
Analyse und Klassifikation interaktiver Installationen

Bachelor-Thesis von Sascha Bleidner
April 2013



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Informatik
FG Telekooperation
Prof. Dr. Max Mühlhäuser

Analyse und Klassifikation interaktiver Installationen

Vorgelegte Bachelor-Thesis von Sascha Bleidner

1. Gutachten: Prof.Dr. Max Mühlhäuser

Betreuung: Dr. Jochen Huber

Tag der Einreichung:

Erklärung zur Bachelor-Thesis

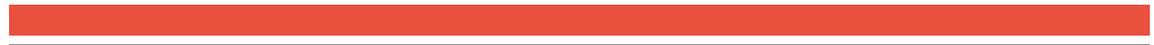
Hiermit versichere ich, die vorliegende Bachelor-Thesis ohne Hilfe Dritter nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Darmstadt, den 1. April 2013

(Sascha Bleidner)

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	9
1.1. Motivation	9
1.2. Entwicklung der Interaktion	9
1.2.1. Partizipation	9
1.2.2. Übergang zur Interaktion	10
1.2.3. Formen der Interaktion	11
1.2.4. Kommunikation	11
1.3. Interaktive Installationen	12
1.3.1. Räume	12
1.4. Ziele und Struktur der Arbeit	13
2. Klassifikation	15
2.1. Dimensionen	15
2.1.1. Black-Box Modell	15
2.1.2. Input	16
2.1.3. Output	17
2.2. Gestaltungsraum der Interaktion	18
2.2.1. Raumbelegung	19
2.2.2. Raumerweiterung	21
2.2.3. Bereichskombinationen	22
2.2.4. Sweet Spots	23
3. Installationen	25
3.1. ACCESS (2002 - 2011)	25
3.2. Århus by Light (2008)	26
3.3. Night Lights (2009)	28
3.4. Before I die (2011 - heute)	29
3.5. publicubes: in transit (2009)	31
3.6. Juraskope (2007)	32
3.7. 21 Swings (2012)	34
3.8. Zerseher (1992)	35
3.9. CellPhoneDisco (2006 - heute)	36
4. Interaktionsdesign	38
4.1. Herausforderungen	38
4.2. Anforderungen	39
4.2.1. Anforderungsliste	39
5. Gestaltungsschleife	42
5.1. Begriff	42



5.2. Arten	43
5.3. Anwendung	43
6. Prototyp	46
6.1. Motivation und Konzept	46
6.2. Umsetzung	46
6.2.1. Aufbau	47
6.2.2. Storyboard	47
6.2.3. Ablauf	48
6.2.4. Technische Details	49
6.2.5. Programmablauf	50
6.3. Umsetzung der Anforderungen	51
6.4. Ausblick und Kritik	52
7. Fazit	54
7.1. Zusammenfassung	54
7.2. Ausblick	55
A. Projektübersicht	57

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

2.1. Black-Box Modell	16
2.2. Gestaltungsraum der Interaktion	19
2.1. Raumbelegung	20
3.1. Access [66]	26
3.2. Århus by Light [54]	27
3.3. Night Lights [73]	28
3.4. Night Lights Interaktion [73]	29
3.5. Before I die [16]	30
3.6. publicubes: in transit [34]	32
3.7. Juraskope [7]	33
3.8. 21 Swings [2]	34
3.9. Zerseher [3]	36
3.10. CellPhoneDisco [38]	37
5.1. Gestaltungsschleife	42
6.1. Prototyp: Aufbau	47
6.2. Prototyp: Storyboard	48
6.3. Screenshot: Zwei aktive Benutzer	49
6.4. Screenshot: Zwei aktive Benutzer mit Möglichkeit den Text durch Wischen verblässen zu lassen	51
6.5. Screenshot: Ein aktiver Benutzer mit der Möglichkeit den Text durch Wischen verblässen zu lassen.	52
6.6. Screenshot: Ein aktiver Benutzer mit seinen beiden aufgenommenen Silhouetten	53
A.1. Projektübersicht	57

Zusammenfassung

Technologie durchdringt immer mehr Bereiche des alltäglichen Lebens des Menschen. Interaktive Installationen eröffnen durch den verstärkten Einsatz im öffentlichen Raum neue technologische Interaktionsmöglichkeiten. Die Fülle an verschiedenen Installationen bildet ein breites Spektrum an Interaktionsmöglichkeiten für den Benutzer.

Durch die immer größere Verbreitung interaktiver Installationen wächst der Bedarf an kreativen Konzepten zur Entwicklung und Gestaltung dieser Installationen. Diese Arbeit will diesem Bedarf mit der Schaffung einer theoretischen Grundlage durch Analyse der momentanen Installationen und Entwicklung von Anforderungen an das Interaktionsdesign nachkommen.

Der vermehrte Einsatz interaktiver Installationen lässt den öffentlichen Raum zu einem Raum der Interaktion werden, indem Elemente des Raumes durch Technologie ergänzt und damit interaktiv werden. In dieser Fülle an Installationen, die sich vorwiegend aus dem Kunstsektor heraus entwickeln, schafft diese Arbeit eine Klassifikation zur Unterscheidung und Einteilung dieser Installationen in einem Gestaltungsraum der Interaktion.

Aus dieser Klassifikation heraus wird der Raum auf mögliche Ballungs- und Freiräume hin untersucht, die wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung zukünftiger Installationen enthalten. Im Rahmen dieser Untersuchung werden exemplarisch einzelne Installationen aus jedem der definierten Bereiche der Klassifikation näher beschrieben. In dieser Detailbeschreibung werden besondere Merkmale herausgearbeitet, mit denen eine Anforderungsliste an das Interaktionsdesign erarbeitet wird.

In dieser Anforderungsliste werden zentrale Punkte zusammengefasst, denen bei der Entwicklung des Interaktionsdesign besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Aus der Anforderungsliste heraus wird die Gestaltungsschleife als neues Konzept eingeführt, bei der Benutzer der Installation den künstlerischen Inhalt mitgestalten. Der Benutzer wird damit selbst zum Künstler und die Gestaltung der Installation wird zu einem kollaborativen Prozess, an dem sich der ursprüngliche Künstler und Benutzer gemeinsam beteiligen.

Mit der Entwicklung und Implementierung eines Prototypen wird die praktische Umsetzbarkeit und Anwendung der Gestaltungsschleife aufgezeigt. Bei dieser Entwicklung werden speziell die eingeführten Anforderungen an das Interaktionsdesign mit beachtet.

Abstract

Technology permeates more and more aspects of our daily life. Interactive installations appear more often in the public space and provide new technological possibilities for interaction. The abundance of various installations opens up a wide range of interaction possibilities.

Interactive installations are becoming increasingly common, this leads to a growing demand for creative approaches to the development and design thereof. This thesis scaffolds this demand by creating a theoretical basis by analyzing salient installations and developing of requirements for the interaction design.

The increased use of interactive installations will extend the public space as an area of interaction, by amending elements of the space with technology to enable interactivity. This thesis contributes a classification for distinguishing and grouping interactive installations.

This classification examines possible conurbations and open spaces which contain important information for the development of future installations. The discussion focuses on one installation of each area of the design space, which is described in detail. This detailed description leads to a list of interaction design requirements.

This thesis introduces the composition loop as a new concept in which the user shape the artistic content of an installation. The user acts as an artist in a collaborative composing process, which involves both the original artist and the users together.

The practical feasibility of the design loop is demonstrated with the development and implementation of a prototype of an interactive installation. The introduced requirements of the interaction design are involved in this development.

1 Einführung

1.1 Motivation

Technologie begegnet dem Menschen in immer neuen Bereichen des alltäglichen Lebens. War der klassische Computer früher mehr ein Arbeitswerkzeug im Berufsleben hat er längst den privaten Bereich erschlossen. Das aktuelle starke Wachstum mobiler Geräten wie Smartphones und Tablet Computer zeigt die Geschwindigkeit mit der Technologie heutzutage Einzug in neue Bereiche unseres Lebens hält.

Der öffentlichen Raum ist ein Bereich, in dem Technologie zukünftig dem Menschen immer stärker begegnen wird. Immer mehr Elemente im öffentlichen Raum werden in Zukunft durch den Einsatz von Technologie interaktiv werden. Interaktive Installationen zeigen schon heute das Potenzial dieser Technologisierung des öffentlichen Raumes auf.

Eine interaktive Installation ist eine Kunstinstallation, mit der Menschen interagieren können. Kunst und Technologie werden kombiniert, um interaktive Elemente zu schaffen, die den Menschen vom reinen Betrachter zum Benutzer werden lassen. Der Begriff Interaktion ist dabei eng verknüpft mit dem Einsatz von Computertechnologie zur Schaffung neuer Mensch-Maschine-Schnittstellen.

Diese Arbeit vermittelt einen Überblick über aktuelle interaktive Installationen, um ihr Potenzial für den öffentlichen Raum aufzuzeigen. Interaktive Installationen werden dazu beitragen neue digitale Kommunikationsformen zu schaffen. Gleichzeitig sollen sie der bisherigen isolierenden Wirkung von Technologie [70] im öffentlichen Raum entgegenwirken und neue Formen der sozialen Interaktion schaffen.

1.2 Entwicklung der Interaktion

Der Begriff Interaktion spielt eine zentrale Rolle bei der Betrachtung interaktiver Installationen. Dieses Kapitel gibt einen Einblick in die Entwicklung des Interaktionsbegriffes innerhalb der Kunstgeschichte. Darin wird der Übergang von Partizipation zur Interaktion aufgezeigt und die neue Rolle des Betrachters als Benutzer eines Kunstwerkes beleuchtet. Aus diesen Übergängen wird der Begriff der interaktiven Installation erläutert und die Merkmale und Auswirkungen auf die Themen Raumwahrnehmung und Mensch-Maschine-Kommunikation hergeleitet.

1.2.1 Partizipation

Der Begriff der Partizipation im Hinblick auf die Kunst beschreibt den Grad der Einbeziehung des Betrachters in den künstlerischen Akt zur Schaffung eines Kunstwerkes. Marcel Duchamp macht deutlich, dass dem Betrachter in jeder ästhetischen Erfahrung selbst eine konstruktive Rolle zuteil wird. Er trägt damit selbst

zum kreativen Akt bei, indem er die Kunst für sich bewertet [22]. Der materielle Bestandteil der Kunst bleibt dabei unverändert, die Auswirkungen beschränken sich auf den inneren Wahrnehmungsprozess des Betrachters [20, 10]. Die Begriffe Künstler, Werk und Betrachter können klar voneinander unterschieden werden, da der Betrachter keine Veränderungen an der Kunst selbst vornehmen kann, sondern nur die Wahrnehmung des Werkes beeinflusst [10]. Partizipation ist kunstgeschichtlich kein neuer Begriff, da sich der Betrachter bereits in der Vergangenheit in der von Duchamp beschriebenen Rolle wiederfinden konnte.

1.2.2 Übergang zur Interaktion

Interessant ist nun der Übergang von der Partizipation des Betrachters hin zur Interaktion. Die Partizipation beschreibt bereits die Einbeziehung des Betrachters in den kreativen Akt. Bei dem Begriff der Interaktion geht man von einer im Vergleich dazu weit stärkeren Einbeziehung aus. Im Unterschied zur Partizipation zeichnet sich die Interaktion durch ein wechselwirkendes Handlungsverhältnis aus [61]. Die Wechselwirkung bezieht eine Möglichkeit der Veränderung des Kunstwerkes mit ein, so dass sich das Kunstwerk selbst durch den Betrachter verändern lässt oder es erst durch seine Teilnahme am künstlerischen Prozess entsteht.

Diese Einbeziehung des Betrachters spiegelt sich im durch Allan Kaprow 1959 durchgeführten Happening „18 Happenings in 6 Parts“ wieder. Allan Kaprow gilt damit als einer der Begründer des Happenings als zentrales Element der Aktionskunst. John Cage, eine weitere Schlüsselfigur in der Entwicklung der Aktionskunst, greift mit seinen Kompositionen ebenfalls immer wieder das Thema Happening auf. Ein Happening hat zwar einen gewissen Handlungsrahmen, der gewisse Aktionsräume vorgibt, die Teilnehmer haben aber dennoch gewisse Freiräume in ihrem Aktionsraum, um ihre ästhetische Erfahrung selbst zu gestalten [20]. Bereits vor der Happeningbewegung in den 60iger Jahren wurde das Publikum im Globe Theatre in London mit in die Aufführungen Shakespeares einbezogen. Die Zuschauer konnten durch Zurufe ihre Meinung jederzeit kundtun und damit die Künstler auf der Bühne beeinflussen. Dieses Verhalten war keinesfalls unerwünscht, sondern fester Bestandteil der Aufführungen. Die Idee, das Kunstwerk durch den Betrachter selbst zu verändern, zeigt sich in vielen verschiedenen Ausprägungen der Kunst. Kunstwerke können damit Eigendynamik entwickeln, in der die Benutzer in eine kreative und schöpferische Beziehung zu den Werken treten. Dabei verschwinden die Grenzen zwischen Künstler, Teilnehmer, Publikum und dem Werk selbst.

Das Kunstwerk wird zu einem kollaborativen Prozess, an dem sich der Künstler und der Besucher beteiligen [20]. Spricht man bei früheren Kunstwerken, die von Künstlern mit einer gewissen Intention geschaffen wurden und später vom Besucher betrachtet und bewertet werden können, von *geschlossenen Kunstwerken*, werden die Aspekte der Interaktion in *offenen Kunstwerken* vermittelt.

Der hier beschriebene Übergang von Partizipation hin zur Interaktion vollzieht sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als das *offene Kunstwerk* als Element der Avantgarde den Begriff der modernen Kunstbewegung prägte. Der Wunsch einer

stärkeren Einbeziehung der Betrachter in Verbindung mit den neuen technologischen Möglichkeiten schafften die Basis für eine interaktive Medienkunst.

1.2.3 Formen der Interaktion

Der Begriff Interaktion hat seinen Ursprung nicht im Kunstumfeld. Dort findet er erst mit dem Aufkommen neuer medialer Möglichkeiten in Bezug auf die Gestaltung einer Mensch-Maschine-Kommunikation Anwendung. Vielmehr beschreibt er ursprünglich die soziale Kommunikation zwischen Menschen. Diese Interaktion ist geprägt von gegenseitigem aufeinander bezogenem Handeln von Personen. Sie wird dabei als nachzubildendes Vorbild und angestrebtes Ideal für die abgeleitete Mensch-Maschine-Kommunikation angesehen. [20] Bei der menschlichen Kommunikation ist keiner der beiden Gesprächspartner festen Handlungsregeln unterworfen, so dass sich die Interaktion völlig frei gestalten kann. Bei der Interaktion mit einer Maschine geben die vorprogrammierten Befehle innerhalb der Maschine den Ablaufrahmen vor. Hierbei ist kein völlig zufälliger und frei wählbarer Ablauf möglich. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist daher der sozialen Interaktion noch unterlegen [56].

Im weiteren Verlauf wird zwischen den Begriffen implizite und explizite Interaktion unterschieden. Bei der expliziten Interaktion ist dem Benutzer einer Installation bewusst, welchen Effekt seine Aktion hat. Bei dieser Form der Interaktion ist die Verbindung zwischen Eingabe des Benutzers und Ausgabe der Installation für den Benutzer verständlich. Bei der impliziten Interaktion hingegen wird die Eingabe des Benutzers in eine Ausgabe der Installation transformiert, die für den Benutzer selbst nicht direkt verständlich ist. Diese Form der Interaktion zeigt sich bei der unbewussten Interaktion mit einer Installation. Tritt ein Lerneffekt ein, so dass der Benutzer die Verbindung zwischen Eingabe und Ausgabe verstehen lernt, kann eine implizite Interaktion sich in eine explizite Interaktion wandeln.

1.2.4 Kommunikation

Interaktion und Kommunikation sind eng miteinander verbundene Begriffe. Wie im vorigen Abschnitt erläutert, bezieht sich die Interaktion in ihrer sozialen Auslegung auf die Mensch-Mensch-Kommunikation. Die Tiefe dieser Kommunikation wird als Maß für digitale Kommunikation angesetzt, in der Menschen erst mit Maschinen kommunizieren, um dadurch mit einem Menschen zu kommunizieren. Dieses Konstrukt mag auf den ersten Blick befremdlich klingen, spiegelt es aber dennoch den aktuellen Ablauf digitaler Kommunikation in der Gesellschaft wieder.

Die digitale Kommunikation ist zum festen Bestandteil des Lebens der Menschen geworden. Heute stehen E-Mail und Instant Messaging Anwendungen im Zentrum der digitalen Kommunikation und bilden durch ihre Mensch-Maschine-Schnittstelle die zwischenmenschliche Kommunikation teilweise ab. Bei allen Vorteilen und Möglichkeiten, die uns diese Kommunikationsform bringt, führt sie innerhalb des öffentlichen Raumes erkennbar zur Isolierung des Individuums [70].

Der Mensch ist mit sich und seinem Kommunikationsmittel, vorwiegend dem Mobiltelefon beschäftigt und schottet sich damit, wenn auch meist unbewusst, von seiner Umgebung ab, indem er nur auf den Bildschirm schaut und mit den Inhalten dort beschäftigt ist. Die digitale Kommunikation in ihrer heutigen Form kann zu einer Isolation und Hemmung der Mensch-Mensch-Kommunikation im öffentlichen Raum führen, wodurch spontane soziale Interaktion erschwert wird [13, 70].

1.3 Interaktive Installationen

Die Mensch-Maschine-Kommunikation ist zu einem zentralen Element von interaktiven Installationen in Museen und im öffentlichen Raum geworden. Die immer günstiger und damit verbreitete Technologie in Form von Mikrocontrollern und eingebetteten Systemen schafft eine Basis für die interaktive Medienkunst. Interaktive Installationen sind eine Ausdrucksform für diese Kunstbewegung, bei der optische, akustische und textuelle Medien verbunden werden und eine Schnittstelle für den Menschen geschaffen wird, die innerhalb der Installation eine Transformationsebene bereitstellt, um bewusste oder unbewusste Eingaben durch den Menschen in eine mediale Ausgabe zu transformieren. Der Begriff Interaktion ist sehr stark mit Computertechnologie verknüpft, die in der Anwendung aktiv auf den Benutzer reagiert und dessen Eingaben interpretiert und transformiert [46].

Kommunikation ist ein Leitthema für diese interaktiven Installationen, da sie in ihrer Funktionsweise eine Mensch-Maschine-Kommunikation ermöglichen und damit auch je nach Art der Installation einen Übergang zur Mensch-Mensch-Kommunikation schaffen [56]. Interaktive Installationen haben das Potenzial, die Mensch-Mensch-Kommunikation wieder stärker zu fördern, indem sie ein gemeinsames Erlebnis schaffen, das die Benutzer miteinander verbindet und über das sie ins Gespräch kommen. Aber auch indirekte Kommunikation kann ein Ziel von interaktiven Installationen sein, bei der Menschen zeitunabhängig miteinander kommunizieren können, ohne sich direkt gegenüber zu stehen. Bei der späteren Untersuchung einiger Installationen wird dieser Punkt noch näher beleuchtet.

1.3.1 Räume

Museen und Ausstellungen dienen ursprünglich als Raum für Installationen. Sie bieten einem bestimmten Besucherkreis einen Raum für neue technologische Interaktionsmöglichkeiten und mediale Erlebnisse [37]. Hohe Kosten für die notwendige Technologie verhinderten bisher eine breite Ausbreitung interaktiver Installationen im öffentlichen Raum. Tracking-Systeme und Sensortechnologie, die zuvor aufgrund ihrer hohen Kosten nur im Museumsumfeld Verwendung fanden, sind mittlerweile auch durch günstigere Technologien in Form des Kinect-Sensors oder Mikrocontrollern für die Umsetzung preiswertere Installationen verfügbar. Immer mehr interaktive Installationen werden heute für den öffentlichen Raum entwickelt, der neben den aus dem Museumsumfeld bekannten Anforderungen auch völlig neue Anforderungen an das Interaktionsdesign stellt. Technologie ist

in immer mehr Bereichen unseres Lebens vertreten, sie findet auch außerhalb der traditionellen Räume von Industrie, Arbeit und Wissenschaft Anwendung [13].

