

Diplomarbeit

**Interaktionsdesign
für audiovisuelle Medieninstallationen**

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades einer
“Diplom-Ingenieurin für technisch-wissenschaftliche Berufe”
am Masterstudiengang Telekommunikation und Medien
der Fachhochschule St. Pölten

unter der Erstbetreuung von
FH-Prof. DI Hannes Raffaseder

Zweitbegutachtung von
Mag. Michael Jaksche, MA

ausgeführt von
Barbara Neunteufel, tm0710262042

St. Pölten, am 23.02. 2009

Unterschrift

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Ort, Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Auf Grund der voranschreitenden technischen Entwicklung auf dem Feld der Kommunikationswege und -arten hat sich der Informationsaustausch und daher sowohl die objektunterstützte Interaktion zwischen Individuen als auch die Interaktion zwischen Individuen und Objekten verändert. Neue Technologien, welche als Alternative zur traditionellen Tastatur- und Maussteuerung genutzt werden können haben weiters einen weit reichenden Einfluss auf diese Interaktionen.

Vor ungefähr zwanzig Jahren hielt die Tendenz zur benutzerfreundlichen Gestaltung von Benutzerschnittstellen im IT-Sektor Einzug. Die daraus entstandene relativ junge Disziplin des Interaktionsdesign widmet sich der Gestaltung von Interaktionschnittstellen. Diese ist einer stetigen Entwicklung ausgesetzt und beinhaltet viele unterschiedliche Ansätze wie z.B. Elemente, Richtlinien und mögliche Prozesse welche in dieser Diplomarbeit vorgestellt werden (vgl. [32], S. 16). Auf dem Sektor der interaktiven Installationen wie z.B. Museumsanwendungen und interaktive künstlerische Arbeiten bestehen solche konkreten Regelwerke zurzeit noch nicht.

Die zuvor erwähnten alternativen Eingabemöglichkeiten für Interaktionen wie zum Beispiel die der Gestikererkennung durch Accelerometer oder Multitouch-Technologien werden im Zuge dieser Arbeit ermittelt, vorgestellt und die Vor- und Nachteile derselben evaluiert.

Im Anschluss an diese Literaturrecherchen wird die erfasste Information in die Praxis umgesetzt. Dank der langjährigen Kooperation der Fachhochschule mit dem Klangturm St. Pölten besteht die Möglichkeit eine interaktive audiovisuelle Medieninstallation für die Saison 2009 zu konzipieren, realisieren und auszustellen. Für diesen speziellen Anwendungsfall werden die aus dem IT-Sektor stammenden Ansätze übertragen, evaluiert und im Zuge dessen ein Interaktionskonzept erstellt sowie eine der zuvor evaluierten alternativen Eingabemöglichkeiten für die Interaktion eingesetzt.

Abstract

With the improving development concerning communication channels and types, information exchange as well as object-based interaction between individuals, and between humans and objects respectively, are about to change. New technologies which are being used as an alternative to the traditional keyboard- and mouse-based approach begin to influence these interactions to a large extent.

Approximately twenty years ago, a tendency towards user-oriented interface design slowly found its way into the IT sector. The outcome of this process was the development of the comparatively young discipline of interaction design, which focuses on the creation of interaction interfaces. This field of research is currently undergoing continuous enhancements, and comprises several different approaches, such as elements, guidelines, laws, and processes which are addressed in this thesis (vgl. [32], S. 16). The sector of interactive installations, such as e.g. museum applications as well as interactive art, currently lacks such a precise system of rules.

The above mentioned alternative input channels for interactions, such as gestural interaction using accelerometer or multitouch technologies are identified, introduced and evaluated concerning their advantages and disadvantages in the course of this thesis.

Subsequent to the literature research conducted, the gathered information is implemented as a practical application. Thanks to the long-time cooperation of the University of Applied Sciences with the Klangturm St. Pölten, there is a possibility to plan, realize and exhibit an interactive audiovisual installation for season 2009. For this special use case, approaches originating from the IT sector are transferred to the task at hand, subsequently evaluated, while in the course of it a concept for user interaction is developed. Furthermore, one of the alternative input channels evaluated in an earlier section is utilized for interaction purposes.

Danksagung

Zuerst möchte ich mich an dieser Stelle bei FH-Prof. DI Hannes Raffaseder bedanken, welcher die Erstbetreuung dieser Diplomarbeit übernommen hat und die Kooperation mit dem Klangturm St. Pölten ermöglicht hat. Durch seine einerseits künstlerische und andererseits fachliche Unterstützung ist im Rahmen dieser Arbeit eine interaktive audiovisuelle Medieninstallation entstanden welche es in der Saison 2009 im Klangturm St. Pölten den Besuchern ermöglicht ein Orchester nach eigenen Vorstellungen zu dirigieren.

Weiters bedanke ich mich sowohl bei all meinen Kollegen und meinem Zweitbegutachter Mag. Michael Jaksche, MA für inspirierende Gespräche und Ideen als auch bei Marjan Nedeljkovic, ein Klangturmmitarbeiter, für das Interview.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie und Freunden für ihre Unterstützung bedanken. Eva und Lisi, danke für die gemütlichen Sonntage welche mich den Stress immer wieder vergessen ließen. Thomas danke für deine kulinarische Unterstützung und die aufbauenden Gespräche bei Kaffee und Kuchen. Auch möchte ich mich bei meinem Vater bedanken der mir Kraft und Energie aus dem fernen Deutschland gesendet hat.

Jedoch besonderer Dank gilt meiner Mutter Nicole Maier welche mich mein ganzes Leben sowohl in all meinen Träumen, Wünschen als auch in schulischen und akademischen Bereichen immer in jeglicher Hinsicht unterstützt hat.

Abschließend möchte ich mich noch von ganzen Herzen bei meinem Lebensgefährten Julian bedanken, welchen ich im Zuge einer früheren Klanginstallation für den Klangturm St. Pölten kennen, lieben und schätzen gelernt habe. Seit nun fast drei Jahren ist er an meiner Seite und unterstützt mich in allen Lebenslagen, besonders möchte ich mich jedoch für die Unterstützung und sein Verständnis während der Diplomarbeit bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Problembeschreibung	1
1.2. Motivation	2
1.3. Relevanz	2
1.4. Aufbau der Arbeit	3
2. Interaktionsdesign	5
2.1. Definition und Abgrenzung	5
2.2. Interaktionsformen	7
2.3. Elemente des Interaktionsdesigns	9
2.3.1. Motion	10
2.3.2. Space	10
2.3.3. Time	10
2.3.4. Appearance	11
2.3.5. Texture	11
2.3.6. Sound	11
2.4. Richtlinien des Interaktionsdesigns	12
2.4.1. Moore's Law	12
2.4.2. Fitts' Law	12
2.4.3. Hick's Law	13
2.4.4. Die magische Nummer Sieben	13
2.4.5. Tesler's Law of the Conservation of Complexity	13
2.4.6. Poka Yoke Grundsatz	14
2.4.7. Direkte und Indirekte Manipulation	14
2.4.8. Feedback und Feedforward	15
2.5. Interaktionsdesign-Prozess nach Bill Moggridge	15
2.5.1. Menschen	16
2.5.2. Prozess	17

2.6.	Beurteilungs- und Messkriterien für Interaktionsdesign	20
2.6.1.	Trustworthy	21
2.6.2.	Appropriate	21
2.6.3.	Smart	23
2.6.4.	Responsive	23
2.6.5.	Clever	24
2.6.6.	Ludic	24
2.6.7.	Pleasurable	25
2.7.	Zusammenfassung	25
3.	Technologien	26
3.1.	Schnittstellen	26
3.1.1.	Audioschnittstellen	26
3.1.2.	Videoschnittstellen	27
3.1.3.	Taktile Schnittstellen	28
3.1.4.	Datenschnittstellen	30
3.2.	Processing	32
3.2.1.	Max/MSP/Jitter	32
3.2.2.	PD - Pure Data	33
3.2.3.	VVVV	34
3.2.4.	EyesWeb	36
3.2.5.	Reaktor	38
4.	Audiovisuelle Medieninstallation	41
4.1.	Themenbezogene Arbeiten	41
4.1.1.	Personal Orchestra	41
4.1.2.	Virtual Orchestra	42
4.1.3.	Slide guitar synthesizer with gestural control	44
4.2.	Konzept	46
4.2.1.	Idee	46
4.2.2.	Ausstellungsort	46
4.2.3.	Besucher	47
4.3.	Design Prozess	47
4.3.1.	Elemente und Kriterien des Interaktionsdesigns	47
4.3.2.	Richtlinien des Interaktionsdesign	50
4.3.3.	Anforderungen und Probleme	50

4.3.4. Interaktionsdesign Konzept	51
4.4. Technische Umsetzung	52
4.4.1. Graphische Programmierumgebung	54
4.4.2. Gestikerkennung	55
4.4.3. Audiorendering und -ausgabe	59
4.4.4. Videorendering und -ausgabe	60
4.5. Evaluierung	62
4.5.1. Interaktionsdesignprozess	62
4.5.2. Technische Umsetzung	63
5. Zusammenfassung und Ausblick	65
5.1. Zusammenfassung	65
5.2. Ausblick	68
A. Max/MSP/Jitter Patches	69
B. Interview Klangturm St. Pölten	74
B.1. Fragengebiet Klangkugel 3	74
B.2. Fragengebiet Besucher	75
C. CD Inhalt	76

1. Einleitung

1.1. Problembeschreibung

Interaktion hat ihren Ursprung in der Kommunikationspsychologie und Soziologie und beschäftigt sich daher mit der Kommunikation und dem Informationsaustausch zwischen Individuen (vgl. [34], S. 392). Mittels der technischen Weiterentwicklung der Kommunikationswege und -arten beschränkt sich nun Interaktion nicht mehr nur auf die direkte Interaktion von Mensch zu Mensch sondern eröffnet auch Wege der objektunterstützten Kommunikation zwischen Menschen. Um diese Interaktion den neuen Gegebenheiten anpassen und optimieren zu können hat der IT-Sektor vor ungefähr zwanzig Jahren die Disziplin des Interaktionsdesign geschaffen, welche ein Bestandteil des User-Experience Design ist (vgl. [32], S. 16).

Interaktionsdesign im Generellen beschäftigt sich mit der Gestaltung von Schnittstellen welche zur Interaktion genutzt werden können. Diese wird häufig mit dem Gebiet der Human-Computer-Interaction verwechselt; die dabei hauptsächlich verwendeten Interaktions-Schnittstellen sind Maus, Touchpad oder Tastatur. Andere Formen der bewussten Gestaltung von Interaktionen befinden sich zurzeit in der Entstehungsphase und sind vergleichsweise wenig dokumentiert bzw. erforscht.

Die Arbeit beschäftigt sich daher mit der allgemeinen Auseinandersetzung der Grundsätze des Interaktionsdesign sowie der Übertragung derselben auf nicht ausschließlich maus- und tastaturgesteuerte Anwendungen, zum Beispiel interaktive audiovisuelle Medieninstallationen.

Dabei erscheint es wichtig, neue Technologien der Eingabe, wie z.B. Gestikererkennung oder Multitouch-Technologien genauer zu betrachten und zu evaluieren. Um die Umlegbarkeit der Grundsätze des Interaktionsdesign auf audiovisuelle Medieninstallationen überprüfen zu können, wird eine solche im Laufe der Arbeit mit Hilfe eines speziell dafür adaptierten Prozesses geplant und realisiert.

1.2. Motivation

Die Existenz von interaktiven Medieninstallationen rückt immer mehr in das Interesse der breiten Masse, durch interaktive Werbung in Einkaufszentren, Produktpräsentationen, Spielekonsolen und Museumsinstallationen werden Besucher auf diese neue Form der Benutzung hingewiesen. Durch die Omnipräsenz von interaktiven Geräten (Mobiltelefone, Netbooks, PDAs etc.) wurde die Öffentlichkeit schon auf diese sensibilisiert. Daher hält Interaktionsdesign auch im weiten Gebiet der Kunst bzw. angewandten Kunst Einzug und bedient sich derselben, oder aber adaptierten Konzepten.

Durch die langjährige Kooperation der Fachhochschule St. Pölten mit dem dort ansässigen Klangturm ergibt sich die Möglichkeit, die aus dem IT-Bereich stammenden Designgrundlagen in Verbindung mit einer künstlerisch inspirierten Multimediainstallation anzuwenden. Außerdem können Erfahrungsberichte von Klangturmmitarbeitern herangezogen werden, um den Interaktionsdesign-Prozess zu adaptieren.

1.3. Relevanz

Der Trend zur benutzerfreundlichen Gestaltung hat im IT-Sektor schon vor einigen Jahren Einzug gehalten. Bei Interaktionsdesign handelt es sich um eine junge Disziplin welche sich der Gestaltung von Benutzerschnittstellen widmet. Auf dem Gebiet der interaktiven Installationen wie z.B. Museumsanwendungen, interaktiver künstlerischer Arbeiten sowie der Live-Video-Verarbeitung fehlt jedoch bislang im Großen und Ganzen eine fokussierte Auseinandersetzung mit diesem Thema und unter anderem ein detaillierter Design-Prozess.

Durch die derzeitige Forschung und Entwicklung auf dem Feld der Eingabegeräte entstehen neue Möglichkeiten der Gestaltung von Interaktion. Die dadurch hervortretenden Designproblematiken bedürfen einer weiteren genauen Behandlung im wissenschaftlichen Kontext. Während Gestikererkennung und Motion Tracking im Umfeld der Computerspiel-Industrie bereits weite Verbreitung gefunden haben, bleiben deren Potenziale auf anderen Gebieten noch ungenützt.

Ein Ziel dieser Arbeit ist es daher, auf die Möglichkeiten und eventuelle Problematiken beim Einsatz neuartiger Eingabegeräte hinzuweisen sowie diese im Kontext

von Multimedia-Installationen zu evaluieren.

1.4. Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Interaktionsdesign für audiovisuelle Medieninstallationen und setzt sich aus einem theoretischen und einem praktischen Teil zusammen.

Der theoretische Teil wird mit Hilfe von Literaturrecherche erstellt und umfasst folgende Abschnitte:

Das zweite Kapitel, Interaktionsdesign, beinhaltet die Definition und Abgrenzung von Interaktionsdesign, verschiedene Interaktionsformen wie zum Beispiel die in der Kommunikationspsychologie und Soziologie beschriebene Wechselbeziehung zwischen Menschen. Weiters wird eine Sammlung von unterschiedlichen Elementen, Richtlinien, Designkriterien und Prozessen aufgezeigt, welche aus unterschiedlichen oder teilweise kombinierten Teil- und Fachgebieten des Interaktionsdesign stammen, wie zum Beispiel aus dem IT-Sektor oder der Medienkunst.

Das darauf folgende dritte Kapitel beschäftigt sich mit grundlegenden und relevanten Technologien welche zur Erstellung von interaktiven audiovisuellen Medieninstallationen essentiell sind. Diese werden weiters in Schnittstellen und Processing-Software unterteilt. Im Detail umfassen die Schnittstellen mögliche Ein- und Ausgabeschnittstellen, taktile Schnittstellen und Netzwerkschnittstellen. Der Abschnitt welcher sich mit Processing-Software beschäftigt stellt verschiedene graphische Programmierumgebungen vor, erklärt deren fundamentale Eigenschaften und evaluiert deren Vor- und Nachteile.

Auf den Erkenntnissen des theoretischen Parts der Diplomarbeit baut der zweite, praktische Teil auf, welcher die Realisierung der interaktiven audiovisuellen Medieninstallation als Grundlage hat.

Das vierte Kapitel umfasst zunächst recherchierte themenbezogene Arbeiten welche einen Einblick in das Themengebiet der Gestikererkennung bieten. Anschließend wird das Konzept der Medieninstallation vorgestellt und erläutert. Weiters wird auf der

Grundlage der im zweiten Kapitel vorgestellten Elemente, Richtlinien und Designkriterien ein individueller, der Problemstellung angepasster Interaktionsdesign-Prozess kreiert und angewandt. Anschließend werden die daraus gewonnenen Fakten unter Berücksichtigung der Einschränkungen und Hindernisse in ein Interaktionsdesign-Konzept zusammengefasst und bilden somit die Grundlage der folgenden technischen Umsetzung. Diese besteht aus der Gestikererkennung, dem dafür nötigen Eingabegerät und der Verarbeitung der gewonnenen Bewegungsdaten.

2. Interaktionsdesign

Seit Anbeginn der Menschheit interagierten und kommunizierten Menschen mit Hilfe von Zeichnungen, Rauchzeichen oder später mit Morsecodes und Telephonie, doch Interaktionsdesign war damals keine formulierte Disziplin. Erst 1990, als Bill Moggridge, ein Gründer der Designfirma IDEO, ein Problem mit der Benennung seines derzeitigen Designprozesses hatte, da sich dieser aus vielen unterschiedlichen Designdisziplinen (wie Kommunikationsdesign, Informationsdesign, Produktdesign, uvm.) zusammensetzte, schuf er mit seinen Mitarbeitern die Disziplin des Interaktionsdesigns, welche Menschen mit Hilfe von Produkten zusammenbringen sollte (vgl. [32], S. 9).

Dieses Kapitel beinhaltet die Definition und Abgrenzung von Interaktionsdesign und geht weiters auf die verschiedenen Interaktionsformen ein, wie zum Beispiel Kommunikation und Informationsaustausch von Mensch zu Mensch, mit oder ohne Hilfe von Objekten, direkt oder indirekt. Anschließend wird ein Set an möglichen Elementen, Richtlinien und Designkriterien erläutert, welche von Interaktionsdesignern verstanden, bedacht und nach Möglichkeit in den Designprozess miteinbezogen werden sollten. Eine strikte Einhaltung derselben ist jedoch nicht sinnvoll, da jedes Produkt seine eigene individuelle Problemstellung aufweist.

2.1. Definition und Abgrenzung

Definition

Interaktionsdesign steht für *inter* (lat. zwischen) und *agere* (lat. handeln). Dieser Designprozess hat seinen Ursprung in der Soziologie und der Kommunikationspsychologie und beschreibt Wechselbeziehungen zwischen Individuen (vgl. [34], S. 392).

Da Interaktionsdesign erst seit ca. 1990 bewusst eingesetzt wird, handelt es sich um eine junge Disziplin, die sich ständig verändert und neu definiert, und daher meist

mit verwandten Disziplinen verwechselt wird (vgl. [32], S. 16). Es existieren eine Reihe von Definitionen und Ansätzen, die in der folgenden Aufzählung beschrieben werden.

1. Interaktionsdesign ist eine Art angewandte Kunst (vgl. [32], S. 4).
2. Ein Funktionsvorgang, die Art und Weise wie Anwender dazu angeregt werden zu agieren oder zu interagieren (vgl. [34], S. 392).
3. Kommunikation zwischen Menschen mittels technischer Hilfsmittel (vgl. [32], S. 6)
 - 1:1 Telefon
 - 1:n Blog
 - n:n Internet, Handel
4. Die Gestaltung von Interaktionen ist abhängig von Zeit (Epoche) und Problemkontext, in dem diese stattfinden (vgl. [32], S. 4).
5. Interaktionsdesign vereint digitale, analoge und physikalische Eigenschaften eines Prozesses (vgl. [32], S. 6).
6. Design beschäftigt sich nicht nur mit *gutem Aussehen* von Produkten sondern bemüht sich um Problemlösungen (vgl. [36]).
7. Interaktionsdesign beschäftigt sich nicht ausschließlich mit Problembhebung sondern auch mit dem Kreieren von neuen und besseren Zugängen; so verbindet z.B. das Internet Millionen von Menschen miteinander (vgl. [32], S. 4).
8. Bei gutem Design sind *Schönheit und Benutzbarkeit* in Harmonie. Das Produkt sollte gleichermaßen funktional, Spaß bringend und leistungsfähig sein. Darüber hinaus sollte der Benutzer bei der Anwendung als auch durch den Besitz des Produkts Genuss verspüren, da schöne Produkte emotional gesehen besser funktionieren (vgl. [27], S. 4).

Zu beachten ist weiters, dass bei der Gestaltung von Interaktionen der Benutzer im Mittelpunkt stehen sollte (vgl. [32], S. 55). Durch gutes Interaktionsdesign können neue Erfahrungen ermöglicht, oder vorhandene abgerufen werden (vgl. [34], S. 392).

Abgrenzung

Interaktionsdesign fällt in die Gruppe des *User-Experience Design* welches sich mit allen Gesichtspunkten, denen ein Anwender beim Benutzen eines Objektes ausgesetzt ist, beschäftigt. User-Experience Design enthält eine große Anzahl von eigenständigen Unterdisziplinen, wie zum Beispiel *Human factors*, *User Interface Design*, *Human-Computer Interaction* und *Interaktionsdesign*, welche sich jedoch teils überlappen und ergänzen, wie in Abbildung 2.1 ersichtlich (vgl. [32], S. 17f).

- **Information architecture:** befasst sich mit der Struktur des Inhaltes, sowie möglichen Formen der Strukturierung und Benennung, sodass dieser von Benutzern schnellstmöglich gefunden werden kann.
- **Communication design:** diese Disziplin versucht, eine visuelle Sprache für ein Produkt zu kreieren (z.B. Schriftart, Farben für Websites, uvm).
- **Industrial design:** befasst sich mit der Form von Dingen um die Benutzung zu verdeutlichen, und um gleichermaßen funktional zu sein.
- **Human factors:** dient dazu, die Grenzen des menschlichen Körpers und Geistes bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen.
- **Human computer interaction (HCI):** ist sehr verwandt mit Interaktionsdesign, jedoch sind die Methoden eher quantitativ und der Fokus liegt mehr auf der Interaktion von Mensch und Computer.
- **User-Interface engineering:** beschäftigt sich mit dem Design der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine und ist daher sehr eng mit HCI und Interaktionsdesign verwandt.
- **Usability engineering:** jene Disziplin, welche sich mit der Benutzbarkeit von Objekten auseinandersetzt.

All diese eben genannten eigenständigen Disziplinen sollten jedoch, um ein Objekt zur Zufriedenheit zu kreieren, sinngemäß und harmonisch miteinander kombiniert werden (vgl. [32], S. 18).

