

Diplomarbeit

# Die Entstehung von Hall und seine künstliche Reproduktion

Verfasser: Christian Kühne ( [www.tontempel.de](http://www.tontempel.de)  )

## Inhaltsverzeichnis

<b>1) Einleitung</b>	4
<b>2) Grundlagen der Akustik</b>	5
2.1 Was ist Schall?	5
2.2 Der Schalldruckpegel	5
2.3 Schallschnelle	5
2.4 Schallleistung	6
2.5 Frequenz, Periodendauer und Wellenlänge	6
2.6 Schallgeschwindigkeit	7
2.7 Welche Parameter beeinflussen die Halligkeit eines Raumes?	7
2.7.1 Schallreflexion	8
2.7.2 Schallbeugung	9
2.7.3 Absorption	9
2.8 Aufbau des Schallfeldes	11
2.8.1 Direktschall und Hallradius	11
2.8.2 Early Reflections (ER)	12
2.8.3 Nachhall	14
2.8.4 Frequenzabhängigkeit des Nachhalls	15
<b>3) Die Geschichte der Hallgeräte</b>	
3.1 Warum und wann braucht man Hallgeräte?	16
3.2 Entwicklung der Hallgeräte	17
<b>4) Analoge Hallgeräte</b>	
4.1 Grundlagen- Schaltungen	18
4.2 Federhall	20
4.3 Plattenhall und Folienhall	22

## **5) Digitale Hallgeräte**

5.1 Grundlagen	24
5.2 Hardware Hallgeräte (19 Zoll Geräte)	24
5.3 Software Hallgeräte / Plug Ins	27
5.4 Hallparameter und Raumsimulationen	30
5.4.1 Raumsimulationen	30
5.4.2 Hallparameter	31
5.5 Faltungshall -der gesamplete Raum	32
5.6 Tiefenstaffelung	35
5.7 Moderne Hallanwendung	38
5.8 Beurteilung der Qualität eines Halls	40

## **6) Praxis**

6.1 Soundbeispiel DVD	41
6.2 Aufnahme der Impulsantwort im Gewandhaus Leipzig	41

## **7) Fazit**

## **8) Formelanhang**

## **9) Quellen**

## **10) Eidesstattliche Erklärung**

## **1) Einleitung**

Hallgeräte sind heute fester Bestandteil jedes Tonstudios und dürfen auch in keinem Livebeschallungsrack fehlen. Aber wozu braucht man eigentlich künstlichen Hall in nahezu jeder Musikproduktion?

Tatsache ist, dass das menschliche Gehirn sehr genau Hallinformationen auswerten kann. So kann man problemlos auch mit verbundenen Augen sagen, ob man sich gerade in einem Bad oder in einem Wohnzimmer aufhält. Verantwortlich dafür sind hauptsächlich die Größe, die Oberflächenbeschaffenheit, das Material und die Form des Raumes. Einen natürlichen Raum ohne Hall gibt es nicht. Da die meisten U-Musik-Produktionen heute mit dem sogenannten „Close Micing“ Verfahren aufgenommen werden, was bedeutet, dass die Mikrofone relativ nah an dem jeweiligen Instrument platziert werden, ist die aufgenommene Rauminformation sehr gering. Die Vorteile dieses Verfahrens überwiegen aber, denn erstens kann man dadurch die einzelnen Instrumente besser voneinander differenzieren (d.h. später mit EQs, Effekten o.ä. versehen), zweitens sind die akustischen Bedingungen in den Aufnahmeräumen häufig nicht optimal. Standard für U-Musikproduktionen sind relativ kleine (also ca. 20-40 qm) und gedämpfte Räume, die keine großen Nachhallzeiten produzieren.

Würde man nun ohne zusätzlichen künstlichen Hall die Aufnahmen veröffentlichen, würde unser Gehirn sofort registrieren, dass die Aufnahme „unrealistisch“ klingt. Denn wann hat man sein Ohr schon mal gleichzeitig nur wenige Zentimeter von Stimme, Gitarrenverstärker, Bassverstärker und Drums etc. entfernt. Im Allgemeinen hört man eine Band oder ein Orchester meist aus einigen Metern Entfernung. Genau dieser Raumeindruck und die damit verbundene Tiefenstaffelung (dazu später mehr) sind Gründe für die Benutzung von Hallgeräten.

Neben der möglichst authentischen Simulation realer Räume können moderne Hallgeräte auch unnatürliche Räume simulieren.

Bevor die historische Entwicklung von Hallgeräten dargestellt werden soll, muss man zunächst einige Grundlagen der Akustik verstehen, um später Hallgeräte- bzw. Plug In- Parameter richtig anwenden zu können. Desweiteren werden mechanische sowie digitale Hallgeräte vorgestellt. Abschliessend wird die Aufnahme einer Impulsantwort, sowie die beigelegten Soundbeispiele auf der DVD beschrieben.

## 2) Grundlagen der Akustik

Im Folgenden soll auf die natürliche Entstehung des Halls sowie auf die Grundlagen der Raumakustik eingegangen werden. Da die Akustik ein sehr weites Feld ist, welches im Detail diese Diplomarbeit sprengen würde, soll hier nur auf die Fakten Bezug genommen werden, die zur Erklärung der Hallgeräteparameter und zur Auffrischung des betreffenden physikalischen Grundwissens beitragen. Für Details werden die im Anhang genannten Buchquellen empfohlen.

### 2.1 Was ist Schall?

Schall wird definiert als „geringfügige Druckschwankungen, die dem stationären Luftdruck der uns umgebenden Luft überlagert sind und sich wellenförmig ausbreiten.“<sup>1</sup> Diese Druckschwankungen bezeichnet man als „Schallwechseldruck“ oder kürzer als „Schalldruck“. Anhand von Messungen am Menschen konnte man einen Bezugswert festlegen, der den minimalsten Schalldruck beschreibt, den durchschnittlich ein Mensch im empfindlichsten Hörbereich wahrnehmen kann.

Dieser Wert wird mit  $p_0=2 \cdot 10^{-5}$  Pascal (DIN 45630) angegeben.<sup>2</sup>

### 2.2 Der Schalldruckpegel

Basierend auf diesem Bezugswert ist der Schalldruckpegel oder auch Schallpegel das 20-fach logarithmierte Verhältnis zu dem Wert  $p_0$  mit der Maßeinheit Dezibel (dB) (DIN 5493).<sup>3</sup>

Je nach Frequenz ist der maximale Schalldruck bei etwa 120 – 130 dB erreicht, man spricht dann von der „Schmerzgrenze“.

Für Messungen z.B. an Arbeitsplätzen oder bei Livebeschallungen wurden bezugnehmend auf die Hörkurve des Menschen „bewertete Schallpegel“ mit entsprechenden Bewertungskurven (genannt A,B oder C Filter) eingeführt (DIN EN 60651).<sup>4</sup>

### 2.3 Schallschnelle

Verantwortlich für die Ausbreitung der Druckschwankungen sind die einzelnen Luftteilchen, die um ihre Ruhelage schwingen und dabei die Nachbarteilchen in Richtung ihrer Bewegung anstoßen.

---

1 Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 13.

2 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 9.

3 Vgl. ebd.

4 Vgl. ebd.

Diese Geschwindigkeit des Anstoßes bezeichnet man als „Schallschnelle“. Schalldruck und Schallschnelle beschreiben zusammen das „Schallfeld“. Im Fernfeld einer Schallquelle sind Schalldruck und Schallschnelle gleichphasig und einander direkt proportional.

Im Nahfeld einer Quelle hat man allerdings bei Mikrofonaufnahmen den Fall, dass Schnelle und Druck sich zueinander nicht proportional verhalten und damit in ihrer Phase verschoben sind. Dies macht sich im sogenannten „Nahbesprechungseffekt“ bemerkbar.<sup>5</sup>

## 2.4 Schalleistung

Während sich die bisherige Betrachtung des Schallfeldes auf einen Schallempfänger im Raum bezieht, ist es ebenfalls notwendig, die Schallquelle unabhängig von räumlichen Gegebenheiten zu charakterisieren. Dies erfolgt über die Messung der „Schalleistung“ einer Quelle. Die physikalische Einheit hierfür ist das Watt. Während es eine normale Unterhaltung auf maximal  $10^{-5}$  Watt Schalleistung bringt, kann ein Orchester mit etwa 75 Musikern eine Leistung bis zu 70 Watt erzeugen.

Natürlich wird auch die Leistung in einem logarithmischen System angegeben. Man spricht dann vom „Schalleistungspegel“ in dB, dessen Bezugswert auf  $10^{-12}$  Watt festgelegt wurde (DIN 1320).<sup>6</sup>

## 2.5 Frequenz, Periodendauer und Wellenlänge

Die Frequenz ist die Anzahl der Druckschwankungen bzw. Schwingungen in einer Sekunde (Einheit Hertz). Als eine dieser Schwingungen beschreibt man einen beliebigen Anfangspunkt bis zu dem Zeitpunkt, wo die Schwingung den exakt selben Wert wieder erreicht hat. Die Zeit, die ein Durchlauf einer Schwingung benötigt, bezeichnet man als Periodendauer (in Sekunden), die Länge dieser Einzelschwingung wird als Wellenlänge (in Meter) bezeichnet.<sup>7</sup>

Der Hörbereich des Menschen liegt ca. zwischen 20 Hz und 20000 Hz (also 20 kHz). Dieser Wert ist abhängig vom Alter und eventuellen Hörschäden des Menschen. Die Wellenlänge einer 20 Hz Schwingung beträgt immerhin 17 m und die einer 20 kHz Schwingung 1,7 cm.

---

5 Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 14.

6 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 11.

7 Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 15.

## 2.6 Schallgeschwindigkeit

Maßgeblich verantwortlich für die Entstehung von Hall in einem Raum ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in der Luft. Obwohl diese Geschwindigkeit auch vom Kohlendioxydgehalt und dem herrschenden Luftdruck abhängig ist, können diese Werte für den Bereich Akustik und Musik vernachlässigt werden. Einen weit größeren Einfluss auf die Schallgeschwindigkeit hat die Temperatur. Bei 20 Grad Celsius beträgt die Schallgeschwindigkeit 343,8 m/s (also für die Autofahrer ca. 1238 km/h), pro Grad Celsius Temperaturanstieg werden es allerdings 0,6 m/s mehr (und umgekehrt).<sup>8</sup>

Zum Glück ist Luft ein sogenanntes „nicht dispersives“ Medium, das heißt, dass sich alle Frequenzen mit gleicher Geschwindigkeit ausbreiten. Ansonsten wäre eine Aufführung eines Orchesters mit „akkordischer“ Musik kaum ein Genuss, wenn z.B. die tiefen Frequenzen eines Kontrabasses später den Zuhörer erreichen würden als z.B. die hohen einer Violine. Trotzdem ergibt sich durch die relativ „langsame“ Schallgeschwindigkeit (z.B. im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit mit 300000 km/s) das Phänomen, dass in 34 m Entfernung zur Schallquelle (also Orchester, PA-Anlage) eine Verzögerung von etwa 1/10 Sekunde entsteht. Dies würde beispielsweise bei einem Stück mit 152 BPM etwa der Dauer einer Sechzehntelnote entsprechen.<sup>9</sup>

## 2.7 Welche Parameter beeinflussen die Halligkeit eines Raumes?

Nachdem nun die Grundlagen für die Eigenschaften des Schalls besprochen wurden, ist noch festzuhalten, dass das freie Schallfeld in der Natur nahezu nie existiert. Höchstens auf einer schneebedeckten Fläche im Freien oder in sogenannten „schalltoten Räumen“ treten diese Idealzustände annähernd auf. In allen anderen Räumen wird der Schallimpuls von Raumbegrenzungsflächen (also Wänden, Decken etc.) „in Abhängigkeit vom Material und der geometrischen Form der Gegenstände reflektiert, absorbiert oder gebeugt; dabei kann der Schall auch zerstreut oder gebündelt werden.“<sup>10</sup>

Wichtig ist, dass diese drei Effekte des Schalls immer abhängig von der Wellenlänge oder anders gesagt, frequenzabhängig sind.

---

8 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 3.

9 Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 15.

10 Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 25.

### 2.7.1 Schallreflexion

Damit eine Schallwelle reflektiert wird, muss der Reflektor einen etwa fünf Mal so großen Durchmesser haben wie die Schallwelle. Ist dies der Fall, gelten die Reflexionsgesetze der Optik. Im einfachsten Fall bedeutet das, dass bei einer Reflexion an einer ebenen Fläche Einfallswinkel gleich reflektiertem Winkel ist. Dieser einfache Effekt wird häufig bei der raumakustischen Gestaltung in Tonstudios oder Konzerthäusern bedacht. Hier wird auf parallele Wände und rechteckige bzw. quadratische Formen des Raumes größtenteils verzichtet, da dadurch leicht sogenannte „stehende Wellen“ auftreten. Ist der Wandabstand gleich der halben Wellenlänge oder einem ganzzahligen Vielfachen davon, ist dieser meist unerwünschte Effekt zu beobachten. Eine bestimmte Frequenz (+ Obertöne) wird dadurch entweder ausgelöscht oder verdoppelt.<sup>11</sup> Für einen Abhörraum in einem Tonstudio kann dieser häufig in kleineren Räumen auftretende Effekt fatale Folgen haben, denn trotz guter Abhörmonitore ist an lineares Abhören kaum möglich.

Ist der Schall sehr impulshaltig, wie etwa bei perkussiven Instrumenten, können zudem „Flatterechos“ entstehen. Diese machen sich in großen Räumen durch die rasche Abfolge an kurzen Echos bemerkbar, in kleinen Räumen entsteht eine Art Nachhall in einer bestimmten Tonhöhe. Klatscht man beispielsweise in einem Badezimmer kräftig in die Hände, kann man diesen „singenden Ausklang“ häufig wahrnehmen.

Besondere Merkmale der Schallreflexion entstehen auch an gekrümmten, also etwa halbrunden, Flächen. Im Folgenden soll auf die vier verschiedenen Fälle eingegangen werden.

Fall1: Ist der Abstand von Schallquelle zu reflektierender Fläche größer als der halbe Krümmungsradius der Fläche, aber trotzdem kleiner als der Gesamtkrümmungsradius, so sammelt sich der Schall außerhalb des Kreisradius.

Fall2: Ist der Abstand von Schallquelle zu reflektierender Fläche gleich dem Krümmungsradius, verlaufen die Wellen nach der Reflexion parallel.

Fall3: Ist der Abstand von Schallquelle zu reflektierender Fläche kleiner als der halbe Krümmungsradius, so streben die Wellen danach auseinander (Streuung).

Fall4: Ist der Abstand von Schallquelle zu reflektierender Fläche größer als der Krümmungsradius, so wird der Schall noch stärker gestreut als in Fall 3.<sup>12</sup>

Insgesamt kann man festhalten, dass die streuende Wirkung die Diffusität erhöht und deshalb meist gewünscht ist. Der sammelnde Effekt hat oft zur Folge, dass gewisse Frequenzen oder Instrumentengruppen eines komplexen Klangkörpers hervorgehoben werden. Dies ist seltener

---

11 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 12.

12 Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 144.



erwünscht. Aufgrund der Frequenzabhängigkeit gilt: je größer die Reflektorfläche, umso tiefer die reflektierten Frequenzen. Weiteren Einfluss haben aber auch der Abstand zur Schallquelle und zum Hörer sowie die Steilheit der eintreffenden Welle zum Reflektor.

