

# **Museales Audiodesign**

**Klanggestaltung für das neue BMW Museum in München**

**Bachelorarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien**

**Fachhochschule Stuttgart**

**Hochschule der Medien**

**Vorgelegt von:**

**Peter Hanner**

**Matr.Nr. 16516**

**1. Prüfer: Prof. Oliver Curdt**

**2. Prüfer: Daniel Dettwiler**

**München, den 29.08.2008**

## **Erklärung**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig angefertigt habe. Sämtliche Quellen sind im Text gekennzeichnet und im Anhang gesondert aufgelistet. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches gekennzeichnet.

*Diese Bachelorarbeit beruht auf den Erfahrungen die ich im Rahmen meiner Tätigkeit bei der Firma "Idee und Klang" erarbeitet habe. "Idee und Klang" ist ein arriviertes Schweizer Audiodesign Studio. Für Museen, Galerien, Showrooms oder Events konzipiert, komponiert und produziert das Unternehmen Klanginstallationen.*

*Für das neue BMW Museum in München übernahm "Idee und Klang" das gesamte Audiodesign. Die Erfahrungen dieser Tätigkeit und die daraus resultierenden Ergebnisse sind in dieser Bachelorarbeit beschrieben.*

---

1. Einleitung .....	3
1.1 Keine Kompromisse beim Sound.....	4
2. Audiodesign für das BMW Museum .....	5
2.1 Konzeptionsphase und Zielsetzung.....	6
2.2 Das Klangkonzept .....	7
2.2.1 Die Markenwerte .....	7
2.2.2 Die Instrumente und ihre Bearbeitung .....	8
2.2.3 Die akustische Corporate Identity des Museum.....	9
2.3 Das Raumkonzept .....	9
2.3.1 Die räumliche Realisation .....	10
2.4 Die Dramaturgie.....	10
2.5 Die Assoziationen .....	10
2.6 Die Psychoakustik.....	11
2.7 Die Wirkung der Klänge .....	11
2.7.1 Die Tonart.....	11
2.7.2 Die Klangfarbe .....	12
2.7.3 Die Stimmung.....	12
3. Das Acousmonium .....	13
3.1 Das AROS III © Soundsystem.....	15
3.2 Lautsprecher im Acousmonium .....	15
3.2.1 Die Anzahl der Lautsprecher.....	15
3.2.2 Die Art und Größe der Lautsprecher .....	16
3.2.3 Die Platzierung und Ausrichtung der Lautsprecher .....	16
3.2.4 Die Qualität der Lautsprecher .....	16
3.3 Die besonderen Eigenschaften des Acousmoniums.....	16
3.3.1 Die Raumgeometrie.....	17
4. Das BMW Museum.....	18
4.1 Museumsarchitektur .....	18
4.2 Das BMW Museum in Zahlen .....	19
4.3 Einsatzformen von Medien im Museum .....	19
4.4 Museumsräume .....	20
4.4.1 BMW Platz .....	22
4.4.2 Inspiration.....	24
4.4.3 Design Atelier.....	25
4.4.4 Design Schatzkammer .....	26
4.4.5 Unternehmensgeschichte.....	27
4.4.6 Unternehmensskulptur.....	28
4.4.7 Aerodynamik .....	29
4.4.8 Motorsport, BMW 328 .....	30

---

4.4.9 Motorsport, Tourenwagen .....	31
4.4.10 Baureihen, M-Story .....	33
4.4.11 Begegnungen, Marke im Spiegel der Zeit.....	34
4.4.12 Visuelle Sinfonie .....	35
5. Die Umsetzung.....	37
5.1 Die Komposition .....	37
5.1.1 Kompositionswerkzeuge .....	38
5.1.2 MIDI.....	39
5.1.3 Aufnahme von Instrumenten.....	39
5.1.4 Vorgehensweise bei einer Komposition.....	39
5.2 Die Mischung.....	41
5.2.1 Vorgehensweise einer akusmatischen Mischung.....	41
5.3 Die Klangbearbeitung .....	43
5.3.1 Equalizing.....	43
5.3.2 Filter .....	44
5.3.3 Kompressoren.....	45
5.3.4 Effekte .....	45
5.4 Mastering.....	47
6. Die Arbeit im Museum.....	48
6.1 Arbeitsablauf.....	48
7. Die Hardware .....	52
7.1 Zuspierer.....	52
7.2 Audioprozessoren.....	52
7.3 Wandler .....	53
7.4 Lautsprecher.....	53
7.4.1 Filter für Lautsprecher.....	57
8. Audio im Museum.....	58
8.1 Routing / Pro Tools Setup .....	58
8.2 Bouncen der Audiofiles.....	60
8.3 Audio-Signalwege.....	61
8.4 Pegel.....	65
9. Kunstkopfaufnahme .....	66
10. CD Verzeichnis .....	68
11. Literaturverzeichnis.....	69
11.1 Verwendete Literatur.....	69
11.2 Internetquellen.....	70
12. Danksagung.....	71

Anhang: CD – Kunstkopfaufnahmen der Kompositionen + Stereomixes der Kompositionen

# 1. Einleitung

Audiodesign ist die kreative und gestalterische Arbeit mit akustischen Elementen, welche das Ausschöpfen aller Möglichkeiten von Klängen und Geräuschen beinhaltet. Musikalische Kompositionen, Sprache und Soundeffekte sowie schon vorhandene Tonaufnahmen, die geschnitten und neu zusammengesetzt werden, kommen dabei zum Einsatz. Der kreative Umgang mit diesen Klangelementen ist dabei von enormer Bedeutung. Je nach Anwendungsgebiet wird Audiodesign in Bezug auf das zu präsentierende Produkt angewendet.

Oft werden Bezeichnungen wie Sounddesign, Klanggestaltung oder Akustikdesign eingesetzt, die jedoch je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Bedeutungen haben können.

Am häufigsten hört man den Begriff "Sounddesign" bei der Postproduktion von Spielfilmen. Darunter versteht man die gestalterische Arbeit mit allen akustischen Elementen mit Ausnahme der Musik. Ein Sounddesign beim Film wirkt ergänzend zur Musik und zum Bild. Geräusche und Atmosphären werden dabei auf spezielle Weise bearbeitet. Klänge, die bei der Originalaufnahme nicht zur Geltung kommen oder nicht die gewünschte Klanglichkeit mit sich bringen, werden neu aufgenommen oder komplett durch selbst gefertigte Sounds ersetzt. Oft wird dabei auf Datenbestände mit einer Auswahl unzähliger Sounds zurückgegriffen. Die Arbeit des Sounddesigners beim Film ist in der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Jedoch spiegelt ein Sounddesign beim Film nur ein spezifisches Anwendungsgebiet einer Klanggestaltung wieder.

Die vielschichtigen Möglichkeiten sind dabei noch lange nicht ausgeschöpft und in vielen anderen Bereichen anwendbar. Nicht nur für TV, Video und Radio ist Audiodesign von erheblicher Bedeutung. Auch für Events, Ausstellungen oder in Zukunft evtl. auch für Wohnhäuser ist Audiodesign mittlerweile ein Thema das nicht vernachlässigt werden sollte. In dieser Arbeit werde ich mich einem noch kaum erforschten Bereich dieses Arbeitsfeldes widmen, nämlich der Klanggestaltung für ein Museum.

Die Begriffe Audiodesign und Klanggestaltung werden folgend nicht auf den alleinigen Umgang mit akustischen Elementen reduziert, vielmehr sehe ich darin das gesamte Audioerscheinungsbild einer kompletten Produktion.

## 1.1 Keine Kompromisse beim Sound

*Ein Audiodesign für ein Museum zu kreieren ist sehr anspruchsvoll und wurde unseres Wissens selten gut umgesetzt. Oft wird Sound lediglich auf das Verbreiten von Informationen reduziert, die optisch nicht zu vermitteln sind. Ein Museumsbesucher möchte aber nicht nur informiert, sondern vielmehr emotional bewegt und verzaubert werden. Im Falle eines Auto Museums soll er zudem auch von den Werten der Marke überzeugt werden.*

(Quelle: Idee und Klang – BMW Konzept)

Im BMW Museum werden Informationen nicht durch den alleinigen Einsatz visueller Medien vermittelt, sondern durch eine zusätzliche auditive Gestaltung. Dies wird durch die Verknüpfung unserer Sinnesorgane verwirklicht. Das Auge und das Ohr sind dabei die wichtigsten Sinnesorgane. Während bei der visuellen Planung und Umsetzung in der Regel keinerlei Kompromisse gemacht werden und man sich der Wichtigkeit dieser Gebiete voll und ganz bewusst ist, wird der Hörsinn oft drastisch vernachlässigt. Dadurch wird der Besucher niemals vollständig emotional erreicht werden.

Dies liegt vor allem daran, dass der Mensch seine Umgebung hauptsächlich visuell und den auditiven Teil oft nur unterbewusst wahrnimmt. Das Hauptaugenmerk der gestalterischen Entscheidung liegt heute eindeutig im visuellen Bereich. Ohne dass wir uns dagegen wehren können hat aber die auditive Wahrnehmung einen enormen Einfluss auf den Menschen. Geräusche und Musik steuern unser vegetatives Nervensystem und nehmen so Einfluss auf Atmung und Blutdruck. Außerdem können Geräusche Emotionen verstärken. Eine kleines Beispiel hierfür sind Filmszenen, wie Sie jeder schon einmal gesehen hat.

Eine friedliche Kleinstadtidylle ist zu sehen, unterbewusst fühlt sich der Betrachter wohl und denkt an nichts Schlimmes. Durch eine diesem Gefühlszustand entsprechende Klanggestaltung kann dieser Eindruck sogar noch verstärkt werden. Dieselbe Umgebung kann durch den Einsatz von bedrohlichen Geräuschen aber plötzlich angsteinflößend wirken und so die visuelle Wahrnehmung täuschen. Über die Beziehung zwischen Bild und Ton wird aus visueller Sicht leider oft wenig nachgedacht. Der Umgang mit Geräuschen und Musik ist deshalb für die Arbeit eines Audiodesigners ein wichtiges Gestaltungsmittel wenn es darum geht, bestimmte Emotionen durch eine bestimmte Klanglichkeit hervorzurufen. Er sollte verantwortungsvoll mit diesen Beziehungen umgehen.

## 2. Audiodesign für das BMW Museum

Design ist heutzutage eine der wichtigsten Komponenten bei der Konzeption und beim Bau von Museen. Die Vermittlung von Inhalten und Informationen wird zunehmend über Architektur, Lichtgestaltung und Medien transportiert. Soundmedien sind dabei meist immer noch lediglich ein Ersatz für optisch schwer übertragbare Informationen oder unterstützendes Nebenmedium. Im BMW Museum ist der Einsatz von Soundmedien alles andere als Nebensache und kommt darin gezielt zum Einsatz.

Mit einer ausgereiften, raumorchestrierten Audio-Inszenierung hebt sich das neue BMW Museum deutlich von anderen Museen ab und trägt dazu bei, die Faszination der Marke BMW in den Mittelpunkt zu stellen. Die Klanglichkeit harmoniert mit dem Medienkonzept zusammen und ergibt mit den Fahrzeugen und der Architektur eine bisher nicht gekannte Ausstellungskomposition. Durch das einzigartige Klangkonzept werden die Werte "Freude", "Kultiviertheit" und "Dynamik" auch klanglich umgesetzt. Das dazu passende Klangmaterial besteht hauptsächlich aus Flügel- und Celloklängen, die elektronisch bearbeitet werden. Diese reduzierte, aber doch sehr dynamische und charakteristische Klanglichkeit repräsentiert auf authentische Weise die Marke BMW.

Durch das von "Idee und Klang" entworfene akusmatische Raumkonzept wird zusätzlich die Innovationskraft und Zukunftsorientierung von BMW zum Ausdruck gebracht. Dieses Raumkonzept unterscheidet sich grundlegend von einem Standard Surroundsystem und besticht durch eine maximale räumliche Tiefe und der Möglichkeit der Raumorchestrierung. Zudem harmoniert es perfekt mit der Architektur des Museums und lässt eine völlig neue räumliche Narration des Museums entstehen. Durch die Verbindung des einzigartigen Klangkonzeptes mit dem akusmatischen Raumkonzept entwickelt das Museum eine eigenständige Klanglichkeit, die ohne sich aufzudrängen, eine extrem emotionale Wirkung erzielt. Ein derartiges Konzept für ein Museum ist einzigartig und meines Wissens noch nie zur Anwendung gekommen.

## 2.1 Konzeptionsphase und Zielsetzung

Um an solch einem Projekt nicht den Überblick zu verlieren, bedarf es einer klaren Konzeption und Zielsetzung, bei der es viele Fragen zu klären gibt. Im Mittelpunkt steht dabei die auditive Gestaltung und deren Umsetzung.

### Was kann auditive Gestaltung leisten?

Schall ist ein unmittelbarer Reiz. Als Ton oder Geräusch vermittelt er Informationen über Schallerzeuger und Schallträger. Er gibt Auskunft über Größe, Gewicht und Dichte und dient zur Orientierung im Raum. Informationen über Entfernung und Position des Schallerzeugers sind somit durch ein Schallereignis gegeben.

Sprache bezeichnet die wichtigste Kommunikationsform des Menschen. Sprache vermittelt Informationen und Emotionen. Als Informationsträger im BMW Museum ist Sprache für die auditive Gestaltung von sehr großer Bedeutung.

Musik gibt Auskunft über Stimmungen, Geographie und Historie. Aufgrund ihrer kommunikativen Funktion bezeichnet man Musik auch als eine universelle Sprache. Musik schafft Verbindungen zu anderen Künsten und erfährt auch neue Impulse aus ihnen. Aus der Psychologie ist bekannt, dass Musik Emotionen transportiert und Emotionen verändert.

Geräusche können nicht eindeutig als Ton oder Klang bezeichnet werden. Hörempfindungen gehören zu unserem alltäglichen Leben. Es umgibt uns stets ein gewisser Geräuschpegel. Im Museum werden Geräusche in Form von Soundeffekten zur auditiven Gestaltung eingesetzt.

Im Ausstellungsbereich des neuen BMW Museums dienen Musik, Sprache sowie Geräusche der auditiven Gestaltung. Eine entsprechende Vorbereitungszeit um diverse Fragen zu klären ist daher unabdingbar.

- wie wird Audiodesign für ein Museum sehr gut umgesetzt ?
- was erwartet den Besucher Im BMW Museum ?
- wie wird die Klanglichkeit der Marke BMW umgesetzt ?
- welche Klänge kommen zum Einsatz ?
- wie werden Raum und Klang harmonieren ?

All diese Fragen müssen behandelt und letztendlich in die Umsetzung mit einbezogen werden. Im Folgenden werde ich nun die Zielsetzungen und Vorstellungen bezüglich "Audiodesign für das BMW Museum" erläutern.

## 2.2 Das Klangkonzept

*Die auditive Gestaltung des BMW Museums soll dazu beitragen, dass die Besucher verzaubert und magisch angezogen werden. Sie sollen in den Räumen verweilen, weil sie gerne dort sind und sich gut aufgehoben fühlen. Die gesamte Umsetzung soll eine subtile eigene Note aufweisen, das Neue BMW Museum soll seine eigene, spezifische Klang-Charakteristik entwickeln und kultivieren.*

Auszug aus dem Konzept von "Idee und Klang" - Vorgabe an die auditive Gestaltung

Für jeden Raum gilt es, passende Klanginstallationen zu komponieren. Klanginstallationen sind Audioinszenierungen, bei denen Klangbilder im Vordergrund stehen. Wichtig sind Tonart, Klangfarbe und Stimmung der Kompositionen. Klanginstallationen entfalten ihre Wirkung somit auch nur in einem bestimmten Raum, für welchen sie konzipiert werden. Der Raum wird so zum Instrument auf dem gespielt wird.

### 2.2.1 Die Markenwerte

Der Klang des BMW Museums unterstützt die Ansprüche von BMW an die mediale Umsetzung auch über den Gehörsinn. Die von BMW ausgegebenen Werte "Freude", "Kultiviertheit" und "Dynamik" sind auch im Klang hörbar. Für das Sounddesign des BMW Museums ist eine gewisse Schlichtheit unerlässlich. Eine Audioinszenierung darf niemals vom eigentlichen Thema ablenken, nämlich den im Museum ausgestellten Exponaten und deren Geschichte. Der Besucher soll den Klang nur unterbewusst wahrnehmen. Um eine subtile, eigene Klangcharakteristik zu erreichen und den Besucher emotional zu bewegen, ist dies besonders zu beachten. Oft wird vergessen, dass man im Gegensatz zu den Augen die Ohren nicht schliessen und auch nicht weghören kann. Nichts ist schlimmer, als wenn man von einer Klanglichkeit genervt wird. Kultiviertheit und Innovation sind klanglich nicht einfach zu vereinen. Für Kultiviertheit stehen eher klassische Instrumente, für Innovation und Dynamik eher elektronische Klänge.

## 2.2.2 Die Instrumente und ihre Bearbeitung

Für das BMW Museum wurde hauptsächlich mit zwei Instrumenten gearbeitet. Von “Idee und Klang“ wurden dafür die Instrumente Flügel und Cello ausgewählt da diese besonders gut zu den Markenwerten von BMW passen. Aus diesen Instrumenten können unterschiedlichste Klänge gewonnen werden. Diese Klänge werden elektronisch bearbeitet und dienen als Instrumentarium für ein Sounddesign, das sowohl innovativ als auch kultiviert ist. Dadurch entsteht eine einzigartige und schlichte Klanglichkeit die zeitlos, aber trotzdem zukunftsorientiert ist.

Sowohl Flügel als auch Cello können wunderschöne harmonische Klänge erzeugen. Wenn die Instrumente aber entsprechend präpariert und gespielt werden entstehen Klänge, die nicht mehr eindeutig diesen Instrumenten zuzuordnen sind. Zum Beispiel klingt eine gestrichene Flügelseite aufgrund des fehlenden Anschlags nicht mehr nach einem Flügel, trotzdem ist aber die einzigartige Ästhetik und Grösse des Flügels immer noch im Klang enthalten. Ein weiteres Beispiel: Ein Cello, das perkussiv angeschlagen wird, klingt plötzlich wie ein nie gehörtes Perkussionsinstrument, das aber immer noch die Eigenständigkeit und Anmut eines Cello besitzt. Durch gezielte Elektronik ergibt sich nochmals ein grösseres Spektrum an Klängen. Aus nur zwei Instrumenten lässt sich so eine Vielzahl von Klangmöglichkeiten gewinnen.

Die Kompositionen wurden zum Teil mit Samples dieser Instrumente vorproduziert um einen ersten Klangeindruck zu bekommen. Die Umsetzung erfolgte anfangs hauptsächlich über eine MIDI-Steuerung. Über das Thema MIDI werde ich in Kapitel “5.2.2. – MIDI“ noch ausführlicher eingehen. Ein Originalinstrument ist damit leider nicht zu ersetzen und so wurden die von “Idee und Klang“ entworfenen Kompositionen von speziell ausgesuchten Musikern aufgenommen.

*Das Wesentliche war die Auswahl adäquater Musiker, denn ein klassischer Meisterpianist ist nicht zwingend ein Meister wenn es darum geht, ausgefallene Klänge auf einem Flügel zu spielen.*

(Quelle: Idee und Klang – Presstext)

Auf der Suche nach einem geeigneten Cellisten hat "Idee und Klang" extra den Cellisten Kirk Starkey aus Kanada einfliegen lassen, der zusammen mit dem Schweizer Cellisten Stefan Baumann die gewünschten Klänge einspielte.

In speziellen Fällen wurden zusätzlich noch Beats eingesetzt um den verschiedenen Anforderungen gerecht zu werden und um gegebenenfalls mehr Dynamik und Abwechslung zu erzeugen. Diese wurden teilweise auch aus Piano- oder Celloklängen gewonnen. Richtig geschnitten und klanglich bearbeitet, können diese als Beat- und Percussionsounds eingesetzt werden.

### **2.2.3 Die akustische Corporate Identity des Museum**

Ein in sich stimmiges Klangkonzept in Form von einem Corporate Sound führt durch das ganze Museum. Dennoch weisen die unterschiedlichen Räume, je nach Thema, auch unterschiedliche Klangstrukturen auf. Dies reicht von sehr dramatischer und orchestraler Musik bis hin zu sehr reduzierten, sphärischen Klängen. Dank der definierten Klanglichkeit ist unbewusst immer ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Musiken wahrnehmbar.

## **2.3 Das Raumkonzept**

*Der Raum und die Architektur müssen als kompositorische Elemente in die Realisation mit einbezogen werden. Der Raum wird gewissermaßen das Instrument, auf dem die Musik spielt.*

Auszug aus dem Konzept von "Idee und Klang" - Vorgabe an die räumliche Gestaltung

Neben dem Klangkonzept ist in einem Museum das klangliche Raumkonzept von entscheidender Bedeutung, das leider selten bedacht wird. Räume, bei denen bei der architektonischen und visuellen Gestaltung auf Besonderheit und Einmaligkeit geachtet worden ist, verdienen auch ein einmaliges klangliches Raumkonzept. Das Ziel des Raumkonzeptes ist es, den Raum selbst zum Klingen zu bringen um ihn so in die Komposition mit einzubeziehen.

### 2.3.1 Die räumliche Realisation

Bei diesem Raumkonzept ist der Klang im Raum wie die Saite im Flügel. Das eine kann ohne das andere nicht existieren. Die Klanglichkeit ist so gestaltet, dass sie auf die jeweiligen Räume maßgeschneidert ist. Jede Klangkomposition kann nur in dem für sie bestimmten Raum klingen. Der Raum wird so zum Musikinstrument beziehungsweise zum Klangkörper. Diese Art räumlicher Gestaltung und die damit verbundenen Hörbedingungen nennt man "*Akusmatik*"<sup>1</sup>. Weil der Raum selbst zum Instrument wird, erhält das Audiodesign eine zusätzliche Dimension. Ein paar kreisende Sounds aus einem erweiterten Surround Setup reichen nicht aus, um ein räumliches Erlebnis zu kreieren. Solche Effekte sind bestenfalls das erste Mal interessant, werden dann aber schnell redundant oder fangen sogar zu stören an.

In dem der Parameter "Räumlichkeit" in die Komposition mit einbezogen wird, werden zusätzliche Klangräume geschaffen. Die Geometrie eines Raumes wird ebenfalls genutzt, um Reflexionen oder Resonanzen zu erzeugen. Die Klänge scheinen im Raum zu schweben und mit ihm und den Besuchern zu interagieren. Dabei wird man aber nie von Klängen abgelenkt, denn die Absicht ist keinesfalls wild umherzischende Sounds oder ähnliche triviale Spielereien zu erzeugen, sondern den Raum musikalisch auszunutzen um verschiedene Klangräume und Klangstrukturen zu schaffen.

## 2.4 Die Dramaturgie

Im BMW Museum ist der Weg, den der Besucher geht, mehr oder weniger gegeben. Somit kann bei der Tonartenwahl und der Stimmung der Musik zusätzlich darauf geachtet werden, dass eine subtile Dramaturgie entsteht, so dass diese Stimmungen der Gesamtdramaturgie folgen. Auch kann man durch geschickte Manipulation der Stimmungen und Klangfarben die Besucher zum Bleiben, oder wenn gewünscht, zum Weitergehen anregen.

## 2.5 Die Assoziationen

Was man zu einer Klanglichkeit oder zu einzelnen Sounds assoziiert, entscheidet zu einem großen Teil das derzeitige Befinden. Ob man sich in einem Raum wohl fühlt oder nicht ist dabei ein wichtiger Faktor. Diese Assoziationen können sowohl persönlich sein, sind aber vor allem von der Gesellschaft und der Kultur, in der eine Gesellschaft lebt, geprägt. Gerade die

---

<sup>1</sup> Akusmatik: Bezeichnung von speziellen Hörbedingungen

Audiodesigner müssen darauf Rücksicht nehmen und Geräusche und Klänge so designen, dass keine negativen Assoziationen entstehen.

## **2.6 Die Psychoakustik**

Wer sich mit der neurologischen Auswertung von Klängen auskennt, kann sich dies auch als weiteres Gestaltungsmittel zu Nutze machen. Analog zur visuellen Welt, bei der optische Täuschungen existieren, gibt es im auditiven Bereich auch akustische Täuschungen. Zum Beispiel können Klänge erzeugt werden, die ständig in der Tonhöhe sinken ohne unten anzukommen. Des Weiteren lassen sich Klänge kreieren, die aufgrund ihres Obertonspektrums nicht ortbar sind, d.h. es kann nicht festgestellt werden aus welcher Richtung der Klang kommt.