2.2. Interaktionsformen

Interaktion wird in verschiedenen Kontexten unterschiedlich verstanden, was zu diversen Anwendungsgebieten führt. Diese Interaktionsformen lassen sich wie folgt

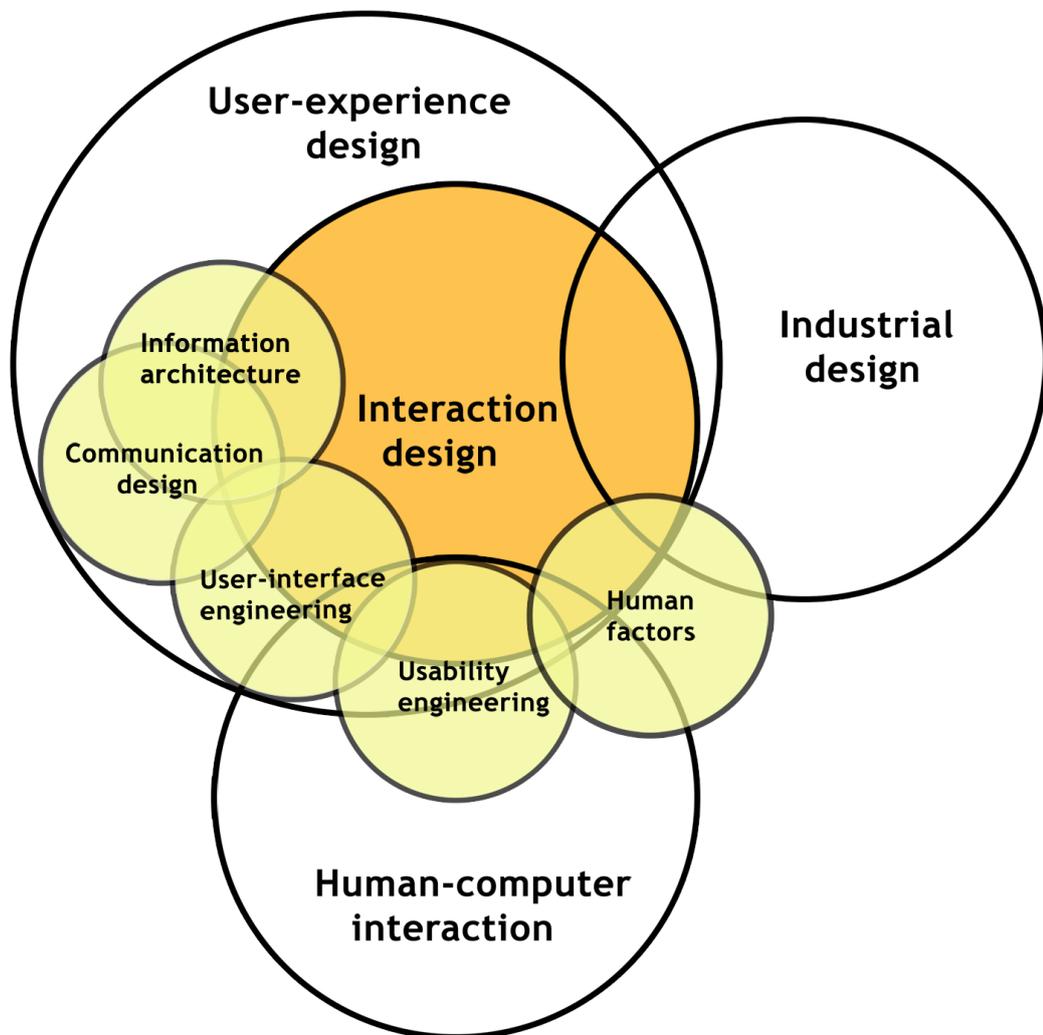


Abbildung 2.1.: Übersicht über die Disziplinen der Gruppe des User-Experience Design ([32], S. 17)

unterteilen, wobei deren Kategorisierung verschiedenen Interpretationen unterliegt.

Interaktion von Mensch zu Mensch

Die Interaktion zwischen Menschen wird in Kommunikationspsychologie und in der Soziologie als Wechselbeziehung von Individuen beschrieben. Wenn Menschen mit Hilfe von Sprache, Mimik und Gestik mit ihrem gegenüber kommunizieren löst diese Aktion eine Reaktion des Empfängers aus welche sich wieder in einer Gestik, Mimik, oder in Worten ausdrücken kann (vgl. [34], S. 433).

Interaktion von Mensch zu Objekt

Menschen haben das Bedürfnis, selbst Entscheidungen über den Verlauf einer Interaktion zu treffen, bzw. deren Auslöser zu sein. Es besteht also der Wunsch, über direkte Manipulation mit dem Objekt in Kontakt zu treten (z.B.: bei Computerinteraktionen unterstützt das Klicken die Auswahl eines Objektes, da es an die haptische Aktion des Greifens erinnert; die Maus stellt somit eine Verlängerung der Hand dar). Weiters kann ein Objekt immer nur eine Auswahl an Möglichkeiten bereitstellen; die Interaktion ist also begrenzt. Der Interaktionsdesigner kann die Mitbestimmungsmöglichkeiten der Benutzer aktiv einschränken und somit die Art und Weise der Partizipation gestalten (vgl. [34], S. 433ff).

Interaktion von Menschen mit Hilfe von Objekten

Kommunikation und Interaktion zwischen Menschen mittels Objekten (Medien) hat ebenfalls eine lange Tradition. Seit der Erfindung der Schrift wurden Briefe ausgetauscht, um mit Mitmenschen in Kontakt zu treten, zu interagieren. Diese Form der Interaktion gewann im Laufe der Zeit immer mehr an Bedeutung, bis schließlich heutzutage Kommunikation ohne (Mobil-)Telefonie, Internet (z.B. via Web 2.0) etc. nicht mehr vorstellbar erscheint (vgl. [34], S. 413).

2.3. Elemente des Interaktionsdesigns

Dan Saffer [32] schlägt folgende Elemente, auf die der Interaktionsdesigner zurückgreifen und daraus schöpfen kann, vor. Diese Elemente berufen sich einerseits auf physikalische Größen wie Raum, Zeit und Bewegung und andererseits auf drei menschliche Sinne (Tastsinn, Hörsinn, Sehsinn). Auch in anderen Werken der Medienkunst werden ähnliche Elemente beschrieben [30].

2.3.1. Motion¹

Kommunikation, ein Grundsatz der Interaktion, beruht auf der Bewegung: Schallwellen breiten sich in der Luft aus, Finger tippen, Arme und Hände gestikulieren und das Gesicht setzt Mimiken frei. Ein weiter Bestandteil von Bewegung ist die Reaktion des Objektes auf Bewegung und Interaktion. Weiters kann Bewegung durch Verhalten, Kultur, Persönlichkeit und Kontext verändert oder interpretiert werden. Eine Auswirkung von Bewegung kann eine bestimmte Aktion sein, wie zum Beispiel einen Knopf zu drücken oder mit der Maus etwas anzuklicken.

2.3.2. Space²

Der Raum bietet Platz für die Elemente Bewegung und Zeit, welche dadurch Interaktion ermöglichen. Interaktion findet sowohl im zweidimensionalen als auch im dreidimensionalen Raum statt. Weiters existiert seit dem Computerzeitalter neben dem realem Raum auch der virtuelle Raum. Mit Hilfe des Interaktionsdesign können diese Räume verbunden werden, zum Beispiel ist die Maus ein reales Objekt, welches im virtuellen Raum auf virtuelle Objekte zeigt.

2.3.3. Time³

Interaktionen erstrecken sich über eine gewisse Zeit: entweder passieren sie augenblicklich, wie zum Beispiel ein Mausklick, oder aber über eine längere Periode. Zeit kann sich in bestimmten Rhythmen ausdrücken:

- Wie schnell soll sich ein DropDown Menü öffnen?
- Wie langsam oder schnell muss ein physikalischer Knopf reagieren, sodass der Benutzer erkennt, dass die Eingabe funktioniert hat?
- Wie schnell muss ein Prozess antworten, um noch als ein Prozess erkannt zu werden?
- Wie schnell muss der Benutzer interagieren, um noch einzelne Aktionen auszulösen oder gar eine Kette von Aktionen?
- Wie lange interagiert ein Objekt bis die Batterie verbraucht ist?

¹Bewegung

²Raum

³Zeit

Es liegt in der Verantwortung des Interaktionsdesigners den richtigen Rhythmus für das Objekt zu erforschen. Dem Benutzer sollte dementsprechend genügend Zeit gegeben werden, um sich mit dem Objekt und dessen Aktionen auseinanderzusetzen zu können.

2.3.4. Appearance⁴

Mit Hilfe des Sehsinns und dem Aussehen eines Objektes kann der Benutzer oft wichtige Informationen über das Verhalten und die Benutzung ableiten. Gewicht, Größe, Form: all diese Eigenschaften lassen den Benutzer auf die Handhabung schließen. Ein Objekt, das klein und leicht erscheint ist ergo ein bewegliches Objekt.

Ausgehend von Erfahrungen kann man nach dem Erscheinungsbild die Interaktion erahnen, eine Maus zum Zeigen und Klicken, ein Sessel zum Sitzen, etc. Auch der emotionale Hintergrund lässt Platz für Assoziationen: Wie ist das Material beschaffen, lässt dieses das Objekt wertvoll oder billig erscheinen, ist es eher verspielt oder praktisch, ist es für die Benutzung unter Wasser gedacht, robust oder fragil, für die Benutzung durch eine oder mehrere Personen, für welche Zielgruppe, usw. Dieser Pool an gestalterischer Vielfalt stellt eine enorme Möglichkeit, Interaktion zu designen dar. Die dafür zu Verfügung stehenden Variablen sind Proportion, Struktur, Größe, Gewicht, Farbe, Form und Material.

2.3.5. Texture⁵

Das Material und dessen Beschaffenheit besitzen große Aussagekraft über die Interaktion eines Produktes: Ist ein Knopf ein Druck- oder Drehknopf, oder gar beides, ist das Objekt rau oder glatt, vibriert es bei bestimmten Aktionen, entwickelt es Hitze oder Kälte.

2.3.6. Sound⁶

Geräusche, die ein Objekt abgibt verraten meist etwas über dessen Material, Geschwindigkeit, Bewegung und Raum. Oft durch Signal und Warntöne, jedoch werden Benutzer auch unterbewusst durch Geräusche auf die Qualität von Objekten hingewiesen, wie zum Beispiel das saftige Knacken eines frischen Apfels, das Geräusch

⁴Erscheinungsbild

⁵Material

⁶Schallereignis

einer zufallenden Autotür. Wirkt dieses scheppernd und blechern lässt dies Rückschlüsse auf die Qualität des Autos zu. Geräusche können dazu benutzt werden um Interaktion zu unterstützen, zum Beispiel das Klicken der Maus, das oft ein physikalisches Geräusch ist, aber zum Beispiel bei Mäusen der Firma Apple eigens hinzugefügt wurde.

2.4. Richtlinien des Interaktionsdesigns

2.4.1. Moore's Law

1965 prognostizierte Gordon Moore, Mitgründer der Firma Intel, dass sich alle zwei Jahre die Schaltkreiskomponenten auf einem Computerchip verdoppeln und sich deren Größe halbiert. Wichtig ist es hierbei, dass Designer diese Regel verstehen und dadurch bedenken, dass technische Geräte kleiner schneller und leistungsstärker werden (vgl. [32] S. 52 und [22]).

2.4.2. Fitts' Law

Dieses Gesetz wurde von dem Psychologen Paul Fitts im Jahre 1954 veröffentlicht. Fitts' Law besagt, dass die Zeit die ein Mensch braucht, um von einer Ausgangsposition zu einem Zielobjekt zu zeigen von zwei Faktoren abhängig ist: der Distanz zueinander und der Größe des Zielobjektes. Im Konkreten heißt das, dass auf große und nahe Objekte schneller gezeigt werden kann als auf kleine und weit entfernte Objekte. Dieses Gesetz bezieht sich auf den Akt des Zeigens sowohl in der realen Welt als auch in der digitalen Welt. Daraus lassen sich folgende Schlüsse für den Interaktionsdesigner ziehen:

1. Am Bildschirm klickbare Objekte oder in der analogen Welt zu drückende Knöpfe müssen groß genug sein um sie akkurat zu bedienen.
2. Bildschirmränder und Ecken sind für Menüs und Buttons sehr zu empfehlen da diese ein Großes Ziel darbieten und auch der Benutzer nicht die Möglichkeit hat darüber hinaus zu schießen.
3. Pop-Up Menüs direkt am Objekt verkürzen den Weg zum Menü und sind daher effizienter als ein Menü am Fensterrand(vgl. [32] S. 53 und [35]).

2.4.3. Hick's Law

Dieses Gesetz zeigt, dass die Zeit, die ein User braucht um eine Entscheidung zu treffen von der Anzahl der zu Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten abhängig ist. Weiters wägen Benutzer nicht jede Auswahlmöglichkeit ab, sondern scannen darüber und schließen auf einen Blick mehr als die Hälfte der Möglichkeiten aus. Das heißt im Konkreten, dass ein Benutzer schneller aus einem Menü mit zwölf Elementen wählt als aus zwei mit sechs Elementen. Dabei ist noch zu beachten, dass der Benutzer je nach Vertrautheit mit der Auswahlmöglichkeit und deren Form (Wörter, Geräusche, Videos, Knöpfe) schneller oder langsamer seine Wahl treffen wird (vgl. [32] S. 53).

2.4.4. Die magische Nummer Sieben

1956 ermittelte Georg Miller, ein Universitätsprofessor der Psychologie aus Princeton, dass der Mensch sich aus einer Auswahl von Elementen durchschnittlich kurzfristig an sieben Elemente (plus oder minus eines) merken kann. Das kann dazu führen, dass bei einem Menü mit 10 Unterpunkten der Benutzer nach sieben gelesenen Elementen wieder von vorne zu lesen beginnen muss, um seine Auswahl treffen zu können. Eine strikte Einhaltung der *magischen Nummer Sieben* ist in manchen Gebieten übertrieben, wie zum Beispiel bei Webseiten, da das Menü nicht verschwindet wenn man sieben Elemente gelesen hat, da man immer wieder hinsehen kann. Jedoch sollte man die *magische Nummer Sieben* Regel bei Prozessen, bei denen die Hauptaufmerksamkeit des Benutzers nicht auf das Produkt selbst gerichtet ist in Betracht ziehen, zum Beispiel im Falle eines Navigationssystems. Der Benutzer konzentriert sich auf das Lenken des Fahrzeuges, daher sollte das Produkt so einfach wie möglich gestaltet werden und nur weniger als sieben Auswahlmöglichkeiten verfügen (vgl. [32] S. 54).

2.4.5. Tesler's Law of the Conservation of Complexity

Dieses Gesetz wurde von Larry Tesler, einem Wegbereiter des Interaktionsdesigns, entwickelt. Er war für Firmen wie Xerox PARC, Apple, Amazon angestellt und ist derzeit bei der Firma Yahoo tätig. Teslers Gesetz beruht auf dem Bestehen eines gewissen Grads an Komplexität bei einem Prozess. Als Vereinfachung für den User wird die Komplexität in Richtung Software verschoben. Wichtig ist es hierbei die Komplexität zweckgemäß zu verlagern, denn umso effizienter das richtige Maß an

Komplexität eingesetzt wird umso leichter wird die Benutzung für den Anwender (vgl. [32] S. 55).

2.4.6. Poka Yoke Grundsatz

Shigeo Shigo, ein japanischer Industrieingenieur, entwickelte diesen Grundsatz 1961. *Yokeru* steht für umgehen/vermeiden und *Poka* für versehentliche Fehler. Wie diese Bezeichnung schon verrät, beruht dieser Grundsatz auf der Vermeidung von versehentlichen Fehlern. Ein gutes Beispiel hierfür sind Anschlüsse und Kabel. Die verschiedenen Anschlüsse und Öffnungen sollen verhindern, dass ein Benutzer ein Stromkabel an einen USB Port schließt und diesen durch versehentliche Fehlbenutzung zerstört. Der Poka Yoke Grundsatz beinhaltet 4 Formen der Vermeidung von Fehlern:

1. Schilder und Warnungen
z.B.: Nicht Berühren, Vorsicht – nicht im Wasser benutzen etc.
2. Prozeduren
z.B.: 1. Entfernen Sie den Netzstecker, 2. öffnen Sie die Abdeckung des...
3. Menschen
z.B.: Polizisten, Schülerlotsen,..
4. andere Beschaffenheit
z.B.: Kabel, Stecker, etc.

Dieser Grundsatz sollte so früh wie möglich im Designprozess bedacht werden, da ein vorzeitiges Verringern von Fehlerquellen zu einer besseren Benutzbarkeit führt (vgl. [32] S. 57).

2.4.7. Direkte und Indirekte Manipulation

Die direkte Manipulation, erstmals erwähnt von Ben Shneiderman (Universitätsprofessor von Maryland) 1983, bezeichnet Prozesse bei denen der Benutzer aktiv Objekte auswählt, entweder mit den Fingern am Touchpad, per Maus oder Knopfdruck um diese zu manipulieren (verschieben, drag and drop, Farbe ändern oder drehen).

Indirekte Manipulation ist hingegen das Benutzen von Kommandos, langen komplizierten Syntaxzeilen, oder Menüpunkte welche nicht Teil des manipulierten Objektes

sind. Im Konkreten bedeutet dies Kommandos wie „Alles auswählen“, „Speichern unter“, und „Drucken“. Im Laufe der Zeit entwickelte sich Computersoftware immer mehr von der indirekten Manipulation zur direkten Manipulation, um den Benutzer so die Interaktion zu erleichtern und schnelleres, einfacheres Arbeiten zu ermöglichen (vgl. [32] S. 58 und [24]).

2.4.8. Feedback und Feedforward

Jede Aktion löst eine Reaktion aus (Feedback), diese sollte rasch auf die Aktion folgen um als eine Anwendung erkannt zu werden.

z.B:

Bewegen der Maus → Bewegen des Cursors

Drücken eine Knopfes → Aktion beginnt

Wenn die Reaktion nicht schnell genug folgt, agieren Benutzer meist mehrmals, dies kann zur einer Fehlbenutzung und Problemen führen, wie zum Beispiel bei der Absendung einer Bestellung im Internet. Daher ist Resonanz essentiell und sollte immer an den Prozess angepasst werden.

Laut Tom Djajadiningrat, Industrie Designer, ist auch Feedforward zu berücksichtigen. Dies bedeutet, dass Bedienelemente ihre Funktion und Reaktion schon vor der Aktion preisgeben. So können sich die Benutzer vor der Aktion entscheiden ob sie diese auch auslösen wollen. Feedforward wird durch die Erfahrung und das Wissen der User unterstützt, wenn der kognitive Ansatz verfolgt wird (vgl. [32] S. 59 und [11]).

2.5. Interaktionsdesign-Prozess nach Bill Moggridge

Bill Moggridge, ein Pionier und Wegbereiter des Interaktionsdesigns, beschreibt in seinem Buch „Designing Interactions“ den von ihm entworfenen Interaktionsdesign-Prozess. Dieser besteht einerseits aus dem Erfassen der Wünsche und Bedürfnisse der Benutzer und andererseits aus dem eigentlichen Prozess, welcher 10 Elemente beinhaltet (vgl. [26]).

2.5.1. Menschen

Es gibt viele Wege um Bedürfnisse und Wünsche der User zu erfahren und zu sammeln. Bill Moggridge hat durch die Entwicklung der *IDEO methode cards* 51 Möglichkeiten von Menschen Informationen zu sammeln zusammengefasst und auf Karten abgedruckt. Auf jeder Karte befindet sich eine andere Methode, diese wird durch eine kurze Beschreibung erklärt und ein Beispiel verdeutlicht. Zusätzlich werden die Karten in vier Kategorien eingeteilt, von eher objektiven Methoden bis zu subjektiven Methoden (vgl. [26] S. 667ff).

Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt:

Learn - lerne von den gesammelten Fakten

In dieser Sparte ist es notwendig die gesammelten Informationen zu analysieren und daraus Muster und Erkenntnisse zu erfassen. Eine enthaltene Methode ist zum Beispiel:

- Cognitive Task Analyse: Der Beobachter erfasst alle Eingaben, Entscheidungen und Aktionen des Anwenders während dieser das Objekt benützt.

Look - beobachte den Benutzer

Wichtig bei den Methoden in dieser Kategorie ist das Beobachten der Benutzer bei ihrer Tätigkeit. So können Interaktionsdesigner sehen wie und wann der Anwender das Objekt benutzt und nicht wie er vorgibt oder sich erinnert es benutzt zu haben. Zu diesen Methoden gehören zum Beispiel:

- Shadowing: Der Benutzer wird über Tage begleitet um Tagesabläufe und Routinen zu erkennen und aufzuzeichnen.
- A day in the life: Der Interaktionsdesigner beobachtet den Benutzer im Umgang mit dem Objekt im natürlichen Umfeld und Kontext.

Ask – frage den Anwender um Hilfe

Benutzer werden gebeten sich am Prozess zu beteiligen, eine häufig bei Webseiten angewandte Methode ist Card Sorting. Der Benutzer sortiert Karten auf denen Begriffe der Menüführung und des Inhalts der Webseite aufgedruckt

sind und ordnet diese in Kategorien. Dadurch haben Designer die Möglichkeit zu erfahren wie der Anwender die Information strukturieren würde.

Try – benutze es selbst

Diese Kategorie beschäftigt sich mit dem Erschaffen und Testen von Prototypen. Eine Methode ist zum Beispiel Empathy Tools, hierbei benutzen Designer trübe Brillen und klobige Handschuhe beim Testen ihrer Produkte um die Anwendung auch für Personen mit körperlichen Einschränkungen zu gewährleisten.

2.5.2. Prozess

Wie in Abbildung 2.2 ersichtlich ist der Interaktionsdesign-Prozess als ein zirkulierender Prozess dargestellt. In der Praxis jedoch wird je nach Anforderung und Projektstatus ein Teil übersprungen oder ein Schritt zurück gemacht, wie beispielhaft durch die grünen Linien visualisiert. Dieser Prozess besteht aus 10 Elementen die im Folgenden kurz erläutert werden (vgl. [26] S. 729ff).

Constraints⁷

Der Interaktionsdesign Prozess fängt mit der Suche nach allen projektrelevanten Einschränkungen an, wie zum Beispiel Benutzer- Bedürfnisse und -Wünsche, funktionale, finanzielle, technologische und wirtschaftliche Begrenzungen.

Synthesis⁸

Ist ein essentieller Bestandteil des Designprozesses, da das Designteam als Gruppe alle wesentlichen Belange absorbieren und zu Ideen zusammen zu setzen hat. Dies passiert oft unterbewusst während einer anderen Arbeit oder in der Freizeit. Dank der vorher ermittelten Einschränkungen können alle Mitglieder von den gleichen Fakten ausgehen und Ideen zusammensetzen.