### 2.7.2 Schallbeugung

Treffen die eben genannten Bedingungen für die Reflexion von Schallwellen nicht zu, ist also der Reflektor etwa so groß wie die Wellenlänge des Schalls, so wird der Schall um das Hindernis gebeugt. Es ist also hinter dem Hindernis keine Klangveränderung zu bemerken. Da die Wellenlängen unseres Hörbereichs aber etwa von 2 cm bis 2 m erreichen, kommt häufig der Effekt vor, dass hohe (also kurzwellige) Frequenzanteile z.B. von einer Säule reflektiert werden, tieferfrequente Anteile aber weiterhin hörbar sind.<sup>13</sup> Der Klang hinter der Säule ist dann „dumpf“, man spricht von einem sogenannten „Schallschatten“ (in diesem Fall hoher Frequenzen).

### 2.7.3 Absorption

Zum Glück gibt es in der Natur keinen Stoff, der wirklich zu 100 Prozent den Schall reflektiert. Das Ergebnis wäre nämlich ein absolutes Klangchaos, da die einmal entstandene Schallwelle unendlich lange nachschwingen würde, wenn man vom Luftwiderstand absieht. Praktisch wird also immer Schall „absorbiert“.

Die Grundlage der Absorption ist die Schallbrechung, die auftritt, wenn die Welle von einem Medium, also meist Luft, in ein anderes übergeht. In diesem Medium ändert der Schall seine Richtung und Geschwindigkeit, es wird ihm also Energie entzogen. Verschiedene Materialien haben von Natur aus ein unterschiedliches Vermögen, den Schall zu absorbieren. Dargestellt wird dieses Vermögen mit dem sogenannten „Absorptionsgrad“  $\alpha$ . Dieser kann Werte zwischen 0 (keine Absorption) und 1 (totale Absorption) annehmen und ist wiederum frequenzabhängig. So hat beispielsweise Teppich bei 125 Hz einen Absorptionsgrad von 0,02, welcher mit steigender Frequenz kontinuierlich steigt, sodass der Wert bei 4 kHz bei  $\alpha = 0,60$  liegt.<sup>14</sup>

Um in einem Konzertraum oder Tonstudio zu gewährleisten, dass das gesamte Frequenzspektrum gleichmäßig ausklingt und keine Frequenzen ausgelöscht bzw. verstärkt werden, ist es oft notwendig, dem Bauwerk mit Absorbern zu einem befriedigenden Klang zu verhelfen. Man unterscheidet zwischen Höhen-, Mitten- und Tiefenabsorbern, da es keinen Absorber für den

---

<sup>13</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 15.

<sup>14</sup> Vgl. Hall, Donald E./ Goebel, Johannes: Musikalische Akustik. Ein Handbuch, Mainz 1997, S. 332.

gesamten Frequenzbereich gibt.

### *Höhenabsorber*

Diese Absorber bestehen meist aus porösen Stoffen wie Schaum- oder Faserstoffen. Sie wirken aber nur, wenn die Schallschnelle gerade ein Maximum erreicht hat. Da bei der Reflexion an einer Wand die Schnelle ein Minimum hat, müssen diese Stoffe mit einem bestimmten Abstand vor der Wand angebracht werden. Als einfachster Höhenabsorber ist sicherlich ein schwerer Vorhang, z.B. Molton, zu sehen, der in Falten aufgehängt werden sollte. Dabei gilt die Faustformel, dass er die Frequenzen absorbiert, die kürzer als der vierfache Wand-Vorhang-Abstand sind. Dadurch können auch mittlere Frequenzen bedämpft werden. Damit erübrigen sich auch die berühmten „Eierpappen“ in so manchem Proberaum oder Hobbystudio. Direkt an die Wand geklebt, erreicht man wohl nur sehr wenig, außerdem trägt man das Risiko einer erhöhten Brandgefahr.<sup>15</sup>

### *Mittenabsorber*

Mittenabsorber oder auch Helmholtz Resonatoren, funktionieren durch Resonanz des Absorptionsmaterials in einem bestimmten Frequenzbereich. Im Prinzip handelt es sich um gelochte oder geschlitzte Platten vor einem Hohlraum, der häufig mit Faserstoffen versehen ist. Diese Frequenzen bringen die Platten zum Resonieren. Dadurch wird die Luftbewegung verstärkt und schließlich entsteht dadurch mehr Reibung, die der Schwingung Energie entzieht. Diese Absorber arbeiten wie auch die Tiefenabsorber relativ schmalbandig, können aber durch Variation der Größe bzw. des Volumens einem Frequenzbereich angepasst werden. Durch entsprechende Dimensionierung können sie auch als Tiefenabsorber funktionieren.<sup>16</sup>

### *Tiefenabsorber*

Tiefenabsorber werden auch als „Plattenschwinger“ oder „Mitschwinger“ bezeichnet. Wie die Namen bereits vermuten lassen, handelt es sich hierbei meist um Sperrholzplatten, die möglichst luftdicht auf einem Holzrahmen vor einer Wand befestigt sind. Der Hohlraum zwischen Platte und Wand wird meist mit Faserstoffen gefüllt. Treffen nun die energiereichen tiefen Frequenzen auf die Platten, fangen diese an zu schwingen. Durch eine elastische Aufhängung wird dem Schall Energie entzogen. Grundsätzlich gilt, je mehr Gewicht die Platte pro Quadratmeter hat und je weiter sie von der Wand entfernt ist, umso tiefer ist die Resonanzfrequenz.<sup>17</sup>

---

15 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 19ff.

16 Vgl. ebd.

17 Vgl. ebd.

## 2.8 Aufbau des Schallfeldes

Nachdem nun geklärt ist, wie sich Schallwellen in einem Raum verteilen, ist nun nur noch zu erforschen, welche Konsequenzen dadurch für den Hörer bzw. Schallempfänger entstehen. Man unterscheidet grob drei zeitliche Phasen nach dem Abschalten einer Schallquelle. Die erste Phase ist der Direktschall, der ohne Umwege (Reflexionen) den Schallempfänger erreicht. Kurze Zeit später erreichen die ersten Reflexionen (Early Reflections; ER) von Wänden, Decken etc. den Empfänger.

Im Prinzip sind das kurze Echos des Originalsignals, die aber erst ab bestimmten Zeiten als solche wahrgenommen werden. Danach reflektiert der Schall im Raum immer wieder, sodass beim Empfänger viele verschiedene Reflexionen gleichzeitig ankommen, die nur noch als diffuse Hallfahne wahrgenommen werden. Die Zeit zwischen Direktschall und Beginn der diffusen Hallfahne wird als „Pre Delay“ bezeichnet. In den meisten Hallgeräten kann man zumindest diese Parameter (Early Reflections; Reverb Time; Pre Delay) bestimmen und verändern. Deshalb noch einige detaillierte Ausführungen zu den jeweiligen Phasen.

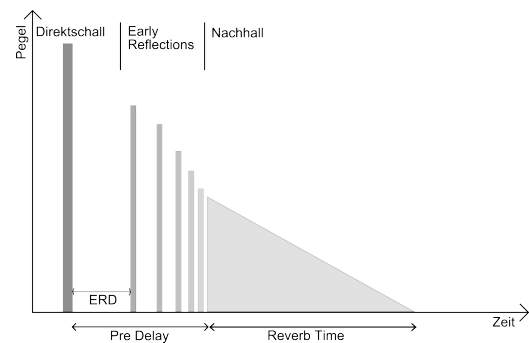


Abbildung 1: zeitlicher Aufbau des Schallfeldes

### 2.8.1 Direktschall und Hallradius

Der Anteil von direktem Schall ist maßgeblich für die Durchsichtigkeit und Hörsamkeit der Schallquelle verantwortlich. Zwar können ausgeprägte Erstreflexionen ebenfalls dazu beitragen, aber neben dieser Eigenschaft kommt noch hinzu, dass Direktschall für den Klangeindruck der räumlichen Aufstellung der Spieler verantwortlich ist. Dabei gilt, dass die Schalldruckpegel der Reflexionen bis zu 10 dB über dem Direktschallpegel liegen können, ohne dass die Ortung gestört wird (Haas-Effekt). Nicht zuletzt erzeugen die Direktschallanteile beim Hörer eine Empfindung der „Nähe“ zur Klangquelle.<sup>18</sup>

In der Nähe einer Schallquelle dominiert der Direktschall. Außerdem gilt, dass sich pro Entfernungsverdoppelung der Schallpegel um 6 dB verringert. Allerdings ist der Schallpegel des diffusen Schallfeldes im gesamten Raum annähernd gleich. Somit muss es einen Punkt geben, an

<sup>18</sup> Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 155.

dem direkten und diffusen Schallfeld den gleichen Schalldruckpegel haben. Diese Grenze wird „Hallabstand“ (früher „Hallradius“) genannt. Dieser Wert ist besonders für die Aufstellung von Mikrofonen interessant. Bei kugelförmigen Schallquellen kann diese Grenze bei der Aufnahme mit ungerichteten Mikrofonen exakt bestimmt werden (siehe Formelanhang).

In der Praxis trifft man jedoch viel häufiger auf gerichtete Quellen, wie Instrumente, Mund und Lautsprecher. Für diesen Fall muss in die Berechnung noch der Bündelungsgrad eingerechnet werden, außerdem ist die Gerichtetheit frequenzabhängig. Das heißt praktisch, dass der Hallradius größer wird, je höher die Frequenz ist. Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dass sich der Hallradius bei Benutzung von gerichteten Mikrofonen ebenfalls verändert.

### 2.8.2 Early Reflections (ER)

Die Wirkungen, die die Erstreflexionen erzeugen, sind abhängig von der Verzögerungszeit zum Direktschall, von ihrer Intensität, von der eintreffenden Richtung, von ihrem Frequenzanteil sowie von der Art der Musik. Letzteres wird natürlich eher subjektiv gewertet.

Je impulshaltiger die Musik, desto sensibler reagiert das Gehör auf Early Reflections. Grundsätzlich erhöhen alle Reflexionen die Lautstärke des Direktschalls. Early Reflections bestimmen maßgebend den Raumeindruck und die Größe des Raumes. Man spricht hierbei auch häufig von der „Intimität“, die bestimmt wird durch die Zeit zwischen Direktschall und ER (auch Early Reflections Delay -ERD genannt). Je größer diese Zeit ist, umso größer ist der Raumeindruck und umso geringer ist meist die „Intimität“.<sup>19</sup>

Zur Erklärung der genaueren Wirkungsweise bietet es sich an, drei Zeitabschnitte festzulegen, in denen die ER's unterschiedliche Wirkungen hervorrufen:

#### *1. ERD von 0,8 – 20 ms (entsprechen 0,3-7m Schallweg)*

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.

---

<sup>19</sup> Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 155.

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

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. (siehe Formelanhang)

Entscheidend für die Raumaussage der ER's ist aber ausserdem die Richtung der eintreffenden Reflexionen. Kommen die Reflexionen aus der Meridianebene (senkrecht) in diesem Zeitbereich, haben sie keine Rauminformationen, sondern nur verstärkende Wirkung. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde das „Raumeindrucksmaß“ eingeführt, welches von einem 40 Grad Kegel in „Blickrichtung“ ausgeht. Räumlichkeitsfördernd sind demnach alle Reflexionen ab 80 ms und alle Reflexionen von 25-80 ms, die außerhalb dieses Kegels eintreffen. Nichträumlichkeitsfördernd sind dann alle Reflexionen bis 25 ms und die Reflexionen von 25-80 ms, welche im Kegel liegen.<sup>20</sup> Allerdings sind solche „Einfallswinkel“ für ER's in wohl keinem Hallgerät einstellbar.

## 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. Im Abschnitt „Tiefenstaffelung“ wird darauf noch eingegangen.

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.<sup>21</sup>

Einen interessanten Effekt, den man durchaus mit Hallgeräten bzw. EQ's vor Hallgeräten simulieren könnte, 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.<sup>22</sup>

---

20 Vgl. Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004, S. 155.

21 Vgl. ebd.

22 Vgl. ebd., S. 157.

### 2.8.3 Nachhall

Unter dem Nachhall versteht man die „Abnahme des Schallfeldes nach Abschalten der Schallquelle.“<sup>23</sup> Der Nachhall verteilt sich im Idealfall gleichmäßig im Raum und hat keine Richtungsinformation. Dies gilt vor allem bei größeren Räumen mit entsprechend langen Nachhallzeiten. Der Schalldruckpegel nimmt in diesem Fall linear, die Schallenergie exponentiell ab. Die häufig in Hallgeräten einstellbare Dichte (also Energiedichte) des Nachhalls hängt von dem Absorptionsvermögen und der Schallleistung ab, was zur Folge hat, dass sie proportional zur Nachhallzeit steigt, aber mit größer werdendem Raumvolumen sinkt.

Um in verschiedenen Räumen den Nachhall zu messen bzw. zu errechnen, führte erstmals der Akustiker Sabine (1868-1919) Anfang des 20. Jahrhunderts eine Definition der Nachhallzeit ein. Danach ist die Nachhallzeit die „Zeit, in der der Schallpegel um 60 dB (ein Millionstel) von seinem Ausgangspegel abnimmt.“<sup>24</sup> In verschiedener Fachliteratur wird dieser Wert auch als RT60 bezeichnet. Die Formel zur Berechnung findet sich im Formelanhang.

Prinzipiell gilt aber: Je größer der Raum und je geringer die Absorption ist, desto länger ist die Nachhallzeit. Wichtig zu wissen ist zudem, dass das Volumen eines Raumes stärker zunimmt als dessen Gesamtoberfläche. Somit haben bei gleichem Baumaterial größere Räume längere Nachhallzeiten als kleine. Nach DIN-Norm 52216 werden Nachhallzeiten im Übrigen zwischen 125 Hz und 4 kHz in Terzbändern bestimmt.<sup>25</sup>

Da im Bereich musikalischer Aufführungen der Beginn des Abklingvorgangs eine besondere Rolle spielt, z.B. in kurzen Pausen im Stück, wurde die sogenannte „Anfangsnachhallzeit“ besonders definiert. Es gilt nämlich, dass der „Nachhall eines Einzeltones- oder Wortes nicht mehr wahrgenommen wird, sobald der Pegel um mehr als 10 oder 15 dB unter den Pegel der unmittelbar darauf folgenden Töne / Worte abgesunken ist.“ Daher findet man häufig die Bezeichnung „IRT- Initial Reverberation Time“ ( Bereich 0 bis -15 dB) oder „EDC- Early Decay Time“ (Bereich 0 bis -10 dB) in der Fachliteratur.

Die reine errechnete oder gemessene Nachhallzeit eines Raumes gibt aber nur begrenzt Auskunft über den tatsächlich subjektiv empfundenen Nachhall in einem Raum. Bestimmend für die Empfindung sind der Schallpegel der Schallquelle, die spektrale Zusammensetzung und der herrschende Störgeräuschpegel. Aus diesem Grund wird die sogenannte „Nachhalldauer“ in der Akustik als die Zeit definiert, in der der Nachhall hörbar ist. Diese Punkte zeigen, dass später bei den Angaben der Nachhallzeiten in Hallgeräten nicht nur nach den Werten ein künstlicher Hall

---

23 Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 30.