## **2.7 Die Wirkung der Klänge**

Klänge wecken Emotionen, lösen Assoziationen aus und wirken unbewusst auf die Gefühlswelt des Besuchers. Kennt man sich mit der Wirkung von Klängen aus, lässt sich dies zur Klanggestaltung einsetzen. Demnach kann schon in der Kompositionsphase auf die gewünschte Klanglichkeit und die damit hervorgerufenen Emotionen eingegangen werden. Folgende Aspekte werden unter anderem bei der Gestaltung von Klängen mit berücksichtigt.

### **2.7.1 Die Tonart**

Die Tonart ist in der tonalen Musik eine Stufenfolge von Tönen, die auf einem gegebenen Grundton aufgebaut ist. Die Tonart bestimmt somit eine Untermenge von Tönen aus der Obermenge der chromatischen Tonleiter. (Quelle: Wikipedia – Tonart)

Jede Tonart weckt andere Emotionen. Die großen klassischen Werke sind immer in der Tonart komponiert, die dem Stück eine passende emotionale Tiefe verleiht. Auch muss die Tonart so gewählt werden, dass sie zu der jeweiligen Stimmung im Raum passt.

## 2.7.2 Die Klangfarbe

Es gibt einige wenige Menschen, die ein absolutes Farben-Gehör haben. Zu C assoziieren sie z.B. immer blau oder zu E immer gelb. Auch Menschen die kein solches Gehör haben, assoziieren unbewusst dieselben Farben. Deshalb ist unbedingt darauf zu achten, dass die assoziierte Farbe der Musik zu der Farbgebung im Raum passt. Ist die Klang-Farbe komplementär zur Raum-Farbe, so wird man sich in dem Raum nicht wohl fühlen. Das "Idee und Klang" Team bindet dies ebenfalls mit in die Klanggestaltung ein.

## 2.7.3 Die Stimmung

In der abendländischen Kultur herrscht die wohltemperierte Stimmung im Bereich zwischen 438 und 444 Herz vor. Verschiebt man die Skala um nur einen viertel Ton, so erklingt zwar die gleiche Musik, aber sie wird auf den Besucher frischer und neuartig wirken, denn das Gehirn hat entsprechende Schwingungen in den meisten Fällen noch nie zuvor entschlüsselt. Eine weitere Möglichkeit liegt darin, die reine Stimmung statt der wohltemperierten Stimmung zu verwenden. Die reine Stimmung richtet sich nach dem Aufbau der natürlichen Obertöne und wirkt auf den Zuhörer etwas harmonischer aber doch neuartig.

### 3. Das Acousmonium

Das Acousmonium ist das Soundsystem auf dem ein akusmatisches Konzept umgesetzt wird. Man spricht auch von einem "Lautsprecher-Orchester". Stellen Sie sich vor, Sie liegen im Freibad in der Sonne. Kinder schreien, eine Gruppe Jugendlicher läuft singend an Ihnen vorbei, der Bademeister pfeift mit seiner Trillerpfeife aus der Ferne, Vögel zwitschern, Musik ertönt aus einem kleinen Radio, Sie selbst atmen. Nun sollen Sie versuchen, diese kleine Momentaufnahme festzuhalten und über Lautsprecher in einem geeigneten Raum so wiederzugeben, dass der Eindruck entsteht, Sie würden sich wirklich in dieser Szene befinden.

Eine Wiedergabe auf einem herkömmlichen Surroundsystem wäre nicht möglich, wohl aber auf einem Acousmonium. Um diesen Höreindruck wiederzugeben, müsste man an jedem Ort an dem ein Klangereignis stattfindet, einen extra Lautsprecher platzieren. Das Vögelzwitschern als Beispiel sollte dann auch nur auf bestimmte Lautsprecher gemischt werden um die Lokalisierung dem originalen Höreindruck nachzuempfinden. So könnte man sich nach und nach eine Szene akusmatisch zusammenstellen die dem menschlichen Höreindruck in dieser Situation verblüffend ähnlich kommt.

Auch in der Neuen Musik sind Acousmonien durchaus bekannt. Komponisten, die Tonbandmusik aufführen wollten hatten es satt, diese immer nur auf zwei Lautsprechern abspielen zu können während ihre Kollegen, die für ein Orchester komponierten, über hundert Musiker als Klangquelle zur Verfügung hatten. Vermutlich war der französische Komponist François Bayle der erste, der für seine Tonbandmusik ein Acousmonium kreierte. Statt der zwei Lautsprecher stellte er eine Vielzahl an Lautsprechern auf der Bühne und auch im Saal auf. Diese waren durchaus von ganz unterschiedlicher Art und Bauweise, schliesslich sind die Instrumente der Orchestermusiker ja auch unterschiedlich. Seine Kompositionen mischte er dann live über ein spezielles Mischpult-Routing auf das Acousmonium.

*Ein Acousmonium unterscheidet sich vollkommen von allen anderen Sound Systemen wie zum Beispiel Surround Sound oder der Wellenfeldsynthese<sup>2</sup> denn ein Acousmonium ist raumgenerierend, während die anderen Systeme raumsimulierend sind. Bei einem 5.1-System bedeutet das konkret, dass es kein echtes "Nah" und "Fern" gibt. Wenn etwas fern klingen*

---

<sup>2</sup> Die **Wellenfeldsynthese** ist ein räumliches Audiowiedergabeverfahren mit dem Ziel, virtuelle akustische Umgebungen zu schaffen. Das System erzeugt Wellenfronten, die von einem virtuellen Punkt ausgehen.

*soll, muss das immer simuliert werden indem man Reflexionen und künstlichen Nachhall dazugibt. Dabei wird das Ohr lediglich überlistet. Dieser Effekt ist aber nur bedingt wirksam, denn das Gehirn lässt sich nicht so leicht überlisten.*

*Mit einem Acousmonium ist dies nicht der Fall. Wenn etwas aus der Ferne klingt, dann kommt der Ton auch tatsächlich aus einem entfernten Lautsprecher. Wenn etwas nahe klingen soll, dann setzt man den Lautsprecher entsprechend in die Nähe. So banal sich das liest, es ist einzigartig, eine echte Räumlichkeit zu hören und zu erleben. Noch interessanter ist es allerdings, nahe und weite Lautsprecher einzusetzen, um damit ganze Klangräume entstehen zu lassen. Diese kann man zum Beispiel durch den Raum wandern lassen, indem man eine Klangfläche auf vier bestimmte Lautsprecher legt und sie dann auf vier entfernte Lautsprecher bewegt.*

(Beschreibung des Acousmoniums von Seiten "Idee und Klang")

Mittels des Acousmoniums ergibt sich also die Möglichkeit Räume zu orchestrieren. Das Kompositions-konzept besteht nicht darin, Klänge einfach irgendwie von irgendwoher ertönen zu lassen, sondern es geht darum, auch die Räumlichkeit für die Klänge zu komponieren. Ein einzelner Ton kann mit einem Orchester über mehrere Minuten interessant gestaltet werden, wenn die Klanglichkeit verändert wird. Wird der gleiche Ton jedoch nur von einem Einzelinstrument gespielt, würde er schon nach einigen Sekunden Langeweile erzeugen und eintönig klingen.

Die Kompositionen klingen deshalb so interessant, weil sie räumlich auf eine ganz bestimmte Weise inszeniert sind. Wenn diese Kompositionen nur über zwei Lautsprecher wiedergegeben werden, haben sie bei weitem nicht die intensive Klangwirkung. Gerade für eine Musik im Museum ist die Orchestrierung der Räumlichkeit sehr zentral, denn indem der Raum orchestriert wird, kann viel sparsamer mit anderen kompositorischen Elementen wie Melodien oder Akkorden umgegangen werden. Und das ist eine Grundvoraussetzung wenn es das Ziel ist, den Besucher mit Musik emotional zu berühren, aber keinesfalls vom Rest der Ausstellung abzulenken. Durch gezielte Gestaltung von Klanglichkeit und Räumlichkeit kann Musik demnach so komponiert werden, dass sie nie aufdringlich wirkt. Dafür macht sie den Museumsbesuch zu einem intensiveren Gesamterlebnis.

## **3.1 Das AROS III © Soundsystem**

Das AROS III © Soundsystem ist ein von "Idee und Klang" konzipiertes, erweitertes Acousmonium, das über moderne Computertechnik angesteuert wird. AROS steht für Akusmatisches-Raum-Orchestrierungs-System. Gewisse Lautsprecheranordnungen sind darin standardisiert, um besonders interessante Räumlichkeitsorchestrierungen zu kreieren. Diese Standardisierung erlaubt es auch, Kompositionen auf einem kleineren Acousmonium AROS II © in unseren Studios zu testen und zu präsentieren.

Die finale Komposition muss allerdings in dem dafür definierten Raum im Museum stattfinden. Denn wenn der Raum Bestandteil der Komposition sein soll, dann kann dieser Prozess letztendlich auch nur in den dafür vorgesehenen Räumlichkeiten final realisiert werden.

Für ein Acousmonium ist neben der akusmatischen Mischung die Anzahl, die Art und Größe, die Platzierung, die Ausrichtung sowie die Qualität der Lautsprecher, die im Raum verteilt werden von Bedeutung.

## **3.2 Lautsprecher im Acousmonium**

### **3.2.1 Die Anzahl der Lautsprecher**

Im Gegensatz zu einem normierten System wie 5.1 oder einem 8 Kanal Surroundsystem werden diverse Lautsprecher im Raum verteilt, mindestens die nötige Anzahl, um beispielsweise eine Szene wie oben benannt glaubwürdig umzusetzen und nachzustellen. Es wird somit versucht, eine natürliche Umgebung mit einer menschlichen Hörempfindung nachzubauen. Ein Acousmonium muss nicht über eine bestimmte Anzahl an Lautsprechern verfügen, je nach Konzept reicht ein kleines Acousmonium mit 10 Lautsprechern bereits aus. Grosse Acousmonien beinhalten bis zu 200 Lautsprecher. Durch die Standardisierung gewisser Parameter mit dem AROS III Acousmonium können die Kompositionen bis zu einem gewissen Grad auf einem kleineren Acousmonium vorbereitet werden.

### **3.2.2 Die Art und Größe der Lautsprecher**

Die Lautsprecher sollten von verschiedener Art sein, genauso wie im Orchester auch jedes Instrument von verschiedener Natur ist. Die Klangcharakteristik der verschiedenen Lautsprecher ist schon ein erster wichtiger Teil eines Acousmoniums und wird in die Komposition miteinbezogen. Um den gewollten Höreindruck sinnvoll umzusetzen, bedarf es dabei der richtigen Auswahl der Lautsprecher.

### **3.2.3 Die Platzierung und Ausrichtung der Lautsprecher**

In Absprache mit den Architekten, Akustikern und medialen Gestaltern, werden die Lautsprecher von den Audiodesignern an spezifischen Stellen im Raum platziert. Der Raum wird somit optimal zum Klingen gebracht und auf die Klangkomposition angepasst.

### **3.2.4 Die Qualität der Lautsprecher**

Generell muss bei der gesamten Audiotechnik auf Qualität geachtet werden. Bei einem Acousmonium muss ein Teil der Lautsprecher herausragende Qualitäten haben. Aber auch für konkrete auditive Informationsvermittlung, z.B. Sprache über Kopfhörer oder Lautsprecher muss auf die technische Qualität geachtet werden. Eine Sprecherstimme vermittelt nicht nur Informationen sondern weckt auch wertvolle Gefühle und Emotionen. Einerseits ist hier natürlich die Sprecherqualität wichtig, andererseits aber auch die Qualität der Aufnahme und dann der Wiedergabe über den Kopfhörer oder Lautsprecher. Sind diese Faktoren ungenügend, dann versteht man den Sprecher zwar genauso, ist aber nicht emotional berührt und will eigentlich gar nicht zuhören.

## **3.3 Die besonderen Eigenschaften des Acousmoniums**

Das Acousmonium unterscheidet sich grundsätzlich von einem standardisierten Mehrkanalsystem. Wie bereits erwähnt ist es im Gegensatz zu herkömmlichen Surroundsystemen kein raumsimulierendes, sondern ein raumgenerierendes System. Die Tiefe und klangliche Vielschichtigkeit entsteht im Raum selber durch das Acousmonium. Ein herkömmliches Surroundsystem kann räumliche Tiefe niemals erzeugen, sondern nur ansatzweise durch künstliche Hallgeräte simulieren. In einem Acousmonium können

beispielsweise kleinere Klangräume in grössere Klangräume gestellt werden, oder Klangräume werden mit anderen Klangräumen durchmischt. Rauminformationen können akustisch variiert werden, zum Beispiel kann ein mittelgrosser Raum ohne weiteres akustisch vergrössert werden, wodurch ein Gefühl von Geräumigkeit und Freiheit entsteht. Dies geschieht einerseits dadurch, dass man gewisse Lautsprecher speziell ausrichtet, andererseits durch die zeitliche Verzögerung von einzelnen Lautsprechern und binauralen Effekten.

### **3.3.1 Die Raumgeometrie**

Musik ist Schwingung. Die Schwingungen haben je nach Frequenz der Klänge unterschiedliche Wellenlängen. Werden diese zu den Raumproportionen in Bezug gebracht, so wird die Musik automatisch schwebender, interessanter, aber gleichzeitig auch weniger fassbar. Soll ein Klanggeschehen unaufdringlich eine gewisse Atmosphäre verbreiten, so ist die Abstimmung von Klang und Raum von elementarer Bedeutung. Dabei wird ein spannender Zusammenhang zwischen Architektur und Klangdesign geschaffen.

## 4. Das BMW Museum

### 4.1 Museumsarchitektur

Die Innenarchitektur des BMW Museum wirkt wie ein schwerelos wirkendes Rampensystem, das sich mit offenen und geschlossenen Ausstellungskörpern verbindet. Für eine belebte Situation sorgen moderne Fassaden, vernetzte Wege und faszinierende Blickachsen im Inneren des Museums. Die aus großflächigen Glasfassaden bestehende Museumsarchitektur versteht sich laut BMW als urbanes Verkehrsbauwerk aus Strassen, Gebäuden, Plätzen und Brücken.

Mehrere Museumsräume mit anspruchsvollen, medialen Inszenierungen ergeben eine Ausstellung, die 120 BMW Exponate ins Rampenlicht rückt.

*Die Medien des Neuen BMW Museums sind ein wichtiger Bestandteil der Gesamtkonzeption der Ausstellung. Sie eignen sich hervorragend, um die Werte "Innovation" und "Kultiviertheit" des Unternehmens zu betonen und zu stärken. Im Neuen BMW Museum wird die Kommunikation der BMW Geschichte durch den Einsatz intelligenter und zielgerichteter Medientechnologie unterstützt. Dieser Brückenschlag zwischen gestern und morgen verdeutlicht die grundsätzliche Zukunftsorientierung von BMW. Ziel ist eine außergewöhnliche Integration von Architektur, Inszenierung und Medien, bei der neue und innovative Formen räumlicher Narration entstehen. Ein weiterer wichtiger Grundsatz des medialen Gestaltungskonzepts ist der interaktiv-wechselseitige Dialog, in den die Besucher im Neuen BMW Museum eintreten. Durch den Einsatz interaktiver Medientechnologie erfahren sie eine nachhaltige Auseinandersetzung mit den Inhalten des Museums. Die aktive Partizipation schafft einen starken emotionalen Mehrwert und führt auf diese Weise zu einer hohen Identifikation mit dem Museum.*

(Quelle: ART+COM AG)

## 4.2 Das BMW Museum in Zahlen

5000 Quadratmeter

7 Häuser

17 Räume

19 mediale Inszenierungen

32 Screens

50 Projektoren

270 Kanäle

540 Lautsprecher

2.000.000 LEDs

(Quelle: ART+COM AG)

## 4.3 Einsatzformen von Medien im Museum

*Interaktive Elemente dienen der Informationsvermittlung. Die Interaktion dient dem wechselseitigen Dialog mit dem Besucher. Begleitende Elemente sind in wiederkehrender Form in den Gesamtkontext integriert. Sie erfüllen im Wesentlichen die Funktionen der Orientierung. Cineastische Elemente sind narrativer Natur. Sie besitzen den Charakter einer Veranstaltung oder Show mit klar definierter, zeitlicher Struktur. Reaktive Elemente sind das Kernstück der partizipativen Gestaltung des Museums. Reaktivität bedeutet im Ausstellungskontext, dass sich Darstellungsformen allein aufgrund der Präsenz und des Verhaltens der Besucher verändern – ohne dass hierzu eine bewusste Aktion von Nöten wäre. Der Besucher partizipiert somit an der Gestaltung des Raumes.*

(Quelle: ART+COM AG)

Zu den medialen Highlights zählen der “BMW Platz“ mit einer 690 qm Medienfassade, hinterleuchtet von 2 Millionen LEDs. Erwähnenswert ist außerdem der Raum “Inspiration“, welcher eine kinetische Skulptur mit über 700 kinetischen Elementen beinhaltet. Diese Elemente in Form von kleinen Kugeln werden thematisch choreographiert zur bewegten Skulptur. Im Raum Unternehmensgeschichte erwartet den Besucher ein 30 qm großer interaktiver Tisch. Höhepunkt der Ausstellung ist die Visuelle Sinfonie mit ihrer visuellen sowie auditiven Gestaltung. Den Besucher erwartet die größte 360° Bespielung Deutschlands gepaart mit dem von “Idee und Klang“ konzipierten, einzigartigen Sounddesign.

## 4.4 Museumsräume

Ebenen in der Draufsicht ( Audioereignisse sind rot gekennzeichnet )

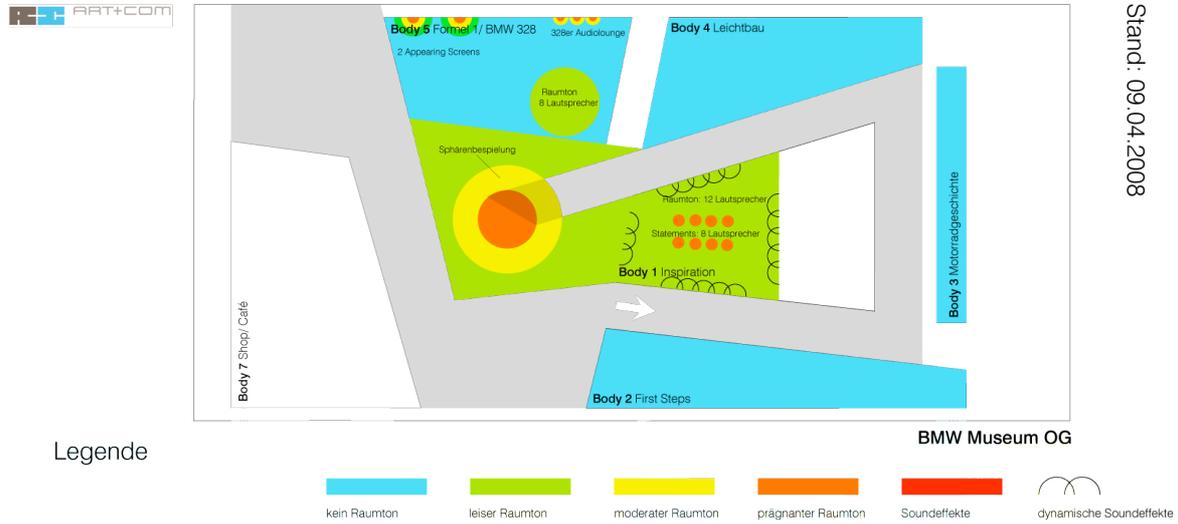


Abb. 1: BMW Museum Obergeschoss Draufsicht (Quelle: ART+COM AG)

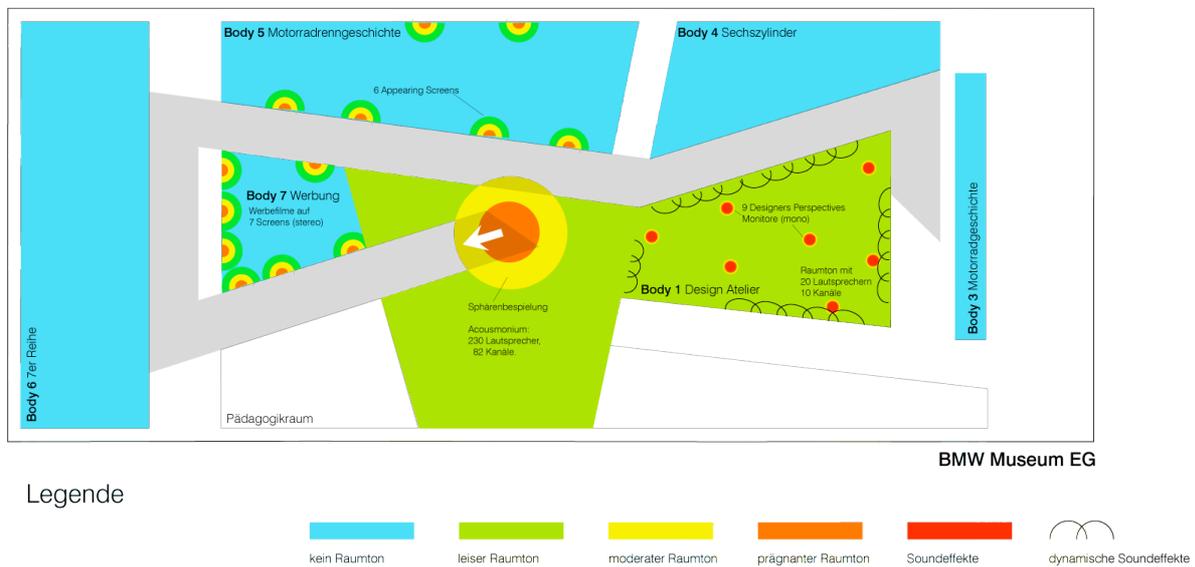
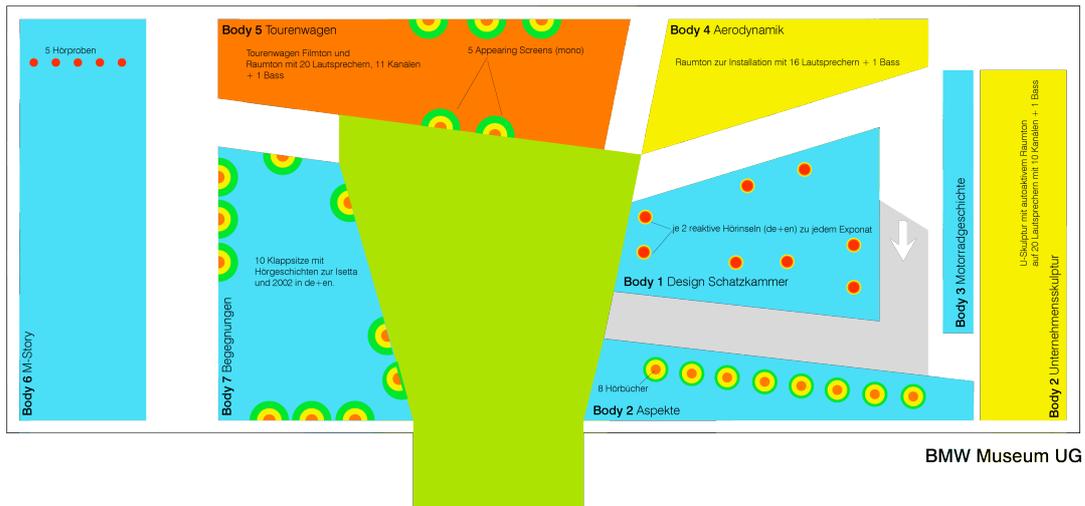


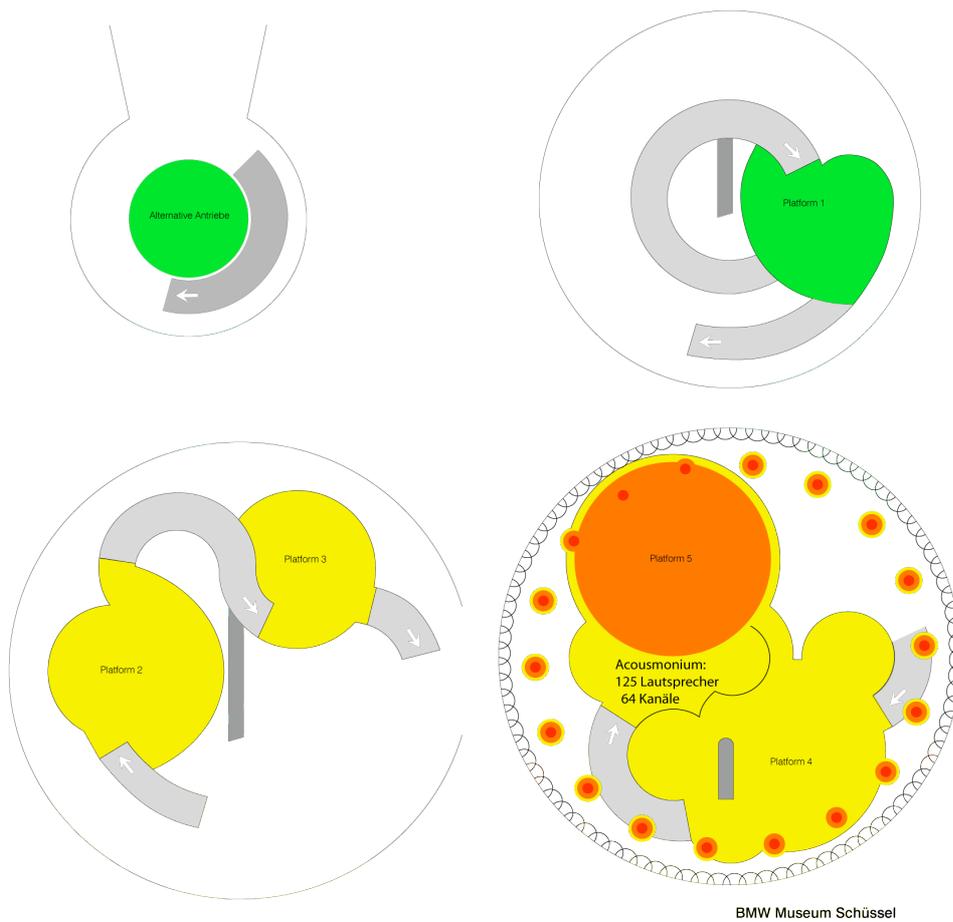
Abb. 2: BMW Museum Erdgeschoss Draufsicht (Quelle: ART+COM AG)



Legende



Abb. 3: BMW Museum Untergeschoss Draufsicht (Quelle: ART+COM AG)



Legende



Abb. 4: BMW Museum – Visuelle Sinfonie Draufsicht (Quelle: ART+COM AG)

### 4.4.1 BMW Platz



Abb. 5: Acousmonium mit 233 Lautsprechern und 59 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Der BMW Platz ist der erste Raum, den der Besucher betritt. Er ist die Visitenkarte in jeder Beziehung und wird von den Besuchern mehrmals durchquert. Eine 700 qm Medienfassade umgibt den BMW Platz im Zentrum des Museums. Diese ergibt sich aus den sieben den BMW Platz umschließenden Häusern und besteht aus doppelt satiniertem Glas, hinterleuchtet von rund zwei Millionen weißer, computergesteuerter LEDs. Die Klangkomposition in diesem Raum leitet in ein grossartiges Erlebnis ein, lässt unbewusst die Erwartung und Spannung steigen und weckt Vorfreude auf das Kommende. Der Besucher fühlt sich wohl und bekommt das Gefühl, dass er am richtigen Ort ist.