⁷dt. Grenzen, Hindernisse

⁸dt. Synthese

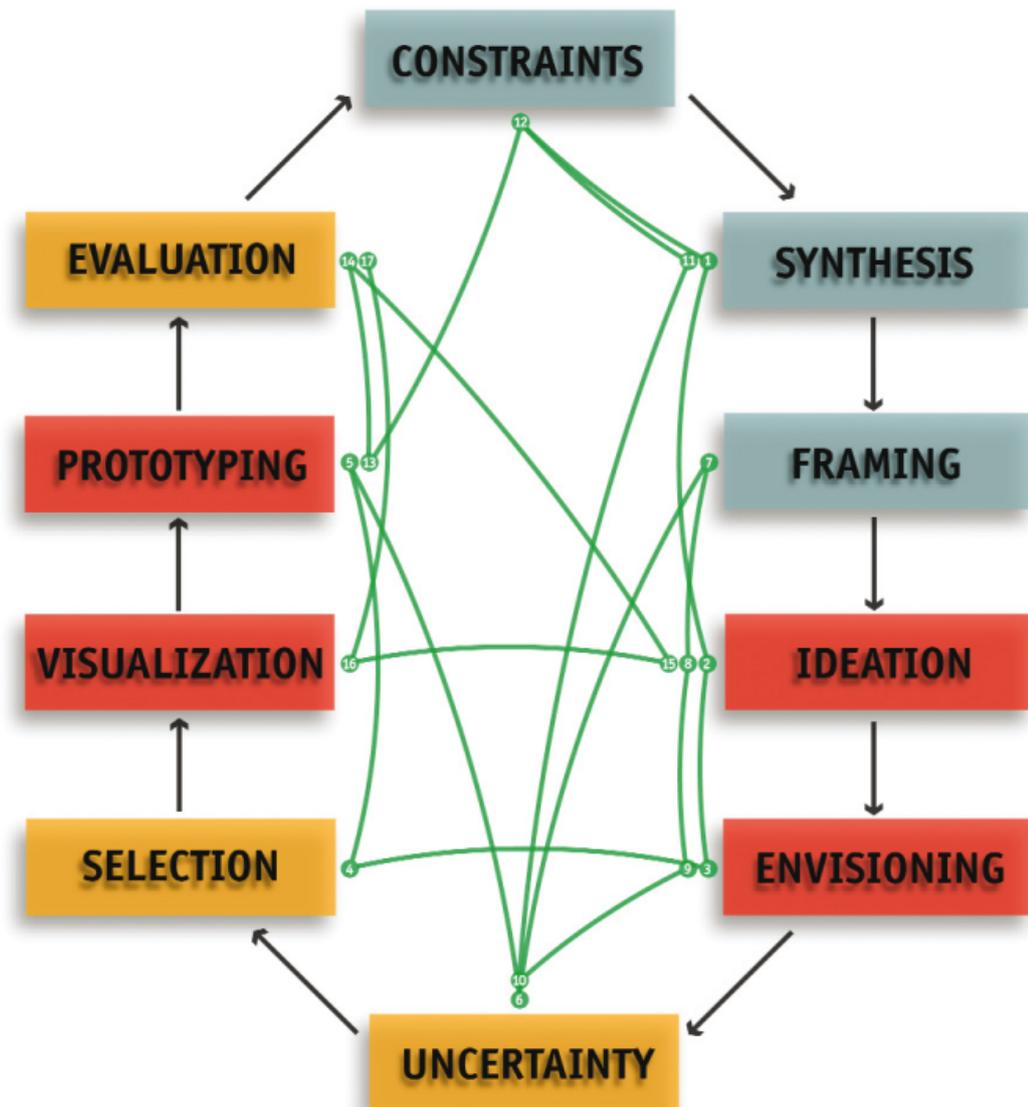


Abbildung 2.2.: Interaktionsdesignprozess in Form eines Kreisdiagramm, jedoch veranschaulichen die grünen Linien den Gebrauch in der Praxis ([26], S. 730)

Framing⁹

Rahmenbedingungen helfen die Synthese kompakter darzustellen um schneller und einfacher Ideen zu gestalten. Rahmenbedingungen sind abhängig vom jeweiligen Projekt da sich diese auf die Einschränkungen beziehen, jedoch werden sie in diesem Teil des Designprozesses sortiert und angeordnet.

Ideation¹⁰

Da sie kein linearer Prozess ist kann die Ideenbildung in jedem Stadium des Designprozesses erstmals oder zum wiederholten Mal stattfinden. Dabei kann es sich um eine Idee für ein gesamtes Produkt/Objekt oder ein Detail davon handeln. Hilfreich bei der Ideenbildung können die zuvor erwähnten Rahmenbedingungen sein. Wenn diese gut strukturiert und formuliert sind können Ansätze und Ideen einfacher zusammengeführt werden.

Envisioning¹¹

Anfänglich sind Ideen Gedankengut bis sie ausformuliert werden. Einerseits ist es hilfreich, Ideen für das restliche Designteam zu erläutern und andererseits hilft es auch dem Designer selbst die eigenen Ideen zu konkretisieren und weiterzuentwickeln um eine Selbsttäuschung zu vermeiden.

Uncertainty¹²

Diese Phase dient zur Betrachtung der Unsicherheitsfaktoren einer Idee, Prototypen oder Visualisierung. Diese Phase ist eine wichtige Vorstufe für die Auswahl einer Idee, da sie dazu dient das Potenzial einer Lösung zu analysieren.

Selection¹³

Mittels Diskussion des Designteams wird eine Auswahl der Ideen getroffen. Meist existieren zu viele gute Ideen, hierbei ist es wichtig, dass der Leiter des Designteams alle Faktoren abwägt und die Meinung des Teams respektiert und schlussendlich die Entscheidung trifft welche Ideen visualisiert werden.

⁹dt. Rahmenbedingungen

¹⁰dt. Gedanken

¹¹dt. Vergegenwärtigen

¹²dt. Ungewissheit

¹³dt. Auswahl

Visualization¹⁴

Hierbei handelt es sich um eine komplexere Version der „Envision Phase“. Die nun verbleibenden Ideen werden durch eine realistische Darstellung visualisiert und konkretisiert, müssen jedoch nicht funktionsfähig sein.

Prototyping¹⁵

Im Kontrast zur Visualisierungsphase wird in der Prototyping Phase die Idee nicht nur visualisiert sondern auch mit der designten Interaktion versehen. Die Prototypen dienen dazu die Funktionalität und Interaktivität zu testen. Dies kann in einem früheren Stadium des Designprozesses dazu führen, dass eine Reihe von Low Fidelity Prototypen erstellt werden um Unsicherheitsfaktoren oder Teilideen ausschließen zu können. Im Zuge der Finalisierung eines Designprozesses wird dann ein präziser Prototyp erstellt um ihn anschließend zu testen und zu evaluieren.

Evaluation¹⁶

In dieser Phase werden die Ergebnisse der Prototypentests (entweder durch Benutzer, Experten oder durch beide) analysiert und bewertet. Die Evaluierungsphase ist ein wichtiges Element des Designprozesses und sollte so oft wie möglich durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Phase können über die Weiterentwicklung einer Idee entscheiden, das Designteam ermutigen eine andere Idee zu verfolgen oder Funktionen eines Prototypen mit der Interaktion eines anderen zu verbinden.

Abschließend zu diesem Prozess folgt ein Zitat von Bill Moggridge, welches seinen Prozess passend zusammenfasst ([26] S. 735):

„A good motto for designing interactions is to evaluate early, often, and as late as possible.“

2.6. Beurteilungs- und Messkriterien für Interaktionsdesign

Im folgenden Unterkapitel wird eine Sammlung von Adjektiven vorgestellt, welche laut Dan Saffer ([32], S. 60ff) gutes Interaktionsdesign beschreiben. Diese sollten

¹⁴dt. Visualisierung

¹⁵dt. Prototyperstellung

¹⁶dt. Evaluierung

vom Interaktionsdesigner reflektiert und im richtigen Kontext eingesetzt werden.

2.6.1. Trustworthy¹⁷

Bevor Benutzer ein Produkt anwenden oder gebrauchen müssen diese Vertrauen in das Objekt fassen ob es die Aufgabe erfüllen kann. Wie vertrauenswürdig ist ein rostiger Nagel? Menschen fällen ein Urteil innerhalb von ein paar Sekunden während der ersten Benutzung. Um als Interaktionsobjekt vertrauenswürdig zu sein sollte es dem Nutzen angepasst sein und zuverlässig funktionieren.

2.6.2. Appropriate¹⁸

Um ein Interaktionsobjekt angemessen gestalten zu können müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Kultur
- Situation
- Kontext

Zum Beispiel bedeutet die Farbe weiß in China und Indien Tod, in Europa aber Reinheit und Hochzeit. Auch die die Umgebung ist entscheidend: hat es 20 Grad plus oder minus.

Um den Faktor Kultur zu berücksichtigen, gibt es den Ansatz von Geert Hofstede, einem dänischen Anthropologen welcher fünf Kulturdimensionen entwickelt hat um verschiedene Kulturen zu analysieren und zu vergleichen (vgl. [17]).

PDI – Power Distance Index¹⁹

Der PDI beschreibt das Ausmaß in welchem die “weniger Mächtigen” die mehr oder weniger große Ungleichverteilung von Macht akzeptieren.

¹⁷Vertrauenswürdig

¹⁸Angemessen

¹⁹dt. Machtdifferenz

IDV – Individualism²⁰

Dieser Index beschreibt den Grad, inwiefern Mitglieder einer Kultur in Gruppen eingegliedert oder Einzelgänger sind. Ob diese sich nur um sich selbst und ihre Partner und Kinder sorgen oder in großen sozialen Gruppen eingegliedert sind (z.B.: Großfamilien mit drei Generationen).

MAS – Masculinity²¹

Männlichkeit versus Weiblichkeit, dies bezieht sich auf den Grad der Ausbreitung von typischen Frauen/Männer Rollenbildern und Werten. Einige Kulturen legen laut diesem Index mehr Wert auf „weibliche Tugenden“ und andere mehr auf „männliche Tugenden“. Weibliche Werte sind zum Beispiel Bescheidenheit und Fürsorglichkeit und typisch männliche wären Selbstbewusstsein und Konkurrenzbereitschaft. Dominiert nun in einer Kultur eine der beiden Tugenden weisen beide Geschlechter die vorherrschenden Merkmale auf, im Konkreten gibt es dann männlichere Frauen oder weiblichere Männer.

UAI - Uncertainty Avoidance Index²²

Dieser Index beschreibt die Toleranz einer Gesellschaft zu Unsicherheit und Ungewissheit. Benötigt eine Kultur viele Regeln und Gesetze, sind die Mitglieder emotionaler und von einer inneren nervösen Kraft geleitet. Kulturen mit weniger Regeln und Grundsätzen sind oft ein Zeichen von mehr toleranten, phlegmatischen Mitgliedern.

LTO – Longterm Orientation²³

Diese Dimension wurde erst nachträglich mit Hilfe von chinesischen Forschern entwickelt. Kulturen mit einer langfristigen Ausrichtung besitzen Werte wie Sparsamkeit und Ausdauer. Mitglieder in Kultur mit kurzfristiger Ausrichtung besitzen Tugenden wie Flexibilität und Egoismus.

²⁰dt. Individualismus

²¹dt. Maskulinität

²²dt. Vermeidung von Unsicherheit

²³dt. Langfristige Orientierung/Ausrichtung

2.6.3. Smart²⁴

Dieses Adjektiv beinhaltet auch den Grundsatz von Tesler, welcher besagt dass die Komplexität vom Benutzer in Richtung Software verschoben werden soll. Daher sollten Interaktionsobjekte „intelligenter“ sein als der Anwender um Prozesse zu vereinfachen und Fehler zu vermeiden.

2.6.4. Responsive²⁵

Hierbei handelt es sich um die Kommunikation mit dem Objekt selbst. Anwender brauchen Bestätigung ob das Objekt sie „verstanden“ hat. Daher sind Antworten und Informationen über den Status des Prozesses oder Gegenstands essentiell. Dies kann durch ein Geräusch passieren, wie zum Beispiel der Mausklick oder durch einen Progressbar während der Installation einer Software.

Die Reaktionsfähigkeit eines digitalen oder analogen Objektes kann durch vier Stufen beschrieben werden, mit Hilfe der Zeit von der Aktion bis zur Reaktion.

Umgehende Reaktion

Die Antwort des Prozesses oder Gegenstands passiert innerhalb von 0,1 Sekunden oder schneller. Der Anwender empfindet die Antwort als umgehend und schreitet ungestört fort, zum Beispiel beim Schreiben eines Wortes mit Hilfe der Tastatur.

„Stotternde“ Reaktion

Wenn ein Prozess oder Produkt länger als 0,1 Sekunden bis zu einer Sekunde benötigt um zu reagieren bemerkt der User die Verzögerung. Tritt die Verzögerung nicht zu oft ein wird der User darüber hinwegsehen, passiert dies aber bei jeden Tastendruck wird der Benutzer sehr schnell frustriert, da der Prozess als schleppend empfunden wird.

²⁴dt. Intelligent

²⁵dt. Reaktionsfähig/Fähigkeit Antworten zu geben

Aussetzende Reaktion

Nach einer Sekunde ohne Reaktion fühlt sich der Benutzer unwohl und glaubt, dass das Produkt oder der Prozess unterbrochen wurde und geht auf Fehlersuche. Mehrere Unterbrechungen werden als Störung wahrgenommen.

Störung

Wenn eine Verzögerung der Antwort mehr als 10 Sekunden dauert, geht der Benutzer von einer Störung aus. Wenn ein Prozess von vorneherein eine längere Antwortzeit benötigt, sollte er mit einer Progressbar versehen werden, da die Anzeige der Restzeit oder des Status den Anwender beruhigt. In diesem Fall kann nun der Benutzer entscheiden ob er die Zeit abwarten will oder den Prozess abbricht.

2.6.5. Clever

Unter cleveren Produkten versteht Saffer Objekte, welche die Bedürfnisse von Benutzern voraussagen und diese durch *Mitdenken* überraschen. Clevere Produkte können beim Anwender ein Hochgefühl und Vergnügen auslösen welches eine starke emotionale Bindung zum Produkt erzeugt.

2.6.6. Ludic²⁶

Kinder müssen in frühen Jahren sehr viel für ihr späteres Leben lernen, dies bewältigen sie am besten durch *spielerisches Lernen*. Spielerisch ein Objekt kennen zu lernen ist ein sehr spannender und unterhaltsamer Weg. Viele Anwender ziehen dies vor anstatt Betriebsanleitungen zu lesen. Dies ist jedoch nur bei bestimmten Produkten möglich; um Benutzer vor Gefahren zu bewahren sollten Warnhinweise angebracht werden um die Gefahr einer Fehlbenutzung zu minimieren.

²⁶Spielerisch

2.6.7. Pleasurable²⁷

Im Alltag werden von Anwendern eine Reihe von Objekten benutzt; die Frage dabei ist, wie viele davon sie gerne anwenden. Objekte können in zweierlei Hinsicht angenehm gestaltet sein:

- ästhetischer Sinn
- funktionaler Sinn

Dieses Adjektiv beinhaltet die in Sektion 2.3.4 beschriebenen Elemente Erscheinungsbild und Material, jedoch unter der Berücksichtigung des Ambientes und Umgebung. Angenehme Objekte benutzt der Anwender gerne und sieht seine Zeit nicht als verschwendet an.

2.7. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde eine Auswahl von verschiedenen Elementen, Richtlinien, Designkriterien und Prozessen für Interaktionsdesign erläutert.

Interaktionsdesign vereint viele unterschiedliche Teilbereiche aus anderen Teildisziplinen und Fachgebieten. Daher stammen einige der Richtlinien, Elemente und Prozesse aus der IT-Branche und andere aus der Medienkunst, einige dieser Ansätze vereinen auch Elemente aus beiden Bereichen, welche je nach Problemstellung ihre Anwendung finden.

Daher sollte das zuvor vorgestellte Set an möglichen Elementen je nach Kontext und Problemstellung bedacht, verstanden und angewandt, jedoch keinesfalls strikt eingehalten werden da jede Interaktion ihre individuelle Problemstellung aufweist.

Abschließend fasst die Antwort von Larry Tesler auf die Frage, ob eine nicht zu brechende Regel für Interaktionsdesign existiert, dieses Kapitel passend zusammen ([32] S.55):

„Just one. Design for the users.“

²⁷dt. Angenehm

3. Technologien

In diesem Kapitel werden Technologien, welche zur Erstellung von interaktiven Medieninstallationen relevant bzw. nötig sind, kurz vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile evaluiert.

3.1. Schnittstellen

3.1.1. Audioschnittstellen

Schallwandler

Schallsignalaufzeichnung wird durch die Umwandlung des Schallsignals in eine speicherbare Energieform ermöglicht. Diese geschieht mittels einer Membran welche durch das Signal in Schwingung gerät. Die entstandene mechanische Energie wird nun in elektrische Energie umgewandelt. Zu beachten ist, dass die Membran selbst ein schwingungsfähiges System darstellt und die Art und Qualität der Schallwandlung beeinflusst. Idealerweise sollte ein Schallwandler den Dynamikbereich von 120 dB und den Frequenzbereich zwischen 20 Hz und 20 kHz auf Grund der menschlichen Wahrnehmung fehlerfrei wandeln. Jedoch ist die ideale und fehlerfreie Wandlung der zuvor genannten Bereiche in der Praxis technisch nicht möglich. Daher sollte je nach Art des zu wandelnden Schallsignals ein dementsprechend geeigneter Schallwandler eingesetzt werden, welcher genau den benötigten Frequenzbereich fehlerfrei abbildet. Die Schallsignalwiedergabe beruht auf denselben Prinzipien wie die Schallsignalaufzeichnung, allerdings in umgekehrter Reihenfolge der Signalkette (vgl. [31] S. 159f).

Analog/Digitalwandlung

Schallsignalaufzeichnung und -bearbeitung durch Computer kann nur mit Hilfe von Analog/Digitalwandlung realisiert werden. Das analoge Schallsignal wird mittels Abtastung und Quantisierung in ein digitales Schallsignal umgewandelt. Die Abtastung erfolgt in einem bestimmten zeitlichen Intervall, auch Abtastintervall genannt, und

ermittelt so Abtastwerte¹ des ursprünglichen analogen Schallsignals. Dadurch wird das Signal zeitdiskret, um es jedoch korrekt wiedergeben zu können muss bei der Abtastung das Samplingtheorem $f_s > 2f_{max}$ eingehalten werden. Dieses besagt dass die Samplingfrequenz mindestens doppelt so groß sein muss wie die höchste vorkommende Frequenz im Spektrum des Signals. Nach der Abtastung muss das zeitdiskrete Schallsignal noch quantisiert werden. Dies wird durch die Abtastung der Signalamplitude realisiert, jedoch müssen die gewählten Intervalle sinngemäß zwischen A_{max} und A_{min} liegen. Umso mehr Intervalle gewählt werden umso genauer wird die Amplitude abgetastet. Die Anzahl der daraus entstandenen Werte beeinflusst die Länge der binären Codewörter, zum Beispiel sind es bei einer 8 Bit Codierung 256, oder bei einer CD mit 16 Bit-Codierung sind es 65 536 Quantisierungsstufen (vgl. [31] S. 119ff).

3.1.2. Videoschnittstellen

Um optische Informationen speichern zu können müssen diese zuerst mit Hilfe von optischen Wandlern in ein speicherbares Videosignal konvertiert werden. Dies kann mit Hilfe einer Videokamera oder anderen optischen Sensoren passieren. Im Fall einer professionellen Videokamera tritt das Licht über das Objektiv in das innere System ein und trifft auf einen Prismablock. Dieser teilt das Licht in die für Farbbilder benötigten RGB (Rot, Grün, Blau) Farbwertanteile welche dann einzeln an je einen Bildwandler geschickt werden. Der Bildwandler kann je nach verwendeter Technologie zum Beispiel ein CCD oder CMOS Halbleiterchip sein. Diese Bildwandler enthalten eine gewisse Anzahl von lichtempfindlichen Elementen, diese können je nach Auflösungsstandard (z.B.: SD oder HD) und Bildformat (4:3 oder 16:9) variieren. Mit Hilfe dieser lichtempfindlichen Elemente konvertieren Bildwandler Licht in ein analoges elektrisches Signal. Im Consumerbereich existieren je nach Preisklasse auch Videokameras ohne Prismablock, welche die Farbwertanteile nur durch einen Farbfilter ermitteln und diese mittels eines Bildwandlerchips in ein analoges elektrisches Signal umwandeln (vgl. [33] S. 281 und 299ff).

Analog/Digitalwandlung

Um das eben beschriebene gewonnene analoge Videosignal auf digitalen Geräten wie Computern nutzen zu können muss zuvor eine Analog/Digitalwandlung vollzogen

¹eng. Sample

werden. Ähnlich wie bei der in Abschnitt 3.1.1 beschriebenen analogen/digitalen Schallsignalwandlung muss das analoge Videosignal zuerst mittels Abtastung in ein zeitdiskretes Videosignal gewandelt werden. Die Abtastfrequenz kann je nach Produktions- und Sendenorm unterschiedlich sein, diese sollte jedoch das Samplingtheorem nach Nyquist ($f_s > 2f_{max}$) nicht unterschreiten. Für die Speicherung als DV Format muss das Videosignal in einem Verhältnis von 4:2:0 abgetastet werden. Im Konkreten bedeutet das, dass das Luminanzsignal mit einer Abtastfrequenz von 13,5 MHz abgetastet wird und die Farbdifferenzsignale abwechselnd mit einer Frequenz von 6,75 MHz. Anschließend muss das nun zeitdiskrete Videosignal noch mittels Quantisierung zu einem zeit- und wertdiskreten Videosignal gewandelt werden. Diese Amplitudenquantisierung wird wie schon in Abschnitt 3.1.1 beschrieben mit Hilfe von Quantisierungsstufen realisiert; umso mehr Quantisierungsstufen eingesetzt werden, umso besser wird die Qualität des Signals. Im eben genannten Beispiel des DV Formates wird eine 8 Bit Quantisierung vollzogen welche das Signal in 256 Stufen unterteilt (vgl. [33] S. 88ff und 139f).