24 Hall, Donald E./ Goebel, Johannes: Musikalische Akustik. Ein Handbuch, Mainz 1997, S. 325.

25 Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 32.

eingestellt werden sollte, sondern das Ohr die letzte Instanz bei der Beurteilung der Parameter ist. Trotzdem gibt es gerade in der Bauakustik Richtwerte, welche Nachhallzeiten verschiedene Räume mit verschiedenen Funktionen haben sollten. Denn eine einzige optimale Nachhallzeit für jeden Zweck gibt es nicht. Für Sprecherstudios gelten extrem kurze Nachhallzeiten um 0,3 s, da dadurch die Sprachverständlichkeit extrem hoch ist. Auch Opernhäuser haben den Anspruch, das Gesungene möglichst deutlich wiederzugeben, deshalb sind hier kürzere Nachhallzeiten gefragt als beispielsweise bei Konzerthäusern. Während bei Opernhäusern 1,5 s den Richtwert darstellen, sind es bei Konzerthäusern etwa 2 s. Da wie im Folgenden beschrieben der Nachhall frequenzabhängig ist, beziehen sich diese Einzelwerte auf 500 Hz oder 1 kHz. In diesem Zusammenhang darf aber nicht vergessen werden, dass Nachhallzeiten extrem geschmacksabhängig sind und für verschiedene Musikepochen andere Hallzeiten als günstig empfunden werden. Als Beispiel sind hier getragene Werke aus der „Romantik“ anzuführen, die in Tests mit Besuchern und Dirigenten wesentlich längere Nachhallzeiten vertragen als Musik der Moderne mit mehr rhythmischen Anteilen.<sup>26</sup>

In der „U-Musik“ wechseln Trends häufig. Nach der Einführung digitaler Hallgeräte Anfang der 80er Jahre nutzte man häufig große Räume mit entsprechend langen Nachhallzeiten, während in den aktuellen Produktionen eher „klein, aber fein“ die Devise zu sein scheint.

#### 2.8.4 Frequenzabhängigkeit des Nachhalls

In jedem natürlichen Raum ist der Nachhall frequenzabhängig. Einzig digitale Hallgeräte oder Plug Ins sind in der Lage frequenzunabhängigen Nachhall zu produzieren. In der Natur ist somit der Nachhall immer klanglich verfärbt, auch wenn bei der Konstruktion moderner Studio- bzw. Konzerträume versucht wird relativ frequenzunabhängigen Nachhall zu produzieren. Allgemein kann man aber sagen, dass vor allem durch Luftabsorption immer hohe Frequenzen bedämpft werden. In der Praxis mit Hallgeräten macht sich dieser Umstand zum Beispiel bei der räumlichen Anordnung durch Hall (Tiefenstaffelung) bei hochfrequenten Percussionsinstrumenten bemerkbar. Will man zum Beispiel einen Shaker sehr tief im Raum platzieren, den man zuvor mit dem schon erwähnten Close-Micing Verfahren aufgenommen hat, wird dieser, ganz gleich mit wieviel Hallanteil er beschickt wird, immer weit „vorn“ erscheinen, da die natürliche Wahrnehmung niemals hochfrequente Anteile weit entfernter Instrumente zulassen würde. Abhilfe könnte hier eine Equalizereinstellung mit entsprechender Beschneidung der Höhen schaffen.

---

<sup>26</sup> Vgl. Hall, Donald E./ Goebel, Johannes: Musikalische Akustik. Ein Handbuch, Mainz 1997, S. 328.

### **3) Die Geschichte der Hallgeräte**

#### 3.1 Warum und wann braucht man Hallgeräte?

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, entsteht die Notwendigkeit der nachträglichen Verhallung von Audiomaterial aufgrund moderner Aufnahmeverfahren. Aber auch im Bereich klassischer Musik, in der meist über ein Stereomikrofonpaar sowohl das Orchester sowie zwangsläufig auch der Konzertraum aufgenommen werden, kann man häufig nicht auf künstliche Verhallung verzichten. Das Problem stellen hier nicht die Stereomikrofone, sondern die Stützmikrofone nahe der Instrumente bzw. Instrumentengruppen dar. Diese dienen beispielsweise der Korrektur im Stereobild unterbelichteter Instrumente oder der Anhebung der Instrumente bei solistischen Passagen. Logischerweise nehmen diese Mikrofone viel weniger Raumklang auf. In der Mischung ist es später daher oft notwendig auf Hallgeräte zurückzugreifen, um ein ausgewogenes Klangbild zu erreichen.

Neben der möglichst naturgetreuen Reproduktion kann man Hallgeräte natürlich auch dazu „missbrauchen“, vollkommen irrealer Räume zu kreieren. Ein noch recht harmloser Eingriff dieser Art ist die unnatürliche Formung des Nachhalls. Eigentlich müsste, wie im vorherigen Kapitel erwähnt, der Nachhall höhenarm sein. In Digitalhallgeräten und Plug Ins kann man diese Dämpfung natürlich nach Lust und Laune verbiegen. Somit wird es möglich, zum Beispiel extrem höhenreichen Nachhall zu konstruieren, was häufig bei Popproduktionen den „Glanz“ auf viele Stimmen bringt.

Eine zweite Möglichkeit wäre das abrupte Abschneiden der Hallfahne. Dieser Effekt wird mit einem nachgeschalteten Gate realisiert, welches den Hall nach Unterschreiten eines einstellbaren Pegels radikal wegschneidet. Diesen Effekt nutzte wohl als erster Phil Collins (meist auf der Snare z.B. in dem Stück „In the air tonight“). Darauf gestossen sollen seine Tontechniker dadurch sein, dass man Anfang der 80er Jahre häufig Gates hinter die neuen Digitalhalle hing, da längere Nachhallfahnen aufgrund der fehlenden Rechenpower der Hallgeräte häufig unangenehme Ausklänge fabrizierten. Nun hat es wahrscheinlich einer der Techniker mit dem Gate zu gut gemeint, aber Herrn Collins schien es gefallen zu haben, wie übrigens noch Tausenden von Musikern nach ihm.<sup>27</sup>

Nun ist das Gate zwar eigentlich ein eigenständiges Gerät und hat mit Hall nichts zu tun, aber die Gatefunktion ist in nahezu jedem Hallgerät heute implementiert, sodass mehrere Geräte nicht nötig sind. Allgemein kann man sowieso sagen, dass es reine nachhallproduzierende Geräte heute kaum

---

<sup>27</sup> Vgl. Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004, S. 106.



noch zu kaufen gibt. Im Prinzip beherrschen alle Digitalgeräte Delay, Flange, Phaser etc. Effekte, die dem Hall zugemischt werden können, man müsste also immer von Multieffektgeräten sprechen, auch wenn man es als „Hallgerät“ kauft.

Nicht zuletzt sei in der Gruppe der „unnatürlichen“ Hallanwendung auch noch die Reverse-Funktion genannt, bei dem die Nachhallfahne einfach spiegelverkehrt wiedergegeben wird. Diese wird dabei eben nicht kontinuierlich leiser, sondern lauter, und das Audiomaterial ist als solches kaum wiederzuerkennen. Dieser relativ drastische Eingriff wird allerdings seltener benutzt, wenn, dann nur als kurzzeitiger Effekt auf einzelnen Spuren.

### 3.2 Entwicklung der Hallgeräte

Vor der Entwicklung erster spezieller Hallgeräte waren die Studios in einem Dilemma. Auf der einen Seite wollte man Aufnahmen mit dem Close-Micing-Verfahren machen, auf der Anderen erkannte man schnell, dass ohne den fehlenden Raumeindruck die Aufnahme unrealistisch wirkte. Neben den später noch zu erwähnenden Hallräumen bzw. Raummikrofonen nutzte man zweckentfremdet Drei- Kopf-Bandmaschinen, also das eigentliche Aufnahmegerät zur Erzeugung eines Raumeindruckes. Durch den Abstand von Sync- (Aufnahme-) und Reprokopf (Wiedergabekopf) der Bandmaschine entsteht beim Zurückführen des Signals vom Wiedergabekopf zum Aufnahmekopf ein Echo. Ist dieses sehr klein, interpretieren wir diese Verzögerung als Early Reflections- ein gewisser Raumeindruck entsteht. Eine Nachhallfahne kann dieses System allerdings nicht fabrizieren.<sup>28</sup>

Um realistische Raumeindrücke zu produzieren, mussten also echte Räume aufgenommen werden. Die einfachste Variante in einem akustisch günstigen Raum ist die Aufnahme der Rauminformation über Raummikrofone, die in einigem Abstand zur Band bzw. Schallquelle platziert werden. Meist werden hier gerichtete Mikrofone (also etwa Nieren) der Schallquelle abgewandt im Diffusfeld in einer Stereoanordnung platziert. Im Prinzip nutzt man diese Methode heute noch bei Liveaufnahmen, um die Publikumsathmosphäre einzufangen. Zwangsläufig nimmt man mit diesen Mikrofonen aber auch den Raum auf. Ob dieser Hall später dann im Studiomix für die Liveaufnahme Verwendung findet oder nur bei dem Applaus die Mikrofone „hochgezogen“ werden, ist unterschiedlich.

Ein etwas flexibleres Verfahren stellte in der Anfangszeit der Hallerzeugung der sogenannte „Hallraum“ dar. Dieser durfte in großen Studios quasi bis zur Einführung der Digitaltechnik Anfang der 80er Jahre nicht fehlen. Auch heute verdienen namhafte Studios viel Geld mit akustisch

---

<sup>28</sup> Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 55.

optimierten Räumen zur Hallgewinnung und Instrumentenaufnahme. Das System ist relativ einfach- ein Studiomonitor (-pärchen) wird mit dem zu verhallenden Signal im Hallraum gespeist. In einiger Entfernung wird über hochwertige Mikrofone das Raumsignal aufgenommen und dem Originalsignal zugemischt. So einfach dieses System zu sein scheint, hat es doch einige Tücken. Der Hallraum sollte mindestens 500 Kubikmeter Rauminhalt haben, muss gegen Störschall von außen sehr gut gedämpft sein, sollte keine parallelen Wände aufweisen, da ansonsten Flatterechos entstehen könnten und sollte eben sehr gut klingen. Wenn man dazu noch für verschiedene Halle die Raumgröße veränderbar gemacht hat und außerdem dem Kunden verschiedene Oberflächen anbieten wollte, wurden die Baukosten für solche Räume oft immens. In der höchsten Ausbaustufe konnten die Wände, Mikrofonpositionen etc. sogar ferngesteuert werden. Ergebnis waren aber extrem realistische Halle, da die Qualität höchstens von den verwendeten Lautsprechern, Mikrofonen und Bandmaschinen eingeschränkt werden konnte.<sup>29</sup>

Da sich aber nur die wenigsten Studios solch hochwertige Hallräume leisten konnten, suchte die Industrie nach Lösungen Hall künstlich herzustellen und transportabel zu machen.

#### **4) Analoge Hallgeräte**

##### **4.1 Grundlagen- Schaltungen**

Bevor in den nächsten Kapiteln die Hallgeräte chronologisch aufgelistet und erklärt werden sollen, noch einige Hinweise zum Signalfluss in einem Studio oder Livesetup mit Hallgerät(-en).

Künstlicher Hall ist ein sogenannter „Zumischeffekt“. Im Gegensatz zu Ersetzungseffekten, wie beispielsweise einem Kompressor, wird das zu verhallende Signal über Hilfswege (oder auch Aux-Wege, in Sequenzern häufig auch Busse genannt) ausgespielt. Dieser Weg sollte „Post Fader“, also faderabhängig geschaltet sein, denn schließlich will man ja erreichen, dass bei einer Lautstärkeänderung des Signals der Hallanteil gleichmäßig mit zu- oder abnimmt. Wird das Hallgerät auf diese Art und Weise beschickt, ist es sinnvoll den Mix-Regler (oder auch Wet-Dry), der das Level am Ausgang im Hallgerät zwischen Original- und Hallsignal regelt, auf 100% Wet oder 100% Hall zu stellen. Denn nur dann geht ausschließlich der Hallanteil zurück in das Mischpult- das Originalsignal liegt ja bereits auf. Die Vorteile dieser Schaltung werden nun offensichtlich. Erstens kann ich auf mehreren Spuren den „Aux“ aufdrehen. Damit werden in einem Hallgerät mehrere Instrumente verhallt. Zweitens spart dies die Verwendung mehrerer Hallgeräte bzw. Systemleistung auf DAWs und mit dem Aux-Regler hat man immer leichten Zugriff auf die

---

<sup>29</sup> Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 55.

Hallintensität der einzelnen Spur.

Viele Mischpulte besitzen zudem „Effect Returns“ oder „Stereo Returns“ für das Signal vom Hallgerät. Diese Wege bieten sehr häufig nur die Möglichkeit, die Lautstärke des Input-Signals zu regeln. Falls es die Dimensionierung des Pultes zulässt, sollten für die Rückwege Kanäle benutzt werden. Man hat dadurch nochmal die komplette Möglichkeit der Signalverarbeitung (Eqs, Filter etc.), zudem kann man andere Auxwege (z.B. Künstlermonitoring) ebenfalls wohldosiert mit Hall versehen.

Zu guter Letzt sollte noch die interne Beschaltung im Hallgerät beachtet werden. Im Studio sollte das Hallgerät ausschließlich im „True-Stereo-Modus“ betrieben werden. Nur dann wird das gesamte Stereosignal verarbeitet, was bedeutet, dass bei links- oder rechtspanoramisierten Signalen auf der gegenüberliegenden Seite überhaupt Reflexionen generiert werden und diese aufgrund des weiteren Weges, den die Reflexionen (natürlich virtuell) zurücklegen müssen, auch später ankommen. Ein korrekter Raumeindruck kann nur so entstehen.<sup>30</sup>

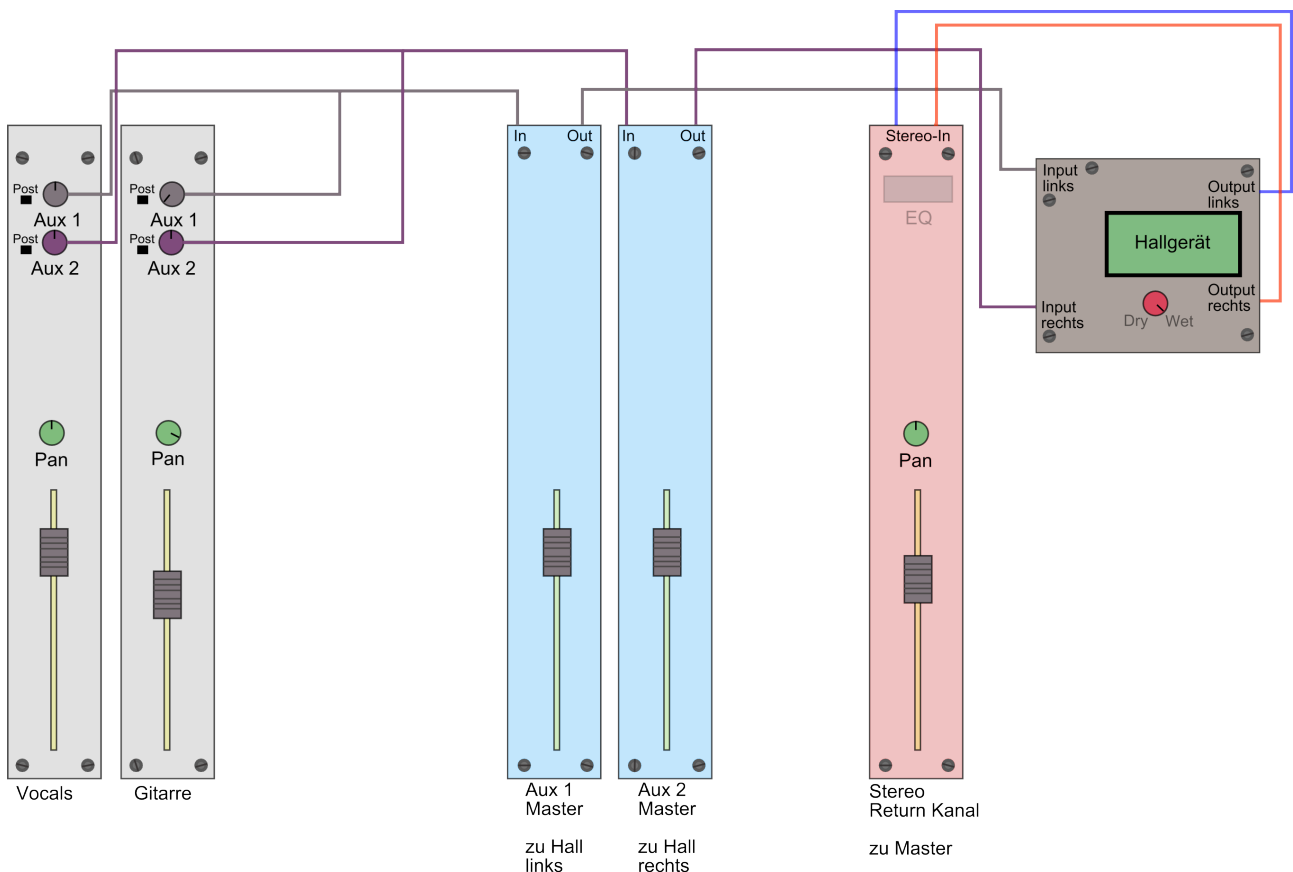


Abbildung 2: Einbindung eines Hallgerätes in True Stereo

Andere Schaltungen sind der „Mono-to-Stereo“ und der „Dual-Mono“ Modus. Im Mono-to-Stereo Modus ist das Output Signal zwar Stereo, die im Mischpult vorgenommene Panoramastellung wird

30 Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 63.

