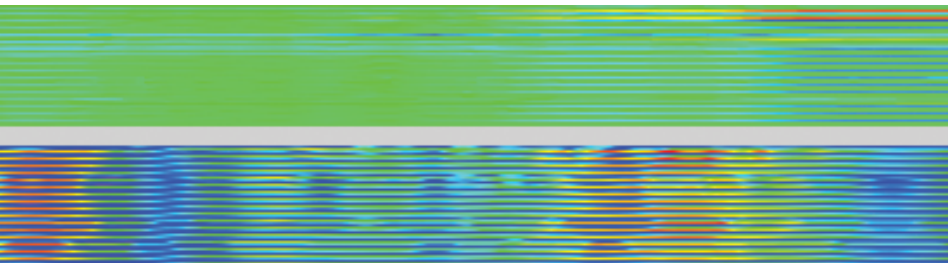


“Dies ist die Geschichte zweier Welten und der Wesen, die in ihnen Leben.  
Eine dieser Welten ist die uns vertraute, die wir sehen und fühlen können.  
Es ist die Welt der “User”. Die Welt all derer, die Computer benutzen.  
Auf dieser Seite des Videoschirms.  
Die andere Welt ist ein elektronischer Mikrokosmos, der unmittelbar neben  
uns atmet und lebt. Dies ist die Welt der Programme. Da wir, die “User”  
diese Welt geschaffen haben, leben wir zum Teil auch in ihr.  
Auf der andere Seite des Videoschirms ....”

*Tron, 1982*

spacensing.**documentation**



*Für meinen Vater.*

spacensing.  
Raumsensibilisierung durch Bewegung

## DIPLOMARBEIT

zur Erlangung eines akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieurs

Studienrichtung: Architektur

Stefan Zedlacher

Technische Universität Graz  
Erzherzog Johann-Universität  
Fakultät für Architektur

Betreuer: Prof. Dipl. Arch. ETH Urs Hirschberg  
Institut für Architektur und Medien

August, 2007

### .Danksagung

Der erste Dank gebührt Klaus Seewald, der mit seiner Neugier *spacensing* unermüdlich ertanzte und Gabriele Ribitsch, die ihm dafür die richtigen Kleider nähte, damit ihn der Raum auch erkennen konnte. Ebenfalls Bedanken möchte ich mich bei meinem Betreuer Urs Hirschberg und dem Institut für Architektur und Medien, ohne dessen Mitarbeiter und Ausstattung der Raumsinn nur der Möglichkeit nach vorhanden wäre. Ein Dankeschön auch an Franz, Gertrude und Michaela Hawlik, die mir halfen, die Rechtschreibfehler, die der Computer übersehen hat, zu finden. Letztlich auch ein Dankeschön an alle Freunde und Helfer, deren Ideen, Einsatz und Kritiken mich immer ein Stück weiter gebracht haben.

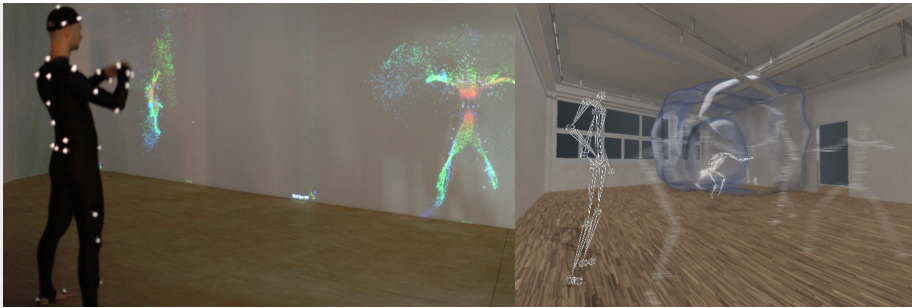


Abb.1 Die Arbeit und die Vorstellung von *spacensing*.

### Raumsensibilisierung durch Bewegung.

Diese Arbeit ist das Ergebnis einer Beschäftigung mit der Interaktion in virtuellen und physischen, architektonischen Räumen, auf der Basis individueller Bewegung. Die Möglichkeiten verschiedenster Trackingmethoden, unterschiedliche Bewegungsinformationen bis zu einem sehr präzisen Informationsgrad zu erhalten, bilden dafür den Ausgang. Der nächste Schritt besteht in der Analyse der gewonnenen Daten bzw. deren Aufbereitung für eine anschließende Simulation. Diese ist erforderlich, um das Ziel, eine lernfähige Interaktionsumgebung, zu erreichen. Die Interaktion beschränkt sich dadurch nicht auf eine Reaktion, sondern ist wechselseitiger Natur, wodurch eine weitere Aufgabe dieses Systems, die Untersuchung raumsoziologischer Annahmen für den physischen Raum, auf den *Cyberspace* ausgedehnt werden kann. Als Ergebnis wird eine *toolbox* aus verschiedenen Anwendungen präsentiert, bei denen der Benutzer durch seine Bewegungssprache mit dem Raum interagiert und der Raum mit dem Benutzer über visuelle Repräsentationen kommuniziert. Die wichtigsten Referenzen hierfür waren Martina Löw (*Raumsoziologie*), Sybille Krämer (*Raum, Wissen, Macht*) und Udo Thiedecke (*Soziologie des Cyberspace*) aus raumsoziologischer Sicht, Heinz v. Förster und der Konstruktivismus für die Wahrnehmung und Stanislaw Lems technische Überlegungen (*summa technologiae*).

### Über diese Arbeit.

Da diese Dokumentation nur ein Auszug der gesamten Arbeit ist, möchte ich kurz auf die gewählte Form als ein Online Wikimedia eingehen. In digitaler Form wird so der Prozess und seine Entwicklung dargestellt, eine zeitgemäße Lösung für prozesshaftes Arbeiten vorgeschlagen, die Integration verschiedenster Medien (Bild, Ton, Film, Weblinks,..) unterstützen und vor allem die Nichtlinearität der interdisziplinäre Herangehensweise unterstrichen. Darüber hinaus bietet diese Form mehrere Vorteile wie online Verfügbarkeit und Editierbarkeit, Kontrolle über den Fortgang der Arbeit, Versionskontrolle und eine einfache Kommunikation mehrerer Benutzer (Diskussion) über die Inhalte. Die Vernetzung der einzelnen Artikel ist in nebenstehender Abbildung 2 dargestellt. So ist der aktuellste Stand der Arbeit unter: [www.spacensing.net](http://www.spacensing.net) verfügbar und sollte dort gelesen werden. Die DVD *spacensing.theory* enthält den Stand bei Abgabe dieses Buches, *spacensing.movies* enthält die Filme der Anwendungen in hoher Qualität.

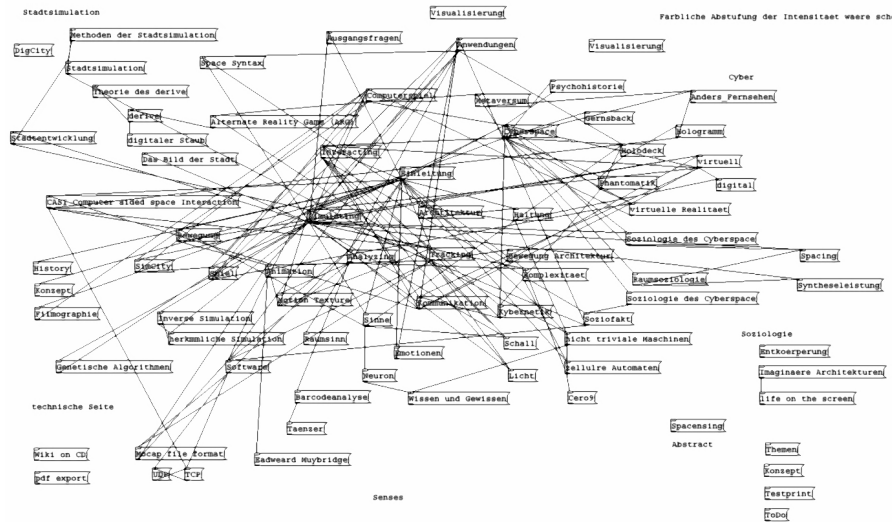


Abb.2 Wikimedia Netzwerk der Artikel dieser Arbeit.

## „Sinn-volle“ Architektur – Dem Raum einen Sinn geben?

Die Architektur findet sich heute als Disziplin zwischen Kunst und Technik, zwischen Ökonomie und Ökologie, zwischen Natur und Medientechnologien, zwischen Verschwendung und Minimalismus. Der Ausdruck des *professionellen Dilettanten*, den dieser Beruf oft mit sich bringt, tut den Meisten sicher unrecht, beschreibt aber sehr gut, was Architekten eigentlich machen. Sie machen fast alles, mit der Neugier und Unbekümmertheit eines Anfängers (Dilettanten), aber dadurch, dass sie es immer wieder aufs Neue versuchen, entwickeln sie eine ungemeine Professionalität. Professionell dahingehend, dass immer neue Herangehensweisen, Konzepte und Ideen aus der unverbrauchten und der Sache selbst dienenden (dilettantischen) Beschäftigung mit immer Neuem geboren werden.<sup>1</sup>

Summiert man die Definitionen von *Architektur*, deren Interpretationen und die praktischen Tätigkeiten, so kann man sagen, dass Architekten Vermittler sind, die zwischen den Menschen und ihrer materiellen und immateriellen Umgebung vermitteln. Dies machen sie, indem sie eine Umwelt gestalten.

Die Wahrnehmung der Umwelt erfolgt über die Sinne, wodurch zwangsläufig die Vermittlung zwischen Mensch und Umwelt über diese erfolgt – meint man. Mit den Sinnen alleine ist es aber nicht getan, denn erst die Gefühle sind es, die Emotionen erzeugen oder eine Beziehung zu einem Ding zulassen. Daraus kann dann bei entsprechender Aufmerksamkeit eine Interaktion werden, man kommuniziert mit dem Objekt. Dies geschieht zum Beispiel beim Steigen, wenn wir uns an einem runden Handlauf aus Holz festhalten, und dabei Form, Temperatur, Oberfläche, u.v.m. empfinden und ihn gleichzeitig als Aufstiegshilfe und Informationslieferant benutzen. Architektur ist für die Vermittlung solcher sinnlichen Erfahrungen verantwortlich.

Interaktion zwischen Dingen und Menschen passiert permanent und ist ein wesentlicher Bestandteil

- der Medialisierung von Räumen,
- des Einsatzes von Computern für Entwurf, Simulation und Visualisierung,
- der Instrumentalisierung/Integration von Einbauten wie etwa eines Trackingsystems
- der Idee des Raumsinns (spacensing).

Dies ist Grund genug, sich mit der Sinnlichkeit augmentierter Räume<sup>2</sup> auseinander zu setzen.

### Entwurf

Ein weiterer Grund, sich mit computergestützter Rauminteraktion (*CASI - computer aided space interaction*) zu beschäftigen, liegt in der Frage nach der Bedeutung digitaler Methoden in der Architektur. Dabei findet man zumindest zwei konträre Methoden. Am Beispiel von Frank Gehry zeigt sich, wie der Computer dazu verwendet werden kann, die Vorstellungskraft und Phantasie in Realität zu verwandeln. Wenn seine analogen Zeichnungen und Modelle durch Mitarbeiter "übersetzt" werden, um dann, weil anders gar nicht mehr plan- und produzierbar, in eine digitale Form gebracht zu werden, dann ist der Computer

primär ein Mittel zur Umsetzung individueller Kreativität. Darüber hinaus bleibt der Prozess des Entwerfens eine wesentliche Variable. Das Gleichgewicht zwischen dem, was man sieht, was man versteht und was gemeint ist.

Ein anderes Beispiel gibt uns Greg Lynn, der im Stadium des Entwurfes den Computer (bzw. entsprechende Software) als kreatives Werkzeug zur Entwurfsgenese einsetzt. Allerdings findet dies über eine Parametrisierung der Einflüsse, sei es räumlicher, physikalischer, wirtschaftlicher oder individueller Natur, statt. Dadurch gewinnt einerseits die Darstellung eine besondere "Gleichmütigkeit" oder "Einheitlichkeit", was zu einem leichteren Verständnis führt. Andererseits geht aber die Interpretationsmöglichkeit und die Vorstellungskraft, die zur individuellen Übersetzung abstrakter Darstellungen (wie die Zeichnungen und Modelle Gehrys) notwendig sind, verloren. Umgekehrt entsteht durch die Integration digitaler Produktionsmethoden eine hohe Authentizität (im Sinne einer unveränderten Übertragung). Dies kann (und will) eine analoge Methode nicht in diesem Ausmaß leisten.

Würde es nun gelingen, die Individualität analoger Entwurfsmethoden mit der Authentizität digitaler Interpretationen zusammen zu bringen, wäre dies die gesuchte Integration des Computers in einen Kreativitätsprozess, in diesem Fall der Produktion von Architektur. Anders gesagt bräuchte man einen Werkzeugkasten, der es ermöglicht, eine individuelle Mustersprache zu entwickeln, deren Authentizität mit Zunahme der Dauer des Prozesses steigt und nicht, wie jetzt, nur den Detaillierungsgrad erhöht. Bleistift, Papier und Klebstoff würden so durch sinnliche Hardware, begehbare Software und intuitives Programmieren ersetzt werden. *Spacensing* versucht genau das.

### Atmosphäre

Die Atmosphäre oder Aura, wie sie Walter Benjamin bezeichnet, meint im architektonischen Kontext eine individuell wahrgenommene, gestalterisch beeinflusste Stimmung. Für diese Arbeit ist der Begriff deswegen wichtig, weil er ein Bindeglied bzw. eine Beschreibungsform dessen ist, was zwischen dem Körper (des Menschen) und den Objekten, dem Raum oder der Umwelt passiert.

Neben der Erzeugung bewegungsbasierter Atmosphären stellt diese Arbeit aber vor allem einen Baukasten zur physiologischen, soziologischen und psychologischen Untersuchung von Atmosphäre, im Sinne der Raumwahrnehmungs- und Rauminteraktionsprozesse, zur Verfügung.

*Die Belegung des architektonischen Ortes durch symbolische und institutionell sanktionierte Zeichen, einerseits und andererseits durch affektgeladene, personale Erlebnisse der Kirchenbesucher wird in ihrer Gesamtheit, auch im Sinne Gernot Böhmes<sup>3</sup>, als Atmosphäre gefasst, die Raum erst herstellt.<sup>4</sup>*

## Der Raumsinn

### Ausgangspunkt

*“Die Verbindung zwischen den virtuellen und den erdschweren Räumen bildet nicht die Technik, sondern der Körper.”<sup>5</sup>*

Unzählige Anwendungen in der Architekturforschung beschäftigen sich mit der Bewegung von Körpern in (virtuellen) Räumen.<sup>6</sup> Dabei behandeln aber nur wenige den Körper in seiner soziologischen Bedeutung<sup>7</sup> und mit seinen physiologischen Eigenschaften, die aber auf die Raumwahrnehmung einen entscheidenden Einfluss haben. Diesem Umstand trägt diese Arbeit mit Hilfe der erweiterten Möglichkeiten eines 3D Motion Tracking Systems Rechnung. Grundlegende, raumsoziologische Prozesse wie *Spacing* und *Syntheseleistung* beschreibt Martina Löw als fundamental für die Raumkonstitution. Ist der Mensch in der Lage diese Fähigkeiten auch in einer durch virtuelle Repräsentationen augmentierten Umgebung zu behalten? Unterliegt die Interaktion mit dem *Cyberspace* anderen Gesetzen? Wie beeinflussen bewegungsgesteuerte, architektonische Anwendungen das traditionelle, subjektive Raumempfinden?

Zu diesem Zwecke beschreibt der Raumsinn oder *Spacensing* eine interaktive Raumanwendung, die Bewegungen aufzeichnet, diese in ein (kinematisches) Modell umrechnet, aus dem dann Handlungen charakterisiert werden, um schließlich zukünftige Alternativen zu berechnen und dem Benutzer visuell zu vermitteln<sup>8</sup>. Für die Architektur bedeute dies, im Entwurfsprozess mit einem intuitiven System, das auf natürlichen Bewegungen beruht, zu zeichnen oder mit unsichtbaren Datenräumen (*datascares*) in physischen Räumen zu interagieren. Der Mensch tritt durch seine Bewegung in eine „sinnliche“ Beziehung mit dem Raum.