Räume sind nicht bloß abhängig von ihrer geographischen Lage, sondern definieren ihre Bedeutung für den Menschen durch die kulturellen Interaktionen und den Kontext, der sie zu bedeutsamen Räumen werden lässt [31, 30]. Entscheidend für die Wirkung und die Definition des Raumes ist es, wie der Mensch den Raum um sich empfindet. Interaktive Installationen erweitern den physischen Raum, indem sie die Empfindungen und die Erwartungen der Menschen beeinflussen [24, 17]. Urbane Installationen haben das Potenzial, neuen Raum für soziale Interaktion, den sogenannten „Social Space“, zu schaffen [26]. In diesem Raum kann der isolierenden Wirkung, die Technologie ebenfalls haben kann, entgegen gewirkt werden, indem soziale Interaktion zwischen Menschen geschaffen wird.

1.4 Ziele und Struktur der Arbeit

Zusammenfassend kann Interaktion als Erweiterung der Partizipation betrachtet werden. Interaktion erweitert und vertieft die Einbeziehung des Betrachters in ein Kunstwerk, indem sie den Betrachter in den künstlerischen Prozess zur Entwicklung eines Kunstwerkes mit einbezieht. Der Betrachter wandelt sich im Übergang von Partizipation zur Interaktion vom reinen Betrachter zum Benutzer. Der Begriff Interaktion ist eng verbunden mit dem Einsatz neuer Computertechnologie in der Kunst, die zur Gestaltung der Interaktion genutzt wird. Kommunikation ist dabei ein zentrales Ziel beim Einsatz der Technologie, um die Mensch-Maschine-Kommunikation als Übergang zur Mensch-Mensch-Kommunikation zu nutzen.

Diese Arbeit beschäftigt sich zu Beginn in Kapitel 2 mit der Entwicklung einer Klassifikation für interaktive Installationen, die sich aus der Analyse von insgesamt 42 verschiedenen Installationen ergibt. Die zur Klassifikation notwendigen Kriterien werden erarbeitet und mit ihnen ein Gestaltungsraum der Interaktion aufgespannt. In diesen Interaktionsraum werden die untersuchten Installationen eingeordnet. Anhand der Verteilung im Raum werden Ballungs- und Freiräume aufgezeigt und analysiert. Die Analyse ermittelt die durch die Ballungsräume definierten vorherrschenden Technologien auf dem Gebiet der interaktiven Installationen und eröffnet die Potenziale der Freiräume für zukünftige Interaktionskonzepte.

In Kapitel 3 werden neun exemplarische Installationen näher beschrieben. Im Verlauf der Beschreibung wird die genaue Einordnung in den Interaktionsraum bestehend aus den eingeführten Dimensionen erläutert. Aus den einzelnen Installationen werden Herausforderungen und Anforderungen abgeleitet und konkretisiert, die in Kapitel 4 zu einer konkreten Anforderungsliste vertieft werden.

Kapitel 5 widmet sich der Begriffsbildung der Gestaltungsschleife, deren Arten und Anwendung innerhalb der untersuchten Installationen aufgezeigt wird. Die Einführung des Konzeptes der Gestaltungsschleife hat sich aus der Untersuchung der interaktiven Installationen ergeben und stellt ein zentrales Thema dieser Arbeit dar. Um die theoretisch erarbeiteten Grundlagen in einer praktischen Umsetzung anzuwenden wurde ein Prototyp einer interaktiven Installation entwickelt.

Kapitel 6 beschreibt das Konzept, die Entwicklung und anschließende Implementierung dieses Prototypen.

Eine abschließende Zusammenfassung der erarbeiteten Erkenntnisse und der Ausblick auf zukünftige Entwicklungen in den behandelten Themenbereichen findet sich in Kapitel 7.

2 Klassifikation

Das Feld der interaktiven Installationen ist in der vergangenen Zeit immer größer geworden. Die verschiedensten Ideen und Technologien werden eingesetzt, um neue mediale Erlebnisse zu schaffen. Das angestrebte Ziel ist, einen Überblick über die verschiedensten Installationen sowohl aus dem öffentlichen Umfeld als auch aus dem Museumsumfeld zu gewinnen und damit eine Klassifikation interaktiver Installationen zu entwickeln. Im Rahmen dieser Arbeit wurden 42 interaktive Installationen untersucht. Der späteren Einordnung in einen zweidimensionalen Raum wurde eine Analyse der Merkmale der einzelnen Installationen vorgestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung finden sich in der Projektübersicht auf Seite 57. Die aus der Untersuchung erstellten Merkmale sind in den Spalten der Tabelle abgebildet.

Bereits frühere Arbeiten beschäftigen sich mit der Klassifikation von interaktiven Installationen. Nazari hat sich in seiner Arbeit [67] mit der Entwicklung einer Klassifikation von Interaktionsparadigmen für Ambient Intelligence beschäftigt, in der er einen sechsdimensionalen Gestaltungsraum für den Entwurf von Interaktionsmodellen vorschlägt. Borchers überführt das Konzept des Entwurfsmusters auf die Interaktionsentwicklung [11]. Er entwickelt dafür eine Baumstruktur, die von der Wurzel (Interactive Exhibit) aus die verschiedenen Bereiche aufteilt, auf die bei der Interaktionsentwicklung zu achten ist.

Im Unterschied zu Borchers und Nazari wird in dieser Arbeit der Ansatz eines zweidimensionalen Gestaltungsraum für die Interaktion vorgestellt.

2.1 Dimensionen

Für die Dimensionen des Raumes wurden diejenigen Merkmale ausgewählt, in denen sich für die Installationen untereinander die meisten Unterschiede ergeben. Als weiteres Kriterium zur Bewertung der Merkmale wurde die Relevanz für die Klassifikation ermittelt. Ziel der Klassifikation ist es, die Installationen in einem Raum zu situieren und dabei sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede erkennbar zu machen. Zu diesem Zweck haben sich die Merkmale Input und Output als ideal erwiesen, da sie eine große Relevanz für die Installation haben und sich zwischen den einzelnen Installationen große Unterschiede ergeben.

2.1.1 Black-Box Modell

Die Relevanz der beiden Merkmale Input und Output für die Klassifikation interaktiver Installationen kann anhand eines Black-Box Modells hergeleitet werden. Die interaktive Installation wird dabei als Black-Box modelliert, bei der – wie üblich – die innere Umsetzung nicht näher definiert wird. Als Eingang der Black-Box dient der Input der Installation. Input bezeichnet die bewusste oder unbewuss-



Abbildung 2.1.: Black-Box Modell

te Eingabe durch den Benutzer der Installation. Das Merkmal Output bezeichnet das Ausgabemedium der Installation und bildet den Ausgang der Black-Box. Innerhalb der Black-Box findet eine Transformation der Eingabe auf die Ausgabe statt. Dabei können mehrere Inputbereiche gleichzeitig auftreten und zu beliebig vielen Outputbereichen transformiert werden. Umgekehrt ist es ebenfalls möglich, nur einen Inputbereich auf beliebig viele Outputbereiche zu transformieren. Die Transformation ist damit nicht eineindeutig. Eine genauere Betrachtung, welche Transformationen in den untersuchten Installationen umgesetzt werden und welche Transformationen allgemein sinnvoll sind, erfolgt in den folgenden Kapiteln.

2.1.2 Input

Als Input werden alle Bereiche bezeichnet, die Interaktionsmöglichkeiten für den Benutzer bereitstellen. Die dadurch definierte Interaktionsart ist abhängig von der verwendeten Technologie, die Eingabemodalitäten der Benutzer in digitale Daten umwandelt, um sie später für eine Ausgabe weiter zu verarbeiten. Die Input-Bereiche stellen die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und der Installation dar. Folgende Bereiche werden für die Untersuchung definiert:

Body-based. Der Bereich Body-based umfasst alle Installationen, die Bewegungen des gesamten Körpers des Benutzers oder Teilen davon erfassen und diese als Eingabe des Benutzers interpretieren. In diesem Bereich liegen 30,95 % aller Installation. Verantwortlich für diese große Anzahl ist zum einen die günstigere Tracking-Technologie in Form des Kinects und anderen Sensoren und zum anderen die Einfachheit für den Benutzer, seine natürlichen Bewegungen als Eingabe zu nutzen.

Touch. Die Eingabe per Touch-Erkennung ist in Zeiten von Smartphones und Tablets mit eben dieser Eingabemethode keine neue Technologie mehr und für den Benutzer deshalb meist schon alltäglich. Für interaktive Installationen ist dieser Umstand ein Vorteil, da die Benutzerschnittstelle ist für den Benutzer bereits bekannt. Der jeweilige Einsatz lässt dabei aber weiterhin künstlerische Freiheiten zur Ausgestaltung dieser Integration zu. Touch-Erkennung bietet, wie die Bereiche Body-based und Tangible, ebenfalls eine sehr natürliche Eingabemethode für den Benutzer. Mit 23,81 % unterstützt ein Großteil der Installationen die Eingabe per Touch [39].

Tangible. Der Begriff Tangible bezeichnet die Interaktion mit greifbaren physischen Objekten. Dieser Bereich ist sehr vielseitig und reicht von der Interaktion mit Schaukeln bis hin zu Wasserbehältern. Die Benutzung physischer Objekte ist für die Benutzer aus dem alltäglichen Leben bereits bekannt, diese Erfahrung wird durch die Integration der Technologie um neue Möglichkeiten und Erlebnisse erweitert. Tangible ist der größte Inputbereich mit 38,09 % aller Installationen.

Video. Der Bereich Video deckt alle Installationen ab, die Videomaterial als Eingabe verwenden, um dieses Material später in gleicher oder geänderter Form innerhalb der Installation bereitzustellen. In diesem Bereich finden sich lediglich zwei Installationen. Videomaterial zu verarbeiten und in ein Interaktionskonzept zu integrieren zeigt sich bisher noch als größere Herausforderung im Bereich der Eingabemethoden. Die Verfügbarkeit von immer mehr Videomaterial in Onlinecommunities und durch günstigere Aufnahmegeräte kann dazu beitragen, diese Eingabemethode weiter zu verbreiten [51].

Augmented Reality. Der Begriff Augmented Reality bezeichnet die Erweiterung der Realitätswahrnehmung durch digitale Inhalte. Diese Erweiterung kann alle menschlichen Sinne betreffen. In der praktischen Umsetzung handelt es sich heutzutage größtenteils um eine visuelle Erweiterung, bei der ein Kamerabild durch überlagerte Einblendung von Informationen erweitert wird. In dieser Form wird auch die Interaktion der beiden Installationen in diesem Bereich umgesetzt. Der Bereich Augmented Reality wird stark von Smartphones gefördert, die durch ihre Integration von Kamera und zugehöriger Software und der Mobilität viele Möglichkeiten für den Einsatz von Augmented Reality bieten. Die interaktiven Installationen mit dieser Funktion zeigen, welche neue Möglichkeiten sich auch im Museumsumfeld ergeben.

Gaze. Den Bereich Gaze decken Installationen ab, die den Blick des Benutzers analysieren und dessen Merkmale wie Richtung und Dauer aufzeichnen und weiterverarbeiten. Dieser Bereich wird lediglich von einer Installation genutzt, da es sich aber um eine für diese Arbeit sehr bedeutsame Installation handelt, wurde dieser Bereich ebenfalls mit in den Inputbereich aufgenommen.

Sensing. Der Bereich Sensing ist ein Bereich der impliziten Interaktion. Sensoren kommen zwar für jede technische Umsetzung von Interaktionsmöglichkeiten zum Einsatz, allerdings fasst der Bereich Sensing nur Installationen zusammen, deren Interaktion durch Messung von Umwelteigenschaften zu Stande kommt, die nur indirekt durch den Menschen beeinflusst werden können. Beispiele für diese Umwelteigenschaften sind der Verkehrsfluss oder die elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen.

2.1.3 Output

Der Output unterscheidet das Ausgabemedium der Installation. Ein Medium wird als Ausgabe betrachtet, falls die Ausgabe auf das Eingabemoment des Benutzers begründet ist. Die Ausgabe muss damit veränderlich sein, da sie sich den Aktionen des Benutzers anpasst. Licht oder andere vorhandene Medien, die nicht auf die Aktionen des Benutzers reagieren, sind statisch und haben keinen Einfluss auf die

Bewertung des Outputbereiches.

Physical Material. Im Bereich Physical Material erfolgt die Ausgabe über ein physisches Objekt. Die Bandbreite an Möglichkeiten ist sehr groß, da prinzipiell jedes Objekt eingesetzt werden kann. Die untersuchten Installationen setzen diesen Bereich mit Bewegung physischer Objekte um, die abhängig ist von den Eingabeparametern. Der Vorteil eines physischen Objektes ist die Wahrnehmung gegenüber dem Benutzer, der dieses als Etwas physisches und Reales wahrnimmt. Der sonst sehr virtuelle Charakter der eingesetzten Technologie rückt in den Hintergrund, stattdessen sieht sich der Benutzer dem realen Objekt gegenüber, dessen Eigenschaften und Zustände durch die Installation verändert werden können. Mit Physical Material ist es außerdem möglich, den Tastsinn der Benutzer neben einem ansonsten visuellen Erlebnis anzusprechen.

Visual. Der Bereich fasst alle Installationen zusammen, die eine Ausgabe visuell über einen Bildschirm oder eine Projektion realisieren. Projektionen und Bildschirme verhalten sich in der Praxis ähnlich, werden deshalb beide unter einem Bereich zusammengefasst. Dieser Bereich ist mit 71,42 % der mit Abstand am meisten repräsentierte Output-Bereich. Die visuelle Ausgabe bietet im Vergleich zu den anderen drei Bereiche größte Flexibilität und ermöglicht auch komplexere Ausgaben leicht darzustellen. Die Bandbreite an verschiedensten Installationen untermauert diese Flexibilität. Die Ausgabe muss dabei nicht einfach über einen klassischen Bildschirm erfolgen, durch Aufprojektionen auf dreidimensionale Strukturen lassen sich für den Benutzer unbekannte und damit sehr interessante Konzepte verwirklichen.

Light. Für Licht als einfachste Form der visuellen Ausgabe wurde der zusätzliche Bereich Light definiert, da es sich bei der Wirkung und der möglichen Informationsübertragung von anderen visuellen Medien aus dem Bereich Visual stark unterscheidet. Mit Licht lassen sich einfache Zusammenhänge sehr einfach visualisieren und führen zu einem sehr klaren Ausgabebild einer Installation. Kombiniert mit einer kreativen Transformation ergeben sich auch mit einfachen Lichtmitteln Überraschungen und interessante Installationen für den Benutzer.

Audio. Im Bereich Audio wird die Ausgabe als akustischer Ton erzeugt. Dieser Bereich stellt, genau wie der Bereich Physical Material, eine Erweiterung der Informationsübertragung dar. Statt die visuellen Sinne des Benutzers anzusprechen, wird durch die Ausgabe das Gehör als weiteres Sinnesorgan angesprochen. Akustische Reize ermöglichen es den Benutzer raumfüllend mit einzubeziehen, in dem ihn der Ton umgibt oder aber auch das Erlebnis neben visuellen Reizen durch akustische Reize zu intensivieren. Audio wird deshalb oft als Ergänzung zu den anderen Bereichen eingesetzt, um mehr Sinne des Benutzers simultan anzusprechen, ohne dabei eine Reizüberflutung hervorzurufen, die durch eine zu große Anzahl an Reizen entstände.

2.2 Gestaltungsraum der Interaktion

Der Gestaltungsraum der Interaktion wird von den beiden Dimensionen Input und Output aufgespannt. Jede Dimension ist in die zuvor eingeführten Bereiche einge-

teilt. Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Installationen wurden abhängig von ihrem Input und Output entsprechend im Raum platziert. Die einzelnen Installationen sind als runde nummerierte Kreise dargestellt. Ist eine Installation mehreren Input oder Output-Bereichen zugeordnet, ist sie als Viereck dargestellt und liegt auf der Grenze zwischen den jeweiligen Bereichen. Die im Kapitel Installationen näher untersuchten Installationen sind gelb markiert. Sie wurden so ausgewählt, das mindestens eine Installation aus jedem Input- und Output-Bereich Erwähnung findet.

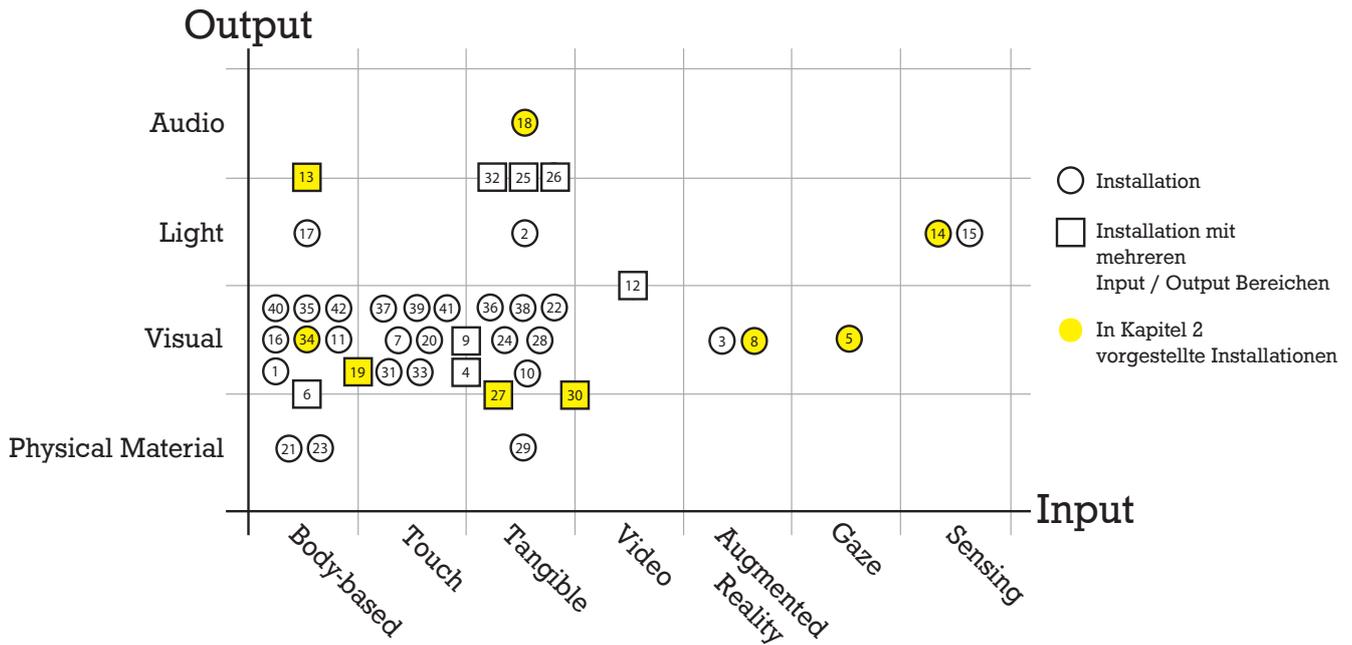


Abbildung 2.2.: Gestaltungsraum der Interaktion

2.2.1 Raumbelegung

Abbildung 2.2 stellt die graphische Repräsentation des Gestaltungsraumes dar. Die Installationen sind nicht gleichmäßig im Raum verteilt. Die Bereiche Body-based, Touch, Tangible und Visual sind im Vergleich zu allen anderen Bereichen überdurchschnittlich stark besetzt. Tabelle 2.1 zeigt die Raumbelegung anteilig zu den jeweiligen Bereichen auf.

Die Bereiche Body-based, Touch und Tangible teilen 92,85 % der gesamten Installationen unter sich auf. Der Bereich Touch kommt auffallend nur in Kombination mit dem Output Visual vor. Jede Installation mit Toucheingabe macht demnach nur von einer visuellen Ausgabe Gebrauch. Dabei beschränkt sich diese Ausgabe häufig auf einen berührungsempfindlichen Bildschirm. In den anderen beiden Hauptbereichen Body-based und Tangible wird das gesamte Outputspektrum umgesetzt. Auch hier liegt der größte Anteil der Installationen im Bereich Visual.