3.1.3. Taktile Schnittstellen

Accelerometer

Unter einem Accelerometer wird ein Sensor verstanden, der Beschleunigungsabnahme oder -zunahme misst. Generell kann zwischen Zwei- und Dreiachsen-Accelerometern unterschieden werden. Es existieren vielfältige Bauweisen, am häufigsten anzutreffen sind piezoelektrische und kapazitive Konzepte. Accelerometer werden als Steuerelemente in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt, wie zum Beispiel zur Auslösung von Airbagsystemen bei Unfällen in Fahrzeugen oder aber in jüngster Zeit auch als Gestikerkennungselement (zum Beispiel zu finden in iPhone 3G oder Nintendo Wii mote) (vgl. [12]).

Multitouch

Die übliche Eingabe von Daten in den Computer erfolgt per Tastatur, Maus oder Touchpad. Dies hat zur Folge, dass der Benutzer meistens zwei dieser Eingabegeräte benötigt um mit seinem Computer zu interagieren, zum Beispiel die Tastatur zur Zeicheneingabe und die Maus als Zeige- und Auswahlwerkzeug. Multitouch-Oberflächen sind im Gegensatz zu Touchpads in der Lage mehrere Finger gleichzeitig zu erkennen und ermöglichen somit die Gestikerkennung von Händen.



Abbildung 3.1.: Abbildung der TouchOsc Applikation angezeigt auf einem iPhone (vgl. [16])

Daher ist es möglich, die Funktion einer Tastatur und Maus zu verbinden und den Benutzer bei der Interaktion mit seinem Computer zu unterstützen. Jedoch hat auch jede Technologie ihre Nachteile, wie zum Beispiel, dass das Erkennen der einzelnen Tasten nur durch Blickkontakt möglich ist, da diese nicht mehr ertastet werden können (vgl. [40]).

Die neue Generation der Apple Macintosh PowerBooks² hat statt einem normalen Touchpad ein multitouch-fähiges Touchpad implementiert. So haben die Benutzer die Möglichkeit, durch Anwenden verschiedener Gestiken Auswahl- und Zeigeingaben schneller und effizienter zu gestalten. Zum Beispiel wird mit einem Finger der Mauszeiger gesteuert, mit der Hilfe von zwei Fingern kann innerhalb jeder Anwendung auf einfache Weise gescrollt werden. Mit Drei-Finger-Gestiken können Seiten oder Fotos weitergeblättert werden, weiters kann der Anwender mit einer Vier-Finger-Bewegung bequem zwischen Anwendungen und Programmen wechseln, wofür davor komplizierte Tastenkombinationen vonnöten waren.

Weiters besitzen die Produkte iPod Touch³ und iPhone⁴ ein Multitouch-Display welches als vereintes Eingabesystem verwendet wird. Mit der Applikation TouchOSC⁵ können diese auch als Steuer- und Eingabeinterfaces für Pure Data, Max/MSP, Re-

²<http://www.apple.com/macbookpro/>

³<http://www.apple.com/ipodtouch/>

⁴<http://www.apple.com/iphone/>

⁵<http://hexler.net/touchosc>

aktor, VVVV und viele weitere Programme verwendet werden. So können diese bei der Erstellung von Musik als Eingabeinterface, oder bei Liveperformances als Steuerelement für Video- und Audiosequencer benutzt werden. In Abbildung 3.1 sind einige Varietäten der TouchOSC Oberfläche zu sehen, jeweils mit einem Set an Slidern, Knöpfen, Fadern und weiteren Bedienelementen (vgl. [16]).

3.1.4. Datenschnittstellen

Digitale Netze

Durch das OSI-7-Schichtenmodell, standardisiert von der ISO⁶, wurde eine Architektur für digitale Netzwerkübertragung geschaffen. In der vierten Schicht, der Transportschicht, werden Transportprotokolle wie TCP und UDP beschrieben (vgl. [7] S. 206ff).

TCP

Das TCP Protokoll ist ein verbindungsorientiertes Transportprotokoll und beinhaltet Methoden zur Fehlersicherung sowie zur Flusskontrolle. Diese Verbindungsorientierung hat zur Folge, dass bei der Übertragung verlorene Pakete erneut gesendet werden, was deren Übermittlungen sicherstellt. Bei Applikationen bei denen die Vollständigkeit der übertragenen Daten im Vordergrund steht ist dies von besonderer Bedeutung. Dies kann jedoch bei Multimedia- und Echtzeitdaten ein Problem darstellen wenn am Ende eines Streams verlorene Bilder aus den Anfangsszenen gezeigt werden (vgl. [7] S. 206ff).

UDP

Das UDP Protokoll ist im Gegensatz zu TCP verbindungslos; dies impliziert dass verlorene Datenpakete nicht erneut gesendet werden. Dies ermöglicht den Transport von Multimedia- und Echtzeitdaten (vgl. [7] S. 206ff).

OSC

Open Sound Control ist ähnlich wie MIDI ein Übertragungsprotokoll und wurde für den Austausch von digitalen Daten zwischen Computern, Synthesizern

⁶steht für: International Standardization Organization

und Multimediaanwendungen konzipiert. Ein Vorteil gegenüber MIDI ist die Datenübertragung über TCP oder UDP, welche eine Übertragung von OSC-Steuerdaten über lange Strecken ermöglicht. Dies bewirkt auch eine höhere Zeitauflösung, was zu einer zeitgenaueren Steuerung von Endgeräten beiträgt. Außerdem ist es möglich, numerische Daten mit hoher Auflösung sowie symbolische Daten (zum Beispiel Zeichenketten) zu senden (vgl. [18]).

Mögliche Anwendungsfelder umfassen sensor- bzw gestikbasierte elektronische Musikinstrumente, sowie den Austausch von musikalischen Daten über das Internet oder lokale digitale Netze (vgl. [19]).

MIDI

MIDI steht für Music Instruments Digital Interface und wurde 1983 für den Austausch digitaler Daten zwischen mehreren Geräten unterschiedlicher Hersteller konzipiert. Im Konkreten ist es ein serielles Übertragungsprotokoll und ermöglicht die Wiedergabe von Schallereignissen mittels elektronischer Instrumente. Zur Aufzeichnung von MIDI Daten benötigt man die genauen Zeitpunkte von Start und Ende, Frequenz, Lautstärke und Klangfarbe eines akustischen Ereignisses. Eine Dateneinheit besteht aus 10 Bit, sieben Informationsbits, jeweils einem Start- und End-Bit und einem Bit welches zwischen Datenbyte und Statusbyte unterscheidet. Mit Hilfe eines Statusbytes wird der auszuführende Befehl spezifiziert, während ein Datenbyte die Informationen, welche zur Ausführung des Befehls benötigt werden, beinhaltet. Ein MIDI Befehl besteht aus drei der eben erwähnten MIDI-Bytes: Ein Statusbyte (zum Beispiel „note on“), zwei Datenbytes (zum Beispiel Tonhöhe und Anschlagsgeschwindigkeit). MIDI ist in der Lage, 16 Kanäle gleichzeitig zur Datenübertragung zu verwenden (vgl. [31] S. 133 ff).

3.2. Processing

Diese Sektion beschränkt sich auf modulare Programmierumgebungen mit graphischer Oberfläche. Die folgenden Programme sind Realtime-Anwendungen und besitzen unterschiedliche Schwerpunkte und Problemlösungsansätze. Des Weiteren werden die folgenden Programmierumgebungen vorgestellt und die Vor- und Nachteile beschrieben. Die jeweils angeführten Schnittstellen, sind nur teilweise vollständig, da diese beliebig durch Externals erweitert werden können.

3.2.1. Max/MSP/Jitter

Diese Entwicklungsumgebung dient zur Erstellung von audiovisuellen Anwendungen und besteht aus den drei Komponenten Max, MSP und Jitter. Als erste Komponente wurde Max, die graphische Programmierumgebung entwickelt, welche zuvor Patcher hieß und von Miller Puckette 1986 ins Leben gerufen wurde. Anschließend wurden die Patcher-Lizenzen von der Firma Opcode gekauft und von David Zicarelli aufgegriffen und weiterentwickelt, sodass 1990 die erste kommerzielle Version Max/Opcode angeboten wurde. 1997 wurde eine neuartige Komponente für Max veröffentlicht: MSP (Max Signal Processing) ermöglichte Echtzeitsynthese und Signalverarbeitung. Seit 1999 wird Max/MSP durch David Zicarelli's Firma, cycling74⁷, vertrieben. Die dritte Komponente, Jitter, ermöglicht auch die Einbindung von Videoprocessing, Matrizen, sowie 2- und 3-dimensionalen Graphiken (vgl. [23] und [2]).

Mit Hilfe der drei Module ist der Anwender in der Lage in Echtzeit MIDI-, Audio- und Videoprocessing durchzuführen. Der Benutzer hat die Möglichkeit einen neuen Patch zu kreieren indem er Elemente aus den drei Komponenten wählt und diese dann passend verbindet. Durch die optisch sehr ansprechende Oberfläche und den gut strukturierten Inhalt, wie aus Abbildung 3.2 ersichtlich, wird dem Anwender die Benutzung vereinfacht und ein schneller Zugang zur Materie ermöglicht. Weiters steht eine Reihe von Plugins, Externalen und Libraries zur Verfügung, auch die ausführliche Dokumentation und Reihe von Tutorials sind hilfreich um Max/MSP/Jitter noch umfangreicher zu benutzen. Die Software verfügt zurzeit über eine Gratis „Runtime“ Version. Im Konkreten heißt das, dass zur Entwicklung Max erworben werden muss, jedoch zum Abspielen oder Benutzen die kostenfreie Runtime Version verwendet werden kann. Max/MSP/Jitter kann auf Windows- oder Macintosh Betriebssystemen ausgeführt werden, jedoch funktionieren einige Jitter-Objekte nur mit Quicktime, da die DirectX-Kompatibilität nicht immer gegeben ist. Auch einige Libraries sind zurzeit nur für Mac OS X verfügbar (vgl. [3]).

Schnittstellen:

MIDI, seriell, Maus, Keyboard, Quicktime, DirectX, Core Audio, ASIO, Direkt Sound, Sensoren.

⁷<http://www.cycling74.com/>

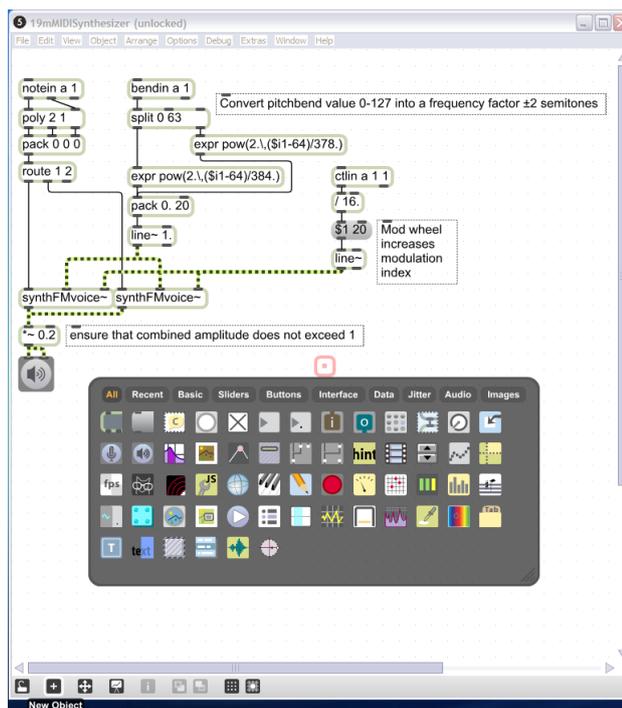


Abbildung 3.2.: Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Max/MSP/Jitter

3.2.2. PD - Pure Data

Anfänglich programmierte Miller Puckette die Software „Patcher“ welche der Vorgänger von Max/MSP war. 1996 begann Puckette mit der Entwicklung von Pure Data, um Fehler von Max auszumerzen, und es um fehlende Funktionen zu ergänzen. Im Gegensatz zu Max/MSP ist PD eine Open-Source Software, welche außerdem kostenlos ohne Lizenzgebühren erworben werden kann, sowie weiters für viele gängige Betriebssysteme zum Download verfügbar ist (vgl. [23] und [28]). In Österreich, besonders in Graz, befindet sich eine große Community für PD⁸.

Für Puredata existieren eine Reihe an Externals und Libraries, welche die Funktionsweise von PD noch erweitern. Wie zum Beispiel die Library GEM (Graphics Environment for Multimedia), welche die Benutzung von OpenGL Elementen erlaubt, wodurch auch 2D und 3D Graphiken und Videoquellen in Echtzeit manipuliert werden können. Durch die Verwendung von GEM in PD wird es unterschied-

⁸<http://pd.iem.at/>

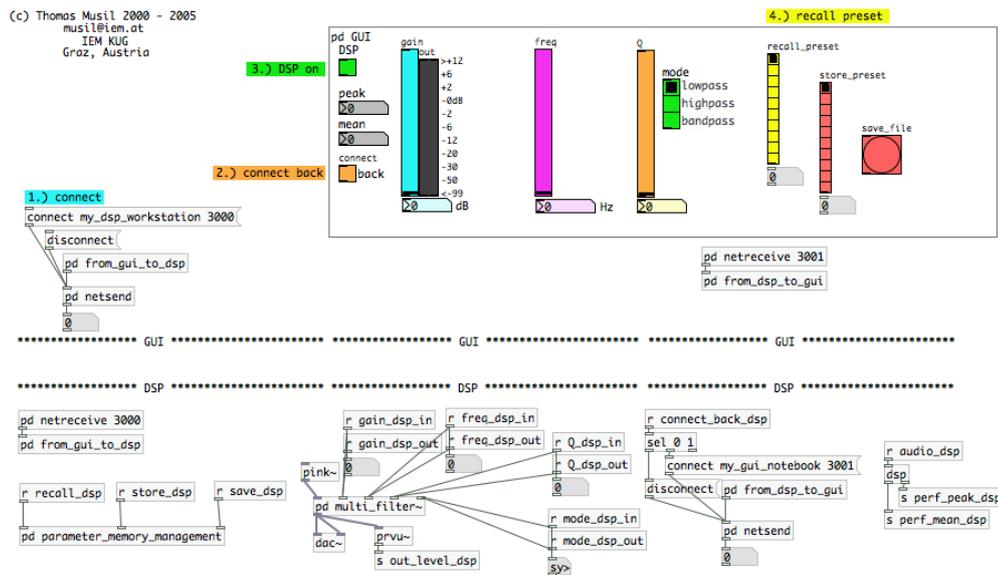


Abbildung 3.3.: Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Pure Data

lichen Medien ermöglicht, sich gegenseitig zu steuern. Somit kann zum Beispiel ein Videoeingangssignal als Steuerungsinstrument für Audiooutput verwendet werden, oder vice versa (vgl. [8]). Weiters besitzt PD eine ausführliche Dokumentation und einige Tutorials, jedoch ist die graphische Oberfläche im Gegensatz zu Max/MSP nicht sehr ansprechend gestaltet und auch die Erstellung von User Interfaces zurzeit noch nicht ausgereift.

Schnittstellen:

AIFF, WAV, MIDI, Steinberg VST, Open Sound Control (OSC), ASIO, Maus, Tastatur.

3.2.3. VVVV

Die Entwicklung von dieser Software wurde von dem Unternehmen MESO Digital Interiors initialisiert und von der *vvvv group* Joreg, Max Wolf, Sebastian Gregor, Sebastian Oschatz ausgeführt. Zuerst war VVVV eine firmeninterne Programmierumgebung und wurde erst 2002 für die Öffentlichkeit zugänglich.

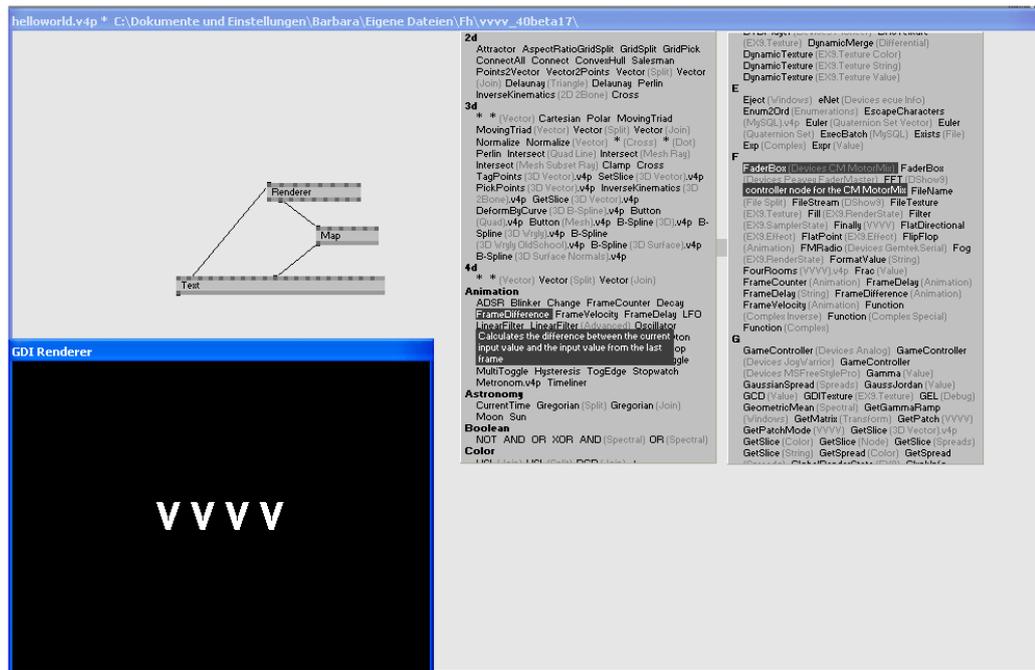


Abbildung 3.4.: Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung VVVV

Die graphische Entwicklungsumgebung steht für den nicht kommerziellen Gebrauch kostenlos zum Download zur Verfügung, jedoch nur für Windows-Betriebssysteme (vgl. [38] und [25]).

VVVV ist spezialisiert auf Echtzeit-Videoverarbeitung und –generierung unter DirectX. Es ist zum Beispiel möglich, dreidimensionale Models zu laden und zu texturieren, dies ist einerseits durch Bilder oder andererseits auch durch Live-Videoquellen und Videos möglich. Weiters können Echtzeit-Rigid-Body-Simulationen und Echtzeit-Videoanalyse wie Color- oder Motion-Tracking durchgeführt werden.

Leider verfügt VVVV über eine eingeschränkte Audiofunktionalität, welche durch Einbindung von PD oder Max wieder verbessert werden kann. Außerdem existiert eine reichhaltige Dokumentation und eine Vielzahl von Tutorials (vgl. [39]).

Schnittstellen:

Audioformat Input (wav, mp3, wmv), Videoformat Input (.avi, .mov, .mpg, .rm, .wmv), Seriell, RS232, Parallel, MIDI, Maus, Tastatur, Netzwerk (OSC,TCP,UDP),

DirectX, Sensoren.

3.2.4. EyesWeb

1997 wurde das EyesWeb Projekt ins Leben gerufen und bezieht sich auf Forschungsprojekte des InfoMus Labs, eine Forschungseinrichtung des Department of Communication Computer and System Sciences der Universität von Genua, Italien (vgl. [20]).

Diese graphische Programmierumgebung ist auf die Analyse und Verarbeitung von Körperbewegungen (Gestiken), MIDI-, Audio- und Musiksignalen spezialisiert. Der Anwender hat die Möglichkeit aus Libraries Softwarekomponenten, sogenannte Blocks, zu wählen und diese miteinander zu verbinden um Patches zu bilden. Diese Patches können wiederum in neue Patches eingebunden werden und dienen dann als sogenannte Subpatches. Da sich die Software auf Analyse und Verarbeitung von Körperbewegungen spezialisiert hat, existiert eine reichhaltige Sammlung von Modulen und Patches in der *Expressive Gesture Processing Library*. Mit deren Hilfe hat der Anwender die Möglichkeit Bewegungen zu verfolgen und zu extrahieren (motion tracking) welche durch Live Videoquellen oder Sensoren(zum Beispiel Accelerometer) geliefert werden. Der Benutzer erhält auch weiters detaillierte Informationen und Visualisierungen zum Ablauf der Bewegung, welche ausgewertet und verglichen werden können. EyesWeb ist für die Benutzung unter den Betriebssystemen Windows XP und Vista konzipiert, und kann von der InfoMus Website⁹ kostenlos bezogen werden. Die Benutzung für kommerzielle und nichtkommerzielle Projekte ist dem Anwender freigestellt (vgl. [21]).

Schnittstellen:

(Live) Videoquellen, Sensoren, Audio-, Videosignale, MIDI, serieller In und Output, ASIO, Steinberg VST, Netzwerk (OSC, TCP/IP), Tastatur und Maus.

3.2.5. Reaktor

Die erste entwickelte Version hieß 1996 noch Generator 0.96 und war ein modularer Synthesizer für den PC. Neun Jahre später, 2005, wird die aktuelle Version Reaktor 5.0 von der Firma Native Instruments veröffentlicht (vgl. [13]).

