich der ERD wird maßgeblich die Raumgröße beschrieben. Es sind aber in diesem Bereich noch keine Einzelechos wahrnehmbar. Alle Reflexionen bis 80 ms dienen der Deutlichkeit und Klarheit der Musik, alle späteren verringern diese.

Unterschiede macht man hier wiederum bei Sprachdarbietungen und impulshafter Musik. Hier wird die Grenze bei etwa 50 ms festgelegt. Um diese Werte berechenbar zu machen, wurde das Klarheitsmaß (ausgehend von 80 ms) sowie das Deutlichkeitsmaß (50 ms) eingeführt, die die Schallenergie, welche nach 50 / 80 ms eintrifft, zur Gesamtschallenergie in ein Verhältniss setzt. Es ergeben sich dB Werte, die bei Konzerthäusern über 0 dB liegen sollten.

3.) ERD ab 80 ms

Ab 50- 80 ms sind die Reflexionen als Einzelechos wahrnehmbar. Konzerträume und Studios sollten solche langen ERD-Zeiten vermeiden. In Hallgeräten kann man selbstverständlich solch große ERDs wählen.

Natürlich ist der Raumeindruck extrem abhängig von der Lautstärke der Schallquelle. So gibt es für einige Konzerthäuser Diagramme, ab wieviel dB überhaupt Räumlichkeit entsteht und es werden des Weiteren „Räumlichkeitsstufen“ festgelegt. Als Beispiel ist in der Hamburger Musikhalle bis 76 dB keine Räumlichkeit wahrnehmbar.

Einen interessanten Effekt, den man durchaus mit Hallgeräten bzw. EQ's vor Hallgeräten simulieren konnte, ist die unterschiedliche Wirkung von ER's in Bezug auf die in ihnen enthaltenen Frequenzanteile. Sind in den ER's nur tiefe und mittlere Frequenzen vorhanden, erzeugen sie den Eindruck von mehr räumlicher Tiefe (vorn, hinten). Man spricht von einem „einhüllenden“ Klang. Sind auch hohe Frequenzanteile (also ca. ab 3 kHz) enthalten, wird der Klang räumlich breiter." (Quelle Nr. 1)

Des Weiteren ist zu berücksichtigen dass die Dauer des Nachhalls davon abhängt, wie stark die Energie des Schalls abnimmt. Um sich durch das Medium, im Normalfall Luft, fortbewegen zu können benötigt die Schallwelle Energie, welche mit fortschreiten der Welle verbraucht wird und in Fortbewegung bzw. Wärme (durch Reibung am Medium) umgesetzt wird.

Hallräume

Heutzutage ist künstliche Hallerzeugung in den meisten Fällen in quasi jeder Musikproduktion zu finden und somit in jedem Tonstudio entweder noch als Hardwaregerät anzutreffen oder mittlerweile meist als Software in Form von Plugins in Digitale Audio Workstations integriert. Doch woher kommt dieser Bedarf an künstlicher Verhallung von Musikaufnahmen?

Mit Aufkommen des "Close-Micing-Verfahren", bei welchem – wie der Name bereits verrät – das Mikrofon möglichst nah zur Schallquelle positioniert wird, wurde auch die künstliche Hallerzeugung relevant, da aufgrund der nahen Mikrofonierung beinahe jede Rauminformation zugunsten der besseren Aufnahmequalität verloren geht. Da Recordings ohne Rauminformation für den Hörer jedoch unnatürlich klingen, musste man sich der Herausforderung stellen, den Aufnahmen in der Nachbearbeitung nachträglich Rauminformation hinzuzufügen.

Die ursprünglichste Methode hierfür stellen Hallräume dar. Diese sind eigens für diesen Zweck konstruierte Räume, welche einen bestimmten Hallcharakter erzeugen. Hierzu wird das zu verhallende Audiomaterial nach der Aufnahme über Lautsprecher im Hallraum ausgegeben. Das Raumsignal wird dann über ebenfalls im Raum in einiger Entfernung platzierte Mikrofone wieder aufgenommen und kann nur nach Belieben dem trockenen Signal beigemischt werden.

