



# | MASS CUSTOMIZATION |

BASIEREND AUF WIRTSCHAFTLICHEN MODELLEN UND DIE PARALLELITÄT ZUR  
KUNST ALS UNIKUM

JAN KOKOL







## Angaben zur Studierenden | zum Studierenden

*Matrikelnummer | 9730429*

*Zuname | Kokol*

*Vorname(n) | Jan*

*Studienkennzahl | F 086 600*

## Eidesstattliche Erklärung

*Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.*

*Graz, 06.03.2012*

*DI Jan Kokol*





*Diese Dissertation ist meiner Großmutter Matijaca Bosiljka gewidmet.  
Jan Kokol*

# INHALTSVERZEICHNIS

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>1  </b> | <b>EINLEITUNG .....</b>                                  | <b>12</b>  |
|            | 1.1   VISION .....                                       | 20         |
|            | 1.2   FRAGESTELLUNG.....                                 | 30         |
|            | 1.3   KONZEPTION DER ARBEIT.....                         | 32         |
| <b>2  </b> | <b>TECHNOLOGIE.....</b>                                  | <b>34</b>  |
|            | 2.1   ZUKUNFTSSZENARIEN .....                            | 40         |
|            | 2.2   KÜNSTLICHE INTELLIGENZ .....                       | 48         |
|            | 2.3   ARCHITEKTURTRENDS   INTERVIEW   HARALD KLOFT ..... | 50         |
|            | 2.4   NANOREVOLUTION .....                               | 58         |
|            | 2.4.1   NANOTECHNOLOGIE.....                             | 62         |
|            | 2.4.2   NANOMATERIALIEN.....                             | 66         |
|            | 2.5   SMART- MATERIALIEN .....                           | 76         |
|            | 2.6   HIGHTECH UND LOWTECH .....                         | 78         |
| <b>3  </b> | <b>MASS PRODUCTION .....</b>                             | <b>86</b>  |
|            | 3.1   INDUSTRIELLE REVOLUTION.....                       | 90         |
|            | 3.2   AUTOMATISIERUNG NACH HENRY FORD.....               | 92         |
|            | 3.3   WICHTIGES MODUL .....                              | 98         |
|            | 3.4   CHARLES UND RAY EAMES .....                        | 102        |
| <b>4  </b> | <b>MASS CUSTOMIZATION .....</b>                          | <b>106</b> |
|            | 4.1   HERKUNFT UND WIRTSCHAFT.....                       | 112        |
|            | 4.1.1   STAN DAVIS SPRICHT .....                         | 114        |
|            | 4.1.2   FRANK PILLER UND DIE MASS CUSTOMIZATION.....     | 120        |
|            | 4.2   ZEIT, RAUM UND MATERIE ALS VARIABLE.....           | 126        |
|            | 4.2.1   DIE URGENZ DER VARIABLE ZEIT .....               | 128        |
|            | 4.2.2   DIE PERSPEKTIVE DER VARIABLE RAUM .....          | 134        |
|            | 4.2.3   DAS GEWICHT DER VARIABLE MATERIE .....           | 142        |
|            | 4.3   INNOVATIVE METHODIK.....                           | 146        |
|            | 4.3.1   BIOTECHNOLOGIE UND MASS CUSTOMIZATION.....       | 148        |
|            | 4.3.2   MARKTFORSCHUNG .....                             | 150        |

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| <b>5  </b>  | <b>MASS CUSTOMIZATION UND ARCHITEKTUR.....</b>                        | <b>152</b> |
|             | 5.1   ARCHITEKTUR KONZEPTE   MOBILE ARCHITEKTUR .....                 | 156        |
|             | 5.2   FORM- GRAMMATIK .....   | 164        |
|             | 5.3   ANALOGE ARCHITEKTUR   INTERVIEW   KARL UNGLAUB.....             | 166        |
|             | 5.4   MASSENPRODUZIERTE HÄUSER IN JAPAN .....                         | 178        |
|             | 5.5   RECYCLING MASSENPRODUZIERTER HÄUSER .....                       | 182        |
|             | 5.6   KAS OOSTERHUIS UND SEINE WELT .....                             | 190        |
|             | 5.7   ENERGIE UND MASS CUSTOMIZATION .....                            | 192        |
|             | 5.7.1   GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG.....                               | 202        |
|             | 5.7.2   GRAUE ENERGIE .....   | 206        |
| <b>6  </b>  | <b>DIGITALE ARCHITEKTUR.....</b>                                      | <b>210</b> |
|             | 6.1   TOFFLER UND DIE DIGITALE REVOLUTION .....                       | 216        |
|             | 6.2   METHODIK.....   | 218        |
|             | 6.3   ARCHITEKTUR IN DIGITAL   INTERVIEW   PAUL OTT .....             | 220        |
|             | 6.4   BEISPIEL DER FREIEN FORMEN .....                                | 230        |
| <b>7  </b>  | <b>REALES PROJEKT.....</b>  | <b>234</b> |
|             | 7.1   PAVILLON BRÜCKE ZAHA HADID .....                                | 238        |
|             | 7.2   VOLUMEN UND PLATTE   INTERVIEW   ANTONIO GALLART .....          | 244        |
| <b>8  </b>  | <b>NATÜRLICHE MATERIALIEN FÜR HIGHTECH ARCHITEKTUR .....</b>          | <b>256</b> |
|             | 8.1   EXPOSITION UNIVERSELLE.....                                     | 260        |
|             | 8.2   SPANISCHER PAVILLON SHANGHAI 2010 .....                         | 262        |
|             | 8.3   NATUR UND ARCHITEKTUR   INTERVIEW   SALVADOR GILABERT .....     | 266        |
| <b>9  </b>  | <b>UNIKAT UND KLON.....</b>   | <b>274</b> |
|             | 9.1   KUNSTWERT   INTERVIEW   JORDI PALLARES   JULIO BARRIONUEVO..... | 280        |
|             | 9.2   THE MAN IN THE WHITE SUIT .....                                 | 298        |
|             | 9.3   WARHOL   DUCHAMP UND POP ART .....                              | 300        |
|             | 9.4   ROBOKLINE   KUNST IN MASSEN.....                                | 302        |
| <b>10  </b> | <b>NACHSPIEL .....</b>  | <b>308</b> |
|             | 10.1   ZUKUNFT IST JETZT.....   | 310        |
| <b>11  </b> | <b>QUELLEN .....</b>  | <b>312</b> |
|             | 11.1   LITERATURQUELLEN.....  | 314        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 11.2   BILDERQUELLEN.....  | 330        |
| 11.3   INTERVIEWS .....    | 332        |
| <b>12   ANHANG .....</b>   | <b>334</b> |
| 12.1   ABKÜRZUNGEN .....   | 336        |
| 12.2   FORMATE.....        | 338        |
| 12.3   ÜBERSETZUNGEN ..... | 340        |
| 12.4   DANKSAGUNG .....    | 342        |





Abb. 1 | Die Abbildung entspringt aus einer geschriebenen Applikation, wobei es sich um die Umwandlung analoger in digitale Materie handelt.

*Ich glaube nicht, dass Mass Customization wirklich von Mass Customization handelt. Es ist ein rhetorisches Werkzeug, das in der Lage ist, architektonische Zustände, welche durch die Kontinuität oder durch systemische Änderung variieren, zu vermitteln. All diese Designs, welche du siehst, mit graduierenden Änderungen zwischen einer Ansicht und der anderen, mögen zum Individualisieren, in Relation von einem Gegenstand zum anderen, vorgeben, sie schaffen aber tatsächlich keine Beziehung zu jeder Gruppe dieser Individuellen. Somit ist es ein Verlangen, es ist ein Symbol für Möglichkeiten. Auf der anderen Hand, ist Architektur als ein Gebilde immer einzigartig und es ist nicht, sagen wir, wie ein NIKE Sportschuh oder ein Ipod. Es ist, zu dem Grad, dass es sich bei Architektur nicht um Repetition handelt, sondern von dem, von der Regel abweichenden, anomalen Zustand eines einzelnen Standortes, einer einzelnen Identität. Dies verbleibt ein sehr potenter kultureller Zustand, um welchen Architektur wächst.  
Nader Tehrani | 12.03.10 | 12.20*

*I don't believe that Mass Customization is really about Mass Customization. It is a rhetorical tool, that is able to give architectural conditions, that vary through continuity or through systemic change. All of those designs, that you see, with gradient changes between one elevation and another, they may purport to customize in relationship to one subject and another, but in fact they don't garner any relationship to each group of those individuals. So it's a desire, it's a symbol for possibilities. On the other hand, architecture as a thing is always unique and let's say it's not like a NIKE sneaker or an Ipod. It is, to the degree that architecture is not about repetition, it's about the aberrant or the anomalous condition of a single site, a single identity. That remains a very potent cultural condition, around which architecture thrives.*

Wie heilig ist die „Sagrada Familia“ wirklich? Durch die momentane Entwicklung an der Baustelle ist dies eine durchaus berechtigte Frage. Zu Gaudis Zeiten wurde das Meisterwerk mit einer fast besessenen Liebe zum Detail kreiert. Nach Gaudis Tod, im Jahre 1926, wurde die gleiche Vorgehensweise noch eine Zeitlang weiterverfolgt, bis neue industrielle und informationstechnologische Mittel zur Verfügung standen. In der heutigen Ära ist das sagenumwobene Bauwerk ein gutes Beispiel für individualisierte Massenfertigung, somit Mass Customization. Stützen und Fassadenteile entstehen nun am Computerbildschirm durch Verwendung von Spezialsoftware. Diese Spezialsoftware wie „Catia“ oder „Rhinceros“ konnte zu Guggenheims Zeiten als innovativ gepriesen werden, doch ist diese in der heutigen Zeit schon Standard. Heutzutage kann fast jeder Architekturstudent aus dem zweiten Semester mit diesen Programmen umgehen. Die digitalen Daten werden infolge moderner industrieller Fertigungsmethoden in Materie umgesetzt. Im weiteren Verlauf werden die Elemente in Form von vorgefertigten Betonelementen im fertigen Zustand an die Baustelle transportiert und vor Ort zusammengefügt. Sogar die Bewehrung samt Anschlüssen ist in den Fertigelementen impliziert. Die sich dem Wandel der Zeit anpassende Industrie sowie neu konzipierte Rationalisierungsprozesse, haben nicht einmal vor der heiligen Kirche halt gemacht und diese, ohne zu zögern, verschlungen. Als mit dem Bau der „Sagrada Familia“ im Jahre 1882 begonnen wurde, war dies eine architektonische Meisterleistung. Zu einem war die Form und das Konzept so einzigartig und zu anderem die materielle Erschaffung übernatürlich wie auch kostenintensiv. Unter allen Umständen wird die „Sagrada Familia“ auch in der heutigen Zeit zu Recht als ein architektonisches Meisterwerk angesehen, doch vor allem wegen der Konzeption, nicht aber so sehr wegen deren Konstruktion. War die damalige Konstruktionsmethode nicht standardisiert, kann die heute angewandte rationalisierte Methodik durchaus schon als Standard angesehen werden. Ob die Kirchensäulen nun mit etlichen handwerklichen Details versehen sind, oder diese industriell hergestellt werden, macht fast keinen Unterschied mehr aus. Die Industrie hat sich dem nicht Standard gemäßen angepasst und es standardisiert. Die „Sagrada Familia“ kann nach ihrer Fertigstellung als Blockbausatz in Originalgröße per Internet angeboten und beliebig oft verkauft werden. Ein Fan in Japan kann beispielsweise das Produkt erwerben und eine exakte Kopie auf seinem Grundstück aufstellen lassen<sup>1</sup>.

Besitzen die vorgefertigten Elemente jedoch die gleiche Seele, welche zu Gaudis Zeiten dank Handfertigung präsent war? Die Fragestellung mag zwar etwas romantisch erscheinen, doch wird diese auch in vielen anderen Industriebereichen angewandt. Besitzt ein, nach industrialisiertem Verfahren hergestelltes Surfbrett, noch eine Seele, welche nur dem handgefertigten Surfbrett verwiesen wird<sup>2</sup>? Ein Artikel in dem Surfmagazin „Surfers“ widmet dieser Frage etliche Seiten, denn seit der Erfindung der Polynesier wurden Surfbretter bis zu den letzten Jahren handgefertigt. Die Mass Customization hat ein weiteres Produkt verschlungen. Wird der Mensch das nächste Opfer sein oder ist er es schon ohne es zu wissen. Mass Customization bezieht sich nicht nur auf industrielle Produktionsweise, sondern orientiert sich viel mehr auf der Grundlage von Dienstleistungen. Wenn sich der Kunde in „Ebay“ einloggt, erscheinen auf dem Bildschirm etliche Produkte, welche dem Kunden im Vornhinein angeboten werden, ohne dass dieser diese angeklickt hätte. Diese Produkte basieren nicht auf beliebigen Umständen, sondern beruhen auf datenbasierter Information. Somit wird dem Kunden genau das angeboten, was dieser haben will, es aber zu diesem Zeitpunkt noch nicht weiß.

---

<sup>1</sup> | Vgl. <http://derstandard.at/1304554470172/Diskussionen-ueber-chinesische-Hallstatt-Kopie> | 18.01.12 | 13:07

<sup>2</sup> | Vgl. <http://surfersmag.mpora.de/special/20822-shaperstory.html> | 18.01.12 | 13:20



Durch die stetig wachsende Anzahl der Produzenten und der daraus resultierenden steigenden Konkurrenz, hat der Kunde mehr Entscheidungskraft bekommen und kann unter etlichen Produzenten beliebig wählen<sup>3</sup>. Die Standardisierung in Massen erleichtert dadurch dem künftigen Kunden sein gewünschtes Produkt schnell und kostengünstig zu bekommen.

Standardisierung kann abstrakt als eine Art Scanner, welcher bestimmte Gebiete absucht, angesehen werden. Stößt der Scanner auf ein Gebiet von Interesse, bleibt er stehen und fängt an zu arbeiten. Analog bedeutet dies, dass der Scanner auch weiterzieht, sobald dieser Interesse für ein bestimmtes Gebiet verloren hat. Anhand von simplen Beispielen aus dem alltäglichen Leben soll dies veranschaulicht werden. Bestimmte Produkte werden heutzutage nicht mehr massenhaft industriell hergestellt, weil die Masse das Interesse verloren hat. Der Scanner wird von Trends angezogen und wenn sich die Masse für ein nicht standardisiertes Produkt interessiert, wird dieses sofort standardisiert. Die digitale Photographie ist heute standardisiert und die analoge Photographie ist schon fast in Vergessenheit geraten. Einige wenige Nischen werden vom Scanner wieder erfasst, da diese durch geübte Marketingstrategien gut beworben werden, und daraus folgend, ein zweites Mal standardisiert. In diesem Kontext ist die Rede von analogen Kameras der russischen Firma Lomo. Nach der Wiederentdeckung der russischen Amateurkamera, durch österreichische Studenten in einem Krämerladen in Prag, Tschechische Republik im Jahr 1992, wurde ein neuer Trend kreiert. Diese Kamera wurde zuvor auch für Spionagezwecke verwendet. Zum damaligen Zeitpunkt produzierte das Unternehmen noch weiterhin die Kameras in Russland. Äußere Umstände verlagerten die Produktion darauffolgend nach China, um den Massenbestellungen und Preisvorstellungen nachzukommen<sup>4</sup>. Ein Produkt, welches schon vor langer Zeit standardisiert war, daraufhin schon fast in Vergessenheit geriet und zu nicht standardisierten Produkten eingereiht wurde, ist somit neu standardisiert worden. Dazu kommt noch, dass sogar neue Modelle, welche zu Lomos Blühzeiten nicht präsent waren, entwickelt wurden. Natürlich „made in China“ und in ihrer Essenz aus Plastik, anstatt aus Metall, bestehend.

## **STANDARDISIERUNG ALS SCANNER**

Ein in Graz, Österreich geführtes Interview mit dem Architekturphotographen Paul Ott spricht von seiner persönlichen Umstellung von einem damals standardisierten Medium der Analogphotographie, zum nächsten der Digitalphotographie. Bis zum heutigen Zeitpunkt hat der Architekturphotograph gewartet, da die digitale Photographie die analoge in der Qualität noch nicht erreicht hatte. Nun ist es soweit und der Umstieg auf einer hochprofessionellen Ebene ist vollzogen worden.

## **PHOTOGRAPHIE UND STANDARD**

Besitzt der Künstler eine eigene Handschrift, so kann dieser sich leichter von der Masse, somit dem Standard absetzen. Es stellt sich die Frage, ob es „gekünstelt“ wird, oder wirklich von Innen heraus kommt. Das Negativ hat ebenso einen sehr hohen Wert. Früher hat der Photograph Paul Ott auf Diafilme photographiert. Der Klient hat somit bei der Übergabe auch das Dia bekommen, und hatte damit das wahre Original in der Hand. In der Photographie ist eher vom Original die Rede, als vom Unikat.

Der Photograph Paul Ott ist analog aufgewachsen und bevorzugt nach wie vor analoge Photographie. Das analoge Photo hat wesentlich mehr Seele als das digitale

---

<sup>3</sup> | Vgl. Bly, R. W. in | Marketing plan handbook : develop big picture marketing plans for pennies on the dollar | 2009

<sup>4</sup> | Vgl. Lomographic in | Lomography LCA | 2010

Photo. Seit diesem Zeitpunkt photographiert er digital, bedingt durch die Auftragsphotographie. Es ist aber eine rein erzwungene Maßnahme gewesen, die von Seiten der Industrie auferlegt wurde. In den letzten Jahren hat die Produktion vom Schwarz-Weiß Material nachgelassen und es ist ebenso wenig Hilfsmaschinerie entwickelt worden. Das letzte gute Photographielabor in Graz hat schon schwere Auslastungsprobleme, was den nächsten negativen Effekt hat, dass die Chemie nicht mehr stabil ist. Unstabile Chemie bedeutet Ungleichheit bei der Entwicklung und somit ist es schwierig einen gewissen Qualitätslevel kontrollieren zu können. Man wird einfach gezwungen sich der Industrie anzupassen und mitzugehen. Es ist eine Entwicklung der Zeit, welche die Photographie genau im gleichen Ausmaß beeinflusst. Allerdings werden auch neue Nischen in der Photographie erschaffen. Ein Negativ hat im Vergleich zum digitalen Negativ einen viel höheren Wert. Schaut man sich ein Großformatdia auf einem Leuchttisch an, hat dieses einfach eine Seele<sup>5</sup>.

#### **RATIONALISIERUNG ALS BESTANDTEIL DER MODERNEN INDUSTRIE**

Rationalisierung ist ein Begriff, welcher mit Effizienz im engen Zusammenhang steht. Enric Miralles und Carmen Pinos verstanden es, deren höchst komplexe Architekturformen in Bestandteile aufzubrechen und in weiterer Folge zu rationalisieren. Die Grundelemente derer Architektur sind nicht wie oft angenommene Freiformkurven, sondern rational generierte Geraden mit eingefügten Kreiselementen. Durch konsequente Anwendung dieser Methodik weist eine solch generierte Architektur einen komplett freien Charakter auf. Ein gewichtiger Grund für diesen Rationalisierungsprozess war die Anlehnung an die Industrie und deren potenzielle Möglichkeiten. Reale Projekte des heutigen Architekturbüros Miralles Tagliabue zeigen die folgende Anwendung dieses Entwurfs- und Konstruktionsprinzips in den aktuellen Projekten auf. Die Ideologie nach dem das Büro Miralles Tagliabue vorgeht, ist in der Architekturwelt einzigartig. Die gebauten sowie geplanten Gebäude sprechen ihre eigene Architektursprache und zeugen von kühner Designhandschrift. Die Implementierung moderner wie ebenso traditioneller Werte spricht für sich<sup>6</sup>.

#### **DIE STANDARISIERUNG HAT DIE NICHTSTANDARISIE- RUNG SCHON EINGEHOLT**

Die einzige Variable, welche dem industriellen Trend nach, noch einen hohen Wert besitzt, ist der kreative Prozess, die Konzeption und die Idee selbst. Die Standardisierung hat die Nichtstandardisierung der Bauverfahren durch industrielle Produktionsprozesse schon eingeholt. Der nächste logische Schritt wäre die Standardisierung von kreativen Prozessen. Es mag zwar im ersten Augenblick als zu fiktiv, ja sogar sinnlos, betrachtet werden, doch wäre dies durchaus möglich. Computergenerierte Scripts helfen dem schaffenden Menschen etliche Aufgaben ohne viel Mühe zu meistern, benötigen jedoch immer den Menschen für den Input. Künstliche Intelligenz ist kein neuartiger Begriff, und ist anfangs von der Masse auch als zu visionär angesehen worden. Diese Technologie, welche nach dem zweiten Weltkrieg entwickelt wurde, basiert auf intelligenten Computerprogrammen welche Intelligenz imitieren, jedoch keine biologische Intelligenz besitzen. Der nächste logische Schritt in Richtung selbstdenkender und agierender Maschinen ist die Verknüpfung von Maschine und Mensch. Maschinen werden mit menschlichen Zellen kombiniert um neue vielversprechende Eigenschaften zu bekommen. Analog wurden Rattenhirnen Zellen entnommen und Elektroden implantiert. Die Funktion der Elektroden ist, Impulse der Zellen aufzunehmen und diese an, in Roboter integrierte, Computersysteme zu leiten. Die Impulse geben somit dem Roboter Anweisungen für unterschiedliche Vorgehensmuster. Dies sind Experimente, welche auf dem Gebiet der Bioethik viel diskutiert werden und noch Unklarheit darüber herrscht, bis zu welchem Punkt eine Verbindung zwischen menschlicher und technischer Materie toleriert werden kann. Können kreative Prozesse oder gar der Mensch selbst standardisiert werden?