⁹<http://www.infomus.dist.unige.it/>

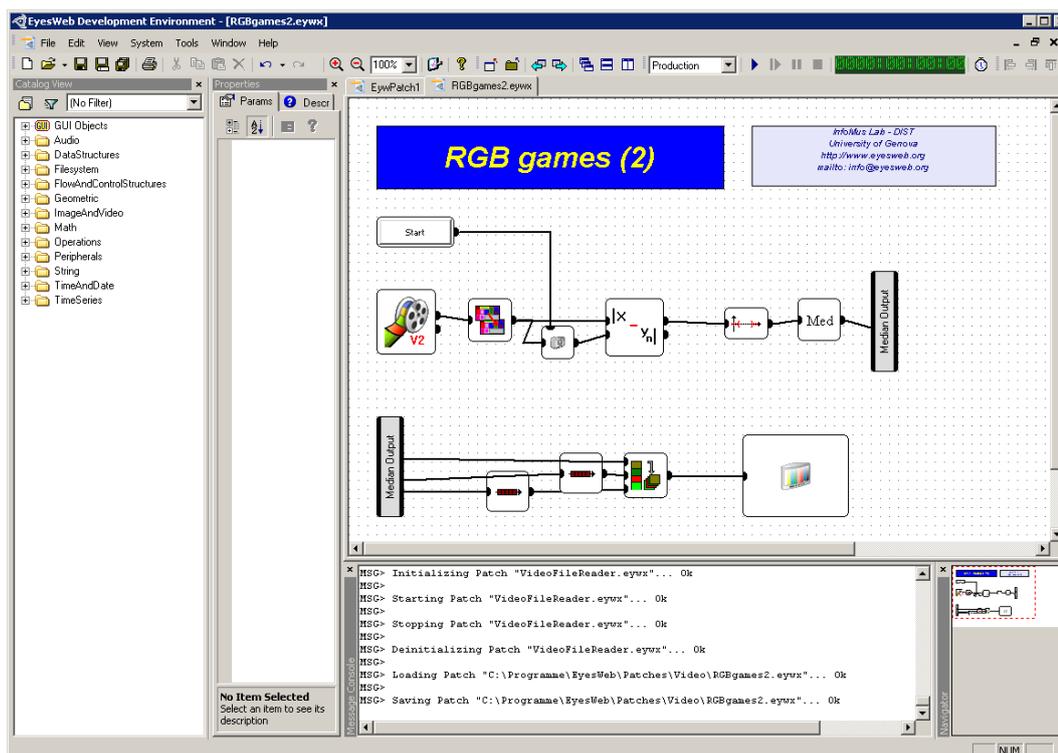


Abbildung 3.5.: Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung EyesWeb

Diese modulare graphische Entwicklungsumgebung hat sich auf die Klangsynthese und Audioverarbeitung spezialisiert, dies kann mit Hilfe von Sampling, Sequencing oder Effekten realisiert werden. Unter Reaktor hat der Anwender die Möglichkeit aus einer Vielzahl von Instrumenten und Synthesizern zu wählen, diese dann zu benutzen, zu verändern oder eigene zu programmieren. Diese Instrumente können dann mit anderen Synthesizern, Instrumenten oder Effekten verknüpft und als Ensemble gespeichert werden. Da diese Ensembles in Echtzeit agieren, können sie auf der Bühne oder in Form von multimedialen Installationen eingesetzt werden (vgl. [14]).

Seit der Reaktor Version 5.0 ist es möglich, Elemente bis in die unterste Ebene der Signalverarbeitung selbst zu kreieren, zum Beispiel einen Filter oder einen Oszillator. Diese Module werden Core Cells genannt und haben einen integrierten Runtime-Compiler, welcher Änderungen an der Struktur sofort in wahrnehmbare Klangveränderungen umsetzt. Die Software ist für Windows und Macintosh Betriebssysteme.

systeme geeignet und verfügt über eine reiche Anzahl an Tutorials und Instrumenten-Bibliotheken. Weiters verfügt Reaktor auch über eine sehr ansprechende Oberfläche, die sich in ein Strukturfenster, welche die Struktur des Ensembles zeigt, und ein Pannelfenster, das als Kontrolloberfläche dient und selbständig nach eigenem Geschmack gestaltet werden kann, unterteilt (vgl. [15] und [14]).

Schnittstellen:

AIFF, WAV, MIDI, Audio Units, Steinberg VST, Pro Tools 7, Open Sound Control (OSC), Core Audio, ASIO, DirectSound.

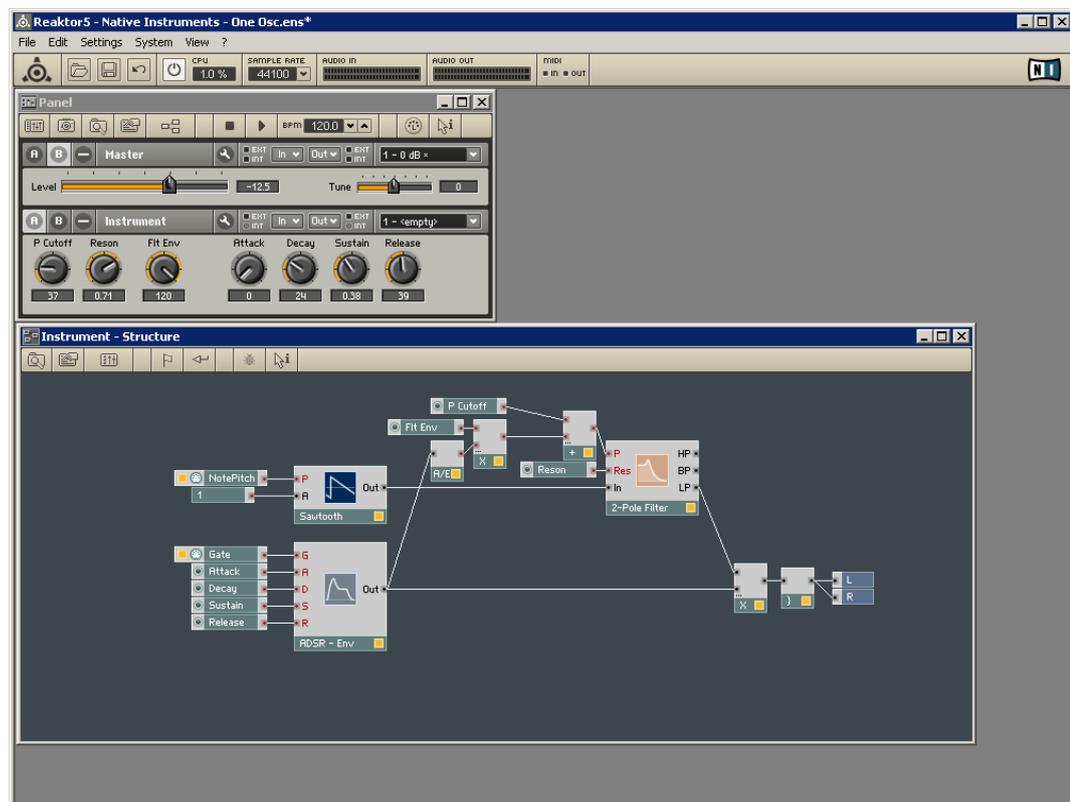


Abbildung 3.6.: Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Reaktor 5

4. Audiovisuelle Medieninstallation

4.1. Themenbezogene Arbeiten

In diesem Abschnitt werden Forschungs- und Entwicklungsprojekte vorgestellt, die im Themenkreis der Gesture Recognition¹ durchgeführt wurden, jedoch unterschiedliche technische Methoden zur Realisierung verwendeten.

4.1.1. Personal Orchestra

2001 war Personal Orchestra (vgl. [6], S. 161 f) eines der ersten interaktiven Ausstellungsstücke welches es dem Besucher ermöglicht eine audiovisuelle Aufnahme einer Orchesteraufführung zu dirigieren. Das Personal Orchestra ist zur Zeit im Wiener Klangmuseum *Haus der Musik*² als interaktive Medieninstallation ausgestellt. Wie in Abbildung 4.1 zu sehen, wurde der Raum einem Konzertsaal nachempfunden und enthält eine Projektionsfläche, sowie ein Dirigentenpult mit Dirigentenstab. Der Besucher übernimmt die Funktion des Dirigenten und dirigiert ein Konzert der Wiener Philharmoniker, je nach Talent bekommt der Besucher direktes Feedback des Orchesters, welches nicht immer positiv ausfällt. Die Entwickler haben sich für eine simple Dirigentenbewegung entschieden. Im Konkreten bedeutet das, dass der Benutzer die Möglichkeit hat, mit Hilfe des Dirigentenstabes das Tempo durch Auf- und Ab-Bewegungen zu bestimmen, weiters das Volumen durch vertikale Bewegung je nach Ausmaß zu steuern.

Bei der technischen Umsetzung wurde ein PO Server³, welcher die Daten des Dirigentenstabes empfängt und diese dann in Tempo, Volumen und Videobilder umrechnet, verwendet. Dieser schickt das Signal dann per TCP-Netzwerkverbindung an den PO Client⁴, welcher das Bild mittels Rückprojektion abbildet.

¹dt. Gestikererkennung

²<http://www.hausdermusik.at/>

³Personal Orchestra Server PC

⁴Personal Orchestra Client PC



Abbildung 4.1.: Fotografische Abbildung der Medieninstallation
Personal Orchestra [9]

Die Gestikererkennung wurde mit Hilfe von Infrarot-Technologie realisiert. Unter Einsatz eines Infrarotstrahlung sendenden, batteriebetriebenen Dirigentenstabs und der dazugehörigen Empfangseinheit Lightning II [4], welches die Infrarotdaten in 7-bit MIDI-Daten wandelt, kann die Bewegung übertragen werden. Dieses MIDI-Signal besteht aus X- und Y-Koordinaten, welche dann in Beziehung zu den gesetzten Beats⁵ im Videomaterial gesetzt werden und so die Wiedergabegeschwindigkeit des Videos steuern. Weiters wurde eine optimierte Timestretch-Methode angewandt um den Pitchshifteffekt bei der Audiowiedergabe mit variierenden Geschwindigkeiten zu vermeiden. Dabei wurde die Tonhöhe des Audiosignals zunächst in Halbtonschritten jeweils bis zu einer Oktave erhöht oder abgesenkt, um so zwischen unterschiedlichen Abspielgeschwindigkeiten überblenden zu können. Durch diese Vorgehensweise wird die absolute Länge des Konzertmitschnittes nicht verändert, was die Synchronisation zwischen den einzelnen tonhöhenveränderten Audiodateien erleichtert (vgl. [6], S. 162).

4.1.2. Virtual Orchestra

Virtual Orchestra (vgl. [10], S. 215 f) ist der Name eines Projekts, welches entwickelt wurde um eine realitätsnahe Darstellung eines Orchesters zu vermitteln. Die Zielgruppe besteht einerseits aus Kindern und andererseits aus Musikstudenten, da

⁵beats per minute, dt. Schläge pro Minute

dieses Projekt als Spiel- und Trainingssoftware konzipiert wurde.

Der Benutzer nimmt die Rolle des Dirigenten eines Orchesters in futuristischer Umgebung ein, visualisiert in Abb. 4.2. Der Spieler interagiert mit der Software mittels eines Controllers, der eher an eine Computermaus als an einen Dirigentenstab erinnert (wie in Abb. 4.3 zu sehen). Mit diesem Steuerelement kann der User durch Gestiken mit der Hand die Elemente Tempo, Dynamik und Artikulation ändern. Weiters erhält der Benutzer entweder Kritik oder positive Zustimmung aus dem Publikum und hat so die Möglichkeit direktes Feedback zu seinen Dirigentenfähigkeiten zu erlangen.

Die technische Umsetzung besteht erstens aus dem Eingabegerät, der Gyration In Air Maus ⁶, eine kabellose Funkmaus welche dann die Daten weiter in den Processing Layer schickt. Dieser besteht aus der Gestikererkennung, welche X- und Y-Koordinaten an eine Real-time Music Engine schickt, weiters empfängt diese die MIDI-Daten des zu dirigierenden Stücks. Abschließend werden noch die X- und Y-Koordinaten an das Publikum Model gesendet welches dann wiederum entweder positives oder negatives Feedback weiter an die 3D Game Engine schickt.



Abbildung 4.2.: Die Virtual Orchestra Videoausgabe [10]

⁶<http://www.gyration.com/?l=ge#productOverview/office>



Abbildung 4.3.: Eingabegerät Gyration In Air Maus [10]

4.1.3. Slide guitar synthesizer with gestural control

Dieser Synthesizer stellt die virtuelle akustische Nachbildung einer Bottleneck- oder Slide-Gitarre dar. Der Gitarrist spielt dabei auf einer unsichtbaren Gitarre; je nach Anschlag und Stil erklingen andere Verzerrungseffekte des Gitarrensounds.

Die technische Realisierung der Gestikerkennung wurde mittels Infraroterkennung durchgeführt. Der Gitarrist trägt einen Infrarotlicht reflektierenden Ring auf der rechten Hand und ein Infrarotlicht reflektierendes Slide auf der linken Hand, wie in Abbildung 4.4 zu sehen. Mit der Hilfe einer Infrarotkamera wird nur der infrarote Teil des Lichts sichtbar; in diesem Fall die zwei reflektierenden Objekte wie in der Abbildung 4.4 im rechten Bild visualisiert. Gemessen wird einerseits der Abstand zwischen den zwei reflektierenden Gegenständen und andererseits die Aktion die sie auslösen, wie zum Beispiel das Schlagen einer Seite oder das Auf- und Abbewegen des Slide. Die gesammelten Daten der Kamera werden mittels OSC an den eigens in Pure Data erstellten Synthesizer gesendet.

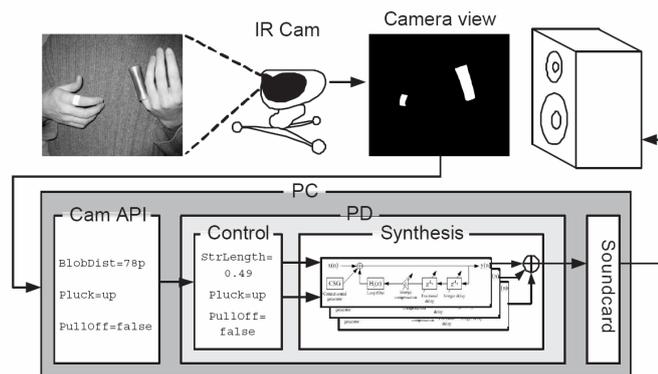


Abbildung 4.4.: Technische Realisierung des Slide Guitar Synthesizers [29]

4.2. Konzept

4.2.1. Idee

Die interaktive audiovisuelle Medieninstallation *The Virtual Conductor* beruht auf einer Idee von FH-Prof. DI Hannes Raffaseder und gibt den Besuchern die Möglichkeit, ein Orchester zu dirigieren und durch eigene Bewegungen die Musik aktiv zu gestalten. Einerseits können die Besucher wie in ähnlichen Installationen (siehe Abschnitt 4.1) das Tempo oder die Lautstärke mittels Gestiken beeinflussen, jedoch haben sie andererseits die Chance interaktiv in das Geschehen einzugreifen und zum Beispiel die zeitliche Struktur mittels Loop-Punkten zu beeinflussen. Weiters besteht die Möglichkeit, das Stereopanorama durch Zeigen auf verschiedene Instrumentengruppen aktiv zu verändern.

4.2.2. Ausstellungsort

Inmitten des St. Pöltner Landhausviertels ragt der Klangturm⁷ zwischen Verwaltungsgebäuden und dem Kulturbezirk heraus. Er beherbergt ein jährlich wechselndes Programm, welches sich mit Klangkunst und den damit verbundenen Geräuschen, Tönen und Klängen auseinandersetzt. Im Detail setzt er sich wie in Abbildung 4.5 zu sehen aus jeweils drei Klangebene und drei Klangkugeln zusammen, welche zur Hälfte frei schweben, dennoch problemlos begehbar sind und mit der darunterliegenden Klangebene eine multimediale Einheit bilden. Dadurch bietet der Klangturm St. Pölten Platz für Installationen, Ausstellungen und Konzerte. Die jährlich stattfindenden themenbezogenen öffentlichen Veranstaltungen bieten die Möglichkeit, einen Einblick in die Welt der Klangkunst zu erhalten.

Die Klangturmsaison des Jahres 2009, unter dem Titel *musik bewegt!* erstreckt sich vom 23. April bis zum 1. November 2009. Der Leitspruch *Kein Klang ohne Bewegung, keine Bewegung ohne Klang* lässt auf eine bewegte Klangturmsaison hoffen (vgl. [5]).

Die interaktive audiovisuelle Medieninstallation *The Virtual Conductor* wird in der dritten Klangkugel realisiert. Die obere Hälfte besteht aus einer offenen lichtdurchlässigen Stahlkonstruktion mit einem Durchmesser von 5,7 Metern. Diese schwebt über der dritten Klangebene und agiert als eigener Klangkörper.

⁷<http://www.klangturm.at>



Abbildung 4.5.: Fotografische und schematische Abbildung des Klangturms St. Pölten [5]

4.2.3. Besucher

In der letzten Klangturmsaison 2008, unter dem Titel *musik:macht:medien*, wurden insgesamt 34 813 Besucher gezählt. Diese setzten sich aus fünfzig Prozent Individualbesuchern und fünfzig Prozent Besuchergruppen zu zirka zwanzig Personen zusammen. Die Individualbesucher bestanden zu einem Drittel aus Kindern und Jugendlichen, die anderen zwei Drittel waren Erwachsene. Die Besucher verbringen im Klangturm durchschnittlich 50 Minuten mit den interaktiven Medieninstallationen und dies zu 98 Prozent ohne an Führungen teilzunehmen.

4.3. Design Prozess

In diesem Kapitel wird ein individueller Interaktionsdesignprozess für das zuvor beschriebene Konzept *The Virtual Conductor* vorgestellt, welcher auf den in Kapitel 2 erläuterten Elementen, Kriterien, Richtlinien und Prozessen beruht.

Anfänglich werden die Elemente und Kriterien für *gutes Interaktionsdesign* überdacht und im Kontext des unter 4.2 vorgestellten Konzeptes betrachtet. Anschließend werden einige relevante Richtlinien miteinbezogen. Die aus den zuvor angewendeten Interaktionsdesign-Konzepten gewonnenen Erkenntnisse werden unter Betrachtung der Anforderungen und Einschränkungen schlussendlich als Designkonzept für den Prototyp vorgestellt.

4.3.1. Elemente und Kriterien des Interaktionsdesigns

Motion Ein Grundsatz der Interaktion ist das Element Motion welches sich in dieser Installation durch die Bewegung des Dirigentenstabs manifestiert. Diese Bewegungen können sehr stark variieren, je nach Art und Weise wie die Besucher das Orchester leiten. Zum Beispiel nur durch Auf- und Abbewegungen, oder aber kombiniert mit Links- und Rechtsbewegungen welche je nach Alter und Erfahrung der Besucher schwanken können.

Space Das Element Space kann sich einerseits auf reale Räume beziehen, wie zum Beispiel den Standort der Ausstellung, die dritte Klangkugel des Klangturms St. Pölten, oder auch auf den virtuellen Raum. Mit Hilfe des Dirigentenstabs werden die im realen Raum zuvor erwähnten Bewegungen transformiert und in den virtuellen Raum übertragen, welcher mittels eines Flachbildfernsehers das Orchester wiederum im realen Raum darstellt.

Time Ein weiteres Element, Time, beschäftigt sich mit dem individuellen Rhythmus der Zeit für bestimmte Interaktionen. Einerseits kann dies die Zeit und Dauer der Ausstellung, die Zeit die ein Besucher mit der Ausstellung verbringt, und die Zeitkomponente welches das System intern benötigt, darstellen. Auch die zuvor erwähnten Gestiken im realen Raum beeinflussen die zeitliche Wiedergabe der Audiosamples und der Videoframes. Mittels Setzen von Looppunkten kann der Besucher die zeitliche Struktur noch tiefer gestalten und bestimmte Abschnitte immer wieder neu dirigieren.

Appearance Dieses Element beinhaltet die mit Hilfe des Sehsinns von Interaktionsobjekten hervorgerufenen Erfahrungen über die Benutzung sowie wichtige Informationen über diese. Das Erscheinungsbild dieser audiovisuellen Medieninstallation soll dem Besucher helfen wichtige Informationen über die Benutzung dieser abzuleiten. Dies wird durch ein Dirigentenpult und eine Videoaufnahme eines Orchesters realisiert. Auch ein dirigentenstab-ähnliches Eingabegerät wird die Benutzung der Installation verdeutlichen.

Sound Sobald der Besucher die Klangkugel betritt, den Dirigentenstab sieht und diesen bewegt ertönt der Klang des Orchesters und die Videoaufnahme bewegt sich synchron dazu. Dies erweitert die interaktive multimediale Installation um das Element Sound. Durch die Geschwindigkeit des Dirigierens wird die Abspielgeschwindigkeit gesteuert, was die Interaktion noch mehr verdeutlicht und ein wesentlicher Bestandteil der Installation ist.

Appropriate Das Kriterium Appropriate soll beschreiben ob ein Interaktionsobjekt angemessen gestaltet worden ist. Hierbei sind Kultur, die Situation und der Kontext in dem sich die Medieninstallation befindet zu berücksichtigen. Die Angemessenheit dieser Installation ergibt sich auch aus dem speziellen Anwendungsfall da in Österreich die klassische Musik mit Hilfe von zahlreichen Komponisten geprägt und geformt wurde. Diese Installation ermöglicht den Besuchern ihren eigenen Zugang zum Thema klassische Musik und Orchester zu finden und ermöglicht einen kreativen und spielerischen Umgang.

Smart Das Adjektiv Smart beinhaltet hauptsächlich den Ansatz von Tesler, beschrieben in 2.4.5, welcher besagt dass die Komplexität des Interaktionsobjekts vom Benutzer weg verschoben werden soll. Um die Komplexität im Fall der hier designten audiovisuellen interaktiven Installation zu verringern, wird nur ein Haupteingabegerät zur Verfügung gestellt – der Dirigentenstab. Der Benutzer kann die Installation spielerisch entdecken, das passende Tempo finden und durch Zeigen in spezifische Richtungen das Klangpanorama gestalten. Zusätzlich kann der Besucher noch eine Zusatzfunktion mit drei Druckknöpfen hervorrufen, welche sich am Dirigentenpult befinden. Mit Hilfe dieser Knöpfe kann der Anwender Looppunkte setzen und löschen.

Responsive Bei dem Kriterium Responsive handelt es sich um die Kommunikation mit dem Objekt selbst, im Konkreten mit Aktion und Reaktion. Die Reaktion auf die Aktion des Besuchers erfolgt direkt, da jede Änderung der Gestiken eine Adaption von Tempo und Panning des Orchesterstückes bewirkt. Somit bekommt der Anwender direktes Feedback zu seinen Handlungen und kann so bewusst den Vorgang steuern. Der Besucher kann so mit klassischer Musik experimentieren oder versuchen, das Stück perfekt zu dirigieren.

Ludic Abschließend ist das Adjektiv Ludic, welches sich mit dem spielerischem Kennenlernen von Produkten beschäftigt, zu erwähnen. Dieses ist ein wichtiger Bestandteil dieser Installation, da es dem Besucher ermöglichen soll, eigene Erfahrungen mit dem Dirigieren eines Orchesters und der klassischen Musik zu machen. Wie schon zuvor beschrieben, hat der Besucher die Möglichkeit das Orchester je nach Erfahrung und Lust zu dirigieren oder durch Setzen von Looppunkten zu experimentieren. Jedoch erscheint der Ansatz des im Abschnitt 4.1.1 beschriebenen Personal Orchestras, bei Nichteinhalten des Tempos das Stück abzubrechen, nicht sinnvoll, da der Besucher so die Installation nicht spielerisch entdecken und sie nicht frei benutzen kann.