### Fragestellung

Erlangen wir durch die digitalen Methoden grundsätzlich neue Einblicke im Umgang mit dem Raum? Als Architekten oder als Nutzer?

Interaktion mit Räumen bedeutet, dass etwas zurück kommen muss. Neben Anwendungen, die eine direkte Interaktion zulassen, soll hier vor allem das, was im unmittelbaren Verhältnis zwischen Aktion, Reaktion und den zufälligen, beliebigen Effekten, die zwischen dem Benutzer und seiner Umgebung entstehen, untersucht werden. Was ist aber das “Dazwischen”?

Ist die Bewegung oder die Position im dreidimensionalen Raum Grundlage der Interaktion zwischen den Menschen und ihrer Umwelt? Diese Frage geht noch ein bisschen weiter. Folgt man den Konstruktivsten, dann ist die Wahrnehmung der Welt eine subjektive. Sie wird, und da sind wir uns einig, soweit *trivialisier*<sup>9</sup>, dass wir uns gemeinsam darin zurecht finden können. Speziell die Architektur hat dies, als objektivierte Auffassung gemeinschaftlichen Empfindens zu einer Blüte getrieben, ohne die wir wohl in einer ökonomisierten, funktionalistischen Umgebung zu Grunde gehen würden<sup>10</sup>.

Allerdings bringt die Individualisierung der Gesellschaft einerseits und die Medialisierung des Individuums andererseits eine andere Fragestellung mit sich: Was ist, wenn wir die subjektive Wahrnehmung diskretisieren? Was bedeutet es, Räume zu schaffen, in denen jeder das bekommt, was er sich erwartet, wonach er sich fühlt oder was ihm entspricht?

Diese Räume, von denen ich spreche, sind virtuell längst wahr geworden. Deren Übertragung und Verschmelzung mit der Realität sind Teil unseres Lebens (Handy, GPS,...). Ohne ein präzises Wissen über die Art und Weise, wie Menschen mit und in ihren augmentierten Räumen interagieren, wird es in Zukunft schwer sein, diesen Wert der Architektur (der gemeinschaftlichen Definition virtueller und realer Handlungsräume) aufrecht zu erhalten. Zumal wesentliche Informationen aus den (für diese Arbeit wichtigen) Bereichen der Soziologie, Psychologie, Kybernetik, Medizin und Biomechanik für architektonische Belange bis dato eher eine nebensächliche Rolle spielten.

Die Bewegung des Menschen in seinen Räumen und die Wahrnehmung dieser bilden die Grundlage für meine Arbeit. Die Beantwortung der Fragestellung kann vorerst ohnedies nur in exemplarischen Werkzeugen zur Erforschung der Zusammenhänge bestehen, wobei der Kern, die Frage nach der Kovarianz zwischen realen und virtuellen Interaktionen, im Vordergrund steht.

### Zielsetzung

*Eher hat Raum eine Haut zu sein, die Informationen aufnimmt, sie speichert, verarbeitet um sie weiter zu geben.*<sup>11</sup>

Der Vorteil einer derartigen Denkweise besteht darin, dass dieses System sowohl den Benutzer, als auch seine Umgebung auf der Basis seiner natürlichen Bewegung sensibilisiert (und nicht auf der Basis von optischen, haptischen oder physikalischen Raumbedingungen). Primäres Ziel ist daher eine Arbeitsumgebung zu schaffen, in der Bewegungsabläufe von Menschen in Räumen visualisiert und analysiert werden können, in der



Abb. 3 Ein Bild aus der Anwendung lines.

Bewegung die Grundlage der Interaktion mit dem Raum ist. Bei den Bewegungen ist allerdings erst das *Wie* und dann das *Wohin* von Interesse.

Sekundär ist dann die Frage nach der Raumkonstitution in virtuellen bzw. hybriden Umgebungen zu klären sowie ein Konzept für die *Raumkognition von Räumen* zu erarbeiten. Wie funktioniert *Spacing* und *Syntheseleistung* im *Cyberspace* und kann ein Raum seinen Benutzer erkennen können?

*„Ist der Raum dem Menschen wesensmäßig entgegengesetzt oder wesensmäßig ihm zugehörig, in „ihm“ im wörtlichen Sinn?“<sup>12</sup>.*

Zu unterscheiden ist auch die künstlerische und die technische Seite dieser Arbeit. Technische Aspekte sind das Erkennen, Analysieren und Simulieren von Bewegungen. Der künstlerische Aspekt liegt in der Interpretation dieser Daten, was schließlich zur Interaktion führt.

Durch die Lernfähigkeit des Systems, das von den individuellen Benutzern „trainiert“ wird, entsteht eine subjektive Interpretation der eigenen Repräsentanz in einem Raum bzw. dessen Eindruck auf den Benutzer. Durch die gemeinsame Definition von individuellen Bewegungsmustern (Aushandeln eines gemeinsamen „Codes“ bzw. objektiver Kriterien) kann aber auch die Qualität von unterschiedlichen Stimmungen und Atmosphären verglichen bzw. quantifiziert werden. Ein subjektives Raumerlebnis wird so durch die Interpretation der Bewegungsdaten objektiviert.

## Soziologie des Cyberspace und andere theoretische Grundlagen

*Was im Cyberspace vorkommt, ist ermöglicht, aber nicht nur der Möglichkeit nach vorhanden.<sup>13</sup>*

Martina Löw beschreibt in ihrem Buch *Raumsoziologie*<sup>14</sup> zwei fundamentale Prozesse, durch deren Zusammenwirken Menschen Raum konstituieren: Das *Spacing*, das sie als die relationale Anordnung von Dingen im Raum beschreibt, und die *Syntheseleistung*, die Fähigkeit, diese Dinge in einer bestimmten Art und Weise miteinander zu verknüpfen. Die Frage, deren Beantwortung durch diese Arbeit ermöglicht werden soll, ist die, ob diese Definitionen auch für augmentierte und virtuelle Räume gültig sind.

Deswegen müssen wir zuerst die raumsoziologische Definition des Begriffes *Cyberspace* ausweiten. Löw nimmt zwar den Begriff des *Cyberspace* in ihre Überlegungen auf, legt ihm aber die Einteilung von Featherstone und Burrows<sup>15</sup> zugrunde. Diese lautet:

- Gibsonian Cyberspace
- Barlowian Cyberspace
- Virtual reality

### *Gibsonian Cyberspace*

Darunter versteht man im weitesten Sinne eine Konstruktion des *Cyberspace*, wie sie z.B. von William Gibson in seinem *Neuromancer* Roman beschrieben wird.

*Cyberspace. Eine Konsens-Haluzination, tagtäglich erlebt von Milliarden zugriffsberechtigter Nutzer in allen Ländern, von Kindern, denen man mathematische Begriffe erklärt.... Eine graphische Wiedergabe von Daten aus den Banken sämtlicher Computer im menschlichen System. Unvorstellbare Komplexität. Lichtzeilen im Nichtraum des Verstandes, Datencluster und -konstellationen. Wie die zurückweichenden Lichter einer Stadt...<sup>16</sup>*

### *Barlowian Cyberspace*

Diese Kategorie, nach John Barlow, dem Gründer der *Electronic Frontier Foundation* benannt, umfasst, auch sehr vage, das weltumspannende Netzwerk von Computern, die durch das Internet verbunden sind. Vage deswegen, weil zur Zeit dieser Einteilung, Online Spiele zwar existierten, und auch das *world wide web* schon eine Vorstellung zu entwickeln begann, wie denn ein „kollektives, weltweites Netzwerk“ funktionieren könnte, aber Entwicklungen wie *Web 2.0*, *second life*, *World of Warcraft*, usw..., die alle erst vor wenigen Jahren aus der Taufe gehoben wurden, schreiben diese Vorstellung ständig neu. Ein Ende dieser Entwicklung wird zwar immer wieder gerne prophezeit<sup>17</sup>, wird aber wohl eher nicht so schnell eintreten. Das Gegenteil, eine Verschmelzung von Online Anwendungen, Desktop/Mobile Computing und Infotainment wird wohl eher passieren.

### *Virtual reality*

Auch dieser Begriff, der auf Jaron Lanier, zurückgeht, wurde und wird durch die rasante technologische Entwicklung immer wieder umgeschrieben. *Ursprünglich eine reale oder simulierte Umgebung, in der ein Wahrnehmender Telepräsenz erfährt<sup>18</sup>*, zwischendurch dann

eng verbunden mit der *CAVE Technologie*, aber auch verschiedenen anderen Interfaces, Geräten und Applikationen, die wiederum in der *Science fiction*, etwa bei Stanislaw Lem, beschrieben wurden aber nach und nach Wirklichkeit werden, bis hin zur heutigen Aufteilung in Begriffe wie *augmented reality*, *hybrid environments* oder *tangible devices*.

Alleine der Versuch, diese Begriffe in den aktuellen Kontext des *Cyberspace* einzufügen, zeigt also, dass die getroffene Einteilung nicht länger aufrecht erhalten werden kann.

*Der Cyberspace ist mehr als ein künstlicher Raum oder eine Netz von Datenströmen, und mehr als eine global vernetzte Infrastruktur sozio-technischer Kontrolle.*<sup>19</sup>

Er ist also nicht nur eine Technologie, dessen Räume als reine Simulationen wahrgenommen werden, sondern statt dessen sind diese Räume virtualisiert, was bedeutet, dass sie für die *kybernetischen Soziefakte die reale Erlebnisqualität einer gestaltbaren Topographie*<sup>20</sup> besitzen. Unter einem *Soziefakt* versteht man kulturell bedingte Gesetze, Regeln, Normen und Konventionen, die zur Organisation oder zur Beobachtung einer Gesellschaft notwendig bzw. praktikabel sind. Man kann also sagen, dass unter dem Gesichtspunkt eines kybernetischen Ordnungssystems, die virtuellen Räume eine reale Repräsentation erfahren. Udo Thiedecke schlägt vor, dass sich eine Soziologie des *Cyberspace* nicht länger mit sogenannten Detailproblemen auseinander setzen, sondern den *umfassenden Problemzusammenhang der sozialen Ordnungsbildung unter komplexen, virtualisierten Sinnbezügen*<sup>21</sup> behandeln soll. Als Detailprobleme beschreibt er die adäquate soziologische Beobachtung und Begriffsbildung zur "digitalen" Ungleichheit, zur Künstlichkeit von Räumen und sozialen Beziehungen oder Problemen infolge von Machtmonopolen im Internet. Ein letztes Zitat in diesem Zusammenhang lässt diese Forderung vielleicht noch etwas klarer werden, indem wir uns die Definition von *Cyberspace*, wie ihn Thiedecke versteht, vor Augen halten:

*Der Cyberspace ist ein sozio-technisch produzierter und reproduzierter Sinnhorizont, in dem alle Sinngeneralisierungen und -selektionen auf faktische Möglichkeiten bezogen sind. Der Übergang in den Cyberspace vollzieht sich dort, wo ein grundsätzlicher Wechsel der Sinnperspektive hin zur sozio-technischen Vermöglichung aller Sinnbezüge stattfindet.*<sup>22</sup>

Thiedecke bezieht sich dabei auch auf Lutz Ellrich, der die bewusste Wahrnehmung von *Cyberwelten* als "Gebilde" fordert. Sie transzendieren die Wirklichkeit und bilden eine Art Informationsüberschuss, um konkrete Erfahrungen zu "realisieren". Wir finden solche Beschreibungen aber auch bei Gibson, der seinen *Cyberspace* als Konstitution von Information, die von den technischen Ausstattungen abstrahiert wurden, beschreibt. Allem gemeinsam ist die Vorstellung eines bestimmten "Ausnahmestandes" oder eines *add-ons*, den der *Cyberspace* für uns darstellt. Als Sinnhorizont sozio-technisch "vermöglicher" Erwartungen oder als transzendentes Datengebilde, immer ist es eine Permanenz dieses Zustandes, die den *Cyberspace* für uns erlebbar macht. Sei es durch *virtual reality*, Internet, *Science fiction* oder Träume<sup>23</sup>.

## Das Virtuelle

Virtuell leitet sich aus dem lateinischen *virtus* ab, was für: "Tugend, Kraft und Vermögen" stand. Im Mittellateinischen bezeichnet *virtualis* dann das, "was nach Anlage und Vermögen der Möglichkeit nach vorhanden ist". Es beschreibt also der Begriff in seiner etymologischen Herkunft eine *mögliche Wirklichkeit* oder vielleicht noch besser, *eine von mehreren möglichen Möglichkeiten*. Beschreibt man es so, dann steht virtuell nicht der Wirklichkeit sondern dem, was gerade ist, gegenüber. Virtuelle Realitäten sind also Möglichkeiten, die eintreten (und damit aktuell) werden (können). Bis dahin befinden sie sich aber noch in einer Art latentem Konjunktiv.<sup>24</sup>

*Da mit dem Wort virtueller Raum so leichtsinnig umgegangen wird, ist es gut, sich seinen Ursprung ins Gedächtnis zu rufen. Das Wort meint jenen Noch-nicht-Raum, in welchem Noch-nicht-Wirklichkeiten ihre Noch-nicht-Zeit verbringen.*<sup>25</sup>

Wichtig ist, dass Virtualität weder mit einer Simulation, die den Anspruch auf Referenzialität hat, noch mit der Phantasie, die den umgekehrten Weg aus der Vorstellungskraft heraus nimmt, zu tun hat. Gerade die Fiktion ist es, die Elena Esposito klar von der Virtualität trennt, indem sie der Fiktion einen Beobachter, der Virtualität aber einen Teilnehmer zuordnet. Dieser verhält sich wie vor dem Spiegel und muss seine virtuelle Welt aktiv strukturieren und in seine Bezugsrealitäten integrieren. Diese, seine virtuelle Realität funktioniert nur durch seine Anwesenheit und kann nicht, wie eine phantastische Vorstellung, autonom existieren.<sup>26</sup>

## Virtuelle Interaktion?

Elena Esposito meint dazu weiter: *Die ganze Frage des Virtuellen, die – wie wir sahen – gerade die Unterscheidung verschiedener Möglichkeitsregime verlangt, stößt in der Praxis auf die Grenze dieser Einstellung und scheint einen weiteren Abstraktionsschritt zu erfordern. Der entscheidende Punkt ist die viel diskutierte Frage der Interaktivität, die es dem Empfänger der Kommunikation ermöglicht, auf die Kommunikation selbst einzuwirken, und das, was ein anderer Teilnehmer mitgeteilt hat, zu verändern und zu verarbeiten.*<sup>27</sup>

Die Virtualität hängt also mit der Kommunikation insofern zusammen, als dass die Information schon als eine Möglichkeit den Sender verlässt. Dies begründet sich in der Interaktion zwischen Sender und Empfänger. War durch die Literalität noch das Virtuelle von der Kommunikation getrennt (zum Zeitpunkt des Lesens ist die Information ja schon geschrieben) so hatte nur das direkte Gespräch diese interaktive Qualität. Die neuen Medien heben diese Notwendigkeit allerdings auf. *In der auf Präsenz beruhenden Interaktion vollzieht sich die Intervention in der geteilten Realität beider Beobachter. Die neuen Medien erlauben dagegen die Interaktivität in der computervermittelten und oft asynchronen Fernkommunikation [siehe Luhmann, Anm.]. Der Empfänger erhält (punktuelle und personalisierte) Antworten aus der Maschine und nicht vom anderen Teilnehmer [...] der die vollzogene Operation nicht einmal zur Kenntnis nimmt.*<sup>28</sup>

Entscheidend ist also für den Begriff des Virtuellen nicht die Tatsache, dass er durch Interaktion forciert wird, sondern dass durch die Auflösung räumlicher Nähe ein Verlust der konsensualen Vorstellung von Wirklichkeit kommt. Die Kommunikation als Notwendigkeit einer kollektiven Vorstellung von Wirklichkeit fällt einer technologisch getriebenen Vermöglichung zum Opfer. Espo-posito nennt dies Operationen als rekursive Grundlage des Aufbaues des Realen.