#### Die Klanggestaltung

Der Raum enthält eine dezente, knapp über der Wahrnehmungsgrenze angesiedelte Klangkomposition, die subtil und unaufdringlich ist. Diese unterstützt den BMW Platz mit seiner großzügigen Raumatmosphäre und bringt ihn zum Klingen. Die Klangkulisse besteht im Wesentlichen aus präparierten und tiefen Flügeltönen. Dazu kommen elektronische, höhere Flügel- oder Cellosounds, die perkussiv anmuten. So wird eine subtile rhythmische Struktur aufgebaut, die eine Spannung erzeugt. Es entsteht unbewusst ein Puls, der die Besucher in die richtige Stimmung versetzt. Durch das akusmatische Konzept wird eine

überdimensionale Raumwirkung erlebt, gleichzeitig fühlt man sich geborgen und vom Raum verstanden. Die Klänge sind mit den Bespielungen der Medienfassade synchronisiert ohne die Inhalte dramatisch zu überhöhen.

### **Die Akusmatik**

Durch ein spezifisch für den BMW Platz geschaffenes Acousmonium wird die Großzügigkeit dieses Raumes, vor allem in der Raumhöhe nochmals vergrößert. Die Raumkomposition und Akusmatik ist so aufgebaut, dass das Klangdesign aus verschiedenen Perspektiven unterschiedlich wahrgenommen wird. Der Raum und die Komposition passen sich dem Besucher an. Die Klanglichkeit ist hier sehr reduziert. Es sind immer wieder kleine Fragmente zu hören, quasi musikalische Anfänge, die jedoch gleich wieder aufhören. Gerade weil die Klanglichkeit in diesem so wichtigen Raum reduziert ist, ist ein grosses Acousmonium besonders wichtig, denn die Komposition begeistert vor allem durch eine sehr spezielle Räumlichkeit.

Zum Einsatz kommen 230 Lautsprecher und 59 Kanäle. Kalottenlautsprecher, Breitbandtreiber, Hörner, Koaxiallautsprecher, NXT-Panels sowie Subwoofer sind allesamt unsichtbar in Säulen, Wänden, Böden und Decken angeordnet. Durch die akusmatische Mischung erhält der Besucher je nach Position im Raum immer wieder neue auditive Eindrücke. Ein kleines Beispiel für eine besondere Raumakusmierung sind die Deckenlautsprecher. Diese werden verzögert und derart bearbeitet, dass die Raumhöhe höher erscheint, als sie tatsächlich ist. Einige Lautsprecher werden andererseits bewusst so gerichtet, dass sie vor allem das Diffusfeld des Raumes anregen.

## 4.4.2 Inspiration



Abb. 6: Acousmonium mit 20 Lautsprechern und 20 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Im Raum „Inspiration“ präsentiert sich dem Besucher die Kinetische Skulptur. Sie ist Mittelpunkt einer Inszenierung, die als Metapher für den Inspirationsprozess der Designer steht und in das Thema „BMW Philosophie“ einführt.

Die Skulptur besteht aus einem 6 qm großen Netz aus über 700 Aluminiumkugeln, die über ein komplexes System von Mikromotoren individuell angesteuert werden. So entsteht ein ästhetisches Formenspiel sich bewegender Kugeln, das einen virtuellen Entwurfsprozess in den Raum hinein übersetzt. Die Choreographie bewegt sich durch einen Zyklus von freien Abstraktionen und BMW-typischen Fahrzeugformen. Das Formenspiel ist inhaltlich synchronisiert mit im Wechsel aufleuchtenden Schlagworten an den Wänden sowie einer Audioebene. (Quelle: ART+COM AG)

### Die Klanggestaltung

Ein sphärischer Raumklang, bestehend aus Flügel- und Celloklängen untermalt die filigrane Bewegung der kinetischen Skulptur. Die Klänge sind im Wesentlichen verfremdete Flügelklänge, die zuvor in einer speziell komponierten Akkordfolge gespielt wurden. Dazu kommen kleine Fragmente eines präparierten Flügels und eine Stimme, die leicht im Raum

wandert. Dieses komplette Paket wirkt unaufdringlich und beruhigend. In Verbindung mit gesprochenen Statements wird der Raumklang zu einer Gesamtkomposition verwoben. Der Raum wird so zu einer vielschichtig lesbaren Inszenierung.

### Die Akusmatik

20 Lautsprecher und 20 Kanäle kommen in diesem Raum zum Einsatz. Die Klangkompositionen sind auf 12 in den Wänden verbauten JBL Control one Lautsprechern akusmiert. Die gesprochenen Statements sind auf die restlichen Lautsprecher in der Decke angepasst und wandern langsam durch den Raum. So entsteht eine Raumdynamik die sich mit der kinetischen Skulptur und deren Eigendynamik ergänzt.

### 4.4.3 Design Atelier



Abb. 7: Acousmonium mit 20 Lautsprechern und 10 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Der Raum „Atelier“ ist die inhaltliche Fortsetzung des Raums „Inspiration“. Hier werden Leidenschaft, Präzision und das Streben nach Perfektion bei der Entstehung eines neuen Fahrzeugs thematisiert. Im Raum „Atelier“ geht es um den Designprozess. Ausstellungsmodelle und neun Monitore mit Erläuterungen von BMW-Designern unterstützen die Vermittlung des Themas.

## Die Klanggestaltung

Der Raumton ist inspiriert durch Arbeitsgeräusche wie das Schaben am Clay-Modell und dem Geräusch von Stift auf Papier. Die musikalische Klangkollage in diesem Raum besteht aus diesen Geräuschen. Begleitende Audiostatements der Original Designer unterstützen die inhaltliche Aussage. Sie sind an mehreren Terminals in Bild und Ton manuell aufrufbar.

## Die Akusmatik

20 Breitbandtreiber sind an den Wänden verbaut und erzeugen durch die 10-kanalige Klangkollage eine unaufdringliche Stimmung. Je nach Position in der man sich im Raum befindet werden die Geräusche mehr oder weniger stark wahrgenommen. Dies geschieht durch den gezielten Einsatz der Instrumente, indem zum Beispiel bestimmte Klänge nur auf bestimmten Lautsprechern zu hören sind.

### 4.4.4 Design Schatzkammer

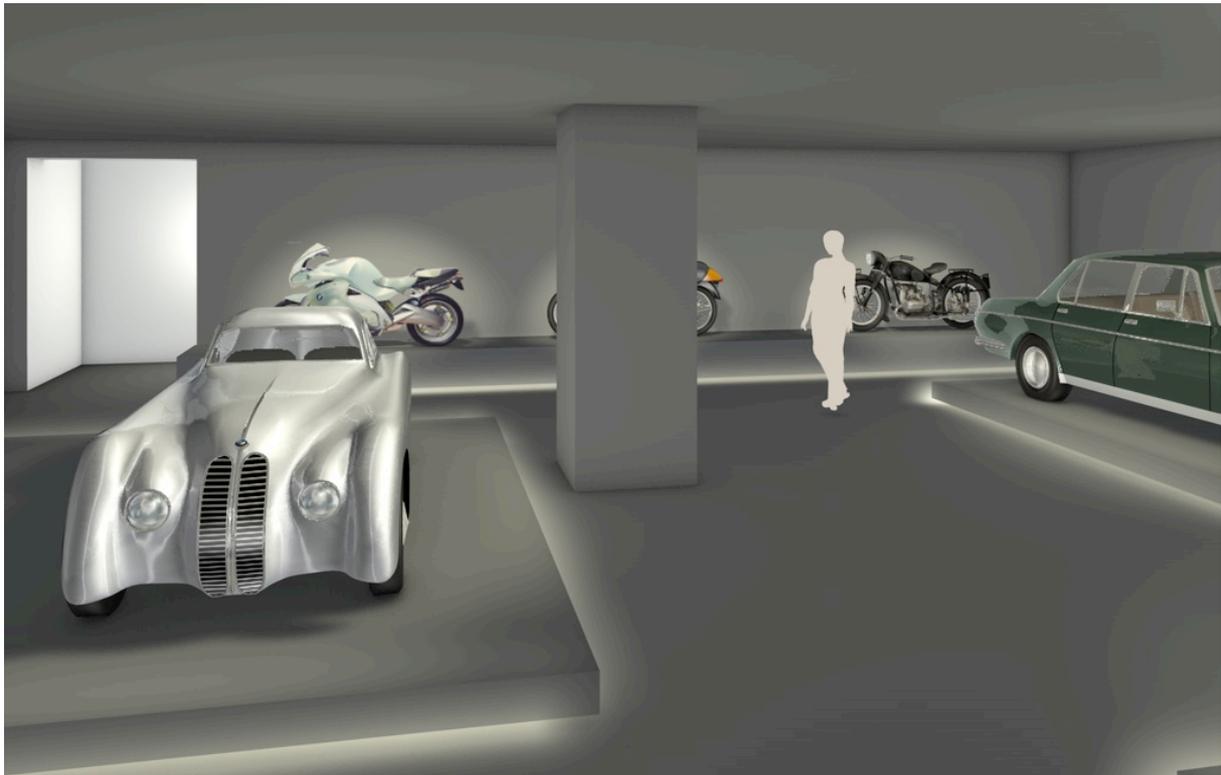


Abb. 8: Acousmonium mit 8 Lautsprechern und 8 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Die Schatzkammer stellt ausschließlich Fahrzeuge zur Schau die niemals in Serie produziert wurden. Der Raum ist eine Fortführung der Räume "Inspiration" und "Design Atelier".

## Die Klanggestaltung

BMW Designer erläutern das Besondere an den ausgestellten BMW Ikonen. Das Auge des Betrachters wird entlang bestimmter Fahrzeugelemente geleitet und auf die Besonderheiten aufmerksam gemacht. Das Audiosystem ist präsenzgesteuert, dies bedeutet die Audiotexte werden ausgelöst, sobald der Besucher auf die entsprechende Bodenmarkierung tritt.

## Die Akusmatik

Über acht Schallquellen sind gesprochene Statements zu den einzelnen Ausstellungsexemplaren in Deutsch und Englisch zu hören. Sobald der Besucher auf einen bestimmten Punkt tritt, wird durch eine Sensorik das Audioereignis ausgelöst. Dieses ist speziell für die im Raum verbauten Panphonics Richtlautsprecher gemischt und sehr gerichtet zu hören. Verlässt der Besucher den Punkt, wird das Audioereignis wenige Sekunden später ausgefadet.

## 4.4.5 Unternehmensgeschichte

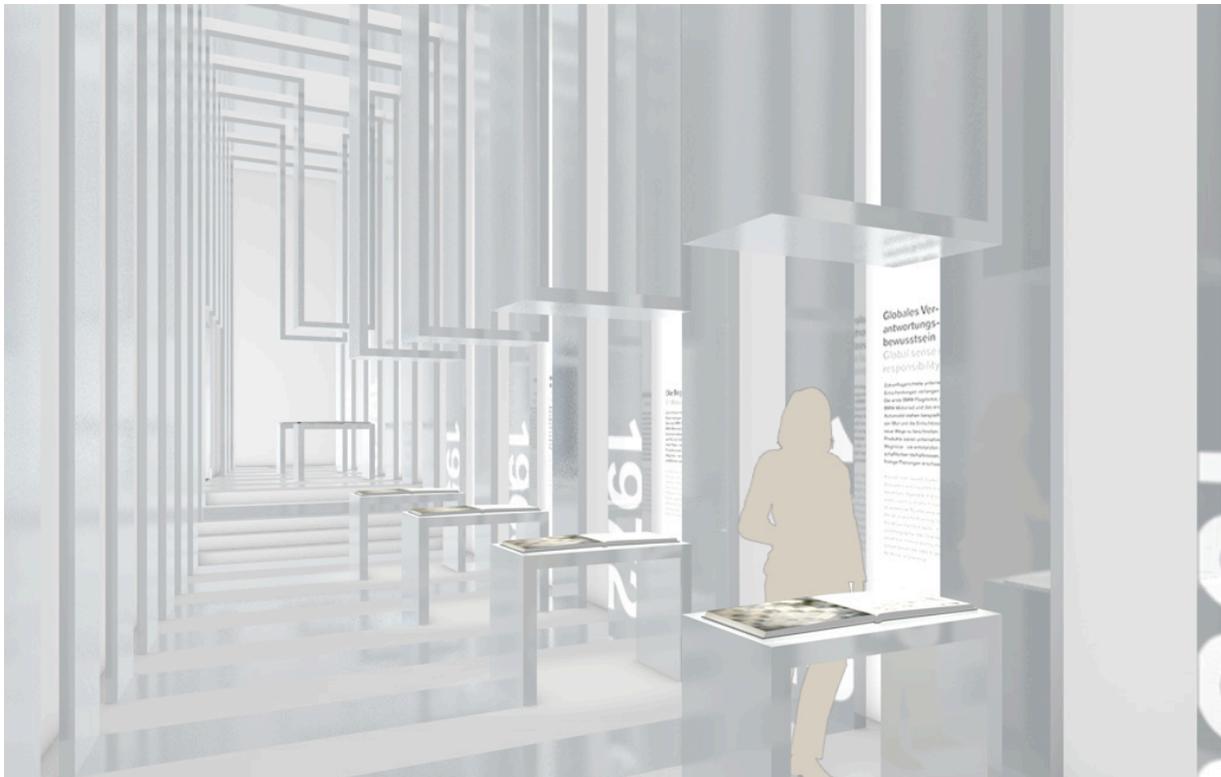


Abb. 9: Acousmonium mit 8 Lautsprechern und 8 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Dieser Raum informiert über Geschichte und Werte bei BMW, von den Anfangstagen bis heute. Diese Geschichten werden durch Hörbücher auf acht Podesten inszeniert. An acht

Stationen laden bebilderte Bücher zum Blättern ein.

### Die Klanggestaltung

Beim Umblättern der Seiten von acht „Hörbücher“ wird über ein Tracking-System der spezifische Text zur Seite ausgelöst und über eine gerichtete Audioquelle erzählt.

### Die Akusmatik

Gesprochene Statements sind zu hören, sobald der Besucher auf einen bestimmten Punkt tritt, der durch Sensorik das Audioereignis auslöst. Acht gerichtete Schallquellen die mit den Hörbüchern synchronisiert sind, wurden speziell für diesen Raum verbaut und gemischt.

## 4.4.6 Unternehmensskulptur

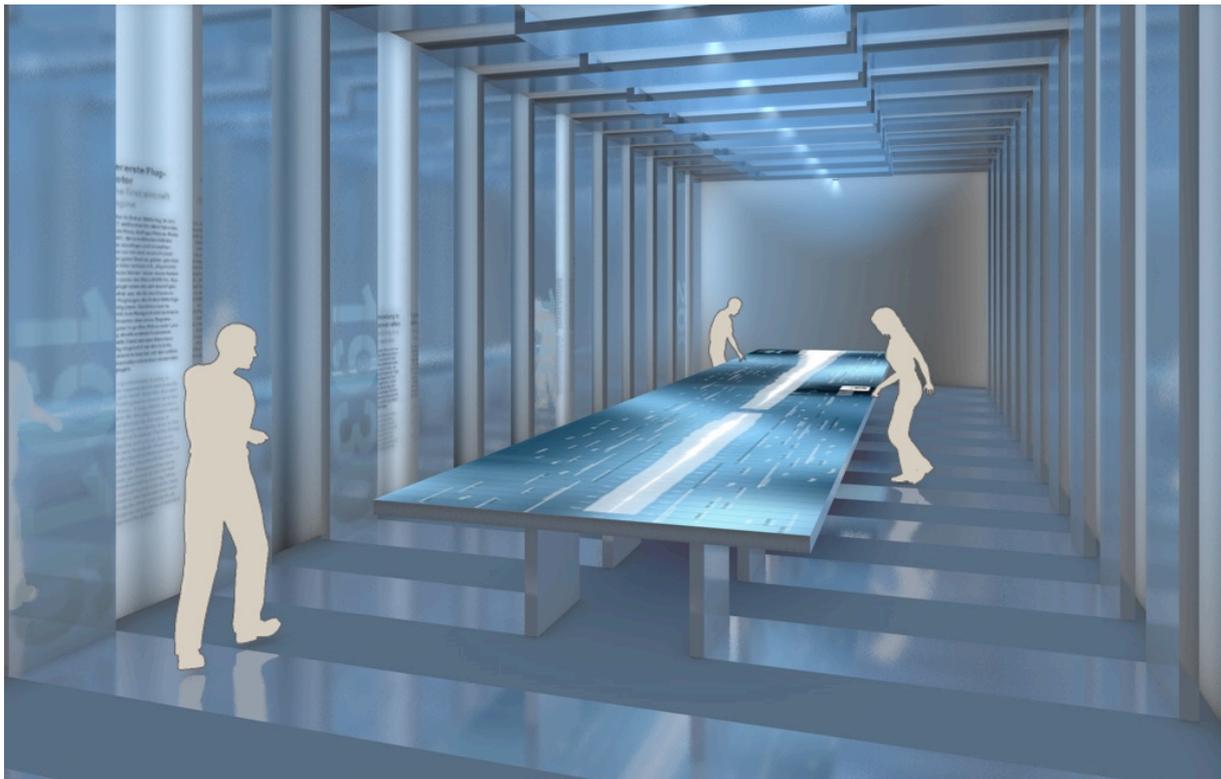


Abb. 10: Acousmonium mit 20 Lautsprechern und 10 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Die Unternehmensskulptur ist eine interaktive Chronik der rund 90-jährigen Unternehmensgeschichte von BMW. Hunderte von Informationen und rund 1.000 Bilder sind auf dem 30 qm großen multitouch-fähigen Tisch miteinander vernetzt. In der Mitte des Tisches ist die zahlenmäßige Entwicklung der Produkte grafisch dargestellt. Links und rechts davon können die Besucher Informationen zu den Fahrzeug- und Motorradmodellen, den

Flug- und Einbaumotoren sowie unternehmensgeschichtliche Themen interaktiv abrufen. Die Tiefe der Auseinandersetzung mit den Inhalten kann jeder Besucher selber bestimmen, je nach Interesse und Wissensstand. (Quelle: ART+COM AG)

### Die Klanggestaltung

Beim Eintritt in diesen Raum ertönt eine lichte, subtile Klanginstallation, welche die magische Atmosphäre der Raumszenierung unterstützt.

### Die Akusmatik

An der Decke sind 20 Breitbandtreiber verbaut, die über 10 Kanäle angesteuert werden. Diese sind auf die Wände ausgerichtet und erzeugen durch Reflexion einen diffusen, sphärischen Raumklang. Ein unter der Treppe verbauter Subwoofer führt die Rhythmik der Komposition.

## 4.4.7 Aerodynamik



Abb. 11: Acousmonium mit 17 Lautsprechern und 16 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Von den Anfängen bis heute werden die Entwicklungen in der Aerodynamik vorgestellt. Durch eine Projektionsanimation werden Informationen vermittelt. Dabei wird deutlich, welche Kräfte und Wirkungen die Aerodynamik auf das Verhalten der Fahrzeuge hat.

## Die Klanggestaltung

Die Klangkomposition orientiert sich an realen Geräuschen des Windkanals, interpretiert diese jedoch mit Hilfe musikalischer Mittel. Dadurch enthält der Raum einen Laborcharakter der den Besucher zum Beobachten anregt.

## Die Akusmatik

Über, sowie unter der Videobespielung sind jeweils fünf Breitbandtreiber und in der Decke nochmals 6 Lautsprecher dieses Typs verbaut. Die Klänge die den Windkanal simulieren, kommen dabei von der Decke. Die restliche Klanginstallation wird von den Wandlautsprechern wiedergegeben.

### 4.4.8 Motorsport, BMW 328



Abb. 12: Acousmonium mit 12 Lautsprechern und zusätzlichen Hörquellen in der Audiolumounge (Quelle: ART+COM AG)

Für den Besucher ist die Inszenierung in diesem Raum die erste Berührung mit “BMW Motorsport“. Filme und Bilder liefern Informationen und spiegeln die Faszination der Rennen und der Fahrzeuge wieder. In der Sitzlounge ist der Ton zur Wandprojektion zu hören. Die Ikone des BMW Motorsports, das BMW 328 Mille Miglia Coupé wird auf einer leuchtenden

Fläche in einem 6 m hohen Raum präsentiert.

### **Die Klanggestaltung**

Der Besucher wird mit einer musikalischen Interpretation von Motorsounds empfangen. Die Klänge sind aus präparierten Flügeltönen generiert. In der Sitzlounge gegenüber berichtet ein dokumentarischer Sprecher von den 5 wichtigsten Rennerfolgen des BMW 328.

### **Die Akusmatik**

20 Lautsprecher in Form von 5“ sowie 10“ Breitbandtreibern kommen in diesem Raum zum Einsatz. Durch die Verbindung von musikalischer Komposition und Sprecherstimme ergibt sich eine besondere Verbindung zum Raum.