4.3.2. Richtlinien des Interaktionsdesign

Tesler's Law of the Conservation of Complexity Diese Richtlinie wird auch schon im Element Clever in Betracht gezogen. Es ist wichtig, dass die Komplexität der Anwendung in Richtung Software verschoben wird. Da die komplexe Audio- und Videobearbeitung von der Software übernommen wird, kann sich der Besucher auf die Entdeckung der Medieninstallation konzentrieren und diese erkunden.

Direkte und Indirekte Manipulation Diese Interaktionsdesign-Richtlinie beschäftigt sich mit Objekten und inwiefern diese direkt oder indirekt vom Benutzer beeinflusst werden können. Im Fall dieser Medieninstallation kann der Besucher das Tempo, den Loop-Effekt und den Panorama-Effekt direkt steuern, da keinerlei Menü- oder Kommandozeilen-Eingabe erforderlich ist. Somit kann das Objekt vom Besucher direkt manipuliert werden, ohne Zeit mit Menüeingaben und langen Entscheidungen zu verbringen.

Feedback und Feedforward Die interaktive audiovisuelle Medieninstallation liefert wie ein reales Orchester direktes Feedback. Diese Richtlinie ist im Kriterium Responsive enthalten und kann ähnlich beschrieben werden. Feedforward jedoch soll dem Besucher vor der Aktion genügend Information über die Aktion und Reaktion des Interaktionsobjektes liefern. Dies kann der Besucher einerseits durch den Kontext dieser speziellen Medieninstallation erfahren, da die Klangkugel durch ihr Erscheinungsbild, Dirigentenpult mit Orchester, dem Benutzer die Anwendung derselben näher bringen soll.

4.3.3. Anforderungen und Probleme

Dieses Segment basiert auf Constraints, einer Stufe des Design Prozesses nach Bill Moggridge. Wichtig ist es hierbei, alle projektrelevanten Einschränkungen und Anforderungen zu sammeln und anschließend im Design-Konzept zu berücksichtigen.

Funktionale, technologische und ortsgebundene Anforderungen und Einschränkungen sind im Folgenden:

- Seitens des Klangturmes wird ein stabiles System gewünscht, da die Installation im Laufe einer Saison rund 35 000 Besucher benutzen werden. Die Installation wird jeden Tag neu gestartet und soll somit einfach in Betrieb zu setzen sein und ein stabiles Ergebnis liefern.
- Die Beschaffenheit des Klangturms stellt einerseits eine Einschränkung dar, da dieser größtenteils aus Glas besteht und daher stetig schwankende Lichtverhältnisse herrschen; weiters ist die Klangkugel zur Hälfte lichtdurchlässig gestaltet und daher starker Sonneneinstrahlung ausgesetzt, welche Reflektionen und andere Störungen von Kamera-Trackingsystemen hervorrufen könnte. Auch die Konstruktion erschwert punktgenaues Tracking, da die Klangkugel zum Teil im Raum schwebt und somit leichten Schwingungen ausgesetzt ist.
- Die interaktive audiovisuelle Medieninstallation soll sowohl für Erwachsene als auch Kinder und Jugendliche benutzbar, interessant und unterhaltend sein.
- Die Medieninstallation soll an die Architektur der Klangkugel angepasst werden – sowohl akustisch als auch in ihrer baulichen Struktur, da die dritte Klangkugel und die dritte Klangebene eine akustische Einheit bilden sollten.

4.3.4. Interaktionsdesign Konzept

Das unter Punkt 4.2 vorgestellte Konzept der interaktiven audiovisuellen Multimediainstallation wird nun in diesem Bereich durch den nun folgenden Punkt Interaktionsdesign vervollständigt. Der zuvor durchgeführte Interaktionsdesignprozess hat unter Berücksichtigung der Elemente, Kriterien, Richtlinien und Prozessen zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Die Haupteingabe sollte ohne Menüsteuerung möglich sein um die Komplexität der Benutzung zu reduzieren.
- Die Programmierung der Gestikererkennung und der Audio- und Videowiedergabe soll in einer technisch ausgereiften, Video als auch Audio verarbeitenden, stabilen und verlässlichen Programmierumgebung gelöst werden, da rund 35 000 Besucher pro Saison die Installation benützen, testen und auch damit experimentieren werden.
- Da 98 Prozent der Besucher den Klangturm ohne Führung besichtigen ist es weiter wichtig, die Interaktion spielerisch entdecken zu können. Dies soll einerseits durch die unterstützend gestaltete Umgebung geschaffen werden. Wie in Abbildung 4.6 visualisiert, soll das Dirigentenpult, das im großen Flatscreen gezeigte Orchester und das einem Dirigentenstab ähnliche Eingabegerät über die Interaktion Aufschluss bieten. Andererseits sollte das Element Sound dem Besucher mehr Details über die Benutzung verraten, da die Installation stetiges audiovisuelles Feedback auf die gelieferten Gestiken der Besucher liefert.
- Aufgrund der doch sehr unterschiedlichen Zielgruppen, nämlich die der Kinder und Jugendlichen und die der Erwachsenen, muss bei der Gestikererkennung auf diese heterogene Verteilung Rücksicht genommen werden. Einerseits kann die Dirigentenbewegung je nach Erfahrung und Laune variieren, andererseits auch durch anatomische Bedingungen wie zum Beispiel Armlänge oder Körpergröße beeinflusst werden. Daher muss die Gestikererkennung flexibel gestaltet sein und sowohl Auf- und Abwegenungen, als auch Links- und Rechtsbewegungen oder Kombinationen daraus registrieren und verarbeiten können.

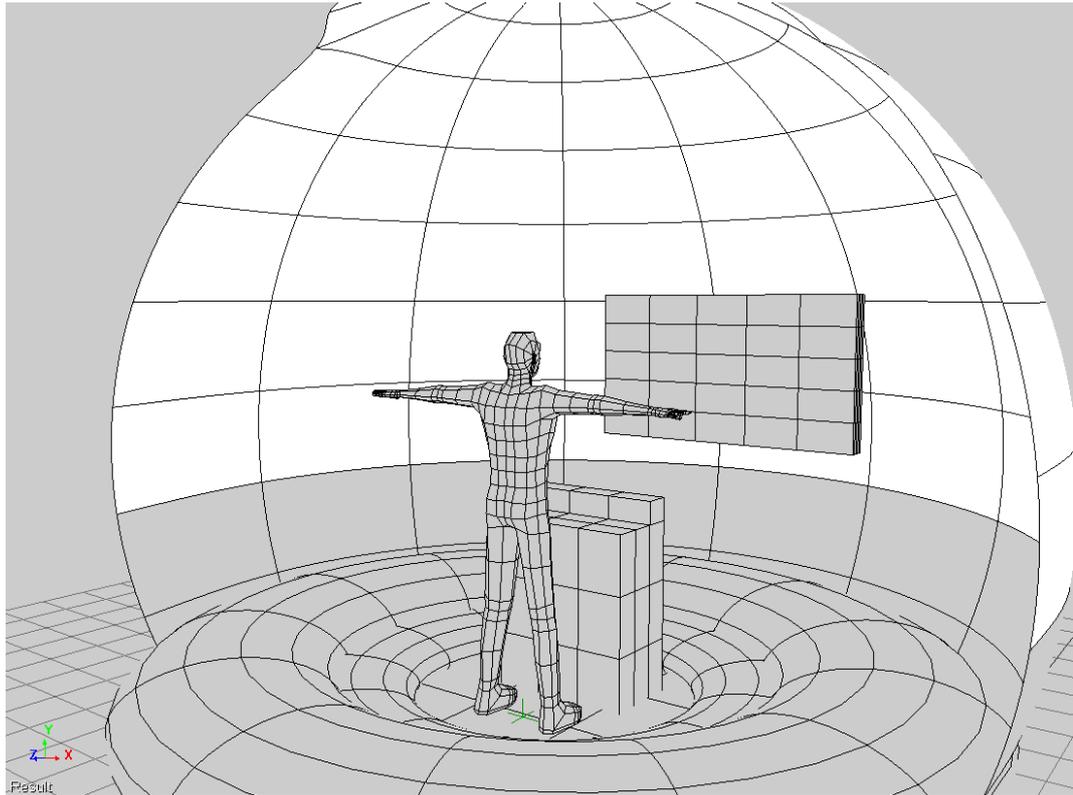


Abbildung 4.6.: Eine graphische Darstellung der audiovisuellen Medieninstallation *The Virtual Conductor* in der dritten Klangkugel des Klangturms St. Pölten

- Auch die Gestaltung, der verwendeten Utensilien in der Klangkugel, soll die zwei Zielgruppen berücksichtigen. Daher soll das Dirigentenpult nicht höher als ein Meter sein und über eine kleine Treppe verfügen, auch die Flatscreen-aufhängung soll auf einer kindergerechten Höhe angebracht werden soweit dies baulich realisierbar ist.
- Da ein Besucher durchschnittlich 50 Minuten insgesamt mit den Ausstellungsstücken verbringt, sollte die Installation einerseits in ein bis zwei Minuten ertastet und benutzt werden können, andererseits sollte eine Benutzung über mehrere Minuten spannend bleiben. Dies soll durch die Zusatzeffekte wie Audio-Panning und Loop-Effekte realisiert werden, welche durch intensivere Benutzung entdeckt werden sollen.

4.4. Technische Umsetzung

In Abbildung 4.7 ist die technische Umsetzung der audiovisuellen interaktiven Medieninstallation unter Berücksichtigung des zuvor durchgeführten Interaktionsdesigns schematisch dargestellt. Die Eingabe erfolgt durch eine Nintendo Wiimote, welche die Bewegungsdaten mittels Bluetooth zu einem Computer überträgt. Mit der Hilfe des External `tk.wii`⁸ für die graphische Programmierumgebung `Max/MSP/Jitter` können die Bewegungsdaten für die Weiterverarbeitung extrahiert werden. Im Anschluss daran werden im `Processing - Subpatch` die Daten in Gestiken umgerechnet, welche an die `Audio- und Videorendering Subpatches` weitergeleitet werden. Nach der entsprechenden Transformierung der Audio- und Videodaten werden diese an die Ausgabe gesendet und mit Hilfe eines `LCD - TV` und einer Beschallungsanlage wiedergegeben.

4.4.1. Graphische Programmierumgebung

Als graphische Programmierumgebung wurde `Max/MSP/Jitter` gewählt, da diese sowohl für Audio- als auch Videoverarbeitung umfangreiche Funktionalität aufweist, eine besonders gute Dokumentation und zahlreiche Tutorials anbietet und von vielen Medienkünstlern benutzt wird.

Zu Anfang wurde ein Hauptpatch angelegt, in welchem sich unterschiedliche Module für die Gestikererkennung, Audio- und Videorendering befinden. Weiters existiert ein eigens gestaltetes Interface, graphisch dargestellt in Abbildung 4.8, welches es den Klangturmmitarbeitern erlaubt, die Installation zu aktivieren.

4.4.2. Gestikererkennung

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Gestikererkennung, welche sich in das gewählte Eingabegerät und die Verarbeitung der gewonnenen Daten aufteilt.

Eingabegerät

Die Wahl des Eingabegeräts, welches die Gestikererkennung möglich machen soll wurde durch die Faktoren Technik, Budget und Bedienbarkeit beeinflusst. Wie im Abschnitt 4.3.1 beschrieben bestehen einige Anforderungen und Problemstellungen seitens des

⁸<http://ether.jp/blog/?p=88>

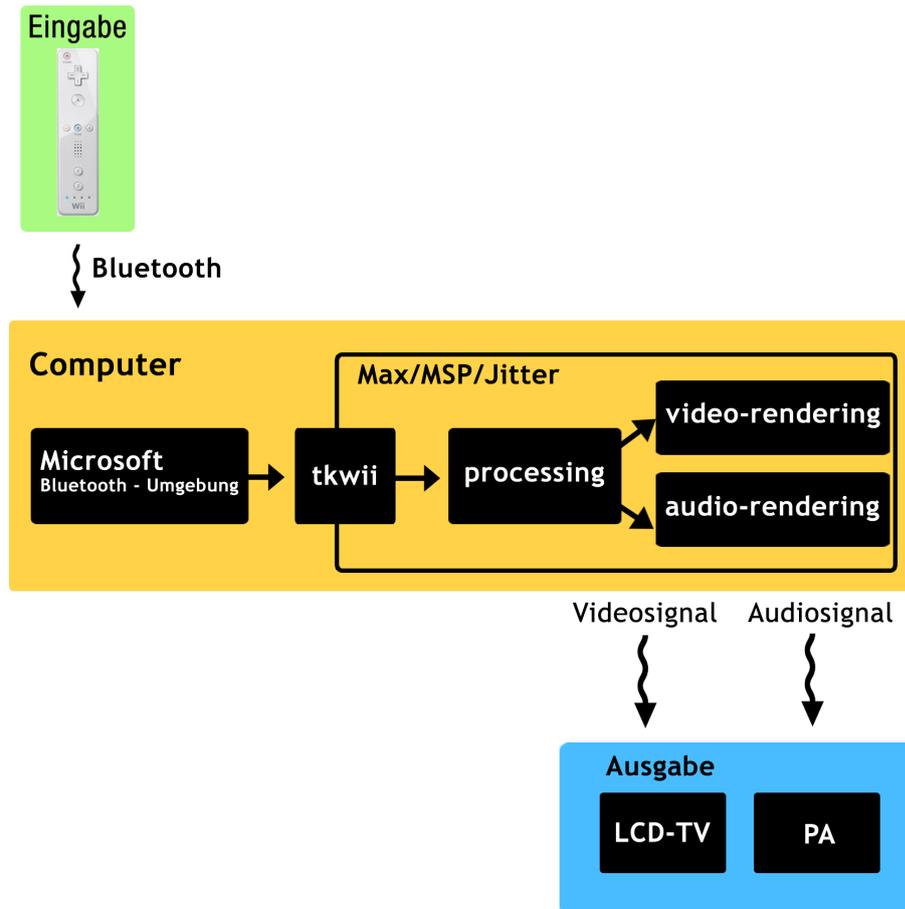


Abbildung 4.7.: Schematische Darstellung der technischen Umsetzung des *Virtual Conductor*

Klangturms St. Pölten. Aufgrund der stetigen Veränderung der Lichtverhältnisse, bedingt durch die Glasfassade des Gebäudes, musste auf ein Videokamerasystem zum Tracken der Handbewegungen verzichtet werden. Weiters wurde auf die Anwendung von Lightning III, einer Weiterentwicklung des Eingabegeräts der Installation Personal Orchestra, verzichtet, da sich somit Anschaffungskosten von Rund \$1995 Dollar nur für das Eingabesystem ergäben hätten. Als alternative Eingabemöglichkeit wurde die Fernbedienung der Spielekonsole Nintendo Wii, welche im Dezember 2006 am Markt erschienen ist, gewählt [37].

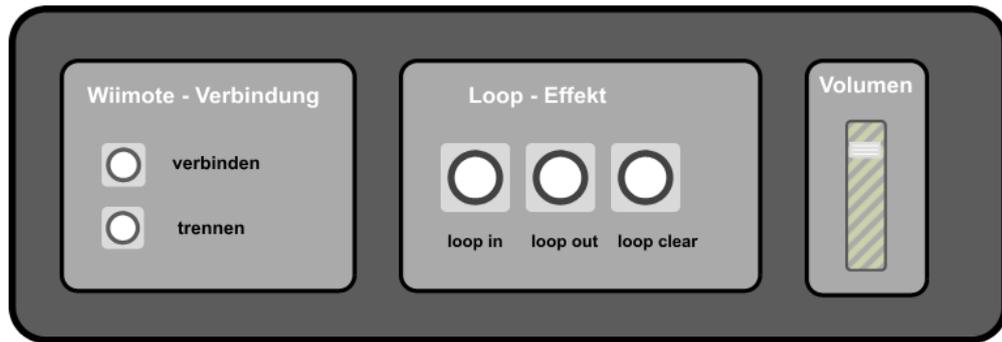


Abbildung 4.8.: Interface für Klangturmmitarbeiter zum Starten der Medieninstallation The Virtual Conductor

Im Detail repräsentiert diese - Wiimote genannte - Fernbedienung eine neue Form der Eingabegeräte für Spielekonsolen, da sie den Benutzern erlaubt, Spiele mittels Gestiken zu steuern. Weiters ist die Wiimote einzeln erhältlich und kann außerhalb der Wii-Konsolenumgebung genutzt werden. Mit einem derzeitigen Kaufpreis von rund 40 Euro (welcher je nach Elektronikhandel leicht variieren kann) können die Anschaffungskosten niedrig gehalten werden.

Die Wiimote vereint mehrere Technologien um die Steuerdaten kabellos an die Wii Spielekonsole zu übermitteln. Einerseits werden mit Hilfe von Infrarottechnologie die Zeigeeigenschaften der Wiimote unterstützt, dadurch kann diese ähnlich wie ein Mauszeiger benutzt werden. Realisiert wurde dies mit der Hilfe einer in der Fernbedienung eingebauten Infrarotkamera, welche den relativen Abstand zu zwei Infrarot-LED⁹-Einheiten, eingebaut in der Nintendo Sensorbar, welche unter oder auf dem Fernsehgerät platziert wird, misst und somit die Position bestimmt. Andererseits ermöglicht die Wiimote mittels eines dreidimensionalen Accelerometers Bewegungsdaten der X-, Y- und Z-Achsen zu sammeln und somit Gestiken zur Spielsteuerung zu erkennen. Die dadurch entstandenen Daten werden dann mit Hilfe von Bluetooth-Technologie übermittelt.

⁹Light Emitting Diode, dt. lichtemittierende Diode

Da die Bluetooth-Technologie kein proprietäres Format darstellt und somit von jedem mit einer dementsprechenden Sende-/Empfangseinrichtung ausgestatteten Gerät genutzt werden kann, ermöglicht dies die Nutzung der Wiimote auf anderen Systemen, wie zum Beispiel einem handelsüblichen Computer. Hierzu muss der Computer lediglich einen Bluetooth-Empfänger besitzen und Software ausführen, welche in der Lage ist, die empfangenen Daten zu interpretieren (zum Beispiel DarWiinRemote¹⁰ für Macintosh Betriebssysteme oder GlovePie¹¹ für Windows Betriebssysteme).

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Benutzung der Wiimote stellt die Möglichkeit der Nutzung des eingebauten Rückkanals dar: Durch die integrierten Vibrations-, LED- und Audiowiedergabekomponenten kann die Wiimote dem Benutzer Feedback zu ausgeführten Aktionen geben.

Um die Wiimote als Eingabegerät für die interaktive audiovisuelle Medieninstallation the Virtual Conductor nutzen zu können wird das External tk.wii unter Max/MSP/Jitter eingesetzt, um die Steuerdaten auswerten zu können.

Processing

Wie in Abbildung 4.7 veranschaulicht werden mittels tk.wii die Daten der Wiimote für Max/MSP/Jitter zugänglich gemacht. In dem Subpatch wiiprocessing werden die aus den Gestiken gewonnen Accelerometer Daten weiterverarbeitet. Dieser wird nun wie in Abbildung A.3, S. 71 dargestellt, in folgenden Schritten erläutert.

1. Die Accelerometer Daten werden aus dem allgemeinen Datenstrom des tk.wii Objekts gefiltert. Dies geschieht mit Hilfe zweier Objekte, welche Motion-Daten der Wiimote extrahieren. Anschließend werden die den X-, Y- und Z-Koordinaten entsprechenden Accelerometerdaten einzeln bereitgestellt.
2. Da die Accelerometerdaten einen Offset von ca. 0,5 aufweisen ist es für eine Erfassung der Bewegungsamplitude notwendig, diesen von den Originaldaten abzuziehen. Um zu garantieren, dass Gestiken unabhängig von der Ausrichtung des Wii-Controller erkannt werden, bietet sich eine Transformation der

¹⁰<http://blog.hiroaki.jp/2006/12/000433.html>

¹¹<http://carl.kenner.googlepages.com/glovepie>

kartesischen Koordinaten in Polarkoordinaten an, welche auf folgenden Formeln basiert.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (4.1)$$

$$\varphi = \begin{cases} \arctan \frac{y}{x} & \text{für } x > 0 \\ \arctan \frac{y}{x} + \pi & \text{für } x < 0, y \geq 0 \\ \arctan \frac{y}{x} - \pi & \text{für } x < 0, y < 0 \\ +\pi/2 & \text{für } x = 0, y > 0 \\ -\pi/2 & \text{für } x = 0, y < 0 \end{cases} \quad (4.2)$$

3. Mit der Hilfe des Past-Objekts werden nur Werte über 0,2 an die nachfolgenden Bearbeitungsschritte weitergeleitet.
4. Nun wird die Zeitdifferenz zwischen zwei eintreffenden Impulsen mit Hilfe des Timer-Objekts gemessen und danach von Millisekunden auf Sekunden umgerechnet.
5. Im Anschluss daran erfolgt die Konvertierung dieser Zeitdifferenz zwischen zwei Schlägen in Beats per Minute (Bpm) durch Multiplikation der reziproken Zeitdifferenz mit der Zahl 60.

$$f_{bpm} = \frac{60}{\Delta t_s} \quad (4.3)$$

Mittels Division dieses Werts durch das Originaltempo in Bpm wird ein Faktor errechnet, welcher die Abspielgeschwindigkeit von Audio- und Videoausgabe steuert.

6. Die Abspielgeschwindigkeit wird schlussendlich mit Hilfe eines gleitenden Durchschnitts der letzten drei, sowie des aktuellen Wertes geglättet, und anschließend an den Outlet weitergegeben.
7. Da das Orchester nur dann spielen sollte wenn der Besucher dirigiert, wird die Wiedergabegeschwindigkeit mit Hilfe eines Clocker-Objekts nach fünf Sekunden Untätigkeit des Dirigenten gestoppt.

8. Die letzte Anwendung im wii-processing-Subpatch ist dafür verantwortlich, die Infrarotdaten für das Audiopanorama zu liefern. Diese werden vom tk.wii-Objekt weiter an den Subpatch geleitet. Genutzt werden die Daten der X-Achse, welche durch Zeigen nach links oder rechts das Stereopanorama der wiedergegebenen Audiodaten verändern.

4.4.3. Audiorendering und -ausgabe

In diesem Max/MSP/Jitter Subpatch wurde das Audiorendering und die -ausgabe verwirklicht. Zuerst musste die Audioaufnahme vom Videofile getrennt werden, um sie separat verarbeiten zu können. Um den ungewollten Pitchshifteffekt bei schnellerer oder langsamerer Audiowiedergabe zu vermeiden wurde ein Phase Vocoder eingesetzt.