*Der Punkt auf den es hier ankommt, ist, noch einmal, die Abhängigkeit der Beobachtung vom Beobachter, und dies führt uns erneut auf die Frage nach der Interaktivität als Grundeigenschaft des ganzen Bereiches des Virtuellen zurück. Interaktivität heißt unter diesem Gesichtspunkt ein Eingriff des Beobachters, also Orientierung an Operationen als rekursive Grundlage des Aufbaues des Realen.*<sup>29</sup>

In diesem Zitat versteckt sich aber auch das *Hermeneutische Prinzip*, demnach der Hörer und nicht der Sprecher die Bedeutung des Gesagten bestimmt. Wir "konstruieren" also unsere Realität, die sogar nur in unserer Vorstellung existieren könnte. Abbildung 4 zeigt die Konstruktion der Wirklichkeit in einer einfachen Skizze, genauso wie der Film *The Matrix*<sup>30</sup> von den Wachowski Brüdern. Nimmt man das, was hinter Heinz v. Försters *prozeduralem Gedächtnismodell (Verhaltensgedächtnis)* steckt, nämlich die Vorstellung, dass Informationen im Gehirn nicht gespeichert, sondern bei Bedarf immer aufs neue berechnet werden, kommt man dem Begriff des Virtuellen noch ein Stück näher.

Ein virtueller Raum ist demnach kein "Raum" im eigentlichen Sinn (und schon gar nicht immer der gleiche), fühlt sich aber so an. Sowohl für den *Cyberspace* als auch für die virtuelle Realität bedeutet dies, dass diese viel eher mit dem Bild, das wir beim Lesen ihrer Beschreibung im Kopf haben (und das sich ständig wandelt um eine der vielen "Möglichkeiten" anzunehmen) übereinstimmt, als mit jedem anderen Bild, das kommuniziert wird.

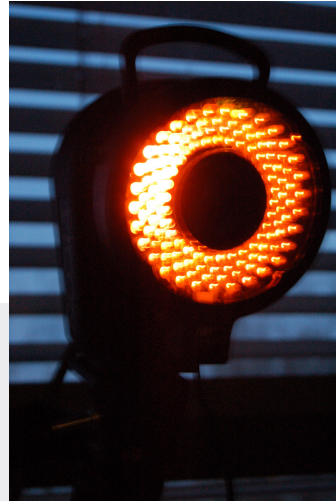
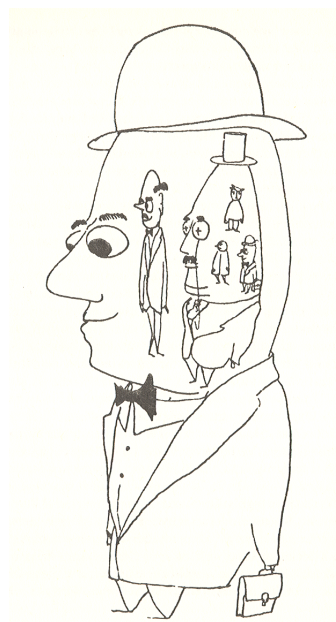


Abb. 4 Vicon Motion Capture Camera, die Sensorik des Raumes.

Abb. 5 Der Mensch, der denkt, er sei als einziger wirklich, der Rest existiert nur in seiner Vorstellung, Quelle: H. v. Foerster.



## Wie spacensing funktioniert.

### Tracking

Durch die Verknüpfung mit kinematischen Skelett-Modellen werden nicht nur individuell am Körper befestigte Punkte aufgenommen, sondern auch Daten über die Art und Weise der Bewegung (Ökonomie, Geschwindigkeit, Gestik, Mimik, Anatomie, Motorik, Biomechanik,...) gewonnen. Basierend auf virtuellen Skelettmodellen (kinematisches Gelenkmodell - *joint angle*), Marker basierten Daten (*pose to pose distance calculation*) oder *motion texture tracking* werden die individuellen Bewegungen in Echtzeit digitalisiert.

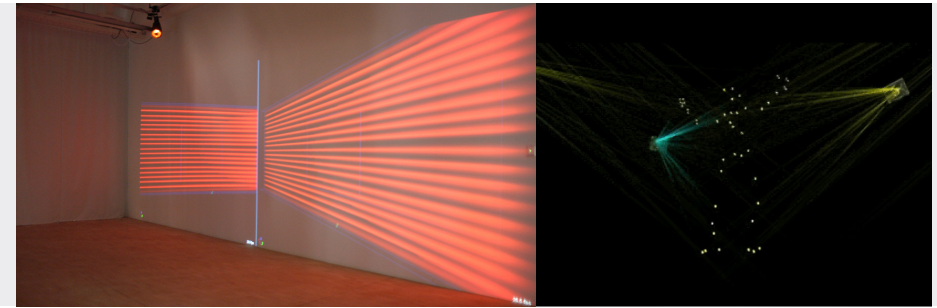


Abb. 6 Das NoLab, in dem spacensing erarbeitet wurde. Man sieht das Setup für fluid flow. Abb. 7 Der visuelle Output des Trackingsystems

Die Verbindung zwischen dem Benutzer und dem Raum wird in diesem Fall über eine Echtzeit-Umgebung geschaffen. Zum Einsatz kommt ein *Vicon Motion Capture System*, mit dem nicht nur durch den Benutzer bewegte Objekte, sondern vor allem der Mensch und seine (mehr oder weniger natürlichen) Bewegungen im Vordergrund stehen. Durch die präzise Bestimmung von verschiedenen Punkten im Raum ist es nun nicht mehr nur möglich, Aussagen über die Position von verschiedenen Objekten und Menschen zu treffen, sondern durch die Erweiterung um kinematische Zusammenhänge können auch präzise Aussagen über die Bewegungsabläufe im Menschen getroffen werden. Die digitalisierten Bewegungsdaten (Ergonomie, Geschwindigkeit, Gestik, Mimik, Anatomie, Biomechanik, Motorik, Ökonomie,...) geben so Auskunft über die Art und Natur der Bewegung.

Die technische Herausforderung für *spacensing* bestand darin, dass der übliche Weg, die Daten aufzunehmen (*tracken*) und im Anschluss offline die exakten Bewegungen zu berechnen, für eine Echtzeit-Verwendung nicht tauglich war. Stattdessen mussten schon direkt bei der Aufnahme alle Bewegungsdaten direkt weitergegeben (*gestreamt*) werden.



## Analyzing

Die digitalisierten Bewegungsdaten werden anschließend analysiert, um sie einem Charakter zuzuordnen zu können (Parametrisierung). So kann man einerseits Rückschlüsse auf das Befinden ziehen und andererseits eine natürliche Interaktion mit der digitalen Umwelt (der virtuellen Repräsentation des Raumes) ermöglichen. Dies führt uns zum Zusammenhang zwischen Bewegung, Sinn und Sinnlichkeit. Woher kommt das Gefühl, das wir verspüren, wenn wir eine Wand berühren? Die Lehre von bestimmten Empfindungen und Gefühlsregungen, die auf dem Wahrnehmen, Erlernen und Imitieren von Bewegungen beruhen, ist die *Kinästhetik*. Man könnte sie als Sinn zwischen den Sinnen, als "Sinnvermittler" beschreiben, der die Wahrnehmung der einzelnen Sinne summiert.

*Kinästhetik ist vor diesem Hintergrund beschreibbar als [...] ein Sinn, der den anderen zur Seite tritt und mitbestimmt, wie man seine Umwelt und sich in ihr wahrnimmt. [...] Für diejenigen Disziplinen, die sich ihrem Material vor dem größeren Horizont der Ästhetik nähern, wird die Kinästhetik zunehmend relevant für die Frage danach, wie Bild und Text, Architektur und Mode, Ritual und Zeremonie usw. Sinn im Modus des Sinnlichen herstellen.*<sup>31</sup>

Wo besteht also der Übergang vom Sinn zum Sinnlichen? Das Sinnliche kann vom Sinn durch die Subtraktion der sensorischen Empfindungen abgelöst werden. Was dann übrig bleibt ist eine emotionale Repräsentation. So wird das Sinnliche nach Sybille Krämer,

*als performative Verkörperung des Sinns verstanden, die ihn nicht zur Erscheinung bringt, sondern vollzieht.*<sup>32</sup>

Im Übergang zur Virtualität muss man die Sinnlichkeit aber neu definieren bzw. kann man, mit dem zuvor gesagten, diese performative Verkörperung von den Sinne abtrennen. Ist in der Realität ein Gegenüber für die Sinnlichkeit erforderlich, so stellt sich die Frage, wie dies in der virtuellen Realität erfahren wird. Existiert sie dort überhaupt?

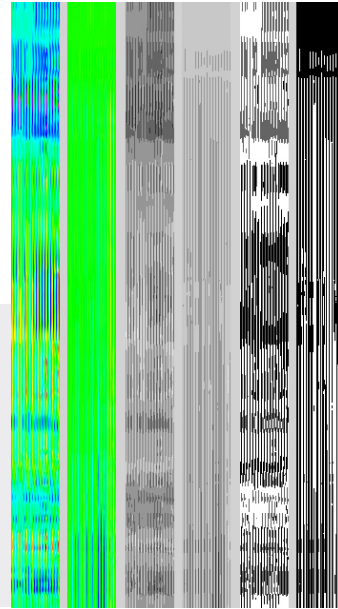


Abb. 8 Motion Texture.

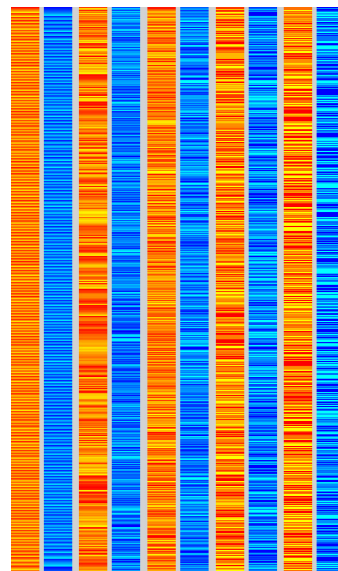


Abb. 9 Translation in Barcodes mit verschiedenen Abstufungen.

*Die Frage nach der Virtualität von Medien zielt auf die Verfahren ab, durch die sie Interaktionsangebote aus dem Hier und Jetzt lösen und in Bereiche der Latenz transportieren, die ebenso die Erfahrung distanzierter Beobachtung ermöglichen, wie das Erlebnis aufgeschobenen Begehrens. Das Angebot kinästhetischer Wahrnehmungserfahrungen gehört, so denken wir, zentral zu ihnen. Wie sie gestaltet sein können, durch welche Praktiken und Vorstellungen vom Körper sie je geprägt sind, welche Strategien Medien etablieren, um sie zu indizieren (aufnehmen) und induzieren (mit einschließen) und in welchen Diskursen die Bedingungen ihrer Möglichkeit diskutiert wird, gehört zu den Fragen,... und später: Bewegung ermöglicht - auch in diesem Sinne - echte Interdisziplinarität.*<sup>31</sup>

*Und ebenso wird das Bild erst vollständig, sobald der Betrachter durch den Blick einer Assistentenfigur oder ein deiktisches Element dazu aufgefordert, seiner eigenen Körperlichen Reaktion gewahr, und damit selbst zum Teil des Bildes wird, der Heilsgeschichte, die es erzählt, dem Passionstheater, das es aufführt, der Choreographie des Begehrens, die es inszeniert.*<sup>31</sup>

Aus diesen beiden Zitaten ist ersichtlich, dass wir die Sinnlichkeit dann im Bild, das wir von uns selber haben, suchen müssen, wie auch die Sinne, man denke an die *Spiegelneuronen (Spiegelzellen)*, uns mehr über uns als etwas über das Gegenüber sagen. Man könnte also postulieren, dass das Sinnliche Teil von uns und nicht Teil der Umwelt ist.

*Bewegung bestimmt uns in einem weit höherem Maße als wir unsere Bewegung bestimmen.*<sup>31</sup>

Die Bewegung von Menschen in architektonische Räumen hat für den Architekten mehrere Bedeutungen:

- Steuerung von Gebäudesystemen durch spezifische (qualitativ) oder auch unspezifische (quantitativ) Bewegungen. ("Licht ein!")
- Bewegung als essentieller Bestandteil der Raumerfahrung. ("dreidimensionale Wahrnehmung")
- Formale Umsetzung von Bewegungsdaten in eine physisch gebaute Architektur. ("Einfrieren von Bewegung")
- Analyse von Bewegungsdaten zur Optimierung räumlicher oder städtischer Strukturen. ("Verkehrssimulationen")

Darüber hinaus gibt es aber gerade für die letzten beiden Punkte, der formalen Verwendung (beispielsweise im Entwurfsprozess) und der analysierenden Anwendung, neue Ansätze, die eine umfassendere Auseinandersetzung mit Bewegung erforderlich machen. Zum Einen sind das Bestrebungen, im virtuellen Raum direkt am entworfenen Objekt zu arbeiten, zum Anderen Entwicklungen im Bereich der *augmented reality* oder bei der Optimierung von Raumstrukturen durch die Berücksichtigung von Arbeitsprozessen, Sichtbeziehungen (*space syntax*) oder veränderbaren physikalischen Einflüssen.

Dabei ist aber bisher im wesentlichen nur mit der Tatsache, dass es Bewegung gibt (oder nicht), oder mit bestimmten Bewegungsmustern (Gehen, Laufen, Schwimmen,...) umgegangen worden. Dies wurde dann injektiv (in einer Richtung) umgesetzt. Die Frage allerdings,

nach der Art der Bewegung und darüber hinaus, wie Räume unsere Bewegung beeinflussen wurde noch selten gestellt. Diese Frage nach dem bijektiven Zusammenhang zwischen Raum und Bewegung im architektur-experimentellen Umfeld erforderte die Entwicklung eines Untersuchungsmodells.

Zu Beginn müssen die gewonnenen Bewegungsdaten auf ihre architektonische Relevanz hin überprüft werden. Dabei steht nicht der Mensch und seine Bewegung für sich, sondern die Art der Bewegung im Raum, im Vordergrund. Welche Daten sind relevant? Wie kann die Bewegung und ihr Zusammenhang mit dem Raum beschrieben werden? Wie kann architektonisch relevante Bewegung beschrieben werden?

Um nicht zu sehr in das umfangreiche Gebiet der Bewegungsanalyse abzuwandern, musste zuvor das Ziel der Analyse etwas genauer definiert werden. Folgende Punkte waren dabei zu bedenken:

- Im Vordergrund steht die Visualisierung der Daten,
- eine Aufbereitung für die Simulation sowie
- die Echtzeitfähigkeit des Systems.

Anders als bei Anwendungen im medizinischen Bereich oder in der Animationsbranche, sind Natürlichkeit der Bewegung und Genauigkeit der Abbildung des kinematischen Modells weniger interessant. Wichtiger dagegen sind

- Ergonomie,
- das Erkennen von ähnlichen Bewegungsabläufen,
- die Kategorisierung von Bewegungen (auf der Basis von Mustern) und
- die Zuordnung von Personen zu Bewegungen.

### Körperhaltung, Nähe und die Tanzsprache

Neben den Gesten gibt es ca. 1000 Körperhaltungen. Michael Argyle illustriert dies sehr anschaulich durch Strichmännchen<sup>33</sup> (Abb. 11). Die drei Grundkörperhaltungen, von denen er ausgeht, sind das Stehen, das Sitzen (Hocken, Knien) und das Liegen. Weiters gibt es noch mindestens zwei Aspekte, die räumlicher Nähe<sup>34</sup> und die räumliche Orientierung, die interessant sind.

