

POWERED BY
H O F A
 MEDIA | STUDIOS | TRAINING



WORKSHOP Producers Secrets – Teil 6

Origami – Falte deinen Raum

Seit Beginn des neuen Jahrtausends wurde im Zuge der sich stetig und rasant weiter entwickelnden Rechenleistungen von Computersystemen eine Technologie zur Simulation von Hall und künstlicher Räumlichkeit verfügbar, welche besonders die Arbeit und die klanglichen Möglichkeiten in der Musikproduktion revolutioniert hat. Das Prinzip des Faltungshalls ermöglicht seither die Verwendung des charakteristischen Nachhalls tatsächlich existierender Räume und Umgebungen in einer faszinierend realistischer Klangqualität.

Die historischen Anfangsjahrzehnte der Musikproduktion kannten noch keine Geräte zur künstlichen Hallerzeugung. Räumlichkeit wurde damals noch ausschließlich über den realen Klang der Aufnahmeräume des Studios realisiert. Spezielle Hallkammern und Echochambers, in welche die noch trockenen Audiosignale über Lautsprecher eingespielt wurden lieferten eine nachträgliche Räumlichkeit, die den Spuren nach Belieben hinzugemischt werden konnte. Nach und nach verwendete man für die räumliche Simulation auch metallene Hallplatten (zum Beispiel EMT 140) oder goldbeschichtete Hallfolien (zum Beispiel EMT 250), die Anfang der 70er-Jahre schließlich von den

ersten echten Hallgeräten abgelöst wurden. Diese Geräte nutzten komplizierte – und von den Herstellern wie ein Staatsgeheimnis gehütete – Algorithmen, welche in Verbindung mit aufwändigen Filter- und Delayschaltungen eine äußerst flexible Hallerzeugung ermöglichten. Mit Hilfe dieser zu 100 % errechneten Raumeigenschaften konnten aufgrund der flexibel definierbaren Parameter alle erforderlichen Aufgaben während einer Musikproduktion erfüllt werden. Allerdings waren die so entstandenen jeweiligen Hallsimulationen auch mit noch so komplexen Algorithmen nur annähernd mit einem realistischen Raumverhalten vergleichbar. Die Suche nach mehr Echtheit musste also weitergehen ...

Faltung – ein bekanntes Prinzip aus der Elektrotechnik

Die Technologie der Faltung (engl. Convolution) ist für Nachrichtentechniker ein vergleichsweise „alter Hut“. Das Prinzip, dass man mit Hilfe eines bestimmten, einmal gemessenen Übertragungsverhalten eines Systems (zum Beispiel eines realen Raumes, oder eines Geräts) das Systemverhalten eines beliebigen Signals vorhersagen kann ist bereits seit Jahrzehnten bekannt. Erstellt man von einem realen Raum eine so genannte Impulsantwort (engl. IR=Impulse Response) seines räumlichen Verhaltens, so lässt sich diese wie ein akustischer Fingerabdruck mit jedem anderen Audiosignal verschmelzen. Als



Die Firma Audioease bietet mit dem Altverb ein Plugin, das in vielen verschiedenen Interface-Ansichten eine detaillierte und professionelle Bearbeitung des Faltungsvorgangs ermöglicht.

klangliches Ergebnis erklingt das ursprüngliche Audiosignal plötzlich in der durch die Impulsantwort des Raumes definierten Räumlichkeit. Das Signal scheint wie in diesen realen Raum hineingesetzt, obwohl es eigentlich in Wirklichkeit dort nie erklingen ist – ein Realismus, der ungläubig staunen lässt, fasziniert und überzeugt.

Wie ist das möglich? Zuerst benötigt man die klangliche Signatur, das charakteristische und individuelle Reaktionsverhalten des Raumes auf ein Schallereignis. Hierzu muss der Raum zum Antworten angeregt werden, diese Antwort (Impulsantwort) wird wiederum über eine klassische Mikrofonierung aufgenommen. In

den meisten Fällen kommt hierfür ein möglichst kurzer und lauter Impuls zum Einsatz, idealerweise ein speziell dafür erstellter Dirac-Stoß (benannt nach dem britischen Physiker Paul Maurice Dirac), ein Pistolenschuss, lautes Händeklatschen oder ein Knall eines explodierenden Luftballons. Manchmal nutzt man auch einen Sinus-Sweep durch das gesamte hörbare Frequenzspektrum zwischen 20 Hz und 20 kHz oder ein alle Frequenzen enthaltendes weißes Rauschen. Wichtig ist in jedem Fall, dass der Raum nur ultra-kurz angeregt wird, damit seine charakteristische Echoantwort möglichst ohne den ursprünglichen akustischen Impuls aufgenommen werden kann. Verwendet man einen Sinus-Sweep, so kann der

auf der Aufnahme verbleibende Ton über ein spezielles Verfahren (Deconvolving, in verschiedenen Plugins verfügbar) wieder herausgerechnet werden. Bei den impulshaften Varianten ist ein Deconvolving nicht erforderlich.