Die Bereiche Video, Augmented Reality und Sensing werden jeweils von zwei Installationen umgesetzt, der Bereich Gaze lediglich von einer Installation. Diese

<i>Input-Bereich</i>	<i>Anteil</i>	<i>Output-Bereich</i>	<i>Anteil</i>
Body-based	30,95%	Audio	11,90%
Touch	23,81%	Light	21,42%
Tangible	38,09%	Visual	71,42%
Video	4,76%	Physical Material	14,28%
Augmented Reality	4,76%		
Gaze	2,38%		
Sensing	4,76%		

Tabelle 2.1.: Raumbellegung

Bereiche stellen höhere Anforderungen an das Interaktionsdesign, da die Nutzer mit ihnen im Gegensatz zu den drei großen Bereichen Body-based, Touch und Tangible weniger vertraut sind.

Die Interaktion im Bereich Touch ist durch die weite Verbreitung von berührungsempfindlichen Bildschirmen in Mobiltelefonen und Tablets für die meisten Benutzer bereits bekannt. Interaktion mittels Körperbewegung aus dem Bereich Body-based ist durch das Kinect und die Erfahrungen mit modernen Spielekonsolen ebenfalls keine unbekanntere Interaktionsart mehr. Der Bereich Tangible zielt genau auf diese beim Benutzer bereits vorhandenen Erfahrungen der Objekte ab und erweitert diese durch die Möglichkeiten, mit den Objekten auf neue Art und Weise zu interagieren.

Die Bereiche Gaze, Video, Augmented Reality und Sensing setzen eine größere Entdeckungshürde an. Die Untersuchung der aktuellen Installationen zeigt, dass dies insgesamt zu einem geringeren Einsatz dieser Bereiche führt. Diesen momentan noch wenig genutzten Bereiche halten jedoch großes Potenzial für zukünftige Installationen bereit.

Im Outputbereich dominiert der Bereich Visual mit 71,42 % aller Installationen. Auf die übrigen Bereiche Audio, Light und Physical Material entfallen zusammen lediglich 47,61 %. Neben der starken Dominanz des Bereiches Visual zeigt sich das noch ungenutzte Potenzial von Audio und Physical Material als ergänzendes Medium, um die größtenteils rein visuelle Ausgabe zu erweitern.

Ein Interaktionsdesign könnte durch Kombination aus visuellen Elementen und den Bereichen Audio und Physical Material einen größeren Sinnesbereich des Benutzers ansprechen. Ziel ist es, nicht eine maximale Anzahl an Outputbereichen abzudecken, da dies für den Benutzer sehr schnell zu einer Reizüberflutung führen würde und er mit der Interaktion überfordert wäre. Eine sinnvolle Erweiterung auf weitere Bereiche setzt ein schlüssiges Interaktionsdesign voraus, das im Hinblick auf die Auffassungsgabe des Benutzers entwickelt wurde. Die bisher geringe Verwendung von Audio und Physical Material legt nahe, dass die Obergrenze für die Anzahl der Ausgabemedien noch nicht umfassend ausgelotet wurde.

Der Bereich Light findet im Vergleich zu dem sehr stark besetzten Bereich Visual nur bei sieben Installationen Verwendung. Bildschirme und Projektionen im Bereich Visual können mehr visuelle Informationen bereitstellen als eine einfaches

Licht. Licht zeichnet sich gerade durch diese Einfachheit aus, findet deshalb auch nur bei Installationen Verwendung, deren Ausgabe sich stark vereinfachen lässt.

2.2.2 Raumerweiterung

Die in Abbildung 2.2 eingeführten Input- und Outputbereiche sind nicht vollständig. Sie spannen lediglich den Raum für die in dieser Arbeit untersuchten Installationen auf, so dass jede Eigenschaft der jeweiligen Installation abgedeckt ist. Für beide Dimensionen können weitere Bereiche definiert werden.

Ein Inputbereich sollte auf die Möglichkeiten des Benutzers hin ausgerichtet werden:

- Welche Eigenschaften kann der Benutzer direkt durch seine Physis verändern?
- Wie kommuniziert der Benutzer mit seiner Umwelt?
- Welche Eigenschaften können indirekt vom Benutzer beeinflusst werden?

Die eingeführten Inputbereiche beruhen auf physischen Aktionen des Benutzers. Bisher ungenutzt bleibt das Potenzial der menschlichen Sprache. Durch die Fortschritte in der elektronischen Spracherkennung könnte Interaktion zukünftig über die menschliche Sprache ermöglicht werden. Neben der Sprache könnten auch Geräusche und Töne zur Eingabe genutzt werden. Ein Bereich Audio kann somit den Inputbereich erweitern.

Der Bereich Video zeigt die Möglichkeiten der Verwendung selbsterstellter digitaler Inhalte als Eingabe auf. Die große Verbreitung von Smartphones mit integrierter Kamera und andere digitale Aufnahmegeräte führen zu einem wachsenden Bestand an digitalen Mediendaten. Dieser wachsende Medienbestand kann zukünftig in interaktiven Installationen in Form von Fotos, Texten und allen anderen denkbaren digitalen Mediendaten verwendet werden. Fotos von Benutzern lassen sich zu digitalen Fotowänden zusammenfügen und digitale Nachrichten in Form von E-Mails oder Nachrichten aus einem sozialen Netzwerk lassen sich zu Textwänden arrangieren, bei denen jeder Benutzer den Inhalt aktiv mitgestalten kann. Diese Eingabemethoden werden unter dem neuen Bereich digitale Medieninhalte zusammengefasst.

Das Thema Vernetzung von Installationen bleibt in den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Installationen weitestgehend ungenutzt. Das Internet als Netzwerk weltweit verbundener Geräte bietet ein enormes Potential für kreative Ideen zur Einbeziehung weiterer Menschen in den gestalterischen Prozess. Die Installation *Access*[66] von Marie Sester zeigt einen ersten Ansatz, wie diese Einbeziehung konkret aussehen kann. Menschen können über das Internet die interaktive Installation beeinflussen, ohne direkt vor Ort sein zu müssen. Neben der möglichen geographischen Distanz zwischen Installation und Benutzer steigt auch der mögliche Verbreitungsgrad sehr stark an. Immer mehr Menschen haben einen Zugang zum Internet, der es ihnen potenziell ermöglicht, mit einer Installation zu interagieren. Eine weitere Möglichkeit das Internet als ergänzendes Medium einzusetzen, bietet sich durch die Vernetzung interaktiver Installation untereinander.

Eingaben an einer Installation an Standort A könnten über das Internet zu einer beliebig weit entfernten Installation an Standort B übertragen werden und dort in eine Ausgabe umgesetzt werden. Die interaktive Installation wird damit zu einem neuen Kommunikationsmittel, das neue Formen der zwischenmenschlichen Kommunikation über ein digitales Medium ermöglicht. Das Internet, genauer gesagt, die vernetzten Server, ermöglichen es, Informationen langfristig zu speichern und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Im Hinblick auf die in Kapitel 5 erläuterte zustandsbehaftete Schleife bietet das Internet die Möglichkeit, eine gestalterische Ausgabe einer Installation langfristig festzuhalten und über das Internet den ursprünglichen Benutzern, aber auch unbeteiligten Menschen zugänglich zu machen. Das Internet soll dabei nicht das Erlebnis, die interaktive Installation live zu besuchen, ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen. Die Möglichkeiten, eine interaktive Installation zu erleben, sind über das Internet durch den Computer als Hauptzugangspunkt sehr viel beschränkter als durch die direkte Wahrnehmung, allerdings eröffnen sich durch das Internet neue kreative Möglichkeiten, Installationen noch interaktiver zu gestalten. Das Internet stellt damit einen weiteren möglichen Erweiterungsbereich dar, sowohl als Input als auch als Output.

Die Grenzen der Outputbereiche werden durch die Wahrnehmungsfähigkeiten des Menschen limitiert. Die zentralen Fragen für mögliche Outputbereiche sind:

- Mit welchen Sinnen nimmt der Mensch seine Umgebung wahr?
- Wie können die Sinne durch eine Ausgabe angesprochen werden?

Die visuelle Wahrnehmung des Menschen wird durch die Bereiche Visual und Light angesprochen, die taktile Wahrnehmung durch Installationen aus dem Bereich Physical Material und die auditive Wahrnehmung durch den Bereich Audio. Noch offen sind die olfaktorische Wahrnehmung in Form des Geruchssinns und die gustatorische Wahrnehmung in Form des Geschmackssinns. Diese Bereiche erscheinen dem aktuellen Stand der Technologie entsprechend noch sehr fremd, bieten aber einen umso größeren Raum für neue Ideen und Umsetzungen. Die Technologie zur Manipulation und Wiedergabe von Gerüchen und dem Geschmack von Gegenständen kommt bisher in keiner der untersuchten Installationen vor. Vorstellbar wäre sie für die Gestaltung eigener Geschmacksrichtungen für Bonbons oder Gerüche, die innerhalb der Installation erzeugt werden. Diese beiden Themen sind noch weitestgehend unerforscht, so dass ihr Einsatz in interaktiven Installationen noch nicht bewertet werden kann. Die Möglichkeit zur Erweiterung des Outputbereiches bestehen aber dennoch, da sie das Benutzererlebnis durch Einbeziehung weiterer menschlicher Sinne weiter intensivieren können.

2.2.3 Bereichskombinationen

Einige der untersuchten Installationen benutzen mehrere Input- und Outputbereiche gleichzeitig. Deutlich wird diese Bereichskombination im Bereich Audio, der in 4 von 5 Installationen mit dem Outputbereich Light kombiniert wird. Zentrale Fragen bei der Konzeption der Interaktion sind:

-
- Wie viele Bereiche sollen verwirklicht werden?
 - Welche Input- und Outputkombinationen sollen verwendet werden?
 - Wie viele Bereiche sollen insgesamt abgedeckt werden?

Eine sinnvolle Ausgabe muss vom Benutzer wahrgenommen werden, sie muss deshalb klar gestaltet und verständlich sein. Werden zu viele Outputbereiche gemeinsam verwendet, führt dies schnell zu einer Menge an Informationen, die vom Benutzer nicht mehr vollständig verstanden werden. Der Benutzer wird von der Ausgabe der Installation überfordert. Gleiches gilt für die Eingabe, hier muss der Benutzer die Eingabe bewältigen können, ohne sich von den Möglichkeiten überfordert zu sehen. In beiden Fällen ist ein Kompromiss gefordert zwischen Vielfalt und Einschränkung, der den Benutzer nicht merklich einschränkt und weiterhin seine Neugier weckt, die Interaktion aber dennoch klar definiert. Die Möglichkeiten der Technologie übersteigen grundsätzlich die Aufnahmefähigkeit des Menschen. Dennoch muss die Interaktion für den Benutzer verständlich bleiben, so dass er einen Zusammenhang zwischen Eingabe und Ausgabe feststellen kann. Daraus entwickelt er ein Verständnis für die Interaktionsmöglichkeiten und kann seine Aktionen auf gewünschte Ausgaben hin ausrichten. Ist eine Ausgabe komplett zufällig oder hängt von zu vielen Eingabemodalitäten ab, ist es dem Benutzer nicht möglich, dieses Verständnis der Interaktion zu entwickeln. Ähnlich verhält es sich mit der Wahl der Input- und Outputkombination. Der Bereichsübergang wird durch die Transformation innerhalb der Interaktion vollzogen. Auch dieser Übergang sollte für den Benutzer nachvollziehbar sein, um den Kern der Interaktion zu erkennen.

In der Praxis zeigt sich, dass die Bereiche Body-based, Touch und Tangible überwiegend mit dem Outputbereich Visual kombiniert werden. Visual deckt ein breites Spektrum an möglichen Visualisierungen durch Bildschirme oder Projektionen ab, mit denen sich eine Vielzahl von Informationen zugänglich darstellen lassen. Aufgrund der breiten Verwendung von visuellen Ausgaben stellt sich beim Benutzer ein gewisser Gewohnheitseffekt ein. Die Grundform der visuellen Darstellung ist ihm meist bereits bekannt, so dass interessante und neuartige interaktive Installationen auch in andere Bereiche vordringen sollten. Die Vorteile von visuellen Ausgabemedien müssen dabei nicht völlig verworfen werden, sie lassen sich mit weiteren Outputbereichen kombinieren, um das Benutzererlebnis zu intensivieren. Wird eine solche Kombination im Hinblick auf die Aufnahmefähigkeit des Benutzers entwickelt, so dass die Integration von mehreren Bereichen stimmig erscheint und den Benutzer nicht überfordert, wird ein neues intensives Benutzererlebnis geschaffen.

2.2.4 Sweet Spots

Als Sweet Spots werden diejenigen Bereiche im Gestaltungsraum bezeichnet, die für zukünftige Interaktionskonzepte ein großes Potenzial bieten. In erster Linie kommen dafür die bisher wenig genutzten Bereiche in Frage. Diese können in Kombination auch mit den bisher sehr stark genutzten Bereichen eingesetzt werden, um neue kreative Ideen umzusetzen. Der Bereich Augmented Reality ist einer

dieser Bereiche, die in naher Zukunft eine stärkere Verbreitung finden werden. Bisher ist dieser Bereich, genau wie der Bereich Sensing, sehr wenig genutzt, birgt aber ein hohes Maß an gestalterischen Möglichkeiten.

Augmented Reality, in Kombination mit einer visuellen Ausgabe, bietet durch seine virtuelle Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung ein großes Potenzial, die immer weiter anwachsende Mengen an digitalen Informationen dem Menschen in einer für ihn verständlichen Weise zugänglich zu machen.

Der Bereich Sensing ist durch die Möglichkeit der Sinneserweiterung ein sehr spannender Bereich. Bereits heute gibt es die verschiedensten Sensoren, die Umweltfaktoren erfassen können, die für den Menschen in dieser Art nicht erfassbar sind. Sie können zur Unterstützung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung diese Umweltfaktoren messen und über eine Verarbeitungslogik auf einen für den Menschen wahrnehmbaren Ausgabebereich transformieren. Dieser Bereich kann ein hohes Maß an Neugier beim Benutzer auslösen, da die Eingabemodalitäten oft nicht direkt erkennbar sind, sondern erst nach der Transformation für den Benutzer begreifbar werden.

Der Bereich Physical Material kommt, ungeachtet seiner vielfältigen Möglichkeiten, Ausgaben über dem Menschen bekannte und vor allem greifbare Objekte zu vermitteln, nur in 5 von 42 Installationen zur Anwendung. Die technischen Herausforderungen zur Übertragung der Ausgabe über ein physisches Medium sind deutlich größer als über visuelle Medien, im Gegenzug sind physische Objekte für den Benutzer greifbar, vertraut und repräsentieren für sie etwas Reales. Jeder Eingabebereich ist potenziell dazu geeignet, in Kombination mit physischen Objekten ein intensiveres und verständlicheres Nutzererlebnis zu schaffen.

Die Suche nach den Sweet Spots darf sich nicht nur auf die in Abbildung 2.2 aufgeführten Bereiche beziehen, auch die in Abschnitt 2.2.2 beschriebenen Raumerweiterungen kommen dafür in Frage. Die bereits sehr stark besetzten Bereiche Visual, Body-based, Touch und Tangible müssen zukünftig nicht missachtet werden, nur um einem Sweet Spot gerecht zu werden. Auch sie bieten noch Potenzial für neue kreative Ideen, die zwar in diesen stark genutzten Bereichen liegen können, aber in ihrer konkreten Ausgestaltung dennoch neue Wege bestreiten. Für den Benutzer wird eine Installation in diesem Bereich aber immer ein gewisses Maß an Gewohnheitsgefühl auslösen. Einerseits fördert dies die für den Benutzer einfach erscheinende Bedienung, andererseits steht es der Forderung, Neugierde zu wecken, entgegen.

3 Installationen

In diesem Kapitel werden einige exemplarische Installationen aus der Gesamtübersicht 2.2 näher beschrieben. Die ausgewählten Installationen liegen in dem zuvor definierten Raum jeweils in unterschiedlichen Bereichen und zeigen das breite Spektrum von Möglichkeiten auf. Über die Beschreibung der Installationen hinaus werden Schlüsselmerkmale der einzelnen Installationen aufgezeigt und in den Gesamtkontext der Anforderungen an das Interaktionsdesign eingeordnet. Menschen, die bewusst oder unbewusst mit einer Installation interagieren, werden im Folgenden als Benutzer bezeichnet. Personen, die sich in unmittelbarer Umgebung der Installation aufhalten ohne Interaktion, werden als Besucher bezeichnet.

3.1 ACCESS (2002 - 2011)

Die interaktive Installation *Access*¹ der Künstlerin Marie Sester setzt sich in einzigartiger Weise mit dem Thema Überwachung an öffentlichen Orten auseinander. An der Decke eines geeigneten Ortes (z.B. eines Foyers oder eines Treppenaufganges) wird ein Tracking System installiert, das die Position einer einzelnen Person innerhalb einer bestimmten Interaktionszone verfolgen kann. Ein schwenkbarer Scheinwerfer dient als Spotlight, um den Verfolgten hervorzuheben. Mittels eines speziellen Lautsprechers mit AudioBeam Technologie werden zusätzlich zur Lichterfahrung nur für die Person im Spotlight Sätze hörbar. Das Thema Überwachung wird durch den Scheinwerfer und den speziellen Lautsprecher für die verfolgte Person visuell und akustisch erlebbar.

Das Tracking-System ist bewusst sehr versteckt unter der Decke montiert, so dass es nicht direkt von den vorbeilaufenden Personen wahrgenommen werden kann. Es gibt ansonsten keinerlei erkennbare Hinweise auf die Installation oder die Interaktionszone am Boden.

Die einzelnen vorbeilaufenden Personen können nicht bewusst mit der Installation interagieren, da sie nicht entscheiden können, ob oder wer von ihnen von dem Spotlight verfolgt wird. Stattdessen kann ein anonymer Internetnutzer über ein Web-Interface, das das Kamerabild des Tracking Systems zeigt, eine beliebige vorbeilaufende Person auswählen. Sowohl die ausgewählte Person als auch der Internetnutzer sind sich ihrer Handlungen bzw. den Konsequenzen nicht bewusst. Für beide werden die Konsequenzen erst klar, sobald das Spotlight auf die vom Nutzer ausgewählte Person gerichtet wird. Zwischen ihnen entsteht eine paradoxe Wechselbeziehung: Die zuvor anonyme Person im öffentlichen Raum der Installation ist jetzt in den Mittelpunkt gerückt und wird von den umstehenden Personen in einer völlig anderen Weise wahrgenommen als zuvor. Für die Per-

¹ Videolink: <http://www.youtube.com/watch?v=678EaXPekFo> | letzter Zugriff: 26.12.2012



Abbildung 3.1.: Access [66]

son im Spotlight ist das Thema Überwachung individuell und persönlich erlebbar geworden.

Einordnung. *Access* verbindet die beiden Output-Bereiche Audio und Light miteinander, im Input-Bereich ist sie der Kategorie Body-based zugeordnet, da die Bewegungen der verfolgten Personen ausschlaggebend für die Position des Spotlights und der Schallrichtung sind.

Reaktionen der Besucher. Im Video sind die verschiedenen Verhaltensweisen der verfolgten Personen sehr deutlich zu sehen. Da es sich hierbei um eine implizite und unbewusste Interaktion mit der Installation handelt, wird den Personen erst nach einiger Zeit klar, dass sie von dem Spotlight verfolgt werden. Viele Personen laufen plötzlich rückwärts oder werden schneller, um den Zusammenhang zwischen ihrer eigener Bewegung und der Bewegung des Spotlights zu realisieren. Nachdem sie sich bewusst sind, dass sie verfolgt werden, versuchen viele herauszufinden, wie weit diese Verfolgung reicht. Dabei rennen sie in Schlangenlinien, laufen dicht an der Wand oder versuchen das Spotlight an andere Personen im Umkreis abzugeben.

3.2 Århus by Light (2008)

Die gläserne Fassade der Konzerthalle Århus in Dänemark liefert die Fläche für die gleichnamige interaktive Installation *Århus by Light*². Durchsichtige LED Bildschirme ergänzen die Front zu einer Medienfassade und bilden so eine riesige Fläche für digitalen Inhalt. Auf diesem Display werden bunte Kreaturen abgebildet, die zwischen der dargestellten Silhouette der Stadt Århus umher laufen. Gestalterisch ist die Visualisierung an Spiele wie Super Mario angelehnt. In der unmittelbaren Umgebung sind insgesamt drei farblich markierte interaktive Zonen installiert, in denen potenzielle Bewegungen von Passanten registriert werden. Betritt ein

² Videolink: <http://vimeo.com/26516835> | letzter Zugriff: 27.12.2012



Abbildung 3.2.: Århus by Light [54]

Passant eine dieser Zonen, wird er unbewusst zum Benutzer. Die Bewegungen des Benutzers werden über ein Kamerasystem aufgezeichnet und als farbige Silhouette auf der Fassade dargestellt. Mit dieser virtuellen Identität kann der Benutzer mit den Kreaturen auf der Fassade interagieren (z.B. sie wegstoßen oder verdrängen).