---

<sup>5</sup> | Vgl. Kapitel 6.3 | ARCHITEKTUR IN DIGITAL | INTERVIEW | PAUL OTT

<sup>6</sup> | Vgl. Kapitel 8.3 | NATUR UND ARCHITEKTUR | INTERVIEW | SALVADOR GILABERT

Gedanken und Ideen, welche vor einigen Jahren nur in Form von Skizzen auf dem Papier veranschaulicht werden konnten, können heute tatsächlich in reale Gebäude und Skulpturen umgesetzt werden. Es ist eine Versuchung, die Architekten zu Experimenten und der Erforschung neuer Welten führt. Der Unterschied zwischen innovativen architektonischen Projekten am Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts und der heutigen Zeit ist der komplexere Planungsprozess basierend auf digitalem Dateninput sowie den fortschrittlichen Produktionsprozessen. Es ist ein Boom der heutigen Architekturwelt mit dem Ergebnis, dass jede beliebige Form hergestellt werden kann. Ist dies analog mit guter Architektur gleichzusetzen? Das in Gosdorf, Österreich geführte Interview mit Prof. Harald Kloft analysiert diese Thematik und deutet auf künftige architektonische, sowie die im Zusammenhang stehende, technologische Entwicklungen hin...

**IST EINE  
INTERESSANTE  
FORM MIT GUTER  
ARCHITEKTUR  
GLEICHZUSETZEN?**

Die technologischen Möglichkeiten werden auch in Zukunft ein sehr wichtiger Bestandteil der Architektur sein, dennoch ist das Entscheidende, auch inhaltlich dem Bauen und der damit verbundenen Architektur eine definierte Richtung zu geben. Heute ist insofern eine sehr spannende Zeit, da wir auf der einen Seite eine sehr große Vielfalt an technologischen Möglichkeiten haben und auf der anderen Seite das, nach wie vor, alles in ein Gebäude integriert werden muss. Selbst träumen wir oft von dem Bild der Vergangenheit, dass der Baumeister in persona Architekt, Ingenieur und Konstrukteur in einem sein muss und alles in einem machen kann. Diese Zeit ist nun endgültig vorbei. Es stellt sich die Frage nach dem Selbstverständnis der einzelnen Professionen. Das ursprüngliche Vollbild der Profession, welches immer noch existiert, bzw. existieren muss, verkörpert nicht nur eine Person, sondern ein Team von Spezialisten. Es ist nicht mehr das hierarchische Denken einer Person, sondern die Kollaboration eines Teams.

**ARCHITEKT ALS  
TEAMSPIELER**

Die momentane Wirtschaftskrise bringt eher Pluspunkte für das Bauen. Die Immobile und die Gebäude sind eigentlich von einem substanziellen Wert. Dieser Wert ist in den letzten Jahren mehr und mehr verloren gegangen. Das Investment in Immobilien wurde immer mehr von Investitionsentscheidungen, wie von schnellen Amortisationen ohne Renditen, getragen. Das, was das Gebäude eigentlich kann, nämlich langfristig von Nutzen sein, ist dabei verloren gegangen. Die Immobilienbranche, ist aus Prof. Klofts Sicht, sicher eine der gewinnenden Branchen in dieser Krise. Ob sich dies so weiter entwickeln wird, ist schwierig zu sagen, doch wir sehen dass die Diskussion um Nachhaltigkeit eine Dynamik entfacht hat, welche wir uns vor insgesamt zwei Jahren, speziell bei Autos oder Gebäuden, nicht vorstellen konnten. Seit Jahren wird diskutiert, dass der Energieverbrauch reduziert werden muss, und es wird überlegt Gebäude effizienter in dieser Richtung zu gestalten. Aber erst jetzt, als gemerkt wurde, dass damit finanzieller Vorteil verbunden ist, hat sich diese Dynamik, welche auch am Markt wirksam wird, entfacht.

Technik und Technologie sind seit jeher sehr nah mit der Architektur und dem Bauen verbunden. Auch hier ist es wichtig zu unterscheiden. Es gibt Technologien die in ihrer Effizienz im Bauen gar nicht gebraucht werden. Umgekehrt gibt es wieder spezielle Technologien, welche im Bauen verwendet werden können, wo die Industrie aber aufgrund der geringen Nachfrage kein richtiges Interesse hat. Verbundmaterialien, Leichtbaumaterialien, extrem leistungsfähige Plattenmaterialien, welche im Flugzeug-, Schiffs oder Automobilbau verwendet werden, kurz gesagt in allem wo Energie zur Bewegung gebraucht wird, sind enorm effizient und enorm wichtig. Bei einem statischen Gebäude sind diese Materialien eigentlich uninteressant. Beim statischen Gebäude ist eine dicke Decke oder eine dicke Wand auch von Vorteil, weil diese einfach eine Speichermasse gibt und damit per se hilft, das Gebäude zu klimatisieren. Lediglich bei extremen Bauaufgaben, bei großen Brücken oder Hochhausstragwerken, ist natürlich die Leistungsfähigkeit der Materialien und der Technologie gefordert. Das interessanteste im Bauen nach wie vor, ist nach Prof. Klofts Meinung, die

Digitalisierung, wobei der „digital Workflow“ Chancen bietet, um auf die Effizienz im Bauen, im Planungsprozess und auch in der Fertigung einzugehen<sup>7</sup>.

#### **KANN KUNST STANDARISIERT WERDEN?**

Interessant ist analog der Vergleich der Standardisierung in der Kunstwelt. Für Hypothesen, ist es von Bedeutung, sich global mit der Thematik auseinanderzusetzen, und unterschiedliche Konzepte mit einzubeziehen<sup>8</sup>. Ein in Barcelona geführtes Interview mit den Künstlern Jordi Pallares (Cousin von Enric Miralles) und Julio Barrionuevo zeigt parallele Gedankengänge und Hypothesen in Relation zur Standardisierung, sowie Parallelen und Kontradiktionen zwischen Architektur und anderen Kunstrichtungen, auf. Die Gegenüberstellung eines einzigartigen Werkes, sowie eines seriell hergestellten Werkes wird analysiert. Des Weiteren wird Architektur mit anderen Kunstrichtungen verglichen und das Limit hinterfragt, welches die Standardisierung, sowohl auch die Reproduktion in der Architektur bestimmt.

Ein einzigartiges Werk hat einen speziellen Wert, welcher sich anhand der Originalität definiert. Es herrschen Unterschiede in diversen Kunstrichtungen, wie beispielsweise Malerei, Photographie und Architektur. Die Malerei hat die Eigenschaft, einzigartig zu sein, da diese zu einem bestimmten Zeitpunkt, unter eigenen Umständen und durch die Hand des Künstlers, erschaffen wurde. Das Medium der Photographie, oder verwandter Kunstrichtungen, ermöglicht es, Reproduktionen herzustellen. Die Kunst basiert auf Exklusivität, denn sie verkörpert das einzigartige Werk. Serielle Werke sind im Gegensatz in eine Spirale von Marketingstrategien eingeflochten. Kunst kann somit durch den künstlerischen und den kommerziellen Wert definiert werden, welcher in Relation, aber auch eigenständig sein kann. Der kommerzielle Wert basiert auf Spekulation, wobei der künstlerische Wert derer frei ist. Architektur im Gegensatz bezieht sich immer auf Einzigartigkeit. Es existieren Raum und Ort, wobei der Ort im Raum definiert wird. Die Umgebung ist ein wichtiger Integrationsbestandteil von Architektur und steht mit ihr im Kontext. Ein Gemälde, im Gegensatz, beinhaltet die eigene Umgebung in sich und kreierte seinen eigenen Kontext. Als Folge ist das Gemälde von der Umgebung unabhängig und besitzt ein Eigenleben. Skulptur nähert sich eher der Architektur an, da es von Volumen handelt und in enger Relation mit eigener Umgebung steht. Gemälde sind bi-dimensional und werden frontal betrachtet. Architektur und Skulptur können im Gegensatz aus unendlich vielen Blickwinkeln betrachtet werden. Ein Volumen, welches der Betrachter nur auf einem Photo wahrnehmen kann, gibt nur sehr wenig Information über sich preis. Es ist einfacher Gemälde als Architektur zu reproduzieren, wobei rein funktionale Gebäude und Sozialbauten eher als ein negativer Randbegriff von Architektur definiert werden. Edvard Munch hat sein wohl bekanntestes Werk „der Schrei“ etliche Male selbst reproduziert, da es sich erfolgreich verkaufen konnte<sup>9</sup>.

Das Museum Macba in Barcelona, Spanien vom Stararchitekten Richard Meier ist ein Gebäude, welches von der Konzeption her, eher in eine offene Umgebung passen würde. Seine Gebäude sind mehr für großzügige Flächen entworfen. Macba ist aber im antiken Stadtzentrum Barcelonas in eine Umgebung mit hoher Dichte integriert. Dessen Integration bleibt fraglich. Ein Schema ohne den involvierten Kontext zu vervielfältigen, ergibt wenig Sinn. Zu den Lebzeiten Le Corbusiers konzeptuell entstandene, aber nicht realisierte Werke, sind nach seinem Tod bis zum heutigen Tag

---

<sup>7</sup> | Vgl. Kapitel 2.3 | ARCHITEKTURTRENDS | INTERVIEW | HARALD KLOFT

<sup>8</sup> | Vgl. E. H. Gombrich in | The Story of Art | 2006

<sup>9</sup> | Vgl. Sue Prideaux in | Edvard Munch : behind the Scream | 2005

nicht gebaut worden. Warum? Weil sich der Kontext im Laufe der Jahre radikal verändert hat. Der Architekt entwirft somit für konkrete Situationen, zum konkretem Zeitpunkt.

Architektur kann nur bis zu einem gewissen Punkt standardisiert werden. Standardisierung bezieht sich eher auf den Herstellungsprozess, im Gegensatz zum Entwurf. Beim Entwurf kann schon auf rationale Standardisierung, bezogen auf den späteren Bauprozess, eingegangen werden, doch die architektonische Freiheit wird dadurch eventuell eingegrenzt. Wird Architektur in Fragmente aufgelöst, kann diese an einem anderen Ort, durch unterschiedliche Zusammenstellung der Fragmente, in die Umgebung integriert werden.

**ARCHITEKTUR  
KANN NUR BIS ZU  
EINEM GEWISSEN  
PUNKT  
STANDARDISIERT  
WERDEN**

Nach diesem Schema wird ein Gebäude nicht als ein Ganzes angesehen, sondern als eine individuelle Zusammensetzung von Fragmenten. Erfolgreiche Integration in eine neue Umgebung hängt von der intelligenten Komplexität der Fragmente ab, und ist kein Abbild abwertender Massenarchitektur. Interessant ist der Aspekt, dass massenproduzierte, individualisierte Elemente oder Module nur für ein einzigartiges Gebäude verwendet werden. Je nach Gebrauch werden neue, individuelle Elemente auf Massenbasis, für ein anderes Gebäude hergestellt<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> | Vgl. Kapitel 9.1 | KUNSTWERT | INTERVIEW | JORDI PALLARES | JULIO BARRIONUEVO

*A soul? You know, that is a very romantic way of thinking. It is great thinking about buildings as crafted objects, but the reality is that it is gone. If you read any, if you look at a business journals, or newspapers, particularly from the early two thousand, you will find that people had such a hard time finding good builders, construction workers, people who have skills in construction, people who understand how to craft an object, let's say build a house with wooden details... Carpenters in Massachusetts are very hard to find, meaning very good carpenters. So the idea of this persons with this crafts, with this wonderful crafted skills, is, that there are just not that many people. And if you can find one, the price is so high, that you might as well look at it as an antique piece of furniture. Those days are gone. What we have to accept now, is that we have a very low skill labour in that building industry. You don't have the systems translation from design to construction the way you used to, you don't have passed on traditions and all sorts of new technologies must be going into buildings. So you can't expect to have that romantic relationship between design and construction, the way it used to be. It is becoming more a mechanical relationship between design and construction. Just like a car, nobody does cars by hand...well sorry, if cars are made by hand, they cost a fortune and there are only few of them made every year.*

*Eine Seele? Weißt du, dass ist eine sehr romantische Weise zu denken. Es ist großartig über Gebäude als handgefertigte Objekte nachzudenken, doch die Realität ist, dass es dies nicht mehr gibt. Wenn du irgendwelche Geschäftsjournals oder Zeitungen, speziell aus dem frühen zweitausender Jahr, liest, wirst du herausfinden, dass Leute eine sehr schwere Zeit hatten, gute Baumeister, Baustellenarbeiter, Leute welche Fähigkeiten an der Baustelle haben, Leute welche es verstehen, wie ein Objekt handwerklich hergestellt wird, sagen wir wie ein Haus mit Holzdetails zu bauen ist, zu finden... Zimmermänner in Massachusetts sind sehr schwer zu finden, damit meine ich sehr gute Zimmermänner. Somit ist die Idee der Leute mit handwerklichem Geschick, mit dem wunderschönen handwerklichen Können, nicht mehr vorhanden, da es nicht so viele von ihnen gibt. Und wenn du einen findest, ist der Preis so hoch, dass du es wie ein antikes Möbelstück ansehen kannst. Diese Tage sind vorbei. Was wir jetzt akzeptieren müssen, ist, dass wir sehr wenig geschickte Arbeitskräfte in dieser Bauindustrie haben. Du hast keine Systemübersetzung vom Design zur Konstruktion wie du sie hattest, du hast keine weitergeleiteten Traditionen und alle Arten neuer Technologien müssen in Gebäude integriert werden. Somit kannst du nicht erwarten, diese romantische Beziehung zwischen Design und Konstruktion, wie es früher einmal war, zu haben. Es wird mehr zu einer mechanischen Beziehung zwischen Design und Konstruktion. So wie ein Auto, niemand stellt Autos handwerklich her... nun ja, entschuldige, wenn Autos handwerklich hergestellt werden, kosten sie ein Vermögen und es werden nur sehr wenige dieser in einem Jahr hergestellt.*

*Larry Sass | 10.02.10 | 14.15*

Die Logik der Mass Customization ist eine schnellere, und als Ergebnis günstigere, Produktion eines Endprodukts. Eine sensible Strategie ist ausschlaggebend für effiziente Entwicklung<sup>11</sup>. Infolge der wachsenden Anzahl der Hersteller und der daraus resultierenden höheren Konkurrenz, hat der Kunde mehr Entscheidungsfreiheit bekommen, da dieser unter einer Vielzahl möglicher Hersteller wählen kann. Das Ergebnis dieser Entwicklung im letzten Jahrzehnt war die Suche nach Antworten infolge neuer Konzepte in der Wirtschaft. Das Konzept der Mass Customization basiert auf Massenproduktion und den involvierten Produktionsprozessen, welche von der Schiffsbauindustrie und den Montageprozessen von Henry Ford in 1908 entwickelt wurden. Die Masse wollte exklusive Produkte erwerben, doch diese mussten zu einem niedrigen Preis angeboten werden. Neue Produktionsprozesse ermöglichten die allmähliche Senkung der Herstellungskosten und des damit verbundenen Verkaufspreises. Nach dem zweiten Weltkrieg mussten Wohnobjekte binnen kürzester Zeit entweder wieder aufgebaut oder gar neu geschaffen werden, um der wachsenden Obdachlosigkeit entgegen zu wirken. Als Beispiel wurden mit Massenproduktion Plattenbauten aus Stahlbeton in Deutschland errichtet um der Notwendigkeit für Wohnmöglichkeiten zu entsprechen<sup>12</sup>. Schritt für Schritt wurde Massenproduktion in die Welt der Architektur eingeführt. Nach dem großen Erfolg der Fließbandarbeit und der damit verbundenen Produktion in Massen wurden die Menschen durch die sich wiederholenden Produkte gelangweilt, da diese ihnen zu monoton erschienen. Die Zeit war reif für moderne Konzepte, welche hauptsächlich von Tseng and Jiao, wie auch durch visionäre Ideen von Stan Davis, in seinem Buch „Future Perfect“, über moderne Wirtschaftskonzepte in 1997, entwickelt wurden. Stan Davis Theorie beschrieb die Wichtigkeit der Faktoren Zeit, Materie und Raum, sowie die enge Verbindung dieser untereinander. In der heutigen Zeit wird Mass Customization in verschiedenen wirtschaftlichen Gebieten angewandt. Der Begriff Mass Customization ist ein Widerspruch in sich, da ein Produkt gleichzeitig in Massen produziert werden, sowie zugleich dem individuellen Kundenwunsch entsprechen, soll<sup>13</sup>. Wie ist ein solch konträrer Produktionsprozess überhaupt möglich?

Die Wirtschaft zeigt beispielhaft, dass eine Theorie, basierend auf widersprüchlicher Aussage, von großem Interesse für die Industrie sein kann und sich zudem selbst weiterentwickelt. Die Optimierung unterschiedlicher Variablen ist für den erwünschten Erfolg von großer Wichtigkeit. Mass Customization fokussiert auf das Design und die Produktion eines Endprodukts, basierend auf dem Kundenwunsch. Der Kunde selbst kann das Produkt nach seinem persönlichen Wunsch adaptieren und Änderungen vornehmen. Die Industrie ist im weiteren Schritt für den Produktionsprozess verantwortlich. Neue, auf Computer basierende Produktionsmethoden und die Implementierung von Robotik, ermöglichen die Individualisierung eines Produkts auf unterschiedlichen Ebenen des eigentlichen Produktionsprozesses. Eine Vielzahl unterschiedlicher Komponenten kann dem noch unvollständigen Produkt auf dem Fließband bei jedem Produktionsschritt addiert werden, und kreiert somit ein individuelles Endprodukt. Diese Art des Produktionsprozesses wird auf verschiedenen Gebieten angewandt. Das Produkt kann Nahrung, Baumaterial, Elektronik, oder gar Dienstleistung sein. Der Zusammenhang zwischen Mass Customization und Dienstleistung basiert auf Marktforschung, wobei Kundenwünsche eruiert werden. Nachdem diese definiert und in Datenbanken zusammengefasst wurden, kennt der Hersteller die Vorlieben der Kunden und kann somit gezielt ein Produkt, welches für den künftigen Kunden von Interesse sein könnte, anbieten. Hauptsächlich wird zwischen zwei Formen von Mass Customization differenziert. Diese sind die „Soft Customization“ und die „Hard Customization“. Beim Verlauf der „Soft Customization“

---

<sup>11</sup> | Vgl. B. Joseph Pine in | Mass customization: the new frontier in business competition | 1992

<sup>12</sup> | Vgl. Christine Hannemann in | Die Platte. Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR | 2000

<sup>13</sup> | Vgl. Darrell Mann, Ellen Domb in | Business Contradictions - 1) "Mass Customization" | 2011

wird der Individualisierungsprozess außerhalb der Produktionshalle vorgenommen, somit vom Kunden persönlich, da dieser die hergestellten Produktbestandteile in ein individuelles Ganzes kombinieren kann. Die „Hard Customization“ sorgt für die Endfertigung des Produktes bereits in der Produktionshalle, dem parallel externen Kundenwunsch folgend<sup>14</sup>.

#### **REVOLUTION ALS URSPRUNG DER DIGITALEN ARCHITEKTUR**

Alvin Toffler begann mit der Verwendung des Begriffs „Digitale Revolution“ und sagte voraus, dass Information Materie ersetzen kann<sup>15</sup>. Das Zusammenspiel zwischen dem Produzenten und dem Konsumenten folgt neuen Spielregeln, wobei deren Distanz verkürzt wird. Der „Prosumer“ wird geboren und definiert die Unabhängigkeit von der Marktwirtschaft. Futuristische Konzepte und der parallele Fortschritt auf dem Gebiet der Computertechnologie, haben ebenso das Konzept des Architekten über Theorie und Design stark beeinflusst. Die Erfindung des Transistors in 1948 war für die Entwicklung von Halbleitern und der daraus konzipierten Computersysteme, von großer Wichtigkeit. Genug Theorie über vergangene Umstände. Es ist interessant die Gegenwart zu analysieren, um mögliche künftige Trends vorauszusagen.