Komplexe Berechnung jedes einzelnen Samples

Die so erstellte IR kann nun in einen Player, meist ein spezielles Faltungshall-Plugin geladen werden. Dort wird sie auf jedes einzelne Sample des zu verhallenden Audiosignals „aufgerechnet“. Somit wird tatsächlich jedes einzelne Sample für sich mit der Raumantwort in der jeweiligen Lautstärke „verhallt“ – ein unglaub-

lich rechenintensiver Vorgang, der nur mit sehr leistungsstarken und schnellen Computerchips zu realisieren ist. Tatsächlich wird die Berechnung in den meisten Playern zusätzlich durch bestimmte Reduzierungen, geschickte Verschiebungen und Aufteilungen auf ein erträgliches und praktikables Maß eingeschränkt, um eine Verwendung des Faltungshalls unter sehr geringen Latenzen oder sogar in Echtzeit auch auf mehreren Spuren gleichzeitig zu ermöglichen.

Doch die intensiven Berechnungen zahlen sich klanglich aus. Durch die Faltung kann jedes trockene Audiosignal in jede beliebige, durch eine erstellte IR konservierte Räumlichkeit der Welt gestellt werden. So ist es beispielsweise kein Problem, die Leadvocals einer Produktion mit dem einzigartigen Nachhall des Amsterdamer Concertgebouws oder des indischen Taj Mahals zu versehen. Entsprechende Impulsantworten sind in allen Playern oder über das Internet in großer Anzahl verfügbar. Das Angebot reicht von den berühmten Konzertsälen, Kirchen, Kathedralen oder Opernhäuser dieser Erde über unzählige Aufnahmeräume renommierter Tonstudios bis hin zu sehr ungewöhnlichen Umgebungen und Räumlichkeiten. Es ist nämlich durchaus möglich, auch sehr unkonventionelle Räume als Ausgangspunkt für die Erstellung von Impulsantworten zu wählen. Vielleicht liefert der eigene Kellerraum, ein Kleiderschrank oder das



Der SIR2 von Christian Knufinke ist ein sehr gutes Faltungs-Plugin zu einem fairen Preis und stellt alle wichtigen Bearbeitungsmöglichkeiten uneingeschränkt zur Verfügung.



Auch der renommierte Plugin-Hersteller Waves hat ein leistungsstarkes Faltungs-Plugin im Programm: Der IR-L hält alle notwendigen Features in seinem Interface bereit.

Innere eines Autos eine für die Musikproduktion perfekte oder effektvolle Räumlichkeit. Nicht selten wird das Impulsverhalten kleiner Schachteln oder Dosen abgefaltet, um möglichst originelle Raumeffekte zu erzielen. All diese IRs ermöglichen eine nahezu perfekte und realistische Simulation der tatsächlichen Umgebung.

Ein weiterer großer Schwachpunkt der Faltungstechnik und deren Verwendung für das Verhalten von Audiosignalen ist das Problem der statischen räumlichen Zuordnung. Beim Erstellen der Impulsantwort nutzt man eine bestimmte festgelegte Position im abzufaltenden Raum. Der Abstand zu Wänden und Decken,

» Durch die Faltung kann jedes trockene Audiosignal in jede Räumlichkeit der Welt gestellt werden.«

