

SENSITIVE VOXEL

DIPLOMARBEIT

ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES EINER
DIPLOM-INGENIEURIN

STUDIENRICHTUNG:
ARCHITEKTUR

INGRID POHL

TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
ERZHERZOG-JOHANN-UNIVERSITÄT
FAKULTÄT FÜR ARCHITEKTUR

BETREUER:
HIRSCHBERG, URS LEONHARD, UNIV.-PROF. DIPL.-ARCH. DR.SC.ETH

INSTITUT:
INSTITUT FÜR ARCHITEKTUR UND MEDIEN

SEPTEMBER 2010

Deutsche Fassung:
Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am (Unterschrift)

Englische Fassung:

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

.....
date

.....
(signature)

INHALT

1. ABSTRACT	6
Keywords	6
2 EINLEITUNG	8
2.1 DEFINITION: INTERAKTIVITÄT, KOMMUNIKATION UND INTERAKTIVE ARCHITEKTUR	11
.....	
2.1.1 Interaktiv versus Reaktiv	20
2.1.2 Kommunikation	24
2.1.3 Technik	28
2.2 CASE STUDIES	33
.....	
Projekt 1: Muscel, Kas Oosterhuis	34
Projekt 2: Slow Furl, Mette Ramsgard Thomsen	35
Projekt 3: Lonely Home, Tobi Schneider	36
Projekt 4: Performative Ecologies, Ruairi Glynn	37
Projekt 5: Colloquy of Mobiles, Gordon Pask	39
Projekt 6: Robot 1, Dunne & Raby	40
Projekt 7: Moody Mushroom Floor, Usman Haque	41
Projekt 8: Tower of Winds, Toyo Ito	43
Projekt 9: Disturb Me, Popcorn Makers	45
Projekt 10: Aperture , Gunnar Green und Frederic Eyl	46
Projekt 11: You fade out to light, rAndom International	47
Projekt 12: Dynamic Terrain, Janis Pönisch [www.janisland.com]	48
Projekt 13: Alpha Liege, Sha	49
2.3 DER SINNESRAUM	52
.....	

3. TACTILE DUCTILE HAPTIC	56
3.1 DIE KULTURELLE ROLLE DER HAPTİK	59
.....
3.2 TASTSINNESPHYSIOLOGIE	64
.....
3.2.1 Sensoren und Rezeptoren	72
3.2.2 Tastsinn und Raum	78
3.3 INTERAKTIVER TASTRAUM	86
.....
3.3.1 Case Studies Tastsinn	88
3.3.2 Das Embodiment der digitalen Haptik	94
4. TAKTILE ÄSTHETIK	99
4.1 ARCHITEKTUR UND ÄSTHETIK	99
.....
4.2.1 Definition	103
4.2.2 Euhaptik und Praxis	108
4.2.3 Technik interaktiver Tastraum	113
5. ENTWURF	119
5.1 KONZEPT	119
.....
5.2 FUNKTIONSPRINZIP	121
.....
5.2.1 Technik	128
5.2.2 Anwendungsbereiche	130
I SCHLUSSWORT	138
.....
II KEYWORDS	142
.....
III ABBILDUNGSVERZEICHNIS	144
.....
IV LITERATURVERZEICHNIS	148
.....

Die Arbeit Sensitive**Voxel** (=VolumePixel) setzt sich mit dem Thema der interaktiven Architektur und deren Auswirkung auf die menschlichen Sinne auseinander. Am Anfang steht die theoretische Beschäftigung mit dem Begriff Interaktivität an sich und dessen Bedeutung in der Architektur. Darüber hinaus werden verschiedene Case Studies beschrieben, welche sich gezielt mit dem Themenbereich interaktive Kommunikation und Auswirkungen auf die menschlichen Wahrnehmungssinne befassen. Anhand dieser Analysen wird der Tastsinn als für die Architekturwahrnehmung wichtiger Sinn vertieft und auch der Begriff der Ästhetik in der Architektur näher beleuchtet. Daraus ergibt sich die Einführung und Erklärung des Begriffes der Euhaptik, der Ästhetik des Tastsinnes. Durch diese theoretische Abhandlung leitet sich der Entwurf eines interaktiven Oberflächensystems ab, das speziell den Tastsinn anspricht. Als Entwurfsergebnis wird das Projekt SensitiveVoxel vorgestellt, dessen Einsatzgebiete vielseitig und dessen Nutzung variabel ist. Verschiedene Nutzungsszenarien werden simuliert, wie z.B. ihre Verwendung im Möbeldesign oder als tektonische Oberfläche im Wellness-, Lounge- oder sogar Kinderbetreuungsbereich.

Keywords:

Interaktivität, Architektur, Wahrnehmung, menschliche Sinne, Tastsinn, Euhaptik, Kommunikation, Ambient Intelligence, Human Centric Design

1. ABSTRACT

The master thesis SensitiveVoxel (=Volume Pixel) deals with the topic of interactive architecture and its impact on the human senses. At the beginning there is the theoretical examination of the term “interactivity” and its meaning for architecture. Moreover several case studies are pictured, which are concerned with the subject area of interactive communication and its effects on the human senses of perception in particular. On the basis of these analyses, follows the argumentation of the sense of touch as a very important sense for the architectural perception and a deeper examination of aesthetic in architecture. Thus a new idea rises up, the aesthetic sense of touch, the so called Euhaptic. With this theoretical background I develop an interactive surface-system, which interacts with the sense of touch. As result the project SensitiveVoxel is presented, with various fields of application and flexible utilizations. Several scenarios of use are simulated, like for example for furniture design or as tectonical surface in a spa area, lounge or in childcare.

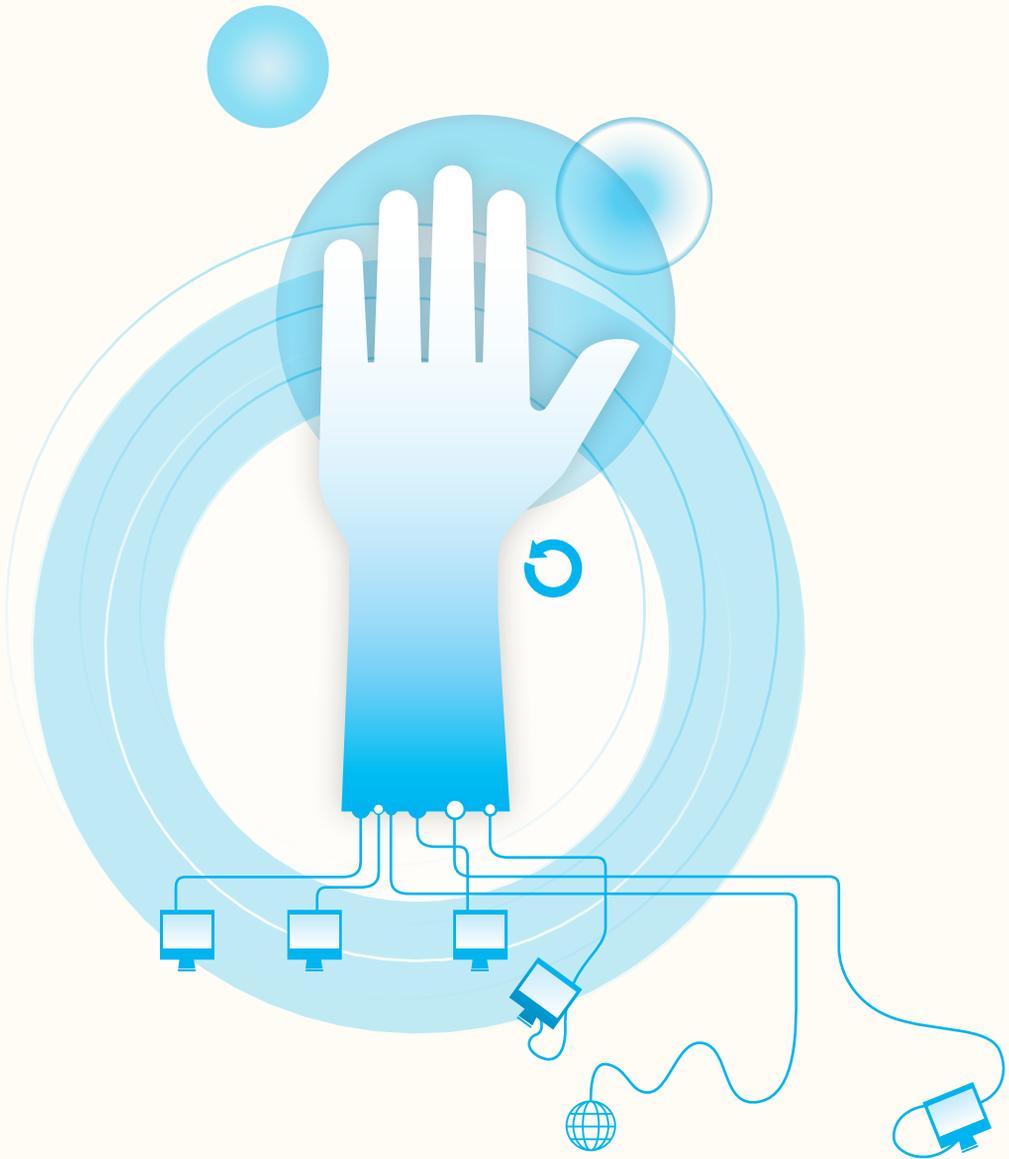
Keywords:

Interactivity, architecture, perception, human senses, touch sense, Euhaptik, communication, Ambient Intelligence, Human Centric Design

Interaktive Interfaces und Geräte die zu ganzen Systemen vernetzt sind, halten immer mehr Einzug in unser alltägliches Leben. Permanent werden neue Standards im Interaktionsbereich von Geräten wie dem Handy gesetzt und gleichzeitig beschäftigen wir uns auch immer mehr mit diesen Angeboten. Auch im Architekturdiskurs tritt dieses nicht mehr ganz so neue Phänomen vermehrt in den Fokus der Architekturschaffenden. Es geht dabei um Architektur die in aktiver Weise direkt mit dem Menschen kommuniziert und auf ihn reagiert. Räume und Raumsysteme können sich dabei auf Basis von Nutzerbedürfnissen neu konfigurieren. Die Ziele einer solchen räumlichen Wandlung reichen von bauphysikalischen Notwendigkeiten, über raumfunktionale Anforderungen, bis hin zu sinnlich ästhetischen Adaptionen. Die Beziehung, die zwischen interaktiver Umgebung und dem Menschen entsteht, ist dabei Kernthema der theoretischen Betrachtung von unterschiedlichen Projekten. Diese Räume verändern unseren alltäglichen Lebensraum nach sozialen, sinnlichen, körperlichen und anderen funktionalen Bedürfnissen. Dabei werden Aktoren, Sensoren, Computer und Menschen miteinander verbunden und können entsprechend aufeinander reagieren. Interaktivität wird in Zukunft eine relevante Rolle im Umgang zwischen Mensch und gebauter Architektur spielen, einerseits aus energetischen und funktionalen Gründen, aber auch aufgrund von gestalterischen Anforderungen und Nutzerbedürfnissen.

2. EINLEITUNG

Für mich persönlich ist dabei der Umgang mit den menschlichen Sinnen interessant und darüber hinaus auch die Auswirkung solcher interaktiven Sinnesräume auf die Architekturwahrnehmung. Jedoch fokussieren sich viele Projekte lediglich auf den Seh- und Hörsinn. Dadurch wird aber ein anderer, für die Architekturwahrnehmung relevanter Sinn, der Tastsinn, vernachlässigt. Ebenso kaum beleuchtet ist die Thematik der Tastsinnästhetik, die in Folge genauer untersucht wird und der eigenständige Begriff der Euhaptik, der Ästhetik des Tastsinnes wird eingeführt. Reizvoll ist nun aufgrund dieser theoretischen Basis ein interaktives Projekt zu entwickeln, welches sich der Euhaptik und des Tastsinnes als zentrale Themenpunkte annimmt. Wie kann man mit den vielseitigen Wahrnehmungsmöglichkeiten des Tastsinnes einen interaktiven Raum schaffen und was bewirkt dieser Raum beim Nutzer? Es wird dieses Gedankenkonzept der Euhaptik in einen konkreten Entwurf umgesetzt, um es von einer hypothetischen und theoretischen Ebene in eine konkrete, fassbare Umgebung zu transferieren.



2.1

DEFINITION: INTER- AKTIVITÄT, KOMMUNI- KATION UND INTERAKTIVE ARCHITEKTUR

Interaktivität ist in der heutigen Gesellschaft ein weit verbreitetes Schlagwort und wird beinahe inflationär verwendet. Von Onlinespielen bis zu Handys und Displays wird sehr viel als interaktiv bezeichnet. Doch was steht eigentlich hinter diesem Wort und vor Allem was bedeutet es für die Architektur?

Der Begriff der Interaktivität wird in vielen Disziplinen verwendet, sowohl im Bereich der Informatik, als auch im Medien- und Spieledesign und nicht zuletzt immer häufiger in der Architektur. Die Idee einer Interaktion zwischen dem Menschen und seiner technischen Umgebung ist genau genommen schon ein länger bekanntes und diskutiertes Kulturphänomen; bereits Brecht war für eine aktive Beteiligung der Radiozuhörer am Programm. Ebenso wie Turing, der Interaktivität allerdings im Sinne der mathematischen Wissenschaften untersuchte, im heutigen Sinne der Informatik. Informatiker und Interfacedesigner beschäftigen sich im Bereich der Interaktion vorwiegend mit der **Human Computer Interaction**, kurz HCI genannt. Dieses Wissenschaftsgebiet erforscht, wie Prozesse gesteuert werden können, in denen Computerprogramme und Interfaces mit dem Menschen direkt und unmittelbar interagieren. In dieser Designstrategie basiert der Entwurfsprozess auf dem Nutzer. Dies kann auf ganz unterschiedliche Weise vor sich gehen, auch im E-Learning Bereich wird die individuelle Interaktion des Programms mit dem Nutzer gefördert. In der Robotik interagieren die Maschinen mit ihrer Umgebung, sie lernen sich in einer ständig verändernden Umgebung zurecht zu finden und Aufgaben zu lösen. Computerprogramme werden genauso interaktiv gestaltet wie Handys und Homepages mit interaktiven Elementen ausgestattet werden. Dabei wird mit interdisziplinären Teams an der Entwicklung solcher Medien gearbeitet; Informatiker schaffen die Softwareumgebung, Designer verleihen dem Ganzen das richtige Aussehen und Psychologen oder auch Pädagogen und Mediziner sind an der Entstehung beteiligt. In den genannten Teilbereichen beschäftigt man sich primär mit der digitalen, virtuellen Interaktion, im Ge-

gensatz zur interaktiven Architektur, welche eine physische Interaktion zwischen Bauelementen, Objekten und dem Menschen ansteuert. In unserer technischen Umgebung sind interaktive Elemente weit verbreitet, wir haben uns auch im Umgang mit ihnen bereits an ihre speziellen Eigenschaften gewöhnt. Aber unabhängig von den divergierenden Einsatzbereichen, bleibt der Grundgedanke von Interaktivität immer derselbe, nämlich der des Dialoges und der gegenseitigen Adaption, basierend auf den ausgetauschten Informationen, sei es digitaler oder physischer Natur. Diese Anpassungsfähigkeit sollte im Idealfall auf einer gewissen Intelligenz seitens des interaktiven Systems basieren. Unter Intelligenz versteht man hier, dass sich diese interaktiven Systeme zum Teil selbstständig weiterentwickeln, also im Prinzip lernfähig sind. Sie lernen aus dem Verhalten, den Vorlieben und Bedürfnissen oder anderen Faktoren des Menschen, sie sind im Laufe der Zeit fähig sich denen anzupassen. Dadurch entwickelt sich eine Wechselbeziehung zwischen Mensch und interaktivem System: Eine Architektur, die vom Bewohner lernt, genauso wie der Bewohner von ihr lernt. Es steht nicht die absolute Kontrolle einer Formation im Mittelpunkt, sondern deren autonome Weiterentwicklung.

Baustrukturen interaktiver Räume dieser Art bestehen aus Sensoren, Computern, Aktoren, mechanischen Bestandteilen und nicht zuletzt aus der Komponente Mensch. Interaktive Architektur ist ein relativ junges Phänomen in der Architekturgeschicht. Normalerweise versteht man unter gebauter Architektur ein statisches Bauwerk, doch in den 40-er Jahren des 20. Jahrhundert legten die Kybernetiker den Grundstein für die konzeptionellen ersten Gehversuche interaktiver Architektur und damit für eine wandelbare und plastische Architekturauffassung. Ein wesentliches Grundprinzip kybernetischer Systeme ist, dass ihre Gesamtstruktur nicht feststeht, sondern sich ständig neu organisiert und folglich ein selbstregulierendes lernendes System bildet. Essentiell dabei war auch die interdisziplinäre Arbeit, die sich vom menschlichen Verhalten bis zur mathematischen Kalkulation von

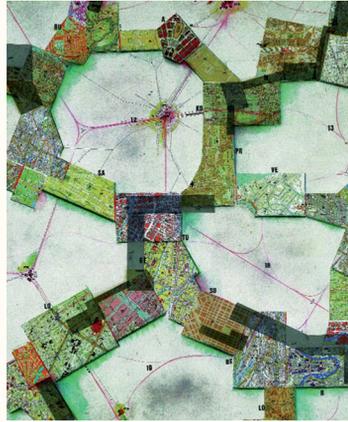


Abbildung 1: New Babylon, eine urbane interaktive Utopie aus den 60er Jahren

Steuermechanismen und allen Bereichen dazwischen erstreckte. Heute verhält es sich bei Interactive-Architekten nicht anders, entweder arbeiten sie mit anderen Disziplinen direkt zusammen oder sind selbst transdisziplinär ausgebildet. Basierend auf diesem Konzept der Flexibilität entstanden architektonische Utopien, die sich mit Konzept von Raum und Mensch als Feedbacksystem auseinandersetzen. Ideen von sogenannten responsiven Räumen und ganzen Stadtstrukturen wurden seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt. Eines der ersten Beispiele für diese Bewegung sind die Situationisten und in erster Linie der Künstler Constant Nieuwenhuys. Mit seinem langjährigen Projekt New Babylon (1959-1969) ersann er neue Stadtstrukturen, welche durch die Bevölkerung permanent reorganisiert werden. Die Bewohner sollten selbstständig bestimmen wie ihre Lebensumgebung aussieht, ein Partizipationsprinzip zur Gestaltung des urbanen Raumes war somit Kernthema New Babylons. Die Architektur war hier nicht mehr ein statisches Konstrukt sondern plastisch und flexibel, je nach Wunsch der Nutzer formbar und veränderbar.

„ ... der architektonische Komplex, den wir für die auf verschiedene Verhaltensformen ausgerichtete Konstruktion einer dynamischen Umwelt konzipieren, wird bestehende architektonische Formen umgestalten und plastischen sowie emotionalen Gebrauch von allerlei unfunktionierten Objekten, Kränen und metallenen Baugerüsten machen.“ (Constant) [www.sam-basel.org]

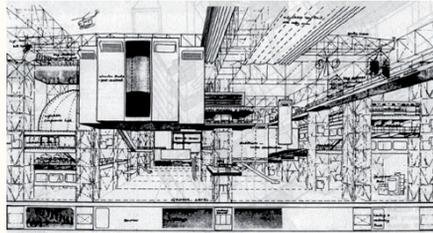


Abbildung 2: Fun Palace perspektivische Darstellung

Erwähnenswert hierbei ist, dass Nieuwenhuys eine Bevölkerung vorsah, die ein nomadisches Leben führt ohne die Notwendigkeit einer Arbeit nachzugehen, also einer sehr kreativen Lebensauffassung Tribut zollt. Seiner Auffassung nach sei jeder Mensch kreativ und müsse dies auch ausleben dürfen, indem er seinen gebauten Lebensraum selbst frei gestaltet. Es sollte konstruktiv möglich sein, dass Änderungen von einer einzigen Person vorgenommen werden könnten, um einen größtmöglichen Freiheitsgrad an individueller Gestaltung hervorzubringen. Auch Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Lichteinfall waren selbst wählbar. Er sah dieses Projekt immer als realisierbar an, anhand von zahlreichen Skizzen und Modellen versuchte er es auszuarbeiten, jedoch blieben diese Realisierungspläne immer zu vage für eine konstruktive Umsetzung [www.peterminnema.nl/].

Im gleichen Jahr als Nieuwenhuys die Arbeit zu New Babylon beendete, sprach sich ein weiterer Architekt **Andrew Rabeneck** dafür, aus kybernetische Technologien für eine benutzerdefinierte und flexible Architektur einzusetzen. Den statischen Strukturen sei es unmöglich sich geänderten Nutzerbedürfnissen anzupassen und somit müsse für zukünftige Gebäude eine responsive Art von Architektur gefunden werden, in der Technologie diese Prozesse ermöglicht [Oosterhuis, 2006, S. 494].

Durch die Kybernetik wurde nun das Feedbacksystem ins Zentrum des Interesses gerückt. Die Rückkoppelung zwischen Baustuktur und Nutzer erzeugt das Modell der partizipatorischen Architektur. Raum und Mensch reagieren aufeinander und agieren somit miteinander. Diese partizipatorischen, adaptiven Prinzipien finden ihren Niederschlag auch bei **Cedric Price**. Er war einer der ersten Pioniere und Visionär auf dem Gebiet der Realisierung solcher Konzepte. Sein bekanntestes und wohl meistzitiertes Projekt ist der **Fun Palace**.



Abbildung 3: Interaction Center

Zusammen mit der Theaterregisseurin Joan Littlewood entwarf er das Kulturzentrum, welches sich durch angemessene Verwendung von Technik den Nutzerbedingungen automatisch anpassen würde. Theaterbühnen, Wissenschaftslabors, Cafes und vieles mehr konnten je nach Bedarf neu zusammengesetzt werden. Das ambitionierte Projekt verfolgte das Ziel einer neuen Art von Architektur, dabei wurden kybernetische Ansätze und Computertechnologien eingesetzt um eine lernfähige und adaptive Umgebung zu schaffen. Bereits in dieser Zeit wollte er Sensoren verwenden die eine Feedbackschleife mit den Nutzern bildete. Das kulturelle Zentrum bestand konstruktiv aus einer Stabwerkskonstruktion und eingehängten Platten, durch Kräne und Ähnliches konnte es permanent neu strukturiert werden. In den Jahren zwischen 1961 und 1972 bearbeitete er dieses Projekt indem er zahlreiche Szenarien durchspielte, leider scheiterte der Bau des Fun Palace an bürokratischen Hürden. Endgültig realisierte er 1976 seine Idee von einem anpassungsfähigen Gebäude mit dem **Inter-Action Center** in London, eines reduzierten Variante des Vorgängerprojektes. Er setzte dabei die Idee einer möglichst flexiblen Gebäudes für kulturelle Veranstaltungen um. Das Gebäude wurde in einer Stahlrahmenbauweise errichtet in der nach dem Plug-in Prinzip Geschossebenen, Treppen und Raumcontainer eingehängt werden konnten. Die Optik des Gebäudes war für Price dabei eher unwichtig, genauso wie es für Price legitim war, dass sein Gebäude 2003 demontiert wurde, denn sobald eine Struktur nicht mehr zeitgemäß, und adäquat wandlungsfähig ist, verliere sie auch ihren Nutzen.

War man bisher eher utopisch und konzeptionell unterwegs, schafften die 1990er schließlich den Sprung zur physischen Umsetzung interaktiver Raumideen, weg von den Megastrukturkonzepten und hin zu einem kleineren Rahmen der Realisierbarkeit, den interaktiven Räumen. Im Laufe der letzten zwei Dekaden wurde viel im Bereich interaktive Architektur und Integration neuer Techniken in den Raum geforscht



Abbildung 4: Tron House

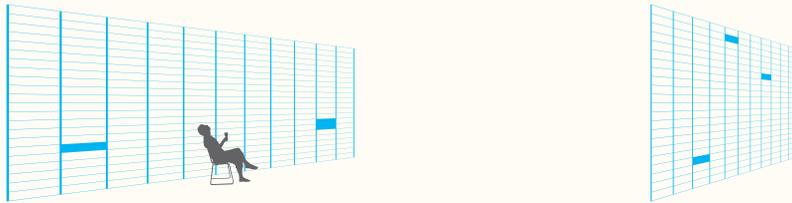
und experimentiert, denn nun waren die benötigten Technologien erhältlich, leistungsfähig und auch finanziell leistbar.

Um einen Überblick über die wichtigsten Projekte dieser Zeit und ihren Kontext zu liefern, werden einige hier nun kurz erläutert. Sie beschreiben generell, in welchem Ausmaß die Technik Architektur beeinflusst und stellen einen Teil der Erwartungen dar, die an solche Räume gestellt werden.

Wie man einen „interaktiven“ Raum gestalten kann, oder besser gesagt gleich ein ganzes Haus, stellte Ken Sakamura bereits im Jahr 1989 mit seinem **Tron House**² unter Beweis. TRON ist ein Akronym für „The real time operating system nucleus“ und hat nichts mit dem gleichnamigen Film Tron zu tun, abgesehen von der computerbasierten Umgebung der beiden [www.tronweb.super-nova.co.jp]. Das Pilotprojekt war seinerzeit das Haus mit den meisten integrierten Computereinheiten der Welt, es beherbergte auf 200 m² 380 miteinander vernetzte Computer und alle Bauteile waren mit Sensoren und Microcontrollern ausgestattet.

Dieses Haus erfüllt alle voreingestellten Wünsche des Bewohners, und genau da liegt das Problem, denn der Mensch ist ein sehr wankelmütiges Wesen in seinen Bedürfnissen und benötigt nicht immer konstante 20 Grad Celsius oder Ähnliches. Das Projekt ist trotz dieses Kritikpunktes an seinem Grundkonzept ein sehr Wesentliches und ein Meilenstein in der **smart home** Entwicklung, welche als Initialzündung gesehen werden soll und nicht lediglich als technisch noch besser auszustattendes Technohaus fungiert.

Dies geschah nämlich im Nachfolgeprojekt **PAPI** (2005 fertig gestellt), welches sich in der Tiefgründigkeit der Absicht keinen Millimeter vom Thronhaus fortbewegte und in dieser technophil anmutenden Konzeption und Realisierung verhaftet blieb. Es werden alle denkbaren automatisierten Prozesse angeboten, von der Luftfeuchtigkeitsregulierung



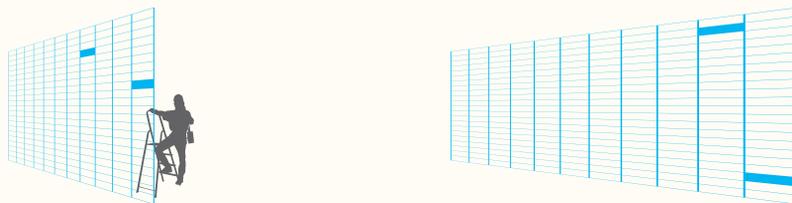
über Sonnenschutz, bis hin zu Stuhlanalysen der intelligenten und hilfsbereiten Sanitäranlage, also eine vollautomatisierte Haustechnik in die alle ansteuerbaren Elemente integriert sind.

Dem Ziel eines interaktiven Raumes kommen da **ambient intelligence** Projekte viel näher, in denen die Technik so integriert ist, dass sie sich situativ an den Nutzer anpasst, selbstverständlich ohne dass dieser das System dazu anhält. In einigen dieser Häuser dient ein “personal digital assistant“ als zentrale Fernbedienung für alle Geräte und die gesamte Haustechnik. Eine wahrhaft intelligente Umgebung würde indes ein solches Einzelgerät nicht mehr benötigen, stattdessen würden für die Interaktion Sensoren und andere Techniken genutzt [Eisebrand/ von Vegesack, 2006, S.140].

Auch **augmented environments** sind räumlich und funktional erweiterte Umgebungen. Abgeleitet wurde der Begriff von augmented reality, welche eine Expansion der virtuellen Welt in die reale bezeichnet. Dies ist der erste Begriff, der sich mit der Schnittstelle zwischen physischer und digitaler Realität auseinandersetzt.

Disappearing Computer wurde zum Synonym schlechthin für die Geräteentwickler. Eigentlich versteht man darunter jene Räume, in denen Computer und deren Komponenten so in den Raum eingebaut sind, dass sie nicht mehr direkt wahrgenommen werden.

Die Technik ist in vielen Objekten des Alltags integriert, wird aber erst bemerkt wenn sie in ihrer Funktion als Alltagserleichterung für den Menschen aktiv wird oder bestenfalls nicht einmal dann. Sie soll vielmehr als selbstverständlich angesehen werden. Unmittelbar darin enthalten ist auch **ubiquitous computing**, sprich die allgegenwärtige Unterstützung durch Computerberechnungen. Dabei kann dieser unterstützende Prozess auch ohne dass der Mensch überhaupt Notiz davon nimmt ablaufen, stellt also den Idealfall des disappearing Computers dar. Die Bezeichnung stammt von Mark Weiser aus dem Jahr 1988 und wurde 1991 in seinem Aufsatz „The Computer for the 21st

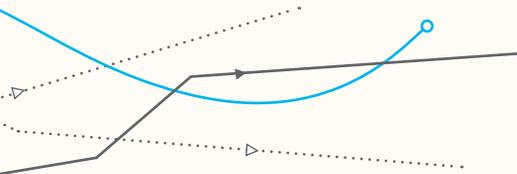


Century“ allgemein eingeführt.