## **4.4.9 Motorsport, Tourenwagen**

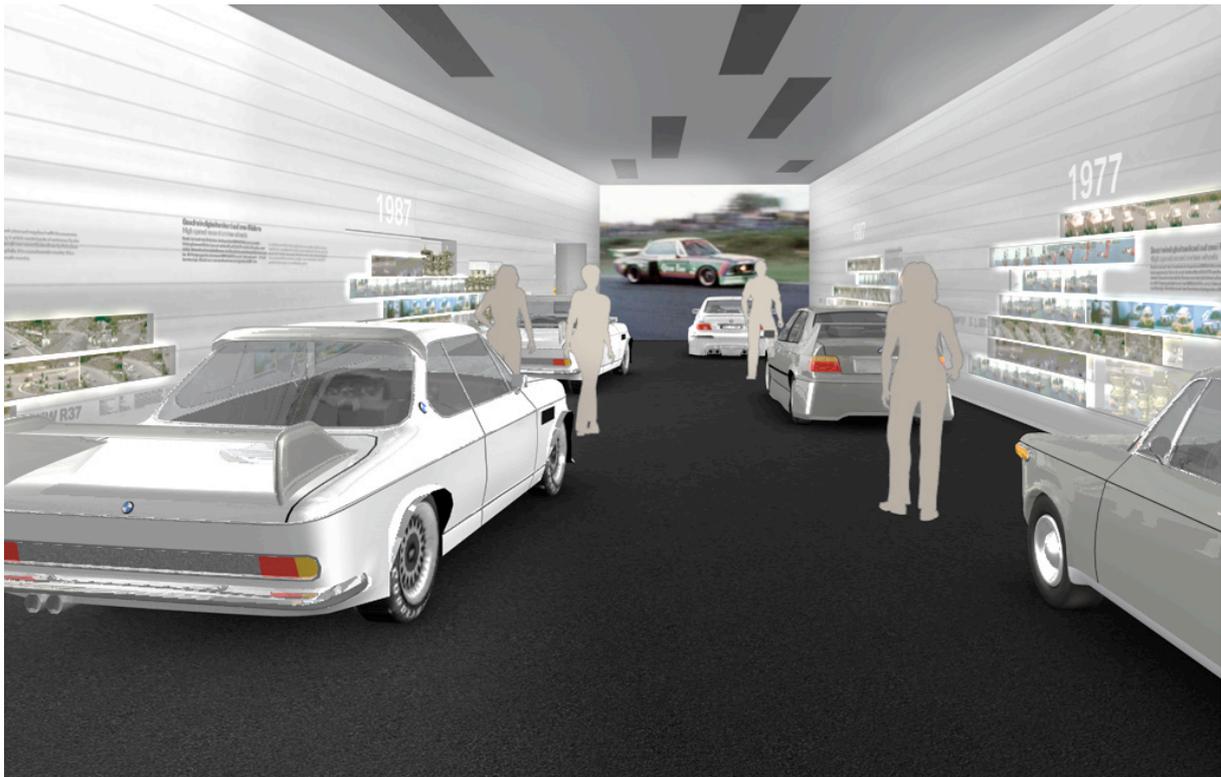


Abb. 13: Acousmonium mit 20 Lautsprecher und 12 Kanälen + 1 Subwoofer (Quelle: ART+COM AG)

Jeder der ausgestellten Tourenwagen lässt sich mit Rennfahrern in Verbindung bringen, die sich durch die Erfolge auf BMW ihren Platz in der Rennsportgeschichte gesichert haben. Im Raum sind fünf Tourenwagen aus verschiedenen Jahren wie in einer Startaufstellung ausgestellt. Eine raumgreifende Lichtinszenierung stützt die Frontprojektion. Kurz vor Start des Rennens ändert sich die Lichtsituation und lenkt die Aufmerksamkeit der Besucher auf die großflächige Projektion. Die Lichtinszenierung geht mit Ende des Rennens in die ursprüngliche Raumbelichtung über.

### **Die Klanggestaltung**

Die Filmmusik im Raum Tourenwagen präsentiert BMW als sportlich-dynamische Marke, die in den 70er und 80er Jahren die Führungsrolle im internationalen Tourenwagensport übernimmt und Erfolge am laufenden Band einfährt. Unterstützt wird die Vertonung, die Erfolg, Lust & Leidenschaft ausdrückt, durch dynamische Bewegungseffekte im Raum.

Dazu gibt es zwei verschiedene Modi. Ein atmosphärischer Modus sorgt für Spannung, Klänge ertönen akusmatisch gemischt im Raum. Auf der Frontprojektion wird passend dazu der Countdown gezählt. Ist dieser bei Null angelangt, startet der Raum in den zweiten Modus. Die Frontprojektion an der Stirnseite des Raumes wird zum Film. Ein dazu passendes, energiegeladenes Sounddesign ergibt eine Rennatmosphäre, bei der man mittendrin zu sein scheint. Dafür wurde eine Rockband aufgenommen, um die Dramatik des Geschehens und das Gefühl von Erfolg und Leidenschaft optimal zum Ausdruck zu bringen. Ich selbst habe für diese Komposition die Gitarrenparts eingespielt.

### **Die Akusmatik**

20 Lautsprecher und 10 Kanäle kommen zum Einsatz. JBL Control one Lautsprecher sind seitlich in den beiden Wänden platziert. Im Atmosphere-Mode befindet man sich quasi inmitten einer Rennstrecke kurz vor Rennbeginn. Einzelne Motorensounds sind zu hören, Publikumsgeräusche wandern durch den Raum. Ein Countdown wird am Ende des Raumes über eine Frontprojektion abgespielt. Dann startet der Renn-Modus und eine zum Tourenwagen-Film passende rockige Komposition ist zu hören. Die beiden Linienquellen links und rechts der Projektion geben die musikalische Komposition wieder. Einzelne Soundscapes in Form von diversen Renngeräusche wandern durch den Raum. Diese werden über die Wandlautsprecher wiedergegeben und erwecken den Eindruck, man befinde sich mitten im Renngeschehen.

#### 4.4.10 Baureihen, M-Story



Abb. 14 Technische Realisierung über fünf Kopfhörer (Quelle: ART+COM AG)

In diesem Raum werden die Entwicklung und der Erfolg der BMW M-Modelle thematisiert. Verschiedene M-Modelle werden hier präsentiert. Am Ende des Raumes hängen Kopfhörer von der Decke, über die die Klangeigenschaften der verschiedenen Motoren zu hören sind.

##### **Die Klanggestaltung**

An fünf Hörproben kann der Besucher die jeweils typischen Klangeigenschaften verschiedener Motoren heraushören und somit eine ganz andere Seite der Motoren kennenlernen. Eine spezielle Aufnahmetechnik ermöglicht ein natürliches räumliches und eindrucksvolles Klangerlebnis.

##### **Die Akusmatik**

Spezielle binaurale Effekte kommen bei der Kopfhörermischung zum Einsatz die den realitätsnahen Bezug zum Fahrzeug simulieren. Entsprechende Motorensounds wurden dabei mehrkanalig aufgenommen. Durch diese spezielle Technik erscheint der Sound größer und vor allem räumlicher.

Es entsteht der Eindruck von Weite und Tiefe und zusätzlich wird auf diese Weise virtueller Raum geschaffen. Der Hörer taucht quasi akustisch in das Renngeschehen ein.

*Binaural bezieht sich auf die Art und Weise wie ein Mensch hört. Es ist nicht selbstverständlich dass der Mensch mit nur zwei Ohren räumlich hören kann. Das Gehirn nutzt dazu die Tatsache aus, dass ein Signal, dass von hinten, oben oder unten kommt, von der asymmetrischen Form der Ohrmuscheln unterschiedlich gefiltert wird. Diese kaum messbaren Frequenzunterschiede reichen aus, um eine perfekte dreidimensionale Ortung zu gewährleisten.*

(Quelle: "Idee und Klang" Konzept für das BMW Museum)

#### 4.4.11 Begegnungen, Marke im Spiegel der Zeit

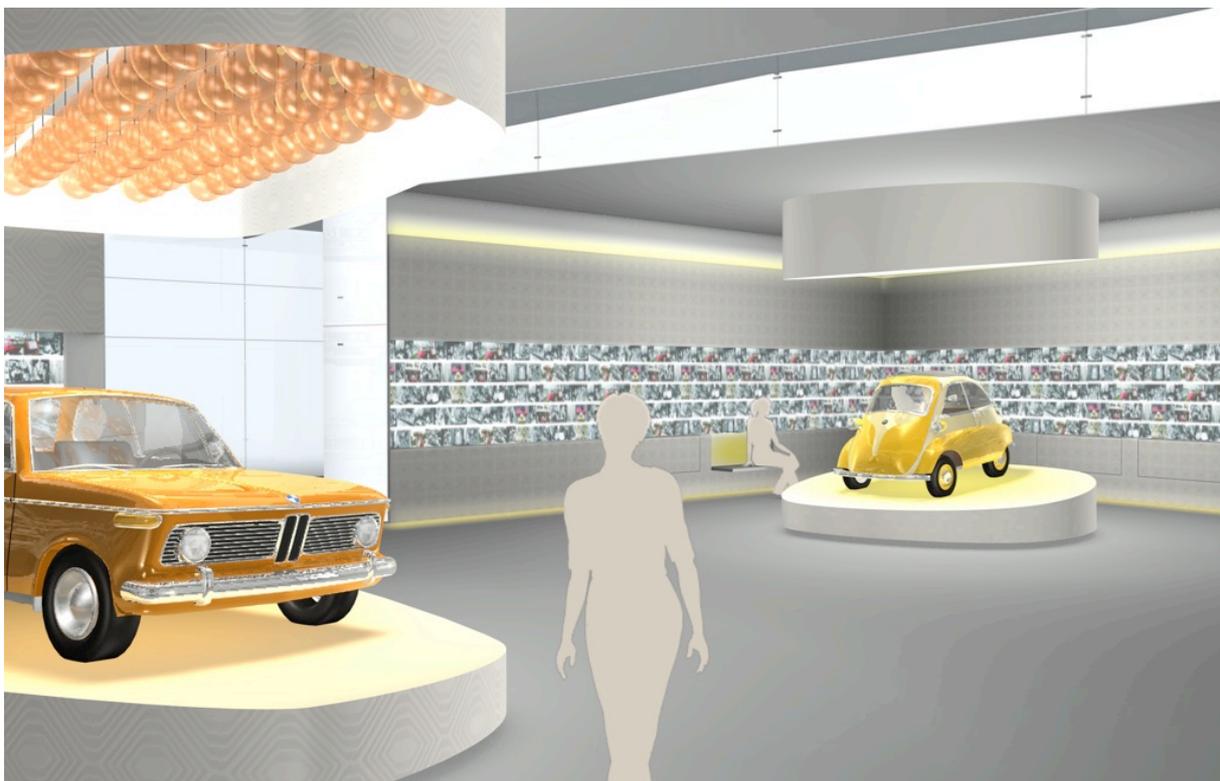


Abb. 15: Acousmonium mit 30 Lautsprechern und 10 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Die Begegnung von Menschen mit „ihrem“ BMW wird in diesem Raum auditiv inszeniert. Rund um die Kult-Modelle Isetta und BMW 2002 TI erzählen BMW-Fans ihre ganz persönlichen Anekdoten und Geschichten zu diesen Fahrzeugen in Form von Fotos und auditiven Erzählungen.

## Die Klanggestaltung

Den Exponaten Isetta und BMW 2002 TI werden 10 Sitze zugeordnet, an denen der Besucher Audio hören kann. Drei Lautsprecher je Klappsitz kommen dabei zum Einsatz. Hier werden Anekdoten und Geschichten zu den jeweiligen Exponaten erzählt. Die Audio-Ebene ist präsenzgesteuert. Setzt sich ein Besucher auf einen der insgesamt zehn Klappsitze an der Wand, startet die Erzählung. Jedem Klappsitz ist eine Geschichte zugeordnet.

### 4.4.12 Visuelle Sinfonie

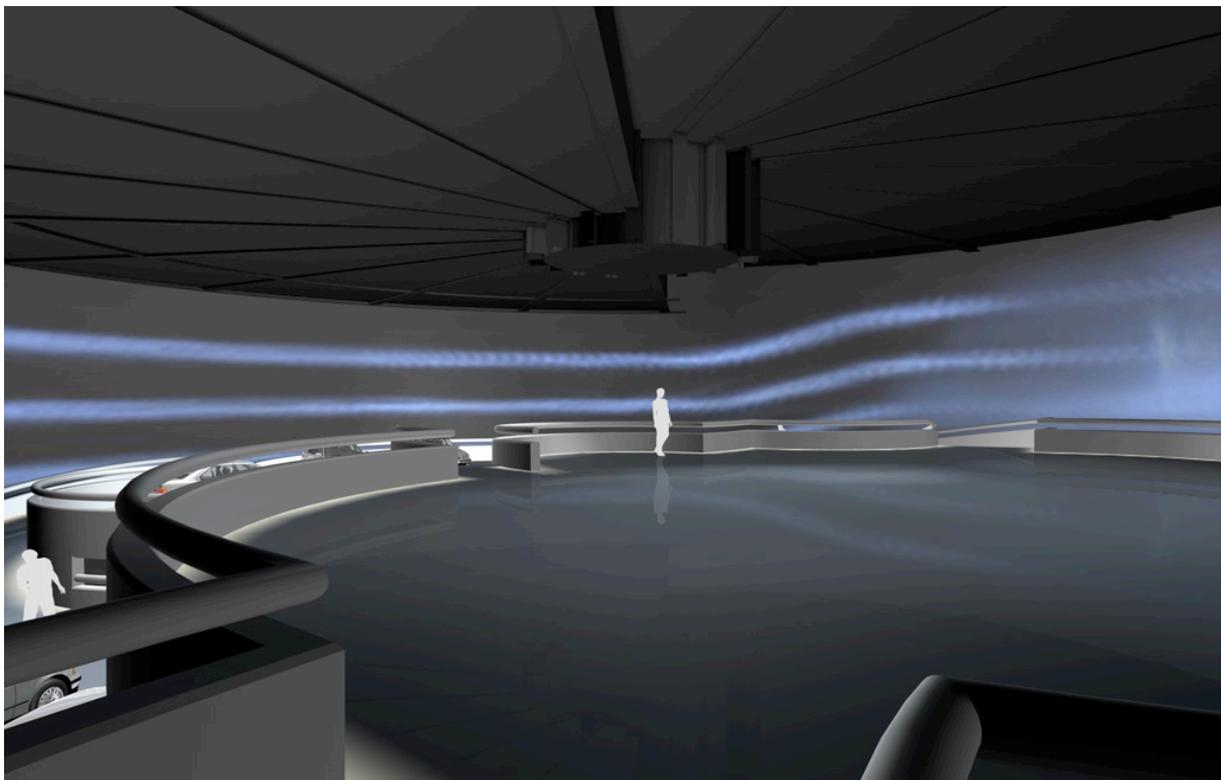


Abb. 16: Acousmonium mit 125 Lautsprecher und 59 Kanälen (Quelle: ART+COM AG)

Die Visuelle Sinfonie in der Schüssel bildet nach ca. zwei Stunden Ausstellungsbesuch die letzte Station im Museum. Es werden mehrere Plattformen durchlaufen, bis man letztendlich auf der grössten Plattform oben ankommt. Dort eröffnet sich der volle Rundumblick auf die riesige Projektionswand. Eine 360° Projektion bespielt in den Maßen von ca. 6,5 m x 120 m umlaufend die Innenfassade im oberen Bereich der Schüssel. Als gesamthafte mediale Inszenierung bietet die Visuelle Sinfonie ein abschließendes Erlebnis und einen emotionalen Höhepunkt. Der Besucher soll die Ausstellung in angenehmer Stimmung verlassen. In der Schüssel kommen drei Modi zum Einsatz. Der Ambient Modus mit einer Dauer von ca. 10 Minuten macht den Anfang. Anschliessend wechselt die Audioinszenierung in den Insert

Modus, der rund zwei Minuten dauert. Das Finale bildet schliesslich der 4 minütige Highlight Modus.

### **Die Klanggestaltung**

Zauberhafte Klanglandschaften, deren Fragmente subtil an vorhergehende Inszenierungen erinnern, erwarten den Besucher. Die Musik passt zur jeweiligen Projektion und ist der Bespielung jeweils angepasst. Der Ambient Modus ist mit ca. 10 Minuten der längste aber auch ruhigste Teil der visuellen Sinfonie. Eine Kurzinszenierung in Form des Insert Modus macht auf den Höhepunkt aufmerksam. Im Highlight Modus wartet ein fulminanter, dreidimensionaler Soundtrack als klangliche Symbiose aus Komposition, Sounddesign und Akusmatik auf, der die filmische Inszenierung unterstützt. Als großes Finale greift die Klanggestaltung der visuellen Sinfonie bekannte Elemente des Sounddesigns im Museum wieder auf und bearbeitet diese neu. Im Laufe der gesamten visuellen Sinfonie entwickelt sich sanftes Sounddesign zu einer traumhaften und eingängigen Cellomelodie, die schliesslich in einer gewaltigen Schlussharmonie verschmilzt.

### **Die Akusmatik**

Eingesetzt werden 125 Lautsprecher und 59 Kanäle. Linienquellen und Breitbandtreiber und vier Subwoofer hängen unter der Decke, einige Kalotten Hochtöner verstecken sich in den Handläufen der Treppe. Die Mischarbeit in der visuellen Sinfonie war neben dem BMW Platz die aufwendigste. Da es drei verschiedene Modi gibt, bedeutet dies auch drei verschiedene Mischungen. Das 59-kanälige Setup ist dabei auf 8 Surroundkreise aufgeteilt. Die Komposition aus fulminanten, tiefen Flügelakkorden, aber auch Beats und reichlich Soundeffekten ist darauf gemischt. Einzelne Klangfragmente werden über den gesamten Raum verteilt auf verschiedenen Lautsprechern wiedergegeben, womit eine einzigartige Akusmatik in diesem letzten Teil der Ausstellung herrscht.

Die Architektur und die besondere Akustik sind Teil der Komposition. Der Unterschied von nah und weit, sowie von unten und oben ist hier sehr stark betont und kommt dementsprechend zur Geltung. Im Gegensatz zum BMW Platz, in dem sich vor dem Besucher ein "akustischer Raum" öffnet, entsteht in der Schüssel das Gefühl, inmitten des akustischen Geschehens zu sein, quasi in einem futuristischen Klang-Orchester zu sitzen.

## 5. Die Umsetzung

Bevor "Idee und Klang" den Zuschlag für diesen anspruchsvollen Auftrag bekommen hat, mussten Sie sich in einem Bewerbungsverfahren mit einem ausgefeilten Konzept in Szene setzen. Schon in der Bewerbungsphase bereitete "Idee und Klang" einige Beispiele für die späteren Audioinszenierungen vor. Nachdem das Team ihr Können eindrucksvoll unter Beweis gestellt hatte, bekamen sie von BMW den Zuschlag für dieses außergewöhnliche Projekt.

In Zusammenarbeit mit den Architekten und den medialen Gestaltern des BMW Museums wurden nun erste Konzepte umgesetzt. So galt es für den Audiodesigner, die ersten Klangkompositionen zu kreieren und zu präsentieren. Im Laufe der Vorbereitungsphase gab es allerdings immer wieder Änderungen in der Konzeption der medialen Gestaltung des Museums.

### 5.1 Die Komposition

Da es sich ausschließlich um eigens produzierte Sounds handelt, nimmt die Komposition einen sehr großen Teil in der gesamten Arbeitsphase für das BMW Museum in Anspruch. Zu jedem Raum gibt es Vorüberlegungen, die in Absprache mit den medialen Gestaltern getroffen werden. Wie ein Raum klingen soll, ist dabei die Frage die es zu beantworten gibt. Eine verbale Vorgabe gilt es umzusetzen und dies gestaltet sich oft schwieriger als erwartet.

Für eine professionelle Umsetzung sollte mit richtigen Instrumenten gearbeitet werden. "Idee und Klang" legte bei der Arbeit für das BMW Museum besonderen Wert darauf. Die Aufnahmen der Instrumente erfordern qualitativ hochwertiges Studioequipment wie beispielsweise geeignete Mikrofone. Um eine komplette Komposition vorzuproduzieren und zu erstellen bedarf es heutzutage aber keinem teurem Studioequipment mehr. Die Kombination aus einem gut bestückten Rechner, einem geeigneten Sequenzer Programm, Software Synthesizern und einem Masterkeyboard reichen dabei völlig aus um jedes beliebige Instrument auf elektronische Weise zu erzeugen. Hier ein kurzer Überblick über die dafür notwendige Hard- und Software und deren Funktionen.

### 5.1.1 Kompositionswerkzeuge

Ein Sequenzer in digitaler Umgebung ist ein Programm zur Bearbeitung von Audiosignalen. Aufnahme und Wiedergabe von Audiomaterial sind damit heutzutage möglich, was früher nur mit sogenannten "Digital Audio Workstations" möglich war. Diese sind heutzutage, wenn man so will, in die Sequenzerprogramme integriert. Ein Sequenzer bietet zahlreiche Editiermöglichkeiten. MIDI Daten können damit komponiert und bearbeitet werden. Sequenzer erlauben das Einfügen von Effekten und unterstützen mittlerweile auch die Einbindung virtueller Instrumente via "Audio Unit" oder "VST". Moderne Sequenzer Programme bieten so eine komplette softwarebasierte Studioumgebung.

Ein Synthesizer ist ein Klangerzeuger der auf analoge oder digitale Weise künstliche Töne erzeugt. Für die Arbeit im BMW Museum geschieht dies auf rein digitaler Ebene in Form von Software Synthesizern.

Masterkeyboards erzeugen selbst keine Töne. Über USB oder MIDI-Schnittstellen werden sie mit dem Computer und den damit enthaltenen Synthesizern verbunden, welche für die Klangerzeugung zuständig sind. Für echtes Spielgefühl verfügen die meisten Masterkeyboards über gewichtete Tasten und Hammermechanik. Das Keyboard wird via USB an die Soundkarte angeschlossen und benutzt deren Synthesizer für die Synthetisierung der Instrumente. Die meisten Sequenzer-Programme unterstützen zwar die händische Eingabe von Noten, doch sollte man nicht auf ein Keyboard verzichten, wenn man vernünftige Ergebnisse erzielen will.

Mit dem Sequenzer Programm wird die Musik aufgenommen die mit dem Keyboard via MIDI eingespielt wird. Der Sequenzer spielt die Musik ab, indem er MIDI Daten an den Synthesizer schickt, der ja nach ausgewähltem Instrument hörbare Töne daraus macht.

Die Komposition erfolgt für erste Klangeindrücke hauptsächlich über MIDI. Anhand von MIDI Aufnahmen, sowie diversen Sounds aus einer riesigen Sounddatenbank. Daraus wird nun eine eigene Komposition zusammengestellt. Software Synthesizer stellen eine unzählige Auswahl an Instrumenten bereit, die über MIDI angesteuert werden können. Am Computer werden diese meistens als Plug-Ins geladen und sind je nach Bedarf erweiterbar.

Für den späteren Kompositionsprozess werden, wie schon erwähnt, richtige Instrumente aufgenommen. Teilweise wird auch schon zu Beginn der Komposition mit richtigen Instrumenten gearbeitet.

### **5.1.2 MIDI**

MIDI steht für Musical Instruments Digital Interface. Es ist eine Schnittstelle für elektronische Musikinstrumente, die über MIDI miteinander kommunizieren können. Jedes beliebige Instrument kann so über das MIDI-Keyboard gesteuert werden. Werden die Tasten am Keyboard angeschlagen, werden die Noten an den Synthesizer geschickt, der die gespielten Noten in Klänge umwandelt. MIDI speichert also nur Informationen über die Noten, wie beispielsweise Tonhöhe, Tonlänge und weitere Steuersignale. Ein MIDI-Befehl hat nur eine geringe Datenmenge und kann schnell bearbeitet werden. Jedes beliebige Instrument kann so am Computer geladen, und über ein MIDI-Keyboard gesteuert werden. Tonhöhenänderungen können über MIDI-Befehle folglich sofort geändert werden.

### **5.1.3 Aufnahme von Instrumenten**

Für das BMW Museum wurde fast ausschließlich mit Cello- und Flügelsounds gearbeitet. Im "Idee und Klang" Studio in Basel wurden diese Instrumente aufgenommen. Teilweise wurden nur zahlreiche Klänge und Klangvariationen aufgenommen um bei der Komposition darauf zurückzugreifen. Lag bereits eine Komposition vor, konnten die gewünschten Klänge, welche mit Samples vorproduziert waren, durch die richtigen Instrumente ersetzt werden. Durch die individuelle Spielweise traten während der Aufnahme oft neue Möglichkeiten zu Tage, die vorhin so nicht geplant waren.