Vor- und Nachteile des klanglichen Realismus

Auch wenn die unglaublich realistische Simulation von Hallräumen, die durch das Prinzip der Faltungstechnik verfügbar wurde faszinierende Klangeigenschaften ermöglichte, gab und gibt es nach wie vor gute Argumente für den Einsatz konventioneller algorithmischer Hallgeräte oder Plugins. Die Berechnung aller für den Nachhall relevanten Parameter auf der Basis komplexer Gleichungen ermöglicht eine vollkommen flexible und frei definierbare Gestaltung der künstlichen Räumlichkeit. Nutzt man eine bestimmte Impulsantwort eines echten Raumes, so wird das damit verhaltete Ergebnis immer nach eben genau diesem Raum klingen, auch wenn man in den verschiedenen Playern einige Parameter durch Filter oder Hüllkurven noch etwas verändern kann. Durch die Auswahl der IR legt man den Klang des Halls letztlich weitestgehend fest, beim Einsatz eines algorithmischen Reverbs hat man zu jedem Zeitpunkt alle Bearbeitungsmöglichkeiten. Längeres oder kürzeres Pre-Delay, dumpfere oder hellere Nachhallphase, dichteres oder transparenteres Reflexionsmuster – all dies kann beim Hallalgorithmus frei gewählt werden. Darüber hinaus können so auch „sehr irreale“ und ungewöhnliche Räumlichkeiten erschaffen werden, die es so im wirklich Leben überhaupt nicht gibt oder geben kann.

ebenso wie die eigentliche Größe des Raumes und die genaue Positionierung des Mikrofons definieren den unveränderlichen Eindruck der Parameter Nähe, Größe, Weite und Dimension. Letztlich dürfte man diese Impulsantwort also ausschließlich auf Signale mit eben genau diesen Eigenschaften anwenden. Dies ist allerdings nur in sehr seltenen Fällen der Fall. Auch aus diesem Grund stellt die Flexibilität der algorithmischen Reverbs einen unbedingten Vorteil für die Anforderungen im Rahmen einer Musikproduktion dar, da hier die einzelnen Signale oft über genau diese Parameter nachträglich im virtuellen Raum platziert werden können.

Auch Faltung liefert kein perfektes Ergebnis

Die Qualität des klanglichen Ergebnisses einer durch Faltung realisierten Verhallung eines Audiosignals hängt maßgeblich von der Hochwertigkeit der verwendeten Impulsantwort ab. Leider liegt bereits hierin ein prinzipielles Problem, denn einen perfekten Impuls gibt es in diesem Sinne eigentlich nicht. Ein perfekter Impuls kommt in der Realität strenggenommen nicht vor, da er als ein unendlich kurzes und unendlich lautes Signal definiert ist. Deshalb stellt jede Form von verwendetem Impuls, ob nun DIRAC-Stoß, Luftballon-Knall, Sinus-Sweep oder

SOUNDCHECK Wissen

Hohes Datenaufkommen

Ein bei einer Samplerate von 44.1 kHz digitalisiertes Audiosignal wird in einer Sekunde 44.100 mal abgetastet, wobei genauso viele Sampleschritte entstehen. Jedes einzelne Sample für sich genommen klingt dabei wie ein ultrakurzer Knack-Impuls. Würde man diesen in einem Raum abspielen oder hören, so würde der Raum in der gleichen Art und Weise klanglich angeregt, wie bei der Erstellung einer Impulsantwort mit Hilfe eines Dirac-Stoßes, eines Luftballon-Knalls oder eines Pistolenschusses. Demnach würde sich ein Audiosignal in diesem Raum aus 44.100 Impulsantworten unterschiedlicher Lautstärken zusammensetzen. Bei der Faltung wird genau dieser Vorgang mit Hilfe der einmal erstellten Impulsantwort simuliert. Jedes der 44.100 Samples wird schließlich rechnerisch mit der charakteristischen Impulsantwort verschmolzen. Da bei diesem Vorgang große Datenmengen und umfangreiche Berechnungen anfallen, nutzen die verschiedenen Faltungs-Plugins effiziente Verfahren zur deren Reduzierung.



Künstlich klingende aber auch reale Räume sind möglich: Professionelle Algorithmus-Hallgeräte bieten vielfältige Bearbeitungsmöglichkeiten der einzelnen Hall-Parameter.

weißes Rauschen bereits einen erheblichen physikalischen Kompromiss dar. Darüber hinaus treten bei der Erstellung der IR zusätzlich behindernde Einflüsse auf, die alle letztlich zu einer Verschlechterung der Qualität der Impulsantwort beitragen. Hierzu zählen normale störende Umgebungsgerausche ebenso wie beispielsweise Verzerrungen, Rauschen oder anderweitige klangliche Unzulänglichkeiten im Übertragungsweg bei Mikrofonen, Vorverstärkern, Kabeln oder Aufnahmesystemen. Nur mit größter Sorgfalt, Erfahrung und unter Einsatz von hochwertigsten Geräte-Komponenten während der Aufnahme können diese Schwierigkeiten auf ein Minimum begrenzt werden, um somit eine möglichst gute Impulsantwort erstellen zu können.