Michael Mozer hingegen sprach in den 1990-ern von **intelligent homes**, dabei erweitert er den Begriff der vorliegenden Definitionen endlich um das Attribut der wahren Intelligenz. Das Heim kann idealerweise das Verhalten und die Wünsche von Bewohnern vorrausahnen und entsprechend darauf reagieren, man sieht wir nähern uns dem interaktiven Raum immer mehr an. Dieses Konzept entspricht von allen bis jetzt behandelten Begrifflichkeiten, am meisten dem eines interaktiven Raumes. Das Haus erhält durch Beobachtung des Nutzers Informationen und verarbeitet diese, so dass es sie adaptieren kann, es wird nicht im Vorfeld programmiert, sondern lernt durch Observation Verhaltensmuster kennen und reagiert entsprechend.

Im Jahr 1998 wurde am MIT unter der Leitung von Michael Coen das Projekt **Intelligent Room** gestartet, welches sich zur Aufgabe machte, mit unterschiedlichen Formen der HCI zu experimentieren. Dabei wurden in allen Gegenständen, mit denen der Mensch in Kontakt kam Mikroprozessoren, Sensoren und Ähnliches eingebaut. Den technischen Einheiten sollte es möglich sein, an den Aktivitäten des Menschen teilzuhaben und dem Menschen wiederum die Möglichkeit geben, mit diesen zu kommunizieren. Es sollte eine Feedbackschleife entstehen, die der menschlichen Kommunikation entspricht und somit interaktiv und lernfähig ist. Zwischen dem Tronhouse von 1990 und dem Intelligent Room Projekt wurde ein langer Weg von reaktiv zu interaktiv funktionierenden Arbeiten zurückgelegt. Doch worin liegen nun die Unterschiede zwischen diesen beiden Arten von Systemen? Beide haben eine Feedbackschleife, aber diese kann auf zwei latent unterschiedlichen Funktionsprinzipien basieren. Der Unterschied mag zwar klein sein, so ist er aber doch ausschlaggebend.

2.1.1 INTERAKTIV VERSUS REAKTIV



Auf jede Aktion folgt Reaktion, was aber noch lange nicht bedeutet, dass es sich zwangsläufig um Interaktion handelt. Entscheidend dabei ist die Art, wie ein Reaktionsprozess erfolgt. Es gibt dabei zwei Typen von Informationsverarbeitung, jene vorprogrammierte, die keine Abweichung und Weiterentwicklung von vorgefertigten Verhaltensweisen vorsieht und jene, welche eine selbständige Entscheidung des Systems hervorbringt. Den reaktiven Systemen fehlen relevante Eigenschaften, die bei interaktiven integral vorhanden sind:

Ihr System ist im Prinzip auf einer if-else-Schleife aufgebaut, womit der Programmierer alle Eventualitäten abgedeckt haben sollte. Es sind jedoch keine Weiterentwicklungen solcher Systeme möglich, zumindest nicht aus ihnen selbst heraus, dazu bedarf es schlussendlich wieder der Künste des Softwareentwicklers. Die reaktiven Systeme sind fixiert in ihrem Transfer von Funktionen, dem Verknüpfen von Input und Output, bei interaktiven Systemen hingegen wirkt sich der Input auf den Output aus, dies hat zur Folge, dass sie sich selbstständig ändern und anpassen können. Interaktive Systeme lernen, entwickeln und adaptieren sich, reaktive nicht, oder nur in einem sehr begrenzten Rahmen.

Um dies nun näher zu erläutern werfen wir einen Blick zurück auf den Ursprung von interaktivem Konzept, auf die Kybernetik. Der Kybernetiker Gordon Pask nimmt eine Hauptrolle in der Entwicklung solcher lernfähigen Systemene ein. Er beschäftigte sich zeitlebens mit

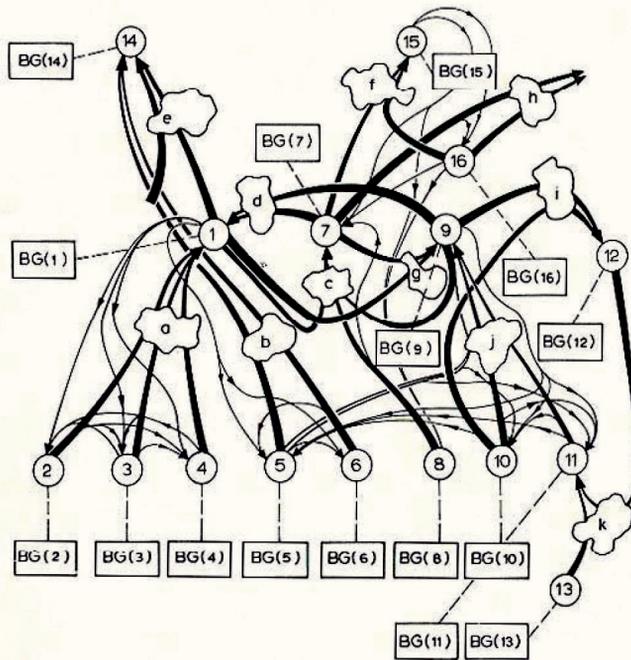


Abbildung 5: Diagrammatische Darstellung von Gordon Pasks Konversationstheorie

seiner Konversationstheorie. Diese liefert die Grundlage wie interaktive Kommunikationsprinzipien aufgebaut werden können um einen fruchtbaren Dialog in Gang zu setzen. Seine Konversationstheorie basiert im Wesentlichen auf der Annahme, dass Lernprozesse auf Konversation basieren, also auf Informationsaustausch und kontextueller Interpretation dieser Daten. Es geht nicht primär um die Kommunikation an sich, sondern um den Prozess des Lernens der durch sie ausgelöst wird. Pask selbst entwickelte vor allem auf der Basis von elektrochemischen und mechanischen Systemen lernende und sich autark weiterentwickelnde Systeme. Er konnte sich noch nicht auf die heutigen gängigen Programmiersprachen und die darin verwendeten genetischen oder evolutionären Algorithmen stützen, wie es Interaction Designer häufig tun. Dennoch sind seine Theorie und seine Forschungsergebnisse fundamental für die Mensch – Umweltkonversation. Pask kreierte Systeme, welche anstrebten, eine größtmögliche Variation anzubieten, um eine Person interessiert und engagiert zu halten, ohne dass der Output so wahllos wird, dass es willkürlich erscheint.

Der Mensch lernt unwillkürlich und entwickelt sich permanent weiter, nun muss es nur noch unserer interaktiven Umwelt gelingen, dasselbe zu tun.

Usman Haque, ein Interactive-Architekt, spricht von Interaktion als einem Kreislauf zwischen Mensch und Raumsystem. Bei Interaktion geht es um einen mehrfachen Kreislauf (multiple-loop); dieser Prozess tritt in Konversation mit dem Nutzer und tauscht mit diesem kontinuierlich Informationen aus. Der Nutzer wird hierin zum Partizipanten im Dialog mit der gebauten Umgebung, er wird zum Teil der Architektur, da er sie auch kreiert und durch sein Verhalten beeinflusst [www.haque.co.uk/papers/dressingshadowsofarch].

Echte interaktive Architektur lernt also vom Menschen oder anderen Zielparametern, sich selbstständig weiterzuentwickeln, dabei interpretieren sie ständig die durch den Kontext gelieferten Daten. Damit sei der Unterschied zwischen lernenden und in einem bestimmten Rahmen reagierende Prinzipien einmal abgeklärt, doch wie kann dieser kommunikative Lernprozess sowohl technisch als auch auf Basis der Datenverarbeitung von statten gehen und welche Rolle nimmt der Mensch in diesem Dialog ein?

Abbildung 6: Reaktive Systeme bieten vordefinierte Möglichkeiten. Interaktive Systeme lernen vom Input, wie beispielweise dem Menschen, dieser hinterläßt sozusagen seine Spuren im System.



2.1.2 KOMMUNIKATION



Wenn der Lernprozess interaktiver Systeme auf dem Austausch mit der Umgebung bzw. einem oder mehreren Partizipienten beruht, spricht man von Kommunikation zwischen diesen beteiligten Elementen. Gehen wir einmal von der Annahme aus, dass es sich bei den Dialogbeteiligten um einen Raum oder architektonischen Objekt und einer oder mehrere Person handelt, dann stellt das System ein Human Centric Design dar, da im Zentrum der Kommunikation der Mensch und dessen Wünsche, Bedürfnisse und ähnliches stehen.

In einem interaktiven Raum, transzendiert der Nutzer zum Partizipienten und somit auch zu einem Teil des Raumes. Der passive Nutzer wird somit zum aktiven Designer, er gestaltet seine Umgebung intuitiv oder aktiv mit und übernimmt so auch ein Stück weit Verantwortung für den Raum in dem er lebt. Wir können dadurch architektonische Systeme in Betracht ziehen, in denen der Bewohner eine primäre Rolle in der Konfiguration und Entwicklung vom Raum einnimmt, ein Ansatz, welcher eine produktivere Beziehung zwischen unserer Umwelt und jedem anderen Menschen ermöglicht [www.haque.co.uk/papers/dressingshadowsofarch].

Dieser Dialog muss eine konstruktive Grundlage haben, d.h. die Partizipienten müssen sich verstehen um zu reagieren. Basis für einen Informationsaustausch sind vorhandene und funktionierende In- und Outputkanäle, bei allen am „Gespräch“ beteiligten. Die Verständigung stützt sich auf das Erhalten von Informationen, den Input, die Verar-

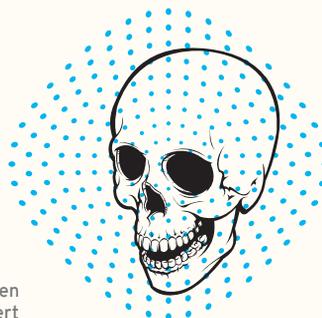


Abbildung 7: Sinnesreize werden im menschlichen Gehirn in Form von Mustern transportiert

beitung dieser und den Output der selbigen. Bei dem technischen Part sind Sensoren, Mikroprozessoren und Aktoren für diesen Prozess der Analyse, Interpretation und Reaktion verantwortlich. Beim Menschen hingegen sind es die Sinnesrezeptoren, das Hirn und schlussendlich wieder der Körper. Diese jeweils drei Phasen der Erkennung, Verarbeitung und Reaktion/ Ausgabe laufen nicht stringent nacheinander ab, sondern simultan.

Bei Kommunikation spricht man von Signalaustausch und deren Verarbeitung, wobei es in der HCI zu einer Diskrepanz der Aufnahmefähigkeit zwischen Computer und Mensch kommt. Der Mensch ist fähig 126 verschiedene Informationseinheiten pro Sekunde zu verarbeiten, der Computer schafft bei weitem mehr. Was bedeutet diese Tatsache nun für den Interaktionsablauf und das Design solcher Systeme?

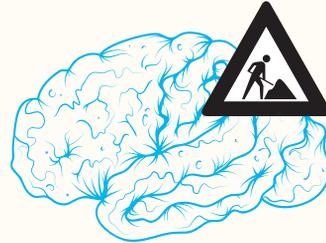
Im menschlichen Gehirn werden Sinnesreize nach energetischen -das Wie viel-, modalen -Was- und lokalen -Wo- Prinzipien analysiert. Die menschliche Kommunikation verwendet Zeichen, welche mit einer bestimmten Bedeutung belegt sind, Sinnesdaten im neuronalen System kann man sich als Impulsintervalle vorstellen, welche variabel in analoger Form verarbeitet werden. Es wird ein Muster im Hirn transportiert, im Gegensatz zum technischen Pendant, in dem ein Signal mobilisiert wird. Beide lösen eine Reaktion aus, ob nun beim Menschen bewusst oder unbewusst wahrgenommen, es wird auf jeden Fall eine Kausalkette ausgelöst.

Genauso wie das Gedächtnis einen befähigt, neue Aktionen auf vergangenen Erfahrungen basierend, durchzuführen, würde ein lernender, interaktiver Raum dasselbe Prinzip anwenden. Der Unterschied zwischen den zwei Protagonisten liegt aber nun im entscheidenden Detail, dass der Mensch dabei auch seine Emotionen miteinbezieht und diese sind von besonderer Bedeutung. Die Assoziationen, die wir

mit spezifischen Sinnesreizen verbinden, wenden wir zu Entscheidungsfindung unserer nächsten Schritte an, und dadurch fällen wir die Entscheidung, ob wir einer Wiederholung zugeneigt oder ablehnend gegenüberstehen. Diesen Prozess kann man in Bezug auf die gebildeten Präferenzen bestimmter Sinnesreize rückführen, welche für jeden Menschen individuell sind.

Hier erhält wiederum das Unterbewusste seine leitende Rolle zurück, denn diese nicht bewussten Inhalte unserer Wahrnehmung sind nicht einsehbar und tragen trotzdem zu unserem Verhalten bei. Das heißt letzten Endes, dass es nicht kalkulierbar ist, wie sich ein Mensch entscheidet, auch für ihn selbst nicht unbedingt, und dass damit das interaktive System (der kognitive Tastraum) sich immer wieder neu anpassen muss. Wie kann man dies auf den technischen Part ummünzen?

Dazu dient die Anlehnung an die kognitive Interaktionstechnologie (**Cognitive Interaction Technology = CIT**) als Umsetzungsmuster. Der Benutzer ist hier losgelöst von der paradigmatischen Rolle des Kontrolleurs. Die Technologie orientiert sich an der Reaktion des Menschen und entscheidet – selbstständig – entsprechend über seine Adaptionsreaktion und somit interaktiv. Diese relativ junge Disziplin basiert zwangsläufig auf interdisziplinären Arbeiten zwischen verschiedenen Wissenschaftsfeldern, welche von Informatik über Sportmedizin, Psychologie und noch weiter reicht, da sie die zwei Disputanten Mensch und Maschine in Einklang bringen wollen und dabei alle Zwischenbereiche und Berührungsmomente der beiden abdecken müssen. Im Gegensatz zu den fest stehenden Reaktions- und Bedienungsprinzipien bisheriger Technologien – von smart homes, die eigentlich gar nicht so schlau sind bis hin zu ubiquitous computing Schemata – werden dabei Verhaltensfähigkeiten entwickelt, die eigentlich am besten mit dem Wort empathisch beschreibbar sind. CIT ermöglicht es, dass sich Nutzer und System auf einer Bedeutungsebene unterhalten, so sollten als Kommunikationsmittel auch Gesten oder ungenaue Andeutungen dienen, um eine entsprechen korrekte Aufga-



benausführung seitens des Computers erwarten zu dürfen. Die Arbeiten dazu bewegen sich gerade von der Grundlagenforschung in die Praxis weiter, jedoch wird es noch einige Zeit in Anspruch nehmen, dass solche Methoden in allen computergesteuerten Bauelementen vorhanden sind. Jedoch ist das Grundprinzip der Anpassungsfähigkeit, eigentlich deckungsgleich mit jenen, die einst die Kybernetiker im Auge hatten.

Bei Kommunikation ist ein Kernelement die Verarbeitungszeit der ausgetauschten Informationen, aber auch die Reaktionsgeschwindigkeit, die vom Designer angepeilt wird. Mit anderen Worten soll es eine unmittelbare Reaktion geben oder eine langsame gemäßiger Angleichung an geänderte Erfordernisse oder andere Parametern? Interaktive Gebäude und Räume werden im allgemeinen Diskurs oft als Organismen bezeichnet und sind daher vergleichbar mit der Strömung des Metabolismus. Das Gebäude als lernende Gesamtheit ist wie die Stadt als Lebewesen von Kisho Kurokawa, denn es geht bei beiden um eine flexible bzw. erweiterbare Struktur, auch im Sinne von selbständig erweiterbarem Wissen bzw. Informationen. Diese Strukturen und Modelle passen sich den geänderten Verhältnissen an; sie haben Zyklen, sind temporär und dynamisch wandelbar. Der interaktiven Architektur ist ein temporärer Charakter immanent, da sie sich ständig in ihren Eigenschaften und Zuständen adaptiert. Dieser Wandlungsprozess kann von vielen Faktoren beeinflusst werden, jener, auf den hier besonders Bezug genommen wird, ist der Mensch.

Wir Menschen leben in einem gewissen Wahrnehmungstempo, alle Prozesse, welche diese Spanne über- oder unterschreiten, bringen eine neue Wahrnehmung mit sich, sie verändern die Sichtweise und zeigen oder verbergen Aspekte des jeweiligen Vorganges. Die Reaktionszeit der interaktiven Umgebung bestimmt auch, wie intensiv und dynamisch der Dialog zwischen beiden Partizipanten stattfindet.

2.1.3 TECHNIK



Ein Part der Kommunikation wird also über technische Mittel hergestellt, deren Rolle sehr wichtig ist, um ein gedankliches Konzept auch entsprechend in den physischen Raum zu übersetzen.

Der interaktive Raum basiert auf technischen Strukturen, deren Anleihen und Grundgerüste aus der Informatik und dem IT Bereich kommen. Diese Architektur verwendet Medien, die nicht den klassischen Architekturmedien entsprechen und somit andere und neuartige Einflüsse auf die Architektur und den Menschen haben und sich dadurch auch anders in ihrer Wirkung und Gebrauchsweise präsentieren.

Aus technischer Sicht bezieht das architektonische Interactiondesign seine Inspirationen und Bezugsquellen aus einer Bandbreite an anderen technischen Sparten vor allem aus dem Bereich der Robotik, der auch auf den zwei Grundpfeilern Aktoren und Sensoren steht.

Es wurde festgestellt, dass die erste Stufe der Kommunikation das Empfangen bzw. Wahrnehmen von Signalen, von Informationen oder anderen Initialreizen ist, dazu braucht das System Sensoren. Sie stellen die erste physische Verbindung zur Umwelt oder auch zum Menschen dar, sie fühlen ihre Umgebung.

Es gibt ein ganzes Spektrum an unterschiedlichen Sensortypen, die direkte physische Phänomene wie Druck, Biegung usw. erfassen, aber auch solche die sehr subtile Werte wie elektromagnetische Wellen registrieren. Aber auch in direkten Kontakt mit dem menschlichen Körper können sie dessen vitale Funktionen wie Pulsschlag, Atmung,



Abbildung 8: Drucksensor, Biegesensor, Infrarotsensor, Umgebungslichtsensor

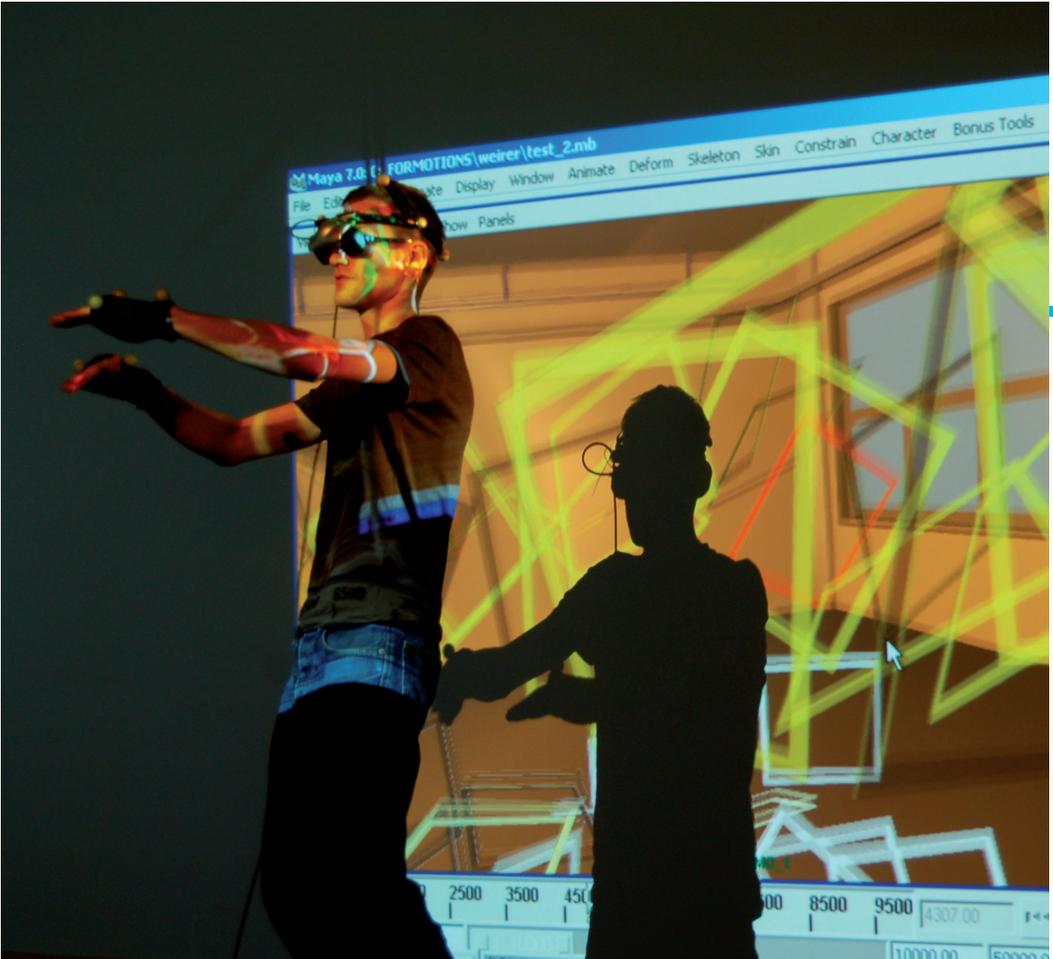


Abbildung 9: Am Institut für Architektur und Medien (IAM) an der Tu Graz wird ein Motiontracking System verwendet um Inputdaten zu erhalten, mit denen Geometrien in Maya erstellt und in Echtzeit bearbeitet werden. Zusätzlich werden auch Mel-Scripts verwendet um mit den Trackingdaten zu arbeiten.

Blutdruck und Hautwiderstand messen. Sie stellen aus technischer Sicht den ersten Kontakt zur physischen Welt her. Sensoren erfassen unter anderem folgende Parameter: Licht, Infrarot, Bewegung, Neigung, Distanz, Druck, Biegung, Magnetfelder, Radiofrequenzen, Temperatur, elektromagnetische Wellen.

Wurden diese Signale erst einmal erfasst, werden sie entweder direkt von einem Computer verarbeitet oder in der Mehrzahl der Fälle von einem Mikrocontroller.

Dieser ist im Prinzip mit einem PC vergleichbar, er besitzt auch analoge und digitale In und Outputstellen, einen Prozessor und Speicher-



Abbildung 10: Das IAM erarbeitete auch Projekte welche über Sensoren die Luftfeuchtigkeit messen und diese mittels Processing in einen grafischen „Schimmelpilzbefall“ umwandeln. Diese Arbeit wurde speziell für die Veranstaltung „Kinderuni“ konzipiert, die sich zum Ziel setzt, Kindern Architektur und Medien auf spielerische Art näher zu bringen.

platz, jedoch läuft auf ihm nur ein Programm, welches in unterschiedlichen Programmiersprachen erstellt werden kann.

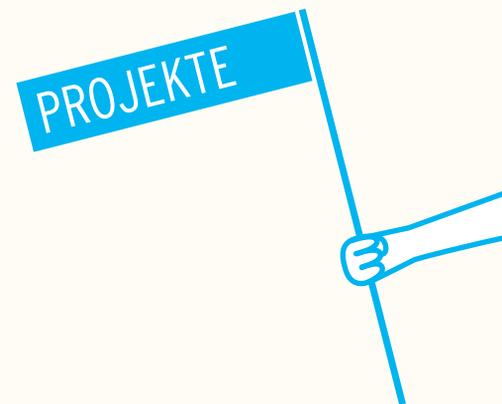
Womit wir bei der Software angelangt wären. Mittlerweile gibt es bereits eigene Entwicklungsumgebungen mit Hard- und Software um interaktive Projekte zu realisieren, die bekannteste ist Arduino mit einem Codeeditor und eingebundenem Compiler. Die Sprache basiert auf Java und ist kompatibel mit ähnlichen Umgebungen für interaktive Vorhaben, wie Wiring und Processing. Der Mikrokontroller führt jenes Programm aus, das der Programmierer verfasst hat um Input in Outputs zu verarbeiten; bei Scripts die auf echte Interaktivität abzielen werden häufig Genetische Algorithmen geschrieben, die eine selbstständige Wandlung und Entwicklung des Systems erlauben.

Wenn Signale direkt über einen PC verarbeitet werden, können bereits bestehende Programme und deren Programmiersprache verwendet werden um einen interaktiven Ablauf zu starten. Bei soundbasierten Ein- und Ausgabestrukturen wird meist Max/ MSP verwendet. Aber auch das Programm Maya bietet mit seiner Scriptsprache „Mel-Maya Embedded Language“ die Möglichkeit im virtuellen Bereich Interaktivität herzustellen.

Am Institut für Architektur und Medien an der TU Graz wird beispielsweise ein Motiontrackingsystem in Verbindung mit Maya (Mel) eingesetzt um virtuelle Interaktion zu ermöglichen. Die Trackingdaten werden dabei in Mel zu Projekten weiterverarbeitet. Mittels Mel

werden die Trackingdaten in Maya zur weiteren Verwendung aufbereitet. Der letzte Teil in der technischen Kette ist die Ausgabe der verarbeiteten Signale. Dabei werden in der Regel physische Aktuatoren, also Bauteile, aktiviert, es ist aber auch möglich, dass, speziell im graphischen Bereich, nur visuelle Effekte erzeugt werden. Wenn es aber um die Aktivierung von Bauteilen in der realen Welt geht, können theoretisch alle Bauteile aktiviert werden die digital angesteuert werden können; der Phantasie sind dabei fast keine Grenzen gesetzt. Im interaktiven Design werden im visuellen Bereich primär Leds für Lichtinstallationen verwendet, und Displays oder Beamer für die Projektion. Sehr beliebt sind auch Lautsprecher für die Soundwiedergabe und eine ganze Reihe von unterschiedlichen Motoren für die Bewegung von kinetischen Bauteilen: Drehmotoren, Linearmotoren, Hubmagneten, Vibrationsmotoren, SMA – Shape Memory Alloys. Auch pneumatische Muskeln werden zur dynamischen Formänderung oder sonstiger Bewegung eingesetzt, in seltenen Fällen werden die Ventile von pneumatischen Vorrichtungen angesteuert um den Luftstrom in Pneus zu steuern. Wärmepads und Peltierelemente für Wärme- und Kälteerzeugung finden nur in seltensten Fällen Verwendung. Aber im Allgemeinen ist es dem Einfallsreichtum des Designers überlassen, welcher Aktuatoren er sich bedient, um unseren physischen Raum interaktiv zu gestalten; selbst Lüfter werden angesteuert um ordentlich Wind zu erzeugen. Um einen Überblick zu schaffen, wie interaktive Architektur diese Techniken einsetzt, welche Räume und Objekte sie hervorbringen und welche Wirkung sie auf den Menschen hat, werden hier nun einige beispielgebende Projekte vorgestellt. Es wird auch genauer betrachtet, wie diese selbst den Menschen und dessen Reaktionen aufnehmen und verarbeiten, um herauszufinden welche Aspekte dabei von den Interaktivarchitekten bevorzugt werden und wie sie damit umgehen.

2.2 CASE STUDIES



PROJEKT 1

Wurden zu Beginn der interaktiven Ära der Architektur noch urbane Megaprojekte angedacht, so wurden im Laufe der Geschichte und mit zunehmendem Realisierungswillen die Projekte immer kleiner und überschaubarer, einzelne Teilbereiche von interaktiver Architektur wurden genauer fokussiert, wie beispielsweise kommunikative Vorgänge, kinetische Strukturen oder sinnliche Aspekte dieser Architektur. Die Größe der heutigen gebauten Projekte reicht von einem Raum bis zu einem handlichen Interfacetool. Große urbane Strukturen,

werden zwar immer noch angedacht, aber im praktischen Bereich werden kleinere Maßstäbe zum Experimentieren und Forschen eingesetzt.

Bei Kas Oosterhuis sind Menschen Informationsträger, sie bringen Information in Räume, diese werden aufgenommen und umgewandelt. Der Raum ist ein Inhaltstransformer, ebenso wie der Mensch ein Informationstransformer ist. In der **Swarm Architecture** sind der Raum und der Mensch gleichwertige Spieler [Oosterhuis, 2003, S. 22]. Das Designziel des Informationsarchitekten ist es, diesen Austauschprozess aufrecht zu erhalten und daraus folgende Inhalte auf das Verhalten der Struktur anzuwenden. Raum in der Schwarmarchitektur kommuniziert aktiv mit dem Nutzer, sie kennen einander und sind durch eine komplexe Serie von Netzwerken miteinander verbunden. Bei Oosterhuis geschieht dieser Umwandlungsprozess in Echtzeit, ein fundamentaler Grundsatz in seiner Theorie und auch in seinen praktischen Umsetzungen. Echtzeit meint viele Male, sodass es sich gleichmäßig, flüssig und kontinuierlich anfühlt, vergleichbar mit der Anzahl der Filmframes. Der Raum ist somit im Fluss, im ständigen Wandlungs- und Adaptionprozess.



Abbildung 11: 2003 stellte Oosterhuis mit seinem Büro ONL den Prototypen Muscle her. Dieser Raum agiert wie ein Organismus; in Echtzeit wird der Input verarbeitet und wirkt sich auf seine Gestalt aus. Diese Art von Interaktion wird von ONL als „pro-aktiv“ bezeichnet, im Gegensatz zu responsiven und lenkbaren Systemen. Durch Interaktionsversuche soll der Nutzer langsam herausfinden wie der Raum auf bestimmte Aktionen reagiert und so in Dialog mit ihm treten.