#### **CIM, FMS UND CO.**

Die Industrie hat sich selbst in zeitgemäßer Weise basierend auf Automationstechnologie organisiert. „Computer integrated manufacturing“ (CIM) und „flexible manufacturing systems“ (FMS) verbinden den Produktionsprozess mit Hilfe Computer unterstützter Systeme in ein Ganzes. „Computer Aided Design“ (CAD) ermöglicht dem Erschaffer, fiktive Ideen in ein Datenmodell zu transferieren. „Computer Aided Engineering“ (CAE) ist der nächste Schritt in Richtung materieller Realität, da es das konzipierte Produkt entwirft und die Qualität sicherstellt. „Computer Aided Manufacturing“ (CAM) formt Rohmaterialien durch den Dateninput zu Komponenten, welche auf das Fließband für weitere Bearbeitung und Produktionsprozesse transferiert werden. „Computer Aided Assembly“ (CAA) ist für den Zusammenbau dieser Komponenten in der Endphase des automatisierten Produktionsprozesses, verantwortlich. Eine der Grundlagen der Mass Customization ist die Kürzung der Zeiteinheit beim Produktionsprozess sowie bei der Übergabe an den Kunden. „Just In Time manufacturing“ (JIT) folgt dem Konzept, ein Minimum an Komponenten und Materialien zu lagern. Diese Umstände ermöglichen es dem Hersteller in Echtzeit zu liefern, da die Produkte erst hergestellt und zusammengebaut werden, wenn die Bestellung des Kunden eingelangt ist. In diesem ganzen Hightech Prozess des computerintegrierten Produktionsprozesses spielt der Mensch eine wesentlich kleine Rolle in Funktion als Eingabevorrichtung. Die technologischen Erfindungen des neuen Zeitalters und futuristische wirtschaftliche Konzepte fungieren als Basis der Mass Customization<sup>16</sup>.

#### **ANWENDUNGS- KRITERIUM DER MASS CUSTOMIZATION IN DER ARCHITEKTUR**

Wir haben die Möglichkeit zu entscheiden, wie wir unsere Architektur bauen wollen. Wenn bedacht wird, wie Henry Ford sein Ford T Automobil gebaut hat, wären wir in der Lage nur eine Art Struktur, eine Art Tür, eine Art Dach, wegen der limitierten Komponenten, zu verwenden. Michael S. Dell bezog Stellung und erörterte, dass ein Produkt direkt an den Kunden verkauft und seinen Wünschen angepasst werden kann. Dieser Theorie folgend, wurde eine große Vielfalt an Komponenten für die Herstellung des ersten Dell Computers verwendet<sup>17</sup>. Mass Customization bedient sich

---

<sup>14</sup> | Vgl. Pousttchi, Key, Selk, Bernhard and Turowski, Klaus in | Enabling mobile commerce through mass customization | 2002

<sup>15</sup> | Vgl. Alvin Toffler in | Future Shock | 1984

<sup>16</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>17</sup> | Vgl. Michael Dell in | Direct from Dell: Strategies that Revolutionized an Industry | 2006



der Produktionsprozesse von Massenproduktion und bezieht die Wünsche der Kunden mit ein. Architektur hat sich im weiteren Schritt der Mass Customization angeeignet um ein schnelleres, individuelleres und billigeres Design, wie auch einen effizienteren Konstruktionsprozess, zu ermöglichen. Im Gegensatz zur Massenproduktion ist das Kriterium für Mass Customization komplexer, da es von mehreren Variablen in Abhängigkeit steht. Die Variablen entstammen vom Kundenwunsch, dem Produktionsprozess, der definierten Anzahl von Komponenten wie auch dem Angebot von Dienstleistungen.

In Relation zur Architektur wird der Architekt hypothetisch als Produzent eines Produktes angesehen. Das Produkt ist in naher Beziehung zum Auftraggeber, in seiner Rolle als Kunde mit den implizierten Umständen und es ist gleichfalls, ob ein Familienhaus oder ein Museum gebaut werden. Unterschiedliche Konzepte der Mass Customization können auf dem Gebiet der Architektur verfolgt werden. Gebäudekomponenten können für jedes Projekt, basierend auf digitalem Input, welches in Verbindung mit dem Design des Architekten steht, individuell hergestellt werden. Architekturbüros wie UNStudio bedienen sich moderner Produktionsprozesse, um einerseits eine Komponente als Einzelstück, oder eine ganze Serie an Einzelstücken zu generieren und daraus folgend Gebäude komplexer Geometrie, wie das neulich gebaute Projekt „Mumuth“, zu bauen<sup>18</sup>. Peter Cook und Colin Fournier demonstrieren ein Beispiel der Verwendung von Mass Customization anhand des Kunsthauses in Graz, Österreich. Die äußere Haut des Gebäudes setzt sich aus mehreren Plexiglas Fragmenten, bestehend aus einzeln unterschiedlichen Formen, welche mit modernen Herstellungsverfahren basierend auf Mass Customization zu einzigartigen Fragmenten hergestellt wurden, zusammen. Die Verwendung der Definition „gleich aber dennoch nicht gleich“ verweist auf die Verwendung von Mass Customization. Nachdem der Produktionsprozess vorbereitet wurde und der digitale Input bereit steht, kann die gewünschte Komponente, oder das Produkt je nach Nachfrage einmal oder unbegrenzte Male hergestellt werden. Der Unterschied zwischen Massenproduktion und Mass Customization kann prinzipiell auf sehr einfache Weise veranschaulicht werden. Es gibt einen großen Unterschied, wenn ein vorbereitetes Textdokument vom Drucker, durch Anwendung der gleichen Technologie, hundert Mal gedruckt werden soll, oder wenn hundert vorbereitete Textdokumente vom Drucker je einmal gedruckt werden sollen. Basierend auf dieser Veranschaulichung kann die Effizienz der Mass Customization nur kaum mit der Effizienz der Massenproduktion verglichen werden. Als Belohnung resultiert das Ergebnis, dass Mass Customization theoretisch einzigartige Produkte kreiert. Ein anderes Gebiet der Implementierung von Mass Customization, auf dem Gebiet der Architektur, ist eine weitere Individualisierung von seriellen Produkten, welche anfänglich auf Massenbasis hergestellt wurden.

Ein sehr interessantes Beispiel dieser Verwendungsart ist die Pavillonbrücke der Architektin Zaha Hadid in Zaragoza, Spanien. Anfangs war es vorgesehen den Innenausbau des Gebäudes mit der Verwendung von Verbundmaterialien, deren gewünschte Formgebung mit speziell entworfenen Guss- beziehungsweise Pressformen erreicht werden würde, auszuführen. Durch die, für die Errichtung des Bauwerks, knapp bemessene Zeit, sowie die hohen Kosten des Produktionsprozesses, ließen die Architektin nach alternativen Lösungsmöglichkeiten suchen. Das Ergebnis war die Entscheidung für die Verwendung von seriell hergestellten Gipskartonplatten mit einer nachträglichen Behandlung aus Polyurethan. Es wurde auf Mass Customization zurückgegriffen, um den Arbeitsverlauf zu optimieren und dem stark limitierten vorgesetzten Zeitraum entgegenzuwirken. Basierend auf einer ausführlichen Analyse der komplexen Geometrie wurden unterschiedliche Teile dieser in Fragmente aufgelöst, wobei die beschriebenen

---

<sup>18</sup> | Vgl. Falk Jaeger | in UNStudio | 2009

seriellen Gipskartonplatten in einem weiteren automatisierten Produktionsprozess bearbeitet wurden. Dieser Methodik folgend, wurden 3.500 individuelle Gipskarton Fragmente in der Hierarchie den 25 unterschiedlichen Formfamilien untergeordnet<sup>19</sup>.

Es ist gewissermaßen einzigartig, sich auf das Marktangebot zu beziehen und serielle Produkte, mit der Intention um Zeit, Kosten und Energie einzusparen, in einem weiteren Verfahren zu individualisieren, anstatt mit der Produktion von Anfang an zu beginnen. Gregg Pasquarelli von den SHOP Architekten, bedient sich dieser Methodik für eine Vielzahl seiner Projekte. Ein weiteres hoch interessantes Projekt, welches nicht wirklich in das Standardkonzept der industriellen Produktion eingereiht werden kann, ist der spanische Pavillon für die Expo in Shanghai 2010 des Miralles Tagliabue Architekturbüros in Barcelona, Spanien. Die Außenhaut des Pavillons setzt sich aus Holzpaneelen, welche auf der Idee von Korbgeflechten basieren, zusammen. 20 unterschiedliche Paneelfamilien wurden in Massen, ohne die Anwendung von industrialisierten Produktionsprozessen, hergestellt. Dieser Umstand beruht auf zwei Variablen. Erstens ist Handarbeit in China, im Vergleich zu Spanien, sehr billig, welche Fakt sich auch in den niedrigen Herstellungskosten widerspiegelt. Zweitens müsste der industrielle Produktionsprozess, für die Herstellung der speziellen Holzpaneel, eingerichtet werden und würde zu hohen Errichtungskosten führen. Materialien, welche für Freiform- Architektur, basierend auf automatisierten, industriellen Produktionsprozessen, verwendet werden, sind meist Verbundmaterialien mit hohen Herstellungskosten. Das Konzept, natürliche Materialien wie Holz für Freiform- Architektur, durch Anwendung von fast vergessenen, handwerklichen Produktionsprozessen, angelehnt an der Idee der Mass Customization, zu verwenden, folgt einem Pfad, welcher vielleicht durch die momentan schnellen Industrieentwicklungen wie Hightech Produktionsprozesse, nicht weiter verfolgt wurde<sup>20</sup>. Die Gegenwart orientiert sich zunehmend auf die neu entdeckte digitale Architektur und die daraus resultierenden Möglichkeiten.

#### **NACHHALTIGKEIT IN RELATION ZU ADAPTIVEN ENERGETISCHEN KONZEPTEN**

Wenn von Nachhaltigkeit gesprochen wird, ist es auch wichtig die Variable der grauen Energie in die Gesamtheit zu integrieren<sup>21</sup>. Graue Energie ist die Menge an Energie, welche nicht in standardisierte, energetische Konzepte miteinbezogen wird. In Fakt ist es schwierig graue Energie zu messen, da die Menge nur grundsätzlich angenommen werden kann. Graue Energie kann als Energiemenge, welche für die Herstellung von Produkten, oder für den Transport verwendet wird, angesehen werden. Die Herstellung von Materialien oder unterschiedlichen Konstruktionselementen, der Transport zur Baustelle und die Errichtung des Gebäudes, sind energieintensive Prozesse. Wenn Energie während des Herstellungsprozesses in der Fabrik eingespart werden kann, führt dies zur Erhöhung der Energieeffizienz. Es ist wichtig die Menge der grauen Energie so niedrig wie möglich zu halten, um Kosten, sowie die Belastung der Natur zu reduzieren. Eine alternative Vorgangsweise wäre, die graue Energie in wieder verwertbare Energie umzuwandeln. Bei Starkstromleitungen geht beim Energietransport Energie ebenso verloren. Diese könnte wieder aufgefangen und in den Stromkreis zurück integriert werden. Unterschiedliche Materialien benötigen variierende Energiemengen für deren Produktion. Aluminium benötigt einen sehr energieintensiven Produktionsprozess für dessen Herstellung, wobei daraus resultierend eine hohe Menge der grauen Energie benötigt wird. Für ein gewöhnliches Einfamilienhaus gleicht die benötigte Energie für dessen Errichtung, der Energie für interne Heizung von über 40 Jahren, basierend auf einer Studie für mitteleuropäische Länder. Haushaltsgeräte wie Kühlschränke und Waschmaschinen erfordern, im

---

<sup>19</sup> | Vgl. Kapitel 7.1 | PAVILLON BRÜCKE ZAHA HADID

<sup>20</sup> | Vgl. Kapitel 8.2 | SPANISCHER PAVILLON SHANGHAI 2010

<sup>21</sup> | Vgl. Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark and Martin Zeumer in | Energie Atlas: Nachhaltige Architektur | 2007

Vergleich zur benötigten Energie während einer einjährigen Betriebszeit, sieben Mal die Energie für deren Herstellung<sup>22</sup>. Optimierte Herstellung basierend auf Massenproduktion wirkt im hohen Ausmaß der generierten Menge der grauen Energie entgegen. Das Passivhaus beispielsweise basiert auf dem Konzept von Häusern mit dicken Wänden und kleinen Fenstern auf Island und benötigt, dank der guten thermischen Isolierung, kein konventionelles Heizungssystem. Die Problematik besteht momentan in den hohen Herstellungskosten für die benötigten Komponenten<sup>23</sup>. Die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes, sowie dessen Energieverbrauch, steht immer in Relation mit der für die Errichtung, sowie der für den Betrieb, benötigten Energie. Gebäude mit integrierten, modernen Energieausbeutesystemen und Nachhaltigkeitskonzepten, sind gewissermaßen immer noch Prototypen, da deren Herstellung sehr energieaufwendig und kostenintensiv ist.

Ein futuristisches Konzept beschreibt Gebäude, welche nicht nur für Energieeinsparung optimiert sind, sondern die benötigte Energie selbst, und darüber hinaus Energie für externe Verwendungszwecke, erzeugen. Solche Konzepte beschreiben Plusenergie Häuser sowie „Off Grid“ Gebäude<sup>24</sup>. „Off Grid“ Gebäude sind momentan noch sehr kostenintensiv während der Errichtungsphase, doch werden die Kosten in naher Zukunft dank rationalisierter Produktionsprozesse gesenkt werden. Da die Öl- und Gasressourcen vor dem Jahr 2050 knapp werden, müssen neue, alternative Energiequellen entdeckt werden. Der Fakt, dass Rohstoffe, welche zur Energieherstellung benötigt werden, in kurzer Zeitperiode, oder überhaupt nicht erneuerbar sind, führt zur Konklusion, dass diese eines Tages aufgebraucht sein werden. Somit spielen „Off Grid“ Gebäude eine wichtige Rolle.

Die Vorstellung, dass der Architekt sein eigenes Material konzipiert, somit die Steifigkeit, die Oberfläche, das Gewicht, oder sogar die Vorteile unterschiedlicher Materialien in einem Supermaterial kombiniert, ist schon sehr real. Dank der Nanotechnologie können solche Materialien im Verbund auf atomarer Basis hergestellt werden<sup>25</sup>. Ein Nanometer ist ein Teil einer Billion eines Meters und die Manipulation in diesem Maßstab eröffnet eine neue Welt an Variationen, sowie unendlichen Verbundkombinationen. Nanomaterialien können beispielsweise in Form von spezifischen Photovoltaik Elementen, basierend auf Gallium Selenid Partikeln, für eine höhere Energieausbeute eingesetzt werden. Die Variation der Verwendungszwecke ist unendlich und die Architektur kann aus individuellen Materialien, welche auch auf Massenbasis hergestellt werden können, großen Nutzen ziehen. Momentan steht die Nanotechnologie auch im Schatten von allgemeinen Problemen, wie Zweifeln an der Giftigkeit, sowie Naturbelastung.

Japan ist für innovative Produktionsprozesse, sowie fortgeschrittene Technologie bekannt. Das Sekisui Unternehmen stellt individuelle Häuser, mit Energie generierender Technologie auf Massenbasis, her. Künftige Kunden, welche ihr eigenes Design des neuen Hauses auf modularer Basis definieren, sind bereit, einen höheren Preis für ein energieeffizientes Haus zu bezahlen. Die Tatsache, dass die in Massen individualisierten Häuser, im weiteren Verlauf je nach Wunsch oder Gebrauch

---

<sup>22</sup> | Vgl. <http://passivhaus-leipzig.info/passivhaus-leipzig.info.pdf> | 19.01.12 | 11:07

<sup>23</sup> | Vgl. David Johnston, Scott Gibson in | Toward a Zero Energy Home: A Complete Guide to Energy Self-Sufficiency at Home | 2010

<sup>24</sup> | Vgl. David S. Black in | Living off the Grid: A Simple Guide to Creating and Maintaining a Self-reliant Supply of Energy, Water, Shelter and More | 2008

<sup>25</sup> | Vgl. Daniel L. Schodek, Paulo Ferreira, Michael F. Ashby in | Nanomaterials, Nanotechnologies and Design: An Introduction for Engineers and Architects | 2009

wiederverwertet werden, ist zudem sehr innovativ. Für den Wiederverwertungsprozess werden die Häuser vor Ort in ihre modularen Bauteile auseinander gesetzt und zur Fabrik transportiert, wo diese anschließend begutachtet und falls notwendig, repariert werden. Des Weiteren wird das wiederverwertete Haus einem neuen Kunden zu einem niedrigeren Preis, im Vergleich zu einem neuen Haus, zum Verkauf angeboten. Dem Wiederverwertungsprinzip folgend wird die graue Energie im großen Ausmaß reduziert, da die Hauskomponenten nicht neu hergestellt werden müssen. Basierend auf Nachforschung wurde somit die Hypothese erstellt, welche besagt, dass die Reduzierung der grauen Energie im engen Zusammenhang mit rationalisierten Produktionsprozessen auf Massenbasis steht.

**WIE EINZIGARTIG  
IST MASS  
CUSTOMIZATION  
WIRKLICH?**

Letztendlich existiert eine hoch interessante Fragestellung. Stellt Mass Customization wirklich einzigartige Endprodukte her? Eines der großen Versprechen von Mass Customization ist die Einzigartigkeit der hergestellten Produkte. Um dies auf eine einfache Art und Weise zu erklären, kann angenommen werden, dass Mass Customization dem Kunden drei Komponenten A, B und C zur Verfügung stellt. In den Händen des Kunden können die Komponenten in den folgenden Variationen ABC, ACB, BCA, CBA und CAB kombiniert werden. Das Ergebnis ist die Möglichkeit von sechs einzigartigen Montagemodi, doch wenn sechs Kunden nach dem beschriebenen Prinzip ein einzigartiges Produkt bekommen, bekommt der siebente Kunde einen Klon. Natürlich wird durch eine höhere Anzahl von Komponenten auch die Wahrscheinlichkeit geringer, eine Kopie zu bekommen. Dies bezieht sich auf Komponenten und eine weitere Montage außerhalb der Produktionshalle und ist somit die „Soft Customization“. Einzigartige Produkte können auch in einem Produktionsprozess ohne weitere Montage hergestellt werden, welcher Vorgang der „Hard Customization“ entsprechen würde. Mass Customization kann also ein Produkt, basierend auf einzigartigem Design, herstellen, dennoch können aber nachträglich ein oder tausend Klone reproduziert werden, da das Design, oder der Input, als digitale Datenmenge im Hintergrund gespeichert wird. Kann ein Produkt welches von Maschinen und Robotern hergestellt wird, wirklich als einzigartig angesehen werden, da auch das einzigartigste Design, vom Menschen kreiert, beliebig oft reproduziert werden kann?

Um diese Frage zu beantworten kann ein naheliegendes Beispiel hypothetisch in der Kunstwelt gesucht werden. Ein guter Vergleich ist ein Gemälde auf der einen Seite und Photographie, wie auch Gravierung, auf der anderen Seite. Der Künstler kreiert ein Gemälde und das Endergebnis ist ein einzigartiges Kunstwerk, welches von keiner anderen Person zum gleich exakten Ausmaß kopiert werden kann, nicht einmal vom gleichen Künstler selbst. Etliche Umstände leiten den Künstler auch während seiner Arbeit, bis zur Fertigstellung seines Kunstwerks. Da das Kunstwerk per Hand geschaffen wurde, hat es einen individuellen Charakter. Der Unterschied bei der Photographie ist, dass der Photograph nachdem er das Photo geschossen hat, ein Negativ bekommt. Das Negativ kann in weiterer Folge für einen Photoabzug verwendet werden. Während dem Entwicklungsprozess können unterschiedliche Faktoren, wie beispielsweise der Kontrast manipuliert, dennoch kann aber das Negativ für weitere Kopien verwendet werden. Mit dem Gebrauch der Digitalphotographie ist die Vervielfältigung von Photos noch einfacher geworden<sup>26</sup>. Wenn der Photograph beschließt eines seiner Photos zu verkaufen, kann er einen einzelnen Photoabzug, oder eine limitierte Auflage anbieten. Die Gravierung ist eine Kunstrichtung, welche für eine große, sowohl auch möglich limitierte Verbreitung von Kopien eingesetzt wird. Um eine Gravur zu kreieren, wird das Design in eine harte Platte aus Silber, Stahl oder Holz eingeritzt, welche nachträglich für das Drucken auf Papier verwendet wird. Ein interessantes wie auch einzigartiges Beispiel ist das Gemälde „Der Schrei“ von Edvard Munch, welches der Künstler selbst etliche Male

---

<sup>26</sup> | Vgl. Kapitel 6.3 | ARCHITEKTUR IN DIGITAL | INTERVIEW | PAUL OTT

kopiert hat, da es sehr erfolgreich verkauft werden konnte. Die Reproduktionen waren natürlich dem Original sehr ähnlich, doch konnten auch diese durch die Meisterhand von Munch selbst nicht exakt kopiert werden<sup>27</sup>.

Designkonzepte und Ideen, welche vor einigen Jahren nur auf dem Papier in Form von futuristischen Skizzen realisierbar waren, können heute tatsächlich in reale Gebäude und Skulpturen umgesetzt werden. Es ist die Versuchung, welche Architekten antreibt, neue Welten und komplexe Formen zu erforschen. Der Unterschied zwischen innovativen architektonischen Projekten und Freiformarchitektur zu Beginn des 20. Jahrhunderts, im Vergleich zur heutigen Freiformarchitektur, ist ein, auf digitalem Dateninput und fortgeschrittenen Produktionsmöglichkeiten basierender, weitaus komplexer Planungsprozess. Gebäude der Art Nouveau Ära in den 1890er Jahren sind ein gutes Beispiel für die Implementierung von freien Formen, sowie für professionelle handwerkliche Ausführung<sup>28</sup>. Arbeiter haben die Freiformfassade der Casa Mila von Antoni Gaudi in Barcelona in ihrer Gesamtheit handwerklich ausgeführt<sup>29</sup>. Heute wird eine solche Fassade zum größten Teil aus vorgefertigten Elementen, resultierend aus einem digitalen Datenmodell, vor Ort zusammengefügt und ist das Ergebnis der sich veränderten Industrie, sowie rationaler Produktionsprozesse. Es stellt sich die Frage, ob die vorgefertigten Elemente im Vergleich mit den damals handgefertigten Bauteilen die gleiche Seele besitzen, oder ob dies nur ein romantischer Rückblick in die Vergangenheit ist?