Einordnung. Die Bewegungen der Benutzer steuern die Figuren an der Fassade, *Århus by Light* setzt damit als Input-Bereich Body-based und als Output-Bereich Visual um.

Unbewusste Interaktion. Die interaktiven Zonen bieten ein hohes Potenzial an zufälliger bzw. unbewusster Interaktion, die durch die Lage der Konzerthalle direkt an einem Park noch unterstützt wird. Passanten bemerken zwar die auf dem Boden farblich markierten Zonen, entdecken die Folgen ihrer impliziten Interaktion aber meist erst sehr spät. Allgemein zeigt sich, dass Passanten nicht mit Interaktivität ihrer öffentlichen Umgebung rechnen. [26, 52]. *Århus by Light* ist ein gutes Beispiel für den Wandel der Interaktion im zeitlichen Ablauf. Für öffentliche Installationen mit spezifischem Interaktionsradius zeigen sich drei verschiedene Ablaufstrukturen:

1. Besucher interagiert erst unbewusst, später bewusst.
2. Besucher ist sich vorab der Interaktion bewusst
3. Besucher bemerkt die Interaktion nicht

Spontane soziale Interaktion. *Århus by Light* als interaktive Installation im öffentlichen Raum zeigt das Potenzial für spontane soziale Interaktion [26]. Der öffentliche Raum wandelt sich mehr und mehr weg von einem Ort der Kommunikation hin zu einem reinen Transitumfeld. Die interaktiven Zonen bewegen die Besucher zum Stehenbleiben und zur Interaktion mit der Installation, aber auch zum Dialog untereinander.

3.3 Night Lights (2009)



Abbildung 3.3.: Night Lights [73]

*Night Lights*³ ist eine interaktive Gebäudeprojektion der Künstlergruppe YesYesNo. Ihr Ziel war es, eine interaktionslose Projektion mit interaktiven Elementen zu erweitern. Herausgekommen ist eine interaktive Projektion auf das Ferry Building in Auckland, bei der die Besucher drei verschiedene Interaktionsmöglichkeiten haben. An zwei Stellen vor dem Gebäude können die Besucher durch ihre Körperbewegung die Projektion beeinflussen. Dabei werden ihre Bewegungen gefilmt und als übergroße Schatten auf das Gebäude projiziert. Die beiden Zonen bieten Platz für mehrere Personen gleichzeitig, so dass auch Gruppenaktivitäten möglich sind (siehe Video). In einer dritten Zone dienen die Handbewegungen als Eingabe für die Projektion. Die dritte Interaktionsmöglichkeit transformiert winkende Bewegungen mit dem Handy auf die projizierte Ausgabe, indem die beleuchteten Bildschirme der Handys verfolgt werden und diese Bewegung als Input analysiert wird.

Einordnung. Die Installation ordnet sich aufgrund der verschiedenen Eingabetypen in die Bereiche Body-based und Touch gleichzeitig ein, da die Handbewegung auf dem beleuchteten Eingabefeld in ihrer Umsetzung einer Toucheingabe ähnelt und die Körper- und Winkinteraktion in dem Bereich Body-based liegen. Als einzige Ausgabe dient die Gebäudeprojektion, bei der die verschiedenen Eingaben um künstlerische Elemente (Farben, Formen, Figuren) erweitert werden.

Wahrnehmung der Interaktion. Das Projekt *Night Lights* zeigt deutlich das Potenzial von interaktiven Gebäudeprojektionen im öffentlichen Raum auf. Im zugehörigen Video wird deutlich, wie viele Menschen Freude an dieser Installation haben. Allein durch die Größe des Gebäudes kann die Projektion auch von größerer Entfernung aus gesehen werden. Die Interaktionsmöglichkeiten werden durch die projizierten Schatten direkt deutlich. Im Rahmen der Untersuchungen von Public Displays [52] wurde deutlich, dass Menschen menschliche Bewegun-

³ Videolink: <http://vimeo.com/8525186> | letzter Zugriff: 23.12.2012



Abbildung 3.4.: Night Lights Interaktion [73]

gen, dargestellt durch Schatten oder Silhouetten sehr schnell und intuitiv als solche erkennen können. Einen weiteren positiven Einfluss auf die Wahrnehmung der Interaktionsmöglichkeit haben die beleuchteten und gut einsehbaren Interaktionszonen. Dieser Einfluss wird auch als *HoneyPot Effekt* [52] bezeichnet. Zusammengefasst wird die Wahrnehmbarkeit der Interaktionsmöglichkeiten durch die folgenden Faktoren begünstigt:

1. Gute Sichtbarkeit der Projektionsfläche
2. Projektion von übergroßen menschlichen Schatten
3. Einsehbare und beleuchtete Interaktionszonen

Intuitive Bedienbarkeit. Ein weiterer Erfolgsfaktor für eine derartige Installation im öffentlichen Raum ist die intuitive Benutzbarkeit. [52] Die eigene Körperbewegung als Eingabe zu nutzen, wird von vielen der untersuchten Installationen angewandt, da diese Eingabe für den Benutzer intuitiv umsetzbar ist und gleichzeitig einen hohen Grad an Informationen enthält, die später für die Ausgabe verwendet werden können.

3.4 Before I die (2011 - heute)

Before I die ist in dieser Konstellation eine besondere Installation, da sie keinen Gebrauch von Computertechnologie macht. Stattdessen hat die Künstlerin Candy Chang die Front eines alten verlassenen Hauses mit einer Schiefertafel verkleidet und darauf in großen Buchstaben den Satz „Before I die“ geschrieben. Darunter befindet sich in kleinerer Schrift jeweils der Satzanfang „Before I die, I want“ mit anschließendem Freiraum für eine eigene Fortsetzung. Jede Person, die an der Tafel vorbeigeht, hat die Möglichkeit ihre eigene Fortsetzung des Gedanken „Bevor ich sterbe möchte ich...“ festzuhalten. Durch den Einsatz von bunter Kreide entsteht so mit der Zeit ein großes Kunstwerk aus vielen einzelnen Gedanken, die mitunter durch kleine Zeichnungen ausgeschmückt sind. Die Möglichkeit, Träu-

zu antworten oder Bezug darauf zu nehmen. Kommt ein Benutzer wieder, entdeckt er möglicherweise einen Zusammenhang zwischen seinen Gedanken und den Gedanken anderer. Aber nicht nur diese indirekte Kommunikation ist möglich, auch direkte Kommunikation unter den Menschen vor der Tafel wird durch die Installation gefördert. Sie gibt das gemeinsame Thema vor, über das die Benutzer nachdenken und über das sie gegenseitig ins Gespräch kommen können. Laut [18] sind es öffentliche Installationen wie diese, die Menschen zusammen bringen und die Art verändern, wie sie ihre Umgebung wahrnehmen.

Diversität der Benutzer. Im öffentlichen Raum ist die Diversität der Besucher mitunter noch größer als in einem Museum. Bereits dort stellen die verschiedenen Interessen und Bildungsgrade der Besucher eine Herausforderung dar [33]. Im öffentlichen Raum spielt dieser Faktor somit eine noch größere Rolle, die Installation *Before I die* zeigt, wie man trotz dieser Herausforderung ein heterogenes Publikum ansprechen kann. Von dieser Einfachheit der Interaktion füllt sich ein breites Publikumsspektrum angesprochen.

3.5 publicubes: in transit (2009)

Die Wechselwirkung zwischen der Umgebung und der Installation zeigt das Projekt *publicubes: in transit*⁴ auf. Der Lokalbahnhof in Salzburg ist ein traditionelles Transitumfeld, in dem Hektik und Eile der Reisenden die Umgebung in den Hintergrund rücken lässt. Die interaktive Installation *publicubes: in transit* wirkt hier als Entschleuniger, bietet Gelegenheit für neue Begegnungen. Im Bahnhof sind weiße interaktive Würfel auf dem Boden verteilt, auf die über eine Deckenprojektion Videos projiziert werden. Die Würfel können von den Besuchern bewegt werden, sie können gedreht oder umher geschoben werden, das projizierte Videobild passt sich dabei der Lage der Würfel an. Die Videos zeigen Momentaufnahmen aus dem Alltag, die aus dem virtuellen Raum der Videocommunitys stammen und über die Würfel wieder zurück in den öffentlichen Raum gebracht werden. Die Videos stammen also von den Besuchern selbst und werden einer breiten Masse an potenziellen Zuschauern präsentiert. Die Interaktion mit den Würfeln und die Videos selbst haben zum Ziel, die sonst nur vorbeilaufenden Besucher anzuhalten und sie damit in Kontakt zueinander zu bringen. Dialog und Begegnung sind die beiden Schlüsselbegriffe der Installation.

Einordnung. *publicubes: in transit* nutzt als erste Installation aus der bisherigen Auswahl den Input-Bereich Video. Im Gegensatz zu den Bereichen Body-based oder Touch, die von einer Vielzahl an Installationen genutzt werden, nutzen nur wenige Installationen das Medium Video als Input. Die Kombination mit den physischen Würfeln ergibt auch ohne oft genutzte Interaktionsarten eine interessante Installation, die ihren Inhalt für den Benutzer physisch und visuell erlebbar macht. Sie deckt die Input-Bereiche Tangible und Video ab und die Output-Bereiche Visual und Physical Material.

Individuelle Erlebnisse. Die große Menge im Internet verfügbarer Videoinhalten ermöglicht es für jeden Benutzer ein neues Erlebnis zu schaffen. Mit jedem

⁴ Videolink: <http://vimeo.com/9268636> | letzter Zugriff: 28.12.2012



Abbildung 3.6.: publicubes: in transit [34]

Besuch zu unterschiedlichen Zeiten können sich die Videos ändern, auch jemand, der die Installation schon gesehen hat, kann wieder etwas Neues entdecken. Andere Nutzer können von ihren Videos berichten, können Einfluss auf die gezeigten Videos nehmen, indem sie selbst Videos in die Community hochladen. Die Installation verändert sich, die Position der Würfel verändert sich mit jeder Interaktion der Benutzer, die Wirkung hängt von den gezeigten Videos ab, all diese Aspekte führen zu einem immer neuen Erlebnis.

Bedeutung des öffentlichen Raumes. Der öffentliche Raum verliert zunehmend seine Bedeutung als Ort der Begegnung und der Kommunikation. Stattdessen verlagern sich diese Aspekte immer mehr in den virtuellen Raum des Internets. Der öffentliche Raum wird stattdessen mehr als Transitbereich wahrgenommen, in dem Menschen von A nach B gehen ohne dem Raum und der Umgebung auf dem Weg große Bedeutung zu schenken. *publicubes: in transit* greift diesen Gedanken auf und erzeugt einen gegensätzlichen Wandel, in dem virtuelle Inhalte in den öffentlichen realen Raum gebracht werden. Zusätzlich werden die Würfel als Entschleuniger platziert, um die Besucher zum Anhalten und Verweilen anzuregen. Kommen mehrere Besucher an einem Würfel zusammen kann hieraus ein Gespräch entstehen. Der öffentliche Raum ist nun wieder zum Raum für Kommunikation geworden.

3.6 Juraskope (2007)

Die großen Skelette der Dinosaurier im Museum für Naturkunde in Berlin wurden von ART+COM nicht ersetzt, sondern um ein interaktives Erlebnis ergänzt. Die sogenannten *Juraskope*⁵ erweitern die Realität durch digitale Inhalte. Augmented Reality beschreibt diese Erweiterung durch Überlagerung von digitalen Inhalten über ein reales Bild. Die Juraskope sind schwenkbare mediale Fernrohre,

⁵ Videolink: <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/juraskope/> | letzter Zugriff: 28.12.2012

mit denen man die einzelnen Exponate im Raum ansehen kann. Hat der Benutzer das Fernrohr auf einen der Saurierskelette gerichtet, startet die Animation des Sauriers. Zunächst bilden sich Organe, Muskeln und Haut, danach wird die Museumsumgebung von der natürlichen Umgebung des Sauriers überblendet. Das Tier beginnt sich zu bewegen und es werden Animationen vom echten Verhalten der Tiere gezeigt. Dieser Vorgang kann mit allen Skeletten im Ausstellungsraum wiederholt werden. Manche Tiere sind nur einzeln zu sehen, manche werden mit



Abbildung 3.7.: Juraskope [7]

Artgenossen oder Feinden gezeigt.

Einordnung. Augmented Reality gewinnt durch die immer kostengünstigere technologische Umsetzung mehr und mehr an Bedeutung, so steigt auch die Zahl der Installationen, die die erweiterte Realität zur Informationsbereitstellung nutzen. In der Gesamtübersicht ist der Bereich zwar vergleichsweise gering vertreten, eine große Anzahl an museumsweiten Informationssystemen, die nicht mit in die Projektübersicht aufgenommen wurden, macht allerdings Gebrauch von Augmented Reality. Das Output-Erlebnis wird dem Besucher visuell bereitgestellt. Das Juraskope repräsentiert damit den Input-Bereich Augmented Reality in Kombination mit dem Output-Bereich Visual.

Bildung. Die Juraskope zeigen deutlich, wie eine interaktive Installation in einer klassischen Museumsumgebung die Vermittlung von Inhalten und Wissen fördern kann. Bei allen technologischen Möglichkeiten darf bei einem Museum der Bildungsanspruch nicht vernachlässigt werden [37]. Beim Interaktionsdesign muss dabei darauf geachtet werden, ob die Installation von den Besuchern überhaupt zusätzlich zum sonstigen Museumserlebnis genutzt wird. Untersuchungen in Museen haben gezeigt, dass viele Besucher vorwiegend Dinge benutzen, die sie bereits kennen oder zuvor schon einmal benutzt haben [37]. Um dennoch einen Lerneffekt zu erzielen und neue Inhalte vermitteln zu können, stellt sich die Frage, wie diese Inhalte durch bekannte Elemente dem Besucher näher gebracht werden können. Die Juraskope schaffen hierbei eine Brücke zwischen bekannter Schnittstelle und neuen Inhalten. Fernrohre sind den meisten Besuchern bereits

von Flughäfen oder Aussichtsplattformen bekannt. Nicht ihre Anwendung, sondern ihre Funktion wurde erweitert, um die neuen Inhalte zu vermitteln.

3.7 21 Swings (2012)

Die interaktive Installation *21 Swings*⁶ der Künstlerinnen Mouna Andraos und Melissa Mongiat verbindet auf einzigartige Weise das Thema Musik mit dem Schaukeln als physische Eingabe. Die Installation besteht aus 21 Schaukeln, die zusammen ein riesiges interaktives Musikinstrument bilden. Im Zentrum der Stadt Montreal steht diese Installation direkt an einer verkehrsreichen Straße. Die Schaukeln sind ein wahrer Publikumsmagnet, da Jeder – egal ob jung oder alt – mit Schaukeln etwas anfangen kann. Im Dunkeln sind die Schaukeln zusätzlich an der Unterseite beleuchtet, was sie und die Bewegung noch deutlicher sichtbar machen. Jede der Schaukeln spielt eine unterschiedliche Note in Abhängigkeit wie schnell und wie hoch jemand mit ihr schaukelt. Schaukeln mehrere Menschen gleichzei-



Abbildung 3.8.: 21 Swings [2]

tig, so ergänzen sich die einzelnen Töne zu einer Melodie. Wie harmonisch eine Melodie klingt, hängt dabei von der Art wie die Benutzer schaukeln ab. Als versteckter Zusatz erklingt eine spezielle Melodie, falls alle 21 Schaukeln gleichzeitig genutzt werden.

Einordnung. Entscheidend für die Einordnung der Installation *21 Swings* ist das Verhältnis zwischen Input und Output. Den Input bildet die physische Interaktion mit der Schaukel und als direkter Effekt werden Töne erzeugt. Damit kann die Installation in den Input-Bereich Tangible und Output-Bereich Audio eingeordnet werden. Die Beleuchtung der Schaukeln wird nicht in die Zuordnung mit einbezogen, da sie nicht vom Input abhängig ist und nur zur besseren Sichtbarkeit bei Dunkelheit beiträgt. Über die Einordnung hinaus zeigt diese Installation einige interessanter Aspekte in Bezug auf das Interaktionsdesign.

⁶ Videolink: <http://vimeo.com/40980676> | letzter Zugriff: 27.12.2012

Kooperation. Das Thema Kooperation bildet ein zentrales Element der Installation. Diese ist keineswegs auf eine Gruppe sich kennender Menschen beschränkt, sondern kann auch zwischen fremden Menschen stattfinden. Kooperation und die daraus oft resultierende Kommunikation unter Fremden ist eine zentrale Herausforderung des Interaktionsdesigns [32]. Dabei gilt es die Begriffe Kooperation und Mehrbenutzer zu unterscheiden. Eine Installation, die es mehreren Benutzern ermöglicht mit ihr zu interagieren, gilt als Mehrbenutzer geeignet. Diese Eigenschaft impliziert nicht den Begriff Kooperation, da keinerlei Aussage darüber getroffen wird, ob die Benutzer lediglich für sich alleine mit der Installation interagieren oder ob auch eine Interaktion zwischen den Benutzern selbst stattfindet. Wie am Beispiel der Installation *Juroscope* zu sehen ist, können bei dieser Installation zwar mehrere Benutzer gleichzeitig mit der Installation interagieren, sie interagieren dabei aber völlig unabhängig voneinander. Bei *21 Swings* hingegen interagieren sowohl mehrere Benutzer gleichzeitig mit der Installation selbst, als auch untereinander. Jeder individueller Benutzer wird dazu aufgefordert, seine Interaktion auf die Gruppeninteraktion abzustimmen, um das Ziel einer harmonischen Melodie zu erreichen. Der Begriff Kooperation setzt demnach die Mehrbenutzer-Eigenschaft voraus, da zur Kooperation mehrere Menschen zusammen wirken müssen. Die Mehrbenutzer-Eigenschaft kann als Teilmenge der Kooperation gesehen werden.

Integration in die Umgebung. Eine weitere Eigenschaft dieser Installation ist die nahtlose Integration in ihre Umgebung, die in [28, 13, 19, 64] beschrieben wird. Zum einen soll der Computer als unterstützende Technologie in den Hintergrund rücken [28, 13], zum anderen soll sich eine öffentliche Installation in die umgebende Architektur integrieren [19, 64]. Beide Aspekte werden von *21 Swings* umgesetzt, maßgeblich für diese Umsetzung ist das Interface. Schaukeln kennt jeder Mensch noch aus seiner Kinderzeit auf dem Spielplatz, sie wirken für uns nicht befremdlich. Die Kopplung der Schaukelbewegung an die Tonerzeugung ist dabei ohne sichtbaren Computer umgesetzt worden.

Benutzer wird zum Gestalter. Schaukeln setzt einen Benutzer voraus und auch erst wenn dieser überhaupt schaukelt entstehen Töne. Ohne den Benutzer besteht die Installation einfach aus Schaukeln ohne weitere Funktion. Der Benutzer selbst ist es also, der die Installation mit Inhalt füllt und diesen gestaltet. Der Benutzer wird damit wie in [13] beschrieben zum aktiven Künstler, einem ganz wesentlichen Aspekt für das Interaktionsdesign.

3.8 Zerseher (1992)

Der *Zerseher*⁷ stellt ein interaktives Gemälde dar. Äußerlich sieht es aus wie ein gewöhnliches gerahmtes Ölgemälde, blickt ein Besucher jedoch längere Zeit auf die gleiche Stelle im Bild, beginnt es sich dort zu verfremden. Ermöglicht wird dies über ein Augen-Tracking-System, das den Blick des Besuchers analysiert und die Position auf dem Bild bestimmt. Bei dem Gemälde handelt es sich um eine Rückprojektion auf eine Leinwand, die in Echtzeit gemäß des Blickes des Besuchers verfremdet wird. Schaut der Benutzer 30 Sekunden lang nicht mehr auf das Bild,

⁷ Videolink: <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/zerseher/> | letzter Zugriff: 28.12.2012

wird es wieder in den ursprünglichen Zustand vor der Verfremdung versetzt.