SLOW FURL, METTE RAMSGARD THOMSEN

PROJEKT 2

Als Gegenstück zu Oosterhuis Echtzeitparadigma kann man das Projekt **Slow Furl** (2008) von Mette Ramsgard Thomsen und Karin Bech bezeichnen, es beschreitet einen anderen Weg im Umgang mit der Reaktionszeitspanne dynamischer Systeme. Die dänische Wissenschaftlerin und Architektin Mette Ramsgard Thomsen befasst sich mit sogenannter **Behaving Architecture**, einer



Abbildung 12: Slow Furl Installation

Architektur, die ihr eigenes Verhalten entwickelt. Unser gebautes Umfeld versteht sie als dynamischen und veränderbaren Ort. Die Installation Slow Furl besteht aus einem Raum, der mit einem gerafften Textil auf einer kinetischen Tragkonstruktion ausgekleidet ist. Hier haben wir es aber nicht mit einer Echtzeit-Verarbeitung zu tun, sondern das Textil hat seine eigene Zeitlichkeit. Dies war auch einer der zentralen Aspekte des Konzeptes: Die Untersuchung der Geschwindigkeit, und der Reaktionszeitspanne. “Where Slow Furl rejects a direct sense of interaction, the aim is to explore interaction as a metabolic act of self activation.” [www.cita.karch.dk] Das Projekt beschäftigt sich mit der Idee des Flusses. Anders als bei Echtzeit Input-Berechnung – Output – Systemen findet Slow Furl seine eigene Zeitspanne. Die Architektur erhält ihre eigene Beweglichkeit und eine eigene Bewegungssprache, welche ihre Verhaltensweise definiert. Über die Tragkonstruktion, wird der Input von einem Mikrocomputer in Bewegung umgesetzt. Das verwendete Textil ist eine Robotermembran, es funktioniert selbst wie ein Sensorsystem. Auch Aktivierungssensoren (Berührungssensoren) sind in das Textil eingenäht. Hier fällt es nicht schwer, einen Vergleich mit der menschlichen Haut zu ziehen, sie ist ebenfalls mit Reizrezeptoren ausgestattet. Wenn man zwischen den weichen Wänden steht und diese somit berührt, schließen sich die Wände ganz langsam um den Körper. Die Interaktion wurde hier aber noch weiter gedacht, Aktion tritt nicht nur auf, wenn die Membran vom Menschen berührt wird, sondern auch durch den Kontakt des Textiles mit sich selbst. Das Textil interagiert mit sich selbst und benötigt folglich den Menschen nicht mehr, um zu agieren. Diese Arbeit nimmt auch die Frage auf, ob interaktive Architektur immer direkt agieren muss, oder ob sie einen anderen subtileren Weg gehen kann um zu kommunizieren.

LONELY HOME, TOBI SCHNEIDLER

PROJEKT 3

Mit einem mehr oder weniger subtilen Kommunikationsaustausch befasst sich auch der Architekt Tobi Schneider.

Der einfache Austausch von Information ist mit den heutigen technischen Möglichkeiten von Internet, E-Mail, Videokonferenzen usw. weitestgehend abgedeckt. Doch dem Austausch von Emotionen, die auch durch körperliche Anwesenheit transportiert werden, also nonverbal, wird damit nicht Rechnung getragen.

Emotionen stellen einen zutiefst menschlichen Aspekt dar, der in Abwesenheit von Personen nur sehr schwer zu vermitteln ist. Es wird eine Anwesenheit simuliert oder besser gesagt abstrahiert, welche auf diese Randerscheinungen des Zusammenlebens zurückgreift: Mit **Lonely Home** setzt sich Tobi Schneider 2005 mit dem Thema soziale Interaktionsarchitektur auseinander. Die Wohnung selbst wird zum Kommunikationsmittel und die Architektur übernimmt die Rolle eines Anwesenheitssimulators. Sie erzeugt eine Atmosphäre von menschlicher Präsenz. Das Projekt ist für Personen gedacht, welche in keiner Partnerschaft leben. Es geht nicht mehr darum sich mit einer speziellen Person verbunden zu fühlen, sondern um „sozial intelligente Wohnungen“ [www.interactivearchitecture.org/141.html]. Die Lonely Home-Bank soll den Besetzer mit nichtvorhersehbaren Bewegungen überraschen.



Abbildung 13: Die Lonely Bench in Aktion

Heutzutage scheint Pasks Konversationstheorie sehr wichtig, weil sie andeutet wie – in der heutigen ubiquitous computing Welt – Menschen, Devices und ihre gemeinsame Umwelt in einer beiderseitigen schöpferischen Beziehung koexistieren können. Hier zeigen sich seine Maschinen als authentisch interaktive Systeme, die sich durch jeden menschliche Teilnehmer eigenständig entwickeln.

PERFORMATIVE ECOLOGIES, RUAIRI GLYNN

PROJEKT 4



Abbildung 14: Die Roboter liefern eine fesselnde Performance ab.

Performative Ecologie (2007) von Ruairi Glynn setzt ebenfalls auf der paskchen Konversationstheorie auf und stellt in Form von Gesten einen Dialog zwischen Publikum und sich entwickelnder Umgebung her [www.interactivearchitecture.org/portfolio]. Tanzende Roboter nehmen die Aufmerksamkeit ihrer Zuschauer wahr und lernen mit der Zeit wie sie am besten Aufmerksamkeit erregen können. Sie sind also flexibel in ihrem Verhalten, je nachdem was angebracht ist, um ihr Ziel (Aufmerksamkeit) zu erreichen. Die Interaktion verändert sich dabei ständig. Es gibt keine vorprogrammierte Tanzchoreographie, sondern diese wird zusammen mit dem Publikum entwickelt.

Eingesetzt wird dabei Gesichtserkennungssoftware, diese registriert, ob und wie viel Interesse den Maschinen geschenkt wird. Die Bewegungen entstehen dabei aus einem Pool von genetischen Algorithmen, d.h. er verändert sich ständig, bietet verschiedene Lösungsvorschläge und es kommt zur Variation, aus Fehlern und Erfolgen entwickelt sich eine individuelle Erfolgsstrategie.

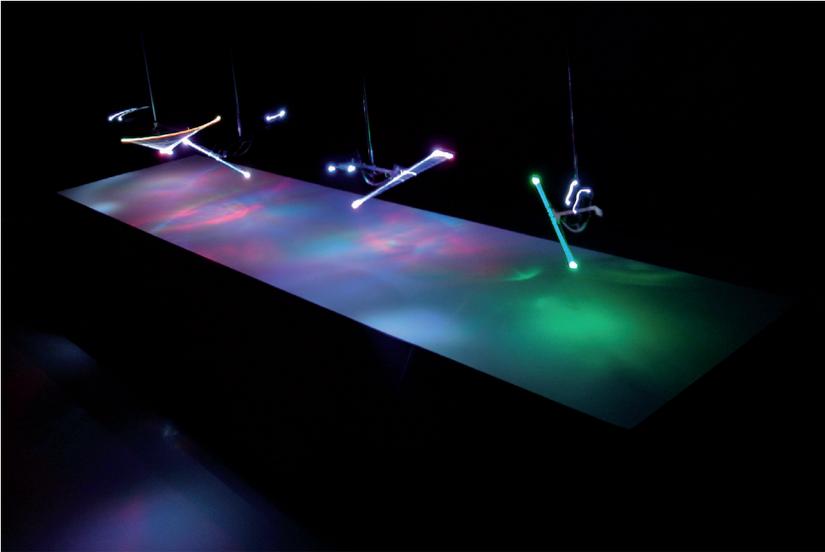


Abbildung 15: Es findet ein Daten- und Erfahrungsaustausch unter den Robotern statt. Erfolgreiche Unterhaltungsstrategien werden so an den Roboterkollegen weitergegeben.

Die Maschinen bestehen aus einfachen Materialien wie Plexiglas, Stahl und Aluminium und sie werden von einem Servomotor (Drehung um eigene Achse ist auch möglich) gesteuert. Die Servomotoren und das Lichtsystem werden von einem Arduinobord kontrolliert, welches wiederum Anweisungen vom genetischen Algorithmus erhält. Jeder Kopf enthält auch eine Nachtsichtkamera, samt eingebauter RGB-Beleuchtung für die Lichtperformance.

Ohne menschliche Zuschauer performen die Maschinen füreinander und miteinander. Vorher tauschen sie aber ihre erfolgreichsten Techniken aus und gleichen ihren Genpool ab, ist dieser allerdings zu unterschiedlich, lehnen sie ihre Partner regelrecht ab. Sie entwickeln ein anthropomorphes Verhalten. Durch den Erfahrungsaustausch entsteht ein soziales System, welches bereits bei Gordon Pask's **Colloquy of Mobiles** berücksichtigt wurde.

PROJEKT 5: COLLOQUY OF MOBILES, GORDON PASK

PROJEKT 5

Vom Meister selbst stammt dieses Projekt. Er konzipierte es 1968 für die Ausstellung „Cybernetic Serendipity“. Dabei lernten fünf von der Decke hängende, computergesteuerte Mobiles miteinander mittels Licht und Ton zu kommunizieren, äußere Einflüsse waren dabei anfänglich kein Thema im Konzept. Pask sah die Fünfergruppe als soziales System, dessen Kommunikationsgegenstand eine gewisse sexuelle Komponente in sich trug. Die Gruppe bestand aus zwei männlichen und drei weiblichen Robotern, dabei sollten die Männchen ihre weiblichen Partnerinnen mit einem Lichtstrahl in ihre Körpermitte treffen, in dem sich ein Spiegel befand. Die Weibchen wiederum versuchten, den Lichtstrahl durch Drehung so zu

reflektieren, dass sie die Männchen an einer bestimmten Stelle trafen. Diesen Punkt zu treffen war Ziel der Konversation. Doch dann kamen die Ausstellungsbesucher und nahmen rege an der Konversation der Mobiles teil, was anfänglich überhaupt nicht so gedacht war entwickelte sich zu einem Dialog zwischen den fünf Ausstellungsstücken und dem Publikum. Mittels Taschenlampen und Taschenspiegeln lenkten die Zuseher die Lichtstrahlen und veränderten so den eigentlichen Lernprozess der Mobiles. Sie veränderten die Wahrnehmungssensoren, die Sinne der Roboter und veränderten deren „natürliche,, Kommunikationsform miteinander.



Abbildung 16: Innovation hier war, dass Daten durch die Teilnehmer entstanden und nichts existierte, bis einer von beiden in die Konversation einstieg.

PROJEKT 6

Eine sehr feinsinnige Arbeit zu den menschlichen Sinnen liefern das Büro Dunne& Raby. Mit **Robot1** widmen sie sich jenen Phänomenen die unsere Sinne nicht direkt erfassen können, welche aber dennoch Auswirkungen auf unsere körperliche und mentale Verfassung haben können. Sie entwickelten einen flachen zylindrischen Roboter

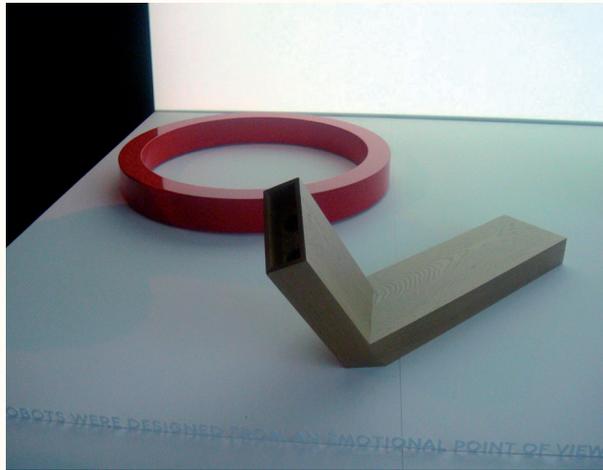


Abbildung 17: Robot1 , der kreisrunde Magnetfelddetektor

der sich jene Stellen in einem Raumes aussucht die am wenigsten von elektromagnetischen Strahlen belastet sind, ein Strahlungsneurotiker sozusagen. Es wird hier ein Input verarbeitet, der durch die Wahrnehmungssinne des Menschen nicht erfassbar ist, sehr wohl aber von der Technik. So wird ein Raumbereich markiert und aufgezeigt, der ganz besondere Qualitäten aufweist. Der Mensch kann sich in die Mitte des Zylinders stellen und kann sich sicher sein, dass sein Organismus hier am besten vor Elektromagnetismus geschützt ist. Die Auffassung von Raum, und welche Raumattribute für dieses interaktive Objekt wichtig sind, ist hier in eine sehr subtile Art gefasst. Der Mensch kann keinen Input geben der direkten Einfluss auf das Verhalten des Roboters hat, es sei denn, er schaltet seine elektronischen Geräte aus. Er kann aber den vom Objekt aufgezeigten Raumbereich in Anspruch nehmen auch wenn hier keine offensichtlichen Sinnesreize geboten werden.

MOODY MUSHROOM FLOOR, USMAN HAQUE

PROJEKT 7

Ein ebenso feines Gespür für Sinnesfokussierung beweist wiederum Usman Haque, der sich in seinen Arbeiten auch unter anderem mit dem olfaktorischen Sinn der Menschen beschäftigt. Wie ein Raum sich verändern kann und auf den Menschen reagiert,

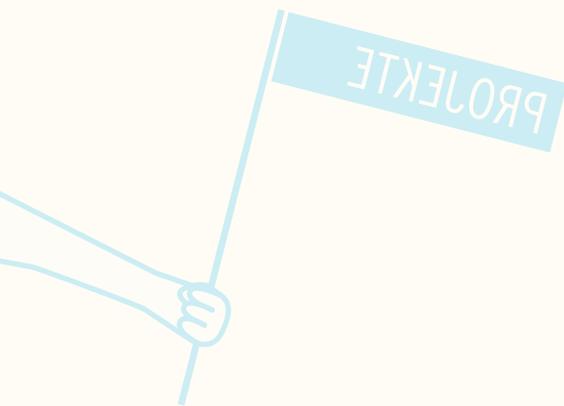


Abbildung 18: Geruch, Licht und Geräusche dienen den Pilzen als Ausdrucksmittel ihres eigenen Charakters, der mit Hilfe eines genetischen Algorithmus entwickelt wurde.

wenn er einen eigenen Charakter bildet, untersuchte Usman Haque in einer seiner sehr frühen Arbeiten (1996) dem **Moody Mushroom Floor** [www.haque.co.uk/moodymushroomfloor].

Als raumbildende Elemente werden das Licht, der Schall und der Geruch fokussiert, dadurch werden von acht unterschiedlichen „Pilzen“ immaterielle Raumzonen gebildet. Alle acht sind durch ihre individuellen Ziele charakterisiert, dabei sind diese aber nicht vordefiniert, sondern jeder kreiert seine eigene Persönlichkeit. Sehr komplex war es dabei, laut Usman Haque ein Verfahren zu entwickeln, in dem sich die Einheiten eigenständig weiterentwickeln können. Er löste dieses Problem, indem er genetische Algorithmen einsetzte, welche den evolutionären Lernprozess vorantrieben. Die Pilze erproben anfänglich wie sich gewisse Outputs auf den Menschen auswirken, jene Strategien, welche am häufigsten zu einer Reaktion seitens des Menschen führten, werden weiterentwickelt. Je erfolgreicher ein Verhaltensmuster also ist, desto häufiger wird es eingesetzt, bis es zum Charakter des Pilzes wird. Die Pilze entwickeln schlussendlich ihre eigene charakteristische Verhaltensweise: Der mürrische Pilz zum Beispiel versucht die Besucher von sich fernzuhalten, indem er pulsierendes Licht, schlechte Gerüche und für das menschliche Ohr unangenehme Frequenzen aussendet. Die Inputs erhält jedes Modul über Sensoren, welche analysieren, wo sich der Besucher wie lange aufhält. Der Infrarotsensor nimmt jede Bewegung im Raum wahr, Drucksensoren messen wo sich eine Person aufhält und wie weit sie von den einzelnen Einheiten entfernt ist, zum Schluss wurden auch noch Geräuschsensoren eingebaut.

Der Output hängt nun davon ab, ob Personen angelockt oder auf Distanz gehalten werden sollen. Als mögliche Ausgabe werden Geräusche, Licht und Gerüche eingesetzt. Anfänglich haben die Pilze noch kein eigenes Verhalten, sie entwickeln es, indem sie erproben, wie die Besucher auf verschiedenen Outputs reagieren. Jede Aktion wird daher von einem selbst definierten Ziel gesteuert, dabei wird anfänglich zufällig ein Impuls generiert, das weitere Verfahren ist schon bekannt. Dennoch ist es aus zwei Gründen ein sehr beachtenswertes Projekt, zum einen beschäftigt es sich mit der Wahrnehmung der sogenannten Sekundärsinne und zum anderen hat es die Intention ein selbstständiges System zu schaffen. Entwickelt er nun seine eigene Persönlichkeit, haben wir die Möglichkeit eine neue und interessante Raumerfahrung zu machen, eine unmittelbarere Erfahrung mit Raum im Fluss.



TOWER OF WINDS, TOYO ITO

PROJEKT 8

Die Macht und das Potential, das in der technischen Manipulation – nicht in einer pejorativen Bedeutung – der Sinne liegt, kann dazu verwendet werden, neue Sinnesräume zu schaffen. Toyo Ito kreierte mit seinem **Tower of Winds** ein solches Spiel mit Technik und Sinnen. Er entwarf ein Gebäude, dessen Fassade bei Nacht die Geräusche der Stadt und den Wind in Lichtspiele – Formen umwandelt. Diese Fassade gilt als eine der ersten interaktiven Medienfassaden in der Architekturgeschichte. Im Jahr 1986 installierte er ein Lichtsystem bestehend aus Lichttringen um einen bereits bestehenden Turm. In der Nacht wird die Fassade durch ein Lichtspiel inszeniert. Die Geräusche der Stadt, der Wind und dessen Richtung dienen als Input für das Farbenspiel, welches wiederum sehr stark unseren Sehsinn gefällt. Geräusche natürlicher und künstlicher Art werden hier in ein Medium transferiert, welches den visuellen Sinn anspricht.



Abbildung 19: The Tower of Winds ist eine der ersten Medienfassaden der Welt und wurde bereits 1986 fertig gestellt.

Kommen wir nun zu den am häufigsten angesprochenen Sinnen in interaktiven Architekturkonzepten. Dem Sehsinn und dem Hörsinn. Der auditive Sinn wird meist in Kombination mit dem Sehsinn eingesetzt, dadurch entstehen visuell unterstützte Klangräume. Arbeiten, die sich vornehmlich mit den Parametern Musik, Lautstärke und Frequenz beschäftigen, erweisen sich häufig als reaktive „Visuals“, da sie sehr gerne Projektionen als Aktoren verwenden. Je nachdem welche Geräusche der Mensch in einem Raum erzeugt, werden unterschiedliche Muster, Farben oder parametrisierte Patterns auf reale Raumbereiche projiziert. Sie zeigen sehr deutlich, fast schon plakativ, das Prinzip von Aktion und Reaktion im Raum auf. Sie sind mit relativ einfachen und erprobten Mitteln herzustellen und erzielen eine unmittelbare Raumwirkung/-stimmung, zumal natürlich Farben und Licht das Wohlbefinden in einem Raum stark beeinflussen.



DISTURB ME, POPCORN MAKERS

PROJEKT 9



Abbildung 20: Disturb Me, 2008

Ein Beispiel hierfür ist **Disturb Me** von The Popcorn Makers, ausgestellt in “The White Hotel” in Brüssel aus dem Jahr 2008 [www.klonblog.com]. Die Künstler wollten die Verbindung zwischen dem Menschen und seiner Umgebung aufzeigen. Die Projektion wird von den Geräuschen der Menschen gesteuert und zeigt so kontinuierlich eine wandelbare und farbliche Abbildung dieser Beziehung. Die herabfallenden Kugeln verändern die Farbe und fallen sogar um Möbel und Gegenstände herum, werden also auch in Relation zu den Raumobjekten gesetzt.

APERTURE , GUNNAR GREEN UND FREDERIC EYL

PROJEKT 10

Aperture [gunnar.freedomofthehills.com] ist ein Projekt das beispielhaft für eine ganze Reihe von interaktiven Arbeiten ist. Es besteht aus einer Wand, die sich an den Aktionen des Nutzers orientiert und dadurch Projektionen oder, wie hier, kleinteilige Bauelemente verändert. Solche Arbeiten können im Grunde als interaktive Displays bezeichnet werden, wobei man zwischen zweidimensionalen und dreidimensionalen



Abbildung 21: Aperture

Projektionen und visuellen Veränderungen unterscheiden kann. Diese Wand besteht aus einer Matrix von Photoblenden, die durch ihren Öffnungsgrad und damit den Lichtdurchfluss ein Bild hervorbringen können. Dargestellt wird immer die Person und deren Bewegungsfadeout , die gerade an der Wand vorbeigeht oder vor ihr steht.

YOU FADE OUT TO LIGHT, RANDOM INTERNATIONAL

PROJEKT 11

Dieses Projekt zählt ebenfalls zu den interaktiven Architekturdisplays. Die Intention war von der körperlichen Bewegung der Kinästhetik, mit Betonung auf Ästhetik, eine physische Interaktion mit dem Raum zu schaffen und dabei eine Veränderung der sinnlichen Erfahrung erlebbar zu machen.

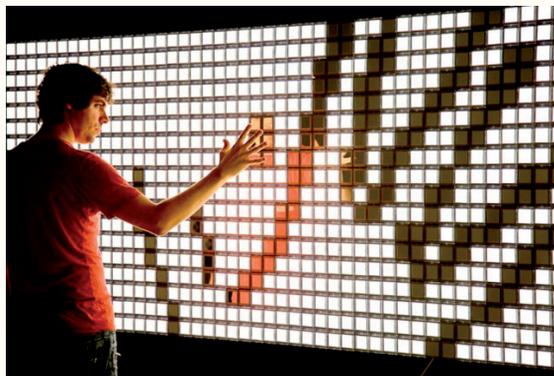


Abbildung 22: Fade out in to Light

Die Wand besteht aus einem

Feld aus viereckigen Spiegeln, die anfänglich ein reines Spiegelbild des Menschen reflektieren, doch dann setzt ein Dialog zwischen Mensch und dem Spiegelbild ein, denn es werden die Reflektionen in Licht übersetzt. Das passive Spiegelbild wird mittels OLED-Leuchten in Licht umgewandelt und das aufgenommene Bild des Menschen wird transformiert, skaliert und verändert sich mit seinen Bewegungen [www.random-international.com].

Beide Projekte sind beispielgebend für eine ganze Reihe ähnlicher Arbeiten. Dieser Typ von interaktiven Raumelementen fokussiert den Sehsinn als Adressat, der Körper des Menschen wird durch dessen Bewegung, Kinästhesie, Distanz und manchmal auch durch direkten Kontakt zum Objekt ein Inputgeber für die visuelle oder visuell-kinetische Reaktion des Elementes.

Es stellt sich hier die Frage wieso solche visuellen oder teilbeweglichen visuellen Effekte so oft verwendet werden. Der Grund liegt vermutlich darin, dass Architektur an und für sich als sehr visuelles Medium verstanden wird, Effekte werden sehr schnell sichtbar und lösen Interesse aus. Tektonische Oberflächen erfahren durch solche Outputs eine markante optische Gestaltänderung. Der Mensch wird durch seinen Körper zum Zeicheninstrument für die Oberflächengestaltung.

PROJEKT 12

Die Arbeit **Dynamic Terrain** widmet sich der kinetisch-dynamischen Formänderung. Der Mensch tritt hier direkt mit dem ganzen Körper in Kontakt mit einer Oberfläche, welche er über ein Interface in ihrer Formgebung steuern kann. Wie eine Landschaft ändert sich in Echtzeit die Form der elastischen Oberfläche durch



Abbildung 23: Dynamic Terrain

Höhenverstellung von darunterliegenden Bolzen. Der dreidimensionale Raum wird hier direkt verändert und die Raumform transformiert sich nach den Bedürfnissen des Nutzers, welcher unmittelbar zum Designer seiner Umgebung wird.

ALPHA LIEGE, SHA

PROJEKT 13

Was interaktive Architektur von ihrem statischen Pendant unterscheidet ist ihre aktive Kommunikation mit der Umgebung und dem Menschen; darauf basiert ihre Adaptionfähigkeit und dynamische Variabilität. Ihre Anpassung kann sich dabei auf unterschiedlichste



Foto: Sha Holding GmbH

Abbildung 24: Die Alpha Liege

Parameter stützen, beispielsweise physikalische Bedingungen wie Sonneneinstrahlung, Temperatur, Lautstärke und vieles mehr. Solche Richtwerte wurden vermehrt in den Projekten der 1990er Jahre untersucht und verwendet, daraus ergaben sich energetisch und raumklimatisch anpassbare Architekturen, deren Ergebnisse heute schon in Gebäudetechnikanlagen integriert sind. Diese Tendenz zur Anpassung an klimatische und ähnliche Aspekte des interaktiven Bauens mündete schließlich in das architektonische Teilgebiet, welches sich mit parametrischen reaktiven Fassaden befasst. Heute beschäftigen sich Interaktions-Architekten vornehmlich mit der Raumkommunikation, deren Wahrnehmung und Auswirkungen auf den Menschen. Diese Art von interaktiven Räumen hat ein hohes Potential die Wahrnehmung und Raumerfahrung der Menschen zu verändern und andere neue Arten von Beziehungen zwischen Mensch und Architektur herzustellen. Kernpunkt des Interesses sind hierbei nicht mehr energetische oder funktionale Veränderbarkeit an sich, sondern der Körper, die fünf Sinne des Menschen und deren (Raum-) Wahrnehmung und Dialog mit zeitlich veränderbaren Architektoniken und Objekten. Dabei befassen sie sich mit transdisziplinären technischen und konzeptionellen Herausforderungen und auch einer veränderten Auffassung von Raum an sich. Man kann sie als interaktive Sinnesräume bezeichnen, da sie sich über gängige Architekturanforderungen hinwegsetzen und sich auf den Menschen, seine sinnliche Wahrnehmung fokussieren, und dabei neue Wege der Raumgenerierung einschlagen.



PROJEKT	INPUT
MUSCEL	Drucksensoren
SLOW FURL	Berührungssensoren
LONELY HOME	-
PERFORMATIVE ECOLOGIES	Kamera / Gesichtserkennungssoftware
COLLOQUY OF MOBILES	Licht
ROBOT1	Elektromagnetische Felder
MOODY MUSHROOM FLOOR	Drucksensoren
TOWER OF WIND	Lautstärke
DISTURBE ME	Lautstärke
APERTURE	Lichtsensoren
YOU FADE OUT TO LIGHT	Lichtsensoren
DYNAMIC TERRAIN	Softwareinterface
ALPHA LIEGE	Atmung

AKTOREN	OUTPUT-SENSE
.....
Pneumatische Muskeln, graphische Visualisierung	Bewegung
Langsame kinetische Transformation, Motoren	Bewegung
kinetische Transformation, Servomotoren	Bewegung, Sehen
Servomotoren, RGB-Beleuchtung	Sehen, Licht, Bewegung
Lichtstrahl, Motoren	Sehen, Licht, Bewegung
Servomotoren	Not specified!
Beleuchtung, Lautsprecher, Geruchsboxen	Sehen, Riechen, Hören
Beleuchtung	Sehen
Beamer, Lautsprecher	Sehen, Hören
Photoblenden, Servomotoren	Sehen
OLED-Leuchten	Sehen
kinetische Transformation, graphische Visualisierung	Sehen, Bewegung,
Licht, Musik, Vibrationsmotoren	Sehen, Hören, Wärme, Vibration

2.3 DER SINNESRAUM



Die Architektur ist im Allgemeinen eine Disziplin die sich mit Raumwahrnehmung auseinandersetzt, welche wiederum beim Betrachter durch die fünf Sinne erlebt wird. Der

menschliche Körper und somit all seine Wahrnehmungssinne bilden die Grundlage zur Architekturbetrachtung. Er kann eine intime und ganz individuelle Beziehung zwischen dem Menschen und der gebauten Umgebung aufspannen.

Auch in den vorangegangenen Case Studies kristallisierte sich die Tendenz zu interaktiven Sinnesräumen heraus, d.h. dass diese veränderbaren Strukturen nicht lediglich Raumstrukturen und Geometrie adaptieren, sondern ganz gezielt deren Wahrnehmung über die fünf Sinne fokussieren. Sie experimentieren damit wie sie eine sinnliche Wechselbeziehung zwischen beiden Partizipanten aufbauen können und wollen dadurch neue Raumerfahrungen ermöglichen.

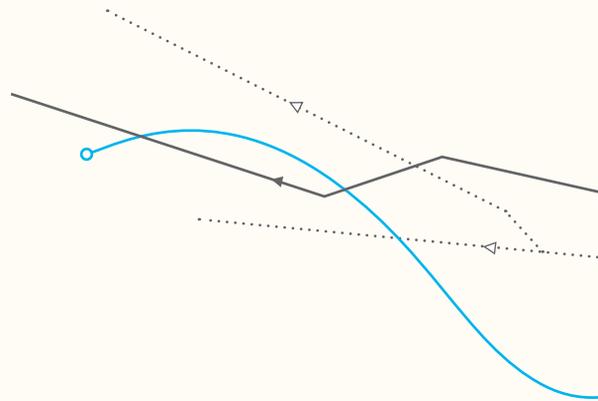
Die menschliche Wahrnehmung basiert auf unseren fünf Sinnen die unterschiedliche prägnant für die Architekturerfassung sind und zudem auch von uns in unterschiedlichen Aktionsgraden gebraucht wird. Um diese Effekte zu fassen gibt es in der Interaktionsarchitektur zwei Strömungen:

Die eine nennt Usman Haque „Softspace“-Technologie, dabei besteht das System aus Elementen wie Geruch, Licht, Geschmack oder noch subtiler elektromagnetische Felder. Dies führt zu einer ungleich erweiterten Raumauffassung durch Elemente die in der Architekturrezeption kaum wahrgenommen werden. Die zweite kann passender Weise mit „Hardspace“-Environment betitelt werden, dabei geht die Veränderung von den Bewegungen des Nutzers aus und von dessen

Aktionen im und mit dem Raum und dessen Bestandteilen.