Der Phase Vocoder basiert auf der STFT (Short-Term Fourier Transform), welche eine zeitabhängige Fourier-Transformation von kurzen Segmenten eines längeren Schallereignisses darstellt. Dadurch ist er, im Gegensatz zum rein bandpass-basierten Vocoder, in der Lage sowohl das Amplitudenspektrum als auch das Phasenspektrum eines Signals in seinen Algorithmus mit einzubeziehen. Die durch die Fourier-Analyse gewonnen Spektren werden benutzt, um sie einem Trägersignal aufzuprägen. Der Abstand zwischen den FFT-Windows beeinflusst indirekt den Timestretch-Effekt: Umso kleiner der Abstand gewählt wird, desto länger kann das Schallsignal gedehnt werden und umgekehrt. Wird hingegen der Abstand größer gewählt als die Fensterbreite, so werden die Fenster bei der Resynthese verdichtet, was einen akustischen Zeitraffereffekt auslöst (vgl. [1]).

In diesem Audiorendering-Subpatch, visualisiert in Abbildung A.5, S. 73, wird nun das Audiosignal folgendermaßen bearbeitet:

1. Mit Hilfe des MSP Subpatches `pfft~pvoc_trans_cart_sub` (siehe Tutorialpatch The Phase Vocoder¹²) wird mittels des integrierten Phase Vocoder der Timestrech-Effekt realisiert. Durch das `loadbang`-Objekt wird beim ersten Aufrufen des Audiorendering-Subpatches einerseits ein Impuls an die Messagebox „read Diplomarbeit.wav“ gesendet, um das entsprechende Audiofile in das MSP-Buffer-Objekt einzulesen. Dieses speichert das Audiosignal für die Weiterverarbeitung. Andererseits schickt das zuvor erwähnte `loadbang`-Objekt auch einen

¹²www.cycling74.com/story/2007/7/2/112051/0719

Impuls an eine Messagebox, welche die FFT-Fenstergröße des Phase Vocoders auf 1024 festlegt.

2. Durch das erste Inlet in diesem Subpatch wird die Wiedergabegeschwindigkeit aus dem wiiprocessing-Subpatch empfangen. Anschließend wird diese durch vier dividiert um eine FFT-Fensterüberlappung von einem Viertel zu erzeugen.
3. Mittels des zweiten Inlets wird eine Stoppmassage mit dem Wert Null an eine Nummernbox geschickt, welche dadurch die Wiedergabegeschwindigkeit auf Null setzt und somit die Audiowiedergabe stoppt.
4. Der dritte Inlet sendet einen Start Impuls um die Wiedergabe zu starten und wird anschließend mit der Samplingrate multipliziert.
5. Um den Audiolooping-Effekt realisieren zu können wird mit Hilfe des vierten Inlets der spezifische Loop-Inpoint¹³, welcher mittels Tastendruck gewonnen wird, an eine Nummernbox gesendet und mit der Samplingrate multipliziert und wiedergegeben. Der Looping-Effekt wird im Videorenderingpatch genauer beschrieben, da dieser die Daten durch das Inlet in den Audio-Subpatch überträgt.

4.4.4. Videorendering und -ausgabe

Für Videorendering als auch -wiedergabe werden zwei Jitterkomponenten benötigt: jit.qt.movie und jit.window, welche nur Quicktime-mov Videofiles laden können. Das jit.qt.movie-Objekt lädt das gesamte Video in den Arbeitsspeicher, das jit.window-Objekt ist hingegen für die Darstellung der im Arbeitsspeicher gespeicherten Videoframes verantwortlich.

Der Videorendering-Subpatch wird in Abbildung A.4, S. 72 dargestellt und im Folgenden erläutert:

1. Das loadbang-Objekt sendet beim ersten Aufrufen dieses Subpatches einen Impuls¹⁴ an ein Metro-Objekt welches alle 40ms einen Bang an das jit.qt.movie sendet. Ein weiter loadbang löst gleichzeitig das Einlesen des Videofiles aus und schickt dieses weiter an das jit.qt.movie-Objekt. Dieses spielt das Videofile kontinuierlich ab und schickt animiert durch das metro-Objekt alle 40ms

¹³Loop-Anfangspunkt

¹⁴wird in Max/MSP als Bang bezeichnet

das aktuelle Videoframe weiter an das `jit.window`, welches das Bild darstellt. Nach Einfügen eines `key`-Objekts, welches Tastaturbefehle interpretieren kann, verbunden mit einer `Fullscreen`-Messagebox kann das Video auch im Vollbildmodus angesehen werden.

2. Durch das erste Inlet empfängt das `jit.qt.movie`-Objekt die Wiedergabegeschwindigkeit des `wiiprocessing`-Subpatch und steuert somit die Videowiedergabegeschwindigkeit.
3. Mittels des dritten Inlets wird eine Startmessage an das `jit.qt.movie` gesendet welches das aktuelle Frame weiterschickt.
4. Mit Hilfe einer Stopmessage wird durch das vierte Inlet die aktuelle Videowiedergabe angehalten.
5. Um den Loop-Effekt zu gestalten ist es notwendig zuvor die Position des aktuellen Videoframes und die Gesamtanzahl der Videoframes zu kennen.

Die Position des aktuellen Frames wird alle 40 ms mittels wiederholten Abfragen ausgelesen und in einer Nummerbox zur Weiterverarbeitung gespeichert. Die Anzeige der Gesamtanzahl der Videoframes wird beim Einlesen des Videomaterials in einer weiteren Nummernbox gespeichert. Beim Betätigen des `Loop-In`-Buttons durch den Benutzer wird die aktuelle Position als `Loop-In-Point` sowie die Gesamtlänge des Videoclips als `Loop-Out-Point` gesetzt. Zweites geschieht, um eventuell zuvor gesetzte ungültige `Loop-Out-Points` zu eliminieren. Außerdem wird die aktuelle Frameposition in Sekunden konvertiert und durch den zweiten Outlet in den `Audiorenderingsubpatch` transferiert.

Wird der `Loop-Out`-Button durch den Besucher betätigt wird die aktuelle Position als `Loop-Out-Point` gesetzt. Diese Frameposition wird dann stetig mit der aktuellen Frameposition verglichen bis diese übereinstimmen. Wenn dies zutrifft wird ein `Bang` mittels des ersten Outlets in den `Audiorendering-Subpatch` geschickt, welcher anschließend das Audiofile wieder von der `Loop-In`-Position abspielt.

Wenn der `Loop-Clear`-Button ausgelöst wird und der Benutzer somit seinen eigens gesetzten Loopbereich löschen will, wird der `Loop-In`-Wert auf Null und

der Loop-Out-Wert auf die Gesamtframeanzahl gesetzt. Weiters wird der Wert Null auf den zweiten Outlet gebangt um den im Audiorendering-Subpatch gesetzten Audio Loop-In-Point auf den Wert Null zu setzen.

4.5. Evaluierung

Der Prozess des Erstellens eines Designkonzeptes und dessen technische Umsetzung für eine interaktive audiovisuelle Medieninstallation hat zusammenfassend, in dessen Ablauf, folgende Probleme und Lösungen hervorgerufen.

4.5.1. Interaktionsdesignprozess

Anfänglich wurde, nach der grundsätzlichen Ideenfindung mit Hannes Raffaseder, einen virtuellen Dirigenten als Medieninstallation für den Klangturm St. Pölten zu erstellen, beschlossen dies mit Hilfe eines adaptierten Interaktionsdesignprozesses zu realisieren.

Unter der Verwendung der in Kapitel 2 vorgestellten Interaktionsdesign-Elementen, -Kriterien, -Richtlinien und -Prozessen, wurde ein individueller Designprozess für diese Medieninstallation erstellt. Ein Großteil der Methoden konnte erfolgreich angewendet werden, einige jedoch waren in diesem Kontext nicht verwendbar.

Elemente und Kriterien des Interaktionsdesigns

Da sich einige dieser Elemente und Kriterien auf physikalische Größen und Sinne beziehen und auch in der Medienkunst wiederzufinden sind und nicht ausschließlich aus dem IT-Sektor stammen, ließen sich diese zur Gänze anwenden und waren ein wichtiger Bestandteil dieses speziellen Interaktionsdesignprozesses.

Richtlinien des Interaktionsdesigns

Im Laufe des Interaktionsdesignprozesses konnten nur drei dieser Richtlinien Anwendung finden, da die restlichen Richtlinien und Gesetze eher für menügestützte Anwendungen von Nutzen sind, wie zum Beispiel die magische Nummer Sieben oder Moore's Law. Weiters stammen diese Richtlinien hauptsächlich aus dem IT-Sektor und ließen sich größtenteils nicht sinnvoll im Kontext einer Medieninstallation anwenden, da diese eher für Neu- oder Weiterentwicklungen von Devices gedacht sind.

Interaktionsdesignprozess nach Bill Moggridge

Dieser Designprozess wurde von Bill Moggridge entwickelt und veranschaulicht einen möglichen Ablauf eines Interaktionsdesignprozesses, welcher je nach Produkt oder Anwendung variiert. Einige Teile dieses Prozesses finden sich auch in diesem speziell für diese Medieninstallation entstandenen Ablauf wieder. Hilfreich waren dabei die Constraints-Phase, welche für die Sammlung von projektrelevanten Einschränkungen und Hindernissen dient, oder die Visualization-Phase, welche eine graphische Darstellung des Prototypen lieferte. Weiters wurden die gesammelten Erkenntnisse in einem Konzept zusammengefasst und mit Hilfe der technischen Umsetzung ein Prototyp der Installation geschaffen. Weiters war es notwendig, Informationen über die potenziellen Benutzer (also die Besucher des Klangturms) einzuholen, weshalb ein qualitatives Interview mit Klangturmmitarbeitern (siehe Anhang B) durchgeführt wurde. Die Ergebnisse daraus flossen in den Designprozess ein.

4.5.2. Technische Umsetzung

Um das zuvor erstellte Interaktionsdesignkonzept technisch umsetzen zu können, wurden ähnliche Projekte und Medieninstallationen recherchiert und deren technische Umsetzung analysiert.

Die Hauptinteraktion dieser Installation basiert auf dem Prinzip der Gestikererkennung, welche mit Hilfe einer Nintendo Wiimote technisch umgesetzt wurde. Dieses Eingabegerät wurde primär für die Spielekonsole Nintendo Wii konzipiert, ist jedoch aufgrund der darin eingesetzten State-of-the-Art-Accelerometer- und Infrarot-Tracking-Technologien und der Verwendung des Bluetooth-Standards für viele Zwecke geeignet. Zu beachten ist beim Einsatz als Gestikerkennungs-Eingabegerät, dass die ausgelesenen Bewegungsdaten für den jeweiligen Zweck gegebenenfalls transformiert, allenfalls jedoch interpretiert werden müssen.

Um das Rendering und die Ausgabe von Audio- und Videodaten zu gewährleisten, wurde in diesem Fall die modulare Programmierumgebung Max/MSP/Jitter eingesetzt. Dank der integrierten Verarbeitungs- und Wiedergabemodule für multimediale Daten erwies sich diese Wahl als produktiv und ermöglichte eine effiziente Umsetzung der Anforderungen. Weiters war die umfassende Dokumentation der zu Verfügung stehenden Max/MSP/Jitter Objekte sehr hilfreich bei der technischen Umsetzung

der Problemstellungen. Dank der wachsenden Entwickler-Community welche sich mit der Programmierung von Max/MSP/Jitter Erweiterungen auseinandersetzt, werden immer neue Implementierungsmöglichkeiten geschaffen, wie zum Beispiel die Erweiterung für den Einsatz der Wiimote.

5. Zusammenfassung und Ausblick

5.1. Zusammenfassung

Dank der jahrelangen Kooperation der Fachhochschule St. Pölten hat die Möglichkeit bestanden, eine Medieninstallation für den Klangturm St. Pölten zu realisieren. Im Zuge der Ideenfindung wurde beschlossen für die Konzeption dieser auch das Design der Interaktion zu berücksichtigen.

Da der Trend zur benutzerfreundlichen Gestaltung im IT-Sektor schon vor einigen Jahren Einzug gehalten hat, existieren eine Reihe an möglichen Ansätzen, Interaktionen zu designen. Daher lag das Hauptinteresse dieser Diplomarbeit auf der Auseinandersetzung mit den allgemeinen Grundlagen des Interaktionsdesigns sowie die Umlegung der Elemente, Richtlinien und Kriterien dieser auf eine eigens realisierte interaktive audiovisuelle Medieninstallation.

Dank der Forschung und Entwicklung auf dem Feld der Eingabegeräte entstanden in den letzten Jahren neue Möglichkeiten der Gestaltung von Interaktion. Auf Grund dessen war es notwendig von traditionellen Eingabemöglichkeiten Abstand zu nehmen und andere Wege der Benutzerschnittstellen aufzuzeigen, und eine dieser praktisch umzusetzen.

Zunächst wurde mit Hilfe von intensiver Literaturrecherche das Gebiet des Interaktionsdesigns, sowie dessen Methoden und Richtlinien aufgearbeitet. Dabei erschien es von besonderer Bedeutung, verschiedene Herangehensweisen an dieses Thema zu betrachten. So wurden Gesetze, Elemente und Designprozesse ermittelt und evaluiert. In weiterer Folge wurden gängige Technologien, welche zur Realisierung von multimedialen Installationen Verwendung finden, gegenübergestellt sowie deren Vor- und Nachteile skizziert. Der Hauptteil der Arbeit wird durch die praktische Umsetzung einer audiovisuellen Installation im Klangturm St. Pölten, Saison 2009, repräsentiert, wobei die zuvor identifizierten Kriterien und gängigen Designprozesse für diese

Aufgabe adaptiert wurden. Des Weiteren wurden die Ergebnisse der Umlegung von Elementen, Richtlinien und Designprozessen auf Gestikererkennung und multimediale, interaktive Inhalte evaluiert und kommentiert.

Im zweiten Kapitel wurden unterschiedliche Interaktionsdesign-Konzepte gesammelt und anhand aktueller Literatur zu diesem Thema untersucht. Dabei stellten sich die folgenden Kategorien als wesentlich heraus: Elemente und Kriterien bezeichnen physikalische Größen wie z.B. Raum und Zeit, sowie drei Sinne (Tastsinn, Hörsinn und Sehsinn). Da im Medienkunst-Bereich ähnliche Elemente beschrieben werden [30] sind diese sehr universell einsetzbar. Gesetze beschreiben empirisch aufgestellte Richtlinien, welche meist aus dem IT-Bereich stammen und sich meist mit menügesteuerten Anwendungen bzw. Produktdesign beschäftigen. Außerdem wurde der Interaktionsdesign-Prozess von Bill Moggridge analysiert, welcher sich aus zehn Phasen, welche Teilprozesse der Ideenfindung, Visualisierung, Durchführung und Evaluierung beinhalten, zusammensetzt und iteriert werden kann.

Daraufhin enthielt das dritte Kapitel eine Gegenüberstellung von unterschiedlichen Technologien, welche für die Erstellung von interaktiven, multimedialen Installationen zum Einsatz kommen. Dabei wurden sowohl konventionelle Ein- und Ausgabeschnittstellen, wie z.B. Audio-, Video- und Netzwerkschnittstellen, als auch alternative, taktile Eingabesysteme wie z.B. Accelerometer oder Multitouch-Technologien beschrieben. Besonderes Augenmerk wurde weiters auf die Analyse und Evaluierung von graphischen, modularen Programmierumgebungen für audiovisuelle Installationen gelegt, wobei sich herausstellte, dass diese sich in punkto Spezialisierung, Kosten, Stabilität, Dokumentation sowie Plattformunabhängigkeit unterscheiden.

In weiterer Folge wurde die bereits genannte Installation mit Hilfe eines adaptierten Interaktionsdesign-Prozesses konzipiert und mit Max/MSP/Jitter realisiert. Dazu wurden im Vorfeld ähnliche Projekte und Medieninstallationen recherchiert und deren technische Umsetzung näher betrachtet. Als taktile Eingabeschnittstelle wurde dabei eine Nintendo Wiimote gewählt, welche Gestikererkennung mittels eines dreidimensionalen Accelerometers erlaubt und noch über weitere hilfreiche Funktionen verfügt, insbesondere Zeigefunktionen über Infrarot-Tracking sowie einen Audio- und Vibrations-Rückkanal. Die gewonnenen Gestikdaten müssen je nach gewünschter Anwendung noch transformiert und interpretiert werden, was durch die auf multi-

mediale Daten spezialisierte modulare Programmierumgebung von Max/MSP/Jitter erreicht wurde.

Anschließend wurde der eigens erstellte Interaktionsdesignprozess evaluiert und erläutert, welche Methoden sich eigneten und welche eher unpassend waren. Da einige der Elemente und Kriterien sich auf physikalische Größen und Sinne beziehen, welche sich wiederum mit Elementen der Medienkunst decken, sind diese sehr universell einsetzbar, konnten daher Anwendung finden und waren ein wichtiger Bestandteil des gesamten Prozesses.

Angewendet wurden weiters drei Richtlinien: direkte Manipulation, Feedback und Tesler's Law, da diese eher offen und allgemein gehalten sind. Die restlichen Gesetze, wie zum Beispiel Fitt's Law, Hick's Law und die magische Sieben sind eher auf menübasierte Anwendungen spezialisiert. Auch der Poka Yoke Grundsatz welcher zur Vermeidung von Fehlern dient war nicht hilfreich, da die Besucher die Installation spielerisch entdecken sollten und dabei keine Bedienungsfehler im eigentlichen Sinne machen können. Auch einige Teile des von Bill Moggridge vorgestellten Interaktionsdesignprozesses konnten für die Erstellung der Installation verwendet werden. Z.B. die Constraints- und Visualization-Phasen konnten sinnvoll in die Konzipierung der Anwendung eingebunden werden. Hilfreich waren weiters Informationen über die Benutzer der Installation, welche in einem Interview mit Klangturmmitarbeitern gewonnen wurde.

Abschließend wurden Erkenntnisse aus der technischen Umsetzung gesammelt. Die graphische Programmierumgebung Max/MSP/Jitter erwies sich als entwicklerfreundlich, sie verarbeitet multimediale Daten konstant und zuverlässlich. Jegliche Problemlösung konnte dank der zahlreichen zu Verfügung stehenden Objekten und Externals, welche zusätzlich über eine sehr gute Dokumentation verfügen, verwirklicht werden. Die Verwendung der Wiimote als taktile neuartige Eingabemöglichkeit ist dank der Bluetooth-Übertragung uneingeschränkt möglich. Die übertragenen Gestikdaten mussten jedoch aufwändig ausgewertet werden um unterschiedliche Gestiken erkennen zu können.

5.2. Ausblick

Zukünftige Forschungsarbeit könnte darin bestehen, das erstellte Interaktionsdesignkonzept nach der Ausstellung der Medieninstallation erneut zu evaluieren, um detaillierte Ergebnisse und neue Erkenntnisse über die Anwendbarkeit der eingearbeiteten Richtlinien und Kriterien zu erlangen. Dies kann sowohl durch qualitative Interviews mit Klangturm-Mitarbeitern und Besuchern geschehen, als auch durch gezielte Usability-Tests. Dabei könnten Benutzer sowie deren Handhabung des Eingabegeräts bei der Anwendung beobachtet werden, um Erkenntnisse über Stärken und Schwächen des Designprozesses zu gewinnen.

Außerdem sollte der Versuch unternommen werden, den Designprozess auf weitere neuartige Schnittstellen, wie z.B. Video-Tracking von Gesten oder andere alternative Eingabeprozesse auszuweiten.

Zuletzt sollte noch die Erweiterung des Prozesses auf Multi-User-Interaktion, d.h. die Interaktion von mehreren Benutzern mit dem System oder untereinander, angedacht werden. Dadurch könnte die Grundidee der Interaktion, die Kommunikation und der Informationsaustausch zwischen Menschen gefördert und unterstützt werden.