## SCHLUBFOLGERUNG UND AUSWIRKUNGEN

Künftige Entwicklungen in Relation zur Mass Customization werden hypothetisch noch verstärkt auf rationalisierte Produktionsprozesse, sowie eine noch engere Zusammenarbeit mit künftigen Kunden, welche ihre Endprodukte selbst kreieren, setzen. Die Zukunft ist schon Gegenwart, da durch das weltweit verbreitete Internet, mit einer unendlichen Anzahl von Online Geschäften, der Kunde schon heute entscheiden kann, welches individuelle Produkt er erwerben will und von welchem Standort es abgeschickt werden soll. Online Geschäfte wie „Mymuesli.de“ bieten dem virtuellen Kunden eine Vielzahl von unterschiedlichen Müslikomponenten, damit dieser seine eigene Müslipackung zusammenstellen kann, an. Nachdem die Müslikomponenten ausgewählt wurden, werden diese dem realen Kunden in kürzester Zeit zugesandt. Der Zwischenhändler inmitten vom Hersteller und dem Endkunden ist somit nicht mehr vorhanden und die Lieferungszeiten werden auf ein mögliches Minimum reduziert. Die Herstellung und der Designprozess werden in Zukunft noch stärker rationalisiert, welcher Umstand sich bei der Senkung der Herstellungspreise und der Reduktion der grauen Energie bemerkbar machen wird. Als Ergebnis des automatisierten Herstellungsprozesses wird die Anzahl der menschlichen Arbeitskraft noch zunehmend gesenkt und Fabriken werden nicht mehr unbedingt in Ländern wie China, mit der vorhandenen billigen Arbeitskraft, situiert sein müssen. Fabriken werden auch in reichen Ländern, direkt neben den Gründerunternehmen, gebaut werden können<sup>30</sup>. Dadurch kann graue Energie weiter reduziert, da die Transportdistanzen im großen Ausmaß verkürzt werden. Computer generierte Scripts werden durch minimale menschliche Interaktion im System, individuelle Designs und Produkte entwerfen. In der Architektur werden Menschen nicht nur darüber reden, wie viel Energie ein Gebäude nach seiner Fertigstellung verbraucht, sondern auch kritisch den Energieverbrauch zur Zeit der Herstellung in Betracht ziehen und nur dann evaluieren, ob ein Gebäude in seiner Gesamtheit nach einem logischen Nachhaltigkeitsprinzip errichtet worden ist oder nicht. Die formale Zukunft mag sich

---

<sup>27</sup> | Vgl. Kapitel 9.1 | KUNSTWERT | INTERVIEW | JORDI PALLARES | JULIO BARRIONUEVO

<sup>28</sup> | Vgl. Keiichi Tahara in | Art Nouveau Architecture | 2000

<sup>29</sup> | Vgl. Antonietta Iolanda Lima, Annalaura Pitarino in | Antoni Gaudi: Casa Mila, Barcellona | 2002

<sup>30</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

mehr an Material, anstatt Form orientieren. Architekten unserer Zeit versuchen ihr Designgefühl mit experimentellen Formen auszudrücken und die Industrie ist nun bereit diese extremen Ideen umzusetzen. Im Moment ist es eine Art Boom, doch wird Materialität noch mehr Anspruch stellen. Nanotechnologie wird dem Architekten ermöglichen, ein individuelles Material auf Massenbasis zu konzipieren. Ein Super-Material wird im Laboratorium unter Zugabe von guten und der Abnahme von schlechten Eigenschaften, generiert. In Massen individualisierte Super- Materialien werden Super- Architekten von Morgen, die Erschaffung von interaktiver Super-Architektur ermöglichen.

#### **ZEITVARIABLE**

Die menschliche Rasse und das Leben selbst basieren auf Dynamik, da in Wirklichkeit außer dem Punkt A und B keine Statik vorherrscht. Punkt A wäre somit der Beginn und resultierend Punkt B das Ende des menschlichen Lebens. Alles hat somit seine vergängliche Zeit und seinen dynamischen Verlauf. Die Zeit an sich ist von außerordentlicher Bedeutung, da diese wie beschrieben, Punkt A und B definiert und darüber hinaus die Zukunft, sowie die Vergangenheit manifestiert. Der momentane Zeitpunkt, somit die Gegenwart, ist allein ein Konstrukt menschlicher Phantasie. Wenn versucht wird, Zeit mit Mass Customization in Verbindung zu bringen ist es wichtig in Zeitabschnitten zu denken. Analog ist die Denkweise auf Architektur übertragbar, da die Zeitabschnitte vom Zeitgeist, sowie den daraus resultierenden Stilen abhängig sind.

#### **ILLUSION**

Mass Customization ist eine vom Menschen erschaffene Definition und ist eigentlich ziemlich fiktiv. In unserer heutigen Gesellschaft hat Masse im generellen Sinn, solange es sich nicht um Besitz handelt, wenig Attraktivität. Wird dies auf Massenproduktion überlagert ist es naheliegend, dass der Mensch als Individuum nicht von Massenprodukten angezogen wird. Die Wirtschaft hat, basierend auf dieser Erkenntnis, reagiert und somit einen neuen und wesentlich attraktiveren Begriff ins Leben gerufen. Mass Customization verspricht der Masse Individualität zu verschaffen. Im Grunde wird Mass Customization nicht als ein im perfekten Rahmen definierter Begriff angesehen, sondern eher als eine philosophische Annäherung an die Masse und das Individuum. Der Mensch und seine Bedürfnisse sind die einzigen Konstanten in dieser Welt von Variablen. Die Struktur gibt den anfänglichen Ansatz zu den Möglichkeiten und analog die bestimmenden sowie auch limitierenden Grenzen.

Mass Customization wird in dieser Arbeit als eine virtuelle, fiktive Blase betrachtet, welche viele Standpunkte und reale Anwendungsgebiete beinhaltet. Es wird versucht die Thematik von einer etwas anderen Perspektive aus zu betrachten und eher die philosophische Auseinandersetzung zur Masse und zur Individualität zu verfolgen. Im detaillierten Ausmaß wird die Verwendung von Mass Customization in der Architektur, durch umgesetzte Projekte, beschrieben und mit Kunst verglichen.

#### **IMPLIZIT, EXPLIZIT**

Wichtige Instanzen für eine Auseinandersetzung in Relation mit Mass Customization und Individualität sind Gegenbegriffe wie Unikat zur Kopie, analog zu digital, Hightech zu Lowtech und implizit zu explizit. Da impliziter Vorgang einen menschlichen Gedankengang erfordert, ist dieser Umstand in der digitalen Welt nicht ausführbar, sondern kann nur simuliert werden. Explizit hingegen beruht auf klar definierten Umständen. In der Welt der Mathematik wäre somit implizit eine Funktion, welche die abhängige Variable nicht explizit in Form von unabhängigen Variablen definiert hat ( $x^2 + y^2 = 1$ ). Im Gegensatz hat eine explizite Funktion eine abhängige Variable, klar durch unabhängige Variablen definiert ( $y = 3x + 4$ ). Durch dieses Beispiel soll aufgezeigt werden das digitale Rechenprozesse jeglicher Art explizit sind, somit nicht selbst

denken können und Entscheidungen aufgrund vorgegebener Variablen treffen<sup>31</sup>. Die menschliche Logik, sowie die Denkweise sind einzigartig und können nicht virtuell simuliert werden. Weiterfolgend kann dies beispielsweise auch auf handwerkliche Arbeit bezogen werden. In diesem Zusammenhang wird der menschliche Fehler analysiert, welcher von der Allgemeinheit negativ gewertet wird, durchaus aber als eine positive, sowie einzigartige Eigenschaft angesehen werden kann.

Um Definitionen zu erstellen, ist es wichtig die Materie einzugrenzen, beziehungsweise das Fachgebiet zu limitieren. Die Abgrenzung, ab welchem Punkt Massenproduktion in Mass Customization übergeht, kann nur in einem Graubereich definiert werden.

Nachhaltigkeit ist in der heutigen Zeit ein sehr beliebter Term und wird in alle möglichen Bereiche eingebunden. Eine etwas philosophische Annäherung an diese Thematik zeigt auf, dass alles auf der Erde, sowie um diese herum, vergänglich ist. Abhängig ist natürlich die Definition der Zeitkonstante, beziehungsweise ist es wichtig den Zeitabschnitt, im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, zu definieren. Wenn in der heutigen Zeit von Nachhaltigkeit gesprochen wird, ist dies in Relation mit einer Zeitdauer weniger nächster Generationen. Dies ist vielleicht auf die nächsten zwei Generationen bezogen, somit auf unsere Kinder und die Kinder unserer Kinder... Auch wenn die Zeitspanne durch potenzierte Schonung der Ressourcen auf drei, vier oder sogar fünf Generationen ausgeweitet wird, ist dies keine fortwährende Lösung. Der menschliche Denkprozess muss fundamental geändert werden, um zu versuchen die herrschenden Umweltprobleme zu bewältigen<sup>32</sup>. Die Lösung der Umwelt- sowie der Energieprobleme bezieht sich auf eine relativ kurze Zeitspanne. Der Ursprung für diese Behauptungen ist sehr konkret und in der Vergänglichkeit aller weltlichen Dinge zu suchen. Die Hauptenergiequelle unseres Planeten ist die Sonne, deren Lebensdauer auf ungefähr zehn Milliarden Jahre geschätzt wird<sup>33</sup>. Durch Berechnungen kann vorausgesagt werden, dass der Wasserstoff in ihrem Kern verbraucht sein wird, was zum Erkalten der Sonne führt. Dieser Umstand wird das gesamte Leben auf der Erde vernichten. Natürlich ist dies im Moment eine extreme Situation, von einer Zeitspanne von etlichen Milliarden Jahren zu sprechen. Deswegen ist es wichtig, im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, auch die Zeiteinheit zu definieren.

*Die Welt wird sich nicht aus ihrem momentanen Krisenstand weiterentwickeln, indem das gleiche Denken angewandt wird, welches die Situation generiert hat.*

*Albert Einstein*

*William McDonough & Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002 | S. 43*

*The world will not evolve past its current state of crisis by using the same thinking that created the situation.*

---

<sup>31</sup> | Vgl. Rudin Walter in | Principles of Mathematical Analysis | 1976

<sup>32</sup> | Vgl. William McDonough & Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002

<sup>33</sup> | Vgl. Leon Golub, Jay M. Pasachoff in | Nearest Star: The Surprising Science of Our Sun | 2002

## 1.2 | FRAGESTELLUNG

### **MASS CUSTOMIZATION UND UNIKAT**

Die Fragestellung dieser Dissertation handelt von philosophischer, sowie praktischer Art und Weise. Wie kann das Konzept der Mass Customization ein Unikat<sup>34</sup>, also ein wirklich individuelles Produkt, herstellen? Soziale, sowie technologische Randbedingungen, werden in das Rahmenkonstrukt einbezogen, um Mass Customization mit Hilfe von realen architektonischen Projekten und einer Fallstudie zu beschreiben. Dies bedarf im Vornhinein natürlich vieler Definitionen, wie beispielsweise die Definition vom Unikat, der zeitlichen Abgrenzung von Mass Customization, gegenübergestellt zur Massenproduktion, auf welche in den anfänglichen Kapiteln ausführlich eingegangen wird. Sind diese Definitionen einmal geklärt, können Aussagen über die Fragestellung manifestiert werden. Als ausgebildeter Architekt und leidenschaftlicher Künstler, ist es mir ein Anliegen, sowie reges persönliches Interesse, Verknüpfungen dieser Disziplinen bloßzustellen und diese nachträglich aus Fragmenten, die Variable der Mass Customization einbezogen, wieder zusammenzubauen und zu analysieren.

---

<sup>34</sup> | Vgl. James H. Gilmore, B. Joseph Pine II in | Authenticity: What Consumers Really Want | 2007





### 1.3 | KONZEPTION DER ARBEIT

Die Dissertation ist in zehn Hauptkapitel gegliedert, welche hierarchisch aufgebaut sind. Dazu sind zwei weitere Kapitel für allgemeine Daten angefügt. Der Inhalt fängt nach der Einleitung global an und wird zum Ende der Arbeit immer mehr konkretisiert und eingengt. Verschiedene zusammenhängende Teilgebiete sind im Kontext in den ersten Kapiteln beschrieben worden, um später im Detail, auf die eigentliche Fragestellung konkret, in den letzteren Kapiteln, einzugehen. Es ist somit eine Art Netzwerk an Information, welches den Leser Teil für Teil in die Thematik einbezieht und sowohl zu selbstständigen Gedankengängen inspiriert.

Eine abstrakte Zusammenfassung der Konzeptfrage, sowie der Dissertation selbst, wird im Kapitel **1 | EINLEITUNG** beschrieben. Dem Leser sollen in einem abstrahierenden Rahmenkonstrukt, der Inhalt und die Fragestellung dieser Dissertation veranschaulicht werden. In diesem Kapitel werden kurze Exzerpte aus den späteren Kapiteln zur Erklärung angefügt.

Im Kapitel **2 | TECHNOLOGIE** wird der aktuelle technologische Stand, basierend auf unterschiedlichen philosophischen, sowie materiellen Gebieten beschrieben. Dazu gehören sowohl futuristische Szenarien, wie Künstliche Intelligenz und Nanotechnologie. Das im GAM06 publizierte Interview mit Prof. Harald Kloft, setzt sich mit den momentanen Entwicklungen in der Bauindustrie, sowie Technologie, auseinander.

Nach dieser Einführung in zeitgenössische, technologische Zustände, handelt das Kapitel **3 | MASS PRODUCTION** über die Anfänge der Massenproduktion, bedingt durch viele soziale und technologische Umstände. Involviert sind logischerweise die Industrielle Revolution, sowie die optimierte Massenfertigung durch Henry Ford.

Das nächste Kapitel **4 | MASS CUSTOMIZATION** bezieht sich, aufbauend auf der Geschichte der Massenproduktion, auf Mass Customization. Es ist die Einführung in die Mass Customization in Relation zu deren Anfängen, Bezug nehmend auf Stan Davis und sein Buch „Future Perfect“, welches von erfolgreichen Geschäftsstrategien für Unternehmen und Dienstleistungen, basierend auf Mass Customization, handelt.

**5 | MASS CUSTOMIZATION UND ARCHITEKTUR** handelt von architektonischen Konzepten, sowie Produktionsmethoden, mit der Grundlage von Mass Customization. Dazu gehören die Form- Grammatik, die visionären Ideen von Kas Oosterhuis, sowie die Relevanz zur Energetik, inspiriert durch Prof. Cody Brian. Das Interview mit dem Architekten Karl Unglaub spricht von diversen Projekten des Architekturbüros Miralles Tagliabue, wobei auf die Dissertationsthematik fokussiert wird.

Die heutige Methodik, oder der „Workflow“, in der Architekturwelt, bezieht sich auf das Kapitel **6 | DIGITALE ARCHITEKTUR**. Alvin Toffler und die Digitale Revolution erklären die Anfänge des digitalen Mediums. Das eingebaute Interview mit Paul Ott

beschreibt, aus der Sicht eines Photographen, die Beziehung zwischen analog und digital.

Aufbauend auf all dem Wissen der ersten Kapitel, handelt das Kapitel **7 | REALES PROJEKT** im vollen Detail über die Pavillon-Brücke von Zaha Hadid. Zudem veranschaulicht das geführte Interview mit dem Architekten Antonio Gallart die konkrete Planungs-, sowie Produktionsweise des Innenausbaus durch individuell gefertigte Elemente. Die persönliche Involvierung in das Projekt und die, von der Norm abweichende, Anwendung der Mass Customization machen dieses Kapitel äußerst interessant.

Bezogen auf alternative Mass Customization Konzepte in der Architektur, mit der Relation zu natürlichen Materialien und handwerklicher Arbeit, beschreibt das Kapitel **8 | NATÜRLICHE MATERIALIEN FÜR HIGHTECH ARCHITEKTUR** den Spanischen Pavillon für die EXPO 2010 von Miralles Tagliabue. Eine persönliche Involvierung, sowie das geführte Interview mit dem Architekten Salvador Gilabert, vermitteln dem Leser viele Details.

Das Kernstück der Dissertation, mit der durchgeführten Fallstudie an der Harvard, Graduate School of Design, wird im Kapitel **9 | UNIKAT UND KLON** beschrieben. Es wird in konkreter Weise Analogie zur Fragestellung der Dissertation bezogen. Die Künstler Jordi Pallares und Julio Barrionuevo sprechen, in dem geführten Interview, von ihrer Sichtweise über die Kunst, das Unikat, sowie die Relation zur Architektur.

Das Kapitel **10 | NACHSPIEL** ist eine Art Vision über künftige Entwicklungen, sowie eine abstrakte Zusammenfassung der eruierten Argumente. Es handelt auch von der Wechselbeziehung zwischen Architektur und Kunst, sowie der hierarchischen Einbindung in ein Ganzes.

Im Kapitel **11 | QUELLEN** werden Angaben zu der Literatur, den Bilderquellen, sowie den Interviews angegeben.

**12 | ANHANG** definiert die Abkürzungen, Formate und beinhaltet die Danksagung.

Die Dissertation ist ein Konglomerat vieler, manchmal abstrakt wirkender, Fachgebiete, welche jedoch in unverwechselbarer und bedingter Relation miteinander stehen. Dem Leser wird das Gefühl vermittelt, eine eigene Meinung bilden zu können. Jedoch suggeriert die Dissertation, schöpfend aus der Fragestellung, eine klar definierte Richtung. Ich wünsche viel Spaß beim Lesen.

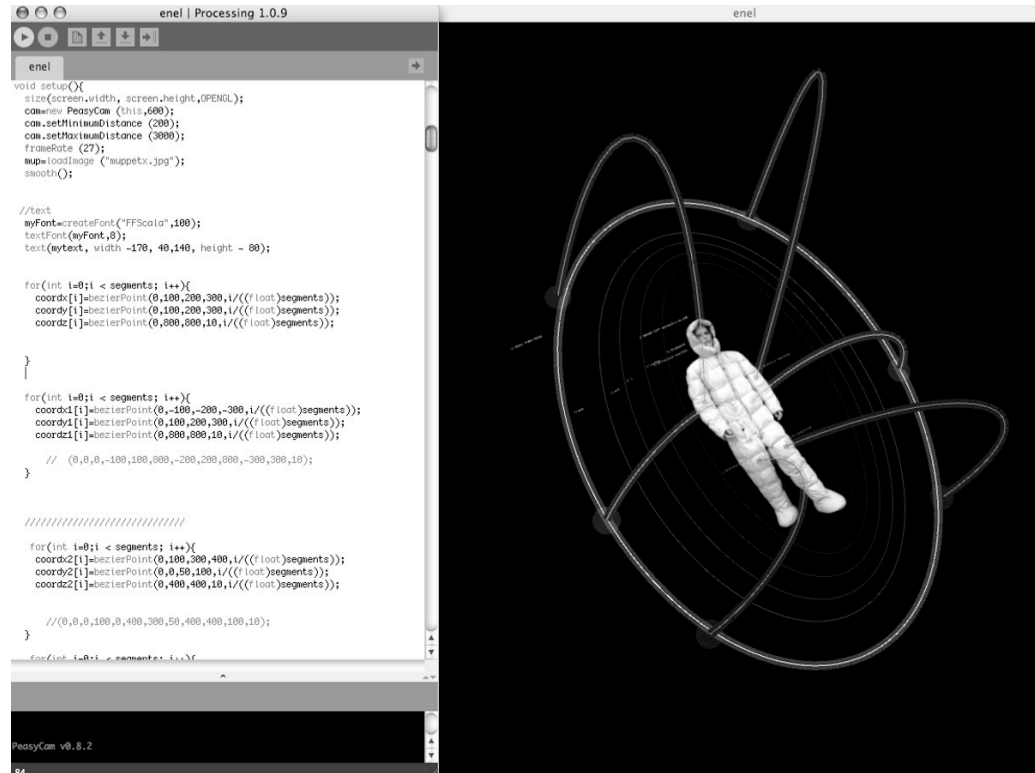


Abb. 2 | ENEL beauftragte das SENSEable city lab am MIT für eine Studie, welche die Sicherheit an Baustellen für Nuklearanlagen erhöhen würde. Das Bild verdeutlicht den Vorschlag eines „Smart Suit“, welcher durch die Implementierung verschiedener Sensoren auf sein Umfeld reagiert.

*Der meiste Schaden, den der Computer potenziell zur Folge haben könnte, hängt weniger davon ab, was der Computer tatsächlich kann oder nicht kann, als vielmehr von den Eigenschaften, die das Publikum dem Computer zuschreibt.*

*Joseph Weizenbaum in | Die Zeit /03 | 1972 | S. 43*

Architektur wird in der heutigen Zeit vor allem stark von neuen technologischen Entwicklungen beeinflusst. Die Parallelität, in Form einer Symbiose zwischen Architektur und Technologie, war schon seit Anfang existent. Technologische Errungenschaften steigen heutzutage exponential an und setzen dem Fortschritt keine Grenzen. Da die Industrie der Technologie und der Architektur folgt, sorgen neue Produktionsprozesse auch in umgekehrter Weise für eine Adaptierung in Architektur und Technologie. Es ist gewissermaßen ein verflochtenes Netz mit unterschiedlichen Variablen, dennoch mit dem gleichen Ziel, welches Effizienz und vor allem erfolgreiche Wirtschaftlichkeit ist.