Dabei verhält es sich bei den sinnlichen Präferenzen gleich wie bei der statischen Architektur: Der Sehsinn ist der dominante Sinn. Jedoch ist unsere Architekturwahrnehmung multimedial und auch multisensorisch, das heißt, dass sich der Mensch auf unterschiedliche Weise der Architektur annähern kann und sie nicht einzig über den Sehsinn wahrnimmt. Bei interaktiven Projekten wird häufig auch die aktive Beteiligung vom Menschen miteinbezogen, er liefert beispielsweise über seine Bewegung, seinen Körperkontakt oder seine Lautstärke den direkten Input für das System. Beim Output des Raumes werden dessen Aktuatoren aktiviert, die immer die Sinne des Nutzers ansprechen, meistens den Sehsinn, doch wird häufig zusätzlich durch Klänge versucht Klangräume zu schaffen, welche immaterielle Räume produzieren. Die restlichen Sinne wie Geruchs- Geschmacks- und Tastsinn kommen dabei kaum bis gar nicht zum Einsatz. Die architektonische Relevanz des Geschmackssinnes ist nicht gegeben, deshalb ist ihre Vernachlässigung nachvollziehbar. Auch der Geruchssinn scheint schwierig zu vereinbaren mit der materiellen gebauten Umgebung. Der Tastsinn jedoch ist für die Architekturwahrnehmung von großer Relevanz, dennoch wird er fast zur Gänze vernachlässigt. Er wird lediglich in der Eingabephase verwendet, dabei aber ohne ihn weiter zu stimulieren.

Weshalb dieser für die Architekterfahrung signifikante Sinn vernachlässigt wird ist nicht ersichtlich, da er ein breites Spektrum an Möglichkeiten in Kombination mit interaktiver Architektur bietet.. Auf diese Frage und der Untersuchung des Tastsinnes mit all seinen Potentialen wird nun in den weiteren Kapiteln eingegangen und schlussendlich ein Entwurf vorgeschlagen in dem der Tastsinn als architekturerelevanter Sinn in einem interaktiven Projekt integriert wird. Darüber hinaus stellt das Thema eines interaktiven Tastraumes ein interessantes Forschungs- und Experimentierfeld dar, welches erst noch ausgelotet werden muss.



Aristoteles: "Den Tastsinn besitzen alle Lebewesen, welche Wahrnehmung besitzen. Der Tastsinn ist ein Kontaktsinn, das heißt zwischen Wahrnehmungsorgan und Wahrgenommenem befindet sich kein Medium (An. II 11, 423a13f.). Der Geschmacksinn ist eine Art Tastsinn (An. II 10, 422a8f.). Die drei Distanzsinne Riechen, Hören und Sehen hingegen benötigen ein Medium, das den Eindruck vom Wahrgenommenen zum Organ transportiert." [de.wikipedia.org]

Die Haut als Empfangs- und Kommunikationsorgan umspannt unseren gesamten Körper. Als Hüll- oder Grenzorgan und Verbindungsmedium zur Außenwelt, informiert sie uns über unsere unmittelbare Umgebung. Nach Hegel ist der Tastsinn der einzige Sinn der Tiefe vermitteln kann, weil er Gewicht, Widerstand und die dreidimensionale Gestalt materieller Körper erfahrbar macht und somit am besten für die Architekturwahrnehmung geeignet ist. Reize auf unserer Körperoberfläche liefern uns Informationen über die Umgebungsflächen und deren Beschaffenheit und Qualität. Der Tastsinn vermittelt uns auch ein internes Bild der eigenen Körpergrenzen und bildet somit unser Köperschema. Er ist jener Sinn der am nächsten am anthropologischen Ich angesiedelt ist; durch ihn nehmen wir uns selbst wahr, er dient zur Verortung und zur Positionierung unseres Körpers im Raum. Der haptische Sinn ist jener mit dem exklusivsten Zugang, er kann nicht mit anderen Menschen geteilt werden und ist auch verbal nur schwer zu beschreiben. Gleichzeitig ist mit dieser Exklusivität auch eine unvermeidbare Reziprozität immanent, man kann nicht etwas berühren ohne selbst berührt zu werden. In seiner chiasmatischen Art ist er immer zugleich berührend und berührt, aktiv und passiv.

3. TACTILE DUCTILE HAPTIC

Deswegen ist er auch für diese Arbeit von so großem Interesse, weil er das Thema Interaktivität schon von Natur aus beinhaltet und zudem auch von interaktiven Konzepten bisher vernachlässigt wurde.

Er ist der erste Sinn der sich entwickelt; in der achten Schwangerschaftswoche reagiert der Embryo auf taktile Reize, somit ist die Berührung unsere erste Sprache (so Royeen und Lane), mit ihr machen wir unsere ersten Sinneserfahrungen bereits im Mutterleib und entwickeln emotionale Bindungen. Das Auge ist das Organ der Distanz und der Separation, wohingegen der Tastsinn der Sinn von Nähe, Intimität und Zuneigung ist [Pallasmaa, 2005, S. 46].

Selbst Einzeller besitzen einen Hautsinn, der für sie überlebensnotwendig ist, da sie sich sonst nicht selbst erkennen könnten und sich verspeisen würden; auch der Mensch wird durch den Tastsinn vor eventuellen Gefahren gewarnt. Er ist der einzige Sinn, der nie vollständig verloren wird, er kann zwar auch pathologischen Störungen unterliegen, aber verlässt uns nie zur Gänze.

Menschen haben die Tendenz, Gesehenes anzufassen und mit der Hand zu überprüfen, ob es dem entspricht, was sie sich vorgestellt habe. Zur Raumerkennung trägt auch zu einem gewissen Teil der Sehsinn bei, er geht dabei eine Wechselbeziehung mit dem Tastsinn ein. Der Philosoph George Berkeley [Grunwald/ Beyer, 2001, S.78] meinte dazu, dass man erst wahre Erkenntnis erlangt, wenn man was anfasst und es „manipuliert“ (mani= Hände, begreifen oder wahrnehmen

= manipulieren); dahinter steht die These, dass durch rein visuelle Wahrnehmung sowohl Größe, als auch Position und Form verfälscht wahrgenommen werden, der Tastsinn bietet uns hingegen ein raumbildendes, raumbegreifendes Erlebnis. In einem dunklen Raum streckt man automatisch die Hände aus und verlässt sich in der hoffentlich unfallfreien Navigation auf den Tastsinn.

In der technischen Entwicklung von Oberflächen im Bereich Interface (also die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und dem technischen Gerät) wurde der Tastsinn in den letzten Jahren entdeckt, allmählich löste der Touchscreen die Knöpfe ab. Taktile Erfahrungen beeinflussen unsere Wahrnehmung und auch unser Verhalten, dies wurde natürlich von der Industrie erkannt und es entwickelte sich das Hapticdesign. Es handelt sich dabei um eine neue Designmethode, in der haptische Impressionen den Kaufreiz anregen sollen. Die Grundpfeiler sind taktile und haptische Qualitäten der Materialien und deren Zusammenspiel mit den menschlichen Emotionen.

Jeder Mensch unterliegt zwangsläufig einer speziellen Prägung der Sinne; all jene bei denen kein Sinn beeinträchtigt oder verloren wurde, folgen einer Sinneshierarchie, die schon seit tausenden Jahren in unveränderter Form von der westlichen Kultur vertreten und gelebt wird. Die sensualistische Rangordnung geht konform mit der jeweiligen zeitlichen kulturellen Rolle der Haptik in der Gesellschaft und somit auch in der sinnlichen Rezeption unserer Umgebung.

3.1 DIE KULTURELLE ROLLE DER HAPTİK

Die Fünfteilung der Sinne verdanken wir dem griechischen Philosophen Aristoteles, der meinte, mehr als diese Zahl an Wahrnehmungsorganen gäbe es nicht und dazu lieferte er gleich eine hierarchische Einteilung dieser fünf mit. Diese Sinnesordnung hielt sich bis heute und ist im Wesentlichen ein kulturelles Konstrukt, welches aus unterschiedlichen Gründen in der Vergangenheit gepflegt wurde und durch diverse Theorien (s. Taktile Ästhetik S.36) festzementiert wurde.

Die aristotelische Hackordnung sieht den Sehsinn als den Sinn aller Sinne an, er steht über allen anderen. Diese Hegemonie des Visuellen ist somit teilweise auf diese Einordnung zurückzuführen, aber auch darauf, dass sie im urzeitlichen Überlebenskampf unserer Ahnen eine bedeutende Rolle spielte, weil sie einen schnellen Überblick über die Lage verschaffte. In absteigender Reihenfolge findet sich der Gehörsinn, Geruchssinn, Geschmacksinn und last but not least der Tastsinn. Aristoteles fing damit an und die meisten denkfähigen Geister nachfolgender Generationen hielten sich daran. Weitere Einteilungen in höhere und niedere, Nah- und Fernsinne ergeben sich per definitionem von selbst. Aristoteles war zumindest so diplomatisch, jedem Sinn seine eigenen Qualitäten in ästhetischer und wahrnehmungstechnischer Hinsicht zuzugestehen, was in weiterer Folge nicht immer geschah.

Der Tastsinn wurde in der Geschichte auch deshalb geächtet oder an den unteren Rand der Sinneseinteilung gestellt, weil er eine sehr sinnliche Komponente in sich trägt, ihm haftet der Nimbus des verpönten Materialismus und der sündigen Berührung an; dieses kulturelle Wertesystem und Konvention wurden zwangsläufig auf die Künste und Ästhetik umgemünzt. Durch die Konzentration auf das Visuelle in der westlichen Kultur wird Architektur natürlich auch völlig anders wahrgenommen und erfahren.

Im 20. Jahrhundert kamen Argumente auf, welche sich v.a. aus der Sicht der Perzeption und Rezeption von Kunstwerken und der Architektur, darauf beriefen, dass auch der Tastsinn eine wichtige Rolle einnehme. Eine extreme Position nimmt hier z.B. die Theoretikerin Luce Irigaray ein, mit einer sehr eigenen Begründung, welche im Hinblick auf die Stellung der Frau in der Gesellschaft argumentiert und ihr den Tastsinn zuweist; der Sehsinn sei eine männliche Domäne und daher eher abzulehnen.

An der Verwendung und Verbreitung von Materialien lassen sich auch gesellschaftliche Entwicklungen ablesen, Material wird dadurch zum sozialen Code. Dieser soziale Code verändert sich v.a. in der Zeit der technischen Neuerungen rapide. Da diese statischen Materialien bereits Codes in sich tragen, die persönlich, individuell entwickelt und geprägt sind, gehören auch sie dazu, es gilt nun zu untersuchen wie sich diese bei dynamisch transformierbaren Oberflächen verhalten. Sie können sich auch visuell verändern (face changing materials) und in all ihren übrigen Eigenschaften, die wir mit unserer Haut wahrnehmen können. Ein sensitiver Interaktionsraum ist einer Kameragesellschaft diametral gegenübergestellt.



Durch die Dominanz des Visuellen, sind wir eine okulenzentrisch fixierte Kultur, was sich auch in der Architekturbeurteilung und – Wahrnehmung zeigt. Die kulturelle Rolle der Haptik ist die Grundlage dafür, welche Wertstellung sie auch in der Architektur besitzt und in der Perzeption allgemein, denn durch diese visuelle Hegemonie wurde auch die Architektur als visuelles 3D-Bild verstanden. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden industrielle Prozesse der Fertigung und Massenproduktion ein zentraler Punkt im architektonischen Diskurs, zudem wurden durch Neuerungen im Bereich des neuen Werkzeuges des Architekten, dem Computer und seinen Zeichenprogrammen formale Kriterien in den Vordergrund gestellt, bzw. es wurde mehr auf dem Gebiet der Formgenerierung gearbeitet. Wir leben immer noch mit diesen Tendenzen. Es wurde eine Ästhetik verfochten, welche sich von der materiellen Qualität löste und die Standardisierung zum Ziel erhob. Vor allem durch den Aspekt der CAD Programme und Programmierfähigkeit architektonischer Visionen und Experimente, kam es häufig zu formalen Konzentrationen im Entwurfsaspekt. Es gab natürlich auch immer jene Menschen, denen die sensorische Wahrnehmung der gebauten Umgebung ein Anliegen war.

Die Moderne und deren Umgang mit Materialität forderte eine Glätte ein, eine Immaterialität wurde hervorgerufen; abstrakte Gedankenmodelle wurden in architektonische Bauwerke umgegossen. Das Material wurde unter einem anderen Konzept gesehen, dies hatte weitreichende Auswirkungen auf die Haptik der Architektur. Die Glätte der Architektur – auch die konstruktive Glätte – kam durch das Loslösen vom Ornament auf, in diesem Zusammenhang

wurde eine Materialgerechtigkeit gefordert, bezogen auf deren Formensprache, da diese aus den Formmöglichkeiten des Stoffes selbst hervorgebracht würden. Wenn die Moderne sich dem Sichtbeton und Putz materialtechnisch verweigert, ist man bei der These der Korrelation von Visuellem und Taktilen angelangt, da die kubistisch monolithische International Style Bewegung eine visuelle Schwere in diesen Materialien erkannte. Für die Materialwahrnehmung und dem Siegel des Tastsinnes waren die Griechen sehr aufgeschlossen.

In der griechischen Architektur wurden optische Systeme verwendet, um ein angenehmes Betrachtungsbild zu schaffen, diese vermeintliche Bevorzugung des Sehannes zieht aber nicht zwangsläufig die Negierung oder Vernachlässigung anderer Sinne mit sich. Die haptische Sensibilität und Materialität war auch bei den Griechen wichtig, denn das Auge sollte zur taktilen Erfahrung einladen, diese Positionierung des Tastsinnes unter oder neben dem Sehsinn kommt sehr häufig in Argumentationen vor, so auch bei Walter Benjamin und seiner Schockwirkung des Films, welche den taktilen Aspekt des Bildmaterials ausmacht. Man muss zugeben, dass diese chiasmatische Verwendung der beiden Sinne bei der Wahrnehmung nicht unterdrückt werden kann oder soll, weil, abgesehen von jeglicher kulturellen Prägung, ein positives, befruchtendes Zusammenspiel der beiden Sinne stattfindet.

3.2

TASTSINNES- PHYSIOLOGIE

Um einem interaktiven Raum haptisch-taktile Qualitäten verleihen zu können, ist es wichtig im Vorfeld abzuklären, welche Wahrnehmungsdimensionen die Haut als Sinnesorgan besitzt, welche Vorgänge bei der Wahrnehmung beteiligt sind und welche Prinzipien der unterschiedlichen Reizempfindungen es gibt. Der folgende Teil sollte auch in Hinblick auf die Raumwahrnehmung durch die beschriebenen Tastpraktiken gelesen werden, sie bilden nämlich die essenzielle Beschreibung des Architekturbegreifens schlechthin.

Die Tastsinneswahrnehmung kann prinzipiell in drei Typen unterteilt werden: dem Taktilen, dem Haptischen und der Kinästhesie.

Die Informationsgenerierung kann durch aktive und passive Teilnahme des Menschen geschehen. Damit ergeben sich jeweils unterschiedliche Wahrnehmungsqualitäten, da charakteristische physische Reizintensitäten wie Kraft oder Geschwindigkeit anders spürbar sind und prinzipiell eine aktive Wahrnehmung mehr Informationen und Sinneseindruck liefert, als die unbeteiligte.

Die **taktile** Umwelterkennung besteht in einer Stimulationsapplikation auf der Haut, ohne Mitwirkung der Person [Grunwald/ Beyer, 2001, S. 9]. In diesem Sinne wird Taktilität auch als Oberflächensensibilität bezeichnet. Die Person steht der Reizquelle passiv gegenüber.



Die Haptik ist jener Vorgang, der eine aktive Beteiligung des Rezipienten benennt und so durch Körperbewegung Tastreize und Informationen erlangt werden. Dabei werden zwei Subsysteme dieser Wahrnehmungsaktivität aktiviert, zum einen das sensorische System mit den rezeptiven Reizen, zum anderen das motorische, welches die Bewegungen steuert. Dieser explorative Vorgang des „Betastens“, setzt sich aus mehreren sequenziellen und ineinander übergehenden Phasen zusammen, dabei werden unterschiedliche Reizmuster wahrgenommen, wie Hautdehnung, Druck, Verformung und andere Stimuli.

Der Tastsinn ist nicht nur auf die Hautoberfläche limitiert sondern bezieht sich auch auf die tieferen Ebenen wie Knochen, Muskeln und Sehnen, sie dienen zur Erkennung und präzisen Steuerung von Körperteilstellungen im Raum, **Kinästhesie** genannt. Sie wird in drei spezifische Sinne unterteilt:

Stellungs-, Bewegungs- und Kraftsinn, die Namen bezeichnen sehr treffend, für welche Vorgänge sie zuständig sind.

Die Kinästhesie dient dem propriozeptiven Erfassen der Lage und Bewegung des Körpers im Raum, dabei entstehen die Empfindungen innerhalb des Körpers und befähigen uns einer kontrollierten Koordination unserer Körperbewegungen. Sie ist essenziell für die Eigen-

Abbildung 25: Die Hand ist eine der sensibelsten Regionen für taktile und haptische Reize. Dabei kann sie auch in passiver Weise Materialmerkmale erkennen, wie Gewicht, Volumen und markante Oberflächenstrukturen.

3. Tactile Ductile Haptic



wahrnehmung des Körpers! Zudem sind diese kinästhetischen Informationen relevant für die Erkennung der Stofffestigkeit; gibt der Stoff nach und können wir uns weiter in diese Richtung bewegen, ist der Stoff sehr weich und elastisch, andernfalls wird die Körperbewegung unterbunden. Das sogenannte E-Modul (Elastizitätsmodul) eines Materials wird mittels der aktiven Körperbewegung ermittelt.

Alle drei Arten haben unterschiedliche Wahrnehmungstiefen und sprechen auf unterschiedliche Reize und Reizintensitäten an, z.B. wird die Haptik bei 10 – 1.000 HZ stimuliert, so reagiert der kinästhetische Tastsinn bei ruhenden Objekten bzw. Frequenzen bis 10 HZ, auch die angewendete Kraft wird spezifisch zwischen diesen drei Tastspektren verteilt. Die Bedeutung des Tastsinnes für das seelische Gleichgewicht einer Person ist von evidenter Wichtigkeit, im medizinisch therapeutischen Bereich wird konkret Bezug auf den Tastsinn als Behandlungsmittel genommen. Hier zeigt sich vor allem, dass menschlicher Hautkontakt und Berührung essentiell für die geistige und emotionale Entwicklung ist. In erster Linie werden solche Therapieansätze bei geistigen und körperlichen Defiziten angewendet. Für bestimmte therapeutische Anwendungen wurden schon textile Modelle entwickelt, die sich der Kinästhesie widmen.

Abbildung 26: Durch den aktiven Explorationsprozess erkennen wir auch welche Konsistenz Materialien besitzen.



Abbildung 27: Durch den kinästhetischen Vorgang des Gehens können wir unseren Untergrund auch in seiner Strukturierung erfassen. Der Tastsinn hilft uns auch dabei Bodenunebenheiten zu erkennen und unsere Gangart darauf einzustellen.



3.2.1 SENSOREN UND REZEPTOREN



Die Hautrezeptoren bilden die eigentliche Empfindungsschnittstelle zwischen der Haut und der Umgebung, sie spannen ein dichtes Empfängernetz über den gesamten Körper und sind dabei in manchen Regionen dichter als an anderen. Dies hat zur Folge, dass es unterschiedlich sensibel ausgeprägte Reizzonen gibt. Die Berührungswahrnehmung wird bereits bei kurzzeitigen Hauteindrücken von lediglich 5-10 µm registriert. Stellvertretend für diese Konzentrationsverteilung wird gerne der sogenannte Homunculus herangezogen.



Temperatur



Vibrationen



Schmerz



Dynamische Kräfte,
Stellungen von Gelenken,
Muskeln, Sehnen [ebd. S.3]



Druck



Spannung



Berührung



Feuchtigkeit

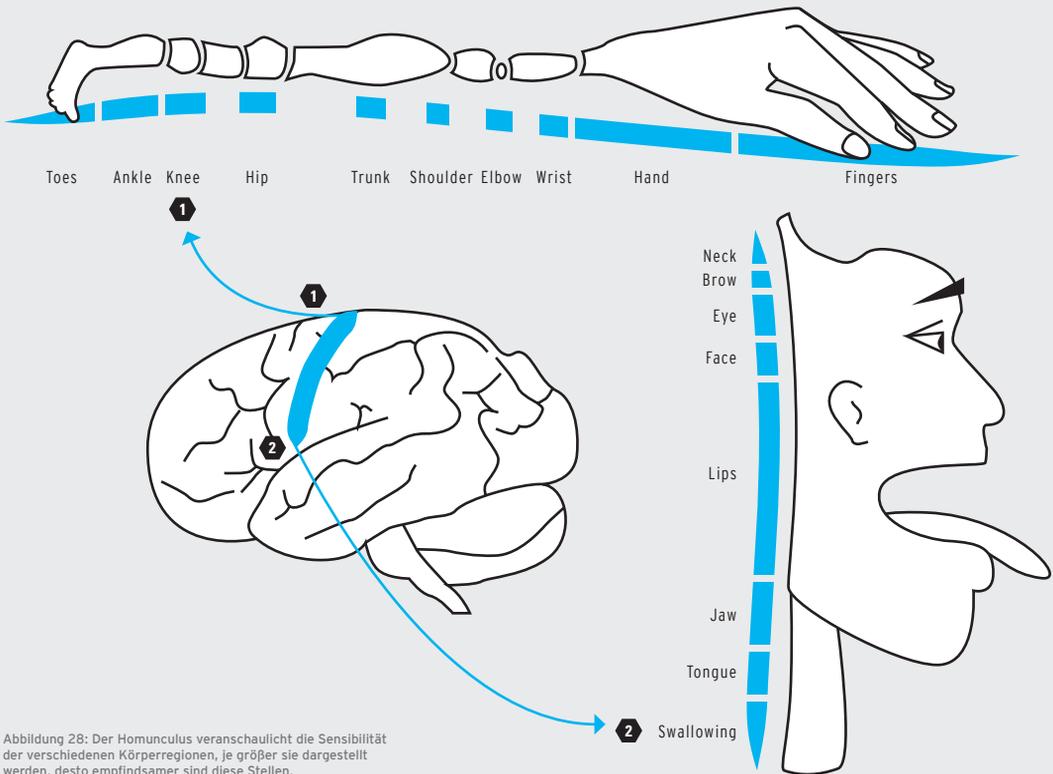


Abbildung 28: Der Homunculus veranschaulicht die Sensibilität der verschiedenen Körperregionen, je größer sie dargestellt werden, desto empfindsamer sind diese Stellen.

Grundsätzlich besitzt die Haut – falls der Tastsinn keine Defekte hat – einen sehr hohen Sensibilitätsgrad, sie nimmt Berührungen und Oberflächenänderungen wahr, die das Auge nicht mehr registriert, dabei unterliegt die Reizwahrnehmung der Reizdauer und Intensität.

Die einzelnen Rezeptorentypen nehmen unterschiedliche Empfindungsinhalte auf, sie bilden so unseren Tastraum mit all seinen Qualitäten und dienen zur Verortung des Körpers im Raum.

Bei den Rezeptoren werden spezielle Qualitäten von Umweltreizen [Grunwald/ Beyer, 2001, S. 3] transportiert, die da wären:

Reizempfänger haben die Eigenschaft, dass sie nur zu Beginn und am Ende des Reizes senden, während der Reizausübung antworten die Rezeptoren allerdings nicht. Dies hat zur Folge, dass die „zeitliche Charakteristik der mechanischen Rezeptoren“ [ebd., S. 31] aufgelöst werden und dies auch interessant für die Art der Wahrnehmung ist.

Die wichtigste Klasse der Hautrezeptoren ist jene der **Mechanorezeptoren**, sie wird in vier Typen unterteilt. Diese können folgende Reize aufnehmen und verarbeiten:

Merkelzellen sitzen in den Haarfollikeln der Haut, sie nehmen über die Haare Luftbewegungen auf und können somit Luftströmungen lokalisieren. Ruffini-Körperchen sitzen in den Gelenken und im Bindegewebe, sie geben die Winkelstellung an. Die Meißner-Körperchen stellen eine dynamische Hautbewegung fest und Pacini-Körperchen sind Vibrationsrezeptoren, sie nehmen schnell wechselnde Reize auf (zwischen 40 und 1.000 HZ) und sind somit auch für die Sicherheit wichtig, da manche Gefahren nicht mit den anderen Sinnen wahrnehmbar sind.

Durch dieses breite Spektrum an Rezeptoreigenschaften ist es möglich, Strukturen und Beschaffenheit der berührenden Objekte, und Geschwindigkeiten beweglicher Reize zu erfassen. Vibrotaktilität (20-1000 Hz) ist der kutane Stimulus schlechthin, der im Moment in alle Interfaces eingebaut wird.

Frequenz, Dauer und Intensität spielen für die Perzeption von Hautreizen eine große Rolle.

Bei einer Dauer von unter 100 Millisekunden wird der Reiz wie ein Stechen empfunden, sobald die Zeitspanne von diesen 100 Millisekunden überschritten wird, ergibt sich auch eine weichere und sanftere Empfindung.

Thermorezeptoren sind auf die Wärmeempfindung spezialisiert und die Nozirezeptoren sind für die viszerale Sensibilität verantwortlich, also für die Schmerzempfindung bei Beschädigung des Gewebes oder sonstigen, in der Regel als unangenehm empfundenen, Stimuli.

Es wird also die ganze Bandbreite an möglichen Stimuli aufgebracht um die Umgebung zu „begreifen“.

Abbildung 29 & 30:
Die Gelenksstellung
wird über die Ruffini-
Körperchen ermittelt,
sowohl bei taktilen, als
auch haptischen
Explorationsprozessen.





Abbildung 32 & 32: Die Rezeptoren in unserer Haut liefern uns eine Vielzahl an Informationen über unsere physische Umwelt, sowohl sinnlich positive als auch negative. Schmerzreize können einerseits über starke physische Einwirkungen auf die Haut entstehen, aber auch, wenn die Haut zu lange tiefen Temperaturen ausgesetzt ist.



Abbildung 33 & 34: Vibrotaktile Reize empfangen wir in unserem täglichen Leben immer häufiger, vor allem durch das Handy.

Warme Oberflächentemperaturen werden allgemein als positiv empfunden, übersteigt die Temperatur allerdings einen bestimmten Bereich löst dies Schmerzreiz aus.



3.2.2 TASTSINN UND RAUM



Wir erkennen architektonische Objekte neben dem visuellen Part der Wahrnehmung auch durch den Tastsinn, denn sensitive Oberflächeneigenschaften bilden eine genuine Ausdrucksweise unserer Umgebung. Im Zusammenhang mit Raumerfassung durch den Tastsinn und durch den Körper, spielt die Kinästhesie und Lokomotion eine wichtige Rolle, da sie uns in eine Relation zum Raum und zu den darin enthaltenen Objekten setzt. Der Raum wird in der Bewegung erfasst und bei einem interaktiven Raum bewegt sich gleichzeitig der erfasste interaktive Raum, eine körperliche Kommunikationsbasis wird hier gefunden: Körper zu Körper, Kontakt-Raumkörper zu menschlichem Körper; der Leib als Kontaktzone und Wahrnehmungsfläche, die räumliche Tiefe wird erst durch den Tastsinn generiert und erkennbar.

Dabei überprüft die Haut ständig ihre Umgebung, sie analysiert die Texturen und Konsistenz, um aus dem Wahrgenommenen ein Tastbild zu erstellen.



Abbildung 35: Der Raum wird durch die Bewegung erfasst.



Abbildung 36 & 37: Die Positionierung des Reizes am Körper ist sehr evident, denn ein Reiz ist an verschiedenen Körperstellen verschieden zu bewerten. Ist ein Stimulus am Rücken positiv, kann er an den Fingerspitzen bereits unangenehm sein.

Die architektonische Raumwahrnehmung durch die Haut wird von den Menschen meist über die Fingerspitzen verarbeitet, weil sie ein sehr sensibler Teil des Tastorgans sind, dementsprechend unproportional kann es erscheinen, wenn man ein tektonisches Objekt allein mit den Fingerspitzen ertasten will. Das Maßstabsverhältnis spielt also eine Rolle. Wir können zwar mit dem ganzen Körper den Tastsinn einsetzen, also auf einer relativ großen Oberfläche, in diesem Fall stimmt dann das maßstäbliche Gleichgewicht wieder annähernd.

Die haptische Erfassung eines Raumes beginnt mit einem aktiven Explorationsakt, dessen Eindrücke in weiterer Folge verarbeitet werden und hierin auch eine subjektive Wertung erfahren. Diese Erfahrung geht in unsere Erinnerung ein und wird bei der nächsten Erfahrung assoziativ wieder hervorgeholt, dieses Phänomen kennzeichnet unser Tastgedächtnis. Die früheren Erfahrungen prägen durch Assoziationen und persönliche Präferenzen die Apperzeption und in weiterer Folge auch die Perzeption. Bei einer erneuten aktiven Partizipation mit dem Raum wird ein mnestischer Prozess abgespult, basierend auf vergangenen Erfahrungen.

Die Nachhaltigkeit von Tasteindrücken wird so sukzessiv zu einem mehr oder weniger kognitiven mnestischen Vorgang. Die emotionale Reaktion auf haptisch-taktile Phänomene steht am Ende dieses Prozesses. Die sensorische Wahrnehmung geht immer mit einer psy-



Abbildung 38 & 39: Mit der Rückseite unseres Körpers erfassen wir den Raum meist in passiver Form, beispielsweise beim Lehnen oder Sitzen.

chisch-emotionalen Bewertung einher, welche durch die Erfahrungen gebildet werden.