Abbildung 3.9.: Zerseher [3]

Einordnung. Als einzige Installation beruht die Interaktion bei dem *Zerseher* ausschließlich auf dem Blick des Besuchers, das Ergebnis seiner Interaktion wird ihm visuell gezeigt. Damit deckt er den Input-Bereich Gaze und den Output-Bereich Visual ab.

Kanal zum Künstler. Maler gestalten gewisse Feinheiten in ihren Bildern mit bewussten Intentionen, die beim Betrachter später ankommen sollen. Oft sind es kleine Details, die sie als Nachricht in ihren Bildern verstecken. Der *Zerseher* kann hier als Rückkanal für den Künstler genutzt werden, da anhand der Verfremdung abgelesen werden kann, welche Bereiche des Bildes besonders interessant für den Benutzer waren. Paradoxerweise werden genau diese Bereiche während der Betrachtung verfremdet, so dass bewusst gemalte Details des Künstlers verloren gehen. Andererseits kann die Verfremdung durch den Benutzer als neue künstlerische Arbeit angesehen werden, so dass durch jede Betrachtung ein neues Bild entsteht.

Gestaltungsschleife. Der Begriff der Gestaltungsschleife wird im nachfolgenden Kapitel weitergehend erläutert. Das Grundkonzept spiegelt sich in dieser Installation wieder. Der *Zerseher* ermöglicht es dem Benutzer, selbst zum Gestalter zu werden und damit die Installation künstlerisch zu verändern. Diese Veränderung oder Verfremdung kann danach dem Künstler zur Verfügung gestellt werden. Dieser kann daraus Rückschlüsse über die Wirkung seines ursprünglichen Kunstwerkes ziehen und diese Erfahrung in spätere Werke mit einbeziehen, in denen er wieder zum Gestalter wird.

3.9 CellPhoneDisco (2006 - heute)

Mobiltelefone sind in der heutigen Zeit nicht mehr aus unserem Leben wegzu-denken. Sie ermöglichen ortsunabhängige Kommunikation ohne sichtbare Spuren. Zumindest sind die Spuren der Kommunikation mit dem Mobiltelefon für uns Menschen nicht sichtbar. Die interaktive Installation *CellPhoneDisco*⁸ transformiert die unsichtbare elektromagnetische Strahlung der Mobiltelefone in ein für uns Menschen sichtbares Lichtspektrum. Dazu sind in einer Wand eine große Anzahl von LEDs verbaut, die alle einen eigenen Sensor zur Messung der elektromagnetischen Strahlung haben. Je nach Strahlungsintensität blinken die LEDs unterschiedlich schnell. Durch diese große Anzahl an Sensoren und LEDs ergibt

⁸ Videolink: <http://vimeo.com/3986160> | letzter Zugriff: 28.12.2012

sich ein fein aufgelöstes Bild der Strahlungsausbreitung.

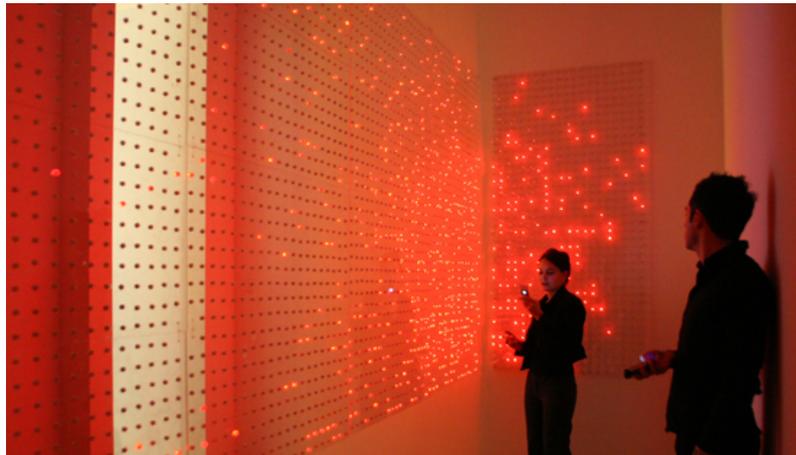


Abbildung 3.10.: CellPhoneDisco [38]

Einordnung. *CellPhoneDisco* reagiert nicht direkt auf die Bewegungen des Benutzers, sondern indirekt über die Strahlung seines aktiven Mobiltelefones. Diese Art der Interaktion fällt in den Bereich Sensing. Die Ausgabe erfolgt über die einzelnen LEDs als visuelles Erlebnis. Dies führt zu dem Input-Bereich Sensing und dem Output-Bereich Visual.

Sinneserweiterung. Die Frequenzverschiebung der elektromagnetischen Strahlung in das für uns sichtbare Spektrum kann als Sinneserweiterung betrachtet werden. Die Installation transformiert eine für uns ansonsten unsichtbare Eigenschaft der Umwelt in einen sichtbaren Bereich, so dass wir diese Eigenschaft wahrnehmen und begreifen können. In dieser Funktion kann sie vor allem eine Herausforderung für eine interaktive Installation erfüllen: Neugier wecken [33]. Die Neugier kann zum einen durch den Entdeckungsdrang der Funktionsweise der Installation, aber auch durch die Möglichkeit, Strahlung zu sehen und damit zu experimentieren geweckt werden.

4 Interaktionsdesign

Das Interaktionsdesign bildet eine der zentralsten Herausforderungen interaktiver Installationen. Interaktion beschreibt die Schnittstelle und den Aktionsablauf zwischen Benutzer und Installation und ist damit für die Gesamtwirkung der Installation auf den Benutzer maßgeblich verantwortlich. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den zentralen Herausforderungen, die das Interaktionsdesign an die handelnden Akteure bei der Entwicklung einer interaktiven Installation stellt. Daraus wird eine allgemein gefasste Anforderungsliste für das Interaktionsdesign entwickelt.

4.1 Herausforderungen

Interaktive Installationen sind nicht mehr nur in Museen zu finden, ihr Vorkommen breitet sich immer mehr auf die verschiedensten Bereiche unseres täglichen Lebens aus. Das Anwendungsspektrum umfasst die Bereiche Werbung, Architektur, öffentlicher Service, Nachrichten, Spiele, Kunst und öffentliche Medien [18]. Dieses breite Anwendungsspektrum führt zu einer Vielzahl von Herausforderungen, mit denen sich das Interaktionsdesign konfrontiert sieht.

Interdisziplinär. Die Gestaltung einer interaktiven Installation und damit auch des Interaktionsdesign ist ein interdisziplinäres Problem, bei dem Kuratoren, Museumsmanager, Pädagogen, Designer und Programmierer Teilnehmer am Gestaltungsprozess sind [72, 64]. Diese Aufzählung macht deutlich, dass Programmierkenntnisse alleine nicht ausreichend sind, um ein solch umfangreiches Projekt zu gestalten [56], vielmehr ist eine intensive Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure nötig, um die Herausforderungen des Interaktionsdesigns in einem Konzept umzusetzen.

Heterogenes Publikum. Interaktive Installationen treffen in ihrem breiten Anwendungsspektrum auf ein sehr heterogenes Publikum. Im öffentlichen Raum ist diese Heterogenität noch stärker ausgeprägt als im Museumsumfeld. An eine interaktive Installation wird der Anspruch gestellt, dass sie die Menschen ohne genaue Kenntnis [1] des Bildungsstandes, des sozialen Hintergrundes oder der Interessen universell anspreche und sie zur Interaktion bewegt [33]. Zentrale Fragen, mit denen sich die Akteure beim Konzept auseinandersetzen müssen, sind:

- Wer benutzt die Installation? Welche Zielgruppe wird angesprochen?
- Welche Interessen haben die Benutzer?
- Welche Kenntnisse haben und benötigen die Benutzer?

Inhalt. Interaktion und Inhalt einer Installation ergänzen sich nicht immer gegenseitig. An die Interaktion wird zum einen der Anspruch gestellt, dass sie nicht vom eigentlichen zu vermittelten Inhalt der Installation ablenken soll [28, 33, 17],

zum anderen muss die Interaktion auf den Inhalt und das Medium angepasst werden [64, 19]. Untersuchungen bereits umgesetzter Installationen haben den Konflikt aufgezeigt, dass trotz dieser Annahme ein Großteil der Besucher mehr an der Interaktion als an dem Inhalt interessiert ist [33, 17]. Audio Guide Systeme und PDAs isolieren die Besucher in Museen voneinander und hemmen damit die soziale Interaktion [42]. Inhalt und Interaktion aufeinander abzustimmen stellt sich als eine weitere Herausforderung dar, bei der die verschiedenen Akteure gefragt sind, ihr jeweiliges Wissensgebiet einzubringen und die Anforderungen an das Interaktionsdesign umzusetzen. Hierzu müssen die Akteure das Medium verstehen, um die richtige Mischung aus Interaktion und Inhalt zu kreieren [64].

Aufmerksamkeit. Interaktive Installationen funktionieren erst, wenn sie von Menschen benutzt werden, da nur so die Interaktion zustande kommen kann. Die vorbeilaufenden Menschen auf die Interaktivität von Installationen aufmerksam zu machen, gestaltet sich je nach Umgebung mitunter schwierig. Im öffentlichen Raum werden wir bereits heute von einer Vielzahl von Reizen überflutet, die durch Geräusche, Bewegungen und Gerüche erzeugt werden. In dieser mit Reizen überfluteten Umgebung ist es für den Menschen schwierig, zusätzlich noch die Interaktivität von Medientafeln oder anderen Installationen zu entdecken. Menschen erwarten schlicht keine Interaktivität von digitalen Medien im öffentlichen Raum [53]. Dieser Umstand wird sich mit der fortschreitenden Verbreitung interaktiver Elemente im öffentlichen Raum ändern.

4.2 Anforderungen

Die Liste der Herausforderungen beim Gestalten von Interaktion ist nicht vollständig, zeigt aber bereits die zentralen Schwierigkeiten auf, die das Zusammenwirken verschiedenster Akteure erfordert, um den breiten Wissensbereich abdecken zu können. Aus diesen Herausforderungen und der Analyse der untersuchten Installationen wurde eine Anforderungsbeschreibung entwickelt, die allgemeine Aspekte des Interaktionsdesigns aufgreift und diese in eine Anforderung überführt. Es zeigen sich Überschneidungen, mit denen in [19] aufgestellten acht Herausforderungen für Medienfassaden.

Die hier aufgezeigten Anforderungen stellen eine allgemeinere Fassung da und lassen sich auf jede Form von interaktiver Installationen anwenden. Die von Dalsgaard aufgestellte Liste mit acht Anforderungen zielen im Vergleich dazu speziell auf den Designprozess von digitalen Medienfassaden ab. Diese Punkte lassen sich nicht unverändert auch auf den Designprozess der Interaktion übertragen, da dieser einen engeren Betrachtungsraum auf eine Installation darstellt.

4.2.1 Anforderungsliste

Die in der Übersicht A aufgeführten Installationen wurden auf ihre Erfolgsfaktoren hin untersucht. Unter Einbeziehung der in Kapitel 3 im Detail beschriebenen Installationen wurde eine Anforderungsliste an das Interaktionsdesign entwickelt, die relevante Erkenntnisse aus der Analyse zusammenfasst.

Anforderungen an das Interaktionsdesign:

1. Begeistern
2. Einfachheit
3. Integration
4. Gruppeninteraktion
5. Emotion
6. Kommunikation
7. Gestaltung

Begeistern. Interaktion soll begeistern, einladend, attraktiv zugleich sein [35] und dabei die Neugier des Benutzers wecken [33]. Diese Eigenschaften prägen das Verhältnis von Benutzer zur Interaktion und führen zu einem größeren Erfolg. Vorsicht ist hingegen beim Gleichgewicht zwischen Inhalt und Interaktion geboten, gewinnt die Interaktion durch die erwähnten Eigenschaften zu stark an Bedeutung, gerät der Inhalt in den Hintergrund.

Einfachheit. Die Interaktion soll für den Benutzer ohne Anleitung zu verstehen sein [36, 33]. Er muss die Interaktion nicht in ihrer Gesamtheit begreifen, es genügt, wenn sie einen einfachen Einstieg ermöglicht und im weiteren Aktionsverlauf den Benutzer stärker fordert. Dieser Ablauf steht somit in keinem Widerspruch mit der Forderung nach dem Wecken von Neugierde beim Benutzer. Ist die Installation offen gestaltet, so dass Zuschauer die Benutzer sehen können, führt dies zu einem besseren Verständnis der Interaktion [44]. Zuschauer können auch komplexe Interaktion durch Beobachten schneller und besser begreifen [41].

Integration. Technologie ist der Motor für Interaktion, sie ermöglicht die Umsetzung neuer Ideen und beeinflusst die Kunst seitdem die nötigen Komponenten immer günstiger werden. Der Benutzer soll sich aber nicht einer rein technischen Schnittstelle gegenüber sehen. Die Technologie soll in den Hintergrund rücken [13] und nur die Interaktion ermöglichen. Statt mit einem Computer zu interagieren, sollen die technischen Möglichkeiten auf andere Objekte übertragen werden, damit diese interaktiv werden. Ein gutes Beispiel für diese Integration ist die Installation *21 Swings*, bei der die technische Umsetzung für den Benutzer nicht ersichtlich ist. Eine zweite Integration betrifft die Umgebung. Eine Installation soll sich nahtlos in ihre Umgebung integrieren [19, 64]. Die Installation sollte zwar erkennbar sein, aber nicht unnatürlich aus der Umgebung herausstechen.

Gruppeninteraktion. Das Interaktionsdesign soll für mehrere Benutzer ausgelegt sein. Die Interaktion soll sowohl zwischen den Benutzern und dem System stattfinden, als auch Interaktion zwischen den Benutzern untereinander fördern [32]. Werden die Benutzer zur Kooperation angeregt, besteht ein größeres Potenzial, auch soziale zwischenmenschliche Kommunikation zu stärken. Die Multi-User Eigenschaft darf dabei keine Notwendigkeit darstellen, damit die Installation auch von einer einzelnen Person benutzt werden kann [72]. Es gilt also ein Interaktionsdesign zu erarbeiten, das sowohl mehrere Benutzer gleichzeitig unterstützt und bestenfalls die Kooperation miteinander fördert, als auch einzelne Benutzer Interaktionsmöglichkeiten einräumt.

Emotionen. Dinge, die Menschen emotional erleben, hinterlassen einen tieferen Eindruck. Diese Erkenntnis spiegelt sich in der Entwicklung des *emotionalen Designs* wieder. Auch die Interaktion mit einer Installation soll beim Benutzer Emotionen wecken. Dies wird laut [49] von drei wesentlichen Aspekten beeinflusst: *Ästhetik*, *Verständnis* und *Bedienerlebnis*. Ästhetik bezeichnet den visuellen Kontaktpunkt, der einer einfachen Regel unterliegt. Attraktive und schöne Dinge werden von Menschen als besser funktionierend wahrgenommen [60, 46]. Das Verständnis bezieht sich auf die zuvor beschriebene Anforderung der Einfachheit und das Bedienerlebnis beschreibt die Zuverlässigkeit und Performance der Interaktion. Wie gut kommt der Benutzer also praktisch mit der Interaktion zurecht. Gutes Interaktionsdesign weckt also, wie jedes erfolgreiche Design, Emotionen beim Benutzer.

Kommunikation. Interaktive Installationen schaffen eine neue Ebene der Kommunikation zwischen Mensch, Maschine und dem umgebenden Raum. Sie beeinflussen die Art, wie der Benutzer seine Umgebung wahrnimmt [18]. Interaktion kann zu neuen Wegen der elektronischen Kommunikation führen, bei der sich neue Formen und Inhalte innerhalb der Teilnahme an sozialen Prozessen entwickeln [56]. Der in [26] verwendete Begriff *Shared Encounter* beschreibt eine dieser neuen Formen der zwischenmenschlichen sozialen Kommunikation während der gemeinsamen Interaktion. Digitale Kommunikation ist bereits durch Mobiltelefone und Computer allgegenwärtig. Diese Entwicklung gilt es in interaktiven Installationen fortzuführen, um neue Formen der Kommunikation im Bereich von Mensch-Maschine-Kommunikation zu schaffen und sich damit der Qualität der Mensch-Mensch-Kommunikation weiter anzunähern.

Gestaltung. Die Bereitschaft der Benutzer zur Interaktion wächst, sobald der Inhalt von der eigenen Interaktion abhängig gemacht wird [40]. Interaktionsdesign soll deshalb auf die Erstellung von persönlichem Inhalt ausgelegt werden, so dass die Benutzer den Inhalt in einem kollaborativen Prozess selbst gestalten können. Diese Anforderung wird im Kapitel Gestaltungsschleife näher beschrieben.

Die hier eingeführte Anforderungsliste soll keine statische Liste darstellen, die es gilt abzarbeiten. Es wurde keine Gewichtung der einzelnen Punkte eingeführt. Vielmehr geht es um die Erfassung relevanter Anforderungen, deren Ausgestaltung zu einer nicht gleichmäßigen Ausprägung der einzelnen Anforderungen führen kann. Die künstlerische Komponente sorgt für Flexibilität bei der Gestaltung und Konzeption der Interaktion, so dass abhängig vom konkreten Interaktionsdesign, die Anforderungen unterschiedlich stark gewichtet werden. Ein Interaktionsdesign kann einzelne Anforderungen forcieren, so dass für die Gestaltungsfreiheit der Benutzer auf den Punkt *Begeistern* weniger Gewicht gelegt wird. Aus diesem Grund ist es allein mit dem Bewusstsein, die Anforderungen festgestellt zu haben, noch nicht getan. Eine funktionierendes Interaktionsdesign muss im Gesamtkontext einer Installation bestehen. Eine isolierte Betrachtung der Interaktion mag für die Entwicklung und Gestaltung der Interaktion sinnvoll sein, für die anschließende Bewertung wird jedoch die gesamte Installation mit einbezogen. Dieser Übergang vom Interaktionsdesign hin zur Gesamtbetrachtung der Installation stellt ein noch nicht näher betrachtetes Thema für zukünftige Untersuchungen dar.

5 Gestaltungsschleife

Im folgenden Kapitel wird der Begriff Gestaltungsschleife und dessen Zusammenhang mit interaktiven Installationen erläutert. Es werden verschiedene Konzepte der Gestaltungsschleife erarbeitet und die Anwendung auf die in der Gesamtübersicht 2.2 aufgeführten Projekte diskutiert.

5.1 Begriff

Das Grundkonzept der Gestaltungsschleife wird in der Installation *Zerseher* deutlich. Für dieses Konzept gilt es, zwei Akteure zu unterscheiden. Der Begriff Benutzer bezeichnet Personen, die bewusst oder unbewusst mit einer Installation interagieren. Der Künstler ist der Urheber der Installation, der die technischen und gestalterischen Merkmale einer Installation vorgibt und sie zu einem Gesamtbild formt.

Der Künstler hat dabei meist eine ganz bestimmte Intention wie seine Installation auf den Benutzer wirken soll. Im Hinblick auf diese Wirkung gestaltet er die Merkmale seiner Installation. Schon bei Malern, die bewusst auch kleinste Details in ihre Bilder mit der Erwartung einbauen, später den Betrachter damit zu überraschen, zeigt sich dieses Verhalten.

Interaktive Installationen ermöglichen es, diesem Konzept eine weitere Gestaltungsebene hinzuzufügen. Ein Kunstwerk ist nicht mehr zwangsläufig statisch und nach dem Gestaltungsprozess des Künstlers unveränderlich. Mit dem verbreiteten Einsatz von Computertechnik in interaktiven Installationen wird es möglich, die Eingaben des Benutzers in einen künstlerischen Prozess zu transformieren. Implizite Interaktionen eröffnen ein großes Potenzial die verschiedensten Eingabemodi zu nutzen, um die Ausgabe zu gestalten und diese in ein Gesamtkunstwerk einfließen zu lassen. Der Benutzer kann in diesem Konzept die Installation durch



Abbildung 5.1.: Gestaltungsschleife

seine Eingaben verändern. Wird diese Veränderung in einem dauerhaften Zustand gespeichert, verändert sie die Wirkung der Installation auf den Benutzer selbst und auch auf alle anderen Benutzer. Die Installation *Before I die* zeigt diese Möglichkeit der ständigen Veränderung der Gesamtwirkung auf. Die Installation verändert mit jeder Interaktion der Benutzer ihr Erscheinungsbild und wirkt damit zu jedem Zeitpunkt unterschiedlich auf neue Besucher. Der Benutzer selbst

wird damit implizit zum Künstler, da er durch seine Veränderungen selbst die Wirkung nachhaltig beeinflussen kann. Es entsteht eine Schleife, in der die Gestaltung der Installation von verschiedenen Akteuren beeinflusst wird und sich dabei selbst beeinflusst. Für dieses Konzept wird der Begriff Gestaltungsschleife eingeführt.