#### Räumliche Nähe

##### Zonen des Abstandes

*intim* (< 50 cm, man kann sich riechen, fühlen (Körperwärme), sehen und flüsternd reden)

*persönlich* ( 50 - 120 cm, sehen und berühren)

*sozial, beratend* ( 230 - 350 cm, sehen, lautes Sprechen. Objekte treten zwischen die Personen)

*öffentlich* (> 350 cm, Auditorien, Vorträge,...)

Erhard Thiel<sup>35</sup> teilt seine Distanzzonen auch in vier Ringe (Zonen) ein. Erster Ring ist der nächste Abstand, die Distanz der Liebenden, Tast- und Geruchssinn sind maßgebend, das Sehen ist auf einen engen Blickwinkel eingeschränkt. Der zweite Abstand ist persönlich, das

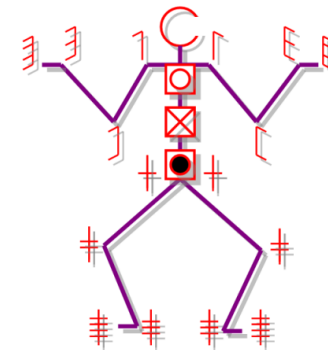
Gegenüber ist greifbar und gut sichtbar, der Geruchssinn funktioniert aber nur mehr über Geruchsverstärker (Parfüm). Der dritte Ring (120 bis 360 cm) ist üblich bei Kollegen, bei sozialen Kontakten oder auch Paaren, die bewusst auf Distanz gehen, um ihren Freiraum zu haben. Berührungen sind nicht mehr möglich und auch das Hören fällt bei maximaler Distanz schon schwer. Der vierte und äußerste Ring beschreibt nun die Distanz, die man zu Respektspersonen oder in der Öffentlichkeit einnimmt. Diesen Abstand kann man auch als Fluchtdistanz bezeichnen, da man nicht mehr 'greifbar' ist und in der Menge verschwinden kann. Grundlegende Begriffe in diesem Zusammenhang sind Raumbblasen, Distanzzonen und Territorien.

#### Räumliche Orientierung

Unter der räumlichen Orientierung versteht man den Abstand und Winkel, unter dem man sich jemandem (oder etwas) gegenüberstellt (-setzt oder -legt). Man könnte dies auch die räumliche Aufstellung nennen.

Prinzipiell können diese beiden Aspekte auch für die Interaktion zwischen Menschen und Objekten (Räumen) herangezogen werden. Sie werden beispielsweise in der Anwendung **Object Interaction** verwendet, wo die räumliche Nähe und Orientierung über Farbverläufe sichtbar gemacht werden.

Abb. 10 Grundschemata Labanotation Skelett. Quelle: Immanuel Giel



#### Rudolf v. Laban

Die Laban Bewegungsanalyse (LMA, Laban Movement Analysis) kombiniert mehrere Systeme (Bartenieff Fundamentals, Laban Movement Analysis, Anatomy and Kinesiology, Labanotation), um Bewegungen zu untersuchen, beobachten, einzuteilen oder zu beschreiben. Dabei wird die Beschreibung in fünf Bereiche gegliedert:

- Körper (body)
- Raum (space)
- Anstrengung, Aufwand oder Bemühen (effort)
- Gestalt oder Form (shape)
- Beziehung (relationship)

Die Gestalt beschreibt die veränderliche Form, die der Körper im Raum beschreibt, während der Aufwand die dynamischen Qualitäten der Bewegung sowie die innerliche Grundhaltung zum Energiefluss beinhaltet. So lässt sich nach Davies<sup>36</sup> die Gestalt in drei "Flächen", Tisch-, Tür-, und Radfläche, und der Aufwand in vier Faktoren, Raum, Gewichtung, Zeit und Fluss, einteilen.



Abb. 11 Interpretierte Strichfiguren von Körperhaltungen. Quelle: Michael Argyle: Körpersprache und Kommunikation

#### William Forsythe

Das Interessante an Forsythe ist nicht, dass er schon

stefan zedlacher

wie Rudolf v. Laban eine ganze "Sprache" entwickelt hätte, sondern der Zugang, wie er über die Bewegung mit virtuellen Objekten interagiert. Er teilt diese Interaktion in fünf Bereiche ein<sup>37</sup>:

- Solo
- Lines
- Writing
- Addition
- Reorganizing

Diese Methoden aus der Choreographie verändern die Sicht auf virtuelle, gedachte Objekte gleichermaßen, wie sie zu weiteren Experimenten anregen. Die Möglichkeiten in *spacing* führen dazu, das, was Forsythe hier "für den Kopf" des Tänzers produziert, auf den Raum auszudehnen. Die Bühne wird Teil der Imagination des Künstlers.

Stanislavsky und Ananyev

*When it comes to acting, there are many myths about methods and suspicions about systems...*<sup>38</sup>

Ein anderer Ansatz, der ebenfalls in *spacing* erprobt wurde, ist der von Ananyev, auf der Basis von Stanislavskys Lehren. Er versucht, den einzelnen Körperteilen Zentren der inneren Kräfte zu zuordnen. Die Matrix dazu sieht so aus:

	THOUGHT (Mental-center)	FEELING (Emotion-center)	ACTION (Will-center)
	HEAD	TORSO	PELVIS/ARMS/LEGS
THOUGHT	Nose	Torso	Fingers and Toes
FEELING	Eyes	Torso	Shoulders and Knees
ACTION	Mouth and Chin	Torso	Elbows and Hips

Angewandt wird dies nun so, dass ein Körperteil die Bewegung als Erforschung eines einzelnen Zentrums anführt. Kombinationen mehrerer Bewegungen von mehreren Körperteilen eröffnen den Dialog zwischen den Zentren. Die Anwendung Particle Suction nahm diese Überlegungen als Ausgangspunkt.

### Motion Texture

Die Abbildung 13 zeigt eine *Motion Texture*, wie sie auch von Anderen<sup>39</sup> verwendet wird. In der linken Spalte sind die Rotationen aller Gelenke beginnend beim Becken bis zu den Händen dargestellt, die rechte Spalte zeigt die Translationen in derselben Reihenfolge. Der Farbverlauf nach unten zeigt dann, wie sehr oder wenig sich das entsprechende Gelenk bewegt oder gedreht hat, nach unten ist also die Zeit aufgetragen.

Der visuelle Output wurde für die Analyse noch einmal verfeinert, um skalierbare Abstufungen zu bekommen (Abb. 14). Dies hatte auch den Sinn, dass bei der einfachsten Form

spacing.

der Darstellung, in schwarz und weiß (Abb. 15), auch die einfachsten zellulären Automaten angewandt werden konnten.

### Verarbeitung der Daten - Übersetzung in einen neuen Zusammenhang

Bei den ersten Versuchen wurden die Rotationsdaten den jeweiligen Gelenken zugeordnet und entsprechend der Intensität ihrer Verdrehung (im Verhältnis zur Ausgangsposition) eingefärbt oder skaliert (*Colored Joints*). Bei *Colored Joints Velocity* drücken die Farben einerseits wieder die Achsen aus, um die verdreht wird, allerdings nicht mehr im Verhältnis zu ihrer Anfangsposition, sondern im Verhältnis ihrer Beschleunigung (siehe *Analyzing* auf der DVD: *spacing.movies*).

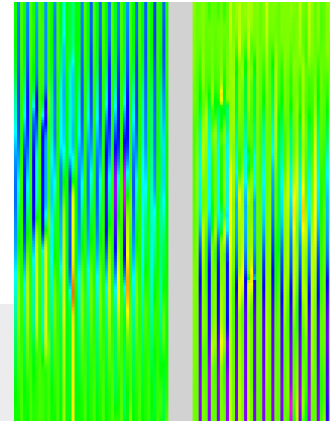


Abb. 13 Eine Sequenz im *full colored* mode.

Der nächste Schritt ist die Suche nach geeigneten Algorithmen, z.B. lernfähige Algorithmen, denen man diese Motion Texture Muster "beibringt". Eine ganz andere Überlegung wäre aber auch die Datenanalyse auf einem für Menschen interpretierbaren Niveau zu belassen.

*In der Praxis würde aber [...] die mathematische Apparatur längst in der entstandenen Komplexität stecken geblieben sein. [...] Wir müssen einsehen, dass das Phänomen selber seine beste Darstellung ist, und von der analytischen zur schöpferischen Tätigkeit übergehen - kurz, zur praktischen *Limitologie*.*<sup>40</sup>

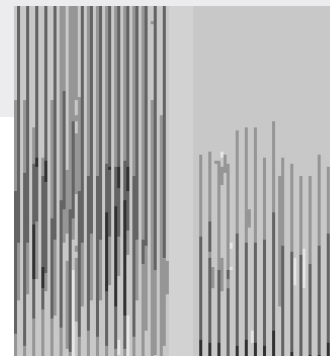


Abb. 14 Reduktion auf 5 Zustände.

Anders gefragt, ist es nicht sinnvoller die Daten so aufzubereiten, dass ähnlich zu einem Barcode ein individuelles, aber visuell einfaches Muster erkannt werden kann? Dieses einfache Muster kann dann mit "Filtern", die aus den komplexeren Analysen generiert werden, gekoppelt werden und so eine Form der Simulation darstellen. Der Barcode ist dann z. B. eine "Quersumme" aus den bisher generierten Bildern, der eine Anhäufung von Zustandsänderungen ausgibt. So entsprechen diese Filter den *kybernetischen Soziefakten*, von denen schon an anderer Stelle die Rede ist. Mustererkennung, lernfähige Algorithmen und die Frage nach der intelligenten Kommunikation zwischen Raum und Benutzer führt uns zum nächsten Abschnitt, der Simulation.



Abb. 15 Reduktion auf 2 Zustände.

## Simulating

*Und in der Tat, "da draußen" gibt es keine Laute und keine Musik, da gibt es longitudinale periodische Druckvorgänge; "da draußen" gibt es kein Licht und keine Farben, da gibt es elektromagnetische Wellen; "da draußen" gibt es keine Hitze und keine Kälte, da gibt es eine höhere und eine niedrigere mittlere kinetische Molekularenergie, und so weiter - und ganz bestimmt: "da draußen" gibt es keinen Schmerz. Die fundamentale Frage lautet dann: Wieso erleben wir die Welt in ihrer überwältigenden Mannigfaltigkeit, wenn als Eingangsdatum uns lediglich zur Verfügung steht: erstens die Reizintensität; zweitens die Koordinaten der Reizquelle, das heißt Reizung an einer bestimmten Stelle meines Körpers?<sup>41</sup>*

### Warum Simulationen?

Einige Gründe, die ganz generell für Simulationen sprechen, sind:

- Die Untersuchung des realen Systems ist zu gefährlich, unmöglich oder unwirtschaftlich
- das System existiert noch nicht
- Es ist in seiner Gesamtheit nicht beobachtbar
- Alternativenbildung, leichte Modifizierbarkeit virtueller Systeme (Stadtplanung)
- Reproduzierbarkeit (Wissenschaftliche Überprüfbarkeit)
- Ausbildung und Training
- Pädagogische Methodik (Spielen)

Das Spielen ist vermutlich die älteste Art der Simulation und zeigt auch, dass dieser Begriff nicht zwingend mit dem Computer zu tun haben muss. Der Zusammenhang zwischen Spiel und Simulation offenbart sich schnell, wenn man die Grundelemente einer Simulation (Modell, Parametrisierung und Analyse bzw. Prozess) auf die Definition bei Huizinga anwendet:

*Spiel ist eine freiwillige Handlung oder Beschäftigung, die innerhalb gewisser festgesetzter Grenzen von Zeit und Raum nach freiwillig angenommenen, aber unbedingt bindenden Regeln verrichtet wird, ihr Ziel in sich selber hat und begleitet wird von einem Gefühl der Spannung und Freude und einem Bewusstsein des ‚Andersseins‘ als das ‚gewöhnliche Leben‘.<sup>42</sup>*

Grundsätzlich ist einmal zu hinterfragen, was denn das Spielen eigentlich ausmacht. Spielen ist nicht nur Unterhaltung. Im Spiel lernen wir für das Leben (sagt man), aber ich glaube, es ist etwas mehr. Das Spiel ist vielleicht ein Filter für die Wirklichkeit, eine Art „Testgelände“ oder eine „fast“ Wirklichkeit, in der wir eben auch leben können. Im Spiel werden immer noch Zusammenhänge auf das Wesentliche reduziert, sekundäre Einflüsse werden vernachlässigt und der Blick auf das Ziel geschärft. Wann aber „spielt“ man sich? Oder warum dient das Spiel nicht nur der Unterhaltung?

Das Spiel eröffnet eine Seite unseres Lebens, die wir, durch eigene Entscheidungen, nicht, oder nicht zur Gänze ausleben können. Unter der Prämisse nicht „ernst“ (man könnte auch nicht „real“ sagen) zu sein, wenden wir uns, oft auch nur im Geiste, dieser Seite zu, um abseits der Wirklichkeit Wegen nach zu spüren, die wir im "richtigen Leben" nie gegangen wären. Was aber macht das "richtige Leben" aus? Ich meine, Spielen gehört genauso zu

unserem Leben wie alles andere und darf nicht gesondert betrachtet werden.

Warum sonst wäre der Begriff des Spiels immer auch gleich mit Phantasie, Vorstellungskraft und Kreativität verbunden? Das Spiel verschafft uns Zugang in eine Welt, die uns alleine gehört und in der die Gesetze andere sind. Ob wir diese selber schreiben oder sie von Anderen geschrieben werden ist vielleicht gar nicht so wichtig. Entscheidender ist vielmehr, dass es anders ist, als wir es erwarten dürfen. Vielleicht hat deswegen das Spielen im Grunde auch so viel mit unserer Zukunft zu tun. In dem wir mit Gedanken spielen, oder Verhaltensweisen ausprobieren oder schlicht das tun, was wir gerne tun würden, eröffnen wir einen parallelen Weg, abseits von den Konventionen des richtigen Lebens. Allerdings helfen wir uns so selber, den einen entscheidenden Schritt zu tun oder zu lassen. Insofern ist das Spiel Teil der Wirklichkeit und Vorstellung davon.

Hat sich durch den *Cyberspace* daran etwas geändert? Noch stehen virtuelle und physische Welt nicht auf der selben Stufe, allerdings kann das emotionale Erleben der virtuellen Realität in seiner Suggestionskraft bei äußerer Reglosigkeit eine innere Bewegung hervorrufen, die eine "reale" Stärke besitzt. Neue Medien in der Kunst haben nur bedingt zu neuen konzeptionellen Ansätzen geführt und die Interaktion - der Betrachter wird in das "Bild" mit einbezogen - gibt es nicht erst seit es Computer gibt. Die wesentlichen Begriffe sind: Spiel, Zufall, Grenzüberschreitung, Interaktion, Handlungsraum und Möglichkeitsfeld. Was die Kunst und das Spiel gemeinsam haben sind der Begriff der Freiheit, Unvernünftigkeit und eine nicht zwingend erforderliche Wahrheitsverpflichtung, sie sind beide selbstregulierend und haben keine Ziele außerhalb ihres eigenen Wirkungsbereiches.<sup>43</sup>

Will man die Theorie des Spielens hier aufnehmen, würde dies den Rahmen sprengen. Viel wichtiger ist mir, den Zusammenhang zwischen Spiel und Simulation sowie zwischen der Wirklichkeit, der Möglichkeit, der Kunst und dem Spiel zu beleuchten, da dies für die Anwendungen in *spacensing* von Bedeutung ist. Überlegungen zum *Cyberspace* und *virtuellen Handlungsräumen* müssen, wie dieser Abschnitt zeigt, nicht nur im Computer ihren Ursprung haben. Schließlich ist der künstlerische Ansatz, der in dieser Arbeit steckt, auf ein differenziertes Verständnis von Kunst, nämlich Kunst als Forschung<sup>44</sup>, wie es Florian Dombois beschreibt, zurück zu führen. Dies liegt, so denke ich, im Wesen des Architekten begründet. Ein wunderbares Zitat, mit dem er seinen Artikel einleitet, soll dies untermauern oder untermalen:

*Für die Wissenschaftler sind Morgendämmerung und Abenddämmerung ein und die selbe Erscheinung...* (Claude Lévi-Strauss)

### Animation

In seiner ursprünglichen Form, als lateinisches *animare* bedeutet Animation "zum Leben erwecken". So lernten die Bilder laufen, starre Raumvorstellungen wurden dynamisch und der Übergang von Bewegungen zur bewegten Architektur war vollzogen. Architekten wie Greg Lynn, Marcos Novak oder Santiago Calatrava haben "bewegte" Methode schon in den neunziger Jahren erfolgreich eingesetzt. Lynn arbeitet dabei sehr intensiv an der *form* (wie schon der Name seines Studios sagt), die er durch dynamische oder programmierte

Animationsprozesse generiert. Novak wiederum ist bekannt für seine *data driven forms* und Calatrava schließlich beschäftigt sich mit bewegten Strukturen. Animationen werden demnach als Entwurfsgrundlage, Analysewerkzeug oder zur Präsentation verwendet, dienen dazu, bewegte wie bewegliche Architekturen zu schaffen oder generieren Formen, deren Ursprung in der Bewegung liegt. Als Kombination geschieht dies auch in dieser Arbeit.