Es gibt eine Reihe unterschiedliche Reizintensitäten, welche sich aber mit zunehmender Dauer des Reizes egalisieren, da sie sehr individuell mit unserem momentanen Hautempfinden zusammenhängen, welches einerseits von äußeren Faktoren abhängig ist, aber auch von der allgemeinen körperlichen Konstitution. Die Wahrnehmung und Empfindungsintensität von Oberflächentemperaturen sind beispielsweise bedingt durch unsere eigene Körperwärme, das Alter und auch das Geschlecht.

Vibrotaktile Reize sind sehr wichtig für die Wahrnehmung, bzw. sehr interessant, da sie unter bestimmten Frequenzen Rauheit simulieren kann und ein sehr direktes Signal ist, genauso wie Schmerzreize.

Man kann keine allgemeingültige Angaben machen, welche taktilen und haptischen Sensationen vom Großteil der Menschen als positiv bewertet werden, da es auch auf den Kontext und die Situation ankommt: an einem heißen Sommertag wird eine sich erwärmende Oberfläche eher als unangenehm empfunden werden, als eine kühle Oberfläche, ob sie jetzt glatt oder texturiert, weich oder hart ist, sind nochmal weitere Kriterien und Variationsmöglichkeiten.

Sie werden durch das Zusammenspiel von unterschiedlichen Hautreizen, deren Intensität und den Aktivitätsgrad des Menschen bestimmt, die Verbindung zwischen Mensch und Raum findet direkt über den

Körperkontakt statt. Viele Beispiele von Tastinterfaces beziehen sich in ihrem Explorationsprozess, bzw. in der Tastsinnaktivierung auf die Hände, dieser Umstand resultiert auch daraus, dass sich die Sparte des tangible Bits Designs mit Interfaces beschäftigt, also mit einer traditionell händischen Steuerung digitaler Informationen.

In der Architekturwahrnehmung allerdings wird tastinnmäßig generell der ganze Körper eingesetzt. Wie berührt er Sachen mit der Hand, mit dem Körper und wie manipuliert er sie? Wie „handhabt“ eine Person die Tektonik? Die Positionierung des Reizes am Körper ist sehr evident, denn ein Reiz ist an verschiedenen Körperstellen verschieden zu bewerten. Ist ein Stimulus am Rücken positiv, kann er an den Fingerspitzen bereits unangenehm sein. Dabei ist entscheidend wie er in Kontakt tritt, ob er sich an eine Wand lehnt, sich an ihr abstützt oder sie händisch abtastet, all diese Modi ergeben ein jeweils spezielles Raumerlebnis. Architekturwahrnehmung über den Tastsinn schließt eine aktive aber auch die passive Rezeption der Tektonik mit ein. Diese Reizintensität wird nicht nur bedingt durch die unterschiedlich sensiblen Hautzonen, sondern auch vom Aktivitätsgrad der Person, es wurde bereits beschrieben, dass ein aktiver Explorationsprozess detailliertere und profundere Wahrnehmungsinhalte liefert als ein passiver. Im Falle des interaktiven Raumes ergibt sich aber auch die Option, dass der Mensch passiv ist und der Raum aktiv, was in normalen statischen Architekturen nicht der Fall ist. Die Wahrnehmung den üblichen statischen Architekturen auch um einen Reiz bereichert, denn der Raum selbst kann aktiv Reize aussenden und somit wird die Taktilität einer statischen Wand gegenüber auch eine andere sein, als einer die sich in ihren Eigenschaften ändert.



Abbildung 40: Wir können mit dem ganzen Körper den Tastsinn einsetzen.

Über die Haut werden spezifische materielle Merkmale unserer physischen Umgebung erfasst: Masse, Gewicht, Form, Volumen, Konsistenz, Rauigkeit, Temperatur, Feuchtigkeit, Dynamik, Vibration, Druck, Zug, alles Reize die von den Rezeptoren wahrgenommen werden können. Die entsprechende Kombination dieser Stimuli, deren Vielschichtigkeit und Zusammenspiel auch mit der menschlichen Aktivität erzeugen Wahrnehmungsqualitäten und Wahrnehmungstiefe. Wie werden nun diese Explorationsprozesse und variablen Tastempfindungen in einem interaktiven Raum eingebaut und verwendet? Wenn eine aktive Kommunikation über den Tastsinn hergestellt wird, wie gestaltet sich dieser Prozess. Im folgenden Kapitel werden diese Fragen beleuchtet und untersucht ob es überhaupt konkrete interaktive Architekturbeispiele gibt, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen.

EXPLORATIONSPROZEDUR

.....

OBJEKTMERKMAL

.....

PASSIV RUHENDE HAND

Temperatur/Gewicht

UMFASSEN

Größe/ Volumen

HIN- & HERBEWEGEN

Textur/Rauhigkeit

DRÜCKEN

Härte

ZIEHEN

Festigkeit

FREIES HALTEN

Gewicht

KONTUREN NACHFAHREN

Form/Umriss

TEILBEWEGUNGSTEST

Die Art der teilweisen Beweglichkeit

FUNKTIONSTESTS

Spezifische Funktionen [Grunwald/Beyer, 2001, S. 114]



3.3

INTERAKTIVER TASTRAUM

Our very word “grasp” or “apprehension” points to the provibcess of getting at one thing through another, of handling and sensing many facets at a time through more than one sense at a time. It begins to be evident that „touch“ is not skin but the interplay of senses...[McLuhan, 2002, S. 66]

Eine sehr weitverbreitete Meinung ist, dass die Architekturerkennung fast ausschließlich durch das Sehen vollzogen wird, der Blick bringt uns die räumliche Gestalt nahe, durch ihn würden wir den Raum primär wahrnehmen. Materialien bilden jedoch die Oberfläche unserer gebauten Umgebung und diese setzt sich aus weit mehr als optischen Eigenschaften zusammen und daher brauchen wir für eine umfassende Perzeption auch mehr als nur den Sehsinn. Dem Tastsinn ist Interaktivität schon in seiner genuinsten Form eingeschrieben! Man kann nicht berührt werden ohne das Berührende wiederum selbst zu berühren, der wechselseitige Charakter ist also immanent. Die Haut wird hier in der Funktion des raumwahrnehmenden Medium und Sinnesorganes verwendet. Die Begreifbarkeit des Tastsinnes in der Architektur wird durch das Medium des interaktiven Raumes neu gefasst.

Mit Haptik, Taktilität, Ergonomie – fassen wir es einfach unter dem Begriff Tastsinn zusammen – befassen sich hauptsächlich Produktdesigner, da ihre Objekte, meist auch von der Größe und dem Volumen her handlicher sind als ein architektonischer Raum, den man nicht auf einen „Griff“ sondern nur sequentiell erfassen (im haptischen aktiven Sinne) kann. Dabei ist hervorzuheben, dass man unter Produktdesigner von der „Anschmiegsamkeit der Form“ spricht. Was wäre nun ein haptisch interaktiver, veränderlicher Raum, der sich an den Nutzer „anschmiegt“.

3.3.1 CASE STUDIES TASTSINN



Nähern wir uns von der analogen Seite mit dem Bauhaus und seiner speziellen Grundausbildung, worin der Tastsinn popularisiert wurde. Bereits Johannes Itten [Grunwald/ Beyer, 2001, S. 153] legte besonderen Wert auf den Tastsinn in der „Gestaltungs- und Formenlehre“, er gab Listen von Materialien aus, welche nach ihren taktilen und optischen Eigenschaften getrennt wurden, in diesem Stadium gehen die beiden Sinne parallel nebeneinander einher. Hinter dieser Übung stand die Absicht, dass diese Materialien und ihre jeweiligen Qualitäten und Eigenschaften von jedem Studenten bewusst und ganz subjektiv erlebt und dargestellt werden. Die individuellen Präferenzen sollten deutlich erfahren werden und sich so einschreiben in das Gedächtnis, ein Sinnesbildungsprozess sollte in Gang gesetzt werden, welcher einverleibt wird. Johannes Itten verwies darauf, dass das Wahrnehmen, genauer gesagt das „Sehen“ von Texturen auf dem Tastsinn beruht. Moholy-Nagy führte diese Praxis weiter, er ließ ganze „Tastorgeln“ erstellen, welche aus einer Aneinanderreihung verschiedener Materialien bestanden. Zusätzlich wurden noch Diagramme dieser Tastempfindungen erstellt, was wiederum die beinahe unwiderstehliche Visualisierungstendenz sehender Menschen aufzeigt, jedoch ging es hier um

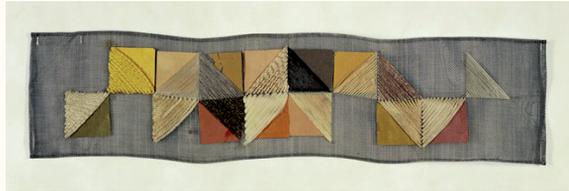


Abbildung 41: Die Bauhausschülerin Otti Berger fertigte 1928 in ihrem zweiten Semester dieses haptische Textilgewebe an. Dies stellt nur eine unter vielen Interpretationsmöglichkeiten Moholy-Nagys Aufgabenstellungen dar.

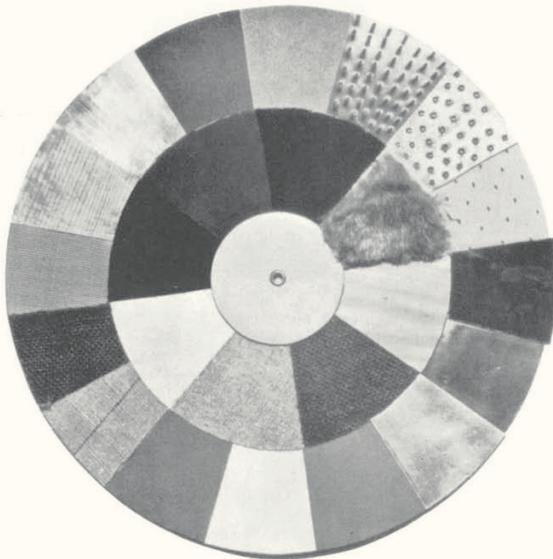


Abbildung 42: Walter Kaminski entwarf eine rotierende Tasttafel mit zahlreichen haptisch divergierenden Materialproben.

ein wissenschaftliches Festhalten der Tasterfahrung. Dies zeigt auch auf, wie schwierig es war, sich von dieser graphischen Obsession loszulösen und vermutlich heute noch schwieriger sein dürfte durch die visuelle Prägung der Datenpräsentation.

Da diese Sensibilisierung des Tastsinnes bereits in der Grundausbildung verankert war, wurde dadurch versucht, der Diskrepanz zwischen der Vorherrschaft des Visuellen und der Vernachlässigung des Hautsinnes entgegenzutreten, um ihn zu einem integralen Bestandteil des späteren Arbeitens der Studenten zu machen.

Im Vordergrund stand immer die Absicht, eigene Tasterfahrungen zu bilden, welche sich mit der Zeit transformieren würden und schließlich in zukünftige Arbeiten wieder mit einfließen, schlicht um eine Sensibilisierung für somatische Materialqualitäten. Sammeln von Eindrücken sollte nach Moholy Nagy keiner hierarchisch qualitativen Ordnung unterzogen werden.

Verschiedene Oberflächenqualitäten wurden untersucht aber auch Anleitungen (oder besser Hinweise) zum Gebrauch der Tastobjekte geschaffen, z.B. solle man die Finger schnell über eine geriffelte Oberfläche ziehen, damit man die Vibrationen wahrnimmt, oder bereits fertige Tasttrommeln drehen. Es wurde somit auch der Explorationsprozess bedacht, mit dem der Mensch solchen Objekten begegnet. Mit der Zeit waren die Schüler fähig Materialkollagen zu fertigen, die „einem vorgefaßten ausdruckswunsch entsprechen“ [Ebd., S. 21]

Leider lag es nicht in seinem Interesse eine neue künstlerische Typologie zu schaffen¹, sondern lediglich die volle Integration in das gestalterische Bewusstsein der Schüler zu bringen, aber wenigstens schließt er diese Option nicht völlig aus.

¹: Dies kann man eher noch als Anspruch des Futuristen Filippo T. Marinetti sehen, der ein Manifest über den Taktilismus schrieb.

War das Bauhaus beispielgebend für eine taktile Sensibilisierung in der Ausbildung von Architekten und anderen gestalterischen Sparten, so knüpft die japanische Architektin Masayo Ave wieder an diese Lehrmethode an. Sie legt ihren Fokus auf das Wiedererwecken des Tastsinns.

In ihren haptischen Design- und Forschungsprojekten gründete sie in Berlin das „Institut für haptisches Interface Design“, dabei untersucht sie, wie Oberflächen und deren Gestaltung unsere Wahrnehmung beeinflussen und welche emotionalen Eigenschaften Materialien haben, meist nehmen wir diese nämlich nur peripher wahr.

Menschliche Emotionen treffen dabei auf technische Produktionsprozesse und neuartige Materialien. Sie schreibt dem Material eine dezidiert emotionale Qualität zu, somit beginnt der Entwurfsprozess mit der Untersuchung verschiedener sinnlicher Materialqualitäten. Ave entwickelte sogar ein eigenes haptisches Wörterbuch, welches mehr als 40 Wörter umfasst, um spezifische Qualitäten zu beschreiben und um haptische Erfahrungen zu bezeichnen. Dies zeigt, dass sie über die gängigen Eigenschaftsbeschreibungen wie weich, warm usw. hinausdenkt und eine subjektive Komponente hinzufügt. Sie erschafft einen neuen sprachlichen Code, um sich sensualistisch präziser ausdrücken zu können. Masayo Ave leitet auch Studenten-Workshops mit den synästhetisch klingenden Namen The Sound of Material, in denen ganze urbane Räume auf ihre Haptik hin analysiert werden und im Detail nachgebildet. Verschiedene Texturen der Stadt Berlin z.B. wurden haptisch identifiziert und in Designobjekte uminterpretiert. Eisschollen, Kiefernadeln oder unterschiedlich erodierte Schneeflächen werden mit adäquaten Mitteln mimetisch transformiert.

Gegen den Verlust des Tastsinns steuert sie mit textuellen Erfahrungen für die Benutzer eines Designobjektes entgegen.

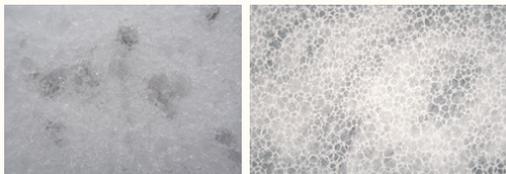


Abbildung 43 & 44: In Massayo Aves Workshops werden natürliche Materialien – wie hier vereister Schnee – mit künstlichen Materialien nachempfunden.

Diese analogen Beispiele zeigen wichtige Aspekte im Umgang und der Sichtweise auf den Tastsinn auf: Sie demonstrieren eine explizite Sinnesbildung und integrale Vernetzung zwischen Architektur und Hautsinn. Darüber hinaus decken sie in ihrem gedanklichen Konzept auch die emotionale Auswirkung und Relevanz von Tastsinnesreizen auf die Wahrnehmung und Beurteilung ab.

Das nachfolgende Projekt demonstriert die medizinisch psychologische Rolle des Hautsinnens in Kombination mit kindlichen Lernprozessen. Bei Kleinkindern findet der anfängliche Sinnesbildungsprozess auch auf Basis des Tastsinnes statt. Spielzeug animiert in vielen Fällen nicht allein das Sehen sondern auch das Tasten und Ertasten von Oberflächen und Strukturen.

Das Projekt von Hayes Raffle, Mitchell W. Joachim und James Tichenor am MIT Lab beschäftigt sich mit Kinästhesie als unterstützendem System des Lernprozesses. Dabei wird deutlich wie eng der Zusammenhang zum Tastsinn und der geistigen und emotionalen Entwicklung ist.

Bei Super Cilia Skin [www.hayesraffle.com] wurden die nachgewiesenen Lernvorteile von kombinierten visuellen und taktilen Systemen als Grundlage für ein interaktives Lernmembran herangezogen. Vorgänge und Fakten, die mit physisch-taktilen Ereignissen verknüpft waren, werden effektiver im Langzeitgedächtnis gespeichert. Das Tastgedächtnis wird dabei mit Faktengedächtnis verknüpft.

Es handelt sich um eine Oberfläche, welche Bewegungen aufnehmen kann und sie dann erneut abspielt oder auf einem Monitor graphisch wiedergibt. Sie kann also fühlen und das Wahrgenommene wiedergeben.

Das taktile System basiert hier auf einem Feld von einzelnen Aktoren, welche auf einer elastischen Membran aufgebracht sind. Die einzelnen Aktoren sind mit Filz bespannte kleine Stifte, welche an ihrer Basis einen Magneten haben. Sie werden mit zwei Feststellmuttern an

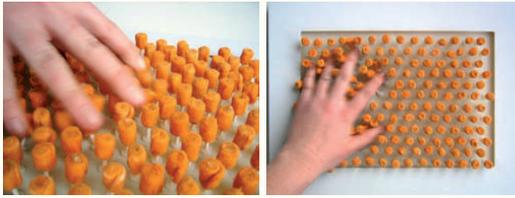


Abbildung 45 & 46: Super Cilia Skin



Abbildung 47: Do Not Touch als Aufforderung zur Verbotsübertretung und damit zu einem ungewöhnlichen Berührungserlebnis.

die elastische Silikonmembran angebracht, unterhalb dieser befinden sich 128 Elektromagneten. Durch die individuelle Ansteuerung des elektrischen Feldes (Änderung des On-Off Status bei jedem Magneten), werden die Aktoren jeweils kurzzeitig (periodisch) in verschiedene Winkelstellungen ausgerichtet.

Es auf einem multimodalen Prinzip beruht, d.h. auf dem visuellen und taktilen wird es einerseits als Lernhilfe angedacht, andererseits würde es sich auch für die zwischenmenschliche Kommunikation eignen, da man sich taktil-haptische Nachrichten schicken könnte.

Einen sehr provokativen Weg im Umgang mit Tastreizen schlug Jason Bruges i2005 ein. Im Oktogon des Tate Britain Museums stellte er eine interaktive Installation auf. In diesem Kunstwerk sollten die Besucher sich über die markant am Boden angebrachte Anordnung Do Not Touch hinwegsetzen und eine Metallsäule -ein archaisches Architekturelement und dazu noch in glänzend poliertem Edelstahl-berühren. Das Ergebnis eines solchen „Regelbruchs“ wurde mit einem Stromschlag quittiert, welcher die Nozizeptoren (Schmerzrezeptoren) der Haut stimulierten und zu einem augenblicklichen Zurückzucken des Besuchers führte. Ob nun diese Hautreizung als Bestrafung oder als Belohnung in Form eines intensiven Reizes interpretiert wurde, blieb den Personen selbst überlassen.

3.3.2 DAS EMBODIMENT DER DIGITALEN HAPTİK



Im Laufe der Geschichte wurden immer neue Medien entwickelt, eine lange Zeit nur auf analoger Basis und in den letzten Dekaden auch auf dem digitalen Feld. Der Medientheoretiker Marshall McLuhan fragte bereits im vergangenen Jahrhundert nach den Auswirkungen der Medien auf unsere Sinneswahrnehmung. Eine Frage, die an Aktualität nur gewonnen hat, zumal er Medien aller Art als Prothesen und Erweiterungen unseres Körpers und Geistes sieht, sie also auf intimer Ebene mit uns verbunden sind. Diese extended version von uns selbst, bleibt schließlich nicht ohne Folgen, denn sie führen, so McLuhan, zu einem neuen Arrangement der Sinne.

Sie sei auch Amputation der jeweiligen Organe, dies vollziehe sich zwar im Unterbewusstsein des Menschen, dadurch würde aber auch ein Schock ausgelöst und die Wahrnehmung blockiert, demgegenüber stellt er den Tastsinn als Gemeinsinn. Er beschränkt diesen nicht nur auf seine gängigen Qualitäten und Eigenschaften, sondern auf ein holistisches (ganzheitliches) Erfassen der Umgebung durch alle Sinne, also handelt es sich um eine Symbiose aus allen Sinnen.

Er erkannten, dass es zwangsläufig in der Natur der Sache liegt, dass Technik es ermöglicht Dinge und Situationen wahrzunehmen, welche vorher unmöglich waren, bzw. überhaupt noch unbekannt waren und erst entdeckt wurden. Diese neue Sinnesbildung, kann eine Verfeinerung der Sinne mit sich bringen aber auch eine Abstumpfung und Überlastung einzelner Sinne. „ Denn die Botschaft jedes Mediums

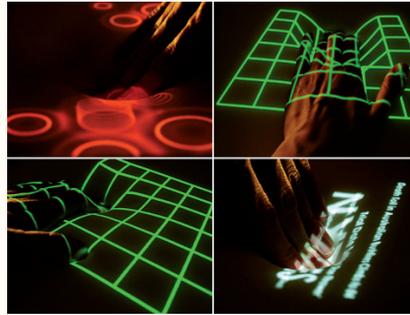


Abbildung 48: Begreifbare Manipulation des digitalen Objektes mittels haptisch reaktiven Displays

oder jeder Technik ist die Veränderung des Maßstabes, Tempos oder Sehens, die es der Situation des Menschen bringt.“ [McLuhan, 2002]. Es liegt in der Natur des Menschen, dass er seine sinnliche Wahrnehmung durch seine selbsterfundenen technischen Neuerungen ändert, bedingt durch die Entstehung neuer Medien. Dabei fand im Laufe der Architekturgeschichte ein zyklischer Prozess statt, zuerst setzte mit der Einführung des Computers als Zeichenknecht und Entwurfshelfer eine Digitalisierungswelle ein, mit einer nicht zu vergessenden vorausgehenden Glättungstendenz (siehe Moderne). Am Sättigungspunkt setzte dann im virtuellen Beschäftigungsbereich das Interesse für eine Gegentendenz ein, digitale Informationen sollten wieder in die physische Welt gebracht werden, mittels Datenhandschuhen, Vibradevices und ähnlichem. Die Informationsvisualisierung wie man sie vornehmlich als visuelles oder visuell animiertes Medium kennt, wurde weiterentwickelt hin zu einem sogenannten **Tangible user Interface**, dabei ist es dem Benutzer gestattet über physische Manipulation auf einen digitalen Prozess einzuwirken, bzw. ihn zu steuern. Dies gilt natürlich nicht nur für Prozesse, sondern auch für digitale Objekte. In gegenläufiger Richtung funktioniert dieses Schema auch, digitale Informationen werden in den physischen Raum übertragen.

Die direkte körperliche und somit Tastsinneserfahrung mit Objekten, kann man anscheinend nicht durch visuelle Reize ersetzen, die Tendenz hin zu einem sogenannten tangible Embodiment digitaler Informationen und Objekten zeigt dieses Verlangen nach direktem Kontakt auf. Es ist ein intuitives Bedürfnis des Menschen Dinge direkt am eigenen Leib zu erfahren, bzw. zu erkunden und zu überprüfen. Dies schließt sowohl abstrahierte Informationen und Daten wie auch Designobjekte und v.a. Architektur ein, denn räumliche Erfahrung voll-



Abbildung 49: Das Displayprojekt Relief übersetzt virtuelle Geländedaten in ein greifbares dreidimensionales Bild um.

zieht sich durch die körperliche Erfahrung des Raumes.

Einen direkten Verbindungslink zwischen der aktiven Verwendung des Tastsinnes und dem Display, oder etwas expliziter formuliert dem Interface, stellt Silke Hilsing [www.silkehilsing.de] her. Sie stellte einen Bildschirm her der im Gegensatz zu herkömmlichen Touchscreens nicht bloß eine glatte Oberfläche darstellt, mit allenfalls vibrotaktilen Icons, sondern eine plastisch manipulierbare Fläche. Der Aufbau ist relativ simpel, da er lediglich aus einem Schaumstoffquader mit dazwischen gelegten Drucksensoren besteht, darüber wurde ein Stoffbezug gespannt.

Der Inputmodus wurde hier einem Tastsinnerlebnis abgepasst, und gleichzeitig wurde die Manipulation des digitalen Objektes wirklich greifbar und im wahrsten Sinne des Wortes werden diese virtuellen Geometrien über das Display gehandhabt.

Eine neue Interpretation des Bildschirmoutputs stellten Daniel Leihinger und Hiroshi Ishii her. Ihre Arbeit **Relief: A Scalable Actuated Shape Display** [www.tmg-orchard.media.mit] ermöglicht es dem Nutzer digitale Geländemodelle mit den Höhendifferenzen in im Realraum mit den Händen zu erkunden. Wie der Name bereits erahnen lässt handelt es sich um einen Bildschirm der sich den Daten – in diesem Fall Höhendaten – entsprechend verformt und diese somit greifbar macht.

Die Verknüpfung zwischen interaktiven Technologien und dem Tastsinn führte bisher kaum zu architektonischen Ausformulierungen. Es ist allerdings eine Rückbesinnung auf den Tastsinn in anderen verwandten Disziplinen wie beispielsweise dem Interfacedesign zu beobachten. Diese Tendenz zur Verkörperlichung von digitalen Informationen, kann als Anstoß gesehen werden, wie Interaktivität



Abbildung 50: Silke Hilsings 3-d Display

mit Tastreizen umgehen kann und zu interaktiven architektonischen Denkansätzen führen, was in meinem Fall tatsächlich geschah.

Intention dieser Arbeit und somit der bisherigen theoretischen Auseinandersetzung mit den verschiedensten Aspekten dieses Sinnes, ist es einen interaktiven architektonischen Entwurf zu entwickeln. Dieser befasst sich mit der Relation zwischen Interaktivität und den Wahrnehmungsdimensionen des Tastsinnes. Dabei wird einerseits die Kommunikationsart zwischen interaktiven Sinnesraum und dem Menschen fokussiert und andererseits eine taktile-haptische Ausformulierung eines solchen Systems generiert.

Wie auch in allen anderen hier vorgestellten Projekten und wie es in Architekturentwürfen wohl allgemein der Fall ist, soll auch dieser Entwurf ästhetischen Ansprüchen genügen. Hier kommt nun die Frage auf, ob es denn nun möglich ist einen ästhetischen interaktiven Tastraum zu gestalten und daraus ergibt sich die Grundsatzfrage ob eine Tastsinnesästhetik überhaupt existiert und falls ja wie sich diese manifestiert und welchen Zweck sie erfüllt. Über den Begriff Ästhetik wurde im Laufe der Architekturgeschichte bereits sehr viel diskutiert, theoretisiert und immer wieder angezweifelt, vor allem auch im Bezug auf das Schönheitsempfinden der Nahsinne. In Verbindung mit interaktiven Technologien und technikbasierenden Designs, ergibt sich in unserer Ipod –Ära zusätzlich noch die Diskussion über die Ästhetik von technischen Geräten und Funktionen. Industriedesigner Anthony Dunne spricht in diesem Zusammenhang von **postoptimalen Objekten**, dabei handelt es sich um Dinge, die man gestaltet, wenn Nützlichkeit und Funktionalität als gesichert gelten:

„The most difficult challenges for designers of electronic objects now lie not in technical and semiotic functionality, where optimal levels of performance are already attainable, but in the realms of metaphysics, poetry, and aesthetics, where little research has been carried out [...]“
[Dunne, 2008, S. 20]

Sekundärsinne seien nicht kunstfertig, heißt es bei den Ästhetikern fast einstimmig, weil in ihrer Erfahrung nur der Nähe Moment erlebt wird; ihr Gegenstand wird sogar vom Subjekt einverleibt. Der bei Husserl, Heidegger und Straus entworfene Begriff der Ent (-)fernung relativiert zunächst den Unterschied zwischen Fern- und Nahsinn und hebt das dynamische Ferne- Nähe- Spiel als Grundlage jeder Sinneserfahrung hervor - einschließlich der ästhetischen. [Diaconu, 2005, S. 17]

Ästhetik ist immer wieder Diskussions- und Streitpunkt, nicht nur in der Architektur, sondern im auch im alltäglichen Leben. Man kann prinzipiell davon ausgehen, dass stets von visueller, auditiver und funktionaler Schönheit gesprochen wird. Als Quelle der Ästhetik wird in diesem Fall allerdings der Tastsinn, dabei wird die Frage nach der Existenz oder gar Berechtigung und Gestaltung einer taktil-haptischen Ästhetik gestellt und hoffentlich hinreichend beantwortet.

4. TAKTILE ÄSTHETIK

4.1

ARCHITEKTUR UND ÄSTHETIK

Die wörtliche Übersetzung von Ästhetik aus dem Griechischen bedeutet Wahrnehmung, dies gilt schon mal als Faktum, jedoch spalteten sich die Meinungen was Ästhetik in der Architektur ist oder bedeutet von jeher in die unterschiedlichsten Standpunkte auf. Sie reichen von formalistischen, über idealistischen bis hin zu rationalen Auslegungen. Über die Rolle der Ästhetik in der Architektur und ihr Verhältnis zum Rest von ihren Komponenten hat der britische Architekt Norman Foster eine klare Aussage gemacht:

„[...] Außerdem stört es mich auch, wenn so getan wird, als sei Architektur vor allem eine Frage der Ästhetik. Natürlich ist Ästhetik wichtig, aber sie ist kein Selbstzweck, kein Wert an sich. Es geht mir immer auch um die soziale Dimension. Es geht mir um eine menschliche Architektur.“ [www.focus.de]

Schönheit, Wohlgefallen und dadurch auch Wohlbehagen sind essentielle Bestandteile gebauten Lebensraumes, denn dies hat Auswirkungen auf das menschliche Befinden und somit wird diesen Begriffen eine große Bedeutung zuteil. Die Aufgabe des Architekten ist es Lebensraum als funktionale Struktur zu organisieren, aber dies mit Mitteln die dem seelischen Wohl des Menschen zu teil werden.