A. Max/MSP/Jitter Patches

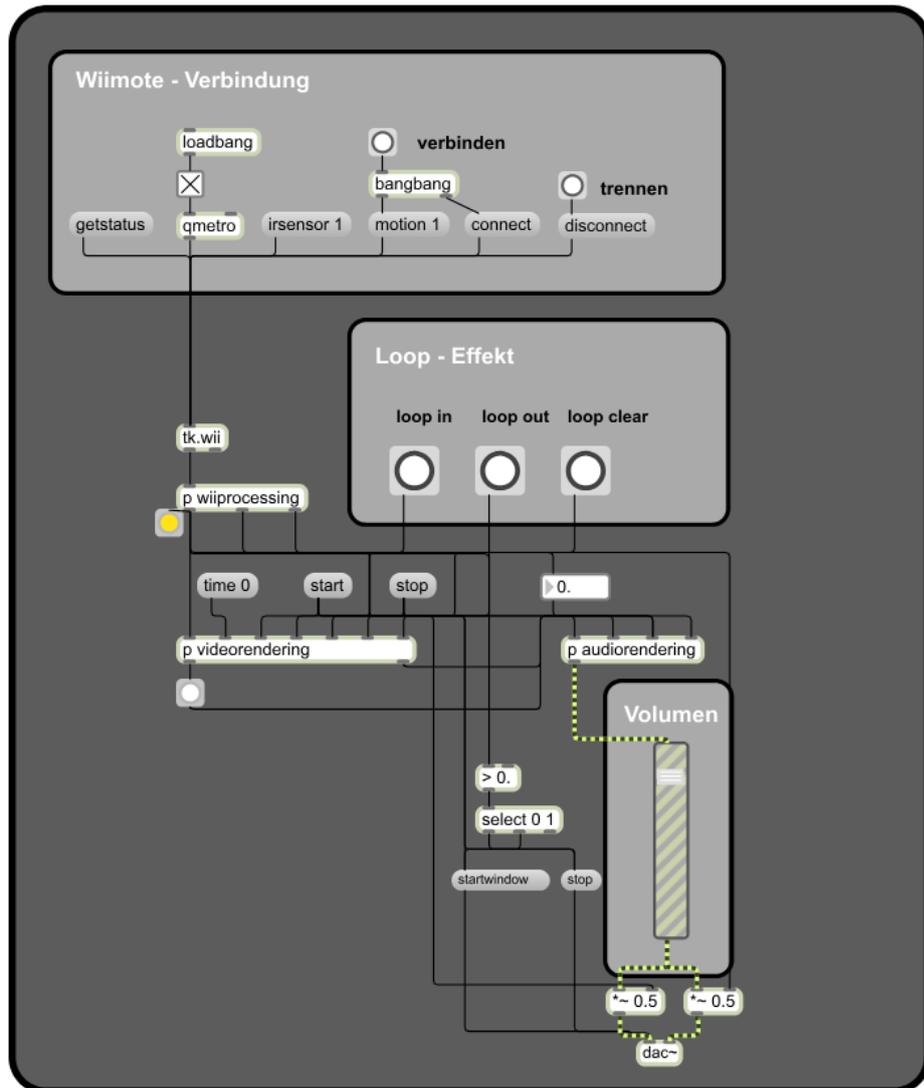


Abbildung A.1.: Hauptpatch der entwickelten audiovisuellen Medieninstallation
The Virtual Conductor

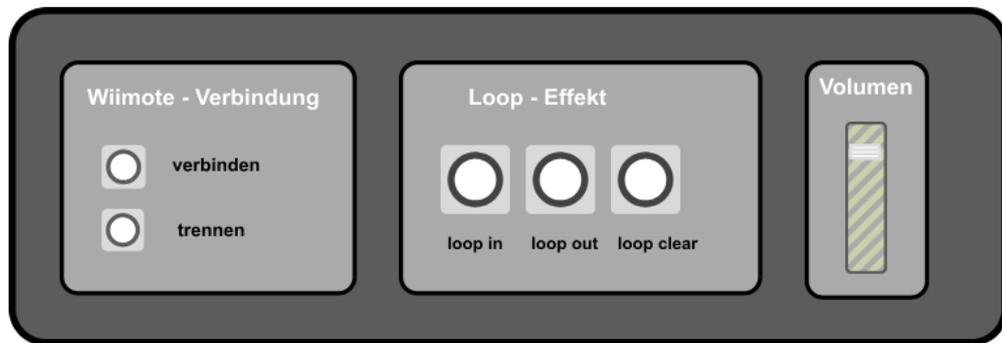


Abbildung A.2.: Interface für Klangturmmitarbeiter zum Starten der Medieninstallation *The Virtual Conductor*

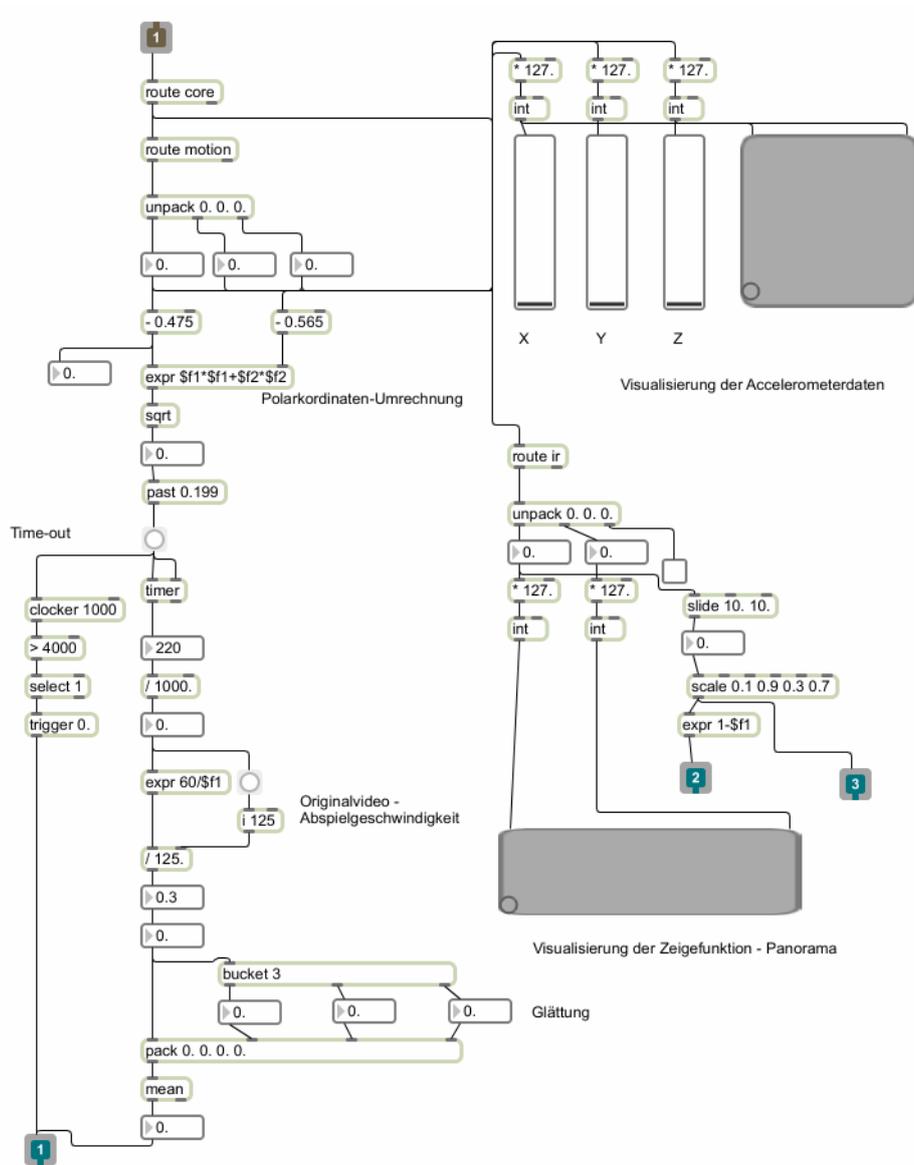


Abbildung A.3.: Subpatch *wiiprocessing* der Medieninstallation *The Virtual Conductor*

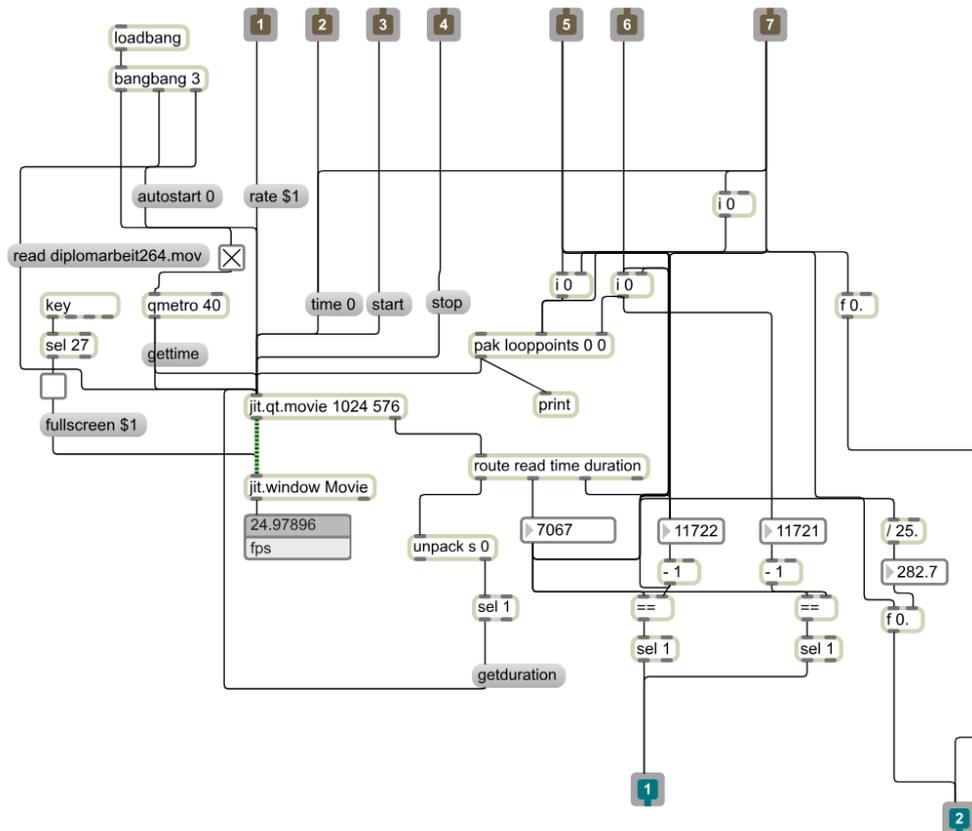


Abbildung A.4.: Subpatch *videorendering* der Medieninstallation
The Virtual Conductor

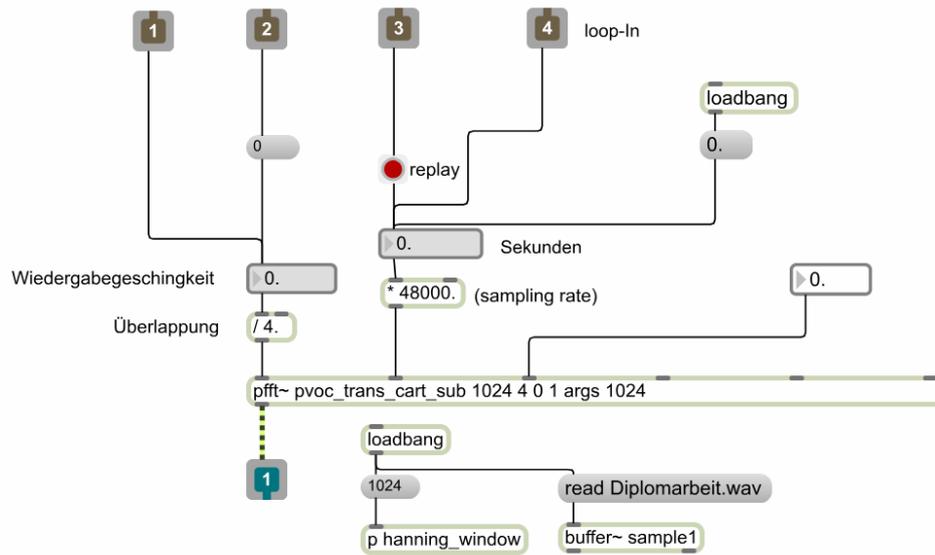


Abbildung A.5.: Subpatch *audiorendering* der Medieninstallation
The Virtual Conductor

B. Interview Klangturm St. Pölten

B.1. Fragengebiet Klangkugel 3

Wie ist die dritte Klangkugel beschaffen (Material, Stabilität, Lichtdurchlässigkeit)?

Die 3. Klangkugel ist begehbar und „schwebt“ architektonisch über der 3. Ebene, ist somit auch als eigener Klangkörper von der 3. Ebene wahrnehmbar.

Weiters weißt die Klangkugel folgende Merkmale auf:

- hat einen 5 m Durchmesser
- besteht aus einer offenen Stahlkonstruktion
- ist mit einem Metallgitter eingefasst
- an der oberen Hälfte der Kugel sowie auch im Boden existieren Audio-Video- und Netzwerkanschlüsse, ebenso außerhalb der Kugel

Gibt es Besonderheiten oder Einschränkungen bei der Gestaltung der dritten Klangkugel?

Im Allgemeinen wenige:

- akustische Rücksichtnahme auf die 3. Ebene
- die Installation muss an die Architektur der Kugel angepasst werden, akustisch und in ihrer baulichen Struktur
- Rücksichtnahme auf die sich ständig ändernden Lichtverhältnisse (während des Tages und während der ganzen Saison von April bis November)

B.2. Fragengebiet Besucher

Wie viele Besucher hatte der Klangturm in der Saison 08?

In der Klangturm Saison 08 musik:macht:medien, von 24. April bis 2. November 2008 kuratiert von Hannes Raffaseder, in enger Kooperation mit Musik Aktuell NÖ wurden insgesamt 34.813 Besucher gezählt.

In welchen Altersgruppen bewegen sich die Besucher?

Unter den Individualbesuchern waren:

- 12.977 Erwachsene,
- 5.961 Kinder+Jugendliche

Die Besucherzahl von Besuchergruppen, durch zum Beispiel Stadtführungen waren insgesamt 14.569 Erwachsene, Kinder und Jugendliche, hier existiert leider keine Aufschlüsselung.

Aus welchen Bundesländern stammen die Besucher?

Die Besucher kommen aus ganz Österreich und den umliegenden Nachbarländern.

Wie ist die durchschnittliche Gruppengröße?

Die durchschnittliche Gruppe besteht aus 20 Besuchern.

Wie lange dauert ungefähr eine Führung durch die Ausstellung?

Eine Führung dauert durchschnittlich 50 Minuten.

Wie viel Prozent der Besucher gehen ohne Führung durch die Ausstellung?

Rund 98 Prozent der Besucher gehen ohne eine Führung durch die Ausstellung.

C. CD Inhalt

Digitale Version der Diplomarbeit

- Neunteufel_Interaktionsdesign_für_audiovisuelle_Medieninstallationen.pdf

Prototyp

- dirigent_v2.maxpat
- pvoc_trans_cart_sub.maxpat
- Diplomarbeit264.mov
- Diplomarbeit.wav

Internetquellen

- Ordner 1 enthält eine Offlineversion der Quelle [1]
- Ordner 2 enthält eine Offlineversion der Quelle [2]
- Ordner 3 enthält eine Offlineversion der Quelle [3]
- Ordner 4 enthält eine Offlineversion der Quelle [4]
- Ordner 5 enthält eine Offlineversion der Quelle [5]
- Ordner 8 enthält eine Offlineversion der Quelle [8]
- Ordner 9 enthält eine Offlineversion der Quelle [9]
- Ordner 12 enthält eine Offlineversion der Quelle [12]
- Ordner 13 enthält eine Offlineversion der Quelle [13]
- Ordner 14 enthält eine Offlineversion der Quelle [14]
- Ordner 15 enthält eine Offlineversion der Quelle [15]

- Ordner 16 enthält eine Offlineversion der Quelle [16]
- Ordner 17 enthält eine Offlineversion der Quelle [17]
- Ordner 18 enthält eine Offlineversion der Quelle [18]
- Ordner 19 enthält eine Offlineversion der Quelle [19]
- Ordner 20 enthält eine Offlineversion der Quelle [20]
- Ordner 21 enthält eine Offlineversion der Quelle [21]
- Ordner 22 enthält eine Offlineversion der Quelle [22]
- Ordner 23 enthält eine Offlineversion der Quelle [23]
- Ordner 25 enthält eine Offlineversion der Quelle [25]
- Ordner 28 enthält eine Offlineversion der Quelle [28]
- Ordner 35 enthält eine Offlineversion der Quelle [35]
- Ordner 36 enthält eine Offlineversion der Quelle [36]
- Ordner 37 enthält eine Offlineversion der Quelle [37]
- Ordner 38 enthält eine Offlineversion der Quelle [38]
- Ordner 39 enthält eine Offlineversion der Quelle [39]

Abbildungsverzeichnis

2.1. Übersicht über die Disziplinen der Gruppe des User-Experience Design ([32], S. 17)	8
2.2. Interaktionsdesignprozess in Form eines Kreisdiagramm, jedoch veranschaulichen die grünen Linien den Gebrauch in der Praxis ([26], S. 730)	18
3.1. Abbildung der TouchOsc Applikation angezeigt auf einem iPhone (vgl. [16])	29
3.2. Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Max/MSP/-Jitter	33
3.3. Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Pure Data	35
3.4. Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung VVVV .	37
3.5. Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung EyesWeb	39
3.6. Ein exemplarischer Screenshot der Programmierumgebung Reaktor 5	40
4.1. Fotografische Abbildung der Medieninstallation Personal Orchestra [9]	43
4.2. Die Virtual Orchestra Videoausgabe [10]	44
4.3. Eingabegerät Gyration In Air Maus [10]	45
4.4. Technische Realisierung des Slide Guitar Synthesizers [29]	45
4.5. Fotografische und schematische Abbildung des Klangturms St. Pölten [5]	47
4.6. Eine graphische Darstellung der audiovisuellen Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i> in der dritten Klangkugel des Klangturms St. Pölten	53
4.7. Schematische Darstellung der technischen Umsetzung des <i>Virtual Conductor</i>	54
4.8. Interface für Klangturmmitarbeiter zum Starten der Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	56

A.1. Hauptpatch der entwickelten audiovisuellen Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	69
A.2. Interface für Klangturmmitarbeiter zum Starten der Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	70
A.3. Subpatch <i>wiiprocessing</i> der Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	71
A.4. Subpatch <i>videorendering</i> der Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	72
A.5. Subpatch <i>audiorendering</i> der Medieninstallation <i>The Virtual Conductor</i>	73

Literaturverzeichnis

- [1] C. 74. The phase vocoder. URL, <http://www.cycling74.com/story/2006/11/2/113327/823>, November 2006. zuletzt besucht am 01.02.2009.
- [2] C. 74. Max/msp history. URL, http://www.cycling74.com/twiki/bin/view/FAQs/MaxMSPHistory#Where_did_MaxMSP_come_from, April 2008. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [3] C. 74. Max/msp/jitter. URL, <http://www.cycling74.com/products/mmjoverview>, 2009. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [4] B. . Associates. Buchla & associates. URL, <http://www.buchla.com/historical.html>. zuletzt besucht am 27.01.2009.
- [5] N. M. Betriebsges.m.b.H. Klangturm st. poelten klangturm saison 09. URL, <http://www.klangturm.at/saison>. zuletzt besucht am 27.01.2009.
- [6] J. O. Borchers, W. Samminger, and M. Mühlhäuser. Conducting a realistic electronic orchestra. In *UIST '01: Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 161–162, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [7] K. Bruns, Kai und Meyer-Wegener. *Taschenbuch der Medieninformatik*. Fachbuchverlag Leipzig.
- [8] P. Community. Gem manual. URL, <http://gem.iem.at/documentation/manual/manual/gem-introduction>, 2007. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [9] H. der Musik. Klangmuseum 3. etage. URL, <http://www.hdm.at/das-klangmuseum/3-etage/35.htm>. zuletzt besucht am 27.01.2009.
- [10] R. Dillon, G. Wong, and R. Ang. Virtual orchestra: an immersive computer game for fun and education. In *CyberGames '06: Proceedings of the 2006*

- international conference on Game research and development*, pages 215–218, Murdoch University, Australia, Australia, 2006. Murdoch University.
- [11] T. Djajadiningrat, K. Overbeeke, and S. Wensveen. But how, donald, tell us how?: on the creation of meaning in interaction design through feedforward and inherent feedback. In *DIS '02: Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems*, pages 285–291, New York, NY, USA, 2002. ACM.
- [12] D. Engineering. A beginner's guide to accelerometers. URL, <http://www.dimensionengineering.com/accelerometers.htm>. zuletzt besucht am 29.01.2009.
- [13] N. I. GmbH. Geschichte. URL, <http://www.nativeinstruments.de/index.php?id=companyhistory&L=2>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [14] N. I. GmbH. Reaktor 5 basic. URL, <http://www.nativeinstruments.de/index.php?id=reaktor5basics&L=2>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [15] N. I. GmbH. Reaktor 5 core technology®. URL, <http://www.nativeinstruments.de/index.php?id=coretechnology&L=2>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [16] hexler.net. hexler.net - touchosc. URL, <http://hexler.net/touchosc>. zuletzt besucht am 01.02.2009.
- [17] G. Hofstede. Geert hofstede cultural dimensions. URL, <http://www.geert-hofstede.com/index.shtml>. zuletzt besucht am 30.12.2008.
- [18] O. S. C. Info. Introduction to osc. URL, <http://opensoundcontrol.org/introduction-osc>. zuletzt besucht am 31.01.2009.
- [19] O. S. C. Info. Osc application areas. URL, <http://opensoundcontrol.org/osc-application-areas>. zuletzt besucht am 31.01.2009.
- [20] U. o. G. InfoMus Lab, DIST. Infomus lab. URL, <http://www.infomus.dist.unige.it/>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [21] U. o. G. InfoMus Lab, DIST. Infomus lab, eyesweb. URL, <http://www.infomus.dist.unige.it/>. zuletzt besucht am 20.01.2009.

-
- [22] Intel. Moore's law. URL, <http://www.intel.com/technology/mooreslaw/index.htm>. zuletzt besucht am 31.12.2008.
- [23] ircam. A brief history of max. URL, http://freesoftware.ircam.fr/article.php?id_article=5. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [24] O. Iseki and B. Shneiderman. Applying direct manipulation concepts: direct manipulation dik operating system (dmdos). *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 11(2):22–26, 1986.
- [25] Meso. Meso -vvvv: a multipurpose toolkit. URL, <http://www.meso.net/vvvv>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [26] B. Moggridge. *Designing Interactions*. The MIT Press, Cambridge, MA 02142 USA.
- [27] D. Norman. Emotion & design: attractive things work better. *interactions*, 9(4):36–42, 2002.
- [28] I. of Electronic Music and Acoustics. pure data. URL, <http://puredata.info/>, 2008. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [29] J. Pakarinen, T. Puputti, and V. Välimäki. Virtual slide guitar. *Comput. Music J.*, 32(3):42–54, 2008.
- [30] I. S. u. P. M. S. Peter Gendolla, Norbert M. Schmitz. *Formen interaktiver Medienkunst*. Surkamp Verlag, 2001.
- [31] H. Raffaseder. *Audiodesign*. Fachbuchverlag Leipzig, 2002.
- [32] D. Saffer. *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*. New Riders, Berkeley, 2007.
- [33] U. Schmidt. *Professionelle Videotechnik*. Springer Verlag, 2003.
- [34] T. Stapelkamp. *Screen- und Interfacedesign*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- [35] A. B. H. M. University, VirginiaTech. Fitts' law. URL, <http://ei.cs.vt.edu/~cs5724/g1/>, 1996. zuletzt besucht am 31.12.2008.

- [36] K. S. UXmatters. What puts the design in interaction design. URL, <http://www.uxmatters.com/MT/archives/000209.php>, Juli 2007. zuletzt besucht am 10.01.2009.
- [37] H. Z. Verlag. Wii startet am 8. dezember in europa. URL, <http://www.heise.de/newsticker/Wii-startet-am-8-Dezember-in-Europa-/meldung/78180>. zuletzt besucht am 04.02.2009.
- [38] vvvv group. vvvv: a multipurpose toolkit: executive faq. URL, <http://www.vvvv.org/tiki-index.php?page=executive+FAQ>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [39] vvvv group. vvvv: a multipurpose toolkit: Propaganda. URL, <http://vvvv.org/tiki-index.php?page=propaganda>. zuletzt besucht am 20.01.2009.
- [40] J. G. E. WayneWesterman and A. Hedge. Multi-touch: A new tactile 2-d gesture interface for humancomputer interaction. In *PROCEEDINGS of the HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 45th ANNUAL MEETING- 2001*, 2001.