Das Massachusetts Institute of Technology<sup>36</sup> kann in gewisser Weise als eine gute Richtlinie für Technologie- und den damit verbundenen Architekturtrends herangezogen werden.

Am MIT wird am Architekturinstitut verstärkt Wert auf experimentelle Formfindung gesetzt, diese aber zugleich auch kritisch hinterfragt. Architekturdesign, welches mit Parametern definiert wird, ist stark in Mode, da exzentrisches und spektakuläres Design mit einigen wenigen Mausklicks schnell kreiert werden kann. Dies setzt natürlich voraus, dass die Software von dem Architekten oder zugleich Designer beherrscht wird, um diese beschriebene Leichtigkeit zu kontrollieren. Vor ungefähr fünfundzwanzig Jahren wurden die ganzen Pläne, aufbauend auf physischen Modellen und Handskizzen, in den Architektur- und Ingenieurbüros noch mit Tuschestiften per Hand gezeichnet. Spezialsoftware ermöglichte zu einem späteren Zeitpunkt diese Pläne digital zu erstellen, prinzipiell also Linien und Punkte in ein digitales Datenmodell umzusetzen. Das graphische Interface ermöglichte dem Benutzer eine einfache Orientierung und war relativ leicht erlernbar. Die wohl anfangs beliebteste CAD<sup>37</sup> Software war AutoCAD<sup>38</sup> und ist heutzutage, neben einer Reihe anderer Spezialsoftware, Standard auf dem Gebiet des digitalen Planungsprozesses. Die digitale Bearbeitung hat sich über 3D Datenmodelle in eine auf Parametern basierende Richtung weiterentwickelt. Die Verknüpfung von Code und der damit möglichen Individualisierung war anfangs auch schon in CAD Programmen implementiert, doch war dies nur Programmierern oder Personen mit starken Programmierkenntnissen vorbehalten. Um die Masse anzusprechen und die Programmierung für Benutzer einfacher zu gestalten, wurden neue Software Lösungen kreiert<sup>39</sup>. Wenn auf CAD Basis mit Parametern gearbeitet wird, bedeutet dies, dass Geometrie mit Hilfe von Zahlen und anderen Variablen leicht verändert

---

<sup>36</sup> | Das Massachusetts Institute of Technology ist eine Institution, welche Studenten und Forscher auf dem Gebiet der Technologie und Wissenschaft lehrt, damit diese der Welt im 21. Jahrhundert gute Dienste leisten können. Herausragende technologische Projekte wurden am MIT entwickelt und die Forschung wird immer an einen extremen Punkt getrieben. 1865 wurden an der Institution die ersten Studenten aufgenommen, nachdem der Naturwissenschaftler William Barton Rogers sich für das Institut eingesetzt und dessen Grundprinzipien aufgesetzt hatte. Rogers Grundgedanke war eine erfolgreiche Verknüpfung von Lehre, Forschung sowie die Auseinandersetzung mit realen Problemen unserer Welt. Er kreierte gewissermaßen das wissenschaftliche Laboratorium. Heutzutage hat das MIT weltweit einen elitären Status und ist ebenso unabhängig. Jede Person am MIT ist Teil der MIT Gemeinschaft und wird dementsprechend respektiert und behandelt.

<sup>37</sup> | CAD steht für „Computer Aided Design“ oder „Computer Aided Drafting“ und wird im Kapitel 6.2 | METHODIK genauer beschrieben.

<sup>38</sup> | Die CAD Software AutoCAD wurde nach einer langen Entwicklungszeit 1982 veröffentlicht und zum Verkauf angeboten. Es war eines der ersten CAD Programme, welche auf PCs ausgeführt werden konnte. Dies stand im Gegensatz zur damals verwendeten CAD Software, welche nur auf, mit dem Hauptcomputer verbundenen, graphischen Datenstationen oder Mini- Recheneinheiten betrieben werden konnte. Die Programmiersprache basiert auf C++ und die Funktionen wurden und werden im Laufe der Entwicklung enorm weiterentwickelt.

<sup>39</sup> | Vgl. Asterios Agkathidis, Markus Hudert, Gabi Schilling in | Form Defining Strategies | 2007

werden kann, ohne die Geometrie in zeichnerischer Weise mit einem rein graphischen Interface zu bearbeiten. Dies ist besonders bei komplexer und mühsam erstellter Geometrie hilfreich, da Änderungen mit Parametervariation leicht vorgenommen werden können, anstatt einzelne Linien und 3D Objekte neu zu zeichnen, oder diese zeichnerisch an die neuen Anforderungen zu adaptieren.

Prinzipiell besteht jedes Computerprogramm aus einem Code, welcher in einer ausgewählten Programmiersprache geschrieben wurde. Um den künftigen Programm Benutzern die Arbeit mit dem Computerprogramm zu erleichtern, wird ein graphisches Interface für die einfache Steuerung des Computerprogramms verwendet. Der Code selbst bleibt für den allgemeinen Benutzer im Hintergrund verborgen. CAD Programme wie CATIA oder SolidWorks<sup>40</sup> hatten bereits, mit auf Parametern basierendem Design im Basispaket der Software, eine gewisse Verknüpfung, doch die Möglichkeiten waren teils begrenzt und die Benutzung komplex. Der CAD Software Rhinoceros<sup>41</sup>, welche sich anfangs im Produktdesign und mittlerweile auf anderen Gebieten wie Ingenieur- oder Architekturbereich erfolgreich durchgesetzt hat, fehlte anfänglich die graphische Verknüpfung mit reiner Parameterdeformation, da diese nur durch die Programmiersprache RhinoScript<sup>42</sup> zugänglich war. David Rutten<sup>43</sup> kreierte mit der Zusatzsoftware Grasshopper<sup>44</sup> ein graphisches Interface, welches auf Rhinoscript aufbaut und dem Benutzer ein rein graphisches, auf Parametern basierendes Design ermöglicht. Eine erweiterte Verknüpfung mit Rhinoscript und anderen Programmiersprachen, für Benutzer mit erweiterten Programmierkenntnissen, ist dennoch vorhanden. Die Programmierung hat nun die Masse erreicht.

Ein konkretes Beispiel verdeutlicht die Umstände der manchmal krampfhaften Verwendung vom Design, basierend auf Parametern, und die willkürliche Implementierung von heute modernen Begriffen wie Nachhaltigkeit und Energieeffizienz in architektonische Konzepte. Bei der Präsentation von einem ausgewählten Studentenprojekt wurde ein adaptives Netz als eine alternative Fassadenlösung vorgestellt. Konzeptuell wurde das Netz aus einfachen geometrischen Körpern, unter Hilfe von Parametern, zusammengesetzt. Eingeflochtene Sensoren und in Folge reagierende Mechanismen, bewegten das Netz als Reaktion auf sich veränderte Umstände im Gebäudeinneren. Vor allem wurde die Bewegung der sich im Gebäude befindlicher Personen verfolgt. So weit ist es eine logische Auseinandersetzung mit dem Design und dessen Konzept. Das Netz hat sich geöffnet, wenn im Außenbereich viel Helligkeit vorhanden war, und zog sich

---

<sup>40</sup> | Die SolidWorks Corp. wurde im Jahr 1993 von Jon Hirschtick in Zusammenarbeit mit einem Ingenieursteam entwickelt. Das Computerprogramm SolidWorks ist ein 3D basierendes CAD Programm, welches anfänglich von Ingenieuren und nachträglich vermehrt von Architekten benutzt wurde.

<sup>41</sup> | Rhinoceros ist ein Computer basierendes 3D Programm, welches von Robert McNeel & Associates entwickelt wurde. Die Software ist auf „free- form non- uniform rational B- spline“ (NURBS) spezialisiert und ist dank seiner vielen Möglichkeiten in fast allen großen Design- und Architekturbüros präsent. Etliche Zusatzprogramme (Plug- ins) sind vorhanden und erweitern die Funktionen der Basissoftware Rhinoceros.

<sup>42</sup> | RhinoScript ist eine Programmiersprache, durch welche Funktionen, oder sich wiederholende Prozesse, der Software Rhinoceros hinzugefügt werden können. Die Struktur basiert auf der Programmiersprache Visual Basic von Microsoft.

<sup>43</sup> | David Martinus Theodorus Rutten ist Architekt und im Team von Robert McNeel & Associates tätig. Sein Spezialgebiet ist die Programmierung mit Rhinoscript. Zudem ist Rutten für die Kreation der Zusatzsoftware Grasshopper für das Rhinoceros Softwarepaket verantwortlich.

<sup>44</sup> | Grasshopper bedient sich generativer Algorithmen und wird vom Benutzer durch ein graphisches Interface gesteuert. Die Zusatzsoftware für Rhinoceros wurde von David Rutten kreierte, um Personen mit limitierten Programmierungskenntnissen, den Zugang zum generativen Design auf Parameterbasis, zu erleichtern. Eine erweiterte Verknüpfung mit Zusatzprogrammen und Funktionen ermöglicht Programmierern erweiterte Komplexität im Umgang mit Grasshopper und Rhinoceros.

zusammen, wenn schwaches Licht präsent war. Da die Grundelemente der Architektur Raum und Licht sind, stellt sich die Frage, welcher Logik die Idee folgt. In umgekehrter Weise müsste das Gebäude vor allem bei schwachen Lichtverhältnissen möglichst viel Licht ins Gebäude eintreten lassen und bei guten Lichtverhältnissen entweder geöffnet bleiben, oder sich zuziehen, um einen gewünschten Schatteneffekt zu erzielen.

In weiterer Folge wurden dem Netz Photovoltaikmodule aufgetragen, um für eine effiziente Nachhaltigkeit und Energiegenerierung zu sorgen. Vor allem im Zusammenhang mit grüner Energie und dem modernen ökologischen Denken werden schnell Photovoltaikmodule krampfhaft in das Design eingebunden, um ökonomisch und ökologisch korrekt zu handeln. Für eine effiziente Energiegewinnung durch Sonnenstrahlen ist vor allem die Orientierung, wie auch die Fläche von größter Wichtigkeit. Zudem ist das Material für die Energiegewinnung ebenso ein sehr wesentlicher Faktor, da beispielsweise mit Nanomaterialien<sup>45</sup> versehene Solarzellen für eine effizientere Ausbeute verantwortlich sind. Ein Netz mit Photovoltaikmodulen zu versehen ist somit nicht die kühnste Erfindung, da die vorhandene Fläche wenig Energiegewinn verspricht.

Einem ähnlichen Szenario folgen, hat ein anderes Studentenprojekt sich drehende Solarpaneele auf dem Dach vorgeschlagen. Die Solarpaneele sollten dem Sonnenstand folgen und somit zur Steigerung der Energieausbeute beitragen. Doch wurde nicht die nötige aufgewendete Energie für die Drehung, sowie die Eigenbeschattung, durch die unglückliche Lage der Paneele selbst, berücksichtigt.

Es wird verdeutlicht, dass trotz all dem technologischen Fortschritt und den heute neuen Möglichkeiten immer noch der menschliche Verstand und Intelligenz für den Erfolg eines architektonischen Konzeptes verantwortlich sind.

*The significance of the Mendelsohnian inheritance, the destruction of traditional rules, the rejection of the classical box, the defense of energy, matter and the third dimension, of space-time as a field, and the aspiration towards the organic in the terms of Albert Einstein and Frank Lloyd Wright.*

*Die Bedeutung der mendelsohnischen Erbschaft, die Zerstörung von traditionellen Regeln, die Zurückweisung der klassischen Schachtel, die Verteidigung der Energie, Materie und der dritten Dimension, der Raum-Zeit als ein Gebiet, und die Aspiration zum Organischen im Sinne von Albert Einstein und Frank Lloyd Wright.*

*Erich Mendelsohn in | Erich Mendelsohn | 1985 | S. 9*

---

<sup>45</sup> | Vgl. Kapitel 2.4.1 | NANOTECHNOLOGIE





Die Welt von Morgen kann schon sehr schnell ein anderes Bild annehmen, als es bis dato bekannt ist. Der Grund dafür sind unterschiedliche Faktoren, wie die rasch wachsende Anzahl der Menschen, innovative Technologien, neuartige Materialien auf Grundlage von Polymeren und Nanopartikeln, geschichtliche Erkenntnisse, Klimawandel, Knappheit der Ressourcen, moderner Informationsaustausch in Form von digitalen Daten, Umweltverschmutzung und viele mehr. All diese Faktoren, oder anders beschrieben Variablen, stehen im engen Zusammenhang miteinander und beeinflussen sich gegenseitig.

### TERMINATOR

Neue Technologien haben in der Vergangenheit und werden auch in der Zukunft das Leben grundlegend verändern. Maschinen werden vielleicht sogar intelligenter als Menschen sein und, sich selbst entwickelnde, Roboter eine große Bedrohung für die Erde und dessen Bewohner darstellen. Möglich wäre ein Kampf um die Weltherrschaft zwischen Menschen und superintelligenten Maschinen. Der Film Terminator<sup>46</sup> handelt von einer ähnlich handelnden Zukunftsvision. Ein Kampfroboter der Zukunft wird in die Gegenwart befördert, um die künftige Mutter Sarah Connor des Rebellenanführers John Connor zu ermorden. Aus der Zukunft wird ebenfalls der Widerstandskämpfer Kyle Reese geschickt, um Sarah Connor vor dem Kampfroboter zu beschützen. Das Zukunftsszenario im Film handelt von der Ausrottung der fast gesamten Menschheit durch ein Militärnetzwerk von intelligenten Kampfrobotern. Die interessante Kernaussage in der geschichtlichen Abwicklung und Konzeption des Films ist das übermittelte Misstrauen der Menschen in die moderne Technik. Es ist fraglich wie sehr die Menschen im 21. Jahrhundert von der Technik und den damit verbundenen Maschinen in Abhängigkeit geraten werden oder es beziehungsweise schon eigentlich sind.

Eine hypothetisch angenommene große Gefahr der Zukunft sind superintelligente, sich selbstentwickelnde, Technologien. Computer haben auf einigen Gebieten, wie der Mathematik oder Gedächtnis, die Menschen bereits bei weitem überholt. Maschinen könnten selbst neue Technologien und komplexe Systeme entwickeln.

### ROBOTIK

Hod Lipson<sup>47</sup> hat mit einem Team von Wissenschaftlern an der Cornell Universität in New York, einen sich selbst nachbildenden Roboter entwickelt. Dieser Roboter wurde aus würfelförmigen Modulen zusammengesetzt, welche unabhängig von einander agieren. Ein aus vier Modulen bestehender Roboter kann einen exakten Klon in nur 2,5 Minuten zusammensetzen und bildet sich somit selbst nach<sup>48</sup>. Jedes Modul in

---

<sup>46</sup> | Der Film Terminator kam im Jahr 1984 in die Kinos der USA. Der Erfolg baute sich langsam aber ständig auf und Terminator wurde zu einem Kultfilm. Drei nachfolgende Teile vervollständigten die epische Geschichte. Der Regisseur von Terminator ist James Cameron, welcher durch einen persönlichen Fieberalptraum auf die Idee der Geschichte kam. Cameron ließ sich zusätzlich von Harlan Ellison geschriebenen „Outer Limits-„ Folgen inspirieren. Der Schauspieler Arnold Schwarzenegger konnte dank der Rolle des Terminators seinen Bekanntheitsgrad enorm steigern.

<sup>47</sup> | Hod Lipson ist Assistenzprofessor an der Cornell Universität in Ithaca New York, USA. Als Wissenschaftler forscht er in der Abteilung der Mechanik und Raumfahrt Ingenieurwissenschaft sowie der Abteilung der Computer- und Informationswissenschaft. Unter anderem war Lipson am MIT als Lehrbeauftragter tätig.

<sup>48</sup> | Vgl. [http://news.nationalgeographic.com/news/2005/05/0511\\_050511\\_robots.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2005/05/0511_050511_robots.html) | 16.05.09 | 12:12

Form eines Würfels, besteht aus Plastik und beinhaltet als Kernstück einen Mikroprozessor, einen antreibenden Motor und Elektromagneten. In dem Mikroprozessor ist Information für den Zusammenbau eingebettet. Diese Information enthält Anweisungen für Kontakt ereignisse mit anderen Würfeln und deren Aufbaureihenfolge. Beim momentanen Forschungsstand kann sich ein solch konzipierter Roboter nur selbst nachbilden und hat noch keine anderen Funktionen. In Zukunft könnten noch andere Elemente in das Würfel design integriert werden, wie zum Beispiel Kameras und Greifarme. Anweisungen, in Form von gespeicherter Information im Mikrochip, könnten die Aufgaben und Funktionen des Roboters enorm ausweiten. Als konkretes Beispiel eines sinnvollen Einsatzes dieser Technologie wäre in der Raumfahrt, wobei sich Roboter für die Forschung bei eventuellen Defekten selbst reparieren könnten. Natürlich wäre es vorausgesetzt, dass genügend Ersatzmaterial für die Reparatur bereit stehen würde. Im Moment kann ein solcher Roboter Ersatzmaterial noch nicht selbst produzieren, oder in Analogie mit Menschen gebären.

Außerdem widmet sich Hod Lipson der Entwicklung von speziellen Computersystemen, welche fast selbst denken können. Ein von ihm entwickelter Prototyp, in Form eines Seesterns, ist lernfähig und kann sich das Laufen selbst beibringen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in Form von Daten gespeichert und die Weiterentwicklung setzt auf Fehleranalyse. Der Seesternroboter lernt selbst sich fortzubewegen, jedoch nicht unbedingt auf die Art und Weise, wie es sich die Wissenschaftler vorgestellt hatten. Natürlich basiert diese Lernfähigkeit immer noch auf Programmierung und Datenspeicherung. Durch weiterentwickelte Technologien und neue Denkkonzepte könnte dieser, noch zur Zeit herrschende Umstand, rasch geändert und adaptiert werden.

Der nächste logische Schritt in Richtung selbstdenkender und agierender Maschinen ist die Verknüpfung von Maschine und Mensch. Maschinen werden mit menschlichen Zellen kombiniert um neue vielversprechende Eigenschaften zu bekommen. Professor Kevin Warwick<sup>49</sup> befasst sich mit der Forschung auf dem Gebiet kybernetischer Organismen. Bei einem Experiment hat man seinem Körper chirurgisch ein Implantat in die Nerven seines linken Armes eingefügt. Dieses Implantat sollte sein Nervensystem direkt mit einem Computer verbinden um Informationen zu sammeln. Analog wurden Rattenhirnen Zellen entnommen und denen Elektroden integriert. Die Funktion der Elektroden ist, Impulse der Zellen aufzunehmen und diese an, in Roboter integrierte Computersysteme, zu leiten. Die Impulse geben somit dem Roboter Anweisungen für unterschiedliche Vorgehensmuster<sup>50</sup>.

## CYBORGS

Ein weiteres erfolgreiches Experiment war die rein elektronische Kommunikation zwischen den Nervensystemen zweier Menschen. Dies sind Experimente welche auf dem Gebiet der Bioethik<sup>51</sup> viel diskutiert werden und noch Unklarheit herrscht bis zu welchem Punkt eine Verbindung zwischen menschlicher und technischer Materie

---

<sup>49</sup> | Kevin Warwick ist Professor an der Reading Universität in Berkshire, England. Er widmet sich der Forschung von künstlicher Intelligenz, biomedizinischen Ingenieurwissenschaften und Robotik. Warwick wurde in Coventry England geboren und verließ vorzeitig die Schule, um für die englische Telekom zu arbeiten. An der Aston Universität hat er danach sein Studium absolviert und eine wissenschaftliche Arbeit an dem Imperial College in London verfasst. Die Ideen seiner Arbeit werden inhaltlich bei vielen Vorlesungen und Lehrveranstaltungen an Universitäten wie Harvard, Stanford und MIT verwendet.

<sup>50</sup> | Vgl. Kevin Warwick in | Artificial Intelligence: The Basics | 2011

<sup>51</sup> | Die Bioethik ist ein definiertes Teilgebiet der Ethik und befasst sich mit dem Umgang von Menschen, der Natur und mit biotechnischen Anwendungen. Moralische Richtlinien für den Umgang mit menschlichem Leben werden diskutiert.

toleriert werden kann. Kevin Warwick wird in seinem Forschungsgebiet als einer der Vorreiter angesehen<sup>52</sup>.

## MICROBOTICS

Das Unternehmen Microbotics<sup>53</sup> beschäftigt sich mit dem Bau kleinster Robotereinheiten. Diese werden auch in Annäherung des Abbildes von Insekten kreiert, um deren positiven Eigenschaften zu übernehmen. Um den Flügelschlag und die sehr schnellen Bewegungen einer Fliege zu simulieren, müssen bestimmte neuartige Materialien, basierend auf Kunststoffen, eingesetzt werden. Spezifische Anforderungen, wie Leichtigkeit und Flexibilität, müssen von diesen Spezialkunststoffen erfüllt werden.