Das Berufsbild und die Berufsausbildung des Architekten sieht, neben etlichen anderen Fähigkeiten, auch jene Qualifikation vor, die sich zum Erschaffen einer gewissen Ästhetik eignet. Dem Architekten werden während des Studium auch inhaltsästhetische Werte vermittelt, also auch vergeistigte, ideenhafte Gedankenkonzepte werden gefördert, es ist auch eine rationalisierte Ästhetik. Die Ambition eines jeden Architekten ist es einen funktionierenden aber auch ästhetischen Lebensraum für seine Kunden zu schaffen und dazu gehört auch der Tastsinn. In der gängigen Ästhetikdiskussion werden immer wieder Worte wie



Harmonie, Ausgewogenheit, Proportion, Rhythmus und der Goldene Schnitt verwendet. Dabei finden sie ihren Niederschlag in der gebauten Umgebung in vielerlei Form.

Der Architekt Hermann Sörgel schreibt in seinem Werk *Theorie der Baukunst* auch über den seelischen, verstandesmäßigen und optischen Teil der Ästhetik, wobei alle drei als ineinander verwoben zu verstehen seien. Die Ästhetik macht somit zwischen sinnlicher Wahrnehmung, vergeistigter Gehaltsästhetik und limbischer Ästhetik eine permanente Pendelbewegung und ist somit ein oszillierendes Sinnes- und Geisteskonstrukt. In das geistige Konstrukt des Schönheitsempfindens fließen stets kulturelle Prägungen einer Gesellschaft mit ein und schaffen somit auch eine Fokussierung auf bestimmte Wahrnehmungsinne des Menschen.

Der Naturphilosoph Gustav Theodor Fechner [Sörgel, 1981, S. 51 ff] führte die Ästhetik von oben und jene Ästhetik von unten ins Feld. Damit meinte er dass jene von oben eine wissenschaftliche, eine geistig geschwängerte Art von Ästhetik sei. Jene von unten sei aber jene, die zum Erfahrungswert wird und die erstere ablösen sollte. Er begründete die Psychophysik [ebd.], welche die Wirkung von einem Reiz auf die Empfindung des Probanden untersuchte. Über Experimente erforschte er somit die Ästhetik der Sinnesreize.

Das Erforschen der Auswirkungen auf die Wahrnehmung des Menschen kann generelle Richtwerte hervorbringen, aber letzten Endes ist es eine subjektive und individuelle Angelegenheit ob etwas gefällt oder nicht. Es unterliegt den individuell präferierten Tendenzen und dabei reagiert der Mensch durchwegs positiv auf Belohnung, besser gesagt auf etwas, das er für sich selbst als gut empfindet oder das gefällt. Schönheitsempfinden allgemein sagt dem Homo sapiens, dass eine Sinneserscheinung, -reizung oder -wahrnehmung angenehm ist. Wie man es auch formulieren mag, es läuft darauf hinaus, dass der Homo Sapiens gern Dinge hat, die sein limbisches System zur Endorphinausschüttung anregen. Bei Peter F. Smith wird dieser Vorgang sogar mit limbischer Ästhetik beschrieben [Smith, 1981, S. 94]. Diese limbische Ästhetik wird hier nun auch in Zusammenhang mit der Tastsinnästhetik verwendet. Positive Erlebnisse, die auf dem Tastsinn basieren, lösen in uns ein Gefühl des Wohlbehagens, der Harmonie und noch eine ganze Palette weiterer positiver Stimuli aus. Welche weiteren Faktoren bei der Produktion von Glückshormonausschüttung durch einen Tastreiz ausgelöst werden und wie Tastästhetik allgemein definiert werden kann, wird nun in weiterer Folge vertieft.

4.2.1 DEFINITION

.....

Die Architektur bietet eine räumliche und folglich dreidimensionale Erfahrung, somit nehmen wir sie durch unseren Körper wahr und nicht nur über unsere Augen. Durch den Körper wird sie erst richtig fassbar und deshalb ist der Tastsinn so essentiell für die Architekturwahrnehmung. Dank ihm kommt es zur Raumentfaltung und schlussendlich zum Raumgefühl, denn der Mensch setzt sich mit seinem Körper permanent in Beziehung zum Raum und erfährt ihn ästhetisch.

Bei Ästhetik spricht man anscheinend automatisch von einer visuellen, daher wird hier nun ein neuer Begriff für eine explizite taktil-haptische Ästhetik eingeführt, die Euhaptik, dadurch lösen wir uns nun endgültig von der visuellen Prägung des gängigen Schönheitsbegriffes. Euhaptik ist unter anderem das Schönheitsempfinden des Tastsinnes, beinhaltet aber nicht nur den reinen Schönheitsbegriff, sondern im speziellen positive Attribute für ein Tastsinneserlebnis, die sich von Mensch zu Mensch unterschiedlich gestalten. Euhaptik geht über den reinen Schönheitsbegriff hinaus, ebenso wie die visuelle Ästhetik weiter gefasst werden kann.

Die Euhaptik setzt sich aus verschiedenen Teilbereichen gebauter Architekturen zusammen, um sie aber erfahren zu können ist der physische Gebrauch der selbigen unbedingt nötig, dabei ist die Euhaptik immer auch emotional geprägt und basiert auf der Theorie der limbischen Ästhetik.



Abbildung 51: TapTap (2005)

Diese Positionierung des Tastsinnes in der Sinneshierarchie und der Anerkennung eines eigenen Schönheitsbegriffes, hätte in der Vergangenheit wohl kaum Zustimmung erhalten. Hegel und Kant beispielsweise sprachen dem Seh- und Hörsinn, als theoretische Sinne, kein künstlerisches Potential zu, da sie als Sekundärsinne subjektiv und beinahe triebhaft seien, [Diaconu, 2005, S. 17] zudem brachten sie das Argument vor, dass sie nicht aufzeichnenbar und ihre Sinneserfahrungen nur schwer zu beschreiben seien.

Dieser Kritikpunkt der Nichtfasslichkeit wurde mit den heutigen technischen Mitteln bereits widerlegt: Ein Beispiel hierfür ist das Projekt **TapTap** [www.web.media.mit.], welches als „tragbares haptisches System“ beschrieben wird und zu medizinisch therapeutischen Zwecken eingesetzt wird. Bestimmte Berührungsmuster werden in diesem Beispiel gespeichert und über einen Schal mit integrierten und spezifizierten Aktoren wieder emittiert. Auch hier sollen bestimmte Aktorentypen die menschliche Berührung simulieren (Vibrationsmotoren, Solenoids, Peltierzellen u.ä.). Ein physischer Kontakt wird dabei in digitale Daten umgewandelt und kann über beliebig langen Zeitraum gespeichert werden, der Vorgang ist äquivalent zu anderen Speicherdaten.

Die multiple Wiedergabefähigkeit und Rekombinationsvarianten widerlegen hier die Argumente so mancher ästhetischen Diskurse, die dem Tastsinn durch seine limitierte Dauer und technische Nichtbeherrschbarkeit a priori bestimmte gestalterische Qualitäten absprechen. **Peter Smith** setzt sich in seinem Buch **Architektur und Ästhetik** in erster Linie zwar mit dem Städtebau auseinander, da er diesen als einen vernachlässigten Punkt im ästhetischen Diskurs ansieht, jedoch untersucht er diesen auch primär unter dem Gesichtspunkt der optischen Wahrnehmung. Einmal jedoch greift er den Tastsinn auf, indem er postuliert, dass in einem Stadtzentrum alle Sinne angesprochen werden sollten, auch der Tastsinn: „Sogar der Tastsinn kann durch das Wahrnehmen von Oberflächenstrukturen mit einbezogen werden. Es ist viel interessanter, über strukturierte Flächen wie etwa Granitpflaster zu gehen, als über Asphalt.“ Diese Beobachtung trifft teilweise durchaus zu, jedoch wird hier außer Acht gelassen, dass diese Feststellung wahrscheinlich darauf basiert, dass Asphalt im Verhältnis zu Pflastersteinen in einer Stadt viel häufiger vorkommt und somit eine Reizgewöhnung stattgefunden hat. Abwechslung ist immer willkommen, auch beim Straßenbelag. Über die Markierungen von Orten über den Bodenbelag und deren Kennzeichnung durch die Materialänderung wurde auch schon in vorangegangenen Kapiteln gesprochen. Von all diesen Überlegungen einmal abgesehen wird ihnen jede Frau auf hohen Absätzen sowieso das Gegenteil versichern und den schönen dunklen Straßenbelag bevorzugen. Somit kommt es beim Tastsinn sehr darauf an wie der eigene Körper zur Oberfläche situiert ist, im Falle des Fußbodenbelags macht es einen eklatanten Unterschied mit welchem Schuhwerk die Fußsohlen bekleidet sind oder ob sie das überhaupt sind.

Konrad Fiedler strich diese Diversität der Nah- und Fernsinne hervor, im Besonderen jene des Sehsinnes und der Taktilität. Er behauptet, dass es keine taktile Vorstellung gäbe und somit auch keine taktile Kunst möglich sei, sondern lediglich eine Empfindung und Wahrnehmung dieses Sinnes [Diaconu, 2005, S. 91]. Wie bereits beschrieben, geht die Wahrnehmung aber immer mit einem ästhetischen Empfinden einher und das Tastgedächtnis als Grundlage der taktilen Vorstellung funktioniert bei den meisten Menschen sehr wohl einwandfrei. Früher wurden handwerkliche Techniken z.B. dadurch weitergegeben, dass sie praktiziert wurden, also mit der Hand ausgeführt wurden und somit im Gedächtnis blieben, der Tastsinn war wichtig zur Weitergabe von Wissen. Mit der Alphabetisierung der Menschen und der Technisierung von Produktionstechniken verlor der Tastsinn auch an Bedeutung [Martin/ Beyer, 2001, S. 151]. Die Sekundärsinne haben eine scheinbar diaphane Wirkung auf uns, jedoch besitzen wir ein gutes Tastgedächtnis, welches unsere Tastwahrnehmung und deren Bewertung dauerhaft beeinflusst und so unsere euhaptischen Präferenzen bildet. Euhaptik dient in ihrer Funktion einer sogenannten Parafunktionalität, das bedeutet, dass ein Bauwerk durchaus ohne Schönheit auskommt, es aber für den Menschen und seine Seele allgemein sehr wohltuend ist sich in gebauten Raum aufzuhalten der ihn über die reinen Funktionen hinaus noch eine weitere bietet. Ein Mehrwert wird mitgeliefert, der aber sehr wesentlich für das Wohlbefinden der Nutzer von Architektur ist. Sie ist eine ästhetische Poetik des Raumes, welche sich mittels Euhaptik manifestiert.



4.2.2 EUHAPTİK UND PRAXIS



Der Umgang mit einer Materie wie der Euhaptik ist ungewohnt, denn bei ästhetischen Fragen sind wir durch unsere visuelle Dominanz sehr geprägt. Dies liegt auch daran, dass in der ersten Lebensphase, wenn die Augen noch nicht ihre volle Funktionstüchtigkeit erlangt haben, der Mensch seine Umgebung durch intensives Ertasten wahrnimmt. Sobald allerdings unser Sehorgan seine volle Leistung entfaltet hat, wird der Tastsinn allmählich immer stärker in den Hintergrund gedrängt.

Entscheidend um überhaupt eine ästhetische Wertung oder Reaktion hervorzubringen, ist, dass ein Sinnesreiz wahrgenommen wird, also eine Sinneserfahrung erlebt wird. Manche Körperstellen, wie z.B. die Fingerbeeren sind viel nuancierter in der Wahrnehmung, generell sind jene Bereiche sensibler, die befähigt sind feinmotorische Bewegungen auszuführen. Diese heterogene Natur des Hautsinnes setzt sich auch in dessen Stimulationsmodus fort. Haptische Systeme erlauben eine aktive Teilnahme und Manipulation des Raumes, welche im Gegensatz zur taktilen – passiven – Wahrnehmung intensiver ist und mehrere Reizdimensionen anspricht.

Uns ist im Grunde sehr wohl bewusst, was uns taktil, haptisch kinästhetisch gefällt und was nicht, die Frage danach wird uns aber kaum gestellt. Dies fällt dann schon eher unter die Domäne der Produktdesigner, da deren Objekte für den Tastsinn liebstes Kind, die Hand ge-

schaffen werden. Positive Bewertungen sind auch von unseren Erfahrungen, der Basis unserer Sinnesbildung, abhängig.

Tastempfindungen und Erlebnisse schreiben sich in unser Empfinden ein, wir erinnern uns auch mit unserem Körper und somit mit der Haut. Sie schreiben sich anders als visuelle und auditive Phänomene ein, und sind daher nicht kompatibel mit der Vorstellung von ästhetischen Werten und Eigenschaften, welche ihre Basisdefinitionen generell in den Fernsinnen erfahren. Zudem fällt es schwer Tasterlebnisse in Worte zu fassen, sei es auch unter der Verwendung von entsprechend vereinbarten Terminologien oder Etikettierungen bestimmter Materialeigenschaften, wohingegen es aber wieder sehr evident wird, wie essenziell im allgemeinen Sprachgebrauch² der Tastsinn für unser Erleben und Begreifen von Situationen, Phänomenen oder Verhaltensweisen wird.

Die Frage, wie eine Oberfläche in ihrer Haptik und Taktilität ästhetischen Charakter erlangt, ist eine subjektive Angelegenheit, es gibt aber objektive, allgemeingültige Kriterien, bzw. Tastphänomene die allgemein als positiv empfunden werden (Wärme, Weichheit usw.). Einzelne Eigenschaften und Qualitäten von Objekten besitzen unterschiedliche Anziehungskraft auf den Menschen, haptische Sinnessysteme konzentrieren sich auf substanzbezogene Merkmale; Texturen werden vom Tastsinn besser erfasst als vom Auge, ebenso wie Variationen in der Druckstärke.

Im Visuellen gibt es eindeutig ein kollektives Schönheitsbewusstsein, es wird uns einheitlich um den ganzen Globus durch erfolgreiche Projekte vermittelt wie nun die schöne Architektur oder Design allgemein auszusehen hätte. Infolgedessen kommt es auch zu einer Präferenz bestimmter Materialien; durch ihre jeweilige Optik prägen sie natürlich das Design und Aussehen, doch gleichzeitig auch – und drängt nicht so leicht ins Bewusstsein – unser haptisches Erleben. Demnach kommt es durch die Massenästhetik auch zu einer Mainstreameuhaptik, dabei

²: Hier wird speziell Bezug auf die Deutsche Sprache genommen, aber auch in anderen Sprachregionen kommt es zu vermehrten Verwendung vom Tastsinn abgeleiteten Wörtern.

sind beide durch die momentane kulturell ästhetischen Strömungen bedingt. Uns ist bewusst, dass ein Onyxstein teuer und somit edel und wertvoll ist. Solche allgemeinen Schönheitsideale gibt es auch in Bezug auf den Tastsinn, Wärme wird beispielsweise als positiv empfunden, seltene Materialien fühlen sich gleichzeitig auch wertvoller an.

Den ganz alltäglichen haptischen Ekel kennt jeder Mensch, er gestaltet sich aber bei den meisten unterschiedlich, manche können bestimmte Gegenstände nicht berühren, weil ihnen die Haptik regelrecht Gänsehaut beschert. Allgemeinere Beispiele, die auf eine breitere Masse zutreffen sind in der Regel z.B. schleimige Dinge, aus dem einfachen Grund da es uns – kulturell – anezogen wurde, dass Objekte solcher Konsistenz dem physischen Verfall unterliegen oder krank machen können, hygienisch bedenklich seien und vieles andere mehr.

Der Eindruck, den ein Gegenstand in unserer Hand oder eine Oberfläche unter unserer Haut hinterlässt, bestimmt, ob wir in weiterer Folge das Bedürfnis verspüren das Angefasste erneut zu berühren oder weiter zu erkunden. Der ästhetische Wert liegt in dieser Folgereaktion und dies führt zu einer Veränderung unserer Apperzeption.

Wir wissen um die ökologische Bedenklichkeit von Plastik und auch dass es relativ billig und somit wertlos ist, daher ist z.B. ein Laptop mit Aluminiumgehäuse haptisch-taktil wertvoller als derselbe in Plastik mit Aluminiumoptik. Materialpaletten mit XY-Optik werden spätestens im Moment der Berührung von uns abgewertet, weil es sich unecht anfühlt, da wir die original haptische Qualität in Tastgedächtnis und Tastgewohnheit haben.

Neben bestimmten physischen Eigenschaften wie Temperatur, Konsistenz usw. wird die perzeptive Wahrnehmung auch stimuliert durch die Form eines Gegenstandes, das Greifen und Erfassen eines Gegenstandes wird dabei gleichzeitig zum Wertekriterium. Dieser ergonomische Aspekt wird v.a. im Produktdesign verfolgt, da sich hier die



Abbildung 52: Der Furry Cup stellt unser haptisches Bedeutungssystem für Objekte auf die Probe.

produzierten Gegenstände leichter in die Hand nehmen lassen, als in der Architektur Wandflächen. Hier sind andere Wertungssysteme am Werk, andere Hautstimulationen werden angesprochen.

Da die Hand immer dazu neigt eine prüfende Berührung auf das Gesehene vorzunehmen, kann es auch Überraschungen geben, indem das Gesehene sich gar nicht so anfühlt wie das Auge es verspricht. Diese Symbiose der zwei Sinne, kann zu interessanten Wahrnehmungsaspekten führen und die Subdimensionen des Tastsinnes ansprechen.

Wie wichtig Oberflächentexturen in unserem Leben sind und auch in unserer Wahrnehmung, zeigt das Beispiel der Furry Cup von Meret Oppenheim [Kern, 2009, S. 7] (1936), zur (Wieder-) Erkennung von Strukturen und damit auch für die Identifikation von Objekten und deren Einordnung in unser Erkennungs- und Bedeutungssystem. Die Entstehung dieser plakativen Objekte hat ihre Initialzündung im Gespräch zwischen der Künstlerin und Pablo Picasso, welcher nach dem Anblick ihres mit Fell bedeckten Armbandes anmerkte, dass man alles mit Fell bedecken könnte, auch das davor stehende Serviceteil. Das Fell einer chinesischen Gazelle bedeckt nun die ursprünglich glatte kühle Porzellanschicht. Haptisch ist es sicherlich ein angenehmes Gefühl die Tasse in den Händen zu halten und sie zu betasten, allerdings divergiert die erstens gewohnte und zweitens praktikable Materialität des Gegenstandes. Außerdem wären im Gegensatz zu den äußeren Rezeptoren, jene Tastrezeptoren der Zunge, nicht sehr angetan von einer pelzbesetzten Tasse.

Völlig andere ästhetische Voraussetzungen und Sinnesvorstellungen, müssen erst kultiviert bzw. geschärft werden, welche losgelöst von den visuellen ästhetischen Werten sind und eigenständig wahrgenommen werden. Ein erneuter Sinnesbildungsprozess sollte in Gang gesetzt werden, mit dem Fokus auf den Tastsinn und dessen Euhaptik, der individuelle Vorlieben und damit Positiverfahrungen zugrunde liegen.

John Dewey sieht die Ästhetik allgemein als fundamentales Element aller (Sinnes-) Erfahrungen [Dunne, 2008, S. 70]. Dabei fungiert auch bei ihm die Wahrnehmung als Grundvoraussetzung zum ästhetischen Erfahren, wovon jede ein einzigartiges Erlebnis mit sich bringt.

Arnold Berleant verfolgte in seinen *environmental and cultural aesthetic* einen ähnlichen Ansatz, er führt die Umwelt-Ästhetik ein [Diaconu, 2005, S. 51]. Ästhetik soll nicht nur auf Theorie reduziert sein und darin verhaftet bleiben, sondern müsse empirisch ergründet werden, körperlich erfahrbar und nachvollziehbar sein.

Berleant kritisiert dabei ebenfalls die von Kant propagierte interessenselektive Kontemplation, denn Gegenwartskunst fordert eher Engagement und Beteiligung, Reziprozität und Kontinuität zwischen Subjekt und Objekt. In dem Sinne fordert er eine beiderseitiges Aktivwerden, sowohl des Kunstwerkes als auch des Rezipienten, also einen Interaktionsprozess. Der Mensch ist auch in seinem ästhetischen Prozess als dezidiert aktiver Part beteiligt, was bei dem Projekt des interaktiven (also reziproken, dialogorientierten) Tastraumes genau zutrifft. Berleant führte den Begriff ästhetischer (Kraft-)Felder ein und spricht dabei nicht von ästhetischer Wahrnehmung. Diese Felder sind durch reziproke Aktionen zwischen Mensch und Umwelt und umgekehrt gekennzeichnet [ebd.]. Er sieht den Körper selbst als kulturelles Produkt : „body is environmental...thoroughly contextual“. Der Tastsinn besitzt eine extraordinary Wahrnehmungs-Diversität, die uns erlaubt, viel mehr wahrzunehmen, als wir kognitiv gewohnt sind.

4.2.3 TECHNIK INTERAKTIVER TASTRAUM

.....

Die Umsetzung dieser theoretischen Überlegungen und Feststellungen in einen Entwurf, basiert zunächst einmal auf der Suche nach technischen Möglichkeiten zur Realisierung. Es gilt nun diese Randbedingungen abzustecken, innerhalb derer man arbeiten kann. Dazu gehört in erster Linie einen Überblick über taststimmulierenden Aktuatoren zu schaffen. Sie bilden die Grundvoraussetzung um konzeptuelle und entwurfstechnische Ansätze zu entwickeln. Für die Stimulation des Tastsinnes stellen die potenziell einsetzbaren Aktoren ein Schlüsselement dar, da sie die Wahrnehmungsmöglichkeiten der Haut direkt ansprechen, wie die folgenden Vorschläge zeigen.

Die Konsistenz einer Oberfläche oder eines Objektes, kann durch Pneus simuliert werden, diese bieten unterschiedliche Härte- oder auch Weichheitsgrad an, je nachdem wie viel Luft sie enthalten. Um diesen Vorgang der Luftbefüllung überhaupt steuern zu können, stehen spezielle Ventile zu Verfügung, die ansteuerbar sind. Je nach Bauart ist es auch möglich Luft wieder entweichen zu lassen.

Eine wichtige Rolle bei taktilen Reizen spielen Vibrationen, die heutzutage schon häufig als vibrotaktile Reize in unterschiedlichen technischen Geräten verbaut werden. Über die variierenden Frequenzen lassen sich Reize wie Rauigkeit und dynamische Bewegung in unterschiedlicher Intensität simulieren.

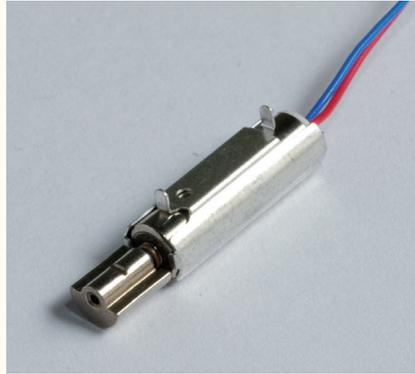


Abbildung 53: Ein Vibrationsmotor wie er in Handys vorkommt

Bewegung kann allgemeint mit unterschiedlichen Bewegungsmotoren erzeugt werden. Mit Hilfe von Servomotoren und ähnlichem kann eine kinetische Oberflächenveränderung erzeugt werden. Dabei spielt die Art der Finaloberfläche eine Rolle: unter plastischen Oberflächen, wie Stoffbespannungen können auch Pneus eingesetzt werden, zum Heben und Senken des Textiles. Unter starren Oberflächensegmente werden entsprechende Motoren eingebaut. Auch Shape Memory Alloys werden zu solche Zwecken herangezogen.

Auch Bauelemente wie Lüfter können zur Luftbewegung und Kühlung eingesetzt werden.

Kalte Oberflächen lassen sich mittels Peltierelementen herstellen. Diese elektrischen Bauteile sind relativ kleine Platten, mit maximal fünf mal fünf Zentimetern Seitenlänge und ungefähr fünf Millimeter Bauhöhe. Je nach Strompolung wird die eine Seite warm und die andere kalt. Die Temperaturen können hier bis an den Gefrierpunkt reichen, die Gegenseite wird folglich dementsprechend heiß. Diese Temperaturdifferenz lässt sich über die verwendete Strommenge regulieren. Der Nachteil bei diesem Bauelement liegt allerdings in seiner Starrheit und damit auch bei seiner Bruchgefahr und den damit verbundenen Defekt des Elementes.

Wärme allein kann auch mit Heizfolien erreicht werden, diese gibt es in verschiedenen Formen und Größen auch als selbstklebende Folien. Sie sind biegsam, sehr flach und somit relativ einfach zu verbauen.



Abbildung 54: Lüfter

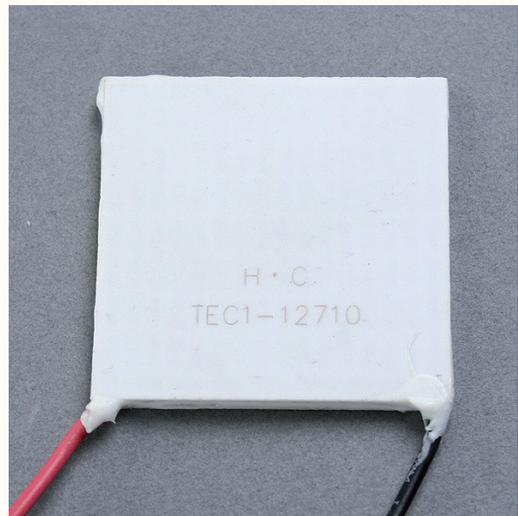


Abbildung 55: Peltierelement

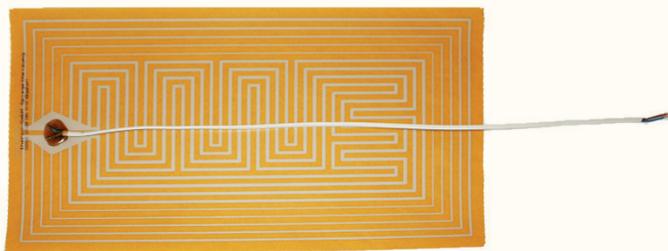


Abbildung 56: Heizfolie

Konsequenterweise muss auch der Input über den Tastsinn behandelt werden. Druck und Biegesensoren nehmen den menschlichen Körper über direkten Kontakt wahr, auch sogenannte leitfähige Drähte können in textile Oberflächen eingewoben werden. In den Garn sind dabei Metallfäden integriert, die als Sensor für Hautkontakt dienen können, da die Haut selbst leitfähig ist.

Die Haut als Indikator über den seelischen und körperlichen Zustand eines Menschen wird in sogenannte Biofeedbackgeräte herangezogen. Im medizinischen Bereich werden diese Geräte verwendet um den Pulsschlag, den Hautwiderstand, die Muskelspannung und Blutdruck zu messen und daraus Schlüsse zu ziehen über Stresslevel oder Entspannungszustand der Person.

Natürlich bilden diese technischen Komponenten nur das Grundgerüst mit dem bei einem solchen Vorhaben einen interaktiven Tastraum zu entwickeln, gearbeitet werden kann. Schlussendlich hängt der Einsatz und die Verwendungsart der einzelnen Teile von den konzeptuellen und gedanklichen Intentionen ab. Die Entwurfsmethode unterscheidet sich hierbei maßgeblich von üblichen visuellen Methoden, da sie allein über den Nachbau von Entwurfselementen überprüft werden kann wie sie den Tastsinn stimulieren und ob die technische Umsetzung dem Entwurfsgedanken entspricht.



Abbildung 57: Leitfähige Fäden

Alle bisher behandelten theoretischen Konzepte nehmen nun Einfluss auf den folgenden Entwurf, mit dem eigentlichen Ziel, einen euhaptischen, interaktiven Tastraum zu schaffen. Besonders wichtig in diesem Prozess ist das Zusammenspiel der Elemente Interaktivität, Euhaptik und des Tastsinnes.

Der Ansporn besteht darin, eine tektonische Oberfläche zu entwickeln, die sich zwar auf die haptisch-taktile Qualitäten fokussiert aber andere Sinnesorgane nicht a priori ausschließt, sondern Korrelationen zwischen Tast- und Sehsinn zulässt. Dabei wird durch das Prinzip der Interaktivität ein Human-Centric-Designkonzept verfolgt.



5. ENTWURF

5.1

KONZEPT

In dieser Arbeit basiert das Konzept auf der Intention einen euhaptischen Raum zu schaffen, der zudem noch interaktiv ist und den Tastsinn zum Adressaten dieser ganzen Raumgestaltung auserkoren hat. Der, so scheint es, vernachlässigte Sinn, steht im Zentrum dieses Bestrebens, mit dem Zweck, ihn wieder zurück in die Architektur (-Wahrnehmung) zu führen.

Die euhaptische Sinneserfahrung lässt hier eine Poetik des Raumes³ entstehen, eine Parafunktionalität [Dunne, 2008, S. 43]. Der interaktive Tastraum geht über die visuelle oder verbale Semiotik und Bedeutungsinhalte hinaus. Es entsteht eine Raumkommunikation zwischen Mensch und Oberfläche, welche auf abstrahierter Materialtransformation beruht, auf einer inszenierten Materialität.

Die Euhaptik dient als primäres Funktionsprinzip, unterstützt dadurch aber auch die Erforschung der raumbildenden Wirkung durch den Tastsinn. Aber ist es überhaupt legitim, dass ein Projekt sich in erster Linie einem ästhetischen bzw. euhaptischen Wert widmet und wann ist eine Kritik daran gerechtfertigt?