"Der Hallraum sollte mindestens 500 Kubikmeter Rauminhalt haben, muss gegen Störschall von außen sehr gut gedämpft sein und sollte keine parallelen Wände aufweisen, da ansonsten Flatterechos entstehen könnten. Wenn dazu auch noch für verschiedene Hallcharakteristika die Raumgröße variabel gefertigt wurde und das Studio außerdem verschiedene Oberflächenmaterialien zur Verfügung haben wollte, wurden

die Baukosten für solche Räume oft immens. Ergebnis waren aber extrem realistische Halle, da die Qualität nur noch von den verwendeten Lautsprechern, Mikrofonen und Bandmaschinen eingeschränkt werden konnte." (Quelle Nr. 2)

Analoge Hallgeräte

Um mit weniger Aufwand, als ihn Hallräume mit sich bringen, künstlichen Raumklang zu erzeugen wurde nach Möglichkeiten gesucht die Aufgabe mit Technischer Herangehensweise zu lösen. Die erste elektro-mechanische Lösung stellt der Federhall oder englisch "Spring-Reverb" dar:

"Eine oder mehrere metallische Schraubenfedern werden in einem Rahmen locker eingespannt. Die Art der Einspannung ermöglicht sowohl Längs-, Quer- und Drehschwingungen der Feder. Nahe der Aufhängungen sind jeweils elektromechanische Wandler angebracht (Magnet und stromdurchflossene Spule). Die Magnete sind mit der Feder verbunden, die Spulen sind fest am Rahmen angebracht. Der Geberspule wird über einen Verstärker ein Strom eingespeist. Der Verstärker wird von dem elektrischen Signal gesteuert, welches mit künstlichem Nachhall beaufschlagt werden soll. Auf einer Seite der Aufhängung wird der Magnet durch den Strom in der Geberspule in Schwingungen versetzt. Die Schwingung pflanzt sich auf der Feder fort und kommt mit einer kleinen Verzögerung am anderen Ende der Feder an. Dort nimmt die zweite Wandlerspule (Nehmerspule) die Schwingung auf und wandelt sie wieder in ein elektrisches Signal um, das über einen zweiten Verstärker ausgekoppelt wird.

Die Schwingung wird auch reflektiert und wandert einige Zeit auf der Feder hin und her, nachdem die Eingangsschwingung abgeklungen ist. Es entsteht ein Nachhalleffekt. Praktisch lassen sich Verzögerungen von einigen 10 ms und Nachhallzeiten von einigen

Sekunden erreichen. In der Praxis entstehen dabei aber nur einige sich überlagernde und dadurch metallisch klingende Einzelreflexionen, da das Signal an den Federenden mehrmals reflektiert wird und die Feder entsprechend einige Male durchläuft. Um hallähnlichere Klänge hervorzubringen, ist eine wesentliche Steigerung der Reflexionshäufigkeit erforderlich, so dass mehr Diffusität entsteht. Dazu werden der Feder ganz bewusst mechanische Schäden in Form von Ätzstellen und eingedellten Windungen beigebracht. Diese verursachen deutliche Störungen in der Wellenausbreitung. Es entstehen die gewünschten zusätzlichen Reflexionen."

(Quelle Nr. 3)

Das zweite wesentliche analoge Hallgerät ist die Hallplatte oder englisch "Plate-Reverb": "Eine Hallplatte besteht aus einer frei schwingend aufgehängten Stahlplatte, die durch einen elektromechanischen Wandler zu Schwingungen angeregt wird. Die Schwingungen breiten sich als Welle auf der Platte aus und werden an den Rändern mehrfach reflektiert. Mit Hilfe von einem oder mehreren Mikrofonen werden die Schwingungen in elektrische Signale zurückgewandelt.

Die Hallplatte kam in der frühen Tonstudioteknik zum Einsatz. Nicht nur durch den höhenbetonten Nachhall, sondern auch durch das Fehlen der Erstreflexionen entsteht ein eher unnatürlicher Eindruck einer Raumsimulation. Weitere Nachteile der Hallplatte sind ihre großen Abmessungen (mindestens 1 × 2 Meter), ihr hohes Gewicht, die Erschütterungs- und Schallempfindlichkeit und ihr hoher Preis.

Zur Variation des Nachhalleffektes kann die Verzögerungszeit und die Abklingzeit des Nachhalls verändert werden. Einerseits kann der Ort des Mikrofons zur Auskopplung des Nachhalls auf der Platte verändert werden - je näher das Mikrofon an den Wandler rückt, umso kürzer die Verzögerungszeit. Andererseits kann die Schwingungsfähigkeit der Platte durch mechanische Dämpfer verändert werden. So wird die Abklingzeit verkürzt.

Eine Weiterentwicklung der Hallplatte arbeitet mit einer dünnen Goldfolie, der konstruktive Aufbau unterscheidet sich nicht von dem mit der Stahlplatte, ist jedoch kleiner und leichter. Dadurch wurde erstmals der mobile Einsatz eines künstlichen Halles mit entsprechender Qualität in zum Beispiel Übertragungswagen möglich."

(Quelle Nr. 4)

Quellen:

- 1) Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 155.
- 2) Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 55.
- 3) <https://de.wikipedia.org/wiki/Hallgerät>, Absatz Elektromechanische Hallgeräte – Federhall. Stand 31.07.2018
- 4) [https://de.wikipedia.org/wiki/Hallplatte_\(Akustik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Hallplatte_(Akustik)) Stand 31.07.2018