5.2 Arten

Wie bereits im vorigen Abschnitt angedeutet, können verschiedene Arten der Gestaltungsschleife in interaktiven Installationen aufgezeigt werden. Als Unterscheidung der verschiedenen Arten dient der Zustand der Veränderung. Im Falle der Installation *Before I die* wird dieser Zustand festgehalten und ist für spätere Besucher weiterhin sichtbar. Die Veränderung durch den Benutzer beeinflusst damit nachhaltig die Wirkung der Installation. Auch der Künstler kann sich die Veränderungen jederzeit anschauen und daraus Rückschlüsse auf die Benutzung der Installation ziehen. Da der Veränderungszustand dauerhaft ist, wird diese Art der Gestaltungsschleife *Zustandsbehaftete Schleife* genannt.

Andere Installationen ermöglichen es den Benutzern, ebenfalls aktiv Veränderungen durch ihre Interaktion zu erreichen. *21 Swings*, *Night Lights* und der *Zerseher* sind Beispiele für diese Gruppe der Installationen. Da bei diesen Installationen die Interaktionen der Benutzer nur für den Moment sichtbar sind, der Zustand der Veränderung somit flüchtig ist, wird diese Art der Gestaltungsschleife als *Zustandslose Schleife* bezeichnet. Diese Art der Schleife ermöglicht es dem Benutzer, nur temporär die Wirkung der Installation zu beeinflussen und gibt damit nur in einem gewissen Zeitfenster anderen Personen die Chance, die Veränderung wahrzunehmen. Meist werden bei dieser Art von Installationen die Veränderungen nach gewissen Regeln zurückgesetzt. Das Bild des *Zersehers* wird beispielsweise nach 30 Sekunden ohne Blickkontakt wieder auf das ursprüngliche Gemälde zurückgesetzt. Hören die Benutzer von *21 Swings* auf zu Schaukeln, erklingen auch keine Töne mehr. Die Schleife funktioniert damit nur temporär. Unterschieden werden somit zwei verschiedene Arten der Gestaltungsschleife:

1. Zustandsbehaftete Schleife
2. Zustandslose Schleife

5.3 Anwendung

Die vorgestellten Schleifentypen führen zu drei verschiedenen Klassifizierungen von Installationen. Einige wenige Installationen setzen das Konzept der Zustandsbehafteten Schleife um (*Before I die*, *Tape Recorders*, *Scrapple*, *SMSlingshot*, *MobiTags*). Verglichen mit der Gesamtanzahl der untersuchten Installationen fällt die Größe dieser Gruppe sehr gering aus. Ursache hierfür ist die Schwierigkeit, einen dauerhaften aber stets veränderlichen Zustand in das Konzept einer Installation zu integrieren. Einher mit dieser Schwierigkeit gehen die Fragen: Welche Interaktionen sollen im Zustand festgehalten werden? Für wie lange sollen sie festgehalten werden und wann sollen sie neuen Veränderungen Platz einräumen? Ein anderer

Grund ist, dass eine Installation schlicht mit der Vergänglichkeit als Eigenschaft gestaltet wird. Oft ist es einfach nicht der Wille des Künstlers, die Installation um einen dauerhaften Zustand zu erweitern. Dabei gibt es in der großen Gruppe der Installationen, die die zustandslose Schleife umsetzen, durchaus Potenzial einen solchen dauerhaften Zustand zu ergänzen.

Mitunter müssen sich die Aufzeichnung der Zustände nicht in die Installation vor Ort integrieren. Der *Zerseher* zeigt auch hier eine Möglichkeit, eine zustandslose Schleife dauerhaft nutzbar zu machen. Die ursprüngliche Idee war es, die Veränderungen der Benutzer dem Künstler des ursprünglichen Gemäldes zur Verfügung zu stellen, indem sie einfach vor dem Zurücksetzen des Bildes gespeichert werden. Dem Künstler Aufzeichnungen der Interaktion zur Verfügung zu stellen, ermöglicht die spätere Einflussnahme auf den Gestaltungsprozess eines anderen Kunstwerkes durch die Informationen aus früheren Werken. Die Veränderungen der Benutzer können damit wieder einen Einfluss auf den Gestaltungsprozess des Künstlers haben.

Außerhalb der Installation Informationen über deren Benutzung und die Interaktion bereitzustellen, hätte nicht nur Vorteile für den Künstler, sondern könnte auch zu einer Bereicherung der Installation für die Benutzer selbst führen. Das Internet spielt als Zugang zu solchen Aufzeichnungen eine wichtige Rolle. Bereits heute ist es als Zugangsmedium zu digitalen Informationen aus dem Alltag vieler Menschen nicht mehr wegzudenken. Dieses Medium eröffnet ein Potenzial für die Erweiterung von interaktiven Installationen zum Zwecke der Zustandserhaltung. Die Melodien der Installation *21 Swings* könnten gespeichert werden und über das Internet zugänglich gemacht werden, damit sie auch im Nachhinein noch von den Benutzern oder anderen Menschen angehört werden können.

Neben einer Erweiterung über das Internet gibt es auch Installationen, bei denen Zustände lokal sichtbar gemacht werden können. Bei der Installation *SWAY'D* wurde ein großer Platz in der Innenstadt mit flexiblen Stäben versehen, die im Boden verankert sind. Durch das Meer aus flexiblen Stäben können die Benutzer durchlaufen und dabei die Stäbe biegen und sie zum Schwingen bringen. Da die Schwingungen sehr schnell nachlassen, ist von der Interaktion eines früheren Benutzers oft nichts mehr zu sehen. An dieser Stelle könnten LEDs in den Ständern der Stäbe die Intensität der Bewegungen farblich wiedergeben. Dadurch würde sich je nach Wegen der Benutzer ein buntes Bild ergeben, durch das die Pfade und Interaktionen der früheren Benutzer sichtbar wird.

Ein ähnliches Konzept könnte bei den Augmented Reality Installationen *Juraskope* und *Wild* umgesetzt werden. Interessant bei diesen beiden Installationen wäre es, wie oft bestimmte Exponate von den Besuchern betrachtet werden. Da die Informationen über die aktuelle Blickrichtung innerhalb des Systems bereits vorliegen, um die Augmented Reality Funktionalität zu ermöglichen, ließe sich eine solche Erweiterung sehr gut umsetzen. Eine Art Heatmap könnte die besonders interessanten Exponate farblich hervorheben und Aufschluss über die Interaktionen der Benutzer geben. Durch die Benutzung der Installation tragen sie damit implizit zu der Erstellung einer solchen Heatmap bei.

Es gibt also einige Beispiele von Installationen, bei denen eine Erweiterung um eine zustandsbehaftete Schleife sinnvoll erscheint und diese sich in das Konzept

der Installation integrieren lässt. Dies trifft allerdings nicht auf alle Installationen zu. Bei einigen lässt sich kein sinnvolles Konzept finden, das von einer zustandsbehafteten Schleife Gebrauch machen würde. Beispiele für diese Installation sind *WishSpark* und *DigiDrench*, bei denen das sehr einfach gehaltene Interaktionsdesign keine sinnvolle Aufzeichnung erlaubt. Projekte in Museen wie *Level Green* oder *The Flag* bestehen aus mehreren Installationen, bei denen sich nicht ohne weiteres eine zustandslose Schleife umsetzen lässt. Der Bildungsanspruch allein lässt sich durch einen dauerhaften Zustand umsetzen, indem Informationen über das Verhalten anderer Besucher aufbereitet werden, ähnlich der zuvor vorgestellten Heatmap.

Die Begriffsbildung und Konzeption der Gestaltungsschleife ist als zentrales Ergebnis aus der Analyse und Klassifikation der interaktiven Installationen entstanden. Der Begriff Interaktion selbst setzt eine Wechselwirkung zwischen Benutzer und Installation voraus, die Gestaltungsschleife erweitert diese Wechselbeziehung, indem sie der Gestaltung durch den Benutzer einen größeren Stellenwert einräumt. Die zur Gestaltung führenden Aktionen sind nicht nur temporär, sondern haben einen langfristigen Einfluss auf die Installation. Diese Langfristigkeit führt in der Umsetzung zum Sammeln und Speichern von Informationen innerhalb der Installation. Es muss deshalb kritisch hinterfragt werden, welche Form von Informationen gespeichert werden und welchen Umfang diese Informationen haben.

Das Spektrum möglicher Informationen, die gespeichert werden könnten, ist groß, es reicht von einfachen Bewegungsdaten bis hin zu detaillierten Kamerabildern. Beim Konzept der unbewussten Interaktion ist es für den Benutzer nicht ersichtlich, welche Informationen als Eingabedaten über ihn gesammelt und später auch gespeichert werden. Die Interaktion mit der Installation kann deshalb nicht als direkte Zustimmung des Benutzers gewertet werden über ihn die spezifischen Daten zu sammeln. Der Schutz der Privatsphäre muss bei der Umsetzung der Gestaltungsschleife mit einbezogen werden. Der Schutz kann durch die geeignete Wahl von unsensiblen Daten oder einer entsprechenden Anonymisierung des Benutzers erreicht werden. Diese Einschränkungen stehen mitunter im Konflikt mit der künstlerischen Freiheit, neue kreative Konzepte zu verwirklichen, die keinen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen unterliegen wollen. Für diese Problemstellung muss im Einzelnen ein Kompromiss eingegangen werden. Auf die bisherige Umsetzung der Gestaltungsschleife in der Installation Zerseher [3] und dem in Kapitel 6 vorgestellten Prototyp hat diese Problemstellung noch keine Auswirkungen.

6 Prototyp

In Kapitel 4 wurde eine Anforderungsliste für das Interaktionsdesign entwickelt. Die Anforderungen wurden auf theoretischen Grundlagen, die durch die Untersuchung der in der Übersicht auf Seite 57 aufgeführten Installationen, basierend eingeführt. Um einen Bezug zur praktischen Anwendung, bei der die theoretischen Anforderungen umgesetzt werden, zu schaffen, wird im Rahmen dieser Arbeit ein Prototyp einer interaktiven Installation entwickelt und implementiert.

Die zweite zentrale Erkenntnis in Form der in Kapitel 5 eingeführten Gestaltungsschleife wurde mit in die Konzeption des Prototypen mit einbezogen und ist fester Bestandteil des Interaktionsdesigns. In der praktischen Entwicklung ergeben sich schnell Herausforderungen, denen in der bisherigen theoretischen Analyse keine Beachtung geschenkt wurde. Das folgende Kapitel wird diese Herausforderungen weiter thematisieren.

6.1 Motivation und Konzept

Der Prototyp sollte eine eigene Gestaltung des Inhaltes ermöglichen und gemäß der in Kapitel 5 beschriebenen Gedankenschleife die zustandsbehaftete Gedankenschleife umsetzen. Dafür wurde ein Aufnahmekonzept entwickelt, bei dem der Besucher unbewusst zum Benutzer der Installation wird. Die Interaktion ist für den Benutzer sehr einfach gestaltet, da er bereits durch das Lesen des projizierten Textes implizit mit der Installation interagiert. Die Auswirkungen dieser Interaktion werden nach Verlassen des Interaktionsraums deutlich, sobald die Aufnahme des Benutzers abgespielt wird. Durch das Aufnahmekonzept kann der Benutzer seiner eigenen Vergangenheit, die mehrere Stufen umfassen kann, begegnen. Jedes Betreten des Interaktionsraums wird als eigenständige Aufnahme gespeichert. Neben seiner eigenen Vergangenheit kann der Benutzer auch der Vergangenheit anderer Benutzer begegnen. Sobald die erste Aufnahme gespeichert wurde, wird auch ohne aktive Benutzer eine Silhouette im Fließtext angezeigt, die das Interesse der Beobachter wecken soll, um selbst mit der Installation zu interagieren. Da Menschen sehr schnell menschliche Umriss in Form von Silhouetten erkennen können [52], wird die Interaktionsfähigkeit auch ohne aktive Interaktion deutlich und kann vom Besucher wahrgenommen werden.

6.2 Umsetzung

Der folgende Abschnitt beschreibt den Aufbau des Prototypen mit den nötigen Hardwarekomponenten und die technische Implementierung der Software. Das zentrale Ziel der Umsetzung war, das entwickelte Interaktionsdesign möglichst effizient in einem ersten Prototypen zu verwirklichen.

6.2.1 Aufbau

Abbildung 6.1 zeigt den skizzierten Aufbau des Prototypen. Hauptelement ist die große Projektionsfläche, auf die per Rückprojektion ein Fließtext projiziert wird. Der Kinect-Sensor wird auf der gegenüberliegenden Seite ausgerichtet, so dass der Interaktionsraum des Sensors die gesamte Projektionsfläche abdeckt.

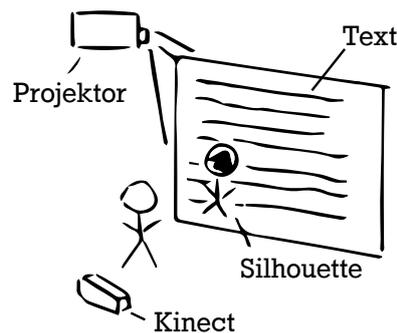


Abbildung 6.1.: Prototyp: Aufbau

Der Benutzer interagiert zwischen der Projektion und dem Kinect-Sensor, so dass durch Ausrichtung der beiden Elemente die Silhouette des Benutzers im Fließtext auf der Projektionsfläche dargestellt werden kann. Die Silhouette hebt sich durch bunte Buchstaben von dem restlichen in schwarz gehaltenen Fließtext ab.

6.2.2 Storyboard

Das hier gezeigte Storyboard (Abbildung 6.2) wurde während der frühen Konzeptentwicklung erstellt, um den Ablauf der möglichen Interaktion zu verdeutlichen. Zentrales Element des Konzeptes ist die Aufnahmefunktion der Installation, die Bewegungen des Benutzers aufzeichnet und beim Verlassen des Interaktionsraumes abspielt. Das Interaktionsdesign wurde im weiteren Verlauf der Entwicklung um zusätzliche Elemente ergänzt, die im Storyboard noch keine Erwähnung finden. Die direkte Einwirkung auf den Text, der durch die Anwesenheit des Benutzers verblasst, ist noch nicht dargestellt, findet sich aber in der finalen Implementierung wieder.

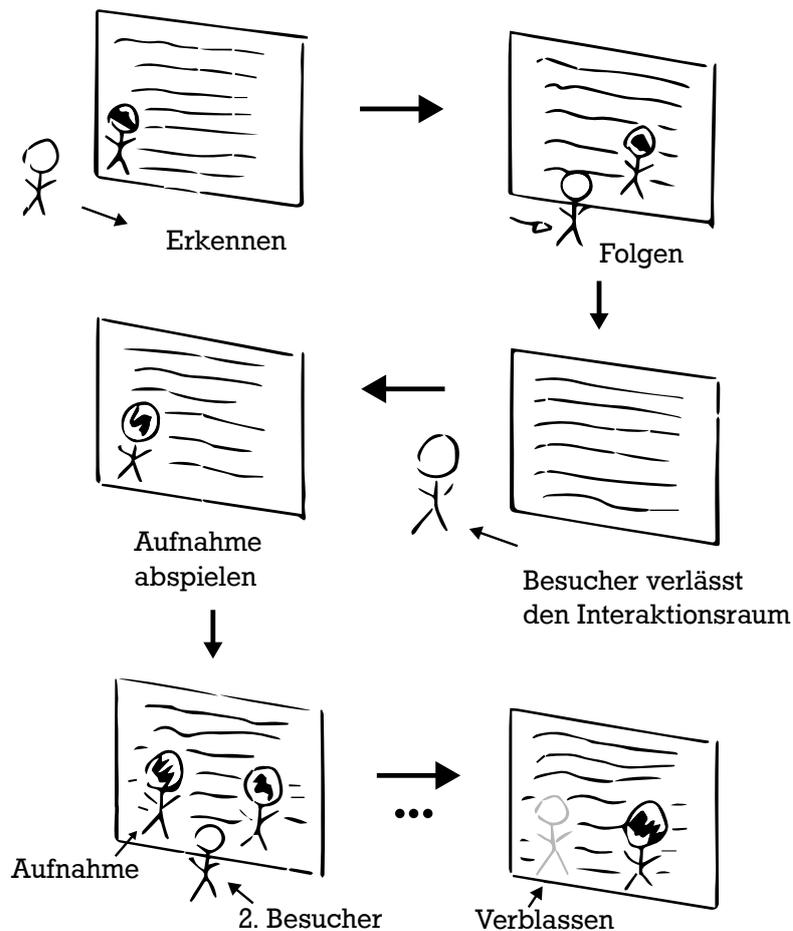


Abbildung 6.2.: Prototyp: Storyboard

6.2.3 Ablauf

Ein möglicher Interaktionsablauf ist in Abbildung 6.2 skizziert. Der Ablauf ist in drei Phasen unterteilt:

1. Erkennungsphase
2. Aufnahmephase
3. Abspielphase

Erkennungsphase. Betritt der Besucher den Interaktionsraum zwischen Projektionsfläche und Kinect-Sensor, wird er durch seine Bewegung vom Kinect-Sensor erkannt. Die Silhouette wird als eine Art Schatten mittels farbiger Buchstaben innerhalb des Fließtextes dargestellt (Abbildung 6.3). Der Besucher interagiert bereits durch seine Anwesenheit und seine Bewegungen innerhalb des Interaktionsraums mit der Installation und wird damit zum Benutzer. Die vorerst implizite

Interaktion kann sich zu einer expliziten Interaktion wandeln, sobald der Benutzer sich der Auswirkungen seines Handelns bewusst wird. Die dargestellte Silhouette dient als direktes Feedback für den Benutzer zum Verständnis der Interaktion.

Aufnahmephase. Die Aufnahmephase beginnt direkt, nachdem der Benutzer vom Kinect-Sensor erkannt wurde. Die Bewegungen des Benutzers werden intern gespeichert. Insgesamt werden bis zu fünf Aufnahmen gespeichert, diese können von einem Benutzer oder auch von verschiedenen Benutzern stammen. Die Anzahl der Aufnahmen wird beschränkt, da sonst bei der späteren Ausgabe die vielen Silhouetten zu einem sehr unruhigen Gesamtbild führen würden.

Abspielphase. Die Abspielphase beginnt, sobald der Benutzer den Interaktionsraum verlässt. Die Aufnahme wird gestoppt und von Beginn an abgespielt, so dass die Bewegungen des Benutzers für spätere Besucher oder ihn selbst sichtbar werden. Die Aufnahmen werden zur Unterscheidung der Live-Silhouetten in einem blässeren Farbton dargestellt. Abbildung 6.6 zeigt einen aktiven Benutzer (rote Silhouette) mit seinen beiden aufgenommenen Silhouetten (orange und blaue Silhouette) in blässeren Tönen. Der Benutzer kann den Text nachhaltig beeinflussen, indem jeder Buchstabe speichert wie oft er Teil einer Silhouette war und mit zunehmender Anzahl immer blässer dargestellt wird. Abbildung 6.4 und Abbildung 6.5 zeigen diese Funktion.



Abbildung 6.3.: Screenshot: Zwei aktive Benutzer

6.2.4 Technische Details

Für die technische Umsetzung wurde die Programmierumgebung Processing¹ verwendet. Processing ist eine auf Grafikausgabe und Animation ausgelegte Programmiervariante von Java, die sich durch eine einfache Handhabung auszeichnet und deshalb vor allem für Künstler und Gestalter interessant ist. Durch die breite Un-

¹ <http://processing.org> | letzter Zugriff: 01.02.2013

terstützung der Community finden sich eine Vielzahl zusätzlicher Libraries zur Integration externer Geräte, wie dem Kinect-Sensor von Microsoft. Processing bietet damit eine umfangreiche Basis zur Entwicklung eines interaktiven Prototypen.