### **5.1.4 Vorgehensweise bei einer Komposition**

Es gibt verschiedene Wege um zu komponieren. Oft sitzen Komponisten vor dem Klavier oder Flügel und improvisieren solange, bis sie eine ausgereifte Idee haben. Menschen mit musikalischem Verständnis schreiben ihre Ideen direkt auf Notenpapier und überprüfen die Komposition auf dem Klavier oder einem anderen Instrument. Ein wichtiger Faktor bei der Komposition ist außerdem eine gewisse Inspiration. Oft sitzt man Stunden am Flügel oder an

der Gitarre und bekommt nichts zustande. Andererseits entstehen innerhalb weniger Sekunden geniale Ideen und es sprudelt förmlich vor Einfällen.

Von Anfang an mit virtuellen Instrumenten zu arbeiten ist eine Möglichkeit die das Klavier ersetzt und zudem weitaus mehr Klangvarianten zulässt. Via MIDI werden elektronische Instrumente angesteuert. Das Masterkeyboard kann so mit jedem beliebigen Instrument belegt werden. Die Instrumente werden im Sequenzer Programm auf separate Spuren gelegt und so lassen sich Klänge komponieren die nach Belieben erweiterbar sind.

Bei der Komposition gibt es kein Richtig oder Falsch. Ich selbst habe die Erfahrung gemacht, dass durch Experimentieren mit den Instrumenten oft erstaunliche Ergebnisse erzielt werden, die im voraus so nicht geplant waren. Eine gewisse Vorstellung, wie die Komposition klingen soll, sollte man allerdings im Kopf haben. Für die visuelle Sinfonie wurde beispielsweise anfangs nur ein Cellist aus der Schweiz aufgenommen. Fast die ganze Komposition ist darauf aufgebaut. Das Arbeiten mit den richtigen Klängen ist bei "Idee und Klang" ein kreativer Prozess, bei dem auch Kompositionen zwischen den Komponisten ausgetauscht werden um somit das Beste aus einer Klanginszenierung rauszuholen.

Es entsteht nun nach und nach eine Klanglandschaft, die den Vorstellungen des Konzeptes entsprechen sollte. Ist dieser in der eigenen Betrachtungsweise soweit fertig, können nun diverse Soundelemente mitverarbeitet werden, die zusätzlich zur musikalische Komposition miteingebunden werden.

Es gibt verschiedene Arten um Soundeffekte zu kreieren. Die einfachste Art dies zu tun, ist die Arbeit mit Sounddatenbanken. Aus tausenden verschiedenen Sounds wählt man den passenden aus und untermalt die musikalische Komposition. Ein Sounddesign auf diese Art zu entwerfen ist zwar nicht besonders anspruchsvoll, geht aber dafür umso schneller.

Sounds aufzunehmen um bestimmte Effekte zu erzielen ist dabei die andere Möglichkeit und erfordert mehr Können sowie das notwendige Equipment. Generell bietet es sich natürlich an, auf bereits vorhandene Sounds aus Datenbeständen zurückzugreifen. Kann der gewünschte Effekt durch einzelne oder kombinierte Sounds nicht erzielt werden, ist eine Eigenproduktion unumgänglich.

## 5.2 Die Mischung

Sounds auszuwählen oder aufzunehmen, um sie schließlich in den gesamten Audiotrack einzufügen, ist allerdings nur ein Teil der Arbeit. Sind die Sounds synchron zu den Audiospuren gesetzt, müssen sie auf einen bestimmten Level gemischt werden.

Die Mischung an sich kann dabei nochmal genauso viel Zeit in Anspruch nehmen wie die gesamte Kompositionsphase. Da das menschliche Gehör relativ schnell ermüdet und man deshalb oft nicht mehr objektiv entscheiden kann ist es ratsam, sich eine weitere Person dazuzuholen.

### 5.2.1 Vorgehensweise einer akusmatischen Mischung

Um eine Klanginszenierung akusmatisch zu gestalten, bedarf es einer Komposition mit einer gewissen Struktur, die je nach Vorgabe zu erfüllen ist. Diese wird meist über eine Stereoabhöre oder Kopfhörer entworfen. Ist diese in der eigenen Betrachtungsweise und in Absprache mit den anderen Audiodesignern für den späteren Museumsraum tauglich, kann sie akusmatisch gemischt werden. Im "Idee und Klang" Studio in Basel werden die späteren akusmatischen Bedingungen des Museums simuliert, indem ein kleines Acousmonium mit 12 Lautsprechern im Studio aufgebaut wird. Die Lautsprecher werden speziell im Raum verteilt. Die erschaffene Komposition gilt es nun auf diese 12 Lautsprecher akusmatisch zu mischen.

Mit "Pro Tools HD" können alle gängigen Surroundkreise bis maximal 7.1 in dessen I/O-Setup festgelegt werden. Wird nun zum Beispiel ein 7.1 Kreis für das Output Routing festgelegt, so stehen für die Komposition 8 Kanäle zur Verfügung um die Komposition akusmatisch zu gestalten.

Eine Stereo Mischung bietet die Möglichkeit, das Audiosignal "links-rechts" zu verteilen. Der Hörer bekommt sozusagen eine "links-rechts" Information. Bei einem festgelegten Surroundkreis wie zum Beispiel 7.1, bedeutet dies eine Verteilung auf 8 Kanäle.

Die Verteilung des Audiosignals ist hier folgend vorgesehen:

Links vorne – links vorne mitte – vorne mitte – rechts vorne mitte – rechts vorne – links hinten – rechts hinten – Subwoofer

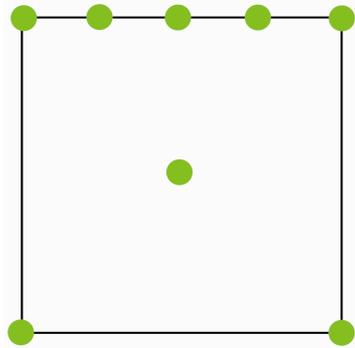


Abb. 17: Genormte Aufteilung eines 7.1 Surroundkreises – Lautsprecher sind grün gekennzeichnet

Zum jetzigen Zeitpunkt ist dies im Prinzip nicht anderes als eine Surround Mischung. Jedoch werden diese Kreise nur zur Umsetzung benutzt, denn die Aufstellung der Lautsprecher entspricht nicht der oben benannten Angabe. Diese werden demnach speziell für ein kleines Acousmonium im Raum aufgestellt.

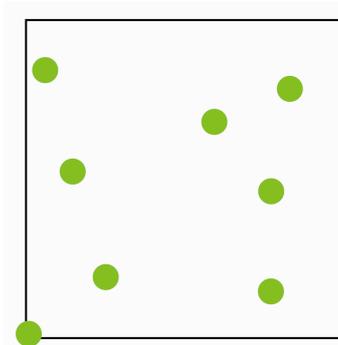


Abb. 18: Beispiel einer Aufteilung des 7.1 Surroundkreises für ein Acousmonium – Lautsprecher sind grün gekennzeichnet

Bei 12 Lautsprechern wird im Output Routing zum Beispiel ein 4.0 Kreis und ein 7.1 Kreis festgelegt. Zwei 6.0 Kreise im I/O Setup festzulegen, ist eine andere Möglichkeit. Gäbe es ein vorgefertigtes Setup für 12 Lautsprecher, könnte man theoretisch mit einem Surroundkreis arbeiten. Da der 7.1 Surroundkreis aber der grösste auszuwählende Kreis ist, müssen für mehrkanalige Mischungen mehrere Surroundkreise verwendet werden. Für den späteren Museumsbetrieb müssen demnach sehr viele Surroundkreise im I/O-Setup festgelegt werden, um zum Beispiel mit 60 Kanälen zu arbeiten. Das von "Idee und Klang" festgelegte Routing für den Museumsbetrieb ist in Kapitel "8.1-"Pro Tools" Routing für das Museum" ausführlich beschrieben. Es bietet sich an, für den gleichen Lautsprechertyp einen eigenen

Surroundkreis festzulegen. Ein Kanal entspricht dabei nicht immer einem Lautsprecher. Es kommt auch vor, dass ein Signal eines Kanals auf mehrere Lautsprecher geroutet wird.

Bei einer Mischung sollte generell auf die Trennung der einzelnen Frequenzbänder geachtet werden. Bei einer Sounddesign Mischung, in der gewöhnlich Musik, Sprache sowie Soundeffekte zum Einsatz kommen, ist dies besonders wichtig. Die Gefahr des sogenannten "Masking" kommt auf, wenn beispielsweise Sprache und Musik auf dieselben Frequenzen fixiert sind. Sie sind so nicht mehr deutlich voneinander zu unterscheiden und stehen sich quasi im Weg. Kommen Sprache, Musik und Soundeffekte gleichzeitig zum Einsatz, ist eine Anpassung der jeweiligen Frequenzbänder erforderlich.

In vielen Räumen des BMW Museums kommt keine Sprache zum Einsatz. Soundeffekte sowie die musikalische Komposition stehen hier im Vordergrund. Diese gilt es dabei in Einklang zu bekommen.

## **5.3 Die Klangbearbeitung**

### **5.3.1 Equalizing**

Equalizing ist die erste Etappe um Audiomaterial zur Klanggestaltung bei der Mischung nachhaltig zu beeinflussen. Auf die Möglichkeiten der Signalbearbeitung werde ich nun näher eingehen. Durch Equalizing können Signale aufgrund ihres Frequenzganges bearbeitet werden. Audiospuren können in den einzelnen Tracks durch Equalizer in Form von Plug-Ins in Ihren Frequenzgängen verändert werden. Auch einzelne Audiofiles in derselben Spur können je nach Bedarf mit einem Equalizer versehen werden.

Im Grunde gibt es 4 wesentliche Frequenzspektren zur Klangbearbeitung.

- Tiefen: ca. 20 - 150 Hz
- untere Mitten: ca. 150 - 1000 Hz
- obere Mitten: ca. 1 - 5 kHz
- Höhen: ca. 5 - 20 kHz

## Beispiel für den Einsatz eines Equalizers

Celloklänge sind ein Hauptbestandteil der Klanggestaltung im Museum. Sie bilden häufig einen Klangteppich aus mehreren Cellospuren, die elektronisch bearbeitet werden. Einzelne Klangpassagen sollen zum Beispiel mehr Druck bekommen. Eine Anhebung im Bereich von 60-80Hz bringt dabei den nötigen Druck, jedoch nicht mehr die Präzision. Eine Anhebung im Bereich von 500-800Hz macht den Ton klarer und deutlicher. Will man verstärkt Saiten- und Anschlaggeräusche haben, hebt man im Bereich von 2-3kHz die Frequenz an. Die richtige individuelle Einstellung gilt es dabei zu finden.

## 5.3.2 Filter

Ein Filter hat dieselbe Funktion wie ein Equalizer. Der Unterschied ist, dass Filter keine Signale verstärken sondern, wie der Name schon sagt, nur filtern. Das Signal wird an einem bestimmten Frequenzbereich der Filterung gedämpft. Es lässt, je nach Filtereinstellung, bestimmte Frequenzen passieren oder schwächt diese ab. So gibt es verschiedene Arten von Filtern, welche unterschiedliche Funktionen haben.

Ein Hochpassfilter lässt nur hohe Frequenzen passieren, so lassen sich tieffrequente Anteile ausfiltern. Andersrum lässt ein Tiefpassfilter nur tiefe Frequenzen passieren, hohe Frequenzen werden ausgefiltert. Ein Bandpassfilter lässt nur einen bestimmten Frequenzanteil passieren, andere Frequenzen werden gedämpft. Der Frequenzgang eines Filters wird also durch den Durchlassbereich und den Sperrbereich bestimmt.

### Hoch-, Tief-, und Bandpassfilter

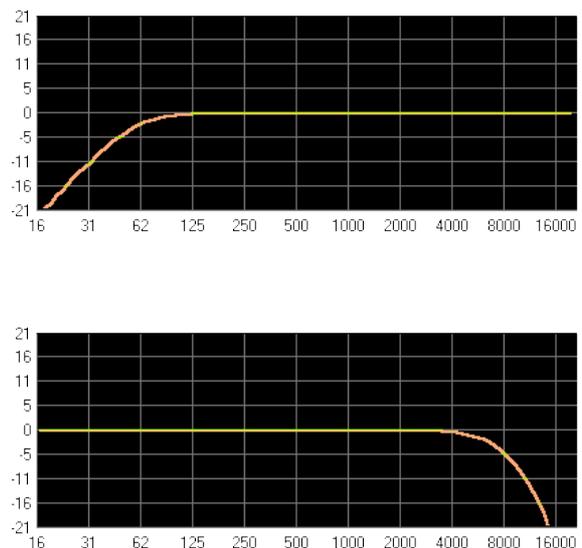


Abb. 18: Hoch- und Tiefpassfilter

### 5.3.3 Kompressoren

Kompressoren werden zur Verringerung der Dynamik eines Signals verwendet. Ein Signal kann komprimiert werden um den Dynamikverlauf einzuschränken und somit die zu hohe Dynamik, wie sie beispielsweise in der menschlichen Stimme vorkommt, zu glätten. Für Sprachaufnahmen im Museum wird immer mit einem Kompressor gearbeitet. Somit kann erreicht werden, dass zu laute Passagen komprimiert werden, was insgesamt angenehmer auf den Hörer wirkt. Das Signal kann somit durch die komprimierten Pegelspitzen näher an die Verzerrungsgrenze gebracht werden, was zu einem lauterem Klang führt.

Der Kompressor regelt das Ausgangssignal, sobald der Eingangspegel die Threshold überschreitet. Die Threshold kann frei festgelegt werden. Mit Ratio stellt man das Kompressionsverhältnis von Eingangs- zu Ausgangssignal ein. Eine Ratio von 2:1 führt bei einer Erhöhung des Eingangspegels von 2dB zu einer Erhöhung des Ausgangspegels um 1dB.

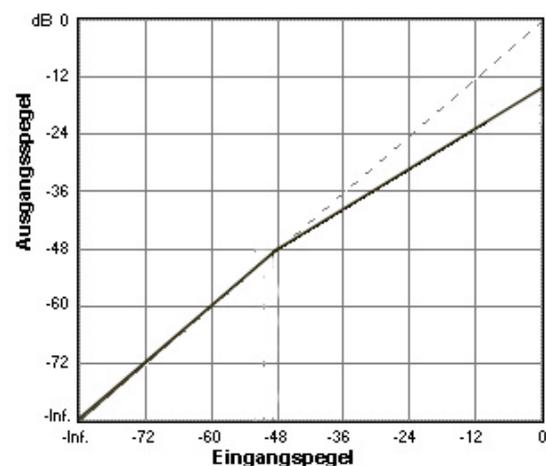


Abb. 19: Wirkungsweise eines Kompressors

### 5.3.4 Effekte

Zur Klangbearbeitung werden Audiosignale zusätzlich mit Effekten versehen, die das eigentliche Signal auf bestimmte Weise verändern. Effektgeräte zur Signalbearbeitung verändern das ursprüngliche Signal auf digitaler Ebene. Für die Arbeit eines Audiodesigners ist der kreative Umgang mit diesen Effekten unerlässlich. Hier eine Auflistung der gebräuchlichsten Effekte.

#### Flanger

Dieser Effekt beruht auf Phasenverschiebungen. Das Originalsignal wird mit zeitlicher Verzögerung sich selbst überlagert. Wenn ein oder mehrere phasenverschobene Signale aufaddiert werden, kommt es zu Phasenverschiebungen. Dabei werden bestimmte Frequenzen aufgrund der unterschiedlichen Phasenlage ausgelöscht. Diesen Effekt nennt man

Kammfiltereffekt. Es entsteht der Eindruck, dass durch die auftretenden Auslöschungen ein Wandern des Klanges entsteht, welches für eine eigene Dynamik sorgt. Der Verzögerungsbereich wird durch Ober- und Untergrenzen festgelegt.

### **Exciter**

Ein Exciter ändert das Spektrum eines Signals in Abhängigkeit des Eingangssignals. Dabei werden, im Gegensatz zu einer Entzerrung, zusätzlich harmonische Obertöne erzeugt. Das Signal klingt dadurch präsenter, selbst bei Veränderung der Tonhöhe. Eine bessere Sprachverständlichkeit kann somit zum Beispiel erzielt werden. Bei Beschallungen kommt dieser Effekt häufig zum Einsatz.

### **Delay und Echo**

Das Eingangssignal wird für eine gewisse Zeit zwischengespeichert. Die Zeit der Zwischenspeicherung entspricht der Verzögerungszeit. Anschließend wird das Signal dem Originalsignal aufaddiert, dadurch entsteht zum Beispiel der Eindruck, dass durch viele kurze Delays mehrere Instrumente zu Gange sind.

### **Chorus**

Ein Choruseffekt arbeitet mit kurzen Delays und Tonhöhenverschiebungen, die ständig moduliert werden. Der dabei erreichte Effekt entspricht dem Hörgefühl, welches beim Zusammenspiel mehrerer Musiker zu verzeichnen ist. Diese gewollte Unpräzision im Zusammenspiel lässt sich durch einen Choruseffekt elektronisch nachbilden.

### **Harmonizer**

Normalerweise ändert sich bei schnellerem Abspielen eines Klanges auch seine Tonhöhe. Ohne die Dauer eines Stückes zu verändern, kann man mit einem Harmonizer-Effekt die Tonhöhe verändern. Unter dem Begriff Pitch-Shifter ist der Effekt ebenfalls geläufig. Dabei wird die Delayzeit zwischen einem bestimmten Wert und dem Wert 0 ständig hin- und zurückmoduliert, was eine Anhebung bzw. Absenkung der Tonhöhe bewirkt.

### **Vocoder**

Das Audiosignal wird in mehrere Frequenzbänder aufgeteilt und anschließend wieder zusammengeführt. Bei einem Vocoder werden zwei Eingangssignale miteinander verknüpft,

wovon ein Signal als Steuersignal für VCA's dient, welches das 2. Signal frequenzabhängig steuert. Mit einem Sprachsignal als Steuersignal und einem zu modulierenden Instrumentensignal ist es z.B. möglich, ein Instrument sprechen zu lassen.

## 5.4 Mastering

Mastering ist im Grunde nicht anderes als eine Klangbearbeitung, nachdem der komplette Audiotrack fertig gemischt und geschnitten vorliegt. Hierbei können verschiedene Frequenzanteile ja nach Geschmack angehoben oder abgesenkt werden.

Soviel nun zu den Themen "Komposition, Mischung, Klangbearbeitung und Mastering". Diese Arbeit musste im Prinzip zweimal erledigt werden. Zum einen in der Vorbereitungs- und Konzeptionsphase im Tonstudio in Basel, zum anderen vor Ort im Museum in München. Die Komposition an sich stand, jedoch gab es immer wieder kleine Änderungen, die sich als Weiterentwicklung der Komposition erwiesen. Die Mischung wurde, wie bereits erwähnt, auf einem kleinen Acousmonium in Basel vorbereitet. Im Museum herrschten natürlich andere akustische Bedingungen. Jedes Acousmonium ist quasi ein Instrument, für welches die Komposition individuell erfolgen muss. Dies bedeutete, die schon vorhandene Mischung an die Museumsbedingungen anzupassen. Die Hauptarbeit direkt vor Ort war demnach die akusmatische Mischung, worüber ich bereits in Kapitel "5.2.1 – Vorgehensweise einer akusmatischen Mischung" geschrieben habe. Eine Klangbearbeitung sowie das Mastering waren vor Ort ebenfalls unerlässlich, da die akustischen Begebenheiten dies für jeden einzelnen Museumsraum aufs Neue erforderten.

## 6. Die Arbeit im Museum

Das Herz der medialen Gestaltung des BMW Museums liegt verborgen in zwei Technikräumen. In ihnen befinden sich sämtliche Rechner, Zusprieler, Audio- und Videoprozessoren, Verstärker, Lichttechnik sowie die gesamte Netzwerkverteilung. Die Steuerung aller medialen Inszenierungen ist hier in 19Zoll Racks verbaut. Im gesamten BMW Museum ist ein Netzwerk eingerichtet welches über diese zwei Technikräume gesteuert wird. Ethernetports gibt es im Museum in fast jedem Raum. Somit ist der mobile Anschluss im gesamten Museum gewährleistet.

### 6.1 Arbeitsablauf

Zwei Systeme stehen für die Arbeit im Museum zur Verfügung. An beiden Arbeitsplätzen wird parallel gearbeitet. Ein komplettes System beinhaltet im Folgenden einen Steuercomputer "Apple Mac G5" inklusive "Pro Tools HD", Audiointerfaces sowie ADAT-Bridges.

Sämtliche Misch-, Schnitt- und Editierarbeiten werden mit "Pro Tools HD" erledigt. "Pro Tools HD" ist nicht nur eine Software Anwendung sondern ein integriertes, konsequent modular aufgebautes, hardwarebasiertes Produktionssystem der Firma "Digidesign", das für die Signalverarbeitung neben der Rechenleistung des Computers insbesondere auf spezielle DSP-Chips zurückgreift. Das Digidesign Produktionssystem beinhaltet die Audiointerfaces "Digidesign 192 I/O". Diese bieten 16 analoge sowie digitale Ein- und Ausgänge. Das größere der beiden im Museum aufgebauten Systeme verfügt über zwei Audiointerfaces dieses Typs. ADAT-Bridges bieten nochmals jeweils 16 Ein- und Ausgänge und sind mit den Audiointerfaces verbunden, zwei ADAT-Bridges sind im größeren System integriert. Insgesamt können mit diesem Produktionssystem 64 Kanäle verarbeitet werden. Etwas spärlicher aber trotzdem ausreichend ist der zweite, kleinere Arbeitsplatz bestückt. Ein "Digidesign Audiointerface 192 I/O" und zwei ADAT-Bridges bieten 48 Kanäle zur Verarbeitung an. Klanginstallationen die mehr als 48 Kanäle benötigen, erfordern deshalb das große System.

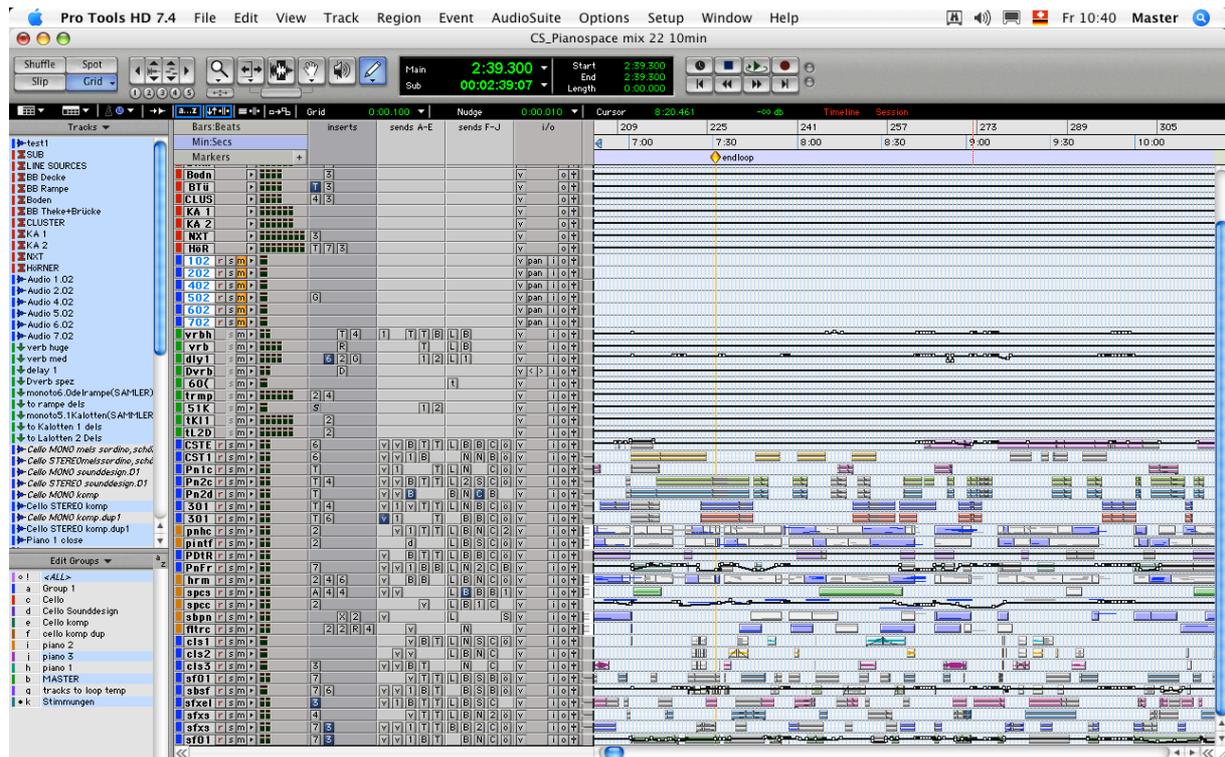


Abb. 20: Pro Tools Screenshot während der Mischphase im BMW Museum

Abhängig von den Audioprozessoren werden die Systeme in zwei Technikräumen installiert. Da die Audio-Interfaces sowie ADAT-Bridges über die ADAT-Ausgänge mit den Audioprozessoren verbunden sind, werden diese immer in demjenigen Technikraum aufgebaut, indem der Audioprozessor für die jeweiligen Museumsräume fest installiert ist.