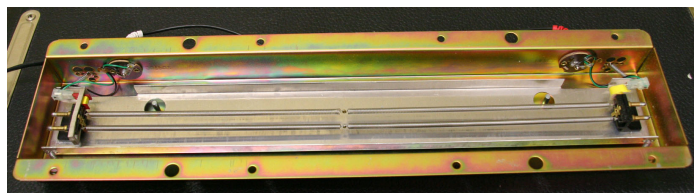
aber hinfällig, da der Hinweg zum Effektgerät ohne Richtungsinformation, also Mono, ist.

Im Dual-Mono-Modus wird der Hall des eingehenden Stereokanals von zwei unabhängig arbeitenden Prozessoren berechnet. Folge ist, dass hart links oder rechts gepante Signale auf dem gegenüberliegenden Kanal keine Reflexionen etc. hervorrufen. Ein realistisches Klangbild ist ebenso unmöglich.

Letztlich ist noch festzuhalten, dass bei der Beschaltung von Hallgeräten keine unumstößlichen Gesetzmäßigkeiten vorherrschen, die hier beschriebenen Hinweise sind nur als Standards anzusehen. Gerade Hall-Plug-Ins, wie das später vorgestellte „ALTIVERB“, besitzen Spezialfunktionen, die nur Sinn machen, wenn man das Plug-In in einen Insertpunkt einschleift. Und warum gibt es obengenannten Mixregler, wenn man ihn nie verwenden „darf“? Somit bestätigt wieder mal die Ausnahme die Regel.

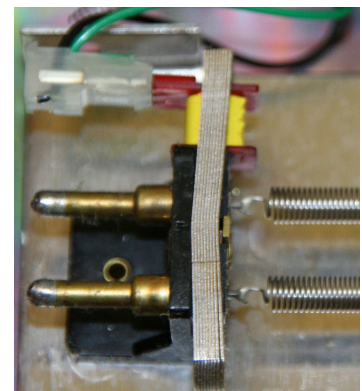
#### 4.2 Federhall

Wie der Name schon vermuten lässt, wird der Hall bei diesen Geräten aus einer Metallfeder gewonnen, die meist etwa 20 cm lang ist und damit bequem in ein 19“ Rack passt. Die seit etwa Anfang der 50er Jahre auf dem Markt befindlichen Geräte waren vor allem in kleineren Studios und bei der Livebeschallung die einzigen bezahlbaren und transportablen Hallgeräte. Der prinzipielle Aufbau eines Federhalls ist relativ einfach:



*Abbildung 3: Accutronics Federhall aus Fender Prosonic*

Die Feder ist an einem Ende mit dem sogenannten „Geber“ verbunden. Dies ist, ähnlich einem dynamischen Mikrofon, ein Dauermagnet, um den eine bewegliche Spule angebracht ist, welche mit der Feder verbunden ist. Legt man nun ein Musiksinal, also Wechselstrom, an der Spule an, entsteht um diese ein Magnetfeld. Dieses Feld tritt dann in Wechselwirkung mit dem Magnetfeld des Dauermagneten. Folge ist eine Bewegung der Spule und damit auch eine Bewegung der leicht gespannten Feder. Am gegenüberliegenden Ende befindet sich der „Aufnehmer“ oder „Abnehmer“. Der Aufbau ist gleich dem des Gebers. Durch die Schwingung der Feder bewegt sich die Spule um den Magneten auf und ab. Eine Spannung wird dadurch induziert und kann abgegriffen



*Abbildung 4: Gebersystem Hallfeder Accutronics*

werden. Künstlicher Nachhall entsteht.

Leider ist es für befriedigende Nachhalle doch nicht ganz so einfach. Eine einzelne Feder, die dann noch sehr gleichmäßig gebaut wurde, würde nur Flatterechos erzeugen. Man musste also Möglichkeiten finden, die Diffusion des Nachhalls zu erhöhen. Das gelang durch die Nutzung von Federn, die Ausätzungen, Dellen und teilweise auch Dämpfungsscheiben besaßen. Dabei waren die Dämpfungsscheiben für Tiefen, Dellen vor allem im Bereich der Frequenzen bis ca. 1 kHz und die Ausätzungen für die darüberliegenden Frequenzen hilfreich. Über 2 kHz brachten Federhalle allerdings sowieso kaum verwertbare Signale. Überhaupt ist der erzeugte Nachhall klanglich oft metallisch und scheppernd.<sup>31</sup> Vor allem perkussive Signale sind nicht geeignet, über Federhall geschickt zu werden. Klangliche Verbesserungen konnten Geräte bringen, die mit zwei oder drei Federn parallel geschaltet waren. Jede dieser Federn war dann mit Geber und Aufnehmer ausgestattet, um durch Phasenauslöschung störende Endreflexionen (Scheppern) zu vermeiden.<sup>32</sup>

Trotz dieser Verbesserungen konnte sich auf Dauer kaum ein Federhallgerät in professionellen Studios etablieren.

Federhallgeräte baute zuerst die amerikanische Firma „Bell Laboratories“.

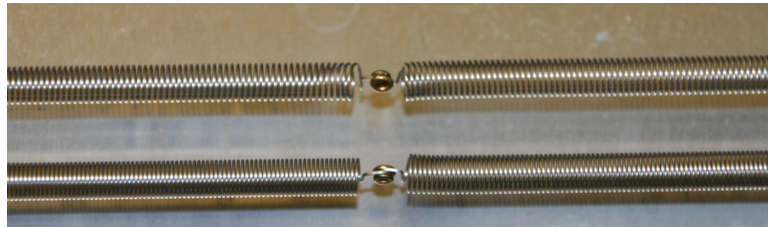


Abbildung 5: Feder mit Störstellen

Der Legende nach erwarteten die Käufer der 1935 vorgestellten Hammond-Orgeln einen ähnlichen Raumklang, wie sie damals aus Theatern und Kirchen gewohnt waren. Somit musste Laurens Hammond nach Lösungen suchen, in die Wohnzimmer seiner Kunden einen imposanten Nachhall zu zaubern. Diese Lösung fand er bei der Firma „Bell Laboratories“, und Federhalle gehörten bald standardmäßig zu jeder echten Hammond<sup>33</sup>. Ein weiterer bekannter Vertreter der ersten Stunde ist der sogenannte „Mahagonischrank“, das BX20 der Firma AKG.

Bis heute werden Federhalle in viele E-Gitarren-Verstärker (vor allem in Vollröhrentechnik) sowie auch Hammond-Orgeln eingebaut. Hier ist sprichwörtlich die Firma Accutronics „federführend“. Sie baut zum Beispiel die Federhalle für Fender-Gitarrenverstärker.

Im Zuge der Vintage-Equipment-Welle ist man in den letzten Jahren auch wieder auf den Federhall gestoßen. Somit gibt es einige Hersteller, die wieder Federhallgeräte im Sortiment haben. Hier seien die Produkte der Firma MAM, Vermona TSR 3, Doepfer A199 und Tube Works RT-921 genannt. Letzteres verfügt im Übrigen über 6 Federn pro Kanal, es ist stereofähig. Dies wird erreicht, indem

31 Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 56.

32 Vgl. Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004, S. 98.

33 Vgl. Information zum Federhall, in: <<<http://www.accutronicsreverb.com/history.htm>>>, am 02.01.07.

man zwei Geräte einsetzt. Dabei wird das Stereoinputsignal mono summiert und gleich an beide Geräte verteilt. Durch die unterschiedlichen Ätzungen, Dellen etc. kommt am Ausgang nicht das identische Signal an, und man bekommt eine Stereowirkung, wenn die Ausgänge an einen Stereo-Return des Mischpultes angeschlossen werden.

Auf Early Refections muss man bei Federhallen allerdings verzichten. Das ebenfalls fehlende Pre-Delay kann durch vorgeschaltete Delays simuliert werden.

#### 4.3 Plattenhall und Folienhall

Eine zweite Möglichkeit, Nachhall mechanisch herzustellen, ist die Hallplatte. Diese wurde 1957 von dem deutschen Techniker Dr. Walter Kuhl entwickelt und vorgestellt. Es handelt sich um die heute legendäre EMT 140, wobei EMT einfach für Elektromesstechnik steht. Sie war vor der Einführung der Digitaltechnik das Nonplusultra in vielen professionellen Tonstudios.

Auch hier ist der Name Programm- die Hallerzeugung geschieht über eine etwa 0,5 mm dicke und etwa 2 Quadratmeter große Metallplatte. Diese wird in einem Rahmen an Federn hängend angebracht. Außerdem sind 1-2 Kontaktlautsprecher an der Platte befestigt, die mit dem Audiomaterial die Platte zum Schwingen anregen. Über zwei oder mehrere Piezotonabnehmer wird am anderen Ende der Platte das Signal aufgenommen und an das Mischpult zurückgeführt. Durch eine Dämpfungsplatte wird die Nachhallzeit mechanisch oder auch elektronisch gesteuert. Diese Dämpfung berührt aber nicht die Hallplatte, sondern engt nur den Luftraum zwischen Hall- und Dämpfungsplatte ein, wobei gilt: je kleiner der Luftspalt, desto kleiner die Nachhallzeit.<sup>34</sup>

Das Wirkprinzip einer Hallplatte funktioniert also über Körperschall und Partialschwingungen, die ähnlich wie in einem natürlichen Raum an den Kanten reflektiert werden. Da sich in Stahl Schallwellen etwa 12 mal schneller fortbewegen als in Luft, gibt es bei der Hallplatte ebenfalls keine Early Reflections und kein nennenswertes Pre Delay. Abhilfe für das Pre Delay können wie bei der Hallfeder ebenfalls nur vorgeschaltete Delays bringen.

Plattenhall erzeugt gegenüber der Hallfeder einen realistischeren Nachhall. Letztendlich entscheidet natürlich, gerade heute, wo durch Digitaltechnik wesentlich

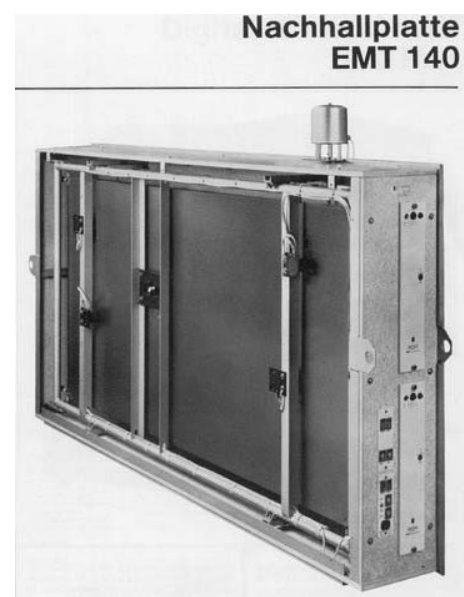


Abbildung 6: Plattenhall EMT 140 (BQ 1)

<sup>34</sup> Vgl. Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004, S. 101.

realistischere Hallsimulationen möglich sind, der Geschmack des Toningenieurs, ob er mit „Plate-Reverb“-Presets oder Plattenhallgeräten arbeiten möchte. Auf jeden Fall können durch die Hallplatte auch perkussive Signale gut verarbeitet werden. Frequenzmäßig produziert die Hallplatte unnatürlich viele Höhenanteile und besonders bei langen Nachhallfahnen auch unnatürlich kräftige Bässe. Der Gesamtklang wird häufig als kleinräumig, eng und metallisch beschrieben. Hier ergeben sich schon Anzeichen, wozu die Hallplatte gern genutzt wird- nämlich für Schlagzeugverhallung, da hier oft kleinere Raumsimulationen genutzt werden, um die Anschläge nicht zu verwaschen.

Das größte Problem der Hallplatten ist neben ihrer Größe die extreme Empfindlichkeit gegenüber Fremdschall und Vibrationen. Demzufolge ist es immens wichtig, einen gut isolierten Raum nur für die Platte bereitzustellen und sie akustisch zu entkoppeln.

Die Weiterentwicklung der Plattenhalle war der Folienhall. Das Funktionsprinzip ist identisch, allerdings wird statt der großen Metallplatte beim Folienhall eine 27 x 29 cm große und gerade mal 18 Mikrometer dicke Goldfolie, verstärkt durch Kunststoff, verwendet. Der Klangcharakter ist aber mit der Hallplatte weitestgehend identisch. Der berühmteste Vertreter ist auch hier von der Firma EMT mit dem Modell 240 entwickelt worden, für das die obengenannten Werte gelten. Durch die wesentlich geringeren Abmessungen war nun auch der Einsatz in Ü-Wagen und anderen mobilen Produktionen möglich. Außerdem erhielt das EMT 240 ein bis 50 dB schalldämmendes Gehäuse, was einen extra isolierten Raum nicht mehr zwangsläufig erforderlich machte.<sup>35</sup>

Damit sind die Möglichkeiten der mechanischen Hallgewinnung schon erschöpft- weitere Geräte wurden nicht entwickelt oder gelangten zur Serienreife- jedenfalls fast: Im Prinzip kann man jeden Konzertflügel als Hallgerät verwenden. Mit weit geöffneter Klappe können zum Beispiel Blasinstrumente direkt auf die Saiten des Flügels spielen, aus denen die Dämpfung (Pedal) dauerhaft entfernt wird. Mit entsprechender Abnahme durch Mikrofone an der gegenüberliegenden Seite des Flügels entsteht ein „singender, tonal stark geprägter Nachklang, der unter Umständen besser als jeder elektronische Nachklang geeignet ist“.<sup>36</sup>



*Abbildung 7:  
Reverb Time  
Einstellung am  
EMT 140 (BQ2)*

35 Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 57.