Chronologisch kann man allerdings auch alternierend bei einer antiken Mnemotechnik beginnen, den *imagines agentes* (Gedächtnisbilder mit fest umrissenen Platz in der Anordnung der Gedächtnisorte), die nicht nur als Hilfsmittel zur Einprägung, sondern als Medium der Selbsterfahrung und Selbsttransformation verwendet wurden. So sind die *imagines*

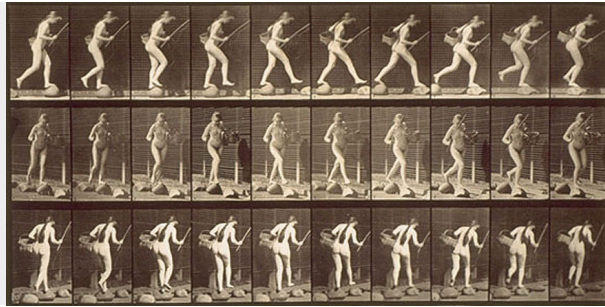


Abb. 18 Muybridge Phasenphotographische Studie, Plate 137. Quelle: University of Pennsylvania

*agentes* handelnde Bilder, d. h. Bilder, die nicht nur abbilden, sondern die bewegen. Ein anderer, wichtiger Schritt geschah durch die Photographie bzw. die Kinematographie. Besonders zu erwähnen ist dabei Eadweard Muybridge und dessen Phasenphotographie. Dieser Schritt führte aber in der Folge zur Auffassung:

*Vorübergleitende Realität sei aus Momentbildern längs eines Zeitpfeils aufgereiht.*<sup>45</sup>

Dass aber die Kinematographie keineswegs nur aus der Aneinanderreihung von Einzelbildern besteht (kinematographische Illusion), sondern vielmehr zur "Mitbewegung" (siehe Kinästhetik) des Betrachters führt, haben Bergson und Deleuze dargestellt. Peter Matussek bringt dies mit den Beobachtungen auf Bahnhöfen von Merleau-Ponty in Verbindung, ein Beispiel wäre der Film: *Der Zug fährt ab...*<sup>46</sup> Während einem der Sinneseindruck (in diesem Fall eine optische Täuschung) suggeriert sich in Bewegung zu befinden, steht man eigentlich still. Dieses sogenannte *Bewegungsbild* beruht aber auf einer körperlichen Sinneswahrnehmung und kommt nicht mehr, aus einem selbst heraus. Dies kann nur durch das *Zeitbild*, einen Begriff, den Bergson verwendet, geschehen, im Fall des Zugbeispiels hieße dies, die innere Bewegung anzuhalten, um die innere Wahrnehmung mit der Perzeption der Sinne abzugleichen.<sup>47</sup> Eine andere Möglichkeit wäre es, die Zeitrichtung zu ignorieren, und die Zeitachse mit einer der Raumachsen zu vertauschen. Das Projekt *TX Transform* von Martin Reinhart spielt mit dieser Möglichkeit.

Als Bezugsrahmen für *spacensing* ist es wichtig eine Unterscheidung im Fall von compu-

tergenerierten Animationen, die verwendet werden, zu treffen. Diese sind eine Kombination aus Computergraphik (CG) und Animation ("bewegte Bilder").<sup>48</sup>

Zum Einen unterscheidet man bei Computeranimationen zwischen Raster- und Vektoranimationen, zum Anderen zwischen Echtzeit Verfahren und Offline Rendering Verfahren. Ähnlich wie bei Raster- und Vektorgraphik bedeutet Rasteranimation, dass Pixelbilder hintereinander abgespielt werden.<sup>49</sup> Bei Echtzeit Verfahren handelt es sich um eine Darstellung, die in einer, für den Menschen nicht mehr wahrnehmbaren, kurzen Zeitspanne errechnet und abgebildet wird. Dies ist etwa bei Computerspielen der Fall. Aber auch hier setzt man meistens noch auf eine Kombination aus *offline rendering* und *realtime rendering*.

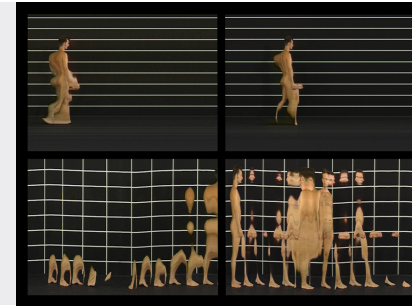


Abb. 20 Ein Beispiel für *TX Transform*.

Da bei *spacensing* ein Echtzeitverfahren notwendig war, gab es wenige Möglichkeiten, dies zu realisieren:

- Motion capturing (ViconIQ)
- Dataconversion (vicon2OSC, pure data, maxMSP)
- Game engines (Unreal, Quake, Doom oder Cryengine)
- realtime OpenGL (Maya)
- CAVE Environments

Verwendet wird *realtime OpenGL* mit Maya. Dabei kommen sowohl Echtzeitrendering Verfahren (Projektionen), dynamische Animationen (sowohl in Echtzeit, als auch Offline im *Compositing*) und Hardwarerenderverfahren (*Hardware render buffer*, *Wireframe rendering*, *Cartoonrendering*) zum Einsatz.

Im zuvor erläuterten kulturhistorischen Kontext wird nun die Animation zum *begehbaren Film*, in dem der Benutzer gleichermaßen zum Akteur und Regisseur, zum Betrachter und zum Handelnden wird. Die Bilder werden Teil des Raumes, Teil der Handlung und Teil der Imagination. Wie das Vertauschen einer Raumachse mit der Zeitachse bei *TX Transform* zu einer verschobenen Wahrnehmung führt, kommt es durch die Fusion von Interaktion mit dem Raum, Echtzeit-Animation und bewegungsbasierte Anwendungen zu einer Verschiebung der Perspektive bis hin zur Überlagerung von Möglichkeiten und Realitäten.

## Interacting

Interaktion bezeichnet per Definition:

*Das wechselseitige aufeinander Einwirken von Akteuren oder Systemen. Der Begriff ist eng verknüpft mit dem der Kommunikation, manchmal werden diese beiden Begriffe sogar synonym verwendet.*<sup>50</sup>

Interpretiert man den Raumsinn als die "Augen und Ohren" eines bestimmten Bereiches und die aufgenommenen Daten als (sinnliche) Informationen, dann können damit neue Methoden der Raumkommunikation erprobt werden. Im Zentrum steht dabei das, was zwischen dem physischen Raum und seiner virtuellen Repräsentation, dem "Erdschweren" und der (individuellen) Konzeption von Raum, die auf der menschlichen Bewegung beruht, passiert.<sup>51</sup>

Interaktion passiert dabei nicht durch Automatisierung, sondern durch Sensibilisierung von Benutzer und System.

## Wahrnehmung

Beginnt man mit der Wahrnehmung bei Heinz v. Förster, dann kann diese nicht alleine aus Signalen berechnet werden. Das Bindeglied ist die Bewegung.

*Das Motorium liefert die Interpretation des Sensoriums, und das Sensorium liefert die Interpretation des Motoriums. Wir nennen das eine kreative Schleife. Zwei Objekte sind dann kommunikativ, wenn sie sich jeweils durch das andere sehen. [...] Kommunikation ist die Interpretation der Interaktion zwischen zwei Organismen durch einen Beobachter. [...] Alles hat seine Ordnung sobald man es versteht.*<sup>52</sup>

## Die Begriffe Interaktion und Kommunikation

Soziologisch beschreibt der Begriff Interaktion die wechselseitige Bezugnahme von zwei oder mehreren Personen. Umgangssprachlich hat sich jedoch der Begriff auch schon auf die Bezugnahmen mit Dingen erweitert. Durch die Schrift wird die Interaktion jedoch in Kommunikation und Interaktion aufgespalten. Kommunikation kann zur selben Zeit nur in eine Richtung gehen (wo gelesen wird, fehlt der Schreiber und *vice versa*), Interaktion beschreibt wechselseitiges aufeinander Einwirken.

Wichtig für *spacensing* ist, dass die Interaktion auf Basis von Analyse und Tracking einerseits und der Simulation andererseits geschieht. Die Körpersprache, die man dafür verwendet, ist eine individuelle und nicht eine, die man lernen muss, um sie zu verstehen. Lernen kann man aber, wenn man will, die Sprache der anderen Benutzer, wenngleich dies wenig Sinn macht, da man ja nicht wie jemand anderer, sondern wie man selbst interagieren will.

*...Menschen werden insgeheim von ihren Interaktionen mit Objekten definiert - denn all unsere Finessen, unsere Küchen, Messer, Restaurants und Autos ebenso wie unsere Cyberspaces, spiegeln unsere Innenwelt. Und die Aussenwelt ist die Bühne für die Dramen, die zunächst einmal von inneren Dramaturgien geschrieben werden. Niemand weiß das besser als William Gibson.*<sup>53</sup>

Der Raum und seine Stimmung (Atmosphäre) beeinflussen unsere Bewegung in ihm. Allerdings stellt sich die Frage, wie und ob dies vorhersagbar ist oder nicht, ob dies eher vom Menschen oder vom Raum bestimmt ist oder ob es der Zufälligkeit oder bestimmten Regeln folgt.

## Rauminteraktion

Alleine durch seine Präsenz an einem Ort tritt der Mensch mit dem Raum in Interaktion. Wir berühren ihn (so wir uns nicht in der Schwerelosigkeit befinden), wir verändern den Kohlendioxid- und Sauerstoff Gehalt in ihm, verändern das elektromagnetische Feld, erzeugen Schwingungen, Schall, Licht, usw.... Im nächsten Schritt setzen wir dann eine Handlung, die ganz von der Oberfläche, der Funktion oder der Ausstattung des Raumes abhängen kann. Wir interagieren also mit seinen Elementen, verändern seine Eigenschaften, hinterlassen Spuren. Viele dieser Interaktionen sind heute schon automatisiert (Türen, Rollos, Heizung...) oder folgen einem ganz bestimmten Muster (Bewegungsmelder für das Licht, Klimaanlage). Diese Reaktionen des Raumes können durch den Menschen, durch die Umwelt oder durch eine Kombination aus beiden hervorgerufen werden. Betrachtet man beispielsweise den öffentlichen Raum, dann geht diese Interaktion auch über den Raum und das einzelne Individuum hinaus, erzeugt Reaktionen weiterer Menschen und so fort.

Neben den bewussten Interaktionsprozessen gibt es aber auch wesentlich mehr unterbewusste Interaktionen oder zumindest unbewusste Reaktionen. Gesten und Bewegungen sind zwei Teile davon, psycho-physiologische Reaktionen (das Rot werden), Gefühle oder Gedanken (Erinnerungen) sind einige weitere. Dabei ist es besonders wichtig zu verstehen, dass jedes Individuum seine eigene "Körpersprache" besitzt. Bisherige Anwendungen, in denen der Mensch durch seine Bewegung mit dem Raum in Interaktion tritt oder Prozesse in Gang setzt, beruhen meist auf zwei Parametern: Ob es Bewegung gibt und wenn ja, wie viel Bewegung. Im besten Fall entwickeln wir allgemeine Gesten, die auf einen spezifischen Prozess angepasst werden. Etwa das schnelle Auf- und Abbewegen der Hand vor einem Bewegungsmelder, der das Licht einschalten sollte. Ziel dieser Arbeit war es, ein System zu denken und zu entwickeln, das die Interaktion mit Räumen auf der Basis individueller Körpersprache mit Hilfe von *kybernetischen Soziefakten* ermöglicht. Die resultierenden Werkzeuge nenne ich *cybernetic adaptive fittings*. Heinz v. Förster würde diesen Vorgang mit dem dialogischen Problem bezeichnen:

*Erst wenn man einen eigenen Formalismus gefunden hat, um etwas zu beschreiben, kann man darüber sprechen.*<sup>54</sup>

## Zeichen, Muster und Tanz

Die etymologische Herleitung des Begriffes Spiel kommt vom Althochdeutschen *spil*, was mit "Tanzbewegung" übersetzt werden kann. Dies ist insofern interessant, als in dieser Arbeit eine Brücke vom Spielen über die Simulation hin zur Interaktion von Tänzern mit dem Raum geschlagen wird. Nachfolgend einige Beispiele, die im Bezug auf die Interaktion für diese Arbeit Vorbild waren.

Klaus Obermaier - *Apparition*

Klaus Obermaier und Futurelab entwickelten für die *Ars Electronica* die Performance *Apparition*, was soviel wie "Erscheinung" oder "Gespenst" bedeutet. Beeindruckend war dabei nicht nur die Qualität der künstlerischen Arbeit, sondern auch die technische Umsetzung.

William Forsythe - *Improvisations Technologies*

Wie schon in der Analyse angesprochen, hat William Forsythe eine Methode entwickelt, mit gedachten, virtuellen Objekten zu interagieren. Diese Methode, die *Improvisations Technologies*<sup>55</sup> benutzt er einerseits als Gedächtnis, andererseits als Unterrichtsmittel. Bei der Produktion der *Improvisations Technologies* ging er der Frage nach, wie man denn das



Abb. 18 Apparition - Lines I. Quelle: website.

improvisiert Getanzte beschreiben könnte. Kirsten Maar<sup>56</sup> nennt es den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung, Denken, Handeln und Sprache und konstruiert so eine Nähe zu den digitalen Methoden in der Architektur, die ebenso eine Umordnung der gewohnten Praktiken bedeutet.

Diese Nähe besteht zweifellos, denn so wie eine Improvisation die nächste ergibt, und diese wieder darauf aufbaut wodurch der Tänzer mit Hilfe von Vorstellungsbildern eine Architektur des Verschwindens<sup>57</sup> konstruiert, genauso entwirft der Architekt seine Vorstellungsbilder, eines nach dem anderen, und speichert seine Interpretationen digital oder analog ab. Im Bezug auf die Interaktion verwendet Forsythe noch zwei weitere Begriffe, die er im Zusammenhang mit dem Verlust der Orientierung zur Schaffung eines neuen Zwischenraumes einführt. Diese Begriffe sind die *proprioception* (Selbstwahrnehmung) und das *entrainment* (wechselseitige Rhythmisierung), die beide bei der Technik des Kontrapunktes eingesetzt werden. Dies erzeugt einen neuen Zwischenraum (siehe suction).

Johannes Deutsch und das Futurelab - *Wagners Rheingold*

Dieses Projekt von Johannes Deutsch beweist auf einer technisch sehr subtilen Ebene, wie ein multimediales Kunstwerk aus dem Fundus technischer Methoden profitieren kann. Wenn man Wagners Werk kennt weiß man, dass es so komponiert ist, Handlung, Personen und Geschehen nur aus den sich wiederholenden Themen heraushören zu können. Auf diese Muster wurde dann ein Computer trainiert. Am Ende war dann die Visualisierung die Interpretation dieser Berechnungen, anders gesagt entstand so der digitale Film zum Werk aus der kalkulierten Musik heraus.

Anwendungen.