Im BMW Museum werden diese Produktionssysteme voll ausgelastet. Man könnte es sich auch einfacher machen, eine 5.1 bzw. 6-kanaligen Mischung vorbereiten und diese dann auf 140 Lautsprecher wiedergeben. Bestimmte Ziele und Effekte lassen sich damit auch erreichen. Die Möglichkeiten einer 60-kanaligen Mischung übertreffen dies bei weitem und lassen akusmatische Erlebnisse in einem völlig neuen Licht erscheinen. Ein Acousmonium mit 59 Kanälen auf 230 Lautsprecher verteilt, ist meines Wissens in einem Museum noch nicht zur Anwendung gekommen. Natürlich bedarf dies auch einer sehr guten auf den Raum und die Lautsprecher angepassten Mischung der Komposition um diese speziellen Hörbedingungen zu erleben.

Ein komplettes System für jeden separaten Museumsraum aufzubauen ist zu aufwendig und zeitlich nicht möglich. Für die akusmatische Mischung in den Einzelräumen arbeitet man deshalb nur mit Bildschirm, Tastatur, Maus und MIDI-Keyboard. Über Netzwerk oder WLAN wird eine Verbindung zu den Steuercomputern in den Technikräumen hergestellt.

Ein "Catvision" System, bestehend aus Sender und Empfänger, stellt eine Bildschirmverlängerung des Steuercomputers via Netzwerk her. Am DVI-Ausgang des Steuerrechners wird der "Catvision" Sender angeschlossen. Mittels Ethernetkabel wird der Sender mit dem Netzwerkhub im Technikraum verbunden. Über diesen Hub wird die Verbindung auf die jeweiligen Ethernetports in den Museumsräumen geroutet. Diese wird mit dem "Catvision" Empfänger verbunden, welcher dann wiederum mittels DVI-Schnittstelle an den Bildschirm angeschlossen wird. Die Bildschirmverlängerung ist somit hergestellt.

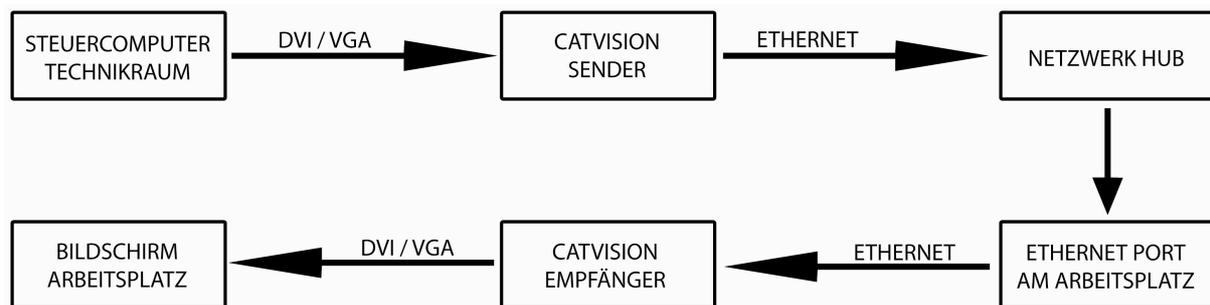


Abb. 21: Signalweg einer Bildschirmverlängerung

Über einen Netzwerk USB-Hub können zusätzlich Maus, Tastatur und MIDI-Keyboard angeschlossen werden. Der Steuercomputer wird über Ethernetkabel an den Netzwerkhub im Technikraum angeschlossen. Wie bereits oben erwähnt wird das Signal über den Netzwerk Hub auf die jeweiligen Ethernet Ports in den Museumsräumen geroutet. Von da aus wird ein Netzwerk USB-Hub via Ethernetkabel angeschlossen. An diesen Hub lässt sich nun über eine USB-Schnittstelle Maus, Tastatur und Bildschirm anschließen. Somit ist die Verbindung zum Steuerrechner gewährleistet.

Um also an jedem beliebigen Ort im Museum Zugriff auf die Steuerrechner zu haben, bedarf es einer Bildschirmverlängerung sowie einer reinen Netzwerkverlängerung für Maus, Tastatur und sonstige USB-Geräte.



Abb. 22: Signalweg der USB-Komponenten

Eine weitere Möglichkeit um auf die Steuerrechner zugreifen zu können, bietet die Software "Remote Desktop" von "Apple". Über Netzwerk oder WLAN lässt sich jeder "Apple" Computer beobachten und steuern. Dabei wird eine Verbindung zwischen einem sogenannten "Client" und einem "Admin" hergestellt. Der Admin-Computer besitzt die Steuerrechte und kann den Client-Computer steuern. Der Steuercomputer im Technikraum dient also als Client. Auf einem Notebook werden Administrator Rechte installiert und so kann man mühelos via Netzwerk oder WLAN auf den Steuercomputer zugreifen.

Für umfangreiche Schnitt- und Editierarbeiten mit "Pro Tools" sollte man auf jeden Fall mit eine Netzwerkverbindung arbeiten. Der Vorteil eines separaten 22" Bildschirms sowie der Möglichkeit, ein MIDI Keyboard via USB Netzwerkhub zu steuern, sprechen eindeutig für das System "Bildschirmverlängerung + Netzwerkverlängerung für USB Geräte". Um einfache Editierarbeiten durchzuführen, genügt die "Remote Desktop" Variante über Netzwerkkabel. Der einfachste und schnellste Weg um auf den Steuercomputer zugreifen zu können, erlaubt die Software "Remote Desktop" via WLAN. So kann man an jedem beliebigen Platz arbeiten, ohne ein Ethernetkabel anstöpseln zu müssen. Leider tritt dabei eine gewisse Latenz auf. Aufwendige Editierarbeiten in "ProTools" sind somit nur schwer zu bewältigen, einfache Arbeiten wie Start, Stop, Pegel oder Frequenzänderungen sind damit aber mühelos durchzuführen.

## 7. Die Hardware

### 7.1 Zuspieler

Als Zuspieler dienen "InSynergie" Server mit MOTU 2408 Soundkarten. Im Museum kommt die ADAT-Variante der MOTU-Interfaces zum Einsatz. Jedes MOTU-Interface stellt drei ADAT-Schnittstellen zur Verfügung. Mittels ADAT können 8 Kanäle übertragen werden. Somit stellt jedes Interface 24 symmetrische Ausgänge bereit. Auf den Audioservern sind alle Audiofiles abgelegt, die im Museum zum Einsatz kommen. Jeder Stereokanal ist dabei in allen Funktionen frei ansteuerbar. Mit einer 24bit Auflösung sind diese Player für den professionellen Anwender geeignet. Durch das "InSynergie Control System" ist gewährleistet, dass alle Kanäle synchron abgespielt werden. Dies hat bei der Menge an nötigen Kanälen im BMW Museum natürlich eine sehr hohe Priorität. Die komplette Audioinszenierung wäre dahin, wenn der Player die Audiofiles unzuverlässig im Loop abspielen würde und nach einer gewissen Zeit die einzelnen Spuren immer weiter auseinanderlaufen würden.

In einigen Räumen laufen nicht permanent dieselben Audiofiles in einem Loop. Für diesen Fall bieten die "InSynergie" Server Playlisten für die automatisierte Wiedergabe an. So lassen sich mehrere Audioinszenierungen für spezielle Museumsräume je nach Abspielfolge programmieren. Die Audioserver werden von einem übergeordneten Medienmodul gesteuert.

Die "InSynergie" Server haben im Museumsbetrieb dieselbe Funktion wie die Steuerrechner in der Mischphase. Während der Mischphase werden die Audiosignale, die mit "Pro Tools" bearbeitet werden, via ADAT von den "Digidesign" Audiointerfaces auf die "DME" Audioprozessoren geleitet. Im Museumsbetrieb liegen die Audiofiles auf den Audioservern und werden von dort aus via ADAT auf die "DME" Audioprozessoren geleitet. Über die genauen Audio-Signalwege werde ich in Kapitel "8.2 – Audio-Signalwege" detailliert eingehen.

### 7.2 Audioprozessoren

Als Audio-Signalprozessoren stehen "Yamaha DME" Prozessoren zur Verfügung. Diese bieten eine hohe "DSP" Rechenleistung und eine Anzahl weiterer nützlicher Funktionen. Unter "DSP" versteht man einen digitalen Signalprozessor. Diese dienen der digitalen

Verarbeitung der Audiosignale durch die digitale Datenverarbeitung. Im Museum werden die DME Audioprozessoren hauptsächlich für folgende Funktionen verwendet.

- Entzerrung der unterschiedlichen Lautsprechertypen
- Laufzeitkorrekturen
- Pegelanpassungen der Lautsprecher untereinander
- Lautstärkeregelung über die übergeordnete Mediensteuerung

### **7.3 Wandler**

Für die D/A – Wandlung kommen im BMW Museum “A 16 Ultra“ Wandler zum Einsatz. Diese sind mehrkanalige 24Bit/96kHz AD/DA-Wandler mit sehr guten Audioeigenschaften. 16 Audio-Kanäle lassen sich damit gleichzeitig von Digital nach Analog wandeln. Die digitale Anbindung erfolgt mittels ADAT-Schnittstellen. Zudem verfügen die Wandler über eine Memory Funktion, welche die aktuellen Einstellungen beim Ausschalten speichert um beim Wiedereinschalten auf die letzten Settings zurückgreifen zu können.

### **7.4 Lautsprecher**

Im BMW Museum kommen folgende Lautsprecher zum Einsatz:

#### **Breitbandtreiber**

Eigentlich ein normaler Lautsprecher der fast das gesamte Frequenzspektrum wiedergibt. Die Bündelung ist mittelstark, normalerweise ca. 60 Grad. Der Durchmesser beträgt 10-30 cm.

#### **Koaxialtreiber**

Koaxialtreiber sind im Prinzip Breitbandtreiber aber in besserer Qualität, da ein Hochtöner in einen Mitteltöner integriert ist.

#### **Kompaktlautsprecher**

In Form des JBL Control One Lautsprechers bieten sie einen 10 Zoll Tiefmitteltöner sowie eine gegen Berührung geschützte Polycarbonat/Titankalotte.

### **Linienquellen**

Spezielle Konstruktion bei der mehrere Lautsprecher unter- oder nebeneinander platziert werden um eine höhere Bündelung zu erreichen. Der Abstrahlwinkel ist bei diesem Lautsprechertyp um einiges kleiner.

### **Richtlautsprecher**

Richtlautsprecher vom Typ "Panphonics" sind Flächenlautsprecher mit geringer Tiefe. Sie haben eine keulenförmige Abstrahlcharakteristik von ca. 60 Grad. Dadurch lässt sich Streuschall deutlich reduzieren. Die Lautsprecher verzichten auf störende Höhen sowie starke Bässe.

### **Kalotten oder Hochtöner**

Diese Lautsprecher geben nur die hohen Frequenzen wieder. Sie sind extrem klein und auch sehr preiswert. Im Museum kommen Kalottenlautsprecher in Geländern und Handläufen zum Einsatz. Der Durchmesser beträgt nur ca. 5-7 cm.

### **Hörner**

Auch dieser Lautsprecher gibt nur die hohen Frequenzen wieder, ist aber leistungsfähiger und hat eine stärkere Bündelung als der Kalottenlautsprecher.

### **Tieftöner oder Subwoofer**

Dieser Lautsprecher gibt nur die tiefen Frequenzen wieder. Meistens wird er ergänzend zu einem System eingesetzt welches diese tiefen Frequenzen nicht produzieren kann.

### **NXT Panels**

Sogenannte NXT Panels sind Flächenlautsprecher, die für alle Anwendungsbereiche einsetzbar sind. Sie haben eine sehr geringe Bautiefe von nur 3mm – 3 cm und können so platzsparend verbaut werden. Es ist kein Gehäuse notwendig, das NXT -Panel kann freischwingend aufgehängt werden.

*"Welche Art Lautsprecher an welchen Orten im Museum eingesetzt wurden, darüber entschied die akustische Vorstellung der Akusmatiker in Verbindung mit der technischen Machbarkeit seitens der Elektroakustik. Gesucht wird in der Akusmatik eine ortsgebundene - und insofern auch einmalige - Verbindung von Lautsprecher und Raum, so dass bezogen auf bestimmte Hörzonen Phänomene der akustischen Lokalisation (Verortung) und Umhüllung (Raumeindruck) realisiert werden können.*

*Bei der akustischen Abstimmung vor Ort wurden neben den unmittelbar funktionalen Eingriffen (Hochpässe, Lautstärke) auch klangfärbende und raumgenerierende Bearbeitungen (EQ, Delay) vorgenommen. Wenn die Akusmatik auch entgegen den üblichen Abstimmungsarbeiten für Stereophonie und Surround (Lineare Abhörstrecke) Klangfärbungen und Raumphänomene durch Bündelung, Diffusion, Absorption und Resonanz sucht, d.h. klanglich nutzt, so sollen in den Hörzonen doch auch keine allzu grossen Nichtlinearitäten des Übertragungsfrequenzganges vorliegen. Hierfür wurden die Räume statisch (gleitender Sinus oder Rauschen) angeregt und bezogen auf diverse Messpunkte equalisiert."*

Zitat: Jürgen Strauss, Elektroakustik – zum Thema Lautsprecher im BMW Museum

Eine detaillierte Abbildung bezüglich der Lautsprecher in den verschiedenen Museumsräumen ist nachfolgend dargestellt. Diese gibt Auskunft über alle relevanten Daten der im BMW Museum verbauten Lautsprecher.

Beschreibung	Menge	DME out	DME in	Delay	sync / Inszenierung	Gehäusemaße	Halterung / Befestigung	Frequenzweiche	Farbe
<b>Design Schatzkammer</b>									
Panphonic Richtlautsprecher	6	6		6	no lokal	84 x 64cm	abgehängt von	Passivadapter	schwarz
Panphonic Richtlautsprecher	2	2		2	no lokal	84 x 34cm	abgehängt von	Passivadapter	schwarz
			<b>Total: 19Ch</b>						
<b>Design Atelier</b>									
Flachmembran Lautsprecher	9	9		9	no lokal	FPS 0212M7S1	eingebaut in Stiele	keine	
5" Breitbandtreiber 100V	20	10		10	no frei / loopt	15 x 15 x 9cm	Siebbohrung in	inkl. 100V Trafo	weiß bezogen mit Stoff
			<b>Total: 20Ch</b>						
<b>Inspiration</b>									
5" Breitbandtreiber	12	12		12	no sync mit licht und chinetik	15 x 15 x 19cm	Siebbohrung in	keine	weiß bezogen mit Stoff
JBL_Control 1	8	8		8	no	Control 1	Technikfuge an	inkl.	weiß
			<b>Total: 8Ch</b>						
<b>Hörbücher</b>									
Panphonic Richtlautsprecher	8	8		8	no lokal	laut Plan ATB	in Deckenelement	Passivadapter	weiß
			<b>Total: 11Ch</b>						
<b>Unternehmensskulptur</b>									
5" Breitbandtreiber	20	10		10	no frei / loopt	15 x 20 x 15cm	in Deckenelement		schwarz
18" Tieftöner	1	1		1	frei / loopt	80 x 50 x 50cm	unter der Treppe	nach Vorgaben	
			<b>Total: 17Ch</b>						
<b>Aerodynamik</b>									
5" Breitbandtreiber	8	8		8	no stumpf	Einbaulautsprecher	in Decke integriert	keine	weiß
5" Breitbandtreiber	8	8		8	no stumpf	20 x 20 x 9cm	in Wand integriert	inkl.	schwarz
18" Tieftöner	1	1		1	no stumpf	120 x 55 x 23cm	in Wand integriert	nach Vorgaben	schwarz
			<b>Total: 17Ch</b>						
<b>Tourenwagen</b>									
3,5" Einbaulautsprecher (app. Screen)	5	5		5	no lokal aber gesteuert	15 x 15 x 15cm	in Wand integriert,	keine	schwarz
JBL_Control 1	6	3		3	ev zusprieler	Control 1	Technikfuge an	inkl.	weiß
JBL_Control 1	12	6		6	ev zusprieler	Control 1	in Wand integriert,	inkl.	schwarz
Linienquellen	2	2		2	ev zusprieler	SE 600	in Wand integriert,	inkl.	weiß
18" Tieftöner	1	1		1	no zusprieler	120 x 55 x 23cm	in Wand integriert	nach Vorgaben	schwarz
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>Motorrad Renngeschichte</b>									
3,5" Einbaulautsprecher (app. Screen)	6	6		6	no ev. sync mit film ug	15 x 15 x 15cm	in Wand integriert,	keine	schwarz
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>BMW 328</b>									
3,5" Einbaulautsprecher (app. Screen)	2	2		2	no ev. sync mit film ug	15 x 15 x 15cm	in Wand integriert,	keine	schwarz
5" Breitbandtreiber	12	4		4	ev mit klappsitze sync zum film	20 x 20 x 19cm	in Wand integriert	keine	schwarz
10" Breitbandtreiber	6	6		6	ev sever oder sync	45 x 45 x 19cm	Technikfuge an	keine	weiß
10" Breitbandtreiber	2	2		2	ev sever oder sync	45 x 45 x 19cm	in Wand integriert,	keine	schwarz
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>M-Story</b>									
Kopfhörer	5	5		5	no lokal	AKG K530	von der Decke	keine	weiß
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>Begegnungen</b>									
3,5" Einbaulautsprecher	30	10		10	no lokal	15 x 15 x 15cm	in Wand integriert	keine	schwarz
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>Kreativwerkstatt</b>									
JBL_Control 1	4	2			no autark	Control 1	Technikfuge an	inkl.	weiß
			<b>Total: 14Ch</b>						
<b>Werbung</b>									
3,5" Einbaulautsprecher	14	14			no lokal ??????	11 x 20 x 15cm	in Wand integriert	keine	weiß
			<b>Total: 82Ch</b>						
<b>BMW Platz, Gitterrostdecke</b>									
1" Kalotten 100V	70	10		10	yes Acousmonium	Monacor DT-28N	mit Halterung auf	inkl. 100V Trafo	schwarz
10" Breitbandtreiber 100V	25	6		6	yes Acousmonium	80 x 45 x 19cm	von Decke an	inkl. 100V Trafo	schwarz
10" Breitbandtreiber	6	6		6	no Acousmonium	80 x 45 x 19cm	von Decke an	keine	schwarz
Linienquellen	6	6		6	ev Acousmonium	SE 600	Dreh- Kipp Bügel	inkl.	schwarz
			<b>Total: 82Ch</b>						
<b>BMW Platz, Rampe</b>									
1" Kalottenlautsprecher 100V	61	10	gleiche kanäle wie spalte 46	yes	Acousmonium	Monacor DT-28N	in Rampe integriert	inkl. 100V Trafo	schwarz
10" Breitbandtreiber 100V	20	6	gleiche kanäle wie spalte 47	yes	Acousmonium	80 x 45 x 19cm	in Rampe integriert	inkl. 100V Trafo	schwarz
2" Hörer in Brüstung	8	8		8	ev Acousmonium	CP650/TI	in Brüstung	nach Vorgabe	weiß
			<b>Total: 82Ch</b>						
<b>BMW Platz, Glasbrücke</b>									
1" Kalotten 100V	4	4 von 10	gleiche kanäle wie spalte 47	yes	Acousmonium	Monacor DT-28N	in Brücke integriert	inkl. 100V Trafo	schwarz
8" Koaxiallautsprecher (Cluster) 100V	8	6		6	ev Acousmonium	80 x 25 x 19cm	in Brücke integriert	inkl. 100V Trafo	schwarz
8" Koaxiallautsprecher 100V -> sind d	3	2		2	yes Acousmonium	81 x 25 x 19cm	in Brücke integriert	inkl. 100V Trafo	schwarz
			<b>Total: 71Ch</b>						
<b>BMW Platz, Boden, Säulen</b>									
10" Bodenlautsprecher	4	4		4	yes Acousmonium	38 x 38 x 38cm	im Doppelboden in	keine	schwarz
NXT Panels	16	16	(beide Säulen symetrisch)	8	ev Acousmonium	Novasonar	in Säulen	keine	schwarz
18" Tieftöner	2	2		1	no Acousmonium	50 x 50 x 50cm	unter Rampe	nach Vorgaben	schwarz
			<b>Total: 71Ch</b>						
<b>Visuelle Sinfonie, Decke</b>									
10" Breitbandtreiber 100V	34	34		34	ev Acousmonium	45 x 45 x 30cm	an Rohr in	keine	schwarz
Linienquellen	14	14		14	yes Acousmonium	SE 600	Dreh- Kipp Bügel	inkl.	schwarz
18" Tieftöner	4	4		1	no Acousmonium	50 x 50 x 50cm	an Rohr in	nach Vorgaben	schwarz
			<b>Total: 59Ch</b>						
<b>Visuelle Sinfonie, Handlauf</b>									
1" Kalotten 100V	73	20	(Plattform 4+5 parallel)	10	yes Acousmonium	Monacor DT-28N	in Handlauf	inkl. 100V Trafo	schwarz

Abb. 23: Lautsprecherüberblick (Quelle: ICT – Innovative Communications Technik GmbH)

## 7.4.1 Filter für Lautsprecher

Um bestimmte Lautsprecher vor Frequenzen zu schützen, die nicht im Übertragungsbereich der Lautsprecher liegen, werden diese an den "DME" Audioprozessoren so gefiltert, dass bestimmte Frequenzen gar nicht erst bis zum Lautsprecher gelangen können.

Übersicht über Lautsprecherfilter im Museum. Die Filterung erfolgt an den Audioprozessoren.

	<b>Hochpass</b>	<b>Tiefpass</b>
Panphonics Richtlautsprecher	150 Hz	15 KHz
NXT-Panels	150 Hz	15 KHz
1" Kalotten	2-5 KHz	20 KHz
2" Hörner	800 Hz	20 KHz
3.5 " Einbaulautsprecher	150 Hz	15 KHz
5 " Breitbandtreiber	100 Hz	15 KHz
8" Koaxiallautsprecher	50 Hz	20 KHz
10" Breitbandtreiber	50 Hz	20 KHz
18" Tieftöner	30 Hz	200 Hz
Linienquellen	50 Hz	20 KHz
JBL Kompaktlautsprecher	50 Hz	20 KHz

## 8. Audio im Museum

### 8.1 Routing / Pro Tools Setup

Das Routing wird im I/O-Setup von "Pro Tools" festgelegt. Wie in Kapitel "5.3.1 – Vorgehensweise einer akusmatischen Mischung" bereits erwähnt, ist der größte verfügbare Surroundkreis ein 7.1 bzw. 8-kanaliger Kreis. Um alle 59 Kanäle auf die Lautsprecher zu routen, benötigt man also mindestens 8 große Surroundkreise. Es bietet sich an, für die verschiedenen Arten von Lautsprechern separate Kreise festzulegen. Somit kann man beispielsweise eine Cellolinie ganz einfach auf die Boden- und Kalottenlautsprecher verteilen, indem sie nur auf diese zwei Surroundkreise geroutet werden. Stehen bei einem Raum nur vier Lautsprecher eines Typs zur Verfügung, wird demnach ein 4.0 Surroundkreis festgelegt. 20 Lautsprecher eines Typs erfordern mindestens zwei 7.1 Surroundkreise sowie einen 4.0 Surroundkreis. Je nach Lautsprecheranzahl und Anordnung der Lautsprecher entsteht somit das Routing der jeweiligen Museumsräume.