Louis Sullivan ging mit der Aussage „form follows function“ in die Annalen der Architekturgeschichte ein, und gleichzeitig wurde diese mit weitreichenden Folgen fehlinterpretiert. Es wurde nämlich die Ästhetik, und damit wesentliche Gestaltungsprinzipien aus dem architektonischen Repertoire verbannt. Zwar hielt der Bann nicht für immer, doch war es dennoch eine tiefgreifende Phase in der Architektur deren Nachwirkungen bis in die Gegenwart hinein verlaufen. Sullivan war in Wirklichkeit eigentlich nicht der Meinung, dass die Ästhetik keinerlei Funktion habe, vor allem im häuslichen Bereich der Menschen sprach er ihr durchaus eine Bedeutung zu, eben in dem Sinne eines Mehrwertes der das Wohlbefinden des Menschen stärkt.

3: Eine namentliche Anleihe des Werkes von Gaston Bachelard, ohne direkte inhaltliche Bezugnahme.

5.2 FUNKTIONS- PRINZIP

Der Tastsinn braucht einen direkten Kontakt mit der physisch gebauten Umwelt, um all seine Wahrnehmungsmöglichkeiten entfalten zu können und somit einen erlebbaren Tastraum zu schaffen. Dies führt nun zur Überlegung, dass der interaktive Tastraum in Form eines Oberflächensystems ausformuliert werden kann. Erst durch die Berührung der Haut mit dieser Oberfläche entsteht der eigentliche Tastraum und wird somit erfahrbar.

Das System soll es ermöglichen interaktiv mit dem Menschen in Kontakt zu treten und veränderliche Tastreize bieten, diese stellen die Grundlage der euhaptischen Form dar. Diese Kontaktzone, die durch Berührung entsteht, wird somit zur Gestaltungsfläche einer euhaptischen Erfahrung.

Die Oberflächenaktivität beruht primär auf Körperkontakt, welcher mittels Drucksensoren registriert wird. Sie soll sich gleichmäßig auf den berührenden Körper verteilen und sich ihm anpassen. Die Inspiration zu einer so gestalteten, regelmäßig strukturierten Fläche, in der jeder Oberflächenpunkt die gleichen Attribute und Potentiale besitzt, stammt aus dem Bereich der Pixeldarstellung und Pixelfassaden.

Hier wird nun das zweidimensionale Pixelprinzip in die dritte Dimension übertragen, somit entsteht ein sogenanntes Voxel, ein Volumetric Pixel. Dieses dient als kleinstes Element in der Oberflächenstruktur, als Träger aller potentiellen Eigenschaften und Tastreize. Im Verband bilden diese Tastpunkte eine gleichmäßige Struktur.

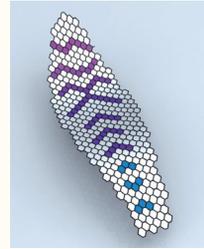


Abbildung 58: Ein Biofeedbackgerät, das bei einem optimalen Entspannungszustand der Person grün leuchtet.

Im Gegensatz zu der bekannten Voxelform als quaderförmige Zelle, wird hier als Grundform ein Sechseck verwendet, da dies in der Bewegung und Anordnung der Voxel auch auf nicht planaren Flächen einen größeren Freiheitsgrad bietet und somit die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Grundgeometrien der Oberfläche erhöht.

Die dreidimensionalen Tastpunkte sind für den Tastsinn fühlbar und erlebbar. Jedem solchen sensitiven Voxel sind prinzipiell drei Aktoren zugeordnet: Wärme, Kälte und Vibration; dabei ist die Intensität bei allen drei Stimuli variabel, dadurch entsteht allein durch diese Drei eine breite Palette an kombinierbaren Reizen und Tastnuancen. Unterschiedliche Vibrationsfrequenzen können somit mit variierenden Temperaturbereichen kombiniert werden.

Der Aktivitätsgrad wird prinzipiell dadurch gesteuert welche Voxel gerade kontaktiert werden, jedoch wäre es auch möglich, dass sie mit Hilfe von visuellen Lichtsignalen den Menschen dazu animieren, die Oberfläche über den Tastsinn zu erleben. Die Kontinuität der relativ kleinteiligen Voxelstruktur – ca. 10 Zentimeter Durchmesser des einzelnen Voxels, ermöglicht eine gute Anpassung an die unterschiedlich empfindsamen Körperpartien. Es wird ein Tastraster ermöglicht, welches auf der allgemeinen Überprüfung des Körperkontakts mit den tektonischen Elementen beruht.

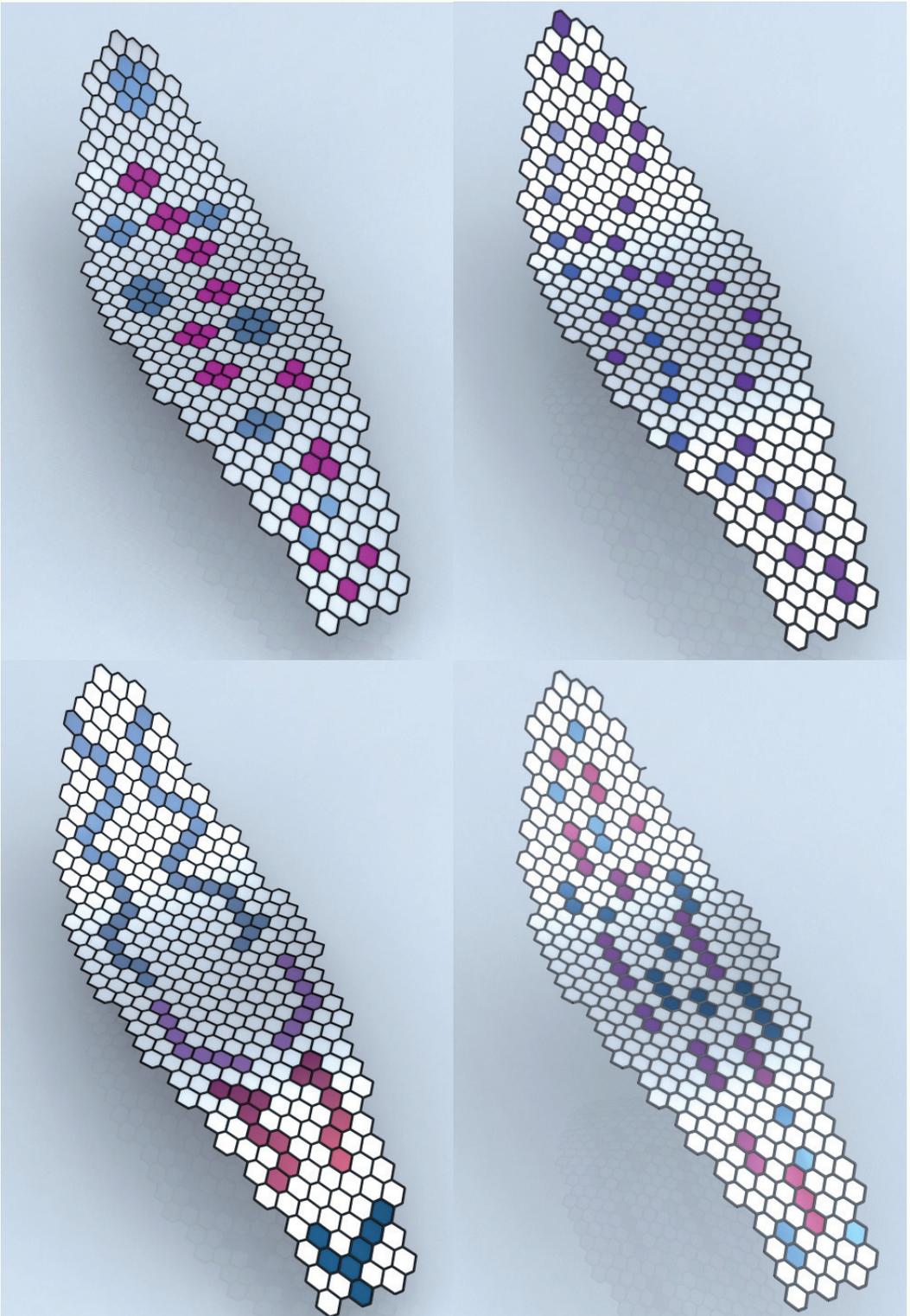


Die gleichmäßige Voxelstruktur ermöglicht ein euhaptisches Empfinden mittels der drei spezialisierten Aktoren und einem aus dem visuellen Bereich des Schönheitsempfindens stammenden Prinzip, nämlich dem Muster. Ornamente werden aus dem visuellen zweidimensionalen Bereich in die haptisch-taktile Sphäre transferiert und auf die menschliche Haut übertragen. Dabei werden die einzelnen Aktoren miteinander kombiniert und deren Reize überlagert. Somit entsteht eine neue interaktive Art, über die Euhaptik des Tastsinnes, ein Gefühl des Wohlbefindens und der Entspannung zu generieren. Der Euhaptik liegt die Idee der limbischen Ästhetik zugrunde und somit ist jede Tasterfahrung euhaptisch, welche ein Wohlgefühl auslöst, auch ein Gefühl der Entspannung kann sich dabei einstellen.

Dies führt nun zum nächsten wichtigen Punkt: Wie wird Interaktivität zwischen dem Menschen und dem SensitiveVoxel hergestellt, oder anders formuliert, was befähigt das System mit dem Nutzer eine Feedbackschleife zu bilden und sich seinen euhaptischen Empfindungen und Wünschen anzupassen?

Die Messung des Grades an euhaptischen Sinneseindrücken gestaltet sich mit den üblich eingesetzten Sensoren als relativ schwierig. Im

Abbildung 59:
Muster werden
durch Kombination
von unterschiedli-
chen Aktoren und
Intensitäten auf
der Voxelstruktur
erzeugt.



Prinzip kann man den Ansatz verfolgen, dass bei Euhaptik im Gehirn Glückshormone ausgeschüttet werden, welche ebenso psychische, emotionale wie auch physische Auswirkungen auf den Menschen haben. Bei einem positiven Gefühl gibt es eine Reihe an charakteristischen körperlichen Reaktionen, wie beispielsweise Entspannung der Muskulatur, Senkung der Herzschlagrate, Blutdrucksenkung und auch der Hautwiderstand sinkt messbar.

Diese Signale werden in medizinischen Bereichen ebenfalls gemessen, um beispielsweise den Entspannungsgrad zu eruiieren oder sogar um Allergietests durchzuführen. Die dazu verwendeten Geräte sind sogenannte Biofeedbackgeräte, bei denen die erhaltenen Daten auch weiterverwendet werden können. Diese biologischen Vorgänge sind Indikatoren des Wohlbefindens einer Person, welche nicht unbedingt direkt über die Sinneswahrnehmung registriert werden, sondern durchaus auch viel subtiler sein kann.

Dadurch erhält die Oberfläche die Signale des Menschen, wertet sie aus und setzt sie entsprechend um. In diesem Adaptionsprozess nähert sich SensitiveVoxel dem individuellen, euhaptischen Empfinden jedes Menschen langsam an, da das System erst herausfinden bzw. lernen muss, was die Person im Moment als positiv empfindet. Muster sowie Intensität der Aktionen können so auf jeden Nutzer individuell abgestimmt werden.

Mittels der Biofeedbackschnittstelle wird eine reziproke Kommunikation zwischen Nutzer und Oberfläche hergestellt. Wie ein Moodanalyser erhält SensitiveVoxel auf dynamische Weise Informationen über das Befinden des Menschen.

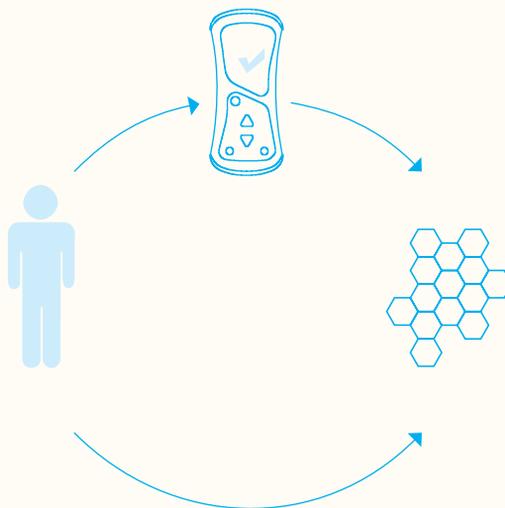


Abbildung 60: Biofeedback

Kommunikationsbasis zwischen Mensch und Raum ist somit der Tastsinn als genuin interaktiver Sinn.

Im Falle dieses interaktiven, taktil-haptischen Raumes, besteht die Kommunikation in sensorischen Signalen, die Architektur wird hierin zum Reiz. Sie stimuliert, wie bereits vorher erwähnt, unsere Sinne und löst eine Reaktion aus, Architektur wird zur Reizkommunikation, zum Bauen für das Stammhirn.

Diese responsive Reizkommunikation mit einem interaktiven Raum ist ungleich plakativer und direkter, als in den statischen Architekturen. Der Verbindungslink zwischen Mensch und Raum ist der Körperkontakt; dabei benötigt der Raum den Menschen zur Weiterentwicklung für seinen Lernprozess. Der Mensch liefert dem Raum den Input, dabei muss der Raum wahrgenommen und gebraucht werden, wird er als Sinnesraum nicht wahrgenommen, wird er hinfällig. Durch diesen menschlichen Input findet ein Codesignprozess statt, der Mensch bildet durch seine Reaktion den Tastraum und dessen Eigenschaften und Verhalten, der Raum entwickelt sich so weiter. Es wird eine Wechselwirkung zwischen Mensch und interaktivem Tastsystem hergestellt und eine neue Beziehung zwischen den beiden Protagonisten entwickelt sich.

5.2.1 TECHNIK



Jedes Voxel besitzt zur Kontakterkennung einen Drucksensor, wird dieser belastet, so wird auch das Element in weiterer Folge in die Musterbildung integriert. Die Patternsteuerung der benutzten Elemente orientiert sich an den Biofeedbacksignalen, wobei das Ornament und somit die Aktorenintensität und deren Kombination solange moduliert werden, bis ein euhaptisches Signal angegeben wird. Daraufhin variieren die Muster leicht in dem so ermittelten Bereich.

Die verwendeten Aktoren sind hier Pelitierelemente, welche für die Temperatur zuständig sind und Vibrationsmotoren, deren Frequenz justiert werden kann. Für die Pelitierelemente wird noch zusätzlich eine Kühlung eingebaut, falls die Kontaktfläche gekühlt wird und sich somit nicht die Abwärme im Technikbereich staut. Die finale Oberfläche besteht entweder aus einem dünnen Textil oder aus Latex, wobei der Farbenfreude keine Grenzen gesetzt sind.

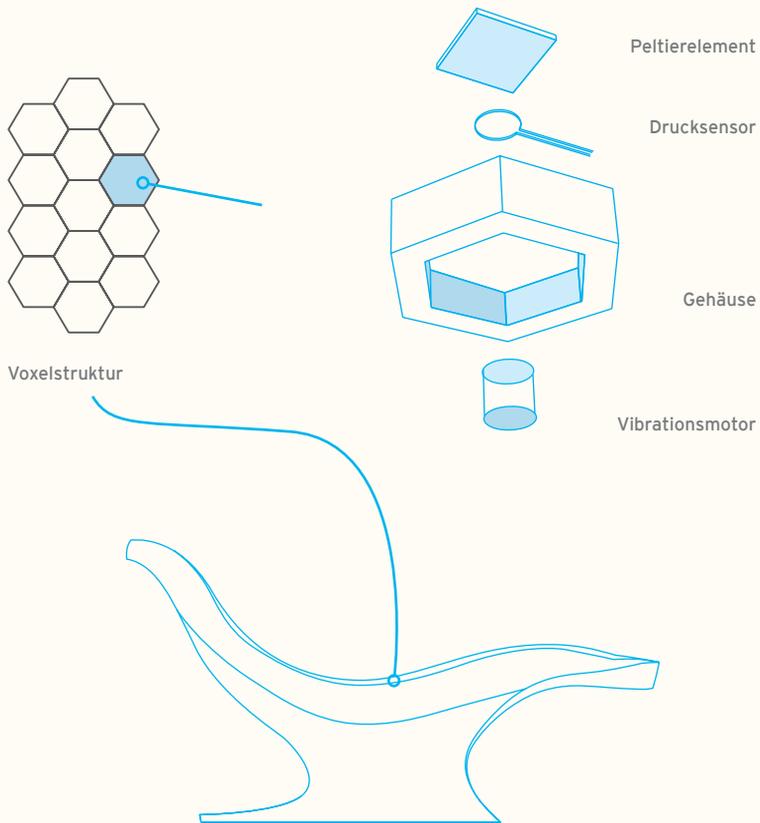


Abbildung 61: Aufbau und Positionierung eines einzelnen Voxels auf einer Möbeloberfläche

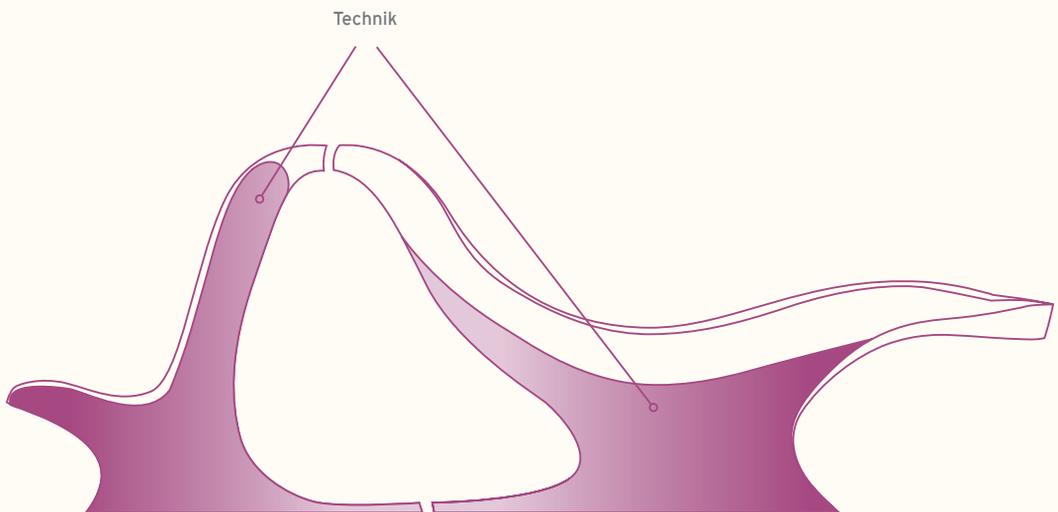


Abbildung 62: Technikbereich im Sitz- bzw. Liegemöbel

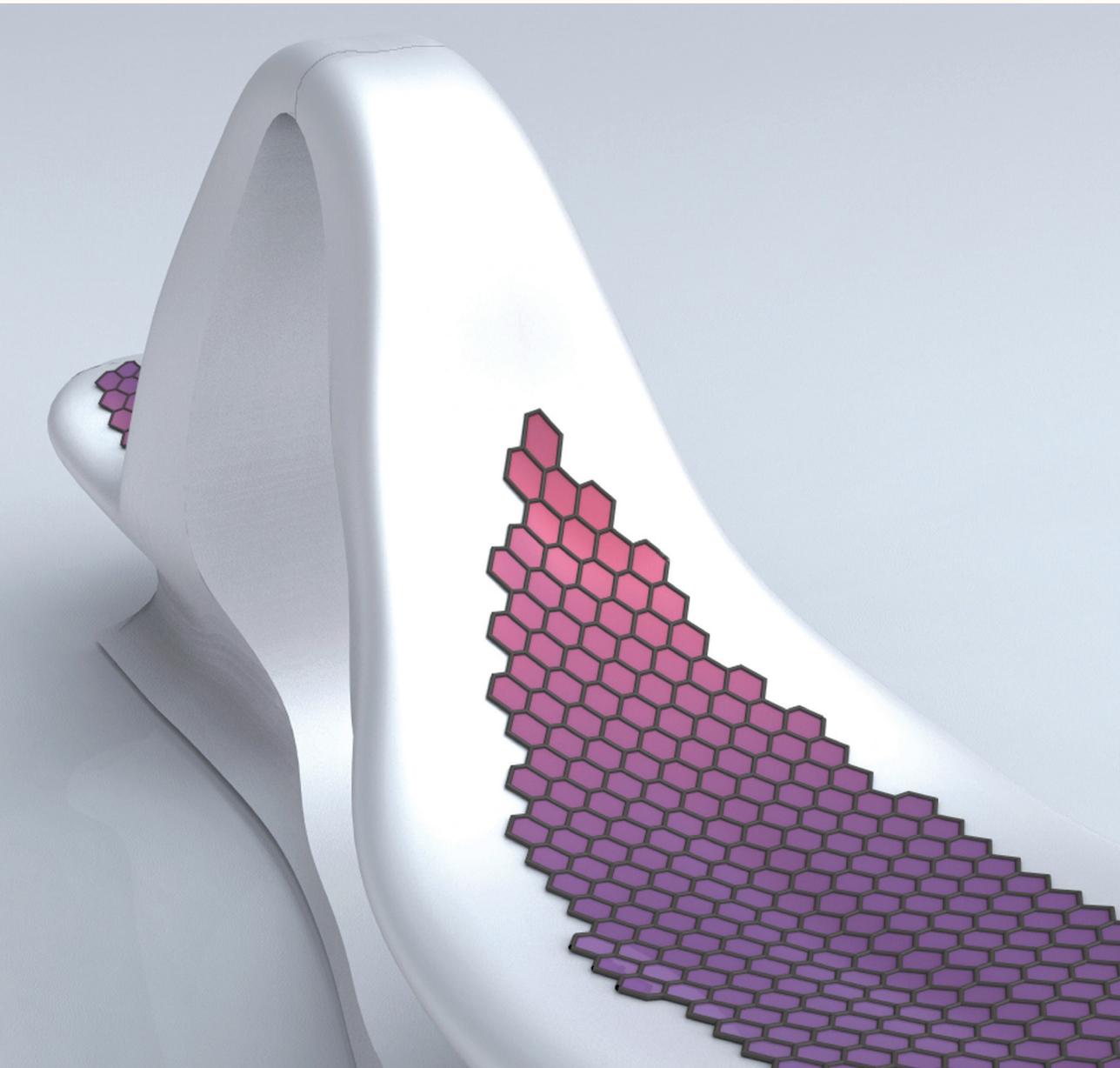
5.2.2 ANWENDUNGSBEISPIELE

.....

Die Einsatzbereiche eines solchen SensitiveVoxel-Systems sind sehr breit gefächert. Sie reichen vom architektonischen Einsatz als Oberflächenelement von tektonischen Flächen wie Wand und Bodenstrukturen, über Möbeldesign, bis hin in den medizinisch therapeutischen Bereich.

In der Architektur kann SensitiveVoxel als gestalterisches Element eingesetzt werden, für ein euhaptisches Erlebnis, aber auch zur Sinnesbildung, um den Tastsinn wieder zu sensibilisieren und wieder in die Architekturwahrnehmung einzubinden. Im Möbelbereich kann es als taktil-haptisches Design fungieren, aber auch für medizinische Zwecke, welche sowohl körperlicher als auch psychischer Natur sein können.

Abbildung 63:
SensitiveVoxel bildet
eine euhaptisch
interaktive
Oberflächenstruktur



Um auf eine mögliche Anwendungsart konkreter einzugehen und die Funktion von SensitiveVoxel genauer aufzuzeigen wird hier nun ein Loungemöbel vorgestellt. Es besteht aus zwei Elementen, die miteinander kombiniert werden können, einer Liege und einem Sessel. Beide sind mit dem SensitivVoxel-System ausgestattet und in diesem Fall wird auch durch die Ausformung des Möbels eine möglichst euhaptische, also anschmiegsame Form, erzeugt.

Damit wird der Korrelation zwischen Tasten und Sehen Rechnung getragen, denn über die reine Optik lässt sich in diesem Fall keine vollständige Raumwahrnehmung herstellen. Was die Finaloberfläche verdeckt, wird erst über den direkten Kontakt mit ihr bemerkbar. Unsere optische Prägung wird hier auf die Probe gestellt. Der Fernsinn gibt dem Nutzer kein umfassendes Raumerlebnis, erst durch den Nahsinn ergibt sich ein „Bild“, eine Sinneseindruck und Raumerlebnis.

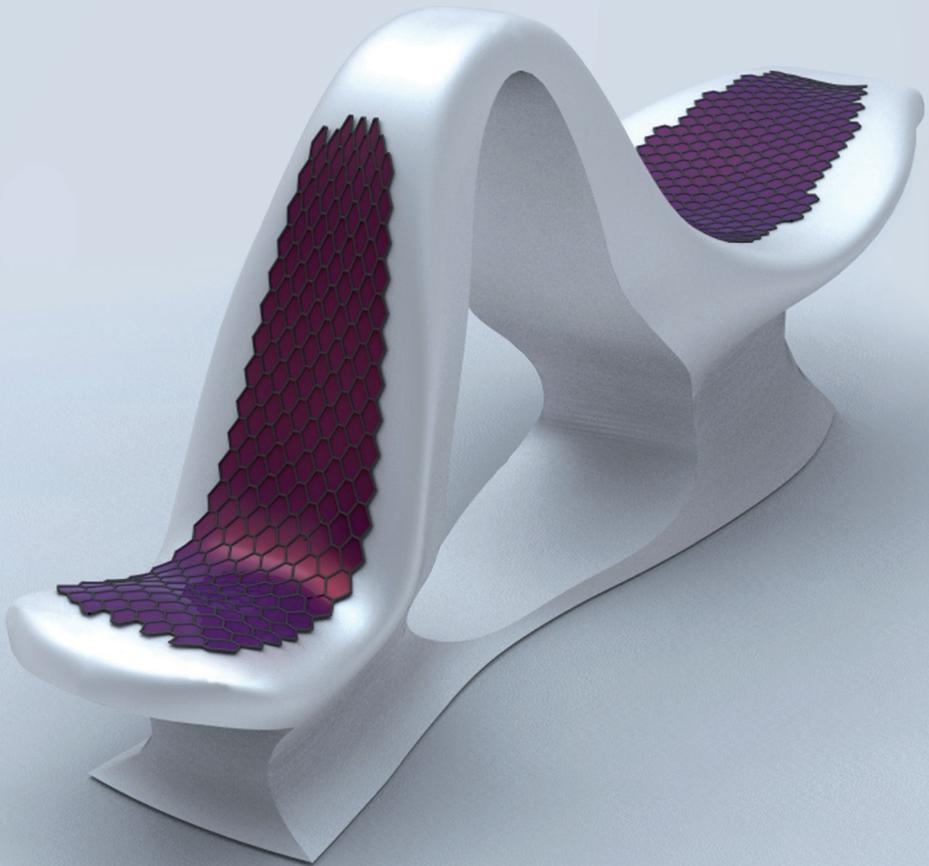


Abbildung 64: Zwei Möbel die zu einem kombiniert werden können.