Die Informationen, die der Benutzer über seine Bewegungen preisgibt, sind aber nicht nur die Beschreibungen der Muster, die er selbst trifft ("Raum-Training") um bestimmte *tools* aus dem *Spacensing* Werkzeugkasten heraus zu nehmen.

Einen Schritt weiter können auch die Muster und Zuordnungen von verschiedenen Benutzern verglichen werden, um individuelle wie auch evolutionär geprägte Bewegungsabläufe zu untersuchen. Dies ist besonders wichtig, um einerseits nicht in das Fahrwasser von verallgemeinerter Gestik und Körpersprache zu kommen, und andererseits auch nicht den Eindruck zu erwecken, hier von rein individualisierten Bewegungsmustern, die es so nicht gibt, zu sprechen. Der Mensch erlernt bzw. kennt einen kulturell und genetisch bedingten "Bewegungsschatz", wie er aber auch durch seine Physiognomie und Physiologie einen unverwechselbaren, "bewegungssprachlichen Fingerabdruck" besitzt.

Die Verbindung dieser beiden Teile durch den intelligenten Raum, den diese Arbeit erzeugt, kann so auch als Projektion dessen, was Architektur ausmacht, in die Interaktion mit architektonischen Räumen durch Bewegung verstanden werden. Ein kultureller wie zeitgemäßer Architekturschatz, dem gegenüber man verpflichtet ist, versus einem subjektiven Begriff von Ästhetik, der einem jeden innewohnt.

Was ist es, das unser Gefühl für den Raum bestimmt? Nach der Erforschung der Sinne, der Feststellung, dass das, was wir wahrnehmen, viel mehr mit uns selbst als mit der (objektiven) Umwelt zu tun hat, nach *kybernetischen Soziefakten* und *virtuellen Handlungsräumen* komme ich hier nun zum "Werkzeugkasten", in dem diese Auseinandersetzung resultiert. Die Verwendung von *spacensing* spielt sich allerdings auf mehreren Ebenen ab, auf denen der Benutzer unterschiedlich eingreifen kann.

*Cybernetic adaptive fittings*

Wie schon beim *Soziefakt* beschrieben, beruht ein *kybernetisches Soziefakt* auf dem Verhältnis zwischen dem Benutzer und dem Raum. Dieses Verhältnis ist in *spacensing* durch den *workflow* repräsentiert, der, wie beschrieben, auf mehreren Ebenen, manipulative Eingriffe in dieses Verhältnis erlaubt. Wendet man nun Filter auf die so erzeugten Bewegungsdaten an, dann kommt man zu den *cybernetic adaptive fittings*.

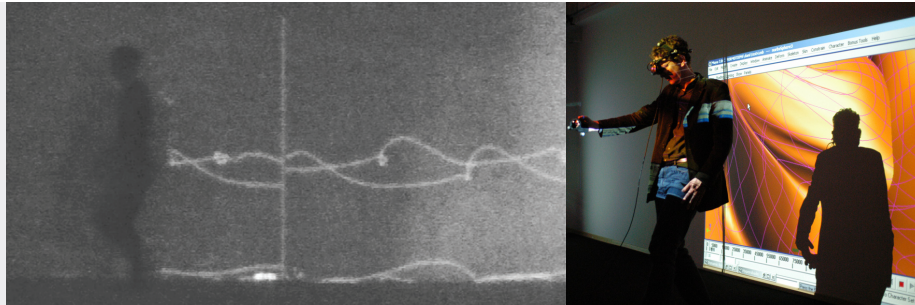
*workflow von spacensing*

	Appliances	Attainments
Framework	Maya 8.5, Realtime-plugin, Vicon IQ.	Objects, full body Skeleton, HMD
Anwendungen	Plugins und MEL Skripte (open source)	Expressions for Velocity (Beschleunigung), Acceleration (Geschwindigkeit), Position, Direction, Activity, Resistance (Widerstand), Force (Kraft), MEL: Simulating
Setups	Template file (noLab und Cube) User Setups	Modeling, Animating, Dynamics

## Design tools

### Lines

Mit dieser Anwendung kann der Benutzer verschiedenfarbige Kurven (Hand, Kopf, Fuß oder jedes beliebige andere Objekt) in den Raum zeichnen. Verwendet er ein HMD sieht er die Kurven gleich, sonst kann er nur eine Projektion davon sehen (Abb. 19). Als Grundlage der Modellierung in Maya oder jedem anderen 3D Programm können diese Kurven dann ebenfalls in dieser Anwendung in Flächen und Objekte transformiert werden. Diese Anwendung entstand aus der Frage, ob das zweidimensionale Zeichnen in der Fläche auf ein dreidimensionales Zeichnen im Raum übertragbar ist. Wie man sieht, ist aber eher das Hinterlassen



von Spuren interessant. Jedenfalls kann mit diesem Werkzeug die Genese von Formen aus Bewegungen schnell umgesetzt werden, wie dies von den *Blobmeistern*<sup>58</sup> am Anfang des organischen Architekturzeitalters gerne versucht wurde. Hier geschieht dies allerdings in Echtzeit mit direktem visuellen Output.

### Interactive Modeling

Diese Anwendung entstand im Rahmen des *Formotions-Workshop* an der TU Graz. Sie ist ein gutes Beispiel, wie der Benutzer, in diesem Fall ein Student, sein *Setup* in ein *Template* integriert und daraus eine neue Anwendung erzeugt. Das *Template* enthält die entsprechenden Modifikatoren und Felder, mit denen dann das Objekt geformt wird. Ideal ist diese Anwendung natürlich auch im Anschluss an *lines*.

### Place Objects

Auch im Rahmen des *Formotions-Workshops* entstanden, stellt dieses *Template* ein *Setup* zur Manipulation von fertigen Objekten zur Verfügung. Im Beispiel wurde dann vom Benutzer der virtuelle Raum mit Quadern gefüllt, die man nach und nach wegräumen musste, um ein neues Volumen zu schaffen.

### Materialize

Diese Anwendung kann man als eine Erweiterung von *Place Objects* sehen. Die Objekte stehen nicht mehr in einem *Setup* zu Verfügung, sondern werden durch die Bewegung dynamisch generiert. Zum besseren Verstehen der zweiten Funktion ist die Genese der Objekte nur in Form von Partikelobjekten dargestellt. In dieser zweiten Funktion werden nun

die Partikel an den Grenzen des Raumes "materialisiert". Dies geschieht mit Hilfe von *Expressions*, die dem Partikelobjekt eine gewisse Intelligenz mitgeben. Der Benutzer geht also nicht mehr direkt mit den Objekten um, sondern seine Bewegung und sein *code* stehen in Beziehung. Nicht mehr die direkte Produktion und Manipulation (von Objekten im virtuellen Raum) stehen im Vordergrund, sondern die Bewegung selbst (Genese) und der Plan (*code*) erzeugen die Struktur.

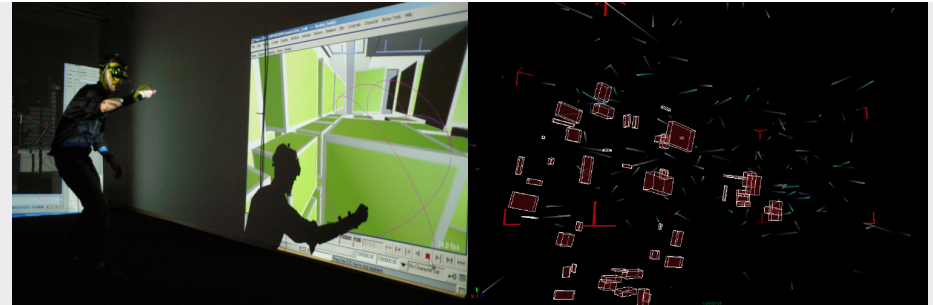


Abb. 19 (ganz links) Interaktion mit lines.

Abb. 22 Materialisierung der Raumgrenzen bei Materialize

Abb. 20, 21 (mitte links und rechts) Interaktion mit Interactive Modeling und Place Objects während des *formotions-workshops*.

## Performance

### Object Interaction

Die Frage, ob man mit virtuellen Objekten interagieren kann, ohne sie durch ein HMD (*head mounted display*) oder durch eine Projektion zu sehen, soll diese Anwendung beantworten. Aus den Analysewerkzeugen, die komplexe Bewegungen auf Bilder reduziert haben, entwickelte sich dieser Versuch, die Eindrücklichkeit von Farbwerten und Übergängen direkt in den Raum zu übersetzen. Die Definition von räumlicher Nähe über die Wahrnehmung, wie sie auch unter anderen bei Michael Argyle<sup>59</sup> verwendet wird (siehe *Analyzing*) war dafür ebenfalls ein Ausgangspunkt.

Genauso wie das Verhältnis zwischen Benutzer und Objekt, kann die Beziehung zwischen verschiedenen Objekten oder zwischen verschiedenen Benutzern mit diesem *tool* visualisiert werden. Dabei kann aber genauso etwa die Skalierung der Objekte oder die Transparenz der Benutzer ein Indikator für die Nähe sein.

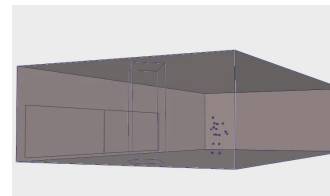


Abb. 23 Interaktion zwischen dem Benutzer und dem virtuellen Objekt.

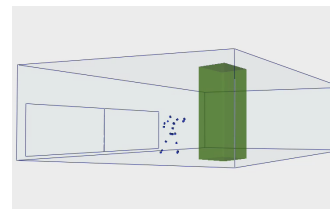


Abb. 24 Interaction zwischen Benutzern, virtuellem Objekt und dem Raum.



## Particles

Der *Particles workflow* stellt ein mit Kraftfeldern ausgestattetes Skelett zur Verfügung. Diese Felder werden dann mit verschiedenen Emittieren in der Szene verknüpft. Der Benutzer steuert so durch seine Bewegung die Feldstärke, Anziehungskraft, Lage und Position der emittierten Partikelobjekte. Er kann auch deren Lebenszeit, Geschwindigkeit und Farbe beeinflussen.

Diese Anwendung geht nun über die native Positionsverarbeitung hinaus und nimmt, wie im *workflow* von *spacensing* beschrieben, die Beschleunigung, Geschwindigkeit, Kraft und Aktivität der Bewegung des Benutzers auf, und übersetzt sie in Steuerelemente für die Ei-

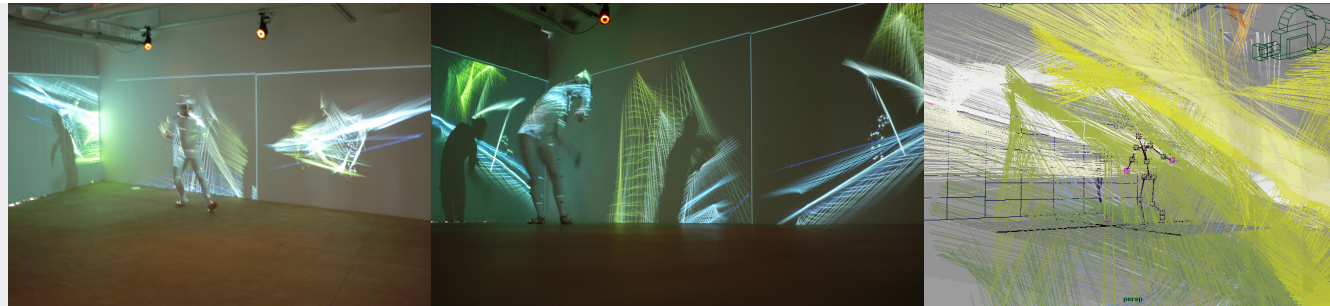


Abb. 25-29 (von links bis rechts unten)  
Interaktion mit Partikelströmen und Kraftfeldern in *Particles* und *Suction*.

genschaften der Partikelobjekte. Die Erfahrungen haben aber gezeigt, dass die Animationen, wie in den Abbildungen dargestellt, schnell unlesbar und für den Benutzer auch unkontrollierbar werden. So sollte man sich entweder auf drei Quellen (Emittier) beschränken, die von maximal zwei Körperteilen oder Gelenken beeinflusst werden. Eine Alternative ist, den Benutzer in einen Aktiven (Tänzer) und einen Passiven (Operator) zu trennen, wie es in der Folge geschehen ist.

## Suction

*Wir (nämlich jene Lebewesen, die Organismus heißen) sind Röhren, durch deren eine Öffnung die Welt hinein fließt, um durch die andere wieder hinaus zu fließen.*<sup>60</sup>

*Particle Suction* benutzt *spacensing*, um die Kraftverläufe im Körper kontrolliert zu visualisieren. Nach den Erfahrungen mit *Particles* versuchten wir, dem "aktiven" Benutzer wieder so viel wie möglich an Kontrolle zurück zu geben. So werden die Ströme, die den Extremitäten zugeordnet sind, wieder durch die Eigenschaften der Bewegung beeinflusst (und nicht nur durch deren Position), nur ist jetzt die Quelle auf den Körper bezogen. Die Farbverläufe stellen die Lebenszeit der Partikel dar (von Rot über Grün bis Blau), wodurch auch der Einfluss der Bewegungseigenschaften auf deren Verhalten sichtbar wird. Zudem eröffnet die Lage des Emittiers im Zentrum des Körpers (und nicht mehr an einer Stelle im Raum) einen neuen, egozentrischen Raum, der physische Raum rückt in den Hintergrund. Ein Zwischenraum schiebt sich zwischen den Körper und den physischen Raum, wie dies auch bei den



*Improvisations Technologies* beschrieben wird.

Ausgangspunkt für diese Anwendung waren die Überlegungen von Ananyev, der den verschiedenen Körperzentren (Denken, Fühlen, Handeln) verschiedene Körperteile zuordnet, die die Bewegung leiten und in einen Dialog treten.

## Simulation

Wie im Artikel über *Simulation* schon beschrieben, gibt es verschiedene Strategien, um dynamische Prozesse zu analysieren. Durch Parametrisierung und Modellbildung gelangt man zu erweiterten Erkenntnissen über das Verhalten realer Systeme. Im Bereich der Architektur gibt es verschiedene Anwendungsgebiete, von Gebäudesimulationen, Licht-, Struktur-, oder Energiesimulationen bis zu Strömungssimulationen und Rauminteraktionssimulation. Exemplarisch habe ich die beiden Letzteren ausgewählt, um sie für *Spacensing* zu adaptieren bzw. ein Simulationswerkzeug zur Verfügung zu stellen.

### Bewegungssimulation

Um Rauminteraktion zu simulieren bzw. neue Erkenntnisse über reale Bewegungen zu bekommen, gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, aus dem medizinischen<sup>61</sup>, soziologischen<sup>62</sup>, kybernetischen, mechanischen aber auch aus dem künstlerischen Bereich. Alleine alle Methoden zur wissenschaftlichen Untersuchung von Bewegung aufzuzählen und zu beschreiben, würde diese Arbeit sprengen. Im Analyseteil von *Spacensing* sind aber einige für die Erstellung handlicher Werkzeuge interessante Methoden und Ansätze beschrieben.

Um nun mit *Spacensing* Bewegung auch simulieren zu können, werden die Bewegungen in herkömmlicher Art über Gelenktransformationen und Rotationen eines angenäherten Skeletts parametrisiert. Anschließend wird mittels neuronaler Mustererkennung (Modell) das System trainiert, um bei genügend großem Input selbstständig Bewegungen zu identifizieren und zu simulieren. Ein anderes Modell wären die *principal components* oder die zellulären Automaten. Zweiteres, also die Beschreibung von komplexen Bewegungen mittels

einfachster, regelhafter Ausrücke, wurde ebenfalls in dieser Arbeit versucht.

### Fluid Flow

Die Idee für diese Anwendung ist ein virtueller Windkanal. Objekte oder der Körper können in Echtzeit strömungstechnisch untersucht werden. Somit ist es nicht mehr notwendig, zur Strömungssimulation die 3D Modelle am Bildschirm zu manipulieren, sondern man kann sie (die Objekte) oder sich (mit seinen Körper) direkt in den Wind stellen. Dieser intuitive Umgang macht es sicher auch einfacher, strömungstechnische Vorgänge besser zu verstehen. Darüber hinaus hat diese Anwendung aber eine weitere Qualität, nämlich die der imaginären Wand mit einer atmosphärischen Erlebnisqualität.