Der **BMW Platz** mit 59 Kanälen ist im I/O-Setup folgendermaßen festgelegt:

- 6.1 Surroundkreis für Linienquellen
- 6.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 2 x 5.0 Surroundkreis für Kalottenlautsprecher
- 7.1 Surroundkreis für NXT Panels
- 7.1 Surroundkreis für Hörner
- 6.0 Surroundkreis für Koaxiallautsprecher
- 4.0 Surroundkreis für Bodenlautsprecher
- 6.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 4.0 Surroundkreis für Breitbandlautsprecher

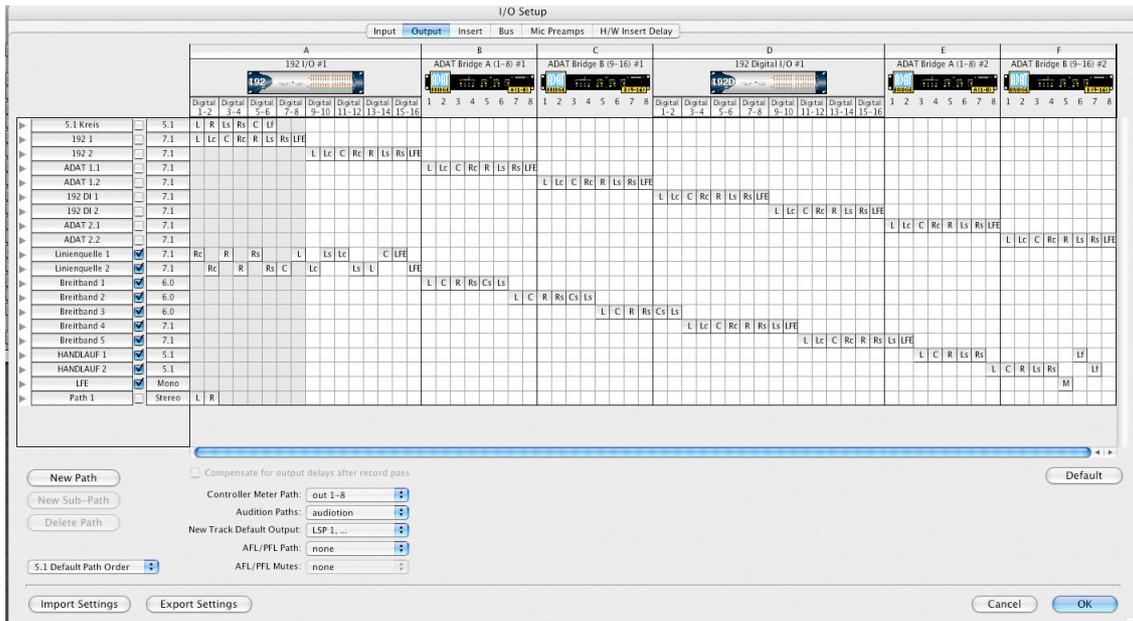


Abb. 24: Pro Tools I/O Setup – BMW Platz Screenshot

## Weitere I/O-Setups der einzelnen Räume:

### Visuelle Sinfonie

- 7.1 Surroundkreis für Linienquellen
- 7.0 Surroundkreis für Linienquellen
- 3 x 6.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 2 x 7.1 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 2 x 5.0 Surroundkreis für Kalottenlautsprecher

### Inspiration

- 2 x 6.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 7.1 Surroundkreis für JBL Control one

### Design Atelier

- 2 x 5.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber

### Unternehmensskulptur

- 2 x 5.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 1 Surroundkreis für Subwoofer

## **Aerodynamik**

- 7.1 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 7.1 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 1 Surroundkreis für Subwoofer

## **Tourenwagen**

- 2 x 5.1 Surroundkreis für JBL Control one
- 6.0 Surroundkreis für Linienquellen

## **328er**

- 2 x 7.1 Surroundkreis für Breitbandtreiber
- 4.0 Surroundkreis für Breitbandtreiber

## **8.2 Bouncen der Audiofiles**

Ist eine Raumkomposition fertig gemischt, editiert und gemastert, werden die Audiofiles gebounct. Bouncen bedeutet das Ausspielen der im Sequenzerprogramm abgelegten Audiospuren auf ein bestimmtes Audioformat. Die häufigste Anwendung eines solchen Bouncevorganges ist die Ausspielung einer Vielzahl von Audiospuren im Sequenzerprogramm auf eine Stereospur, wie sie in der Musik üblich ist.

Im Falle des BMW Museums wird die Komposition nicht auf einen Stereomix heruntergebrochen. Sie wird wie schon des öfteren erwähnt, mehrkanalig gemischt und auch im späteren Museumsbetrieb in dieser Form umgesetzt. Hierfür werden die in "Pro Tools" angelegten Surroundkreise als Monospuren ausgespielt. Im Falle der visuellen Sinfonie wären dies beispielsweise 10 Surroundkreise, die ausgespielt werden. Alle 10 Surroundkreise müssen nacheinander gebounct werden, da ein gleichzeitiges ausspielen mit "Pro Tools" nicht möglich ist. Ein gebouncter 6.0 Surroundkreis als Beispiel, ergibt sechs Monospuren. Bei der visuellen Sinfonie entspricht dies einer Anzahl von 59 Monospuren.

Anschliessend werden alle Monospuren einer Klanginstallation in eine neu angelegte "Pro Tools-Session" importiert und jeweils paarweise auf Stereo-Interleaved Files gewandelt. Diese Arbeit ist deshalb erforderlich, da die "InSynergie" Audioserver die Kanäle leider nur paarweise verwalten können, d.h. sie können nur Stereospuren verarbeiten. Die fertigen Stereo-Interleaved Files werden nun auf die Audioserver aufgespielt, die diese im Loop

abspielen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Audiofiles genau in der Reihenfolge ausgespielt und beschriftet werden, wie dies im Output-Routing von "Pro Tools" festgelegt ist. Sollten die Audiofiles auf dem Audioserver beispielsweise durch Beschriftungsfehler falsch abgelegt sein, würden alle Spuren über die falschen Lautsprecher wiedergegeben werden, was die gesamte Komposition ruinieren würde.

Da "Pro Tools" nur in Echtzeit bouncen kann, nimmt diese Arbeit noch einmal sehr viel Zeit in Anspruch und sollte nicht unterschätzt werden.

### 8.3 Audio-Signalwege

Die Stereo-Interleaved Audiofiles liegen auf den "InSynergie" Audioservern in den Technikräumen. Über die ADAT-Ausgänge der MOTU-Soundkarten werden alle Kanäle auf die ADAT-Eingänge der "Yamaha DME" Audioprozessoren geleitet. Dabei wird das Audiosignal gefiltert und durch entsprechendes Routing weitergeleitet. Wiederum über ADAT erreicht das digitale Audiosignal die D/A Wandler, welche das Signal abgreifen und in ein analoges Signal wandeln. Dies erreicht nun die Verstärker, welche das Signal auf direktem Weg an die Lautsprecher übertragen. Einige Lautsprecherleitungen sind im Museum in 100 V Technik ausgeführt. Dies ist vor allem wichtig, wenn weite Strecken zu überbrücken sind oder mehrere Lautsprecher angeschlossen werden sollen.

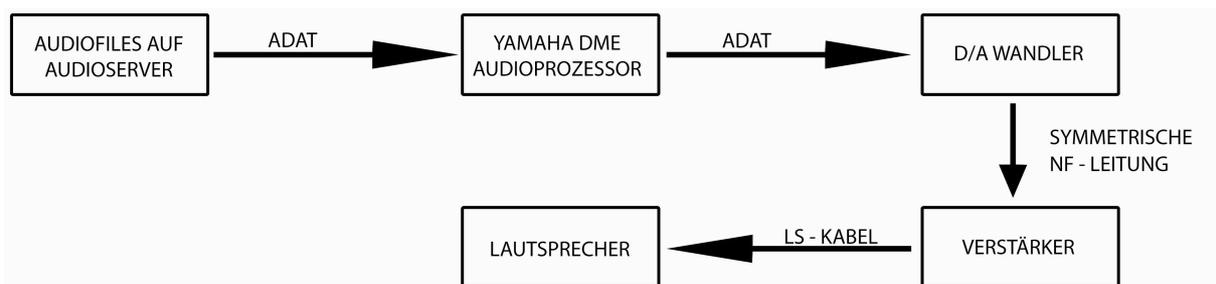


Abb. 25: Übersicht der Audio-Signalwege

Eine Übersicht der Audio Signalwege für alle Audioinszenierungen ist auf den folgenden Abbildungen detailliert dargestellt:

Zusprieler	Ausgang	Beschreibung	Adat	Eingang	DME	Ausgang	Adat	Beschreibung	Adat	DIA-Wandler	Ausgang	AMP	Routing	LS Kabel	Lautsprecher	
insynergie 1 (40Ch. v. 72Ch.)	1	Kalotten	1/01	1		1	1/01	Kalotten	1/01	CS 1	1	Amp CS 4 100V Kalotten Gittermast	LS-T1-Rampe-01/01	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 1		
	2		1/02	2	1/02	2	1/02		2		LS-T1-Rampe-01/02		Kalotte Gittermast Ch. Nr. 2			
	3		1/03	3	1/03	3	1/03		3		LS-T1-Rampe-01/03		Kalotte Gittermast Ch. Nr. 3			
	4		1/04	4	1/04	4	1/04		4		LS-T1-Rampe-01/04		Kalotte Gittermast Ch. Nr. 4			
	5	1/05	5	1/05	5	1/05	5	1/05	5	1/05	5	LS-T1-Rampe-01/05	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 5			
	6	1/06	6	1/06	6	1/06	6	1/06	6	1/06	6	LS-T1-Rampe-01/06	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 6			
	7	1/07	7	1/07	7	1/07	7	1/07	7	1/07	7	LS-T1-Rampe-01/07	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 7			
	8	1/08	8	1/08	8	1/08	8	1/08	8	1/08	8	LS-T1-Rampe-01/08	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 8			
	9	2/01	Breitbandtreiber Decke	2/01	9		2/01	9	Breitbandtreiber Decke	2/01	CS 5	9	Amp CS 5 100V Breitband Gittermast	LS-T1-Rampe-01/09	Kalotte Gittermast Ch. Nr. 9	
	10	2/02		10	2/02	10	2/02	10		LS-T1-Rampe-02/10		Breitband Gittermast Ch. Nr. 10				
	11	2/03		11	2/03	11	2/03	11		LS-T1-Rampe-02/11		Breitband Gittermast Ch. Nr. 11				
	12	2/04		12	2/04	12	2/04	12		LS-T1-Rampe-02/12		Breitband Gittermast Ch. Nr. 12				
	13	2/05	13	2/05	13	2/05	13	2/05	13	2/05	13	LS-T1-Rampe-02/13	Breitband Gittermast Ch. Nr. 13			
	14	2/06	14	2/06	14	2/06	14	2/06	14	2/06	14	LS-T1-Rampe-02/14	Breitband Gittermast Ch. Nr. 14			
	15	2/07	15	2/07	15	2/07	15	2/07	15	2/07	15	LS-T1-Rampe-02/15	Breitband Gittermast Ch. Nr. 15			
	16	2/08	16	2/08	16	2/08	16	2/08	16	2/08	16	LS-T1-Rampe-02/16	Breitband Gittermast Ch. Nr. 16			
	17	3/01	6 Breitbandtreiber Rampe	3/01	17		3/01	17	6 Breitbandtreiber Rampe	3/01	CS 2	17	Amp CS 6 100V Kalotten Rampe	LS-T1-Rampe-04/01 + 05/01	Kalotte Rampe Ch. Nr. 1	
	18	3/02		18	3/02	18	3/02	18		LS-T1-Rampe-04/02 + 05/02		Kalotte Rampe Ch. Nr. 2				
	19	3/03		19	3/03	19	3/03	19		LS-T1-Rampe-04/03 + 05/03		Kalotte Rampe Ch. Nr. 3				
	20	3/04		20	3/04	20	3/04	20		LS-T1-Rampe-04/04 + 05/04		Kalotte Rampe Ch. Nr. 4				
21	3/05	4 Breitbandtreiber Theke	3/05	21		3/05	21	4 Breitbandtreiber Theke	3/05	CS 2	21	Amp CS 6 100V Kalotten Rampe	LS-T1-Rampe-04/05 + 05/05	Kalotte Rampe Ch. Nr. 5		
22	3/06		22	3/06	22	3/06	22		LS-T1-Rampe-04/06 + 05/06		Kalotte Rampe Ch. Nr. 6					
23	3/07		23	3/07	23	3/07	23		LS-T1-Rampe-04/07 + 05/07		Kalotte Rampe Ch. Nr. 7					
24	3/08		24	3/08	24	3/08	24		LS-T1-Rampe-04/08 + 05/08		Kalotte Rampe Ch. Nr. 8					
25	4/01	Linienquellen	4/01	25		4/01	25	Linienquellen	4/01	CS 7	25	Amp CS 7 100V Breitband Rampe	LS-T1-Rampe-06/01 + 06/01	Kalotte Rampe Ch. Nr. 9		
26	4/02		26	4/02	26	4/02	26		LS-T1-Rampe-06/02 + 06/02		Kalotte Rampe Ch. Nr. 10					
27	4/03		27	4/03	27	4/03	27		LS-T1-Rampe-06/03 + 06/03		Breitband Rampe Ch. Nr. 1					
28	4/04		28	4/04	28	4/04	28		LS-T1-Rampe-07/01 + 06/04		Breitband Rampe Ch. Nr. 2					
29	4/05	SUB	4/05	29		4/05	29	SUB	4/05	CS 7	29	Amp CS 7 100V Breitband Rampe	LS-T1-Rampe-07/02 + 06/05	Breitband Rampe Ch. Nr. 3		
30	4/06		30	4/06	30	4/06	30		LS-T1-Rampe-07/03 + 06/06		Breitband Rampe Ch. Nr. 4					
31	4/07		31	4/07	31	4/07	31		LS-T1-Rampe-07/04 + 06/07		Breitband Rampe Ch. Nr. 5					
32	4/08		32	4/08	32	4/08	32		LS-T1-Rampe-07/05 + 06/08		Breitband Rampe Ch. Nr. 6					
33	5/01	NXT Panels	5/01	33		5/01	33	NXT Panels	5/01	CS 1	33	Amp C 1 10Zoll Breitband	LS-UVOGB2-UGCS-01	Breitband LSP Nr. Bb 18		
34	5/02		34	5/02	34	5/02	34		LS-UVOGB2-UGCS-02		Breitband LSP Nr. Bb 19					
35	5/03		35	5/03	35	5/03	35		LS-UVOGB2-UGCS-03		Breitband LSP Nr. Bb 20					
36	5/04		36	5/04	36	5/04	36		LS-UVOGB2-UGCS-04		Breitband LSP Nr. Bb 21					
37	5/05	CentralSpace (80Ch.) ergibt 88 CH wegen spare	5/05	37		5/05	37	CentralSpace (80Ch.) ergibt 88 CH wegen spare	5/05	CS 3	37	Amp C 2 Linienquelle	LS-UVOGB2-UGCS-05	Breitband LSP Nr. Bb 7		
38	5/06		38	5/06	38	5/06	38		5/06		38		5/06	38	LS-UVOGB2-UGCS-06	Breitband LSP Nr. Bb 8
39	5/07		39	5/07	39	5/07	39		5/07		39		5/07	39	LS-UVOGB2-UGCS-07	Breitband LSP Nr. Bb 9
40	5/08		40	5/08	40	5/08	40		5/08		40		5/08	40	LS-UVOGB2-UGCS-08	Breitband LSP Nr. Bb 10
41	6/01		41	6/01	41	6/01	41		6/01		41		6/01	41	LS-T1-UGCS-07	Breitband LSP Nr. Bb 11
42	6/02		42	6/02	42	6/02	42		6/02		42		6/02	42	LS-T1-UGCS-08	Breitband LSP Nr. Bb 12
43	6/03		43	6/03	43	6/03	43		6/03		43		6/03	43	LS-T1-UGCS-09	Breitband LSP Nr. Bb 13
44	6/04		44	6/04	44	6/04	44		6/04		44		6/04	44	LS-T1-UGCS-10	Breitband LSP Nr. Bb 14
45	6/05		45	6/05	45	6/05	45		6/05		45		6/05	45	LS-T1-UGCS-11	Breitband LSP Nr. Bb 15
46	6/06		46	6/06	46	6/06	46		6/06		46		6/06	46	LS-T1-UGCS-12	Breitband LSP Nr. Bb 16
47	6/07		47	6/07	47	6/07	47		6/07		47		6/07	47	LS-T1-UGCS-13	Breitband LSP Nr. Bb 17
48	6/08		48	6/08	48	6/08	48		6/08		48		6/08	48	LS-T1-UGCS-14	Breitband LSP Nr. Bb 18
49	7/01		49	7/01	49	7/01	49		7/01		49		7/01	49	LS-T1-UGCS-09	2 Zoll Horn H01
50	7/02		50	7/02	50	7/02	50		7/02		50		7/02	50	LS-T1-UGCS-10	2 Zoll Horn H02
51	7/03		51	7/03	51	7/03	51		7/03		51		7/03	51	LS-T1-UGCS-11	2 Zoll Horn H03
52	7/04		52	7/04	52	7/04	52		7/04		52		7/04	52	LS-T1-UGCS-12	2 Zoll Horn H04
53	7/05	53	7/05	53	7/05	53	7/05	53	7/05	53	LS-T1-UGCS-01	2 Zoll Horn H05				
54	7/06	54	7/06	54	7/06	54	7/06	54	7/06	54	LS-T1-UGCS-02	2 Zoll Horn H06				
55	7/07	55	7/07	55	7/07	55	7/07	55	7/07	55	LS-T1-UGCS-03	2 Zoll Horn H07				
56	7/08	56	7/08	56	7/08	56	7/08	56	7/08	56	LS-T1-UGCS-04	2 Zoll Horn H08				
57	8/01	Player f. generatorisches Audio	8/01	57		8/01	57	Player f. generatorisches Audio	8/01	CS 4	57	Amp C 3 NXT Panel	LS-T1-UV0GB2-EGCS-01	Biegewellenstr. BW 01		
58	8/02		58	8/02	58	8/02	58		8/02		58		8/02	58	LS-T1-UV0GB2-EGCS-02	Biegewellenstr. BW 02
59	8/03		59	8/03	59	8/03	59		8/03		59		8/03	59	LS-T1-UV0GB2-EGCS-03	Biegewellenstr. BW 03
60	8/04		60	8/04	60	8/04	60		8/04		60		8/04	60	LS-T1-UV0GB2-EGCS-04	Biegewellenstr. BW 04
61	8/05		61	8/05	61	8/05	61		8/05		61		8/05	61	LS-T1-UV0GB2-EGCS-05	Biegewellenstr. BW 05
62	8/06		62	8/06	62	8/06	62		8/06		62		8/06	62	LS-T1-UV0GB2-EGCS-06	Biegewellenstr. BW 06
63	8/07		63	8/07	63	8/07	63		8/07		63		8/07	63	LS-T1-UV0GB2-EGCS-07	Biegewellenstr. BW 07
64	8/08		64	8/08	64	8/08	64		8/08		64		8/08	64	LS-T1-UV0GB2-EGCS-08	Biegewellenstr. BW 08
65	9/01	Generatorsches Audio	9/01	65		9/01	65	Generatorsches Audio	9/01	CS 4	65	Amp C 4 NXT Panel	LS-T1-UV0GB2-EGCS-09	Biegewellenstr. BW 09		
66	9/02		66	9/02	66	9/02	66		9/02		66		9/02	66	LS-T1-UV0GB2-EGCS-10	Biegewellenstr. BW 10
67	9/03		67	9/03	67	9/03	67		9/03		67		9/03	67	LS-T1-UV0GB2-EGCS-11	Biegewellenstr. BW 11
68	9/04		68	9/04	68	9/04	68		9/04		68		9/04	68	LS-T1-UV0GB2-EGCS-12	Biegewellenstr. BW 12
69	9/05		69	9/05	69	9/05	69		9/05		69		9/05	69	LS-T1-UV0GB2-EGCS-13	Biegewellenstr. BW 13
70	9/06		70	9/06	70	9/06	70		9/06		70		9/06	70	LS-T1-UV0GB2-EGCS-14	Biegewellenstr. BW 14
71	9/07		71	9/07	71	9/07	71		9/07		71		9/07	71	LS-T1-UV0GB2-EGCS-15	Biegewellenstr. BW 15
72	9/08		72	9/08	72	9/08	72		9/08		72		9/08	72	LS-T1-UV0GB2-EGCS-16	Biegewellenstr. BW 16
73	1/01	Hörner	1/01	1		1/01	1	Hörner	1/01	CS 5	1	Amp CS1 Hörner	LS-T1-UGCS-09	2 Zoll Horn H01		
74	1/02		2	1/02	2	1/02	2		1/02		2		1/02	2	LS-T1-UGCS-10	2 Zoll Horn H02
75	1/03		3	1/03	3	1/03	3		1/03		3		1/03	3	LS-T1-UGCS-11	2 Zoll Horn H03
76	1/04		4	1/04	4	1/04	4		1/04		4		1/04	4	LS-T1-UGCS-12	2 Zoll Horn H04
77	1/05		5	1/05	5	1/05	5		1/05		5		1/05	5	LS-T1-UGCS-01	2 Zoll Horn H05
78	1/06		6	1/06	6	1/06	6		1/06		6		1/06	6	LS-T1-UGCS-02	2 Zoll Horn H06
79	1/07		7	1/07	7	1/07	7		1/07		7		1/07	7	LS-T1-UGCS-03	2 Zoll Horn H07
80	1/08		8	1/08	8	1/08	8		1/08		8		1/08	8	LS-T1-UGCS-04	2 Zoll Horn H08
81	2/01	Koaxialtreiber	2/01	9		2/01	9	Koaxialtreiber	2/01	CS 5	9	Amp CS2 8Zoll Brücke 100V	LS-T1-Rampe-03/01 + 02	Cluster CL01 + CL 02		
82	2/02		10	2/02	10	2/02	10		2/02		10		2/02	10	LS-T1-Rampe-03/03 + 04	Cluster CL03 + CL 04
83	2/03		11	2/03	11	2/03	11		2/03		11		2/03	11	LS-T1-Rampe-03/05 + 06	Cluster CL05 + CL 06
84	2/04		12	2/04	12	2/04	12		2/04		12		2/04	12	LS-T1-Rampe-03/07 + 08	Cluster CL07 + CL 08
85	2/05		13	2/05	13	2/05	13		2/05		13		2/05	13	LS-T1-Rampe 03 / 9	Breitband links / rechts?
86	2/06		14	2/06	14	2/06	14		2/06		14		2/06	14	LS-T1-Rampe 03 / 10	Breitband mitte?
87	2/07		15	2/07	15	2/07	15		2/07		15		2/07	15	LS-T1-EG81-01/11	Breitband LSP Nr. Bb 138/139
88	2/08		16	2/08	16	2/08	16		2/08		16		2/08	16	LS-T1-EG81-01/12	Breitband LSP Nr. Bb 140/141
89	3/01	Bodenlautsprecher	3/01	17		3/01	17	Bodenlautsprecher	3/01	CS 6	17	Amp CS 3	LS - T1-UGCS 02	Boden LSP		