36 Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004, S. 102.



## 5) Digitale Hallgeräte

### 5.1 Grundlagen

Seit Ende der 70er Jahre gibt es Entwicklungen digitaler Hallgeräte. Damit kann man sagen, dass dies mit die ersten Geräte waren, die im Tonstudio und bei Liveeinsätzen digital funktionierten. Die heute zur absoluten Standardausrüstung gehörenden Geräte stellten damals eine revolutionäre Weiterentwicklung im Studiobereich dar. Plötzlich konnte man mit wenigen Höheneinheiten im Rack viele reale sowie auch nie dagewesene nicht reale Räume recht gut simulieren, ohne extrem viel Geld in aufwändige Hallraumkonstruktionen zu investieren. Natürlich muss angemerkt werden, dass sich die Sparte der „100€- Hallgeräte“ erst wesentlich später entwickelt hat und die damals auf dem Markt befindlichen Geräte auch relativ teuer waren. Trotzdem war es nun möglich auch recht kleine Studios, kleine Aufnahmeräume etc. zu bauen, ohne zwangsläufig auf die Akustik großer Räume verzichten zu müssen. Nicht zuletzt der Entwicklung von Digital -hall und -effektgeräten ist es zu verdanken, dass aus heutiger Sicht ein ganzen Jahrzehnt, gemeint sind die 80er Jahre, musikalisch von Effektspielereien und extremen Hallanwendungen geprägt ist. Es wurde sozusagen alles ausgereizt, was bis dahin möglich war. Und das war von Anfang an einiges: neben der Simulation realer Räume, wie Konzerthallen (Hall), Aufnahmeräumen (Room, Chamber) und kirchenähnlichen Räumen (Cathedral), konnten auch die „alten Bekannten“, also Plattenhall (Plate) und Hallfeder (Spring) simuliert werden. Darüber hinaus gab es teilweise Rückwärtshalle, Gated Reverbs, Ambience Programme usw. Zudem kann nahezu jeder Parameter in Digitalhallgeräten, wie z.B. Nachhall, Nachhalldichte, Early Reflections, bearbeitet und, aus heutiger Sicht selbstverständlich, auf Userspeicherplätzen abgelegt werden.

### 5.2 Hardware Hallgeräte (19 Zoll Geräte)

Die Pioniere der Digitalhalle waren neben den altbekannten EMT (250) auch AMS RMX16, Quantec QRS und die heute schon legendäre Hallschmiede Lexicon mit dem Model 224 (vorgestellt 1979). Lexicon entwickelte sich später in den großen Studios zu dem Hallstandard, vor allem mit den Serien 480L und 960L, die heute schon aus Prestige Gründen in kaum einem großen Tonstudio fehlen. In der





maximalen Ausbauvariante können 24 In/Outs vom der 960L analog oder digital verarbeitet werden, natürlich ist die Verarbeitung von Stereomaterial genauso möglich wie Surroundhalle. Bedient werden die großen Lexicon Hallgeräte übrigens nicht am Gerät, sondern über die Fernbedienung LARC (oder LARC 2), sodass das eigentliche 4 HE Gerät im Geräteraum Platz finden kann, ähnlich dem ebenfalls dem „High-End-Markt“ zuzurechnenden TC Electronics 6000 oder dem Eventide H-8000.

Das Funktionsprinzip der Digitalhallgeräte ist bei allen Geräten heute nahezu identisch. Die Eingänge ins Hallgerät sind zumeist symmetrische Klinken- oder XLR-Buchsen, an denen das analoge Signal anliegt. Danach kommt ein Eingangsverstärker, der das Signal gegebenenfalls auch etwas absenken kann, um digitales Übersteuern zu vermeiden. In der Regel sollte im Tonstudio für alle Geräte aber ein Referenzpegel herrschen, sodass dieser Eingangsverstärker meist in „Nullstellung“ bleiben kann.

Gleich darauf schaltet man einen Tiefpass. Dieser ist nötig, um bei der Digitalisierung des Materials keine Mischprodukte vom Eingangssignal und der Abtastfrequenz zu erhalten. Danach folgt eine Integrate- und Holdschaltung, bevor das Signal den

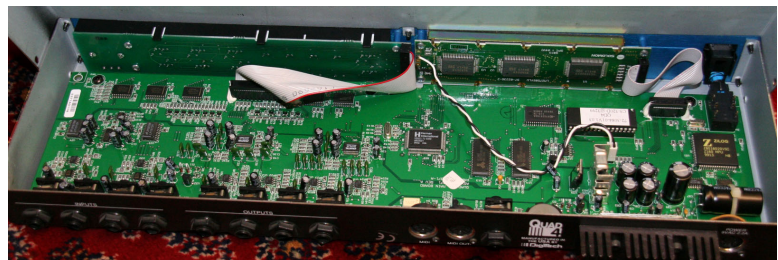


Abbildung 9: Digitech Quad 4-Innenansicht

Analog-Digital-Wandler erreicht. Heutige Geräte tasten das Signal in mindestens 16 Bit, häufig auch in 24 Bit Worttiefe ab. Bei preiswerten Geräten wird häufig etwas am Übertragungsbereich „gespart“. Da, wie im Kapitel „Akustik“ angedeutet, Hallanteile selten Frequenzen über ca. 10 kHz hervorbringen, ist die Bandbreite dieser Geräte oft auf 8-12 kHz beschränkt. Ist dieses Gerät allerdings in der Lage, auch andere Effekte zu simulieren (z.B. Chorus, Flanger), sollte der Übertragungsbereich größer sein.<sup>37</sup>

Das nun digitale Signal wird einem speziellen Prozessor, dem DSP (Digital Sound Processing) zugeführt. Ähnlich einem handelsüblichen Computer ist auf einem Festspeicher (ROM) das „Programm“ zur Hallsimulation hinterlegt. Diese „Programme“ oder besser Algorithmen (Rechenvorschriften) sind die wohl best gehütetsten Geheimnisse eines jeden Hallgeräteherstellers und machen gerade heute, wo Rechenleistung nicht mehr die entscheidende Rolle spielt, definitiv den Unterschied zwischen Mittelfeld und Oberliga der Hallgeräte aus. Aufwendige Algorithmen verlangen aber auch heute noch den Prozessoren einiges ab. Im Vergleich zu z.B. einfachen Delays

<sup>37</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997, S. 391 ff.

(Echos) besteht Hall aus einer Vielzahl von kurzen, sich überlagernden Einzelreflexionen. Diese Rechenvorgänge müssen zudem in Echtzeit erfolgen. Da in den 80er Jahren solch leistungsfähige Prozessoren nicht zur Verfügung standen, wurden eben 200-400 solcher Prozessoren mit entsprechenden Teilaufgaben verbaut (z.B. im „Quantec QRS“ von 1982).

Um einen solchen Algorithmus zu schreiben, bedarf es neben Programmierkenntnissen natürlich sehr guter Kenntnisse über Raumakustik und Schallausbreitung oder, wie es Wolfgang Buchleitner, Entwickler des Quantec QRS, in einem Interview ausdrückte: „Ein Hall-Algorithmus ist ein Kunstwerk, das mit einem tausendstel der Rückwürfe und einem hundertstel der Eigenresonanzen dem Gehör die Verhältnisse eines realen Raums vortäuschen muß.“<sup>38</sup>

Dadurch, dass die Programmierung der Algorithmen sehr aufwendig und zeitintensiv ist, greifen die Hersteller meist auf ihren „Pool“ an Algorithmen bei der Entwicklung neuer Geräte zurück, die nur entsprechend modifiziert werden. Das ist sicher auch ein Grund, warum sich eine relativ überschaubare Anzahl von Anbietern auf dem „High-End-Markt“ tummelt und sich die Konkurrenz schwer tut dort aufzuholen. Ganz anders sieht die Marktlage im mittleren und unteren Preissegment aus. Hier gibt es eine Vielzahl von Geräten und Herstellern, die um die Gunst von Studios, Livebeschallern und Hobbymusikern kämpfen. In vielen Fällen bieten diese Geräte nicht nur reine Hallprogramme, sondern sind als Multieffektgeräte anzusehen. Eine kleine Auswahl sei hier aufgelistet:

- Yamaha SPX 2000
- Lexicon MPX 550
- TC Electronics M-ONE
- Digitech Quad 4
- Behringer Virtualizer
- Alesis Midiverb

Auf den Signalfluss im Hallgerät soll nocheinmal eingegangen werden. Ist nun der Hallanteil berechnet, geht die Signalkette weiter mit dem Digital-Analog-Wandler, dem eine Sample- & Hold-Stufe folgt. Nun schliesst sich nur noch ein erneuter Tiefpass und ein Ausgangsverstärker an, nach dem das Signal analog wiederum über Klinkebuchsen oder XLR-Stecker zum Abgriff bereit steht. Bei digitalen Inputs und Outputs entfallen logischerweise die Wandler sowie Tiefpass und Sample- & Holdstufen.

Um einen kleinen Einblick zu bekommen, nach welchen Kriterien und Vorgehensweisen ein

---

<sup>38</sup> Vgl. Interview mit Wolf Buchleitner, in: <<[www.keys.de/docs\\_d/pub\\_kyw1.shtml](http://www.keys.de/docs_d/pub_kyw1.shtml)>>, am 01.03.07.

Hallalgorithmus geschrieben wird, sollen nachfolgend einige Eckpunkte genannt werden, die allerdings aufgrund der Komplexität des Sachverhaltes nicht in die Tiefe gehen können.

Der Ansatz zur Programmierung eines Hallalgorithmus ist die Auswertung einer natürlichen Raumimpulsantwort. Dies bedeutet, dass jeder Raum, der durch Schallwellen angeregt wird, einen charakteristischen „Raumklang“, also Early Reflections, Nachhall, Absorptionen etc. hervorbringt. Diese Raumimpulsantwort kann rechnerisch bestimmt werden. Dies wird häufig in den Planungsphasen für Konzerthäuser, Studios etc. getan. Ausgegangen wird in diesen Berechnungen von den sogenannten „Spiegelquellen“ und „Spiegelraummodellen“, bei denen mit Hilfe der Kalkulation von Schalllaufzeiten, Reflexionen, Dämpfungen etc. genaue Ableitungen über den Raum vorgenommen werden können.

Die für den Ansatz zur Programmierung des Algorithmus aber wesentlich aussagekräftigere Methode ist die Messung einer Raumimpulsantwort. Dabei wird der Raum mit Hilfe eines Knallimpulses oder eines Sinussweeps angeregt. Bei messtechnischen Verfahren können auch andere Signale Verwendung finden. In einigen Metern Entfernung wird über ein Messmikrofon dieses Signal plus der entstandene Raumanteil aufgenommen.

Das aufgenommene Material wird mit Hilfe einer „zyklischen Kreuzkorrelation“ ausgewertet. Hieraus können konkrete Daten ermittelt werden, die beim künstlichen Nachbau des Hallalgorithmus helfen.

### 5.3 Software Hallgeräte / Plug Ins

Seit der Einführung von DAWs (Digital Audio Workstations) Anfang der 1990er Jahre veränderte sich nicht nur die gesamte Produktionsweise im Tonstudio. Es können innerhalb der jeweiligen Sequencersoftware, wie ProTools, Logic, Cubase etc. Softwarezusatzprogramme installiert werden, die die Aufgaben externer Hardware, wie eben auch Hallgeräte, gleich rechnerintern bearbeiten.

Die Qualität dieser „Plug-Ins“ hängt somit allein von den Algorithmen ab, da zusätzliches Auspielen aus dem System nicht erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil ist die Mobilität der gesamten Aufnahmesession. Nicht nur die gesamten Audiodaten, Automationen, Projekteinstellungen etc. können nun in

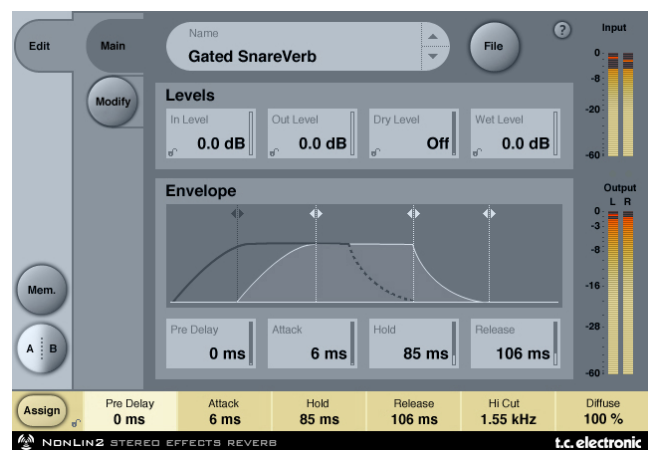


Abb. 10: TC-Electronics PlugIn NonLin2 (BQ 4)

verschiedene Studios mitgenommen werden, auch alle eingebundenen Effekte und eingestellte Parameter werden einfach von Studio zu Studio transferiert. Voraussetzung dafür ist natürlich die Installation der gleichen Software in den Studios. Während derlei Vorgänge in Musikproduktionen vielleicht eher die Ausnahme darstellen, sind sie gerade im Filmtombereich, wo häufig verschiedene Studios Einzelaufgaben der Vertonung bekommen, extrem hilfreich. Theoretisch hat man außerdem eine unbegrenzte Anzahl von Hallgeräten zur Verfügung, da mehrere Instanzen mit unterschiedlichen Einstellungen eines Plug Ins geöffnet werden können. Auch die Qualitätsverluste, die zwangsläufig bei der AD/DA Wandlung entstehen, entfallen. Nicht zuletzt sei erwähnt, dass das Automatisieren von nahezu jedem Parameter im Plug In sehr einfach möglich ist. Dies ist zwar über eine MIDI oder USB- Anbindung des Sequencers zu externen Geräten ebenfalls möglich<sup>39</sup>, erfordert aber neben zusätzlicher Hardware meist auch etwas Geduld und das aufmerksame Studieren des Handbuchs. In einigen Fällen liefern deshalb Hersteller externer Geräte Softwareoberflächen zum Steuern des Hallgerätes mit (z.B. „Yamaha SPX 2000- Editor“).