### Präsentation

Diese Anwendung wird Teil der Diplomprüfung sein und ist deswegen hier noch nicht dokumentiert.

### Visualisierung

In der Überlagerung zwischen virtuellen und realen Bildern liegt eine besondere Qualität, die Vorstellung anzuregen. Dies lässt sich zwar in Bildern gut transportieren, allerdings fehlt es am räumlichen Eindruck. Durch ein besonderes Setup und ein dreidimensionales Modell des entsprechenden Raumes können solche Überlagerungen nun sehr einfach hergestellt werden bzw. in Echtzeit (HMD) betrachtet werden. Diese Anwendung ist in den meisten anderen Anwendungen enthalten.

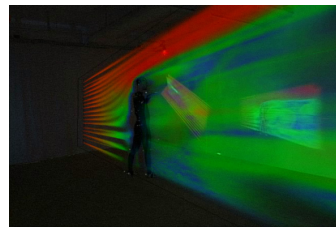
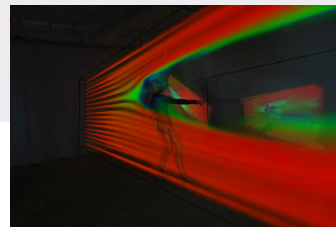
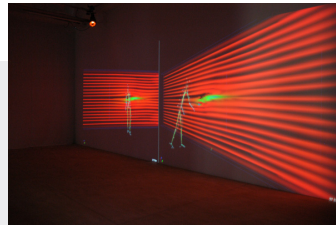
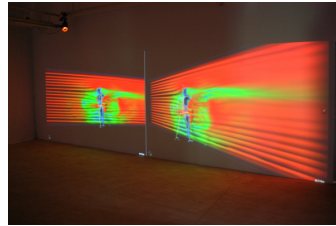


Abb. 30-33 (von oben) Fluid Flow Interaktion. Bilder aus der Anwendung bzw. aus dem Film.

Abb 34. (unten) Ein Bild aus Visualize.

### Haltung.

*Wenn man alles erklären kann, was bleibt dann noch woran man glaubt?*

Wir leben heute in einer Zeit, in der Universalien unpopulär geworden sind. Nicht nur unpopulär, sondern unmöglich. Vielleicht hat die Digitalisierung unser Wissen so ansteigen lassen, dass es von einem Einzelnen nicht mehr überblickt werden kann. Vielleicht hat aber auch die Digitalisierung nur dazu geführt, dass unser Wissen weniger geworden ist? Sie hat jedenfalls dazu geführt, dass Informationen vergleichbar geworden sind, was früher analog war, ist heute digital, und der Verlust, der dadurch erlitten wurde, hat kaum jemanden gekümmert. Otl Aicher beklagt den Verlust des Analogenen, am Beispiel seiner Uhr. Während ihm die digitalen Ziffern einen exakten Zeitpunkt anzeigen, bestimmen die analogen Zeiger einen Zeitraum, ein Verhältnis, das seine Bewegung durch die Zeitlandschaft kennzeichnet.<sup>63</sup>

Wie auch Nikola Tesla neben vielen anderen richtig erkannt hat, haben analoge Daten einen entscheidenden Vorteil gegenüber den digitalen. Sie haben eine Ausdehnung. Man könnte dies mit der Theorie über analoge und digitale Signale vergleichen (analoge Signale haben eine Amplitude, digitale zwei Zustände), aber letztlich bleibt eine grundlegende Aussage. Digitalisierung bedeutet Informationsverlust mit dem Vorteil der Vergleichbarkeit.

Nun könnte man gemäß der heutigen wissenschaftlichen Forschung konstatieren, dass der Mensch, ein neuronales Netzwerk aus Synapsen und Nervenbahnen, zutiefst digital ist. Das Neuron feuert oder feuert nicht, das Aktionspotential wird entlang der Axone weitergeleitet und die Synapsen entscheiden, ob es stark genug ist, um die nächste Nervenzelle zu erreichen oder (leider) nicht. Feuern oder nicht. Ein oder aus. Aber was ist mit dem Aktionspotential? Ist es groß genug, dann schafft es der Impuls und wenn nicht, dann geht das Signal verloren. Was bleibt ist ein Potential, eine Amplitude, eine Ausdehnung. Am Beispiel der *nicht trivialen Maschinen* wird gezeigt, dass die Trennung zwischen Analog und Digital längst nicht mehr aufrecht zu erhalten ist, ja dass die Digitalisierung uns nur einen Schritt weiter bringt, wenn es darum geht, die Welt oder uns selbst zu verstehen, ja eigentlich das Verstehen zu verstehen.

Wie kommt man nun von der Ausdehnung und dem Aktionspotential zur Architektur? Architekten haben es heute schwer. Universalisten werden nicht mehr gebraucht, denn wenn uns das digitale Zeitalter eines gelehrt hat, dann das: Es braucht den Spezialisten. Und da sie den Menschen nicht ganz aus ihrem Blickfeld verlieren wollen, schließlich ist es ja immer noch er, dessen Umwelt gestaltet werden will, wird es immer notwendiger, keine Entscheidung treffen zu können. Analog oder Digital, diese Frage stellt sich nicht. Man nimmt, was man gerade braucht, und die Tatsache, dass analoges Handeln nicht mit digitalen Werten gemessen werden kann, wird tunlichst ignoriert. Schließlich ist der Mensch keine Maschine, aber hat die Maschine vielleicht menschliche Züge? Verleiht die Unberechenbarkeit einer *black box*<sup>64</sup> der Maschine eine Seele? Oder kann man jedes menschliche Handeln durch ein neuronales Netz vorhersagen und werden wir so zu berechenbaren, wandelnden Automaten?

Ich glaube, dass Architekten, wie banal das auch immer klingen mag, eines verstanden haben. Die Umwelt, also die Welt um uns herum, die sie zu gestalten suchen, nimmt keine Rücksicht, ob Eingriffe analoger oder digitaler Natur sind. Dem Menschen, der die Umwelt erst durch seine Anwesenheit generiert<sup>65</sup>, steht ein Sensorium zur Verfügung, das, nach heutigem Stand der Technik, mit digitalen Signalen einen analogen Erfahrungsapparat aufbaut und speist.

Vilém Flusser beschreibt in seinem Aufsatz über Räume<sup>66</sup> den Raumgestalter als einen Menschen, der bislang zwei, vielleicht dreidimensional gedacht und gearbeitet hat. Seine wesentlichste Aufgabe war die Trennung zwischen privatem und öffentlichem Raum. Allerdings haben wir es heute mit drei Räumen zu tun, dem Lebensraum, dem virtuellen Raum und dem Weltraum<sup>67</sup>, die noch dazu ineinander greifen, wie etwa das Verständnis des Weltraums, dessen Erforschung und wissenschaftliche Untersuchung drastische Folgen mit sich gebracht haben:

*Wir können zwar sagen, dass bei uns zu Hause die Zeit durch den Raum weht oder der Raum mit der Zeit schwimmt, aber dieses "Zuhause" muss leider als eine Krümmung im Weltraum angesehen werden, sonst ist es nicht mehr verständlich.*<sup>66</sup>

Der Lebensraum erweitert sich so nicht nur in den Weltraum oder den virtuellen Raum, sondern er bildet eine "Sonderform" der beiden anderen Räume aus. Noch ist die Überlagerung dieser Räume unvorstellbar, da, Quantenphysik hin oder her, auch die Vorstellung der Welt als in uns enthalten, noch eine schwer denkbare ist. So ist, wie von Flusser oft propagiert, die Trennung zwischen öffentlichem und privatem Raum nicht mehr aufrecht zu erhalten. Über die neuen Medien (mit dem Telefon beginnend) dringt das Öffentliche mehr und mehr an den Benutzer, lässt sich aus dem Privaten nicht mehr durch Mauern oder Tore aussperren, was darin resultiert, dass die Raumgestalter diese Kanäle ebenfalls in ihre Überlegungen mit einbeziehen müssen. Man könnte sagen, dass Netzwerke, Informationen, Kabel und Computer als Baustoffe für die gestalterischen Aufgaben im Lebensraum gesehen werden müssen. Allerdings wird es nicht Aufgabe der Architekten sein, selber Hand an Kabel und Netzwerke zu legen (wie er auch "selber" keine Häuser baut) sondern die Räume für neue Aktivitäten, zu erdenken.

*Eher hat Raum eine Haut zu sein, die Informationen aufnimmt, sie speichert, verarbeitet um sie weiter zu geben. [...] Daher kann damit gerechnet werden, dass der künftige Mensch nicht mehr in Kisten wohnen, arbeiten und sich die Zeit vertreiben wird, ob diese Kisten nun einzeln gesetzt sind wie Eier, aufeinander geschichtet wie Bienenwaben, oder aneinander geklebt wie Ketten.*<sup>66</sup>

Diese Arbeit beschreibt kein Bauwerk und kein Gebäude sondern einen Prozess, der hiermit festgehalten aber natürlich nicht abgeschlossen ist. Sie beschreibt in jedem Fall Architektur, denn Architektur ist, was übrig bleibt, wenn man das Bauwerk, ein Gebäude oder den Prozess destilliert. "Architektur ist überall" titelte einst eine Zeitschrift am Ausklang der *Grazer Schule* und es stimmt. Wenn man danach sucht, dann findet man sie überall. In jedem Raum, zu jeder Zeit und in jedem Medium.

## Ergebnisse und Erfahrungen.

**Dem Raum einen Sinn (Seele) geben.** Zwischen dem Gebäudebetriebssystem (Raumcomputer, Gebäudetechnik und das BIM) und der künstlerischen Intervention (wie die Arbeiten von Paul Kaiser und Klaus Obermaier) hat die architektonische Interpretation des Raumsinns ein Raumkommunikationssystem geschaffen, das eine differenzierte Wahrnehmung der Umwelt, unserer Sinne und der virtuellen Repräsentationen von Raum und Körper erfahrbar macht.

Die Frage nach der Erweiterung des Raumempfindens und neuer Einblicke in das Raumverständnis durch die digitalen Methoden wurde, wie man in den Anwendungen leicht erkennt, eindeutig positiv beantwortet. Sowohl der Architekt, der *spacensing* als kreatives Arbeitsinstrument einsetzt, als auch der normale Benutzer, der damit seine Raumerfahrung erweitert und der Tänzer, für den es zum Ausdrucksmittel wird, profitieren davon. Bewiesen wurde auch, dass die Bewegung als Grundlage der Rauminteraktion die erwarteten neuen Qualitäten für die physische, vor allem aber auch die augmentierte Raumwahrnehmung hat. Als *operating system for hybrid environments* hat *spacensing* die Erwartungen mehr als erfüllt.

Die Frage nach den raumsoziologischen Bedingungen, die in einem solchen *hybrid environment* herrschen, wie etwa die Frage, ob *Spacing* und *Syntheseleistung* auch virtuelle Realitäten konstituieren, führte zu neuen Definitionen, wie etwa das *kybernetische Soziofakt*, lässt sich aber nicht ohne einem weiteren, andauernden Einsatz von *spacensing* in der Forschung und Lehre, beantworten. Der Rahmen wurde geschaffen, was fehlt sind die Erfahrungen kommender Benutzer.

Ein Konzept für ein Raumkognitionssystem, das es dem Benutzer erlaubt, auch den Prozess des Trainings und des Erkennens mit zu erleben und zu gestalten, wurden ebenfalls entwickelt. Die Forderung nach einem intelligenten Raum, der den Benutzer individuell erkennt und mit dem der Benutzer individuell interagieren kann, wird hier als System vorgestellt. Unabhängig von der Anzahl der Benutzer, kann über deren Bewegung ein Raumbild generiert werden, das allerdings, mit zunehmender Anzahl der Benutzer (auf Basis der neuronalen Lernalgorithmen) präziser wird. Es wird dadurch also nicht nur wie bisher eine quantitative Beurteilung von Räumen möglich, sondern eine qualitative Aussage, mit Hilfe des Verhaltens, getroffen. Durch die Beurteilung der Bewegung des Benutzers können dann also auch emotionale Zustände in die Bewertung mit einfließen. Der alltägliche Einsatz dieser Methode in der Praxis wird dies zeigen.

Schließlich wird der Raum zum Medium und das, was zwischen ihm und seinen Benutzern passiert, sichtbar. Der Mensch und seine Beziehungen werden durch die Architektur erlebbar und abgebildet. Die Vorstellung des *Cyberspace* als technoiden Raum entkörperter Metawesen wird so von einem atmosphärischen Zwischenraum, den sinnlich-erfahrbar, interaktive Objekte bevölkern, abgelöst.

Nach den ersten Erfahrungen mit Studenten, die das System für architektonische Entwurfsaufgaben nutzten, ergaben sich einige interessante Beobachtungen, die für die weitere Nutzung des Systems wichtig sind:

1. Der Umgang mit einfachen Werkzeugen, wie das Zupfen und Ziehen an Volumen, das Zeichnen von dreidimensionalen Linien oder das Erzeugen von Partikeln im Raum war für die Benutzer wesentlich interessanter, als das Entwickeln oder Benutzen von komplexen Szenarien.
2. Die Bewegungen, mit denen die Studenten interagierten, waren sehr langsam und hatten meist einen sehr eindeutigen Ablauf. Im Gegensatz zu Tänzern, die es gewohnt sind, ihre Emotionen in Bewegungen zu übersetzen, agierten die Studenten nur mit einer sehr reduzierten Körpersprache, die in einer wesentlichen Reduktion ihrer Ausdrucksmöglichkeiten resultierte.
3. Durch den Verlust aller Sinne bis auf den Gesichtssinn (das Sehen)<sup>68</sup> registrierten wir eine anfängliche Beeinträchtigung. In der Folge entwickelte sich dies aber zu einer Qualität des *Setups*, da es den Studenten so leichter fiel, sich auf die Entwurfsaufgabe und ihr "Werkzeug" zu konzentrieren.
4. Ein entscheidender Unterschied, der bis jetzt noch nicht getroffen wurde, besteht in der gestischen- und in der Bewegungseingabe.
5. Ebenso wurde noch nicht auf die Möglichkeiten einer grenzenlosen oder unskalierten virtuellen Umgebung eingegangen. Bisher entsprach die virtuelle Repräsentation in Form, Dimension und Ausdehnung genau der des physischen Raumes.
6. Genau diese Beschränkungen waren aber für eine Sensibilisierung des gewohnten Umfeldes, in dem die Studenten sonst auch arbeiten, wichtig. So konnten sie leichter die Präsenz eines virtuellen Gegenstückes, das sie nur durch ihre files betreten konnten, akzeptieren und damit arbeiten. Anders, als bei vorangegangenen *workshops*, die auch mit virtuellen Umgebungen spielten<sup>69</sup>, gelang es hier in eindrucksvoller Weise, die virtuelle Realität und den physischen Raum durch die Bearbeitung verschmelzen zu lassen. Die Grenzen zwischen diesen beiden "Welten" bzw. der Eintritt in die künstliche Umgebung wurde aufgelöst.

Der nächsten Schritt, die Arbeit mit einem Tänzer, brachte noch einige weitere Erkenntnisse.

1. Die Projektion auf die Breite einer Wand ist völlig ausreichend um die Immersion zu erzeugen. Projektionen auf zwei Wände sind natürlich besser, Vorrang sollte aber eine Projektion auf den Körper haben. Dies wurde durch einen neuen Anzug und die entsprechenden, weiteren Anwendungen bereits realisiert.
2. Die Annahme, Tänzer würden wesentlich kreativer mit dem System interagieren, hat sich bestätigt. Dabei entstehen Anwendungen, die für Nicht-Tänzer aber umso besser zu gebrauchen sind.
3. Eine Trennung des Benutzers in einen aktiven Tänzer und einen Operator steigerte die Performance wesentlich. Die Anwendungen können dadurch wesentlich umfangreicher sein und deren Entwicklung ist vom Tänzer unabhängig, was zu besseren Ergebnissen führt.