Die Umsetzung der Kinectintegration erfolgte mittels des Open Source Frameworks OpenNI² und dem Wrapper SimpleOpenNI³ für die OpenNI Integration in Processing. OpenNI bietet eine Vielzahl an sehr fortgeschrittenen Methoden zur Analyse des Kamerabildes des Kinect-Sensors.

6.2.5 Programmablauf

Der Programmierahmen von Processing setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Einer `setup`-Methode, in der alle grundlegenden Parameter wie Fenstergröße und Kinect-Sensor angelegt und initialisiert werden und der `draw`-Methode, in der Bildschirminhalte periodisch aktualisiert werden und die eigentliche Programmlogik aufgerufen wird.

Der Text wird aus einer Textdatei als String eingelesen und in einzelne Buchstaben zerlegt. Jeder Buchstaben wird durch ein `Letter` Objekt repräsentiert, dessen Position und Gestaltung jederzeit geändert werden kann. Das `Panel` Objekt kapselt die Logik zur Ausgabe und die veränderlichen `Letter` Objekte.

Der Kinect-Sensor wird pro Durchlauf der `draw`-Methode einmal aktualisiert und liefert ein Integerfeld mit der Dimension 640x480 zurück. Dieses Feld repräsentiert die einzelnen Pixel, des aus dem Tiefensensor errechneten Bildes. Jedem erkannten Benutzer wird eine Zahl größer Null zugeordnet und als ID an den Positionen der Silhouette im Integerfeld gespeichert. An allen anderen Stellen steht eine Null.

Das `Panel` Objekt bekommt dieses Integerfeld übergeben und errechnet die Kollisionen der erkannten Benutzer mit den Buchstaben an dieser Stelle. Wird eine Kollision erkannt wird der betroffene Buchstabe im nächsten Bild farbig dargestellt. Gleichzeitig werden die Pixelinformationen der einzelnen Benutzer in getrennten `Record` Objekten gespeichert. Jedes `Record` Objekt besitzt eine `ArrayList` zur Speicherung der einzelnen Bilder. Verlässt ein Benutzer den Sichtbereich des Kinect-Sensors wird das jeweilige `Record` Objekt zur Wiedergabe freigegeben und im nächsten Aufruf der `draw`-Methode zusätzlich vom `Panel` Objekt zur Ausgabe berücksichtigt.

Jede Aufnahme wird nur für eine begrenzte Anzahl an Durchläufen dargestellt, so dass sie mit der Zeit wieder aus der Ausgabe verschwinden. Gleichzeitig ist die Anzahl der Aufnahmen beschränkt. Wird eine neue Aufnahme gestartet und die maximale Anzahl an Aufnahmen ist bereits erreicht, wird eine auch noch nicht abgelaufene Aufnahme überschrieben. Dies soll die Übersichtlichkeit und Zuordnung der einzelnen Silhouetten gewährleisten.

Umso häufiger Buchstaben Teil einer Silhouette sind, umso schwächer werden sie im nächsten Bild dargestellt. Dazu wird in jedem `Letter` Objekt gespeichert, wie oft der Buchstabe bereits farbig dargestellt wurde. Abhängig von dieser Anzahl

² <http://www.openni.org> | letzter Zugriff: 01.02.2013

³ <http://code.google.com/p/simple-openni> | letzter Zugriff: 01.02.2013

wieder der Buchstabe immer blasser dargestellt. Ist ein variable Prozentsatz des Textes nicht mehr lesbar wird ein neuer Text dargestellt.



Abbildung 6.4.: Screenshot: Zwei aktive Benutzer mit Möglichkeit den Text durch Wischen verblässen zu lassen

6.3 Umsetzung der Anforderungen

Die in Kapitel 4 eingeführten sieben Anforderungen sind bei der Entwicklung des Prototypen mit beachtet worden. Die Anforderung *Begeistern* ist vorab schwierig zu beurteilen. Ob der Prototyp die Anforderung, Begeisterung und Neugierde zu wecken, erfüllt, zeigt sich meist erst durch eine Benutzerevaluation. Die aufgezeichneten Silhouetten sollen auch ohne aktiven Benutzer die Neugier der Besucher wecken und ihnen die Interaktionsmöglichkeit des Prototypen aufzeigen. Der Fließtext soll den Besucher gleichermaßen dazu anregen, näher an die Projektionsfläche heranzutreten, um unbewusst zum Benutzer zu werden.

Der Übergang von Besucher zu Benutzer findet bereits durch Betreten des Interaktionsraums statt, diese Handlung setzt kein tieferes Verständnis für die Interaktionsfähigkeit voraus. Die Forderung nach einer einfachen und verständlichen Interaktion wurde mit in das Interaktionskonzept einbezogen. Eine weitere Anforderung betrifft die Integration der Installation in ihre Umgebung. Der Kinect-Sensor kann sehr unauffällig aufgestellt werden, die Rückprojektion erfordert größere Aufwendungen zur unauffälligen Integration in die Umgebung. Die Installation wird aber immer zuerst als eine Art passive Informationsbereitstellung angesehen, da die technische Umsetzung der Interaktion vom Benutzer versteckt werden kann.

Einer der zentralsten Anforderungen bezeichnet die Gruppeninteraktion, die es mehreren Besuchern gleichzeitig ermöglichen soll, die Installation zu verwenden und bestenfalls auch dadurch untereinander zu interagieren. Der Prototyp kann

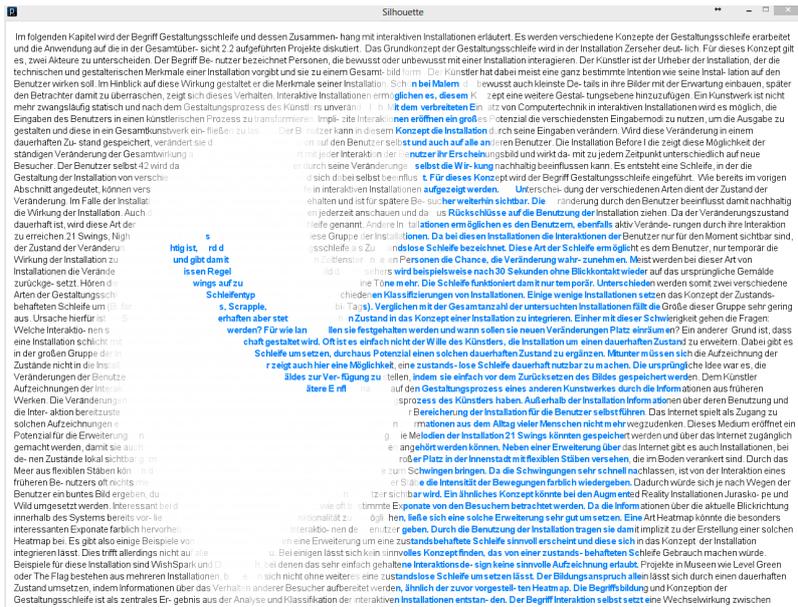


Abbildung 6.5.: Screenshot: Ein aktiver Benutzer mit der Möglichkeit den Text durch Wuschen verblässen zu lassen.

fünf Benutzer gleichzeitig erkennen. Das Konzept erlaubt Interaktionen der Benutzer miteinander, um beispielsweise gemeinsame Figuren an den Silhouetten zu formen, sowie Interaktionen von einzelnen Benutzern. Die beiden ausstehenden Anforderungen *Kommunikation* und *Gestaltung* finden sich in dem implementierten Aufnahmekonzept wieder. Der Benutzer gestaltet durch seine Anwesenheit und Bewegungen das Erscheinungsbild der Installation nicht nur für den Zeitraum seiner Anwesenheit, sondern auch darüber hinaus über die Aufnahme seiner Bewegungen. Die Installation wirkt immer unterschiedlich, je nach dem, wie die Benutzer sich zuvor verhalten haben. Kommunikative Gesten, wie Winken, können aufgezeichnet werden und zu einem späteren Zeitpunkt von anderen Benutzern gesehen werden.

6.4 Ausblick und Kritik

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Prototyp in einer lauffähigen Version gemäß der Ablaufbeschreibung (6.2.3) implementiert. Eine umfangreiche Benutzerevaluation wurde noch nicht durchgeführt und steht für eine weitere Beurteilung der Anforderungsumsetzung noch aus. Das Aufnahmekonzept kann um mehr Details erweitert werden. Es wäre denkbar, die Sprache und Meinungen der Benutzer mit aufzuzeichnen, um sie für spätere Besucher zugänglich zu machen. Bei dieser Überlegung darf das Thema Privatsphäre nicht vernachlässigt werden. Da die Interaktion grundsätzlich zu Beginn unbewusst stattfindet, dürfen die gesammelten Informationen nicht zu detailliert sein, um nicht in die Privatsphäre der Benutzer einzugreifen. Eine optionale Aufzeichnung der Sprache wäre denkbar, die es interessierten Benutzern erlaubt, aktiv eine Aufnahme ihrer Meinung und Gedanken zu initiieren. Unklar bleibt die Beantwortung der Frage: Für wie lange ist ein Benutzer an der Installation interessiert? Das vorgestellte Konzept des Prototyps stellt



Abbildung 6.6.: Screenshot: Ein aktiver Benutzer mit seinen beiden aufgenommenen Silhouetten

zwar einen Anreiz zur Entdeckung und Hinterfragung der Interaktion dar, wie sich dieses Konzept auf einen längeren Nutzungszeitraum auswirkt, kann ohne praktische Erfahrung und Beobachtung von verschiedenen Benutzern nicht abgeschätzt werden. Es hängt immer auch von der persönlichen Erwartung des Benutzers ab: Spricht mich dieses Konzept an? Warum sollte ich mit der Installation interagieren? Diese Fragen bleiben aufgrund der noch ausstehenden Benutzerevaluation vorerst unbeantwortet.

7 Fazit

7.1 Zusammenfassung

Der Übergang von Partizipation hin zur Interaktion in der Kunstgeschichte wurde mit dem Übergang vom Betrachter zum Benutzer der Kunst verknüpft. Daraus wurden die neuen Möglichkeiten interaktiver Installationen unter Verwendung moderner Technologie beschrieben, vor allem die Erschließung des öffentlichen Raumes und der Wandel von rein künstlerischen Installationen hin zu neuen Schnittstellen zur sozialen Interaktion und Kommunikation

Ein breites Spektrum interaktiver Installationen wurde untersucht, um eine Klassifikation zu entwickeln, aus der heraus Anforderungen an das Interaktionsdesign erarbeitet wurden. Die Klassifikation stützt sich auf einen zweidimensionalen Raum, der von den Dimensionen Input und Output aufgespannt wird. Die Dimensionen sind in die einzelnen Bereiche eingeteilt worden, die verschiedene Ein- und Ausgabemodalitäten beschreiben. Die Klassifikation baut damit eine Beziehung zwischen Eingabe- und Ausgabebereichen auf und definiert einen Gestaltungsraum der Interaktion. Durch die Einordnung der 42 untersuchten Installationen zeigen sich Ballungsräume in den Eingabebereichen Body-based, Touch, Tangible und dem Ausgabebereich Visual. In den wenig genutzten Bereichen Sensing, Augmented Reality, Physical Material, Audio und Light wurden Potenziale und Kombinationsmöglichkeiten für neue Installationen lokalisiert. Diese Sweet Spots eröffnen besonders interessante Konzepte für den Benutzer.

Aus jedem Bereich im definierten Gestaltungsraum wurde eine exemplarische Installation ausgewählt und detailliert beschrieben. Im Zuge der Beschreibungen wurden besondere Merkmale jeder einzelnen Installation herausgearbeitet um im späteren Verlauf in eine konkrete Anforderung an das Interaktionsdesign überführt zu werden. Anhand einer geeigneten Installation wurden so jeweils Punkte wie Integration in die Umgebung, Einfachheit der Interaktion und Reaktion der Benutzer näher beleuchtet. Die aus den Detailbeschreibungen gewonnenen Erkenntnisse, sowie Erkenntnisse aus der Literaturrecherche wurden zu einer sieben Punkte umfassenden Anforderungsliste zusammengefasst. Die Punkte *Begeistern*, *Einfachheit*, *Integration*, *Gruppeninteraktion*, *Emotion*, *Kommunikation* und *Gestaltung* wurden als wesentliche Punkte bei der Entwicklung eines Interaktionsdesigns ausgemacht.

Das eingeführte Konzept der Gestaltungsschleife zeigt eine mögliche Umsetzung der Anforderung *Gestaltung*. Hierbei wird die Eigenschaft der Interaktion, den Betrachter zum Benutzer werden zu lassen, noch weiter vertieft. Der Benutzer kann den Inhalt der Installation nachhaltig beeinflussen, wodurch er selbst implizit zum Künstler wird. Die Gesamtwirkung unterliegt einer ständigen Wandlung durch die Veränderungen durch den Benutzer. Die Installation *Zerseher* zeigt dieses Konzept bereits

in einer praktischen Umsetzung, indem der Betrachter des Bildes durch seinen Blick das Bild implizit verfremdet.

Es wurden zwei Arten der Gestaltungsschleife definiert. Bei der zustandslosen Schleife werden Veränderungen durch den Benutzer nicht dauerhaft gespeichert und sind daher nur temporär. Bei der zustandsbehafteten Schleife hingegen sind Veränderungen des Benutzers nachhaltig und werden in einem veränderbaren Gesamtzustand gespeichert. Eine praktische Umsetzung der zustandsbehafteten Schleife wurde in den entwickelten Prototypen aufgezeigt. Der Benutzer kann durch seine Bewegungen das Schriftbild einer Textprojektion aktiv beeinflussen. Seine Silhouette wird durch einen Kinect-Sensor ermittelt und als farbige Textsilhouette dargestellt. Jeder Buchstabe verblasst mit der Zeit, umso häufiger er Teil einer solchen Silhouette ist. Außerdem werden alle Bewegungen des Benutzers aufgezeichnet und abgespielt, sobald er die Interaktionszone verlässt. Es werden mehrere Aufzeichnungen vorgehalten, so dass der Benutzer seiner Eigenen oder der Vergangenheit anderer Benutzer begegnen kann.

7.2 Ausblick

Der Ausblick auf die zukünftige Entwicklung teilt sich auf die erarbeiteten Erkenntnisse und Kapitel auf. Der erste Teil beschäftigt sich mit der weiteren Verwendung der eingeführten Klassifikation und einer möglichen Erweiterung für weiterführende Analysen interaktiver Installationen. Eine zweite zentrale Erkenntnis dieser Arbeit ist das Konzept der Gestaltungsschleife, dessen Zukunftsaussichten ebenfalls diskutiert werden. Das Kapitel schließt mit dem Ausblick auf die Potenziale interaktiver Installationen bei ihrer Verbreitung in den öffentlichen Raum hinein.

Klassifikation. Der in dieser Arbeit vorgestellte zweidimensionale Gestaltungsraum für die Interaktion kann für die Einordnung zukünftiger Installationen verwendet werden, um sie in den bisherigen Kontext einzuordnen und zu vergleichen. Im Hinblick auf weiterführende Analysen kann der Gestaltungsraum um neue Bereiche erweitert werden, um sich an neue Interaktionsformen anzupassen. Eine Erweiterung des Gestaltungsraumes kann auch durch Definition einer zusätzlichen Dimension erfolgen, die den Raum in einen dreidimensionalen Raum transformieren würde. Die bisherigen Bereiche sind bewusst allgemein gewählt worden, um einen kompakten Überblick über die untersuchten Installationen zu schaffen. Für eine genauere Analyse in einzelnen Bereichen können diese weiter unterteilt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Bereich Visual, der sehr viele Installationen beinhaltet, da er die gesamte visuelle Ausgabe zusammenfasst. Eine Aufschlüsselung nach den verschiedenen Arten der visuellen Ausgabe ist möglich.

Gestaltungsschleife. Interaktive Installationen lassen sich von den drei Blickwinkeln: Kunst, Technologie und Gesellschaft aus betrachten und beurteilen. Die in Kapitel 5 vorgestellte Gestaltungsschleife bezieht sich auf die künstlerische und technologische Facette der Installationen. Technologisch und künstlerisch ist dieses Konzept sehr interessant. Der Erfolg der Umsetzung in zukünftigen Installationen wird aber zentral von den gesellschaftlichen Faktoren abhängig sein, die entscheiden, wie die neuen Möglichkeiten von den Menschen als Benutzer angenommen werden. Menschen fordern von der Technologie immer auch einen

Mehrwert. Dabei ist es weniger entscheidend, ob dieser Mehrwert real existiert und direkte Auswirkungen zeigt oder ob er vom Menschen nur als solcher empfunden wird. Menschen benutzen Dinge, die für sie einen Mehrwert bieten. Oberstes Ziel für das Konzept der Gestaltungsschleife muss es also sein, diesen Mehrwert zu generieren.

Interaktive Installationen. Interaktive Installationen werden in Zukunft dem Menschen immer öfter im öffentlichen Raum begegnen. Neben künstlerischen Intentionen werden viele Installationen zur Erprobung und Schaffung neuer Interaktionsformen konzipiert und im öffentlichen Raum installiert. Mit der Zeit wird sich zeigen, welchen Stellenwert diese Installationen für die Menschen einnehmen werden. Im Fokus stehen muss das Ziel, einen Mehrwert für den Menschen zu bieten. Die untersuchten Installationen wurden in dieser Arbeit von einem sehr technischen Blickwinkel aus beleuchtet. Ihre stärker werdende Verbreitung in vielen Bereichen unseres Lebens wird neue Fragen aufwerfen.

Interaktive Installationen, eingebettet in den öffentlichen Raum, werden die digitale Kommunikation beeinflussen und neue Formen schaffen. Soziale Interaktion, die bisher im öffentlichen Raum mehr und mehr verdrängt wird, wird einen besonderen Stellenwert einnehmen. Im Gegensatz zu Smartphones, die Interaktion zwischen entfernten Personen schaffen und dabei die Personen gleichzeitig von ihrer direkten Umgebung isolieren, steht bei interaktiven Installationen die Förderung der sozialen Interaktion im Vordergrund. Technologie kann dazu eingesetzt werden, um bewusst die zwischenmenschliche soziale Interaktion zwischen den Menschen zu fördern.

In ihrer jetzigen Form sind Installationen stark von der künstlerischen Intention geprägt. Neue Formen der Interaktion werden für die Beeinflussung eines künstlerischen Prozesses entwickelt. Auf dem Weg hin zu einem öffentlichen Raum durchsetzt mit interaktiven Elementen, in Form von Medienfassaden, Public Displays und anderen digitalen Oberflächen und Objekte, ist noch offen, ob der künstlerische Aspekt der Installationen teilweise verschwinden wird und den Intentionen zur Beeinflussung digitaler Kommunikation und sozialer Interaktion mehr Raum einräumen wird.

Ob dieses ehrgeizige Ziel, die digitale Kommunikation nachhaltig zu verändern und einen festen Platz im öffentlichen Raum einzunehmen, erreicht werden kann, werden erst die nächsten Jahre zeigen. Grenzen werden meist nicht von der Technologie gesetzt, sondern von der Adaption durch den Menschen. Die schnelle Verbreitung von mobilen Geräten zeigt die enorme Geschwindigkeit, mit der neue Technologie vom Menschen angenommen wird.

Der öffentliche Raum lässt sich potenziell an vielen verschiedenen Stellen durch interaktive Elemente erweitern. Im Fokus wird neben Kommunikation auch die Bereitstellung von Informationen stehen. Dem Menschen Zugang zu persönlichen Informationen an ansonsten öffentlichen Orten zu ermöglichen ist bereits ein Forschungsthema [29]. Interaktive Installationen zeigen bereits jetzt die verschiedenen Aspekte zum weiteren Einsatz von Technologie in unserem Alltag und werden sich in der Zukunft noch weiter im Umfeld des Menschen verbreiten.