Nachteil der Plug-In-Nutzung ist die Belastung des Prozessors. Wie bereits erwähnt, verursacht die Hallsimulation aufwendige Rechenvorgänge, die gerade bei Verwendung mehrerer Instanzen des Plug-Ins unangenehme Latenzen (Zeitverzögerungen) innerhalb des Systems hervorrufen können bzw. das System vollkommen auslasten. Abhilfe schaffen hier zusätzliche Karten mit DSP-Prozessoren, die die Hallberechnung übernehmen. Leider funktioniert nicht jedes Plug-In mit jedem Audiosequencer. Die für den professionellen Musikbereich wichtigen Formate sind:

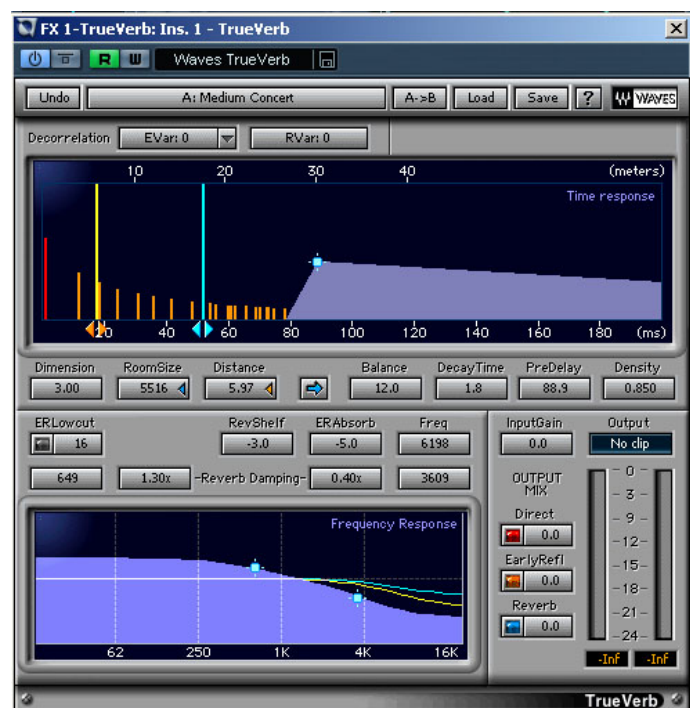


Abbildung 11: Waves Trueverb

- RTAS (Real Time Audio Suite) für Pro Tools HD, Pro Tools LE, Pro Tools M-Powered (nativ, d.h. belasten die CPU des Rechners und unterstützen keine zusätzlichen DSPs)
- TDM (Time Division Multiplex) für Pro Tools HD (ausschließlich DSP basiert)
- VST (Virtual Studio Technology) offene Schnittstelle, die von „Steinberg Media Technologies

<sup>39</sup> Vgl. Henle, Hubert: Das Tonstudio Handbuch, 4., verb. Aufl., Carstensen, München 1998, S. 260.

GmbH“ entwickelt wurde, u.a. in Cubase, Nuendo (nativ)

- AU (Audio Unit) offene Schnittstelle, aber nur für MAC Rechner, u.a. in Logic 7 (nativ)
- MAS (MOTU Audio System) für die Software Digital Performer (nativ)
- Powercore Plug Ins sind eigentlich spezielle VST Plug Ins, die mit speziellen Powercore DSP Karten arbeiten
- Scope Platform von Creamware – eigene DSP Plug Ins
- Universal Audio
- Direct X für Windows PC

Über die Qualität der auf dem Markt befindlichen Plug-Ins kann insgesamt keine Aussage gemacht werden, da die Produktpalette von kostenlos zur Verfügung gestellten Plug Ins (wie z.B. „Kjaerhus Classic Reverb“) bis zu mehreren hundert Euro teuren Plug-Ins (z.B. „TC-Electronic NonLin2“- im Übrigen mit Algorithmen der angesprochenen „TC-Electronics 6000“) reichen. Über die Möglichkeiten, die Qualität eines künstlichen Halles zu beurteilen, wird später in dieser Arbeit berichtet. Allgemein kann man aber sagen, dass auch einfache, eventuell nicht besonders rechenintensive Halle, gute Dienste als z.B. Einspielhall für Sänger leisten können, die später im Mix keine Verwendung finden.

Einige namenhafte Hallplug Ins sind:

- WAVES Trueverb & Renaissance Reverberator (TDM; VST)
- MasterVerb Pro - (für Creamware Scope Platform)
- Lexicon Pantheon (VST; Direct X)
- IK Multimedia - Klassik Studio Reverb (VST; AU; RTAS)
- Digidesign - DVerb (RTAS; TDM)
- Sonic Flavours - R66 Digital Reverb (VST)
- TC Electronics - NonLin2; Digital Vintage Reverb 2 (Powercore; TDM)
- u.v.a.m.

Um Ressourcen der DAW zu sparen, sollte darauf geachtet werden, dass trotz der Möglichkeit, in jedem virtuellen Kanalzug der DAW eine Hallinstanz zu laden, ähnlich wie bei analogen Mischpulten AUX-Wege (oder Busse) erstellt werden, um mehrere Instrumente mit einem Plug In zu verhalten. Außerdem ergibt sich dadurch ein technisch saubereres Vorgehen und die Möglichkeit, im Mix mit wenigen Handgriffen Automationen für Sends etc. durchzuführen.

## 5.4 Raumsimulationen und Hallparameter

Zusammenfassend sollen nun stichpunktartig die grundlegenden einstellbaren Raumsimulationen und Parameter sowie deren typischen Anwendungen vorgestellt werden. Da in High-End-Geräten nahezu jeder Parameter beliebig editiert werden kann, ist aufgrund der Fülle von Einstellmöglichkeiten eine genaue Beschreibung zwecklos, hier hilft nur die intensive Beschäftigung mit dem Gerät selbst.

### 5.4.1 Raumsimulationen

*Hall (dt. Saal, Halle):* simuliert einen Konzertsaal; meist geringe, zeitlich länger versetzte ErstReflexionen; weicher Nachhall; Einsatzgebiet: Lead Vocals, Soloinstrumente

*Room / Chamber (dt. Raum):* simuliert kleine Räume (Wohnzimmerakustik) oder spezielle kleine Studioräume und Hallkammern; wenig Nachhall; ausgeprägte Early Reflections, welche schnell abklingen; Einsatzgebiet: Drums, Percussions, evtl. Gitarre, Vocals

*Cathedral (dt. Kirche, Kathedrale):* späte, aber ausgeprägte Early Reflections, langer Nachhall; häufig Betonung tiefer Frequenzen (Wirkung dadurch düster, mächtig); Einsatz: Vocals, Soloinstrumente, eher bei ruhigen, getragenen Songs; ungeeignet für Instrumente mit hohem rhythmischen Anteil

*Ambience (dt. Umgebung):* simuliert Raummikrofone; zeitlich frühe, dicht gestaffelte Early Reflections; kaum Nachhall oder kaum Pre Delay; Einsatzmöglichkeiten: prinzipiell nach Geschmack auf jedem Instrument; evtl. bei Mastering global auf Stereotrack

*Plate (dt. Platte):* simuliert Plattenhallgeräte; höhenreicher Nachhall ohne Early Reflections; dadurch wenig Rauminformation; Einsatzgebiet: je nach Geschmack, aber häufig Vocals, Soloinstrumente, Drums

*Spring (dt. Feder):* simuliert Federhallgeräte; häufig scheppernd, teilweise Flatterechos; keine Early Reflections; wenig Rauminformation, wenig dichter Nachhall; Einsatzgebiet: oft kurzzeitig als Effekthall verwendet; evtl. bei Gitarren; stark geschmacksabhängig; teilweise werden Simulationen in Stereo angeboten

*Gated Reverb* (dt. „abgeschnittener Hall“): Funktionsweise wie bereits beschrieben; Einsatzgebiet: Snare; Toms; seltener Bläser; immer dann, wenn es mal unnatürlich klingen soll und wenn spezieller 80er Jahre Sound gefragt ist; vorsichtig dosiert kann es Drums „fetter“ klingen lassen

*Reverse/ Inverse* (dt. rückwärts): Hall wird rückwärts wiedergegeben; Hall klingt nicht aus, sondern steigert sich bis er plötzlich abbricht; Einsatzgebiet: kurzzeitiger Effekthall (nervt leicht auf Dauer); meist nur für ein Instrument eingesetzt; psychedelische Wirkung<sup>40</sup>

#### 5.4.2 Hallparameter

*Reverb Time* (dt. Nachhallzeit): Abklingdauer des Nachhallpegels bis -60 dB; meist einstellbar zwischen 0,2 s (trockenes Studio) und ca. 10 s (Kathedrale), teilweise auch Einstellmöglichkeit auf „unendlich“ möglich

*Density/ Diffusion* (dt. Halldichte; Zerstreuung): meist zwischen Werten von 0 – 100 einstellbar, wobei 100 sehr dichten Nachhall produziert, d.h. sehr viele Reflexionen hervorbringt; bei hoher Dichte oft stärkere Klangfärbung des Nachhalls; bei vielen verhallten Instrumenten kann eine weniger dichte Hallwolke Durchsichtigkeit des Mixes erhalten

*Room Size* (dt. Raumgröße): verändert meist mehrere Parameter gleichzeitig, teilweise können Raumgeometrie oder Raumvolumen direkt eingegeben werden

*Pre Delay* Einstellung der Zeit vom Direktsignal bis zum Einsetzen der Hallfahne; Einstellmöglichkeiten im Millisekunden von 0-200, teilweise auch länger

*HF Damp* (dt. Höhendämpfung) & *LF Damp* (dt.: Tiefendämpfung): simuliert die Absorption verschiedener Wandoberflächen der hochfrequenten bzw. tieffrequenten Hallanteile; Einstellung in Hz bzw. kHz. <sup>41</sup>

---

40 Vgl. Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004, S. 102.

41 Vgl. ebd.

## 5.5 Faltungshall - der gesamplete Raum

Mit steigender Prozessorleistung wurde seit einigen Jahren der Einsatz einer weiteren Art der künstlichen Hallerzeugung möglich, der Faltungshall. Das mathematische Prinzip ist zwar schon seit längerem bekannt und wird wie bereits beschrieben zur Algorithmenprogrammierung verwendet, allerdings ist es heute möglich, Raumimpulsantworten, die mit Knallimpulsen oder Sinussweeps erzeugt werden, in Echtzeit zu berechnen. Dies macht es zum ersten Mal möglich, natürliche Räume akustisch „real“ zu reproduzieren. Der Anwender hat mit recht einfachen Mitteln die Möglichkeit, eigene Impulsantworten zu erstellen. Dazu benötigt er lediglich einen Studiomonitor, über den der Sinussweep abgespielt wird sowie für Stereoanwendungen zwei identische Mikrofone, wobei hier häufig Druckempfängermikrofone genutzt werden. Die genaue Vorgehensweise für die Aufnahme wird später beschrieben.

Knallimpulse oder Sweeps werden deshalb genutzt, da in ihnen das gesamte hörbare Frequenzspektrum enthalten ist und dadurch der Raum gleichmäßig angeregt wird. In letzter Zeit hat sich die Aufnahme mit Sweeps durchgesetzt, da bei Knallimpulsen nicht davon ausgegangen werden kann, alle Frequenzen gleichmäßig anzuregen. Mit Sweeps ist somit eine realere Reproduktion möglich, was zu einer „genaueren Abbildung frequenzspezifischer Reflexionsmuster“<sup>42</sup> führt. Der zeitliche Versatz der abgegebenen Frequenzen (der Sinussweep dauert zwischen 10 und 60 sec.) wird vor der Faltung durch die Software kompensiert. Die Länge des Sweeps sollte abhängig gemacht werden von den akustischen Umgebungen. In einem Konzerthaus oder ruhigem Studio sind aufgrund der minimalen Nebengeräusche kürzere Sweeps möglich. Bei größeren Nebengeräuschen sollten die Sweeps länger gewählt werden. Die Einstellung der Lautstärke des Sweeps am Aufnahmeort ist wiederum relativ einfach- es gilt: je lauter, desto besser. Allerdings sollte darauf geachtet werden, dass der Lautsprecher nicht verzerrt. Bei der Aufnahme sollte im Übrigen ein guter Gehörschutz nicht fehlen.

Im Faltungshall Plug-In oder Hardwaregerät wird das zu verhallende Signal mit Hilfe der Fast-Fourie-Transformation (FFT) im Frequenzraum dargestellt. Die Impulsantwort ist ebenfalls mit Hilfe der FFT vorhanden. Nun muss der Prozessor jedes Audiosample (d.h. bei 44,1 kHz, 44100 mal pro Sekunde) des Eingangssignals mit der Impulsantwort berechnen. Dies geschieht heute per Multiplikation, wobei das Sample des Eingangssignals mit der Impulsantwort skaliert wird.

Dieses Verfahren wird „schnelle Faltung“ genannt, da der Rechenaufwand hierfür wesentlich geringer ist als bei der „diskreten Faltung“. Trotzdem ergibt sich für eine Minute Stereomaterial mit 44,1 kHz über eine Billion einzelner Rechenvorgänge. Dies hat in digitalen Workstations häufig

---

42 Krogmann, Chris: Keine Angst vorm selber falten, in: SAE Magazin, 2/2005, S. 26-27.



Latenzen zur Folge. Um den Rechenaufwand so gering wie möglich zu halten, bietet z.B. „Altverb“ der Firma „Audio Ease“ an, die Hallfahne nicht bis -110 dB Pegelabfall zu berechnen, sondern sie stufenlos früher „abzuschneiden“. Gerade bei U-Musik-Anwendungen sollte in den meisten Fällen ein Nachhallpegel bis -50 oder -60 dB vollkommen ausreichen.

Nach der Berechnung wird per IFFT (Invertierte FFT) das Signal „zurückgewandelt“, welches nun verhallt ist.

Die Qualität des Halls hängt somit unmittelbar mit der Qualität der Impulsantwort zusammen.

Neben der Variante, über Mikrofone echte Räume zu „samplen“, besteht zudem die Möglichkeit, den Sweep durch ein herkömmliches Hallgerät zu schicken und ihn am Ausgang aufzunehmen. Dadurch wird es möglich, auch Hallgeräte in Faltungshall Plug-Ins realistisch zu reproduzieren. Um den „Frieden“ in der Branche aber nicht zu gefährden, bieten die Hersteller von Faltungshall Plug-Ins meist nur Impulsantworten von legendären Geräten an, die nicht mehr im Handel erhältlich sind, z.B. Lexicon 480L; EMT 140. Der Nutzer könnte allerdings relativ leicht zumindest die Presets seines Lieblingshallgerätes zu seiner persönlichen Hallbibliothek zusammenführen.

Über die Möglichkeiten und Qualitäten von Faltungshallen ist man sich relativ einig, dass sie sehr realitätsnah sind. Natürlich halten einige Hersteller der konventionellen Digitalhallgeräte dagegen, dass ihre Algorithmen quasi besser klingen als jeder natürliche Raum und dass alle Parameter frei editierbar sind. Denn die ersten Faltungshallsoftwares konnten tatsächlich in ihrem Klang, Ausklangverhalten etc. nicht verändert werden. In der neuen Generation, wie zum Beispiel „Waves IR1“ oder „Audio Ease- Altverb 6“, ist es aber auch schon möglich, Nachhallzeiten, Intensität der Early Reflections, HF und LF Damping, Equalizing der Impulsantwort u.v.m. einzustellen, also sozusagen den natürlichen Raum anzupassen. Richtig ist allerdings, dass viele Parameter bei Faltungshallen nicht in Echtzeit automatisierbar sind. Welchem System man letztendlich den Vorzug gibt, hängt vom Geschmack des Toningenieurs ab. Viel interessanter sind allerdings die Anwendungsmöglichkeiten, die sich durch den Faltungshall ergeben.

Einen großen Vorteil stellt dieser bei der Verhallung von Stützmikrofonen bei Orchesteraufnahmen dar. Um die nah am Instrument platzierten Mikrofone den Hauptmikrofonen im Hallanteil anzupassen, ist es nun möglich, eine Impulsantwort im Konzertsaal aufzunehmen und diese den Stützmikrofonen zuzumischen. Dies ergibt ein realistischeres Klangbild im Gegensatz zur Verwendung eines, wenn auch hochwertigen, „Hall“-Algorithmus eines konventionellen Hallgerätes.