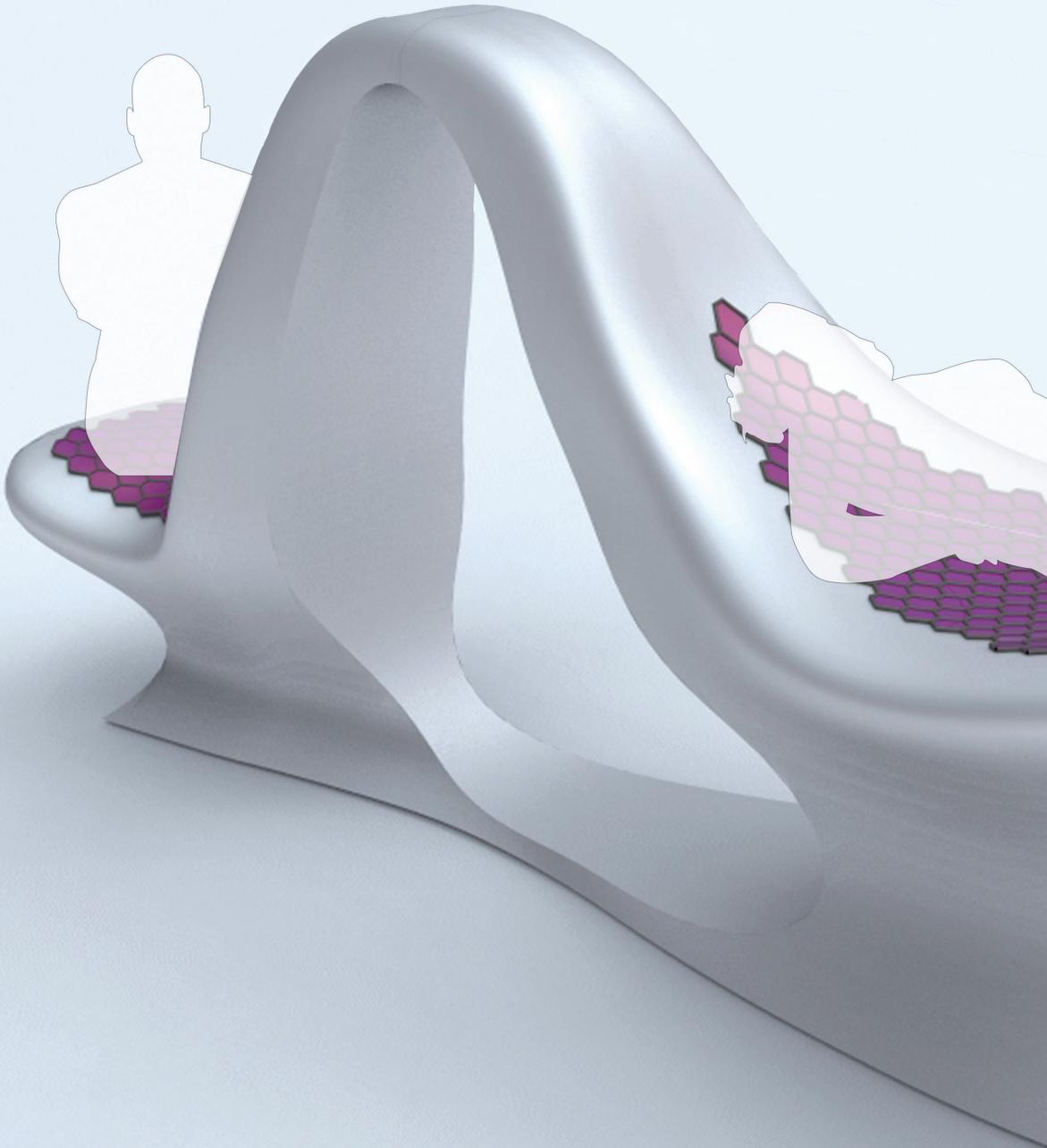
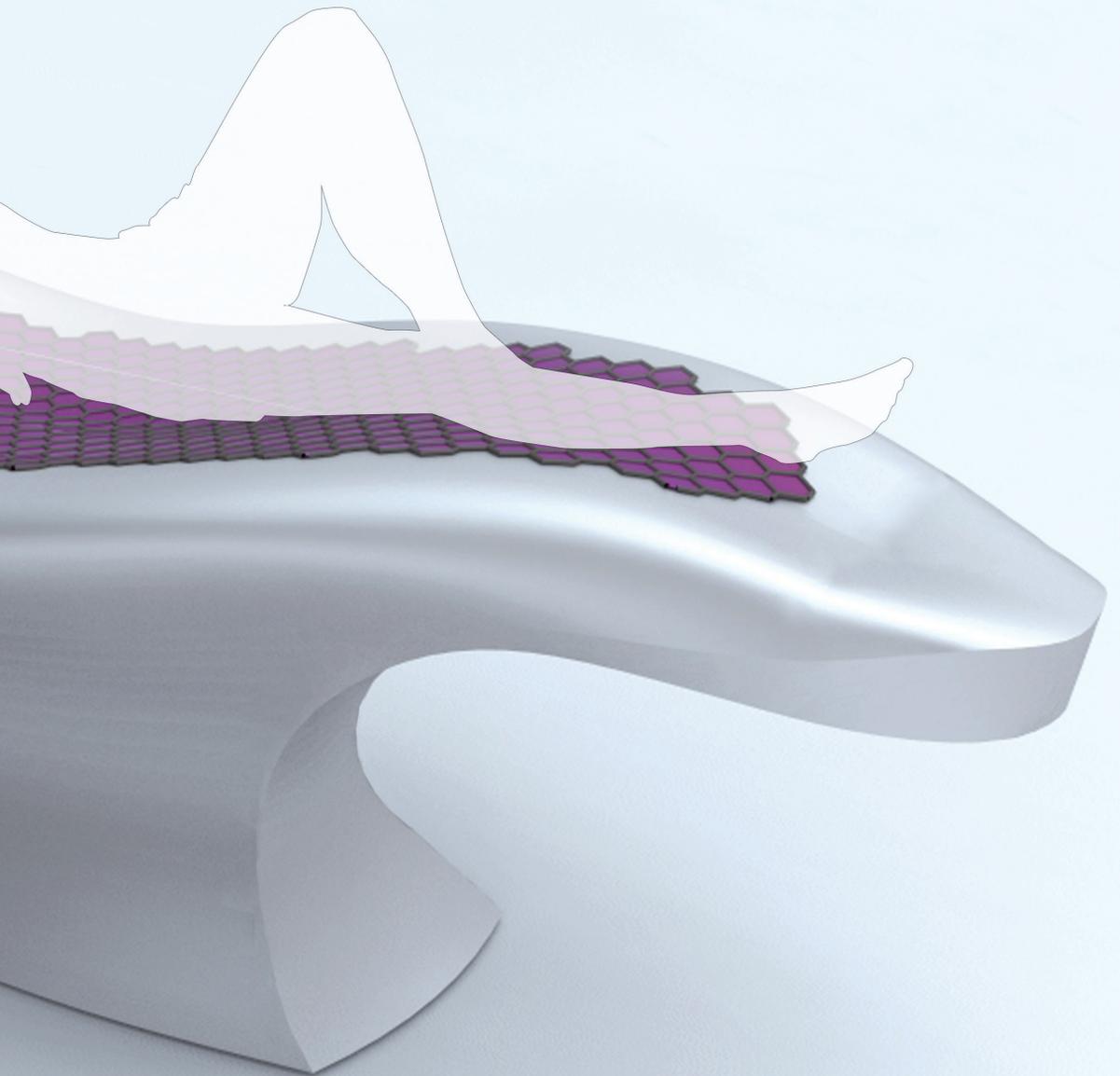


Abbildung 65: Sensitive Voxel ist auch im Wellnessbereich einsetzbar



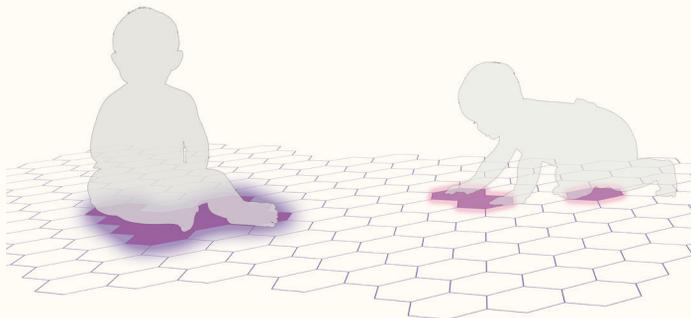


Abbildung 66: Für Kleinkinder sind taktile und haptische Reize für die Entwicklung besonders wichtig.

Die Einsatzbereiche einer solchen intelligenten und tastästhetischen Raumboberfläche gehen aber noch weiter. Im Wellnessbereich kann das System zur Vervollkommnung der Behandlung verwendet werden und zum Stressabbau in einer heute sehr schnelllebigen Zeit. Wellness avancierte in den letzten Jahren von einer medizinischen Therapie zu einem Lifestylelement. Sie zielt auf ein limbisches Ästhetikkonzept der Sinne ab, auf das Wohlfühlen des Menschen und somit platziert sich auch der Tastsinn mit der Euhaptik hier sehr gut.

Diese Neuentdeckung des Sinnes kann auch im Bereich von Flughafenlounges genutzt werden, zum Stressabbau und zur inneren und auch äußeren Regenerierung.

Ebenso denkbar ist, dass im Bereich von Kinderbetreuung Bodenelemente mit SensitiveVoxel-Systemen ausgestattet werden, um die positiven Effekte auf spielerische Art für die Entwicklung und den Sinnesbildungsprozess zu nutzen.v

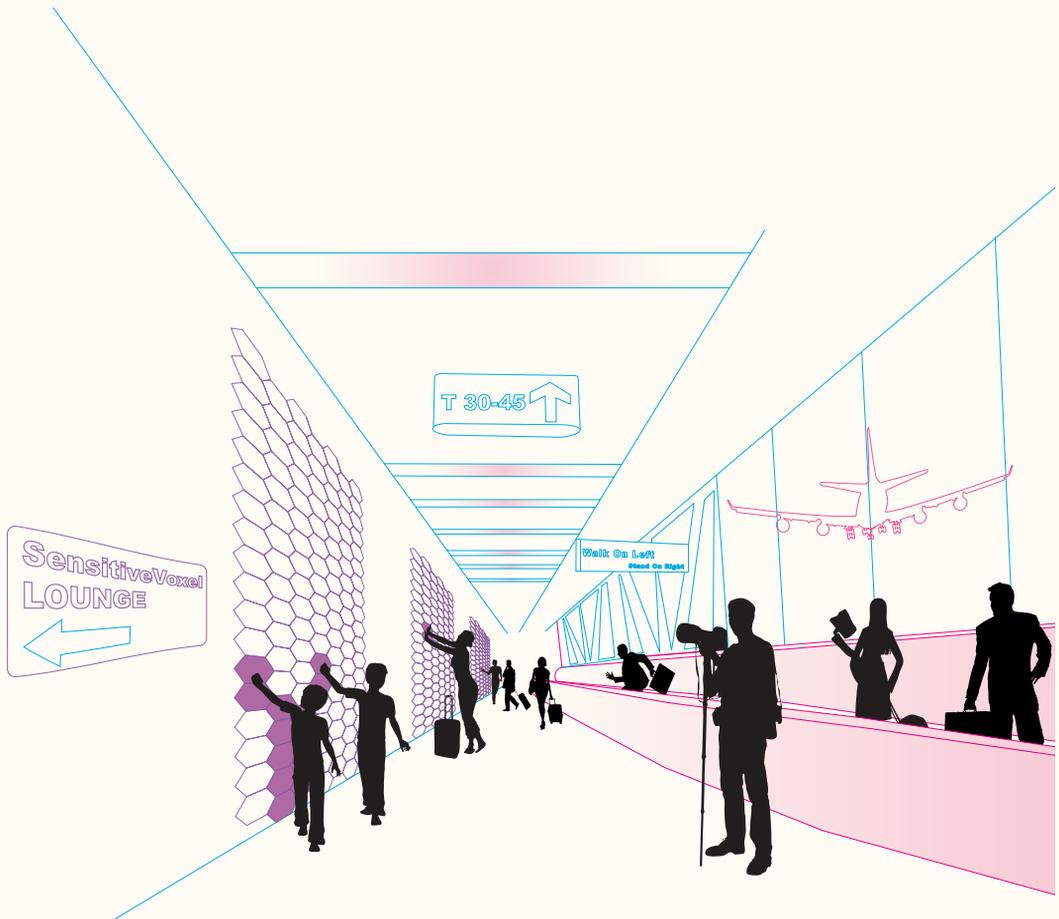


Abbildung 67: SensitiveVoxel Systeme können auch als Wandgestaltung eingesetzt werden. Im Lounge-Bereich sorgen Möbel mit diesem System für ein Gefühl der Entspannung und des Wohlbefindens.

Ein großer Teil dieser Arbeit setzt sich mit den theoretischen Hintergründen der Interaktivität, dem Tastsinn und der Sinnlichkeit des Menschen in der Architektur auseinander. Darauf bauen theoretische Konzepte über den Tastsinn und die Euhaptik auf, die schlussendlich in der realen Welt überprüft werden müssen. Allein durch Theoretisieren wird dieses Thema nicht fassbar und neue Erkenntnisse werden erst gewonnen, wenn man sie konkret anhand eines gebauten Modells überprüfen kann. Dies liegt in der Natur des Tastsinnes.

Wohin sich interaktive Tasträume entwickeln werden, ist nicht ganz eindeutig vorherzusagen. Zu hoffen ist auf jeden Fall, dass sie stärker in den Fokus von Architekturschaffenden, und vor allem in den Bereich von interaktiver Architektur, rücken. Denn dort gilt es, ihre architektonischen Potentiale noch auszuloten und genauer zu erforschen. Fest steht allerdings, dass sich mit den fortschreitenden technischen Entwicklungen, sowohl im Bereich der Sensoren und der Aktoren, eine

I SCHLUSSWORT

ganze Reihe neue Möglichkeiten bieten wird, Tastsinnesstimuli zu erzeugen und auch neue Formen der Interaktivität entstehen zu lassen. Vielleicht wird in Zukunft Interaktivität direkt über das Gehirn erzeugt, Mensch und interaktives System wären direkt miteinander verbunden. Die Forschungen dazu stehen zwar noch am Anfang, doch mit der rasanten technischen Entwicklung scheint auch dies möglich zu sein.

Während dieser Arbeit wurde mir erst bewusst, wie weit das Feld der Möglichkeiten im Bereich interaktiver Tasträume ist und dass der Entwurf nur ein Vorschlag unter vielen sein kann.

Ich persönlich werde mich auch nach Abschluss dieser Arbeit weiterhin mit den interaktiven Tasträumen auseinandersetzen, sowohl theoretisch als auch praktisch.

DANKSAGUNG

.....

Mein Dank gilt all jenen Menschen, die mich auf dem langen Weg zu dieser Arbeit unterstützt haben. Alle haben mit ihren konstruktiven Vorschlägen, kreativen Problemlösungen aber auch kritischen Fragen dazu beigetragen, dass dieses Projekt zustande kam. Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Urs Hirschberg und bei Milena Stavric, die sich mit viel Elan und Kompetenz an der Arbeit beteiligten und mir enorm weitergeholfen haben. Auch den nachfolgenden Personen gilt ein besonderes Dankeschön: Gerald Steinbauer, Daniel Gethmann, Christian Freißling, Nicole Pruckermayer und Georg Liebergesell.

Meinen Eltern möchte ich auch Danke für die moralische Unterstützung sagen ...und auch für alles Übrige. Danke!

Aktoren/ Aktuatoren: technische Elemente die sich aktiv verändern und gezielt gesteuert werden können

Ambient intelligence: Projekte in denen die Technik so integriert ist, dass sie sich situativ an den Nutzer anpasst

Augmented reality: räumlich und funktional durch Technik erweiterte Umgebungen

Behaving architecture: Verhaltende Architektur; interactive Architektur die ein eigenes Verhalten entwickelt

Disappearing computer: Räume, in denen Computer und deren Komponenten so integriert sind, dass sie nicht mehr direkt wahrgenommen werden.

Euhaptik: Aus dem Griechischen: εϋ = gut + άπτω = anfassen, berühren, antasten

Fernsinn: Hören und Sehen

Haptik/ haptisch: Aus dem Altgriechischen άπτο: berührbar, fassbar, greifbar

Hardspace: Systeme die aus Elementen wie kinetische, geometrische Änderung bestehen

Human centric design: HCD, Zentrum des Designprozesses ist der Mensch

Human computer interaction: HCI; direkte Interaktion zwischen Mensch und Computerprogrammen und Interfaces

Intelligent homes: Vernetzte Räume, die sich am Verhalten des Nutzers orientieren

Interaktiv: aus dem Lat.: inter agerer: wechselseitig, aufeinander bezogen; kommunikationsfähige Systeme die ihre Umgebung kontextuell analysieren und von ihr lernen und sich weiterentwickeln.

Interaktive Architektur: lernende, adaptionsfähige Architektur in Form, Größe, Aussehen

Kinästhesie/ kinästhetisch: Aus dem Altgriechischen κινέω: gehen machen, in Bewegung setzen, bewegen

Nahsinn: Tastsinn, Geschmacksinn, Geruchsinn

Peltierelemente: Bauelement, welches wechselseitig warm oder kalt ist

Perzeption: aus dem Lat.: percipere: wahrnehmen; Vorgang des sinnlichen und geistigen Vorgang des Wahrnehmens

II KEYWORDS

Physical computing: Erstellen von interaktiven physischen Systemen, die mittels Software gesteuert werden

Reaktiv: Reaktion auf einen Reiz oder ein Signal

Rezeptoren: Empfänger von sinnlichen Reizen beim Menschen

Sensoren: nehmen Reize und Signale für technische Systeme auf

Smart home: durch Netzwerk gesteuerte Haustechnik und Haushaltsgeräte

Softspace: Systeme die aus Elementen wie Geruch, Licht, Geschmack bestehen

Swarm Architecture: . Raum- (Elemente) kommuniziert aktiv mit dem Nutzer, sie sind durch eine komplexe Serie von Netzwerken miteinander verbunden.

Tacton: vibrotaktiler Icon

Taktilität/ taktil: Aus dem Lateinischen tangere: berühren

Tangible Bits: Begriff der am MIT entstand; HCI die digitale Informationen (bits) in physische Aktionen umwandelt

Ubiquitous Computer: Umgebungen die durch Computerberechnungen unterstützt werden

Vibrotaktil: Taktile Reize die auf Vibration basieren

Voxel: Volumetric Pixel, ein Pixel in 3d

Abb.2: http://www.theresponsivecity.org/wp-content/uploads/funpalace_cedricprice1.jpg

Abb.3: <http://www.audacity.org/images/features/SM-26.11.07-G.jpg>

Abb.4: <http://tronweb.super-nova.co.jp/tronwebimages/toyotadhfig1.jpg>

Abb. 5: http://lucasreames.com/wp-content/uploads/2009/09/pask_diagram1-1006x1024.jpg

Abb. 8: von oben nach unten:

http://farm4.static.flickr.com/3523/3724304869_fc5e3d7245.jpg?v=0

http://www.rambal.com/imag/productos/sensores_presion/FlexiForce.jpg

http://img.directindustry.de/images_di/photo-g/infrarotsensor-306122.jpg

http://media.digikey.com/photos/Vishay_20Photos/TEPT5700.jpg

Abb. 9: <http://iam.tugraz.at/dm4/w06/gallery4motions/?detectflash=false&>

Abb. 11: http://4.bp.blogspot.com/_ojWtyH7yPvw/SS-4k4i_TJI/AAAAAAAAAaA/sS9WSm-bAELQ/s400/TU+Delft+-+Koki+Hirakawa,+Agnes+Lahaye,+Guido+Lammerink,+Susan+O_27Driscoll,+Thijs+Welman,+Antonio+Pisona+-+Muscle+body+-+Kas+Oosterhuis.jpg

Abb. 12: http://farm4.static.flickr.com/3049/3094639033_3b2916557b.jpg

Abb 13: <http://www.interactivearchitecture.org/wp-content/imagebank/lonelybench.jpg>

Abb 14: http://www.ruairiglynn.co.uk/wp-content/uploads/2009/08/MG_26831.jpg

Abb 15: http://www.ruairiglynn.co.uk/wp-content/uploads/2009/08/2008_pe_v2a_ruairiglynn1.jpg

Abb. 16: http://www.haque.co.uk/papers/architectural_relevance_of_gordon_pask.pdf

Abb. 17: http://farm4.static.flickr.com/3494/3992051878_d1e7774a45_o.jpg

Abb. 18: <http://www.haque.co.uk/moodymushroomfloor/mmf2.jpg>

Abb. 19: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Tower_of_Winds2.jpg

III ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 20: <http://www.psfk.com/wp-content/uploads/2009/10/Disturb-Me-Interactive-Hotel-Room-Art-2.png>

Abb. 21: <http://www.fredericeyl.de/aperture/media/img/muybridge.jpg>

Abb. 22: <http://www.random-international.com/you-fade-to-light-milan-2009/>

Abb. 23: <http://www.janisland.com/index.php?/projects/dynamic-terrain/>

Abb. 24: http://www.mcg.at/upload/wysiwyg/AlphaLiege_MODEL.jpg

Abb. 41: http://www.bauhaus.de/uploads/pics/o_berger_Tasttafel.jpg

Abb. 1: http://bombsite.com/images/attachments/0000/6223/constant02_body.jpg

Abb. 42: Wingler, Hans M. (Hrsg.) (1968). Laszlo Moholy-Nagy. Von Material zu Architektur. Mainz: Florian Kupferberg Verlag. S. 27

Abb. 43: <http://www.design.udk-berlin.de/ElisabethWarkus/KompaktwocheMitMasayoAve>

Abb. 44: <http://www.design.udk-berlin.de/ElisabethWarkus/KompaktwocheMitMasayoAve>

Abb. 45: http://www.hayesraffle.com/wp-content/uploads/2007/11/super_cilia_hand1.jpg

Abb. 46: http://www.hayesraffle.com/wp-content/uploads/2007/11/super_cilia_hand2.jpg

Abb. 47: http://www.sciencemuseum.org.uk/images/object_images/277x265/Do_not_touch.jpg

Abb. 48: <http://www.silkehilsing.de/impress/blog/>

Abb. 49: http://blog.ponoko.com/wp-content/uploads/2010/02/4331254157_9b62f09b8d.jpg

Abb. 50: <http://www.silkehilsing.de/impress/blog/>

Abb. 51: <http://web.media.mit.edu/~cati/portfolio/taptap.jpg>

Abb. 52: http://z.about.com/d/arthistory/1/0/H/r/erotic_moma_0609_04.jpg

Abb. 53: http://img.alibaba.com/photo/100580322/Vibration_Motor_For_Mobile_Phone.jpg

Abb. 54: <http://www.technic3d.com/news-2250-luefter-mit-pwm-steuerung-von-scythe.htm>

Abb. 55: <http://images.villageorigin.com/001540-003/002.jpg>

Abb. 56: http://www.thermo-shop.eu/WebRoot/Store8/Shops/61884818/4A9E/6CCE/1F16/1C10/1713/C0A8/2935/BC3C/IMG_0223.JPG

Abb. 57: http://api.ning.com/files/pIB0UDoJDb*OJhtbncY8yCcfnzLbde4JE-WXJXtpeB0KMsU1D3WKcoxYVH*CWyeOr260*4KJxokYoGqsfTlubSvfb6WiDFsD/ConductiveThreadGroup.jpg

Abb. 58: <http://berndheiler.de/images/qiu.jpg>

Abb. 20: <http://www.psfk.com/wp-content/uploads/2009/10/Disturb-Me-Interactive-Hotel-Room-Art-2.png>

Abb. 21: <http://www.fredericeyl.de/aperture/media/img/muybridge.jpg>

Abb. 22: <http://www.random-international.com/you-fade-to-light-milan-2009/>

Abb. 23: <http://www.janisland.com/index.php?/projects/dynamic-terrain/>

Abb. 24: http://www.mcg.at/upload/wysiwyg/AlphaLiege_MODEL.jpg

Abb. 41: http://www.bauhaus.de/uploads/pics/o_berger_Tasttafel.jpg

Abb. 1: http://bombsite.com/images/attachments/0000/6223/constant02_body.jpg

Abb. 42: Wingler, Hans M. (Hrsg.) (1968). Laszlo Moholy-Nagy. Von Material zu Architektur. Mainz: Florian Kupferberg Verlag. S. 27

Abb. 43: <http://www.design.udk-berlin.de/ElisabethWarkus/KompaktwocheMitMasayoAve>

Abb. 44: <http://www.design.udk-berlin.de/ElisabethWarkus/KompaktwocheMitMasayoAve>

Abb. 45: http://www.hayesraffle.com/wp-content/uploads/2007/11/super_cilia_hand1.jpg

Abb. 46: http://www.hayesraffle.com/wp-content/uploads/2007/11/super_cilia_hand2.jpg

Abb. 47: http://www.sciencemuseum.org.uk/images/object_images/277x265/Do_not_touch.jpg

Abb. 48: <http://www.silkehilsing.de/impress/blog/>

Abb. 49: http://blog.ponoko.com/wp-content/uploads/2010/02/4331254157_9b62f09b8d.jpg

Abb. 50: <http://www.silkehilsing.de/impress/blog/>

Abb. 51: <http://web.media.mit.edu/~cati/portfolio/taptap.jpg>

Abb. 52: http://z.about.com/d/arthistory/1/0/H/r/erotic_moma_0609_04.jpg

Abb. 53: http://img.alibaba.com/photo/100580322/Vibration_Motor_For_Mobile_Phone.jpg

Abb. 54: <http://www.technic3d.com/news-2250-luefter-mit-pwm-steuerung-von-scythe.htm>

Abb. 55: <http://images.villageorigin.com/001540-003/002.jpg>

Abb. 56: http://www.thermo-shop.eu/WebRoot/Store8/Shops/61884818/4A9E/6CCE/1F16/1C10/1713/C0A8/2935/BC3C/IMG_0223.JPG

Abb. 57: http://api.ning.com/files/plB0UDoJDb*OJhtbncY8yCcfnzLbde4JE-WXJXtpeB0KMsU1D3WKcoxYVH*CWyeOr260*4KJxokYoGqsFTlubSvfb6WiDFsD/ConductiveThreadGroup.jpg

Abb. 58: <http://berndheiler.de/images/qiu.jpg>

Druck und Satz: Georg Liebergesell
<http://georg.liebergesell.at/>

Letzter Zugriff auf alle Links: 05.08.2010

-
- Benjamin, Walter (Neuaufgabe. (19. Januar 2009 Erste Auflage 1963). Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Berleant, Arnold. (1992). *Aesthetic and environment*. Oxford: Marston Book Service.
- Bruno, Giuliana (2007). *Atlas of Emotion. Journeys in Art, Architecture and Film*. New York: Verso Books.
- Bullivant, Lucy (2006). *Responsive Environments. Architecture, Art and Design*. London: Victoria & Albert Museum.
- Classen, Constance (2005). *The book of touch*. Oxford: Berg Publisher.
- Diaconu, Madalin (2005). *Tasten, Riechen, Schmecken. Eine Ästhetik der anästhesierten Sinne*. Würzburg: Königs→hausen & Neumann.
- Dünn, Jörg, Günzel, Stephan (Hrsg.) (2006). *Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Dunne, Anthony (2008). *Hertzian Tales. Electronic Products, Aesthetic Experience, and Critical Design*. Cambridge: MIT Press.
- Eco, Umberto (2002, Auflage: 9., unveränd. A). *Einführung in die Semiotik*. Paderbron: Wilhelm Fink Verlag GmbH.
- Eidner, Franziska, Heinich, Nadin (2009). *Sensing Space. Technologien für Architekturen der Zukunft*. Berlin: Jovis.
- Ferre, Manuel (Hrsg.) (2008). *Haptics. Perception, Devices and Scenarios. 6th International Conference, EuroHaptics 2008 Madrid, Spain, June 11–13, 2008, Proceedings*. Berlin: Springer– Verlag.
- Fox, Michael, Kemp, Miles (2009). *Interactive Architecture*. New York: Princeton Architectural Press.
- Grunwald, Martin, Beyer, Lothar (Hrsg.) (2001). *Der bewegte Sinn. Grundlagen und Anwendungen zur haptischen Wahrnehmung*. Basel: Birkhäuser.
- Hauer, Erwin (2004). *Continua*. New York: Princeton Architectural Press.
- Kern, Thorsten A. (Hrsg.) (2009). *Engineering haptic devices*. Berlin: Springer– Verlag.
- Malnar, Joy Monice, Vodarka, Frank (2004). *Sensory Design*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- McGookin, David, Brewster, Stephen (Hrsg.) (2006). *First International Workshop, HAID 2006, Glas-*

IV LITERATURVERZEICHNIS

gow, UK, August 31 – September 1, 2006, Proceedings. Berlin: Springer- Verlag.

McLuhan, Marshall (2001). *The Medium is the Massage. An Inventory of Effects*. Berkley: Gingko Press.

McLuhan, Marshall (2002). *Understanding Media*. Abingdon: Taylor & Francis.

Bakley, Ian, Brewster, Stephen (Hrsg.) (2007). *Haptic and Audio Interaction Design. Second International Workshop, HAID 2007, Seoul, South Korea, November 2007, Proceedings*. Berlin: Springer- Verlag.

Oosterhuis, Kas (2003). *Hyperbodies. Towards an E- motive architecture*. Basel: Birkhäuser.

Oosterhuis, Kas, Feireiss, Lukas (Hrsg.) (2006). *Game Set And Match II. The Architecture Co-laboratory on Computer Games, Advanced Geometries, and Digital Technologies*. Rotterdam: Episode Publishers.

Pallasmaa, Juhani (2005). *The Eyes of the Skin. Architecture and the Senses*. Chichester: John Wiley & Sons.

Pirhonen, Antti, Brewster, Stephen (Hrsg.) (2008). *Haptic and Audio Interaction Design. Third International Workshop, HAID 2008, Jyväskylä, Finland, September 2008, Proceedings*. Berlin: Springer- Verlag.

Sartre, Jean Paul (2009, Auflage: 53.). *Der Ekel*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Seltmann, Gerhard, Lippert, Werner (Hrsg.) (2006). *Entry Paradise. Neue Welten des Designs*. Basel: Birkhäuser.

Smith, Peter F. (1981). *Architektur und Ästhetik. Wahrnehmung und Wertung der heutigen Baukunst*. Stuttgart: Julius Hoffmann Verlag.

Sörgel, Hermann (1921, Auflage: 3.). *Theorie der Baukunst. Erster Band Architektur Ästhetik*. München: Piloty & Loehle

Von Vegesack, Alexander (Hrsg.) (2006). *Open House. Architektur und Technologie für intelligentes Wohnen. Weil am Rhein: Vitra Design Museum*.

Weyh, Florian F. (1999). *Die ferne Haut. Wider die Berührungsangst*. Berlin: Aufbau-Verlag GmbH.

Wingler, Hans M. (Hrsg.) (1968). *Laszlo Moholy-Nagy. Von Material zu Architektur*. Mainz: Florian Kupferberg Verlag.

<http://www.haque.co.uk/papers/hardsp-softsp-open-so-arch.PDF>

<http://www.haque.co.uk/papers/dressingshadowsofarch.pdf>
<http://cita.karch.dk/Menu/Projects/Behaving+Architectures>
<http://ambient.media.mit.edu/transitive/chi2009papers/thomsen09.pdf>
<http://www.interactivearchitecture.org/141.html>
<http://www.interactivearchitecture.org/portfolio/performativeecologies.html>
<http://www.psfk.com/wp-content/uploads/2009/10/Disturb-Me-Interactive-Hotel-Room-Art-2.png>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Aristoteles>
<http://www.hayesraffle.com/projects/super-cilia-skin>
<http://web.media.mit.edu/~amerigo/taptap.html>
<http://archide.wordpress.com/2009/02/13/soft-space-for-sony-psp-by-ma0-architects/>
<http://www.silkehilsing.de/>
http://tmg-orchard.media.mit.edu:8020/SuperContainer/RawData/Papers/432-Relief_20A_20Scalable_20Actuated/Published/PDF
http://www.focus.de/kultur/kunst/architektur-norman-foster-bleibt-auch-mit-75-modern_aid_514123.html
http://www.sam-basel.org/uploads/File/Presse/01_INSTANT_URBANISM_Text_de.pdf
<http://www.random-international.com/you-fade-to-light-milan-2009/>
<http://www.peterminnema.nl/pdf/constant.pdf>
<http://gunnar.freedomofthehills.com/projects/aperture>

Letzter Zugriff auf alle Links: 05.08.2010