Je kleiner die Robotereinheiten kreiert werden können, desto mehr eignen sich diese für die Herstellung in Massen und können somit, von der Definition her, als ein billiges Massenprodukt angesehen werden. Visionen von ganzen Schwärmen, bestehend aus diesen fliegenden Robotereinheiten, könnten schon bald realisiert werden und der Menschheit vom großen Nutzen sein. Solche theoretischen Konzepte werden in der Schwarmrobotik diskutiert<sup>54</sup>. Die Schwärme könnten noch unbekannte Gebiete erforschen, welche für Menschen zu gefährlich wären, oder in kleinste Bereiche vordringen, deren Dimensionen eine Erforschung durch Menschen nicht ermöglichen würde. Mit Sensoren oder ähnlichen Hilfsmitteln ausgestattete Schwärme, könnten vom Schnee verschüttete Menschen schneller entdecken und somit zu einer raschen Bergungsaktion beitragen.

Der Bau solch kleiner Robotereinheiten ist dank, der im letzten Jahrzehnt entwickelten Mikrosysteme<sup>55</sup> (MEMS) und Mikrosteuerungseinheiten, möglich. Damit eine Robotereinheit wirkungsvoll Aufgaben erfüllt und dessen Größe den Mikrobereich nicht überschreitet, muss die Energiezufuhreinheit auch möglichst klein und dazu sehr effizient konzipiert werden. Für die Energiezufuhr sind meistens sehr kleine und zudem leichte Batterien verantwortlich. Verbesserte Versionen der Energiezufuhr sind Einheiten, welche die benötigte Energie aus der Umgebung schöpfen, wie zum Beispiel vom Sonnenlicht. Mit Hilfe drahtloser Netzwerke ist eine breitflächige Kommunikation und Datenübertragung problemlos möglich. Diese Technologie kann auch auf die kleinen Robotereinheiten angewandt werden, wodurch diese wirkungsvollere Aufgaben erfüllen könnten.

## NANOBOTS

Wenn die neuen Erkenntnisse an die Nanotechnologie appliziert werden, ist eine massenhafte Besiedelung des Planeten Erde durch winzige Roboter möglich. Hierbei handelt es sich um Nanobots, deren Größe für den Menschen kaum begreifbar ist. Die Nanobots arbeiten auf molekularer Ebene und bestehen aus Atomen und Molekülen. Deren Größe ist für das menschliche Auge sozusagen unsichtbar und im Vergleich mit

---

<sup>52</sup> | Vgl. [http://news.nationalgeographic.com/news/2005/05/0511\\_050511\\_robots.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2005/05/0511_050511_robots.html) | 16.05.09 | 14:05

<sup>53</sup> | Der Begriff Microbotics bezieht sich auf das Forschungsgebiet der Miniaturrobotik. Die Größe der entwickelten Roboter ist kleiner als ein Millimeter. Ein Nanoroboter würde eine charakteristische Größe von einem Mikrometer besitzen.

<sup>54</sup> | Vgl. Vito Trianni in | Evolutionary Swarm Robotics: Evolving Self-Organising Behaviours in Groups of Autonomous Robots (Studies in Computational Intelligence) | 2010

<sup>55</sup> | MEMS bezeichnet die Abkürzung von der englischsprachigen Bezeichnung „Micro-Electro-Mechanical Systems“. In Japan wird dagegen vorwiegend der Begriff „Micromachines“ verwendet. Ein Mikrosystem besteht hauptsächlich aus Aktuatoren, Sensoren und einer Steuerungseinheit auf dem Chip. Die Komponenten eines Mikrosystems haben Größenordnungen im Mikrometerbereich, woraus sich auch die Bezeichnung ableitet.

unserer Umwelt könnte schon ein winziges Staubkorn ein Nanoroboter sein<sup>56</sup>. Nanobots könnten auch in dem menschlichen Körper eingesetzt werden und sind so geschaffen, wie das Leben selbst, zu agieren. Die Intelligenz der Nanobots ist nicht auf eine Nanoboteinheit beschränkt, sondern bezieht sich auf die kollektive Intelligenz von Millionen, von zusammen arbeitenden, Nanobots.

Nanobots sind winzige Maschinen, welche der menschlichen Rasse von Nutzen sein sollen. Doch könnten sich die von Menschen erschafften Nanobots gegen die Erschaffer selbst wenden. Durch die neuartigen Technologien entstehen aber auch potenzielle Gefahren. Da Nanobots sich selbst vermehren können, steht einer Massenansiedlung des Planeten Erde nichts mehr im Weg. Eventuelle Fehlfunktionen ihrer Systeme und Programmstörungen könnten unerwünschte Folgen haben<sup>57</sup>. Das „Grey Goo“ Szenario beschreibt eine Welt, welche von kleinen Nanobots, bestehend aus Nanoteilchen, buchstäblich aufgefrassen wird. Da mögliche Gefahren bald Wirklichkeit sein könnten, müssen ebenso viele Sicherheitsebenen geschaffen werden. Dies würde bedeuten, dass in die Welt der Nanobots auch ein Sicherheitssystem impliziert werden müsste. Dieses könnte in Form von „Blue Goo“, einer so genannten Polizei, als ein Immunsystem in der Nanowelt agieren und die defekten Nanobots bekämpfen, sowie kontrollieren<sup>58</sup>.

Ed Lu<sup>59</sup> sieht Asteroiden als eine vielleicht fatale natürliche Bedrohung. Durch diese Naturgewalt sind schon die einst so mächtigen Dinosaurier ausgelöscht worden. Ein Asteroid mit nur fünfundvierzig Meter Durchmesser könnte eine gesamte Großstadt in einigen Augenblicken auslöschen. 1908 kam es zu einer riesigen Explosion über Sibirien, in der Nähe von Kirensk<sup>60</sup>. In einer Höhe von ungefähr sechs Kilometern in der Atmosphäre ist ein Asteroid auseinander gebrochen und hat eine Explosion verursacht. Die Auswirkung des Asteroiden war verheerend und zugleich einschüchternd. Ed Lu widmet sich der Beobachtung von Asteroiden, um potenzielle Gefahren frühzeitig zu erkennen. Bei einem Notfall könnten unbemannte Raumschiffe ins Weltall geschossen werden, um mit eigener Anziehungskraft die Laufbahn eines bedrohend wirkenden Asteroiden zu verändern und von der Erde abzuwenden.

## KATASTROPHEN

Weitere natürliche Gefahren sind beispielsweise Hurrikans. Infolge wissenschaftlicher Prognosen werden Stürme in naher Zukunft stärker und werden zugleich auch länger

---

<sup>56</sup> | Vgl. Cao Guozhong, Wang Ying in | Nanostructures and nanomaterials : synthesis, properties, and applications | 2011

<sup>57</sup> | Vgl. Fritz Allhoff, Patrick Lin, James Moor and John Weckert in | Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology | 2007

<sup>58</sup> | Vgl. Hephaestus Books in | Artificial Life, including: Clanking Replicator, Self-replication, Flocking (behavior), Langton's Ant, Autocatalytic Set, Grey Goo, Creatures ... Organism, Avida, Code Of The Lifemaker | 2011

<sup>59</sup> | Edward Tsang Lu ist ehemaliger amerikanischer Astronaut, sowie Physiker und wurde 1963 in Springfield, USA geboren. Studiert hat er an der Cornell Universität in Ithaca, New York, USA und hat sich auf Solarphysik spezialisiert. Nachträglich verfasste er eine wissenschaftliche Arbeit an der Stanford Universität in Kalifornien, USA. Er nahm an zwei „Space Shuttle“ Missionen teil und hatte einen längeren Aufenthalt auf der internationalen Raumstation, wobei sein Interesse vor allem Asteroiden galt. Nachdem er im Dienst der NASA tätig war, gründete er die B612 Institution, welche sich auf kontrollierte Orbitänderung ausgewählter Asteroiden konzentriert.

<sup>60</sup> | Kirensk ist ein Dorf in Sibirien, Russland mit einer Einwohnereinzahl von ca. 14.000 Menschen. Es ist am Kirenga und Lena Fluss angesiedelt und hat keine wirkliche Straßen- oder Eisenbahnverbindung zu anderen größeren Städten. Die Verbindung mit der Außenwelt erfolgt mit dem Schiff oder per Flugzeug.

anhalten. Der Astrologe Ross Hoffman<sup>61</sup> beschäftigt sich mit der Prävention bedrohlicher Hurrikans. Da Hurrikans aus verschiedenen Variablen bestehen und das Chaos bestimmend ist, kann eine leichte Veränderung einer dieser Variablen die Richtung eines solchen Hurrikans drastisch verändern. Die Absenkung der Temperatur um einen Grad Celsius verändert schon die Laufbahn eines Hurrikans. Die Temperaturabsenkung kann durch, in die Nähe eines Hurrikans geleitete und speziell agierende Satelliten, erzwungen werden.

In dreißig Jahren kann ein Liter Wasser teurer als ein Liter Erdöl sein. Nur drei Prozent des auf dem Planeten Erde existierenden Wassers sind trinkbar. Die stetig wachsende Menschenanzahl und die schlechte Versorgung in den Entwicklungsländern, verstärken dieses Problem. Dean Kamen<sup>62</sup> entwickelte den „Slimshot“ Apparat, welcher jegliches Schmutzwasser in Trinkwasser aufbereiten kann. Der Apparat funktioniert nach einem einfachen, aber effektiven Prinzip. Das Schmutzwasser wird erhitzt und das saubere Wasser löst sich in Form von Dampf auf, wobei Gifte und Schwermetalle am Boden des Apparats verbleibenden. Mit einem „Slimshot“ Apparat ist es möglich am Tag bis zu tausend Liter Trinkwasser aufzubereiten. Der Energiebedarf für diesen Prozess wurde herabgesetzt, damit der Apparat auch mobil eingesetzt werden kann. Wenn der Apparat in Massen produziert wird, kann er schon sehr günstig für einen Preis von ca. zweitausend Dollar erworben werden. Damit Produkte günstig auf dem Weltmarkt angeboten werden können, müssen diese in Massen produziert werden, da dabei die Herstellungskosten und andere darauf reagierende Faktoren, gesenkt werden.

Zukunftstheoretiker sehen einen künftigen Nahrungsmangel als ein möglich potenzielles Problem. Um der möglichen Nahrungsknappheit vorzubeugen, werden vorsichtshalber Saatguthaben an verschiedenen Standorten erstellt. Diese sollten bei Naturkatastrophen, oder ausbrechenden Kriegen, für zur Verfügung stehende, Saatgut sorgen. Der Global „Seed Vault“<sup>63</sup> ist der wohl größte und sicherste Saatgutspeicher der Welt. Das größte Saatgutbankensystem für Reis befindet sich beispielsweise auf den Philippinen<sup>64</sup>.

Neben der Nahrungssicherung ist Datensicherung auch ein sehr wichtiges Gebiet. Momentan hat fast jeder Mensch ungefähr acht Gigabyte an persönlichen Daten und die Tendenz ist steigend. Der Großteil dieser gespeicherten Daten ist persönlich,

---

<sup>61</sup> | Dr. Ross Hoffman ist Astrologe und hat viele Forschungsprojekte für die „US Airforce“ und NASA geleitet. Er ist Mitglied des NASA „Ocean Vector Winds Science Team“ (OVWST), des „Committee on Earth Science of the Space Studies Board for the National Academy of Science“, der „American Meteorological Society“ (AMS) und der „American Geophysical Union“ (AGU).

<sup>62</sup> | Dean Kamen ist Erfinder und wurde 1951 in New York, USA geboren. Am „Worcester Polytechnic Institute“ in Massachusetts, USA brach er sein Studium ab. 1989 gründete er, um Schüler an anwendbaren neuartigen Technologien zu begeistern, die Robotik- Organisation FIRST- „For Inspiration and Recognition of Science and Technology“. Seine wohl bekannteste Erfindung ist der „Segway Personal Transporter“, welcher als Transportmittel genutzt wird.

<sup>63</sup> | Der „Global Seed Vault“ befindet sich auf der Insel Spitsbergen in Norwegen. Der Sinn dieser Samenbank ist es jegliche Samenfamilien, zu denen auch Raritäten gehören, zu speichern. Das Gebäude ist 120 Meter in einem Sandsteinberg situiert und mit etlichen Sicherheitsvorkehrungen versehen. Spitsbergen ist für den „Global Seed Vault“ von idealer geographischer Lage, da es an tektonischen Bewegungen fehlt und im Boden Permafrost herrscht.

<sup>64</sup> | Die Philippinen befinden sich geographisch gesehen im westlichen Pazifischen Ozean. Diese bestehen aus mehr als 7.000 Inseln, derer nur eine geringe Anzahl bewohnt ist. Die Gesamtbevölkerung liegt bei ca. 90.000.000 Einwohnern. Es ist der fünftgrößte Inselstaat der Welt und bekam den Namen nach dem spanischen König Philipp II. Die Hauptstadt der Philippinen ist Manila. Warengüter werden vor allem in Form von Elektronik und Maschinen in die USA und Japan exportiert.

sowie vertraulich und kann in falschen Händen großen Schaden anrichten. Deswegen müssen diese Daten gut gesichert und für Hacker unantastbar gemacht werden. David Evans<sup>65</sup> beschäftigt sich vorwiegend mit neuen Konzepten zur Datensicherung auf digitaler Basis. Das Konzept in Form von „Cloudcomputing“ ist eine sehr sichere Methode zur Datensicherung. Bei „Cloudcomputing“ wird das System als eine große Wolke angesehen, wobei diese aus mehreren Servern auf der ganzen Welt besteht. Somit werden die vom Benutzer gespeicherten Daten in die virtuelle Wolke gespeist und im Hintergrund auf mehreren Servern partiell gespeichert. Erst das erneute Abrufen dieser Daten durch den Benutzer, fügt diese Datenfragmente wieder zusammen und ermöglicht dem Benutzer den Zugang zur kompletten Information. Die Innovation am Konzept ist, dass persönliche Daten, vorausgesetzt es steht das persönlich erstellte Kennwort zur Verfügung, von jedem beliebigen Computer abgerufen werden können<sup>66</sup>. Somit wären die Daten vor Cyberattacken sicher, sowie von jedem Standort aus abrufbar. Konzepte müssen besonders gut geformt werden, wenn es sich um Masse handelt. In diesem Fall wird Masse als eine große Anzahl von Benutzern weltweit definiert. Wenn das Konzept nicht gut durchdacht ist, wird es sobald es an die Masse angewandt wird, zu einem möglichen Desaster.

Neue Technologien, bezogen auf die Kriminalität, können zu einer enormen Verbesserung des Sicherheitsstatus führen. Es wurde eine Waffe erfunden, welche nur vom Besitzer benutzt werden kann. Ein Elektronikelement am Griff der Waffe erkennt, mit Hilfe von zuvor gespeicherte Druckintensität durch biometrische Daten, den Besitzer und erlaubt nur diesem die Waffe abzufeuern. Diese Technologie kann auf unterschiedliche Gebiete übertragen werden. Eine Flugzeugsteuerung reagiert beispielsweise nur auf die Interaktion mit dem zugewiesenen Piloten und sorgt für zusätzliche Sicherheit in der Luftfahrt. Es können Gebäude und Häuser mit den beschriebenen technischen Mitteln versehen werden, um die Sicherheit und Kommodität der Menschen zu erhöhen. Den Anwendungsgebieten sind praktisch keine Grenzen gesetzt.

Laurence Farwell<sup>67</sup> entwickelte das „Brain Finger Printing“, wobei die Reaktionen des Gehirns auf bestimmte gezeigte Begriffe, gemessen werden. Spezifische Information, nach welcher gesucht wird, ist im Gehirn der Versuchsperson gespeichert. Auf einem Bildschirm werden Wörter und Bilder angezeigt und die Reaktion der elektronischen Gehirnwellen der Versuchsperson gemessen und analysiert.

Enorm wichtig ist die Erforschung alternativer Energiequellen, da die Ressourcen auf dem Planeten Erde begrenzt sind. Es wäre intelligent die produzierte Energie der Menschen aufzunehmen und diese in wieder verwertbare Energie umzuwandeln. Ein vielversprechendes Projekt sind spezielle Trittplatten auf dem Boden, welche die von Menschen und Tieren entstehende Bewegungsenergie aufnehmen und diese in eigenen Batterien speichern. Dieses Energiekonzept könnte sogar auf ganze Straßenabschnitte übertragen werden, um die Bewegungsenergie von Fahrzeugen

---

<sup>65</sup> | David Evans ist Datensicherungsmanager und Gründer der „Grass Roots Group“. Er beschäftigt sich mit Projekten des Google Unternehmens. Dazu gehört das Projekt „Street View“, wobei ganze Straßenabschnitte vieler Städte mit Kameras fotografiert werden, um dem Internetbesucher virtuelle Bilder zu veranschaulichen.

<sup>66</sup> | Vgl. Barrie Sosinsky in | Cloud Computing Bible | 2011

<sup>67</sup> | Dr. Laurence Farwell war wissenschaftlicher Partner an der Harvard Universität in Boston, USA und ist nun leitender Wissenschaftler für „Brain Fingerprinting Laboratories, Inc“. Das Time Magazin erklärte ihn zu einem der hundert Erfinder, welche die Picassos und Einsteins des einundzwanzigsten Jahrhunderts sein werden. Das Buch namens „The New Scientific Revolution and the Evidence that Anything Is Possible“ wurde von Farwell im Jahr 2001 veröffentlicht.

aufzunehmen. Praktisch jede entstandene Bewegung könnte als Energieressource zurück gewonnen werden<sup>68</sup>. Prototypen dieser Technologie sind schon am MIT entwickelt worden.

---

<sup>68</sup> | Vgl. Tom J. Kamierski, Steve Beeby in | Energy Harvesting Systems: Principles, Modeling and Applications | 2010





## 2.2 | KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

*You can imagine all the things that a human knows, and trying to list those would just be an endless task, and it might even be an infinite task. But the magic trick is saying, 'No, no, just tell me a few things,' and then the brain — or in this case the Church system, hopefully somewhat analogous to the way the mind does it — can churn out, using its probabilistic calculation, all the consequences and inferences. And also, when you give the system new information, it can figure out the consequences of that."*

*Wenn man sich alle Dinge, welche Menschen kennen, vorstellt, und der Versuch unternommen wird, all diese aufzulisten, könnte dies eine endlose, wenn nicht sogar eine unendliche Aufgabe sein. Aber der magische Trick ist zu behaupten, „Nein, nein, man listet nur ein paar Dinge auf“ und dann würde das Gehirn, in diesem Fall das „Church“ System, hoffentlich etwas analoges zum Verstand, unter der Verwendung des Wahrscheinlichkeitsrechenvorganges, die Konsequenzen, sowie Schlussfolgerungen definieren. Und außerdem, wenn dem System neue Information eingegeben wird, kann es Konsequenzen daraus erarbeiten.  
Nick Chater in | <http://web.mit.edu/newsoffice/2010/ai-unification.html> | 30.03.10 | 11.50*

In dem Zeitraum um 1950 und 1960 haben Wissenschaftler versucht, die Gedanken mit generierten Aussagen (Regeln) aufzulösen. Diese visionäre Idee entwickelte sich schon früh, durch die vorherrschende Komplexität, zu einem äußerst komplexen Forschungsgebiet. Künstliche Gedankengänge wurden somit basierend auf Wahrscheinlichkeitssystemen, bestehend aus großen Datenmengen, definiert. Vergangene Problemstellungen und deren Lösungsszenarien bildeten den Handlungsrahmen von künstlich denkenden Systemen<sup>69</sup>.

Diese Methodik hat zu weiteren Entwicklungen auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz geführt. Zu einer dieser Entwicklungen gehört unter anderem auch die künstliche Spracherkennung. Noah Goodman<sup>70</sup> will nun Aussagen (Regeln) mit bestehenden Wahrscheinlichkeitssystemen kombinieren, um neue Möglichkeiten auf diesem Forschungsgebiet zu kreieren. Anfänglich wurde das Denken als eine logische Schlussfolgerung angesehen. Aussagen (Regeln) wurden in die Programmiersprache integriert, wobei Computeralgorithmen durch Auswertung dieser Aussagen (Regeln) Schlussfolgerungen entwickelten. Umfangreiche Datenbanken haben diese Aussagen (Regeln) gespeichert und waren von Computersystemen zugänglich. Eine dieser Aussagen (Regeln) wäre zum Beispiel, dass ein Fisch schwimmen, somit nicht gehen oder fliegen, kann. Die Hauptfunktion eines Fisches ist somit definiert, doch gibt es natürlich Ausnahmen. Ein Fisch schwimmt nicht, wenn dieser auf dem Land liegt, oder im Netz gefangen ist. Wenn ein Fisch verwundet ist, kann dieser nicht mehr schwimmen und wird nur vom Wasser getrieben. Von Forschern der Künstlichen Intelligenz wurde versucht all diese Aussagen (Regeln), mit integrierten Ausnahmen, in die Programmiersprache zu verknüpfen, doch stellte sich dies als ein hoch komplexes Unterfangen dar.