Neben den Anwendungen im Musikbereich ergeben sich im Synchron- und Hörspielstudio und bei der Filmnachvertonung vollkommen neue Möglichkeiten. Viele der Plug Ins enthalten Impulse von Badezimmern, Wohnzimmern, Flugzeugcockpits, Autoinnenräumen etc..

Damit wird das häufig mühevoll Zusammenstellen entsprechender Hallsimulationen zum „Kinderspiel“. Natürlich ist es auch möglich, direkt am Drehort einen Impuls aufzunehmen. Somit kann der Synchronsprecher in der tatsächlichen akustischen Umgebung platziert werden. Probleme kann es dabei nur durch zu laute Umgebungsgeräusche geben. Außerdem verdienen Synchronstudios viel Geld mit dem Nachbau akustischer Umgebungen und werden damit die Verbreitung solcher Techniken im Filmbereich nicht unbedingt forcieren.

Eine Auswahl der auf dem Markt befindlichen Faltungshall Plug-Ins und Hardwaregeräte sind:

- Audio Ease – Altiverb 6 (Plug In)
- Emagic – Space Designer (Plug In für Logic)
- SIR (kostenloses Plug In)
- Sony DRE S777 (Hardware)
- Waves – IR1 (Plug In)
- Voxengo – Pristine Space (Plug In)
- Trillium Lane Labs – TL Space (Plug In)

Um einen Eindruck zu erlangen, welche akustischen, aber auch optischen Möglichkeiten Faltungshall Plug-Ins zur Verfügung stellen, sollen anhand der mir zu Nutzung bereitgestellten Software „Altiverb“ einige Features näher beleuchtet werden.

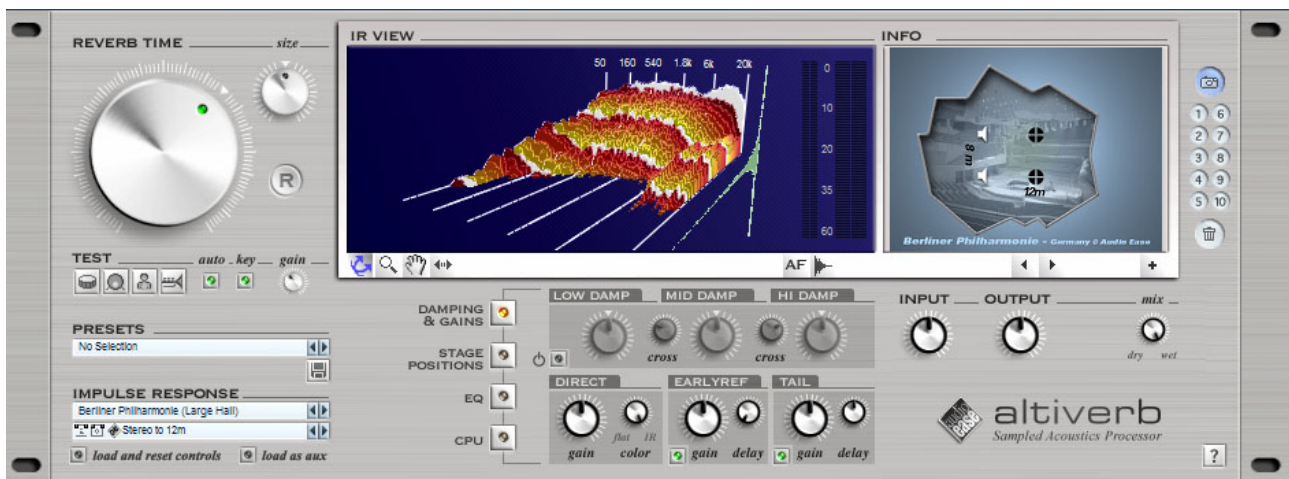


Abbildung 12: Faltungshall Plug-In Audio Ease- Altiverb

Wie bereits erwähnt ist der Knackpunkt eines Faltungshalles die Impulsantwort. Altiverb bietet hier eine Vielzahl von Konzerthäusern, wie die Berliner Philharmonie, das Wiener Konzerthaus, die Mechanics Hall in den USA, Kirchen, wie die Kathedrale von Notre Dame und die Kathedrale von

Saint Etienne in Frankreich, Studios, wie die Allaire Studios in den USA und die Jet Studios in Belgien, legendäre Hallgeräte, wie EMT 140, AKG BX 20, Lexicon 480L sowie eine Vielzahl von Räumen für die Post-Production, wie etwa das Cockpit einer Boeing 747, verschiedenste Bade- und Wohnzimmer etc. an.

In der Software können die Impulsantworten nicht nur geladen werden, sondern man bekommt Fotos, Informationen zum Recording sowie in vielen Fällen ein 360 Grad-Panorama des Aufnahmeortes gezeigt. Die Impulsantwort wird in einem „Wasserfall-Diagramm“, also in einer Echtzeit-Frequenzanalyse, dargestellt. Nimmt man Änderungen, wie zum Beispiel das Verstellen der Reverb Time oder des EQs vor, so aktualisiert sich die Ansicht sofort und ohne Audio Drop Outs. Zudem kann der eingestellte Hall jederzeit über Demosamples (Stimmensample, Trompetensample, Snaresample) mit einem Mouseklick kontrolliert werden. Möglich ist außerdem, die Intensität und Zeitverzögerung der Early Reflections und des Nachhalls einzustellen.

Des Weiteren können automatisierbare Snapshots gespeichert werden, was gerade im Filmvertonungsbereich beim Umschalten von Szene zu Szene interessant sein könnte. Neben Einstellmöglichkeiten für effektivere CPU-Belastung ist vor allem noch das Stage Positions Tool interessant, auf das näher im Abschnitt „Tiefenstaffelung“ eingegangen wird.

## 5.6 Tiefenstaffelung

Es stellt sich nun die Frage nach der konkreten Anwendung und dem Einsatz von künstlichem Hall. Da heute die meisten Produktionen nach wie vor in Stereotechnik abgemischt werden, sollen hier die Techniken der Hallgestaltung für den Stereomodus beleuchtet werden.

In einem Stereomix sollten die verschiedenen Schallquellen auf der Stereobasis zwischen linkem und rechtem Lautsprecher verteilt werden. Hier haben sich im Laufe der Zeit gewisse Standards etabliert, die teilweise ästhetische, aber auch physikalische Gründe haben. So werden zumeist in der Mittelposition der Gesang, der Bass, Bassdrum und Snaredrum platziert. Des Weiteren können auch Soloinstrumente in der Mitte platziert werden. Grund dafür ist bei Gesang, Snare und Soloinstrumenten der wichtige Stellenwert im Gesamtmix, bei Bassdrum und Bass ist es die energetische Zusammensetzung des Signals wegen der vielen tieffrequenten Anteile.

Alle weiteren Instrumente können geschmacksabhängig auf der Stereobasis platziert werden, wobei zu beachten ist, dass Signale an den Extrempositionen (also 100% links oder rechts) ebenfalls sehr präsent im Mix und schlecht in der Tiefe anzuordnen sind.

Die Gewichtung der Einzelinstrumente erfolgt zunächst ganz einfach über das Lautstärkeverhältnis der Instrumente zueinander. Dabei entsteht bei leisergemischten Instrumenten schon ein gewisser



später kommt die Hallfahne.

Genau auf diesem Prinzip beruht diese Art der Tiefenstaffelung, die es ermöglicht drei Tiefenebenen zu kreieren. Dazu sollte der Hall etwa 15 – 30 ms Pre Delay erhalten. Alle Instrumente, die direkt auf diesen Hall geschickt werden, befinden sich in der hintersten der drei Tiefenebenen, eignen sich also zum Beispiel für Percussions, Bläuersätze, Background Vocals oder für Effektklänge aus Synthesizern.

Das erste Delay sollte mit einer Verzögerungszeit versehen werden, die in der Addition mit der Pre-Delay Zeit des Halls 40 – 80 ms ergibt. Der Ausgang des Delay-Kanals geht dabei nicht auf den Mix, sondern in den Eingang des Hallkanals. Durch das vorgeschaltene Delay wirken die beschickten Instrumente weiter vorn im Mix. Die räumlich mittlere Ebene ist geschaffen. Diese eignet sich für Gitarren, Background Vocals, Keyboards etc.

Im zweiten Delay werden Werte eingestellt, damit wiederum in der Addition mit der Pre-Delay Zeit des Halls Werte um 100 ms herauskommen. Der Ausgang des Delay Kanals geht ebenfalls direkt in den Eingang des Halls. Damit entkoppelt man das Direktsignal vom Hallanteil, und es wird möglich, dass wichtige Instrumente einen langen Nachhall bekommen und trotzdem sehr weit vorn im Mix erscheinen, da das Ohr oder besser das Gehirn, die direkten Anteile schon ausgewertet hat, bevor die Nachhallfahne einsetzt. Über diesen Weg sollten auf jeden Fall die Stimme sowie

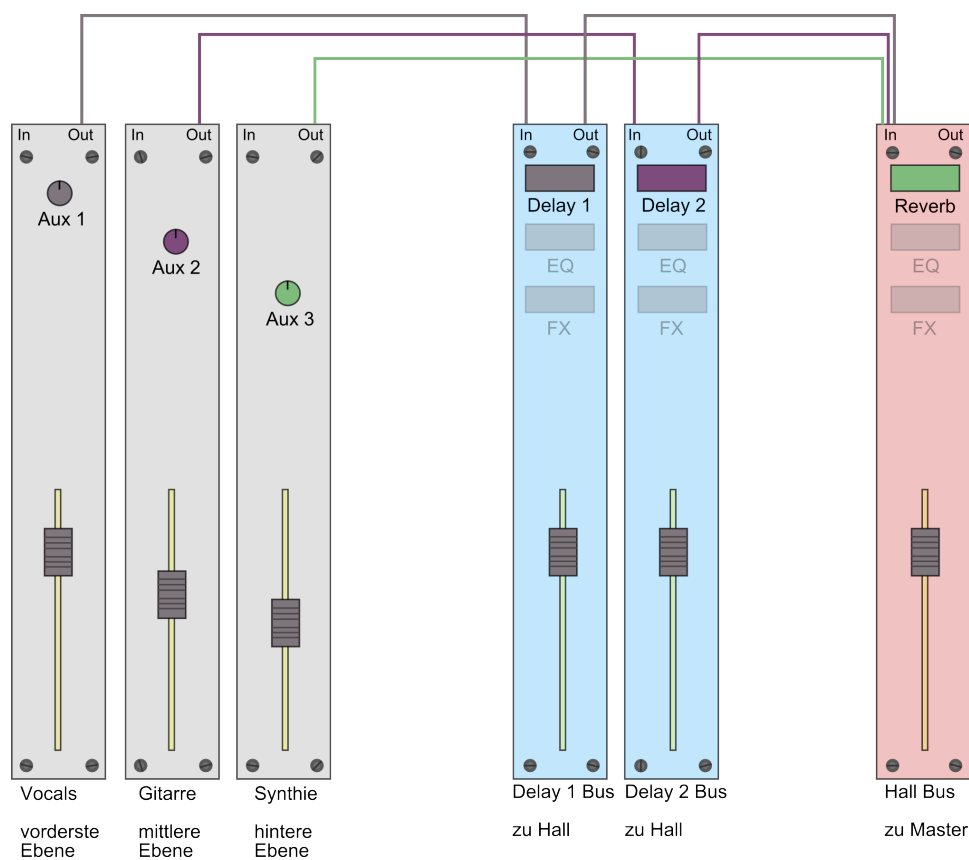


Abbildung 14: Tiefenstaffelung mit einem Hallgerät und zwei Delays

Hauptmelodie- bzw. Soloinstrumente beschickt werden.

Vorteil dieser Methode ist der recht geringe Materialaufwand und eine sehr realistische Tiefenstaffelung, da alle Instrumente nach natürlichem Vorbild in einem Raum platziert sind.

Um die Ebenen noch differenzierter darzustellen, empfiehlt es sich, einen Equalizer in die jeweiligen Kanäle zu schalten. So kann man erreichen, dass die hinterste Ebene stark in den Höhen beschnitten ist, um einen dumpfen Nachhall zu produzieren, der zusätzlich räumliche Tiefe schafft. Der Kanal für die Stimme wiederum kann durch den EQ durchaus etwas Höhen dazubekommen. Dadurch wirkt gerade die Stimme näher und gibt dem Mix häufig den „Glanz“. Natürlich darf dafür die HF-Damping Funktion im Hallgerät nicht zu stark aktiviert sein und die Instrumente, welche direkt aufs Hallgerät geschickt werden, kann man nicht equalizen, es sei denn, man schleift sie vorher durch einen weiteren Bus, der nur einen EQ enthält.

Prinzipiell kann man außerdem weitere Effekte in die Kanäle zwischenschalten. Sollte durch die Höhenanhebung die Stimme im Nachhall zu starke „S-Laute“ hervorbringen, kann ein De-Esser helfen. Zusätzliche Stereobreite bringen sanfte Flangereffekte oder Stereo Enhancer. Allerdings sollte beim Einsatz von Stereoüberbreiten beachtet werden, dass die Monokompatibilität des Halls durch Phasenauslöschung abnimmt und es demnach passieren kann, dass im Monobetrieb der „Riesenstereohall“ plötzlich fast vollkommen verschwindet. Weitere Möglichkeiten sind zwischengeschaltene Choruseffekte, damit der Hall frequentiell breiter wirkt oder Exiter, falls noch mehr Obertöne gewünscht sind, als der Equalizer bringt.

Aus dem Einsatz solcher Zusatzeffekte resultiert allerdings kein natürliches Klangbild, und die Zumischung sollte wohl dosiert sein.

### 5.7 Moderne Hallanwendung

In den meisten modernen Produktionen wird allerdings nicht nur ein Halleffekt bzw. Hallraum verwendet. Mehr als vier verschiedene Halle mit unterschiedlichen Programmen sind quasi Standard.<sup>43</sup> Auf einen natürlichen Gesamtklang muss dabei meist verzichtet werden, allerdings ist dies meist auch nicht Ziel der Produktion. Ziel ist vielmehr, den Einzelsound der Instrumente auf Grundlage ihrer klanglichen Eigenschaften zu optimieren, damit im Gesamtmix ein möglichst komplexer, satter Klang erreicht wird.

Da mit den unterschiedlichen Musikstilen natürlich auch immer andere Bedingungen für die Verwendung von Hall auf Instrumenten herrschen, gibt es kaum allgemeingültige Regeln. Zur Orientierung sei ein Beispiel angeführt, wie etwa eine Rock-/Popproduktion verhallt werden

---

<sup>43</sup> Vgl. Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003, S. 72.

könnte.

Der erste Hallweg könnte für die Drums vorgesehen sein. Hier bieten sich Room-, Chamber- oder Ambience- Programme an. Durch die relativ starken Early Reflections wirkt der Drumsound aggressiver und intensiver. Da kaum Nachhall in solchen Programmen vorhanden ist und höchstens kurze Pre Delays vorkommen, stören keine echoartigen Klänge die starken Impulse des Instruments. Dieser Hallweg ist natürlich auch für Percussions geeignet. Es sollte dabei, wenn es sich um externe Hallgeräte handelt, nicht das „schlechteste“ Gerät Verwendung finden, da bei diesen Programmen viel Rechenleistung erforderlich ist.