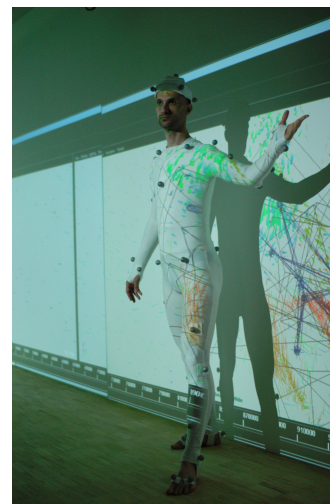
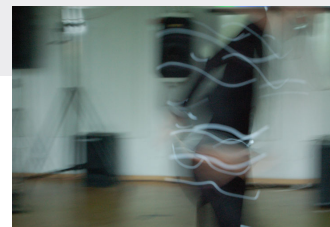
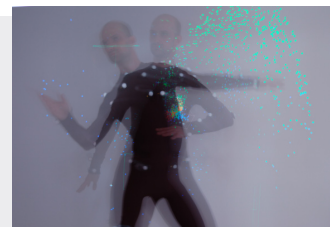


Abb. 35-38 Bilder aus der Arbeit mit *Spacensing*.

4. Um diese Trennung aber wieder aufzuheben, müsste ein Spracheingabemodul entwickelt werden.
5. Relativ unerwartet konnte die Eingabe tatsächlich auf Bewegungen reduziert werden. Es wurden keine Gesten entwickelt.
6. Anzug, Marker und Markerset wurden angepasst, eine Dokumentation folgt.
7. Die Grenzen des Tracking Systems, die nicht mit den Raumgrenzen identisch sind, bereiteten noch erhebliche Probleme. Eine Erweiterung des Systems, die testweise für ein paar Wochen vorgenommen wird, sollte Abhilfe schaffen.

Am Ende steht die Erkenntnis, dass es immer noch eine Perspektive für die Zukunft gibt, immer noch einen Ast, den man noch nicht erklommen hat und sollte uns, was ich nicht glaube, der Raum einmal nicht mehr genügen, dann können wir davon ausgehen,

*..dass der Mensch nicht mehr den Raum, sondern die Zeit (...) bevölkert.*<sup>70</sup>

## Fußnoten, Referenzen und Abbildungen.

- 1: Definitionsgemäß ist man so lange ein Dilettant, solange man mit dieser Tätigkeit nicht seinen Lebensunterhalt verdient oder zumindest entsprechend anerkannt ausgebildet wurde. Erfüllt man aber eine dieser beiden Kriterien, ist man professionell, was ein Paradoxon im Begriff des professionellen Dilettanten erzeugt. Dieses Paradoxon ist aber auch in der Berufsethik, den Bedingungen zur Berufsausübung, Gewerbeordnungen und der heterogenen Ausbildung zu finden, was diese Umschreibung wieder rechtfertigen könnte.
- 2: „Augmentierte“ bzw. „computertechnisch erweiterte“ Räumen können als hybride Umgebungen aus physischen, virtuellen und medialen Inhalten verstanden werden.
- 3: Gernot Böhme: *Architektur und Atmosphäre*. Fink, München, 2006, ISBN 978-3-7705-4343-4
- 4: Christof L. Diedrichs: *Wahrnehmung des mittelalterlichen Kirchenraumes* in: Christina Lechtermann, Carsten Morsch: *Kunst als Bewegung* Kinästhetische Wahrnehmung und Probehandeln in virtuellen Welten, Frankfurt am Main, Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2004 (Publikationen zur Zeitschrift für Germanistik NF Bd. 8), ISBN 978-3-03910-418-5
- 5: Martina Löw: *Raumsoziologie*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 2001. ISBN 3518291068
- 6: Hirschberg, Urs; Allen Sayegh; Martin Frühwirth and Stefan Zedlacher (2006) *3D Motion Tracking in Architecture - Turning Movement into Form - Emerging Uses of a New Technology, Communicating Space(s)* [24th eCAADe Conference Proceedings / ISBN 0-9541183-5-9] Volos (Greece) 6-9 September 2006, pp. 114-121 [http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?2006\\_114](http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?2006_114)
- 7: N. Katherine Hayles: *My Mother Was a Computer*. Chicago Press, 2005, ISBN 0226321487
- 8: Da der Gesichtssinn (visuelle Wahrnehmung) und der Gehörsinn (die Sinne mit der größten Aufnahmekapazität sind (diese beiden Sinne werden auch als Fernsinne bezeichnet), werden sie vorrangig angesprochen.
- 9: Heinz v. Foerster: *2 x 2 ist Grün*. Label: Suppose, 1999, ISBN 3-932513-08-8
- 10: Michael Anderson: 1984. Columbia Pictures Corporation, 1956. Based on George Orwells "1984"
- 11: Vilém Flusser: *Räume*. in Jörg Dünne und Stephan Günzel (Hrsg.): *Raumtheorie*. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 2006, p. 283, ISBN 3 518 29400 8
- 12: Alexander Gosztonyi: *Der Raum*. Karl Alber Verlag, Freiburg/München, 1976. ISBN 3495472029
- 13: Udo Thiedecke (Hrsg.): *Soziologie des Cyberspace - Medien, Strukturen und Semantiken*. VS Verlag, Wiesbaden, 2004. ISBN 3531140728 p. 16
- 14: Martina Löw: *Raumsoziologie*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 2001. ISBN 3518291068
- 15: Mike Featherstone und Roger Burrows: *Cyberspace/Cyberbodies/Cyberpunk - Cultures of Technological Embodiement*. Sage Publications Ltd., London, 1995. ISBN 0761950842
- 16: William Gibson: *Die Neuromancer Trilogie*. Teil 1, Neuromancer, Hyne Verlag, München, 2003; S 87.
- 17: Am Rande der Digital Life Design Konferenz in München, 2007, erklärte Caterina Flake, die Mitbegründerin von Flickr und nunmehrige Entwicklungsleiterin bei Google, „Wir erleben die Abenddämmerung des Web.“ Allerdings, und dies sollte nicht unerwähnt bleiben, zugunsten einer Zerstückelung des Angebotes in kleine, vorgekaute Bissen, die so in Desktop-, Pocket- und Smartphoneanwendungen integriert werden.
- 18: Jonathan Steuer: *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*, Journal of Communication 42(4), 73-93. <http://citeseer.ist.psu.edu/steuer92defining.html>.
- 19: Udo Thiedecke (Hrsg.): *Soziologie des Cyberspace - Medien, Strukturen und Semantiken*. VS Verlag, Wiesbaden, 2004. ISBN 3531140728 p. 129.
- 20: ebenda, p. 141.
- 21: ebenda p. 141.
- 22: ebenda, p. 133.
- 23: Träume sind eigentlich ein gutes Beispiel. Ihre Existenz ist auch ein Grund für die Definition eines "Realitätsbegriffes" da ja, wenn es nur eine Realität gebe, wir nicht über andere Realitäten nachdenken würden und demzufolge diese auch nicht in einen Begriff fassen müssten. Sie wäre, was sie ist. Wie real ist ein Traum? Was heißem soll, wenn ein Traum unser Denken und Handeln beeinflusst, wird er dann "realisiert"?
- 24: In der Optik beschreibt virtuell die im Spiegel reflektierten Bilder. Der Spiegel zeigt aber eben kein fiktives Bild, sondern ein (mögliches) Bild des Betrachters aus einem (von vielen) anderen Blickwinkel.
- 25: Vilém Flusser: *Räume*. in Jörg Dünne und Stephan Günzel (Hrsg.): *Raumtheorie*. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 2006, ISBN 3 518 29400 8
- 26: Sybille Krämer (Hrsg.): *Medien Computer Realität*. Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1998, ISBN 3-518-28979-9
- 27: Elena Esposito: *Fiktion und Virtualität* in: Sybille Krämer (Hrsg.): *Medien Computer Realität*. Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1998, ISBN 3-518-28979-9
- 28: ebenda, p. 286
- 29: ebenda, p. 291
- 30: *Matrix Trilogie* von Andy und Larry Wachowski, Groucho II Film Partnership, 1999. trailer
- 31: Christina Lechtermann, Carsten Morsch: *Kunst als Bewegung* Kinästhetische Wahrnehmung und Probehandeln in virtuellen Welten, Frankfurt am Main, Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, 2004 (Publikationen zur Zeitschrift für Germanistik NF Bd. 8), ISBN 978-3-03910-418-5
- 32: Sybille Krämer: *Performativität und Verkörperung*. Über zwei Leitideen für eine Reflexion der Medien. in: Claus Pias (Hrsg.): *Medien - 3, Neue Vorträge zur Medienkultur*. VDG, Weimar, 2002, ISBN 3897391015.
- 33: Michael Argyle: *The Syntaxes of Bodily Communication in The Body as a Medium of Expression* 145 (Jonathan Benthall & Ted Polhemus eds., 1975)
- 34: Michael Argyle: *Körpersprache und Kommunikation*. Verlag Jungfermann, Paderborn, 1979, ISBN 3873871718.
- 35: Erhard Thiel: *Die Körpersprache verrät mehr als tausend Worte*. Ariston Verlag, Genf, 1989, ISBN 3720513475.
- 36: Eden Davies: *Beyond Dance: Laban's Legacy of Movement Analysis*. Brechin Books, London, 2001. ISBN 095402840
- 37: William Forsythe: *Improvisation, Technologies. A Tool for the Analytical Dance Eye*. CD-ROM. 2003. ASIN 3775708502
- 38: Bella Merlin: *Beyond Stanislavsky: A Psycho-Physical Approach to Actor Training*. Theatre Arts Book, London, 2001. ISBN 0878301429
- 39: Harriet Pashley, Yanxi Liu, James Hays: *2D Motion Texture*. 2007, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, tech. report CMU-RI-TR-07-09, Robotics Institute, Carnegie Mellon University.
- 40: Stanislaw Lem: *summa technologiae*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1981 (Krakow, 1964).
- 41: Heinz von Foerster: *Wissen und Gewissen*. Frankfurt/Main, Suhrkamp Taschenbuch, 1993, S. 175.
- 42: Johan Huizinga: *Homo ludens*. Vom Ursprung der Kultur im Spiel. Reinbek: Rowohlt. ISBN 3-499-55435-6, p. 37, 1938/19XX
- 43: Nike Bätzner (Hrsg.): *Faites vos jeux! Kunst und Spiel seit Dada*. Hatje Cantz, Ostfildern-Ruit, 2005, ISBN 3-7757-1621-1
- 44: Florian Dombois: *Kunst als Forschung*. Über den Versuch, sich selbst eine Anleitung zu entwerfen. Hochschule der Künste, Bern, 2005.
- 45: Peter Matussek: *Bewegte und bewegende Bilder*. Animationstechniken im historischen Vergleich. in: Christina Lechtermann, Carsten Morsch: *Kunst als Bewegung*. Kinästhetische Wahrnehmung und Probehandeln in virtuellen Welten, Frankfurt am Main, Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, 2004 (Publikationen zur Zeitschrift für Germanistik NF Bd. 8), ISBN 978-3-03910-418-5. Die Bilder zum Text finden sich auf Peter Matussek homepage
- 46: Quelle: *Illusionen*. Von Wahrnehmung und optischer Täuschung. CD-ROM, Navigo 1997.
- 47: vergl. Henri Bergson: *Materie und Gedächtnis*. Eine Abhandlung über die Beziehung zwischen Körper und Geist, Hamburg, 1991. Englische Ausgabe: *Matter and memory*, Zone books, 1991, ISBN 0942299051
- 48: Für einzelne Bilder, die nicht in entsprechender Geschwindigkeit hintereinander gezeigt werden, verwendet man den Begriff Visualisierung, Darstellung oder Bild.
- 49: Bei der Vektoranimation sind es zwar auch Pixelbilder, die aber einen Cartoonstil haben, wie etwa bei verschiedenen Cartoon Renderern.
- 50: Begriffsdefinition bei wikipedia. (24.7.2007)

- 51: Guy Debord: *Theory of the dérive*. International Situationiste #2, 1958.
- 52: Heinz v. Förster: *Wissen und Gewissen*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 1993, p. 274.
- 53: John Shirley: Im Vorwort zu *Cyberspace* v. William Gibson, Heyne Verlag, München, 2002 (orig.1986), S. 15.
- 54: Heinz v. Foerster: *2 x 2 ist Grün*. Label: Suppose, 1999, ISBN 3-932513-08-8
- 55: William Forsythe: *Improvisation, Technologies. A Tool for the Analytical Dance Eye*. CD-ROM. 2003. ASIN 3775708502
- 56: Kirsten Maar: *Korrespondenzen zwischen Tanz und Architektur* in: Annette Geiger, Stefanie Hennecke, Christin Krempf (Hrsg.): *Imaginäre Architekturen*. Reimer Verlag Berlin, 2006. ISBN 3496013451
- 57: Dana Caspersen: *Der Körper denkt. Form, Sehen, Disziplin und Tanzen*. In Gerald Siegmund (Hrsg.): William Forsythe. *Denken in Bewegung*. Henschel Verlag, Berlin, 2004, p. 1107-116 ISBN 3894874724
- 58: Peter Cachola Schmal : *Blobmeister - First Built Projects*. Birkenhäuser, 2001, ISBN 3764365722
- 59: Michael Argyle: *Körpersprache und Kommunikation*. Verlag Jungfermann, Paderborn, 1979, ISBN 3873871718.
- 60: Vilém Flusser: *Räume*. in Jörg Dünne und Stephan Günzel (Hrsg.): *Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 2006, ISBN 3518294008
- 61: Helen Hayes Markeset for lower body investigations.
- 62: Bill Hillier: *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge University Press., 1999, ISBN 0-521-64528-X.
- 63: otl aicher: *analog und digital*. ernst und sohn, berlin, 1992, ISBN 3433021767
- 64: vgl. Bernhard Hafner: *Architektur und sozialer Raum*. Löcker Verlag, Wien, 2002. p. 153 ff. ISBN 3854093616
- 65: Denn vorher ist sie ja nur Welt, es braucht etwas oder jemanden, der die Welt als um sich herum begreift
- 66: Vilém Flusser: *Räume*. In Jörg Dünne und Stephan Günzel (Hrsg.): *Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 2006, ISBN 3 518 29400 8
- 67: Im Sinne eines neuen Verständnisses von Zeit und Raum, beginnend mit der Relativitätstheorie.
- 68: Die virtuelle Umgebung wurde durch ein sogenanntes "HMD" (head mounted display) erzeugt.
- 69: Dollhouse workshop mit Maia Engeli 2005.
- 70: Paul Virilio: *Der kritische Raum*, 1983 in *Tumult*, 7/83, S.16

#### Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen stammen vom Autor, mit Ausnahme folgender:

- Abb. 5: Heinz v. Förster: *Wissen und Gewissen*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 1993.
- Abb. 11: *Labanotation*, Immanuel Giel, online bei wikipedia (23.5.2007).
- Abb. 12: Michael Argyle: *Körpersprache und Kommunikation*. Verlag Jungfermann, Paderborn, 1979, ISBN 3873871718.
- Abb. 16: *Muybridge Sammlung*, online bei der University of Pennsylvania (13.4.2007).
- Abb. 17: *TX Transform* online bei Martin Reinhart (3.8.2006).
- Abb. 18: *Apparition*. online bei Klaus Obermaier (15.2. 2007).

"Dies ist die Geschichte zweier Welten und der Wesen, die in ihnen Leben. Eine dieser Welten ist die uns vertraute, die wir sehen und fühlen können. Es ist die Welt der "User". Die Welt all derer, die Computer benutzen. Auf dieser Seite des Videoschirms. Die andere Welt ist ein elektronischer Mikrokosmos, der unmittelbar neben uns atmet und lebt. Dies ist die Welt der Programme. Da wir, die "User" diese Welt geschaffen haben, leben wir zum Teil auch in ihr. Auf der andere Seite des Videoschirms ...."

*Tron, 1982*