Künstliche Intelligenz, basierend auf Wahrscheinlichkeitssystemen, bedient sich einer Datenmenge von unterschiedlichen Beispielen einer Aussage (Regel), wobei

---

<sup>69</sup> | Vgl. M. Tim Jones in | Artificial Intelligence: A Systems Approach (Computer Science) | 2008

<sup>70</sup> | Noah Goodman ist forschender Wissenschaftler bei der „Computational Cognitive Science Group“ am MIT in Cambridge, USA. Sein akademischer Hintergrund setzt sich aus Mathematik und Physik zusammen, wobei das momentane Forschungsgebiet unter anderem auf rechenbetonte Modelle der Kognition, mit integrierter Logik und Wahrscheinlichkeit, fokussiert.

Computeralgorithmen deren eigenständige Schlussfolgerungen, erstellen<sup>71</sup>. Ein neues Problem tritt aber auf, wenn von unklar definierten Objekten, sowie deren Assoziationen gesprochen wird. Viele Daten von Fischen führen zu Assoziationen und Gruppierungen durch die gemeinschaftliche Funktion des Schwimmens. Doch ein Hund kann beispielsweise auch, oder auch nicht, mit dem Schwimmen assoziiert werden und somit ist die Zuteilung zu der Fischgruppe fraglich.

Beide Systeme der Generierung von Aussagen (Regeln), sowie Wahrscheinlichkeiten sind im großen Ausmaß noch unvollständig oder fehlerhaft. Noah Goodman will nun mit der eigens entwickelten Programmiersprache „Church<sup>72</sup>“ zu neuen Gebieten vorstoßen. Wie die anfänglichen Programmiersprachen für Künstliche Intelligenz, wird auch „Church“ mit Aussagen (Regeln) definiert. Der große Unterschied besteht jedoch darin, dass diese Aussagen (Regeln) auf Wahrscheinlichkeit beruhen. Dieser Theorie zufolge kann ein Fisch schwimmen, doch ist dieser nicht mehr lebendig, wird die erste Schlussfolgerung korrigiert und dieser spezifische Fisch wird nicht mehr mit dem Schwimmen assoziiert. Basierend auf vergangener Auswertung erlernt das neue System Variationen mit der Zeit, welche von den ersten Forschern der Künstlichen Intelligenz aber noch per Hand kodiert werden mussten und ebenso keine adaptive Lernfähigkeit vorhanden war.

Programmiersprachen und Methodik, zusammengesetzt aus Aussagen (Regeln), sowie Wahrscheinlichkeiten, simulieren somit ein größeres Gebiet von menschlichen Gedankengängen. Zu diesem Zeitpunkt ist die „Church“ Programmiersprache für komplexe Aufgaben noch zu rechenintensiv, doch wird eine künftige Weiterentwicklung sicherlich diesem Umstand zunehmend entgegenwirken. Neue Technologien benötigen Zeit, um optimiert zu werden.

---

<sup>71</sup> | Vgl. N. Chater, M. Oaksford in | The probabilistic mind : prospects for Bayesian cognitive science | 2008

<sup>72</sup> | Die Programmiersprache „Church“ wurde nach dem amerikanischen Mathematiker und Logiker Alonzo Church benannt. Alonzo Church wurde 1903 in Washington DC, USA geboren und studierte in seiner weiteren professionellen Laufbahn an der Princeton Universität. Er war für wichtige Beiträge zur logischen Mathematik, sowie Aussagen über theoretische Computerwissenschaften verantwortlich. Seine Forschung hat stark die „LISP“ sowie weitere Programmiersprachen beeinflusst.

**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Prof. Dr.-Ing. Harald Kloft hält eine Professur für Tragswerksentwurf an der TU Braunschweig und ist mit Prof. Dipl.-Ing. Klaus Fäth Mitbegründer der „osd – office for structural design“ in Frankfurt, Deutschland.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Kennengelernt habe ich Harald Kloft bei seinem Seminar „Architektur und Technologie“ an der TU Graz in 2008, als er die Professur Tragswerksentwurf an der TU Graz hielt. Da die Thematik seines Seminars und meiner Forschungsarbeit sehr viel gemein hatte, führten wir ein Interview, welches 2010 im GAM06 (Grazer Architektur Magazin) veröffentlicht wurde. Im Weiteren ist dieses Interview zu lesen.

Harald Kloft | Jan Kokol | Gosdorf, Österreich | 17.06.2009

Sehr geehrter Professor Kloft. In welche Richtung wird sich die Architektur in den kommenden Jahren weiterentwickeln? Welche Umstände wirken sich im Wesentlichen auf die Entwicklung der Architektur ihrer Meinung nach aus?

*HK | Schönen Guten Tag. Wir sind hier gerade an einer Baustelle vom sogenannten Murturm in Gosdorf. Man hört auch den typischen Baustellenlärm (bezieht sich auf den hohen Geräuschpegel). Es ist eine sehr individuelle Form, die aber nur auf Grund der modernen Technologie, vor allem durch CNC gesteuerte Fertigung und die darauf abgestimmte Planung, realisiert werden konnte. Es sind Möglichkeiten, welche auch in Zukunft im Bauen ausgeübt werden. Dennoch wird in Zukunft das Entscheidende sein, auch inhaltlich dem Bauen und damit verbunden der Architektur, eine definierte Richtung zu geben.*

Kann Architektur als Begriff überhaupt so vereinfacht angesehen werden, oder müssen Teilgebiete betrachtet werden, um letztendlich den Oberbegriff Architektur zu definieren?

*HK | Heute ist insofern eine sehr spannende Zeit, da wir auf der einen Seite eine sehr große Vielfalt von Möglichkeiten haben und auf der anderen Seite, nach wie vor, wie es schon immer war, alles in ein Gebäude integriert werden muss. Wir träumen selbst oft von dem Bild der Vergangenheit, dass der Baumeister in persona Architekt, Ingenieur und Konstrukteur alles in einem machen konnte. Diese Zeit ist meiner Meinung definitiv vorbei. Es ist auch eine Chance. Nichtsdestotrotz stellt sich dann die Frage nach dem Selbstverständnis der einzelnen Profession und ganz besonders natürlich nach dem der Architektur. Ich denke, die Chancen liegen darin, dass man das ursprüngliche Vollbild der Profession, was nach wie vor existiert, bzw. existieren muss, bei einem Projekt neu definiert und diese eine Person als Team symbolisiert wird. Das heißt, die Person des Architekten ist vielleicht heute das Team, das Team der ganzen Fachplaner. Das ist eben das, was sich auch mit dem integralen Entwerfen, dem integralen Planen versteht. Dass es nicht mehr dieses hierarchische Denken einer Person ist, sondern dass es heute das Team ist.*

Die momentane Wirtschaftskrise hat starken Einfluss auf Architektur und zwingt diese sich neu zu orientieren, um einen wirtschaftlich effizienteren Weg einzuschlagen. Kann ein solch wirtschaftlicher Umstand, auf längere Sicht gesehen, den sich entwickelnden Stil in der Architektur permanent beeinflussen?

*HK | Ich sehe es so, dass die Wirtschaftskrise derzeit vor allen Dingen Pluspunkte für das Bauen bringt. Denn die Immobile und die Gebäude sind eigentlich von einem substanziellen Wert und dieser Wert ist in den letzten Jahren mehr und mehr verloren gegangen. Das heißt, das Investment in Immobilien wurde immer mehr von Investitionsentscheidungen getragen, von schnellen Amortisationen ohne Renditen und das, was das Gebäude eigentlich kann, nämlich langfristig von Nutzen sein, ist dabei verloren gegangen. Die Immobilienbranche ist aus meiner Sicht sicher eine der gewinnenden Branchen in dieser Krise.*

Wird sich das ihrer Meinung nach auch so weiter entwickeln?

*HK | Ob sich dies so weiter entwickelt, ist schwierig zu sagen, aber wir sehen zur Zeit, dass diese Diskussion um Nachhaltigkeit eine Dynamik entfacht, wie wir sie uns insgesamt vor zwei Jahren, und speziell bei Autos oder auch Gebäuden, nicht vorstellen konnten. Seit Jahren wird diskutiert, dass der Energieverbrauch reduziert werden muss, es wird überlegt Gebäude effizienter in dieser Hinsicht zu gestalten. Aber erst jetzt, wo man merkt, dass damit geldwerter Vorteil verbunden ist, entfaltet sich diese Dynamik, die auch im Markt wirksam wird. In diesem Jahr zum Beispiel kommt man gar nicht hinterher, die ganzen Konjunkturprogramme umzusetzen. Die Nachfrage nach Zertifikaten, dass die Gebäude LEED, oder mit dieser neuen DGNB Zertifizierung mit Gold, Silber und Bronze zertifiziert sind, ist auch gestiegen. Dieser Umstand bringt jetzt unheimlich Dynamik in die Immobilienbranche und greift auch mit in die Architektur ein.*

Wie begreifen Sie die im Moment aktuellen Technologietrends und wie definieren Sie diese? Von wem werden Technologietrends geformt und von welchen wesentlichen Faktoren hängen diese ab?

*HK | Da müssen wir erst einmal diskutieren was Technologietrends sind. Also, welche Technologietrends sind gemeint?*

Damit ist modernste Technologie im Zusammenhang und Implizierung mit Architektur gemeint. Kann Architektur ohne Technologie auskommen? Wie sehen künftig mögliche Szenarien aus?

*HK | Technologie, also Technik und Technologie ist etwas, dass seit jeher sehr nah mit der Architektur und dem Bauen verbunden ist. Auch hier ist es wichtig zu unterscheiden. Es gibt einfach Technologien, die in ihrer Effizienz so im Bauen gar nicht gebraucht werden und umgekehrt gibt es wiederum spezielle Technologien, die man im Bauen brauchen könnte, wo die Industrie aber aufgrund der vielleicht geringen Nachfrage, oder weil es nicht dieses geregelte Produkt Haus gibt, kein richtiges Interesse hat. Ich nenne nur einmal Verbundmaterialien, Leichtbaumaterialien, extrem leistungsfähige Plattenmaterialien, die im Flugzeugbau, der Raumfahrt, Automobilbau, Schiffsbau, also in allem wo man Energie zur Bewegung braucht, enorm effizient und enorm wichtig sind. Diese Materialien sind aber bei einem statischen Gebäude eigentlich uninteressant. Bei einem statischen Gebäude ist eigentlich eine dicke Decke oder eine dicke Wand auch von Vorteil, weil sie einfach Speichermasse gibt, weil sie eigentlich per se passiv schon das Gebäude zu klimatisieren hilft. Lediglich bei extremen Bauaufgaben, nennen wir einmal bei großen Brücken oder Hochhausstragwerken, ist natürlich die Leistungsfähigkeit der Technologie und der Materialien gefordert. Ich denke, dass das interessanteste im Bauen nach wie vor die Digitalisierung ist. Dort also die Kommunikation, die 3D Planung, der sogenannte „digital Workflow“ Chancen bietet, auf Effizienz im Bauen, im Planungsprozess und auch in der Fertigung, einzugehen.*

Die nächste Frage ist auch damit verbunden, da in vielen Architekturbüros weltweit zunehmend großer Wert auf digitale Architektur, sowohl in der Entwurfs- wie auch in der Planungsphase, gesetzt wird. Welcher Ideologie folgt dieses Schema und wie sehen Sie die weitere Entwicklung digitaler Architektur? Werden sich Architekten vielleicht in Zukunft ihrer abwenden und zu anfangs üblichen Mitteln greifen? Viele bekannte Architekturbüros entwerfen schon auf digitaler Basis und fangen vielleicht gar nicht mehr mit Skizzen an. Heutzutage ist der Computer sehr in den Entwurfsprozess mitintegriert.

*HK | Es ist eine sehr vielschichtige Frage. Die Digitalisierung, gerade auch im Planungsprozess, hat erstmal in den letzten Jahren zu ganz neuen Formen geführt. Dinge die man sich früher nur vorstellen und vielleicht auch in Modellen bearbeiten konnte, waren nicht möglich, in einen eins zu eins Maßstab, zu übersetzen. Nehmen Sie nur beispielsweise Projekte von Friedrich Kiesler, der mit seinem futuristischen Projekten in den fünfziger, sechziger Jahren wie „Endless House“, schon immer ganz andere Visionen hatte, wie menschliche Behausungen aussehen und hat davon Skizzen und Modelle gefertigt, die aber nicht verlinkt waren. Heute sagen wir die Skizzen, die Modelle sind nicht aus einem Datensatz, denn es waren alles Unikate, die zwar das gleich ausdrücken sollten, aber nicht geeignet waren, um Kombination und damit die Transformation von Daten zu ermöglichen. Es ist der große Vorteil, dass man heute eben das Digitale mit Daten verbinden kann und diese dann eben von der Entwurfsfindung bis in die Fertigung auch transportieren kann. Damit kann man eben auch Projekte von ungeahnter Komplexität realisieren. Das hat die letzten Jahre das Bauen bestimmt, diese Möglichkeit sowie auch das Experimentelle. Jetzt kommt eigentlich die Phase, um es zu überprüfen, wie sinnvoll das ist. Das Thema der Logik der Form ist eigentlich das, was jetzt ansteht. Man hat nun gewisse Erfahrung, was mit diesen Technologien machbar ist und es stellt sich mehr und mehr die Frage was man damit machen soll? Wohin geht auch die Richtung in der Form? Dass man gewisse Form erzeugen kann, heißt noch lange nicht, dass deswegen gute Architektur entsteht.*

In vergangenen Baustilen, wie beispielsweise dem Jugendstil, wurden Formen, welche sich an keiner strikten Geometrie orientierten, konzipiert und produziert. Im Gegensatz zu den meisten heutigen architektonischen Projekten wurden die damaligen Formen mit handwerklicher Arbeit gefertigt. Wie kam es zu diesem immer stärker werdenden Wunsch nach Rationalisierung und Digitalisierung im Vergleich zu früheren Baustilen, da handwerkliche Arbeit heute nicht mehr so sehr geschätzt wird?

*HK | Nun ja, ich würde mal sagen, dass diese Jugendstilformen schon logische Formen sind, denn diese Formen sind aus dem Handwerk heraus und aus dem Material heraus entwickelt. Sie sind nicht geistigen Ursprungs, welche dann umgesetzt versucht worden sind, sondern man hat aus einem Material heraus das möglichst Machbare herausgeholt. Das ist eigentlich ein ganz großer Unterschied zu der heutigen digitalen Zeit, wobei man eigentlich erst eine Formvorstellung aus der digitalen Welt entwickelt und dann auf dem Weg in die Realität nach einem Material sucht. Das bringt nachfolgend auch diese Widersprüche in Form und Material zutage, die wir heute des Öfteren erleben, wenn man sich fragt, wie so ein Material eigentlich in so eine Form gebracht werden kann. Heute besteht die Chance eigentlich darin, dass man über die digitalen Technologien, sozusagen das „Digital Crafting“, das digitalisierte handwerkliche Detail, das was im Handwerk an Verbindungen, an Material*

*gerechten Konstruktionen, möglich war, wieder zurückholt, weil es nun bezahlbar wird. Die Industrialisierung hat ja eigentlich zur Monotonie geführt, weil eben das Material immer billiger wurde und der Arbeitslohn immer teurer war, und heute hat man eigentlich die Chance diesen Prozess nicht wieder umzukehren, aber da wieder eine interaktive Komponente einzubringen.*

Sie haben sich früher auf die Automobil-, Flugzeug- und Schiffsbauindustrie bezogen. Die Produktionsweisen und deren Verfahren auf dem Gebiet der Architektur sind im Vergleich zur Automobil-, Flugzeug- und Schiffsbauindustrie fast auf einem veralteten Stand, oder nutzen die schon bekannten digitalen und industriellen Vorteile erst seit einigen wenigen Jahren. Wie lässt sich dieser Umstand erklären? Warten Architekten erst, dass sich modernste Design- und Herstellungsmethoden auf anderen Industriegebieten bewähren, um diese anschließend zum eigenen Nutzen zu verwenden, wie es das Beispiel des Guggenheim Museums von Frank Gehry über die Spezialsoftware Catia war? Ich habe das Gefühl, dass Architektur immer einen Schritt nachhängt.

*HK | Ja, Architektur hängt immer einen Schritt nach, das Gefühl ist richtig, und wird auch immer nachhängen, wenn man das als nachhängen sehen will. Ich würde einfach sagen, dass Architektur und das Bauen ein Produktionszweig sind, die einfach anders funktionieren und immer anders funktionieren werden. Wir haben nicht das Produkt Haus, wir haben nicht den BMW oder den Mercedes oder den Ford, sondern wir haben für jede Situation, für jede Aufgabe das entsprechende und passende Bauwerk zu entwerfen, mit einem jeweils neuen Team von Planern. Die Aufgabe wird von daher immer sein, für diese jeweils gestellte Aufgabe die effizienteste und wirtschaftlichste, trotzdem aber die gestalterisch anspruchsvollste Lösung zu entwickeln.*

Ist eine hundertprozentige Rationalisierung überhaupt sinnvoll, oder gibt es einen gewissen Grad, ab welchem die Rationalität nichts mehr mit Effizienz gemein hat?

*HK | Rationalisierung ist immer gekoppelt, und das ist da eben der Unterschied zu der Automobil- oder zu anderen Industriezweigen, an Wiederholungen. Das heißt also, wenn ich Produktions- und Fertigungsprozesse optimieren will, muss ich sie wiederholen. Sobald ich immer in Einmal Prozessen denke, das heißt das Bauwerk als Unikat, als Prototyp ansehe, wird es nie wirtschaftlich und sinnvoll sein, einen Prozess der Wiederholungen zu starten. Es ist, denke ich, die Aufgabe zu überprüfen, ob es auch sinnvoll ist. Ein Hochhausstragwerk zum Beispiel, hat eine Fassade von mehreren tausend Quadratmetern. Für solche Projekte ist es immer sinnvoll eine abgestimmte Fassadenkonstruktion, ein eigenes Profil zu entwickeln. Da nimmt man kein Fertigprofil. Wenn die Fassade aber nur einige hundert Quadratmeter hat, lohnt sich das nicht. Das heißt, es ist immer eine Frage nach der Menge der Stückzahl. Entweder hat man ein Projekt von einer Größenordnung, wo es eine große Wiederholung gibt, und sich dies lohnt, oder man hat eben ein Projekt, ein Objekt, ein Gebäude, bei welchen Wiederholung nicht eingesetzt werden kann. Es ist ja auch eine Chance. Mein erstes Projekt, zum Beispiel, was ich für Bollinger + Grohmann realisieren durfte und konnte, war der „Bubble“ von BMW, das erste voll digital geplante Objekt,*



ein Ausstellungspavillon. Da existieren alle Daten. Der wurde einmal gebaut, nach vierzehn Tagen wieder rückgebaut und dann verschrottet. Den könnte man sofort wieder auflegen und neu bauen und am beliebigen Ort hinstellen, sowie zehn oder hundert davon realisieren. Die Frage ist nur, wer investiert? Wer investiert in zehn oder hundert Produktionen des Projektes „Bubble“, wer vertreibt sie, wer vermarktet sie, wer verkauft sie? Das heißt also im Grunde, dass es diese Unternehmenskultur in der Bauwirtschaft gar nicht gibt, indem man sich ein Gebäude als Produkt annimmt, es sei denn man vergleicht es mit den Fertighausherstellern. Da ist aber auch noch ein Imageproblem vorhanden welches es in Zukunft zu verbessern gilt.

Sie sehen aber eine Möglichkeit, dass dieses Imageproblem künftig verbessert wird?

HK | Ja, die Chance besteht. Man sieht es ja auch wie schnell sich das Umweltimage verändert hat. Vor zehn Jahren haben die Leute vor einem Passivhaus Angst gehabt. Heute ist es so, dass der allgemeine Bürger ein Passivhaus von einem Planer fordert, ohne vielleicht, genauso wie vor zehn Jahren, nicht zu wissen was es ist. Das Passivhaus hat aber mittlerweile ein positives Image, obwohl dieser Name eigentlich ein Synonym, oder vom Namen her ein schlechter „Brand“ ist. Zur Zeit ist es nun doch ein positiv besetzter Begriff, und man sieht wie schnell sich das transformieren kann. Ich denke, dass die Initiative von der Branche selbst kommen muss und wenn sie heute sagen, dass sie ein Gebäude, ein Wohnhaus, für hunderttausend Euro, in welchem sie zehn Jahre darin leben können, entwickeln, bin ich mir sicher, dass sie einen Markt damit aufbauen werden.

Wenn von rationalisierten Produktionsprozessen gesprochen wird, wird im Zusammenhang anschließend von der rationalen Fabrik und der Massenproduktion gesprochen. In weiterer Folge entwickelte sich daraus die Mass Customization. Im welchen Bereich sehen Sie die Vorteile der Mass Customization, sowohl auch deren Nachteile?

HK | Mass Customization ist einfach schon begrifflich ein Wort, wie vorhin schon beim Passivhaus erwähnt, welches mit einem Negativimage besetzt ist. Man müsste anfangen es in einen vorteilhaften Begriff zu bringen. Komischer Weise wird beim Bauen von Mass Customization gesprochen, wenn man sich aber in der Automobilbranche bewegt, wird man diese Begriffe nicht finden. Ich sehe einfach die Chance darin, dass man... Oder sagen wir es einmal so, dass wenn wir uns die Automobilbranche anschauen, die Entwicklung dahin geht, dass das Auto immer individueller wird. Die Automobilbranche schaut eigentlich neidig auf uns, da wir immer wieder für jeden Kunden ein eigenes, individuelles und zugeschnittenes Haus bauen. Wir schauen vielleicht neidig auf die Automobilbranche, da wir sehen, wie professionell die Prozesse dort entwickelt werden und ich denke, dass eine Annäherung in den nächsten Jahren möglich ist. Beim Bauen finden Prozesse statt, wo man eigentlich individuell, zugeschnitten, aber doch nach einem sehr realen oder einem industriellen Prozess effizient, auch wenn nicht das ganze Haus, aber mindestens Teile davon, produzieren kann.