Der zweite Weg wird für die Stimme benutzt. Hier gilt ausnahmslos die Regel, dass das beste Gerät Verwendung findet, da hier der Hörer am einfachsten Schwachstellen des Nachklanges orten würde. Typische Programme sind hier „Hall“ oder alles, was eine recht lange Nachhallfahne besitzt. Für die Pre-Delay Werte gilt hier natürlich auch der Fall, dass die Stimme vom Hall entkoppelt sein sollte.

Der dritte Weg könnte für Gitarren reserviert sein. Neben ebenfalls recht kleinen Räumen können auch Federhall- oder Plattenhallsimulationen zum Einsatz kommen.

Soloinstrumente, die ebenfalls einen recht langen Nachhall benötigen, könnten dann den vierten Weg reservieren. Dabei konnte man aber noch nicht mal einen Spezialhall wie Gated Reverb für Snare, Bass Drum, Gitarren, Bläser o.ä. freimachen. Somit erklären sich auch die 24 möglichen In/Outs am Lexicon 960.

Eine sinnvolle Herangehensweise ist wohl aber die Verwendung der Tiefenstaffelung (mit einem Hallgerät + zwei Delays) mit zusätzlich einem Hall für die Drums und eventuell einem Zusatzhall nur für die Stimme. Sollte im Mix die Verwendung weiterer Geräte nötig werden, sollten diese nach und nach dazugeschalten werden. Denn für die sinnvolle Einstellung extrem vieler Hallinstanzen bedarf es einer Menge Erfahrung, und der Anfänger würde wohl mit „zuviel“ mehr kaputt machen, als er gewinnt. Um die Durchsichtigkeit des Mixes zu maximieren, bietet es sich an, sämtliche Zeiteinstellungen von Pre Delay, Delays etc. auf Werte zu setzen, die Notenlängen des Songtempo entsprechen. Ist also beispielsweise das Songtempo 150 BPM, bezieht sich dies auf die Länge einer Viertelnote. Da eine Minute bekanntlich 60000 ms besitzt, teilt man diesen Wert einfach durch das Songtempo- in unserem Fall kämen wir auf eine Viertelnotenlänge von 400 ms. Eine Achtelnote hätte demnach die Länge von 200 ms, eine Sechzehntelnote 100 ms usw. Mit dieser Methode bleiben alle künstlichen Reflexionen im Songtempo und unterstützen die rhythmische Struktur.

Eine weitere Möglichkeit, Instrumente räumlich anzuordnen, ist in „Altiverb“ zu finden, das sogenannte „Stage Positions“ Tool. In einer Aufnahme mit etwa 20-30 Studiolautsprechern auf einer Konzertbühne konnte ein Algorithmus „gefalten“ werden, der es erlaubt, Mono- und

Stereoschallquellen per Mouse auf einer virtuellen Bühne optisch anzuordnen. Wie genau diese Aufnahme erfolgte, bleibt aber Firmengeheimnis. Auf jeden Fall ist es dadurch möglich, gleich welche Impulsantwort geladen ist, einen Einzelkanal oder Gruppen optimal, weil mit optischer Kontrolle, in der Tiefe zu staffeln. Der einzige Nachteil, einen kompletten Mix so zu realisieren, ist wohl in der Anzahl der Instanzen von Altverb zu sehen, die dafür geladen werden müssen.

## 5.8 Beurteilung der Qualität eines Halls

Zuletzt stellt sich noch die Frage, wie man ein Hallgerät beurteilen kann. Neben den technischen Möglichkeiten, wie zum Beispiel Einstellungsoptionen der Parameter, mögliche In/Outs, die relativ leicht aus dem Datenblatt zum Gerät ablesbar sind, kann man mit einigen einfachen Tests die Qualität eines Halls prüfen. Natürlich sollte dieser Test nicht stärker gewichtet sein als die geschmackliche Beurteilung, aber der Test kann helfen, die Stärken und Schwächen des jeweiligen Geräts auszuloten.

Wolfgang Buchleitner, der wie bereits erwähnt Entwickler des Quantec QRS ist, gab dazu in einem Interview in der Fachzeitschrift „Keys“ einige Tipps, auf die ich mich beziehen werde.<sup>44</sup>

Im ersten Test wird ein perkussives Signal, wie Rimshot oder ein Woodblock, verhallt. Hier soll getestet werden, ob die Rückwurfdichte in kurzer Zeit gegen unendlich geht, und es soll darauf geachtet werden, dass keine rhythmischen Informationen im Nachhall zu hören sind.

Zum zweiten Test wird ein schmalbandiges Instrumentensample, wie zum Beispiel eine Flöte, benutzt. Hier soll die Eigenresonanzdichte getestet werden, das heißt, es wird überprüft, ob alle Töne gleichmäßig verhallt werden, ob bestimmte Töne zum Dröhnen neigen oder übermäßig betont werden.

Im dritten Test soll ein Klangbeispiel eines Chores (Männerchor) benutzt werden, welches beim Abspielen immer wieder gestoppt wird, um den Nachhall auf metallische oder andere unangenehme Ausklänge zu prüfen.

Der eventuelle Verlust von Transparenz wird im vierten Test überprüft. Dazu nutzt Buchleitner ein perkussives und ein getragenes Signal gleichzeitig. Er nutzt hier speziell Cembalo- und Querflötenbeispiele. Mischt man viel Hall dazu, bleiben die kurzen perkussiven Anschläge des Cembalos nahezu unverhallt, während die Querflöte stark im Hall „untergeht“. Der Aushall des Cembalos muss wesentlich kürzer ausfallen als der der Querflöte.

Der letzte Test wird mit Midi-Streichern durchgeführt. Diese werden auf der gesamten Stereobreite im Panorama verteilt. Nach der Zugabe von Hall darf sich keines der Instrumente im Panorama

---

<sup>44</sup> Vgl. Interview mit Wolf Buchleitner, in: <<[www.keys.de/docs\\_d/pub\\_kyw1.shtml](http://www.keys.de/docs_d/pub_kyw1.shtml)>>, am 01.03.07.



verschieben oder sich klanglich „aufblähen“.

Sicher ist dieser Test nur eine Möglichkeit, und statt der vorgeschlagenen Instrumente können sicher auch andere Verwendung finden. Hat man aber seine Testtracks zusammengestellt, kann man mit dieser Variante in jedem Studio das Equipment prüfen und hat eine Referenz, die hilft fremde Technik einzuschätzen.

## **6) Praxis**

### **6.1 Soundbeispiel DVD**

Um neben der Theorie noch einige Klangbeispiele von unterschiedlichsten Hallgeräten anzubieten, habe ich mich entschlossen, eine DVD beizulegen. In der Menüstruktur kann zwischen mechanischen, digitalen Hallen sowie Faltungshall gewählt werden. Es kommt immer der gleiche Demosong zum Einsatz, bei dem trockene Aufnahmen von einem Streicherquartett, einem kurzen Pianostück, welches in einem schalltoten Raum aufgenommen wurde sowie einer selbstaufgenommenen Drumsequenz zu hören sind. Nach etwa 5 Sekunden wird das jeweilige trockene Signal verhallt. Zudem ist jeweils das Gerät abgebildet, welches gerade der Hallerzeuger ist. Es wurden ausschließlich Preset-Einstellungen benutzt, lediglich der „Send-Pegel“ zum Gerät musste teilweise angepasst werden. Diese DVD soll dazu dienen, einen Eindruck vom jeweiligen Equipment zu liefern, kann und soll aber gar nicht dazu gedacht sein Geräte zu bewerten oder eventuelle Kaufentscheidungen vorzuschlagen.

Die Demos von AKG BX 20, EMT 140 sowie das Demo der Lexicon 480L wurden nicht am Originalgerät erstellt, sondern in „Altiverb“ gefaltet. Bei dem Demo Gewandhaus Leipzig im Menü Faltungshall wurde die Impulsantwort selbst aufgenommen. Details zur Aufnahme sollen noch kurz beschrieben werden.

### **6.2 Aufnahme der Impulsantwort im Gewandhaus Leipzig**

Grundvoraussetzung für die Aufnahme war neben der freundlichen Erlaubnis des Gewandhauses, zwei Stunden den „Großen Saal“ benutzen zu dürfen die Bereitstellung des von „Audio Ease“ vertriebenen Faltungshallen „Altiverb“. Natürlich wären auch andere Softwares dazu in der Lage gewesen.

Mit Hilfe des „Sweep Generators“ in Altiverb wurde ein 10 sekundiger Sweep generiert, dem 7 Sekunden Ruhe folgen. Da das Gewandhaus im gesamten Frequenzspektrum nahezu gleichmäßig

zwei Sekunden ausklingt und Umgebungsgeräusche kaum zu erwarten waren, kam dieser Sweep zum Einsatz. Er wurde über einen Technics CD Player abgespielt, der mit einem „Event 20/20“ Studiolausprecher verbunden war. Aufgenommen wurde im AB Stereoverfahren mit zwei Shure KSM 141, welche als Druckempfänger eingestellt wurden. Diese waren an eine „Digidesign MBOX2“ angeschlossen. Aufgenommen wurde mit 444,1 kHz in 24 Bit mit „ProTools LE7“ im wav Format. Die Aufstellung der Mikrofone wurde in Absprache mit Aram Verwoest von Audio Ease mit jeweils etwa 6 m Abstand zueinander aufgenommen. Man kann daher wohl von einer sehr großen A-B Anordnung sprechen. Als Abstand zur Schallquelle wurden Aufnahmen in 6; 8; 12 und etwa 23 Metern Entfernung gemacht.

Als Zusatz wurde noch eine 360 Grad Panorama QuickTime-Sequenz erstellt, welche sich auf der beigelegten CD befindet.

Die Impulsantwort wurde dann mit Hilfe des Altiverb „Pre Processor“ Tools gewandelt, sodass die Impulsantwort in Altiverb ladbar wurde. Das Ergebnis ist ebenfalls auf der DVD zu hören, wobei im Nachklang vor allem bei der Drumdemo teilweise unerwünschte Nachklänge zu Tage treten, die wohl aufgrund der Wandlung von wav Dateien zu Sound Designer2 Dateien passiert sein müssen oder Fehler bei der Aufnahme selbst waren. Insgesamt ist die Klangfarbe des Gewandhauses aber erkennbar und die Aufnahme kann als geglückt angesehen werden.

## **7) Fazit**

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Hallgerät der „wichtigste Signalprozessor im Tonstudio und auf der Bühne“<sup>45</sup> ist. Aber ohne akustische Grundlagen zu kennen, wird die Einstellung eines Halles, gerade im Digitalbereich sehr kompliziert und die meisten Anwender werden auf Preset Einstellungen zurückgreifen. Für jeden ambitionierten Tontechniker oder Livebeschaller ist deshalb die Beschäftigung mit der Materie wichtig. Um mit Hallgeräten gut arbeiten zu können, muss allerdings nicht jedes technische Detail hinterfragt werden, bzw. muss man selbst in der Lage sein Algorithmen zu programmieren.

Verwunderlich ist, dass gute Fachliteratur zum Thema künstliche Hallerzeugung relativ rar vorhanden ist. Gerade im Bereich Hallanwendungen (also z.B. Tiefenstaffelung) gibt es kaum verwertbares Material. Im Internet kursierende „Anleitungen“ sind als Informationsquelle zwar interessant, aber häufig mit unkonkreten Aussagen gefüllt. Die im Anhang genannten Bücher sind trotzdem empfehlenswert, obwohl die Schwerpunkte unterschiedlich gesetzt wurden und deshalb eins der Bücher als Quelle nicht ausreichend ist.

---

45 Görne, Thomas: Tontechnik, 1. Auflage, Hanser Fachbuchverlag 2006, S. 341

## **8) Formelanhang:**

Berechnung des Hallradius:

$$r_H = 0,057 \cdot \Gamma_{st} \sqrt{\frac{V}{T}}$$

Hallradius  $r_H$  in m  
statistischer Richtfaktor der Schallquelle  $\Gamma_{st}$   
Raumvolumen  $V$  in  $m^3$   
Nachhallzeit  $T$  in s

Berechnung des Klarheitsmass:

$$C_{80} = 10 \lg \frac{E_{80}}{E_{\infty} - E_{80}}$$

Klarheitsmass  $C_{80}$   
Schallenergie nach 80 ms  $E_{80}$   
restliche Schallenergie  $E_{\infty}$

Berechnung des Deutlichkeitsmass:

$$C_{50} = 10 \lg \frac{E_{50}}{E_{\infty} - E_{50}}$$

Deutlichkeitsmass  $C_{50}$   
Schallenergie nach 50 ms  $E_{50}$   
restliche Schallenergie  $E_{\infty}$

Berechnung der Nachhallzeit (Sabinsche Nachhallformel):

$$T = \frac{0,163 V}{A}$$

Nachhallzeit  $T$  in s  
Raumvolumen  $V$  in  $m^3$   
Absorptionsvermögen  $A$  in  $m^2$   
(Summe der  $A$  Werte aller Einzelflächen)

## 9) Quellen

- 1) Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1 + 2, 6., verb. Aufl., Saur, München 1997.
- 2) Görne, Thomas: Tontechnik, 1. Auflage, Hanser Fachbuchverlag 2006,
- 3) Henle, Hubert: Das Tonstudio Handbuch, 4., verb. Aufl., Carstensen, München 1998.
- 4) Information zum Federhall, in: <<<http://www.accutronicsreverb.com/history.htm>>>, am 02.01.07.
- 5) Interview mit Wolf Buchleitner, in: <<[www.keys.de/docs\\_d/pub\\_kyw1.shtml](http://www.keys.de/docs_d/pub_kyw1.shtml)>>, am 01.03.07.
- 6) Krogmann, Chris: Keine Angst vorm selber falten, in: SAE Magazin, 2/2005, S. 26-27.
- 7) Meyer, Jürgen: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, 5., verb. Auflage, PPV Medien GmbH 2004.
- 8) Pieper, Frank: Das Effekte Praxisbuch, 1. Auflage, Carstensen 2004.
- 9) Sandmann, Thomas: Effekte und Dynamics, 5. Auflage, PPV Medien GmbH 2003.
- 10) S.Hall, Donald E./ Goebel, Johannes: Musikalische Akustik. Ein Handbuch, Mainz 1997.

### Bildquellen (BQ):

Grafiken und Bilder wurden erstellt von Christian Kühne, ausser:

Bildquelle 1) entnommen aus „Audio Ease- Altiverb“ Faltungshallsoftware

Bildquelle 2) entnommen aus „Audio Ease- Altiverb“ Faltungshallsoftware

Bildquelle 3) in <<[http://www.amazona.de/index.php?page=26&file=2&article\\_id=659](http://www.amazona.de/index.php?page=26&file=2&article_id=659)>>, am 15.02.07

Bildquelle 4) in <<[http://www.tcelectronic.com/media/NonLin2\\_Main\\_big\(1\).jpg](http://www.tcelectronic.com/media/NonLin2_Main_big(1).jpg)>>, am 16.02.07

Bildquelle 5) in <<http://www.sengpielaudio.com/DieAnfangszeitlueckeNaehereindruck.pdf>>, am 02.03.07

Wortanzahl: 12997