Name	Input	Output	BI	Multituser	ZB	Space	Künstler
1 Adobe CS3 Interactive Mural [65]	Body-based	Visuel		k.A.		Public	Brand New School
2 CLOUD [15]	Tangible	Light	X	X		Public	Caitlind r.c. Brown & Wayne Garrett
3 WILD [50]	Augmented Reality	Visuel	X	X		Museum	Melbourne Museum
4 Level Green [8]	Touch/Tangible	Visuel/PM	X	X		Museum	ART+COM
5 ZEPSEHER [3]	Gaze	Visuel	k.A.			Museum	ART+COM
6 Duality [6]	Body-based	Visuel/PM		X		Public	ART+COM
7 Floating Numbers [4]	Touch	Visuel	X	X		Museum	ART+COM
8 Jurascope [7]	Augmented Reality	Visuel	X	X		Museum	ART+COM
9 Das neue Österreich [5]	Touch/Tangible	Visuel	X	X		Museum	ART+COM
10 Statistikband [9]	Tangible	Visuel	X	X		Museum	ART+COM
11 Transportation Hall [62]	Body-based	Visuel		X		Museum	Potion
12 Lemende Stadt [71]	Video	Visuel/Light	X	X		Public	urbanscreen.com
13 ACCESS [66]	Body-based	Audio/Light				Public	Marie Sester
14 CellPhoneDisco [38]	Sensing	Light		X		Public	Ursula Lavrencic
15 Reactive Sparks [43]	Sensing	Light		X		Public	Lab[au]
16 All Eyes on you [14]	Body-based	Visuel		X		Public	Britzperermann
17 Sustainable Dance Floor [23]	Body-based	Light		X		Public	Energy Floors
18 21 Swings [2]	Tangible	Audio	X	X		Public	Mouna Andraos/Melissa Mongiat
19 Night Lights [73]	Body-based/Touch	Visuel	X	X		Public	Telecom
20 GUTEN TOUCH [55]	Touch	Visuel	X	X		Public	Multitouch Barcelona
21 Tape Recorders [47]	Body-based	PM		X	X	Museum	Rafael Lozano-Hemmer
22 Starfield [21]	Tangible	Visuel	X			k.A.	Cyrl Diagne, Tobias Muthesius
23 Interactive Snow Window [68]	Body-based	PM		k.A.		Public	sosolimited
24 DigDrench [63]	Tangible	Visuel	X	X		Museum	Xson Rosen, et al.
25 Archifon [27]	Tangible	Audio/Light	X	k.A.		Public	FLOEX & INITI
26 Scrapple [45]	Tangible	Audio/Light	X	X	X	Museum	Golan Levin
27 Before I die [16]	Tangible	PM	X	X	X	Public	Candy Chang
28 High Artic [57]	Tangible	Visuel	X	X		Museum	National Maritime Museum
29 SWAY'D [48]	Tangible	PM	X	X		Public	Daniel Lyman
30 publicubes [34]	Tangible/Video	Visuel/PM	X	X	X	Public	BenXmin Hohnheiser
31 MobITags [17]	Touch (Mobile)	Visuel	X	X	X	Museum	Cornell University
32 WishSpark [59]	Tangible	Light/Audio	X	X		Public	Sunyoung Park, et al.
33 EMDialog [33]	Touch	Visuel	X	X		Museum	Uta Hinrichs, et al.
34 Aarhus by Light [54]	Body-based	Visuel (MF)		X		Public	k.A.
35 LED-s Urban Carpet [13]	Body-based	Visuel		X		Public	Carolina Briones
36 "Tangible Programming" [35]	Tangible	Visuel	X	X		Museum	Michael S. Horn, et al.
37 Bohemian Bookshelf [69]	Touch	Visuel	X	X		Public	Alice Thudt, et al.
38 SMSlingshot [25]	Tangible	Visuel (MF)	X	X	X	Public	Patrick Fischer/Christian Zöllner
39 Extended Touch Projector [12]	Touch (Mobile)	Visuel (MF)	X	X		Public	k.A.
40 X-Ray Examination [44]	Body-based	Visuel		X		Museum	Tate Britain
41 Drawing Activity [44]	Touch	Visuel	X			Museum	Tate Britain
42 In Order to Control [58]	Body-based	Visuel		X		Public	NOTA BENE visual

Legende: BI = Bewusste Interaktion ZB = Zustandsbehaftet / PM = Physical Material / MF = Media façades / Mobile = Touchsteuerung über das Smartphone

Literaturverzeichnis

- [1] ALT, Florian ; SCHNEEGASS, Stefan ; SCHMIDT, Albrecht ; MÜLLER, Jörg ; MEMAROVIC, Nemanja: How to evaluate Public Displays.pdf. In: *Proceedings of the 2012 International Symposium on Pervasive Displays (2012)*, 17:1—17:6. <http://dx.doi.org/10.1145/2307798.2307815>. – DOI 10.1145/2307798.2307815. ISBN 978–1–4503–1414–5
- [2] ANDRAOS, Mouna ; MONGIAT, Melissa: *Installation: 21 Swings*. <http://www.dailytouslesjours.com/project/21-balancoires>, letzter Zugriff: 27.12.2012,
- [3] ART+COM: *Installation: Zerseher*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/zerseher/>, letzter Zugriff: 23.01.2013, 1992
- [4] ART+COM: *Installation: Floating.Numbers*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/floatingnumbers/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2004
- [5] ART+COM: *Installation: Das neue Österreich*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/das-neue-oesterreich/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2005
- [6] ART+COM: *Installation: Duality*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/duality/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2006
- [7] ART+COM: *Installation: Juraskope*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/juraskope/>, letzter Zugriff: 09.01.2013, 2007
- [8] ART+COM: *Installation: Level Green*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/level-green/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2009
- [9] ART+COM: *Installation: Statistikband*. <http://www.artcom.de/projekte/projekt/detail/statistikband/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2009
- [10] BARRIGA, Elvira: Interaktion als Aspekt moderner Ästhetik. (2004). <http://www.dichtung-digital.de/2004/2/Barriga/index.htm%7D>
- [11] BORCHERS, Jan: A Pattern Approach to Interaction Design. In: GILL, Satinder (Hrsg.): *Cognition, Communication and Interaction*. Springer London, 2008 (Human-Computer Interaction Series). – ISBN 978–1–84628–926–2, S. 114–131
- [12] BORING, Sebastian ; GEHRING, Sven ; WIETHOFF, Alexander ; BLÖCKNER, Anna M. ; SCHÖNING, Johannes ; BUTZ, Andreas: Multi-user interaction on media facades through live video on mobile devices. In: *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI*

-
- '11 (2011), Nr. 1, 2721. <http://dx.doi.org/10.1145/1978942.1979342>. – DOI 10.1145/1978942.1979342. ISBN 9781450302289
- [13] BRIONES, Carolina: LEDs urban carpet: a portable interactive installation for urban environments. (2006), Nr. September. <http://eprints.ucl.ac.uk/2883>
- [14] BRITZPETERMANN: *Installation: All eyes on you*. <http://www.britzpetermann.com/portfolio/schau>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [15] BROWN, Caitlind r.c. ; GARRETT, Wayne: *Installation: CLOUD*. <http://incandescentcloud.wordpress.com>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2012
- [16] CHANG, Chandy: *Installation: Before I Die*. <http://candychang.com/before-i-die-in-nola>, letzter Zugriff: 09.01.2013,
- [17] COSLEY, Dan ; BAXTER, Jonathan ; LEE, Soyoung ; ALSON, Brian ; NOMURA, Saeko ; ADAMS, Phil ; SARABU, Chethan ; GAY, Geri: A tag in the hand: supporting semantic, social, and spatial navigation in museums. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2009), 1953—1962. <http://dx.doi.org/10.1145/1518701.1518999>. – DOI 10.1145/1518701.1518999. ISBN 978-1-60558-246-7
- [18] DALSGAARD, Peter ; FRITSCH, Jonas: Media Façades beyond interaction. In: *Public and Situated Displays to Support Communities* (2008), 1–4. http://cs-wray.lancs.ac.uk/ozchi08/papers/dalsgaard_media_facades.pdf. ISBN 0980306345
- [19] DALSGAARD, Peter ; HALSKOV, Kim: Designing urban media facades: cases and challenges. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2010), 2277–2286. <http://dx.doi.org/10.1145/1753326.1753670>. – DOI 10.1145/1753326.1753670. ISBN 978-1-60558-929-9
- [20] DANIELS, Dieter: Strategies of interactivity. In: *The Art and Science of Interface and Interaction Design* (2008), 27–62. <http://www.springerlink.com/index/T70432265G5NH125.pdf>
- [21] DIAGNE, Cyril ; MUTHESIUS, Tobias: *Installation: Starfield*. <http://www.lab212.org/projects/starfield>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [22] DUCHAMP, Marcel: *Votrag: The Creative Act*. 1967
- [23] ENERGY FLOORS: *Installation: Sustainable Dance Floor*. <http://www.youtube.com/watch?v=NNBOfUwRLgw>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [24] FERRIS, Kieran ; BANNON, Liam ; CIOLFI, Luigina ; GALLAGHER, Paul: Shaping experiences in the hunt museum: a design case study. In: *Proceedings of the ACM Conference on Designing Interactive Systems* (2004), 205–214. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1013144>. ISBN 1581137877
- [25] FISCHER, Patrick ; ZÖLLNER, Christian: *Installation: SMSlingshot*. <http://www.vrurban.org/smslingshot.html>, letzter Zugriff: 16.01.2013,

-
- [26] FISCHER, PT ; HORNECKER, Eva: Urban HCI: spatial aspects in the design of shared encounters for media facades. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2012), 307–316. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2207719>. ISBN 9781450310154
- [27] FLOEX UND INITI: *Installation: Archifon*. <http://www.archifon.org/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2012
- [28] GELLER, Tom: Interactive Tabletop Exhibits in Museums and Galleries. In: *Computer Graphics and Applications, IEEE* 26 (2006), Nr. 5, S. 6–11. <http://dx.doi.org/10.1109/MCG.2006.111>. – DOI 10.1109/MCG.2006.111. – ISSN 0272–1716
- [29] GREENBERG, Saul ; BOYLE, Michael ; LABERGE, Jason: PDAs and shared public displays: Making personal information public, and public information personal. In: *Personal Technologies* 3 (1999), Nr. 1-2, 54–64. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01305320>. – DOI 10.1007/BF01305320. – ISSN 0949–2054
- [30] GUSTAFSON, Per: Meanings of Place: Everyday Experience and Theoretical Conceptualizations. In: *Journal of Environmental Psychology* 21 (2001), März, Nr. 1, 5–16. <http://dx.doi.org/10.1006/jevpp.2000.0185>. – DOI 10.1006/jevpp.2000.0185. – ISSN 02724944
- [31] HARRISON, Steve ; DOURISH, Paul: Re-place-ing space: the roles of place and space in collaborative systems. In: *Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work* (1996), 67–76. <http://dx.doi.org/10.1145/240080.240193>. – DOI 10.1145/240080.240193. ISBN 0–89791–765–0
- [32] HEATH, Christian ; LEHN, Dirk V. ; OSBORNE, Jonathan: Interaction and interactives: collaboration and participation with computer-based exhibits. In: *Public Understanding of Science* 14 (2005), Januar, Nr. 1, 91–101. <http://dx.doi.org/10.1177/0963662505047343>. – DOI 10.1177/0963662505047343. – ISSN 0963–6625
- [33] HINRICHS, Uta ; SCHMIDT, Holly ; CARPENDALE, Sheelagh: EMDialog: bringing information visualization into the museum. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 14 (2008), Nr. 6, 1181–8. <http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.127>. – DOI 10.1109/TVCG.2008.127. – ISSN 1077–2626
- [34] HOHNHEISER ; BENJAMIN: *Installation: publicubes: in transit*. <http://benju.net/publicubes/blog>, letzter Zugriff: 09.01.2013,
- [35] HORN, MS ; SOLOVEY, ET ; JACOB, RJK: Tangible programming and informal science learning: making TUIs work for museums. In: *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children* (2008), 194–201. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1463689>. ISBN 9781595939944

-
- [36] HORNECKER, Eva: “I don’t understand it either, but it is cool”-visitor interactions with a multi-touch table in a museum. In: *Horizontal Interactive Human Computer Systems, 2008. TABLETOP 2008. 3rd IEEE International Workshop on* (2008), 113–120. <http://dx.doi.org/10.1109/TABLETOP.2008.4660193>. – DOI 10.1109/TABLETOP.2008.4660193. ISBN 978–1–4244–2898–4
- [37] HORNECKER, Eva ; STIFTER, Matthias: Learning from interactive museum installations about interaction design for public settings. In: *Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments - OZCHI '06*. New York, New York, USA : ACM Press, November 2006. – ISBN 1595935452, 135
- [38] INFORMATIONLAB: *Installation: CellPhoneDisco*. <http://www.cellphonedisco.org/>, letzter Zugriff: 28.12.2012,
- [39] ISHII, Hiroshi ; ULLMER, Brygg: Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In: *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 1997 (CHI '97). – ISBN 0–89791–802–9, 234–241
- [40] KELLY, Lynda: Use of computer interactives in museum exhibitions: Literature Review / Australian Museum Audience Research Centre. 2000. – Forschungsbericht
- [41] KLEMMER, Scott R. ; HARTMANN, Björn ; TAKAYAMA, Leila: How bodies matter: five themes for interaction design. In: *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems* (2006), 140–149. <http://doi.acm.org/10.1145/1142405.1142429>. ISBN 1–59593–367–0
- [42] KORTBEK, Karen J. ; K, Kaj Grø n.: Interactive spatial multimedia for communication of art in the physical museum space. In: *Proceedings of the 16th ACM international conference on Multimedia* (2008), 609–618. <http://dx.doi.org/10.1145/1459359.1459441>. – DOI 10.1145/1459359.1459441. ISBN 978–1–60558–303–7
- [43] LAB[AU]: *Installation: Reactive Sparks*. <http://www.designboom.com/art/lab-au-binary-waves/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2008
- [44] LEHN, Dirk vom ; HINDMARSH, Jon ; LUFF, Paul ; HEATH, Christian: Engaging constable: revealing art with new technology. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2007). <http://dx.doi.org/10.1145/1240624.1240848>. – DOI 10.1145/1240624.1240848. ISBN 978–1–59593–593–9
- [45] LEVIN, Golan: *Installation: Scrapple*. <http://www.flong.com/projects/scrapple/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2005
- [46] LIM, Youn-kyung ; STOLTERMAN, Erik ; JUNG, Heekyoung ; DONALDSON, Justin: Interaction gestalt and the design of aesthetic interactions. In: *Proceedings of*

the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces (2007), 239—254. <http://doi.acm.org/10.1145/1314161.1314183>. ISBN 978-1-59593-942-5

- [47] LOZANO-HEMMER, Rafael: *Installation: Tape Recorders*. <http://www.bitforms.com/rafael-lozano-hemmer.html#id=27&num=14>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2011
- [48] LYMAN, Daniel: *Installation: Sway´d*. <http://vimeo.com/24765907>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [49] MAHLKE, Sascha ; MENSCH-MASCHINE-SYSTEME, Z: Emotionen als Aspekt des Nutzungserlebens-Implikationen für die Praxis. In: *Usability Professionals* (2006), 1–4. [http://www.zmms.tu-berlin.de/\\$\sim\\$ma/resources/papers/UP06_Mahlke.pdf%7D](http://www.zmms.tu-berlin.de/\simma/resources/papers/UP06_Mahlke.pdf%7D)
- [50] MELBOURNE MUSEUM: *Installation: WILD: Amazing animals in a changing world*. <http://museumvictoria.com.au/melbournemuseum/discoverycentre/wild/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2009
- [51] MILGRAM, Paul ; KISHINO, Fumio: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. In: *IEICE Transactions on Information Systems* E77-D (1994), Nr. 12
- [52] MÜLLER, J ; WALTER, Robert ; BAILLY, Gilles ; NISCHT, Michael ; ALT, Florian: Looking glass: a field study on noticing interactivity of a shop window. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2012), 297–306. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2207718>. ISBN 9781450310154
- [53] MÜLLER, Jörg ; ALT, Florian ; MICHELIS, Daniel ; SCHMIDT, Albrecht: Requirements and design space for interactive public displays. In: *Proceedings of the international conference on Multimedia* (2010), Nr. Figure 1. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1873951.1874203>. ISBN 9781605589336
- [54] MUSIKHuset ÅRHUS ; MARTIN PROFESSIONAL ; WALL OF PIXELS ; THE ANIMATION WORKSHOP OG UNIVERSITET: *Installation: Århus by Light*. <http://www.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/2008/07/7s.jpg>, letzter Zugriff: 27.12.2012, 2008
- [55] MUTLITOUCH BARCELONA: *Installation: Guten Touch*. <http://www.multitouch-barcelona.com/blog/?p=429>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [56] NASH, C: Interactive media in museums Looking backwards, forwards and sideways. In: *Museum Management and Curatorship* 11 (1992), Juni, Nr. 2, 171–184. [http://dx.doi.org/10.1016/0964-7775\(92\)90018-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0964-7775(92)90018-Z). – DOI 10.1016/0964-7775(92)90018-Z. – ISSN 09647775
- [57] NATIONAL MARITIME MUSEUM: *Installation: High Arctic*. <http://www.rmg.co.uk/visit/exhibitions/past/high-arctic/>, letzter Zugriff: 16.01.2013,
- [58] NOTA BENE VISUAL: *Installation: In order to control*. <http://notabenevisual.com/?p=443>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2011

-
- [59] PARK, Sunyoung ; NAM, Tek-Jin ; LIM, Yuree S.: Creating social value of interactive media installation: case study of designing wish spark. In: *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2008 (CHI EA '08). – ISBN 978-1-60558-012-8, 2835-2840
- [60] PETERSEN, Marianne G. ; IVERSEN, Ole S. ; KROGH, Peter G. ; LUDVIGSEN, Martin: Aesthetic interaction: a pragmatist's aesthetics of interactive systems. In: *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (2004), 269-276. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1013153>. ISBN 1581137877
- [61] POPPER, Frank: The Place of High-Technology Art in the Contemporary Art Scene. Version: 1993. <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1575783?uid=3737864&uid=2&uid=4&sid=21101536133443>. The MIT Press, 1993, 65-69
- [62] PORTION: *Installation: Transportation Hall*. <http://www.potiondesign.com/project/transportation-hall/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2009
- [63] ROSEN, Jason ; WON KIM, Jee ; SHAPIRO, Luca ; RICHARDSON, Matt ; VISUTYOTHAPIBAL, Phan ; ZENA, Koo: *Installation: DigiDrench*. <http://digidrench.com/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2011
- [64] ROUSSOU, Maria: High-end interactive media in the museum. In: *ACM SIGGRAPH 99 Conference abstracts and applications* (1999), 59-62. <http://doi.acm.org/10.1145/311625.311682>. ISBN 1-58113-103-8
- [65] SCHOOL, Brand N.: *Installation: Adobe CS3 Interactive Mural*. <http://vimeo.com/7581300>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2007
- [66] SESTER, Marie: *Installation: Access*. <http://www.accessproject.net/>, letzter Zugriff: 26.12.2012, 2002
- [67] SHIREHJINI, Ali A. N.: Klassifikation der Human-Environment-Interaction in intelligenten Umgebungen. In: *Gesellschaft für Informatik (Jahrestagung)* (2006), 382-389. <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings94/GI-Proceedings-94-52.pdf>. ISBN 978-3-88579-188-1
- [68] SOSOLIMITED: *Installation: Interactive Snow Window*. <http://sosolimited.com/hbo-snow-globe/>, letzter Zugriff: 16.01.2013, 2009
- [69] THUDT, Alice ; HINRICHS, Uta ; CARPENDALE, Sheelagh: The bohemian bookshelf: supporting serendipitous book discoveries through information visualization. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2012), 1461-1470. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2208607>. ISBN 9781450310154
- [70] TURKLE, Sherry: *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books, 2011
- [71] URBANSCREEN: *Installation: Lernende Stadt*. http://www.youtube.com/watch?v=LBKN8d4md_Y, letzter Zugriff: 16.01.2013,

-
- [72] VOM LEHN, Dirk ; HEALTH, Christian ; HINDMARSH, Jon: Rethinking interactivity: design for participation in museums and galleries. (2005). http://www.eng.cam.ac.uk/DesignOffice/cmt/resources/pdf/vom_lehnetA1.pdf
- [73] YESYESNO: *Installation: Night Lights*. <http://yesyesno.com/night-lights>, letzter Zugriff 23.12.2012,