Wie faltet man seinen eigenen Raum?

Hat man sich einmal für eine der möglichen Arten, den Raum zum „Antworten“ anzuregen entschieden, so sorgt man zuerst dafür, dass das jeweilige Signal unbeeinflusst und in bester Qualität im Raum abgespielt und wiedergegeben werden kann. Dies kann beispielsweise durch ein gutes Fullrange-Boxensystem, das im Raum an der akustisch besten oder charakteristischsten Position aufgestellt wird gewährleistet werden. Die Lautstärke des verwendeten Impulses muss natürlich entsprechend hoch sein, damit der Raum auch angemessen „antworten“ kann und somit seine individuelle Signatur offenbart. Die Antwort wird in der Regel über ein hochwertiges und transparent klingendes Stereo-Mikrofon-Paar in großer AB-Anordnung abgenommen und gelangt so über

möglichst neutral klingende Vorverstärker auf eine Spur der DAW. Hat man mit einem Sinus-Sweep gearbeitet muss die so entstandene Aufnahme noch über ein entsprechendes Plugin deconvoluted, also vom Original-Sound des Sweeps gereinigt werden. Bei kurzen Stößen ist diese Prozedur nicht erforderlich, diese können sofort in einen entsprechenden IR-Player geladen und verwendet werden. Bei der Aufnahme ist selbstverständlich darauf zu achten, dass keine Störgeräusche aus der Umgebung, Rauschen von Geräten, Mikrofonen oder Vorverstärkern die Impulsantwort verschmutzen. Diese Prozedur lässt sich wie bereits erwähnt theoretisch auf alle möglichen und denkbaren Umgebungen, Räumlichkeiten, Hohlräume, ja sogar auf Hardware-Geräte anwenden. Besonders klassische Hallgeräte oder EQs lassen sich auf diese Weise „abfalten“, aber eben auch genauso gut Waldlichtungen, Mülleimer, Strassenschluchten usw. Der eigenen Fantasie sind hierbei keine Grenzen gesetzt.

Wann Faltung – wann klassisches Hallgerät?

Bleibt die Frage, in welcher Situation man sich während einer Produktion für welches Gerät für die angestrebte räumliche Simulation entscheidet. Generell kann man sagen, dass die Verwendung eines Faltungshalls immer dann eine gute Wahl darstellt, wenn man für die Produktion besonders wichtige und „prominente“ Signale verhallen möchte. Eine Leadstimme nehmen wir besonders deutlich, bewusst und deshalb auch kritisch wahr. Hier erwarten wir eine möglichst hochwertige und realistische Raumsimulation. Ebenso für die nachträgliche Simulation von bei der Aufnahme nicht vorhandenen großen Drum-Räumen bietet sich ein gut klingender Faltungshall eines echten Raumes sehr gut an. Eine weitere sinnvolle Anwendung ist darüber hinaus die Verwendung während der Nachvertonung von Film- oder Hörspielmaterial in einer Post-Production-Situation.

Für alle Situationen und Signale, in denen ein Reverb eher im Hintergrund der Wahrnehmung stattfinden wird, oder wo man sehr auf die flexible Handhabung der einzelnen Parameter angewiesen ist bietet sich die Verwendung eines guten algorithmischen Halls an. Man darf bei aller Faszination für die klangliche Güte, welche die Faltungs-Technologie verfügbar macht nicht vergessen, dass sehr realistische und revolutionäre Produktionen mit ausschließlich algorithmischen Hallgeräten erstellt wurden. Faltung ist so gesehen eine Bereicherung der bestehenden Möglichkeiten räumlicher Simulation und macht eine nahezu perfekte Abbildung realer Räume und Umgebungen möglich. Experimentiert bei Euren Produktionen am besten selbst mit beiden Technologien und findet so nach und nach die für eure eigenen musikalischen Zwecke geeignete Arbeitsweise und Verwendung.

✘ Norman Garschke

WORKSHOP Autor: Norman Garschke



Die HOFA-Studios zählen seit über 20 Jahren zu den größten und beliebtesten professionellen Tonstudios in Deutschland und bieten mit HOFA-Training ein staatlich zertifiziertes, modulares Ausbildungskonzept im Audio-Bereich an. HOFA-Audio-Engineer Norman Garschke ist erfahrener Produzent, Musiker und Autor des Fernkurses HOFA-Training BASIX.