Zuspieler	Ausgang	Beschreibung	Adat	Eingang	DME	Ausgang	Adat	Beschreibung	Adat	DIA-Wandler	Ausgang	Amp	Routing	LS Kabel	Lautsprecher
Insynergie 2 (96Ch. v. 96Ch.)	1	Visuelle Sinfonie 59Ch.	1/01	1		1	1/01	Visuelle Sinfonie (72Ch.)	1/01		1	AMP VS 8 Linienquellen	LS-T1-DS-05 LS-T1-DS-06 LS-T1-DS-07 LS-T1-DS-08 LS-T1-DS-09 LS-T1-DS-10 LS-T1-DS-11 LS-T1-DS-12 LS-T1-DS-13 LS-T1-DS-14 LS-T1-DS-15 LS-T1-DS-16 LS-T1-DS-17 LS-T1-DS-18	Linienquelle LSP Nr. 35 Linienquelle LSP Nr. 36 Linienquelle LSP Nr. 37 Linienquelle LSP Nr. 38 Linienquelle LSP Nr. 39 Linienquelle LSP Nr. 40 Linienquelle LSP Nr. 41 Linienquelle LSP Nr. 42 Linienquelle LSP Nr. 43 Linienquelle LSP Nr. 44 Linienquelle LSP Nr. 45 Linienquelle LSP Nr. 46 Linienquelle LSP Nr. 47 Linienquelle LSP Nr. 48	
			1/02	2		2	1/02		2						
			1/03	3		3	1/03		3						
			1/04	4		4	1/04		4						
			1/05	5		5	1/05		5						
			1/06	6		6	1/06		6						
			1/07	7		7	1/07		7						
			1/08	8		8	1/08		8						
			2/01	9		9	2/01		9						
			2/02	10		10	2/02		10						
			2/03	11		11	2/03		11						
			2/04	12		12	2/04		12						
			2/05	13		13	2/05		13						
			2/06	14		14	2/06		14						
			2/07	15		15	2/07		15						
			2/08	16		16	2/08		16						
			3/01	17		17	3/01		17						
			3/02	18		18	3/02		18						
			3/03	19		19	3/03		19						
			3/04	20		20	3/04		20						
			3/05	21		21	3/05		21						
			3/06	22		22	3/06		22						
			3/07	23		23	3/07		23						
			3/08	24		24	3/08		24						
			4/01	25		25	4/01		25						
			4/02	26		26	4/02		26						
			4/03	27		27	4/03		27						
			4/04	28		28	4/04		28						
			4/05	29		29	4/05		29						
			4/06	30		30	4/06		30						
			4/07	31		31	4/07		31						
			4/08	32		32	4/08		32						
			5/01	33		33	5/01		33						
			5/02	34		34	5/02		34						
			5/03	35		35	5/03		35						
			5/04	36		36	5/04		36						
			5/05	37		37	5/05		37						
			5/06	38		38	5/06		38						
			5/07	39		39	5/07		39						
			5/08	40		40	5/08		40						
			6/01	41		41	6/01		41						
			6/02	42		42	6/02		42						
			6/03	43		43	6/03		43						
			6/04	44		44	6/04		44						
			6/05	45		45	6/05		45						
			6/06	46		46	6/06		46						
			6/07	47		47	6/07		47						
			6/08	48		48	6/08		48						
7/01	49		49	7/01	49										
7/02	50		50	7/02	50										
7/03	51		51	7/03	51										
7/04	52		52	7/04	52										
7/05	53		53	7/05	53										
7/06	54		54	7/06	54										
7/07	55		55	7/07	55										
7/08	56		56	7/08	56										
8/01	57		57	8/01	57										
8/02	58		58	8/02	58										
8/03	59		59	8/03	59										
8/04	60		60	8/04	60										
8/05	61		61	8/05	61										
8/06	62		62	8/06	62										
8/07	63		63	8/07	63										
8/08	64		64	8/08	64										
9/01	65		65	9/01	65										
9/02	66		66	9/02	66										
9/03	67		67	9/03	67										
9/04	68		68	9/04	68										
9/05	69		69	9/05	69										
9/06	70		70	9/06	70										
9/07	71		71	9/07	71										
9/08	72		72	9/08	72										
10/01	73		73	10/01	73										
10/02	74		74	10/02	74										
10/03	75		75	10/03	75										
10/04	76		76	10/04	76										
10/05	77		77	10/05	77										
10/06	78		78	10/06	78										
10/07	79		79	10/07	79										
10/08	80		80	10/08	80										
11/01	81		81	11/01	81										
11/02	82		82	11/02	82										
11/03	83		83	11/03	83										
11/04	84		84	11/04	84										
11/05	85		85	11/05	85										
11/06	86		86	11/06	86										
11/07	87		87	11/07	87										
11/08	88		88	11/08	88										
12/01	89		89	12/01	89										
12/02	90		90	12/02	90										
12/03	91		91	12/03	91										
12/04	92		92	12/04	92										
12/05	93		93	12/05	93										
12/06	94		94	12/06	94										
12/07	95		95	12/07	95										
12/08	96		96	12/08	96										
13/01	97		97	13/01	97										
13/02	98		98	13/02	98										
13/03	99		99	13/03	99										
13/04	100		100	13/04	100										
13/05	101		101	13/05	101										
13/06	102		102	13/06	102										
13/07	103		103	13/07	103										
13/08	104		104	13/08	104										
13/09	105		105	13/09	105										
13/10	106		106	13/10	106										
13/11	107		107	13/11	107										
13/12	108		108	13/12	108										
13/13	109		109	13/13	109										
13/14	110		110	13/14	110										
13/15	111		111	13/15	111										
13/16	112		112	13/16	112										
13/17	113		113	13/17	113										
13/18	114		114	13/18	114										
13/19	115		115	13/19	115										
13/20	116		116	13/20	116										
13/21	117		117	13/21	117										
13/22	118		118	13/22	118										
13/23	119		119	13/23	119										
13/24	120		120	13/24	120										
13/25	121		121	13/25	121										
13/26	122		122	13/26	122										
13/27	123		123	13/27	123										
13/28	124		124	13/28	124										
13/29	125		125	13/29	125										
13/30	126		126	13/30	126										
13/31	127		127	13/31	127										
13/32	128		128	13/32	128										
13/33	129		129	13/33	129										
13/34	130		130	13/34	130										
13/35	131		131	13/35	131										
13/36	132		132	13/36	132										
13/37	133		133	13/37	133										
13/38	134		134	13/38	134										
13/39	135		135	13/39	135										
13/40	136		136	13/40	136										
13/41	137		137	13/41	137										
13/42	138		138	13/42	138										
13/43	139		139	13/43	139										
13/44	140		140	13/44	140										
13/45	141		141	13/45	141										
13/46	142		142	13/46	142										
13/47	143		143	13/47	143										
13/48	144		144	13/48	144										
13/49	145		145	13/49	145										
13/50	146		146	13/50	146										
13/51	147		147	13/51	147										
13/52	148		148	13/52	148										
13/53	149		149	13/53	149										
13/54	150		150	13/54	150										
13/55	151		151	13/55	151										
13/56	152		152	13/56	152										
13/57	153		153	13/57	153										
13/58	154		154	13/58	154										
13/59	155		155	13/59	155										
13/60	156		156	13/60	156										
XLK Anschlussfeld	1	Stereo-In für Veranstaltung	49			49									
	2		50			50									
		nicht verfügbar da Schacht mit Analogkarte bestückt	51			51									
			52			52									
			53			53									
			54			54									
			55			55									
			56			56									
		nicht verfügbar da Schacht mit Analogkarte bestückt	57			57									
			58			58									
			59			59									
			60			60									
			61			61									
			62			62									
			63			63									
			64			64									
			65			65									
			66			66									
			67			67									
			68			68									
			69			69									
			70			70									
			71			71									
			72			72									
			73			73									
			74			74									
			75			75									
			76			76									

Zuspieler	Ausgang	Beschreibung	Adat	Eingang	DME	Ausgang	Adat	Beschreibung	Adat	D/A-Wandler	Ausgang	Amp	Routing	LS-Kabel	Lautsprecher									
Insynergie 3 (13Ch. v. 48Ch.)	1	Body 3.UG Skulptur (11Ch.)	1/01	1	1	1/01	1	Body 3.UG Skulptur (11Ch.)	1/01	T2 1	1	AMP B3UG Nr.1			Beyma SMP60N Bb58/57									
	2		1/02	2		1/02	2		1/02		2				Beyma SMP60N Bb58/59									
	3		1/03	3		1/03	3		1/03		3				Beyma SMP60N Bb60/61									
	4		1/04	4		1/04	4		1/04		4				Beyma SMP60N Bb62/63									
	5		1/05	5		1/05	5		1/05		5				Beyma SMP60N Bb64/65									
	6		1/06	6		1/06	6		1/06		6				Beyma SMP60N Bb66/67									
	7		1/07	7		1/07	7		1/07		7				Beyma SMP60N Bb68/69									
Film Aerodynamic (16 v. 17Ch.) B4 UG	2	Film Aerodynamic (16 v. 17Ch.) B4 UG	2/01	9	1	2/01	9	Film Aerodynamic (17Ch.) B4 UG	2/01	T2 2	9	AMP B4UG Nr.1			Beyma SMP60N Bb70/71									
	3		2/02	10		2/02	10		2/02		10				Beyma SMP60N Bb72/73									
	4		2/03	11		2/03	11		2/03		11				Beyma SMP60N Bb74/75									
	5		2/04	12		2/04	12		2/04		12				18" Tielton-LS T103									
	6		2/05	13		2/05	13		2/05		13													
	7		2/06	14		2/06	14		2/06		14													
	8		2/07	15		2/07	15		2/07		15													
Aerodynamik-SUB	19	Aerodynamik-SUB	5/01	33	1	5/01	33		5/01		16	AMP B4UG Nr.3			18" Tielton-LS T107									
	2		3/01	17		3/01	17		3/01		17				LS-UVUGB4-UGB4-01	Beyma SMP60N Bb40								
	3		3/02	18		3/02	18		3/02		18				LS-UVUGB4-UGB4-02	Beyma SMP60N Bb41								
	4		3/03	19		3/03	19		3/03		19				LS-UVUGB4-UGB4-03	Beyma SMP60N Bb42								
	5		3/04	20		3/04	20		3/04		20				LS-UVUGB4-UGB4-04	Beyma SMP60N Bb43								
	6		3/05	21		3/05	21		3/05		21				LS-UVUGB4-UGB4-05	Beyma SMP60N Bb44								
	7		3/06	22		3/06	22		3/06		22				LS-UVUGB4-UGB4-06	Beyma SMP60N Bb45								
	8		3/07	23		3/07	23		3/07		23				LS-UVUGB4-UGB4-07	Beyma SMP60N Bb46								
	9		3/08	24		3/08	24		3/08		24				LS-UVUGB4-UGB4-08	Beyma SMP60N Bb47								
	10		4/01	25		4/01	25		4/01		25				LS-UVUGB4-UGB4-09	Deckenerbaup Bb48								
	11		4/02	26		4/02	26		4/02		26				LS-UVUGB4-UGB4-10	Deckenerbaup Bb49								
	12		4/03	27		4/03	27		4/03		27				LS-UVUGB4-UGB4-11	Deckenerbaup Bb50								
	13		4/04	28		4/04	28		4/04		28				LS-UVUGB4-UGB4-12	Deckenerbaup Bb51								
	14		4/05	29		4/05	29		4/05		29				LS-UVUGB4-UGB4-13	Deckenerbaup Bb52								
	15		4/06	30		4/06	30		4/06		30				LS-UVUGB4-UGB4-14	Deckenerbaup Bb53								
	16		4/07	31		4/07	31		4/07		31				LS-UVUGB4-UGB4-15	Deckenerbaup Bb54								
	17		4/08	32		4/08	32		4/08		32				LS-UVUGB4-UGB4-16	Deckenerbaup Bb55								
	Film Tourenwagen (12Ch.) B5 UG		1	Film Tourenwagen (12Ch.) oder neu 14 B5 UG		1/01	1		1		1/01				1	Film Tourenwagen (14Ch.) B5 UG	1/01	T2 3 unterster Wandler	1	AMP B5UG Nr.1			LS-T2UGB5-03	Wand Süd vorne
			2			1/02	2				1/02				2		1/02		2				LS-T2UGB5-04	Wand Süd
3		1/03	3		1/03	3	1/03	3		LS-T2UGB5-05	Wand Süd													
4		1/04	4		1/04	4	1/04	4		LS-T2UGB5-06	Wand Süd													
5		1/05	5		1/05	5	1/05	5		LS-T2UGB5-21	Wand Nord vorne													
6		1/06	6		1/06	6	1/06	6		LS-T2UGB5-11	Wand Nord													
7		1/07	7		1/07	7	1/07	7		LS-T2UGB5-10	Wand Nord													
8		1/08	8		1/08	8	1/08	8		LS-T2UGB5-09	Wand Nord													
9		2/01	9		2/01	9	2/01	9		LS-T2UGB5-13/14	Decke JBL Control 1 Bb34/35													
10		2/02	10		2/02	10	2/02	10		LS-T2UGB5-15/16	Decke JBL Control 1 Bb36/37													
11		2/03	11		2/03	11	2/03	11		LS-T2UGB5-17/18	Decke JBL Control 1 Bb38/39													
12		2/04	12		2/04	12	2/04	12		LS-T2UGB5-01	Limenzelle Bb20													
13		2/05	13		2/05	13	2/05	13		LS-T2UGB5-02	Limenzelle Bb21													
14		2/06	14		2/06	14	2/06	14		LS-T2UGB5-21	Tielton - LS T105													
Film BMW 328 (12Ch.) B50G	1	Film BMW 328 (12Ch.) B50G	3/01	17	2	3/01	17	Film BMW 328 (8Ch.) B50G	3/01	T2 4	1	AMP B50G Nr.1			LS-UVGB5-0GB5-01	Beyma 10AGN Bb118								
	2		3/02	18		3/02	18		3/02		18				LS-UVGB5-0GB5-02	Beyma 10AGN Bb119								
	3		3/03	19		3/03	19		3/03		19				LS-UVGB5-0GB5-03	Beyma 10AGN Bb120								
	4		3/04	20		3/04	20		3/04		20				LS-UVGB5-0GB5-04	Beyma 10AGN Bb121								
	5		3/05	21		3/05	21		3/05		21				LS-UVGB5-0GB5-05	Beyma 10AGN Bb122								
	6		3/06	22		3/06	22		3/06		22				LS-UVGB5-0GB5-06	Beyma 10AGN Bb123								
	7		3/07	23		3/07	23		3/07		23				LS-UVGB5-0GB5-07	Beyma 10AGN Bb124								
	8		3/08	24		3/08	24		3/08		24				LS-UVGB5-0GB5-08	Beyma 10AGN Bb125								
	9		4/01	25		4/01	25		4/01		25				lokal	3 X Beyma SMP60N								
	10		4/02	26		4/02	26		4/02		26				lokal	3 X Beyma SMP60N								
	11		4/03	27		4/03	27		4/03		27				lokal	3 X Beyma SMP60N								
	12		4/04	28		4/04	28		4/04		28				lokal	3 X Beyma SMP60N								
Body 5.UG Turmwang (1Ch.)	1	Body 5.UG Turmwang (1Ch.)	4/05	29	2	4/05	29	Film BMW 328 (4Ch.) - B50G Klappitze	4/05		13				Beyma 10AGN Bb126									
	2		4/06	30		4/06	30		4/06		30				2/06	13								
	3		4/07	31		4/07	31		4/07		31				2/07	14								
	4		4/08	32		4/08	32		4/08		32				2/08	15								
	5		34	34																				
	6		35	35																				
	7		36	36																				
	8		37	37																				
	9		38	38																				
	10		39	39																				
	11		40	40																				
	12		41	41																				
	13		42	42																				
	14		43	43																				

Abb. 28: Audio-Signalwege die Räume Unternehmensskulptur, Aerodynamik, Tourenwagen sowie 328er  
(Quelle: ICT – Innovative Communications Technik GmbH)

## 8.4 Pegel

Auf drei verschiedene Arten lässt sich das Audio Signal in seiner Lautstärke verändern. Um dabei nicht den Überblick zu verlieren ist es sinnvoll, sich auf eine Möglichkeit zu beschränken. Das Audiosignal kann auf digitaler Ebene direkt an den "InSynergie" Servern gepegelt werden. Eine weitere Möglichkeit, das Audiosignal digital zu pegeln bieten die DME Signalprozessoren. Auf analoger Ebene lässt sich das Audio Signal direkt an den Verstärkern einstellen.

Im BMW Museum sind die "DME" Audioprozessoren für die Lautstärkeregelung zuständig. Je nach gewünschter Lautstärke für die einzelnen Museumsräume kann somit der Wert eingestellt und bei Bedarf auch nachgeregelt werden. Für das Museum gibt es eine genormte Lautstärkeregelung. Ein abgenommener Nominalwert ist als Standardwert für den normalen Museumsbetrieb festgelegt. Ist das Museum zu leer oder zu voll, können die Lautstärken in 5 Stufen nachgeregelt werden. "Volume 1" ist dabei der niedrigste Wert, "Volume 3" der Nominalwert und "Volume 5" der höchste Wert gemessen in dB.

### Lautstärkeregelung der einzelnen Räume von "Volume 1" bis "Volume 5"

BMW Platz:	-13dB! -14dB! <b>-15dB!</b> -16dB! -17dB
Visuelle Sinfonie:	-12dB! -11dB! <b>-10dB!</b> -09dB! -08dB
Inspiration:	-05dB! -06dB! <b>-07dB!</b> -06dB! -05dB
Design Atelier:	-04dB! -03dB! <b>-02dB!</b> -01dB! +-0dB
U-Skulptur:	-14dB! -13dB! <b>-12dB!</b> -11dB! -10dB
Aerodynamik:	-11dB! -10dB! <b>-09dB!</b> -08dB! -07dB
Tourenwagen:	-05dB! -04dB! <b>-03dB!</b> -02dB! -01dB
328er:	-27dB! -26dB! <b>-25dB!</b> -24dB! -23dB

## 9. Kunstkopfaufnahme

Um die Akusmatik im BMW Museum festzuhalten, habe ich die Audioinszenierungen mit einem Neumann Kunstkopf aufgenommen. Ein Kunstkopf ist im Prinzip eine Nachbildung des menschlichen Kopfes, dessen Ohren exakt dem menschlichen Ohr nachempfunden sind. An der Stelle, wo sich beim Menschen die Ohrmuschel befindet, ist bei einem Kunstkopf jeweils links und rechts ein Mikrofon mit Kugelcharakteristik angebracht. Das Signal wird durch die Ohrmuscheln des künstlichen Ohres aufgenommen, somit sind alle Informationen für die Lokalisierung enthalten. Der Hörer hat durch die Kopfnachbildung eine sehr gute rechts-links Lokalisation sowie sogar eine vorne-hinten und oben-unten Lokalisation. Über normale Lautsprecher wiedergegeben hat diese Aufnahmetechnik keinen Effekt, da das Signal nochmals über unsere Ohrmuscheln zum Gehör gelangt. Durch die Wiedergabe über Kopfhörer gelangt das Signal direkt vom Schallwandler zum Trommelfell, und geht nicht nochmals den Weg über die Ohrmuscheln. So bleibt die für die Räumlichkeit wichtige Information enthalten. Es entsteht annähernd ein Höreindruck, als würde man sich selbst am Ort des Klanggeschehens befinden. Der Neumann Kunstkopf ist also ein Stereomikrofon, der das menschliche Gehör nachempfinden soll.



Abb. 29: Kunstkopfaufnahme im BMW Museum - Tourenwagen

Auf der beigefügten CD 1 sind die Kunstkopfaufnahmen der Klanginstallationen zu hören. Diese sollten wie bereits erwähnt, über Kopfhörer wiedergegeben werden, um ihre klangliche Wirkung zu entfalten. Die Kopfhörer sollten außerdem von entsprechender Qualität sein.

Zudem sind alle für die Museumsräume akusmatisch gestalteten Kompositionen als Stereomixes auf CD 2 zu hören. Dazu sei gesagt, dass die Kompositionen nicht für die Stereowiedergabe konzipiert, sondern jeweils akusmatisch für die Museumsräume individuell angepasst wurden. Die Kompositionen enthalten Rauminformationen, die sich nicht einfach auf zwei Spuren reduzieren lassen. Die Stereomixes haben demnach rein dokumentarischen Charakter.

## 10. CD Verzeichnis

### CD 1:

1. 328er Kunstkopf Aufnahme
2. Aerodynamik Kunstkopf Aufnahme
3. BMW Platz Kunstkopf Aufnahme
4. Design Atelier Kunstkopf Aufnahme
5. Design Atelier Kunstkopf Aufnahme (Kunstkopf direkt neben einem ausgewählten Lautsprecher am Rande des Raumes)
6. Visuelle Sinfonie Ambient Kunstkopf Aufnahme
7. Visuelle Sinfonie Insert Kunstkopf Aufnahme
8. Visuelle Sinfonie Highlight Kunstkopf Aufnahme
9. Tourenwagen Atmo Kunstkopf Aufnahme
10. Tourenwagen Film Kunstkopf Aufnahme
11. Unternehmensskulptur Kunstkopf Aufnahme

### CD 2:

1. 328er Stereomix
2. Aerodynamik Stereomix
3. BMW Platz Stereomix
4. Design Atelier Stereomix
5. Inspiration Stereomix
6. Visuelle Sinfonie Ambient Stereomix
7. Visuelle Sinfonie Insert Stereomix
8. Visuelle Sinfonie Highlight Stereomix
9. Tourenwagen Film Stereomix
10. Unternehmensskulptur Stereomix

# 11. Literaturverzeichnis

## 11.1 Verwendete Literatur

Jörg U. Lensing (2006). "Sound Design, Sound Montage, Soundtrack Komposition - Über die Gestaltung von Filmtönen." Mediabook Verlag, Stein-Bockenheim, 1. Auflage

Joseph Cancellaro (2005). "Sound Design for Interactive Media." Thompson Delmar Learning

Holger Eggert (2002). "Sounddesign für das Web – mit Flash, Soundforge und Cubase." Markt+Technik Verlag

Barbara Flückinger (2002). "Sounddesign, die virtuelle Klangwelt des Films." Schüren, Marburg. 2. Auflage

Hannes Raffaseder (2002). "Audiodesign" Carl Hanser Verlag, München, Wien

Heinz Sahn (1987). "Arbeitsbuch für Lautsprechersysteme – Lautsprecheranalysen, Auswahl und Einbau." Franzis-Verlag GmbH München

Hans Timmermanns (1990). "MIDI, Musik und Computer – Theorie und Praxis." Elektorverlag GmbH, Aachen

Cornelius Ringe (2005). "Audio Branding – Musik als Markenzeichen von Unternehmen." VDM Verlag, Berlin

Uli Eisner (2000). "Mixing Workshop – Leitfaden für Beschallung und Homerecording." Presse Projects Verlags GmbH, Bergkirchen

Frank D. Cook (2006). "Pro Tools – Official Courseware." Thompson Course technology PTR, a division of Thompson Learning Inc.

Hubert Henle (2001). "Das Tonstudio Handbuch – Praktische Einführung in die professionelle Aufnahmetechnik." GC Carstensen Verlag, München. 5. Auflage

Arnica-Verena Langenmaier (1993). "Der Klang der Dinge – Akustik, eine Aufgabe des Design." Verlag Silke Schreiber, München

Prof. Dr. Dieter Franz (1990). "Elektroakustik – Grundlagen der Schallverarbeitung praxisnah dargestellt." Franzis-Verlag GmbH, München

Norbert Jürgen Schneider (1989). "Handbuch Filmmusik – Musikdramaturgie im neuen deutschen Film." Ölschläger, München

Michael Dickreiter (1997). "Handbuch der Tonstudioteknik – Band 1 und Band 2." Saur, München, 6. Auflage

Ivar Veit (1996). "Technische Akustik" Vogel Buchverlag, Würzburg

## 11.2 Internetquellen

<http://www.digidesign.com/index.cfm?langid=4&navid=62&itemid=4759>

<http://www.digidesign.com/index.cfm?langid=4&itemid=4892>

<http://www.2sound.de/artikel-cubase-tutorial-midi-aufnahme.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tonart>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kunstkopf>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Frequenzweiche#Lautsprecher-Frequenzweichen>

[http://www.yamaha-europe.com/yamaha\\_europe/germany/20\\_proaudio/40\\_digital\\_mixing\\_engine/10\\_no\\_category/10\\_digital\\_mixing\\_engine/10\\_no\\_series/09\\_dme24n/index.html](http://www.yamaha-europe.com/yamaha_europe/germany/20_proaudio/40_digital_mixing_engine/10_no_category/10_digital_mixing_engine/10_no_series/09_dme24n/index.html)

<http://www.movie-college.de/filmschule/ton/geraeusche.htm>

## 12. Danksagung

Herrn Prof. Oliver Curdt und Daniel Dettwiler danke ich besonders für die Betreuung und die Unterstützung bei dieser Bachelorarbeit.

Des Weiteren bedanke ich mich

bei Ramon de Marco und Daniel Dettwiler für die angebotene Tätigkeit bei “Idee und Klang“ und dem damit verbundenen Projekt “Audiodesign für das BMW Museum“

bei der Bleuel Elektronik AG für die Leihgabe eines “Neumann“ Kunstkopfes

bei der ART+COM AG für die Bereitstellung der Museumsbilder

bei Tom Ulbrich für die Unterstützung in technischen Fragen bezüglich des BMW Museums

bei Thomas Aichinger für die Zusammenarbeit am BMW Projekt

Ein besonderer Dank gilt meiner Freundin und meinen Eltern für die Unterstützung in jeglicher Hinsicht.