Demnach hat Mass Customization in der Architektur ihrem Urteil nach eine glanzvolle Zukunft?

*HK | Ob diese eine glanzvolle Zukunft hat, weiß ich nicht. Ich würde einfach sagen, dass diese serielle Fertigung, von mir aus auch die Mass Customization, eine eigentlich unabdingbare Notwendigkeit ist, um in Zukunft auch die Themen der Nachhaltigkeit in die Architektur, sowie in das Bauen zu integrieren.*

Um Professor Cody Brian zu zitieren, hat Mass Customization, sofern diese nicht in energieeffiziente Konzepte eingebunden ist, keine Zukunft? Wo besteht der Zusammenhang zwischen Mass Customization und Energie, sowohl der aus ihr entsprungene Energieeffizienz?

*HK | Das ist völlig korrekt. Wenn man jetzt in die Vergangenheit schaut und überlegt, was beim Beton in den siebziger Jahren passiert ist, bei dieser Mass Customization, dieser sinnlosen Vervielfältigung, die vom Markt und damit auch von den Menschen nicht angenommen wurde, dann entdeckt man eben genau das Thema der Energie, des Energieinhaltes dahinter. Ich bezeichne es gerne als Ressourceneffizienz. Die Chance steckt eigentlich darin, wenn man kontrollierte Prozesse steuert und über eine kontrollierte Vervielfältigung nachdenkt, dass man da auch ganz gezielt die Energieflüsse kontrolliert. Das heißt den Input der Materialien steuert, versucht die effizienteste Struktur zu erreichen und dann auch auf das System eingeht. Nehmen wir einfach einmal den massiven Einfeldträger, der eigentlich das einfachste, gegossene Profil ist und den Fachwerkträger, der ein einfacher, additiv zusammengesetzter Träger, wenn man in linearen Bauteilen in Stahl oder Holz denkt, aus der Statik heraus, ist. Beide sind auf ihre Weise nicht effizient. Der eine Träger schleppt zuviel Masse mit sich herum, der andere verschenkt Potenzial in den Verbindungen. Hier existieren einfach ungemeine Chancen, zum Beispiel über eine differenziertere, eine intelligenterere strukturelle Lösung und Verbindungstechnologie, durch einen Wiederholungsfaktor, Effizienz und damit auch Innovation reinzubringen.*

Die Kernfrage dieses Interviews wäre folgendermaßen formuliert. Ist Mass Customization wirklich so effizient, wie sie es selbst verspricht? Mass Customization wird als kundenorientierte Massenfertigung mit naher Massenproduktions-effizienz angesehen. Generell wird behauptet, dass es für eine Maschine prinzipiell gleichwertig ist, welche Form hergestellt wird. Schneidet ein Lasercutter beispielsweise zehn Kreise mit dem gleichen Radius, oder zehn Kreise mit jeweils unterschiedlichem Radius aus, sind beide Aufgaben gleichermaßen effizient. Wird aber von dem Input, in Form von Daten, gesprochen, müssen die unterschiedlichen Radien von einer Person in den Lasercutter eingegeben werden. Dies bedeutet eine Erhöhung der Zeiteinheit im Zusammenhang mit dem Arbeitsaufwand. Einfach ausgedrückt ist es nicht das Gleiche, bezogen auf den menschlichen Zeitaufwand, eine CD mit dem gleichen Inhalt 10 Mal zu kopieren, oder 10 CDs mit jeweils unterschiedlichem Inhalt zu kopieren. Wie beurteilen Sie die vorgegebene Produktionsbeschreibung?

*HK | Es geht ja nicht um Mass Customization alleine, sondern es ist ja nur ein Teil des gesamten Bauprozesses. Wie Sie schon richtig sagen ist es*

*der Maschine egal, ob sie Kreise, Ellipsen oder irgendwelche Kurven ausschneidet, aber es gibt eben vor dem Schneiden einen Prozess und es gibt nach dem Schneiden einen Prozess. Der Prozess vor dem Schneiden ist eben der Planungsprozess, das heißt der Aufwand diese Kurven und Radien zu planen und danach eben die damit ausgeschnittenen Bauteile zusammenzufügen. Nur wenn das in einem gesamten Prozess gedacht wird, wenn man also anfängt von Hinten zu denken, ist es sinnvoll. Wenn ich effizient sein will, geht es nicht darum was ich ausschneide, sondern auch wie viel Verlust ich nach dem Schnitt habe, wie viel Rest mir verbleibt, der nicht verwendet werden kann. Beispielsweise sind das volle Schachteln von Blech, welche beim Ausschneiden im Brennschnittverfahren entstehen. Das Vorwegnehmen von sinnvollen Details oder Füge Prinzipien, können eigentlich schon in der CNC Fertigung mitintegriert werden, damit das Fügen auf der Baustelle oder im Werk somit viel effizienter und einfacher wird. Das sind alles Dinge, welche zusammen gehören. Alleine die neuen Möglichkeiten in der CNC gesteuerten Fertigung und die Freiheiten, dass man jetzt statt Kreisen alle mögliche Formen machen kann, bringen keine neue Belebung und auch keine neue Interpretation, sowie kein neues Image des Themas Mass Customization.*

Vom theoretischen Standpunkt aus betrachtet kann jedes maschinell hergestellte Produkt beliebig oft reproduziert werden. Stellt Mass Customization demnach wirklich einzigartige Produkte her, oder ist es nur ein Versprechen, welches nicht wirklich eingehalten werden kann?

*HK | Das ist auf der Ebene vielleicht nicht der richtige Ausgangspunkt. Einzigartige Produkte werden von Menschen entwickelt und sind in einem Gesamtkontext zu sehen. Für welche Aufgabe diese Produkte anfänglich entwickelt worden sind und wie auch die Funktionalität, die Wirtschaftlichkeit mit diesen zusammenhängen? Es sind dann alles Dinge, die aufeinander abgestimmt sein müssen. Ich sehe also Mass Customization, wie gesagt, nicht als einen Schlüsselbegriff oder ein Schlüsselwort für eine neue Baukultur, sondern als eines der Mittel zum Zweck.*

Somit nur ein Faktor in der gesamten Architekturwelt?

*HK | Ja.*

Ich bedanke mich recht herzlich für Ihre Zeit und für das eben geführte Interview. Vielen Dank und ich bin mir sicher, dass Sie das Thema der Architektur in Relation mit der Technologie in Zukunft genauso interessiert verfolgen werden, wie bis zum heutigen Zeitpunkt. Vielen Dank.

*HK | Vielen Dank Herr Kokol für das Interview.*

## 2.4 | NANOREVOLUTION

Nicht viele Menschen wissen über die herrschenden Nanorevolution bescheid. Nur einige wenige Wissenschaftler, Technologen und Ingenieure sind über dieses Thema informiert und widmen sich dessen Erforschung. Die neuartige Technologie wurde entwickelt, um Moleküle und Atome zu einzigartigen neuen Gebilden zu verknüpfen und um neue Möglichkeiten zu schaffen. Viele Wissenschaftler dachten über diese neue Welt der Nanotechnologie nach und binnen kürzester Zeit wurden der Menschheit enorme Verbesserungen vieler Applikationen demonstriert. Die Nanotechnologie wird sich in den nächsten Jahrzehnten rasch entwickeln und nicht aufzuhalten sein. Diese wird einen enorm wichtigen Platz in der menschlichen Entwicklung einnehmen und der Menschheit noch drastischere Veränderungen in naher Zukunft präsentieren. Durch die Wichtigkeit der neuentwickelten Technologie werden ökonomische Systeme in kürzester Zeit adaptiert werden müssen. Die Wirtschaft wird nunmehr Nanotechnologie als einen entscheidenden Faktor für künftige strategische Überlegungen in Betracht ziehen<sup>73</sup>.

Es ist interessant der Frage, wie diese Revolution entstand, auf den Grund zu gehen. Die Kernaussage der Nanotechnologie besagt, dass jede stabile chemische Struktur, welche analysiert werden kann, im Nachhinein auch von Menschen rekonstruiert werden kann.

*There is plenty of room at the bottom.*

*Ganz unten ist eine Menge Platz.  
Richard Feynman in | Treffen der amerikanischen Physik Gesellschaft in Caltech | 1959 | 29. Dezember*

Richard Feynman<sup>74</sup> widmete sich der Forschung neuartiger Technologien. Im Jahr 1959 wand er sich der Studie über Nanotechnologie zu. Laut seiner Aussage sprechen Prinzipien der Physik nicht gegen eine Verschiebung der Materie, Atom für Atom. Die Revolution benötigt programmierbare Assemblereinheiten im Miniaturformat, welche aus Atomen jede beliebige Form zusammensetzen könnten. Kleinst mögliche Robotereinheiten könnten neue chemische Substanzen aus Atomen aufbauen. Somit würden Nanomaschinen, mit Hilfe spezieller Instrumente, erschaffen werden. Das Rastertunnelmikroskop ermöglicht bei elektrisch leitenden Materialien eine Abbildung, welche Atomgruppen und sogar einzelne Atome veranschaulicht. Dieser Apparat wurde im Jahr 1981 von Heinrich Rohrer<sup>75</sup> und Gerd Binnig<sup>76</sup> erfunden.

---

<sup>73</sup> | Vgl. Douglas Mulhall in | Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics, and Artificial Intelligence Will Transform Our World | 2002

<sup>74</sup> | Richard Phillips Feynman wurde im Jahr 1918 in New York, USA geboren. Sein Physikstudium begann er am MIT in Boston, USA und beendete es an der Princeton Universität in New Jersey, USA. Während des zweiten Weltkrieges beteiligte sich Feynman in Los Alamos am Bau der ersten Atombombe und wurde 1986 in die Untersuchungskommission der „Challenger“ Katastrophe einberufen. Er forschte als US-amerikanischer Physiker und erhielt den Nobelpreis für Physik im Jahr 1965. Wichtige Aussagen zum Verständnis der Quantenfeldtheorie wurden von ihm verfasst. Richard Feynman starb im Jahr 1988, in Los Angeles USA, als ein weltweit angesehener Wissenschaftler.

<sup>75</sup> | Heinrich Rohrer wurde 1933 in der Schweiz geboren. An der ETH in Zürich, Schweiz, hat er Physik studiert und beendete die Studienlaufbahn mit einer Dissertation. Später arbeitete er zusammen mit Gerd Binnig am IBM- Forschungszentrum. Im Jahr 1986 erhielt er mit Ernst Ruska und Gerd Binnig, dank der Entwicklung des Rastertunnelmikroskops, den Nobelpreis für Physik.

Mit einem Rasterkraftmikroskop können auf ähnliche Weise elektrisch nicht leitende Materialien genauer untersucht werden. Dank dieser speziellen Instrumente und Feynmans beschriebener Konzeption, konnte mit dem Bau von Nanostrukturen begonnen werden. Neuentwickelte Teleskope fungierten als Finger und Augen beim Bau der neuen Gebilde auf atomarer Basis. Neben der Entwicklung neuartiger Teleskope werden in naher Zukunft auch Instrumente entwickelt, welche das Bewegen einzelner Atome möglich machen könnten.

Wenn von Nanotechnologie gesprochen wird, muss bedacht werden, dass alle Prozesse im Bereich der Nanogröße stattfinden. Dadurch treten natürlich auch Phänomene auf, bei welchen es auch zu Schwierigkeiten kommen kann. Diese Phänomene können nur mit der Quantentheorie<sup>77</sup> erklärt werden und spielen in der gewöhnlichen Mechanik keine Rolle. Die optischen, chemischen, magnetischen und elektrischen Eigenschaften, beziehen sich auf den Bereich der Nanogröße. Beim Forschen und Arbeiten im Nanobereich müssen somit, die sich durch diesen Umstand verändernden physikalischen Eigenschaften, berücksichtigt werden<sup>78</sup>.

Die Nanorevolution selbst, in Form eines Booms, ist neu. Die Nanotechnologie im Gegensatz jedoch nicht. Im Bereich der Biologie wird schon seit längerer Zeit mit funktionierender Nanotechnologie gearbeitet. Die Photosynthese<sup>79</sup> ist im Vergleich eine mechanische Operation auf molekularer Ebene und Enzyme sind kleine Fabriken in Nanogröße. Das schwierige an diesem Unterfangen ist zu lernen, wie solche, in der Natur vorkommenden Prozesse, zu steuern sind. Durch die Erforschung der Steuermöglichkeiten wird es viele wesentliche Verbesserungen auf dem Gebiet der Mikroelektronik und der chemischen Technik geben. Neu erschaffene Materialien wären spektakulär und hätten vielleicht die vielfache Kraft, mit geringerem Anteil an Gewicht, von bisher bekannten Materialien wie Stahl. Die Information einer ganzen Stadtbibliothek könnte in einem Gerät mit der Größe eines kleinen Zuckerwürfels gespeichert werden.

Weltweit kommt es in Laboratorien zum Fortschritt in der Nanotechnologie. Dieser Fortschritt ist jedoch besonders in den USA, Japan und Europa wachsend. Das Proteindesign<sup>80</sup>, die biometrische Chemie<sup>81</sup> und die Atompositionierung, gelten als drei Gebiete von künftig großer Bedeutung und Wichtigkeit.

---

<sup>76</sup> | Gerd Binnig wurde 1947 in Frankfurt am Main, Deutschland geboren. Er studierte Physik an der Goethe-Universität in Frankfurt. Zusammen mit Ernst Ruska und Gerd Binnig erhielt er den Nobelpreis für Physik in 1986 für die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops. Anschließend wurde von Binnig das Rasterkraftmikroskop entwickelt. Im Jahr 1994 gründete er eine eigene Firma, aus welcher die heutige „Definiens Imaging GmbH“ hervor geht. Die in seiner Firma entwickelte Software „eCognition“ ist auf dem Gebiet objektbasierter Bildklassifikation sehr erfolgreich.

<sup>77</sup> | Vgl. Kapitel 2.4.1 | NANOTECHNOLOGIE

<sup>78</sup> | Vgl. Richard Feynman in | Tiny Machines: The Feynman Lecture on Nanotechnology | 2005

<sup>79</sup> | Der Begriff Photosynthese wird aus den griechischen Wörtern, in übersetzter Form, Licht und Zusammensetzung, gebildet. Der natürliche biochemische Vorgang wird von grünen Pflanzen, einigen Algen und einigen Bakterien genutzt. Durch den Prozess wandeln Licht absorbierende Farbstoffe die Sonnenenergie in chemische Energie um. Die entstandene chemische Energie wird zur Synthese von energiereichen organischen Stoffen genutzt. Es wird unter oxygener und anoxygener Photosynthese unterschieden. Bei oxygener Photosynthese wird Sauerstoff freigesetzt und bei anoxygener Photosynthese entstehen andere anorganische Verbindungen.

<sup>80</sup> | Das Proteindesign bezieht sich auf die Erschaffung neuer Proteinmoleküle. Es handelt sich aber auch um die bewusste Erschaffung neuer Moleküle auf Basis gerechneter Variationen schon bekannter Strukturen. Computermodelle werden zu Hilfe gezogen, um vereinfachte Modelle zu erstellen und um Sequenzen für gewollte Strukturen zu generieren.

Die weitere Entwicklung und Folgen der Nanorevolution können nur schwer vorausgesagt werden. Es ist jedoch sicher, dass die auf uns kommenden Änderungen radikal sein werden. Das Zukunftsszenario ist ein solches, dass in Zukunft durch die mögliche persönliche Anordnung der Moleküle und Atome, Objekte wie Kleider, Häuser und Autos nach persönlichem Wunsch im kleinsten Detail zusammengesetzt werden könnten. Diese Objekte wären nicht nur im fast unendlichen Ausmaß individuell kreiert, sondern auch mit vielen neuen möglichen Funktionen versehen<sup>82</sup>. Die Zukunft ist jetzt.

## KONVERGIERENDE TECHNOLOGIEN

Der Boom der Nanotechnologien ist nicht aufzuhalten, da deren Vorteile den Menschen viel versprechen. Die nächste Revolution ist schon in greifbarer Nähe und ist unter der Bezeichnung Konvergierende Technologien<sup>83</sup> bekannt. Dieser wissenschaftliche Bereich ist eine Verschmelzung von Biotechnologie<sup>84</sup>, Infotechnologie<sup>85</sup> und Neurowissenschaften<sup>86</sup>, auf der Grundlage der Nanotechnologie. Die Konvergierenden Technologien sollen dem Wohl der Menschheit dienen. Die Schnittstelle ist der Mensch mit der Nanotechnologie. Die Verschmelzung bezieht sich auf die Nanoebene, auf der die Schnittstellen zwischen verschiedenen Technikbereichen entstanden sind. Die Plattform, auf der gearbeitet wird, ist somit auch die Nanoebene, auf welcher sich die Wissenschaftler der unterschiedlichen Gebiete treffen, um neue Technologien zu entwickeln.

Momentan sind die Ergebnisse noch abstrakte Theoriekonzepte. Diese könnten aber schon bald konkretisiert und demnach auch realisiert werden. Beispiele dafür sind optische Geräte für Blinde, welche direkt mit dem Gehirn verbunden werden, wobei das technische Sehvermögen wiedererlangt werden könnte. Die Pharmazie könnte beispielsweise durch Gentests und Gentechnik individuelle Therapien anbieten<sup>87</sup>.

Computertechnologien werden in Zukunft so fortgeschritten sein, dass diese dank ihrer geringen Größe und Leistungsfähigkeit, in die Haut selbst hinein tätowiert

---

<sup>81</sup> | Biometrie setzt sich aus den griechischen Begriffen, in übersetzter Form, Leben und Maß zusammen. Es ist die Wissenschaft von Messungen an Lebewesen und die applizierten Messungsverfahren. Im Bereich der Personenerkennung wird es auch als ein automatisierter Prozess, auf Grundlage vorhandener Verhaltenseigenschaften, angesehen. Die biometrische Chemie macht sich die Erkenntnisse der Biometrie, auch Biometrik genannt, zunutze und verknüpft diese mit dem Gebiet der Chemie.

<sup>82</sup> | Vgl. Mario Pagliaro in | Nano-Age: How Nanotechnology Changes our Future | 2010

<sup>83</sup> | Konvergierende Technologien, oder „Converging Technologies“ (CT), bezeichnen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Bereiche. Zu diesen Bereichen gehören die Biotechnologie, die Informationstechnologie, die Neurowissenschaften und die Nanotechnologie. In den USA wird dieses Gebiet am intensivsten erforscht. Das Ziel ist die Verbesserung des menschlichen Leistungsvermögens, sowohl auch bestimmter Lebensbereiche.

<sup>84</sup> | Die Biotechnologie, oder „Biotech“, setzt sich aus den Erkenntnissen von Biochemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik zusammen und bildet ein Konglomerat. Das Endergebnis zeigt sich in Form der Produktion bestimmter Stoffe, welche sich vorbereiteter Enzyme bedienen. Das wohl älteste Beispiel der Biotechnologie ist die Herstellung von Bier oder Brot, mit Hilfe von Hefe.

<sup>85</sup> | Die Informationstechnologie, oder „Infotech“ (IT), beschreibt die Informations- und Datenbearbeitung, sowohl die für diese Verfahren verwendete Hard- und Software. Es ist die Zusammenarbeit mittels einer Verbindung zwischen Elektrotechnik und Informatik.

<sup>86</sup> | Die Neurowissenschaft, oder „Cognitive Science“, ist die Zusammenarbeit der biologischen, physikalischen, medizinischen und psychologischen Wissenschaftsgebiete, welche das Nervensystem untersuchen. Untersucht werden der Aufbau und die Funktion einzelner Neuronen, sowohl auch ganzer Nervensysteme.

<sup>87</sup> | Vgl. Tuan Vo- Dinh in | Nanotechnology in Biology and Medicine: Methods, Devices, and Applications | 2007

werden können. Kleine tragbare Sensoren werden uns in Zukunft über den eigenen Gesundheitszustand informieren und vor möglichen Gefahren warnen.

Am Ende des 21. Jahrhunderts könnte das technische Paradies endlich hergestellt werden. Die Konvergierenden Technologien werden von unterschiedlichen Institutionen gefördert, darunter auch der EU Forschungskommission. Die Wissenschaftler versprechen sich von diesem Forschungsgebiet viel, da dies die Lösung vieler existierender Probleme sein könnte. Eine intelligente Sprachverarbeitung, intelligentes Wohnen oder sogar die Behandlung von behinderten Personen wäre keine Vision mehr. Das Militär macht sich neueste Technologien immer zu Nutze, um im Notfall dem Feind überlegen zu sein. In der menschlichen Geschichte wird dies allzu oft verdeutlicht und die Tatsache, dass Militärinstitutionen die Wissenschaft zu eigenen Interessen fördern, ist auch belegt. In den USA arbeitet die Militärforschung somit eng mit der Forschung der Konvergierenden Technologien zusammen. Unbemannte Fahr- und Flugzeuge, sowie Kampfroboter für militärische Interessen, stehen bei der Militärforschung im Vordergrund. Zukunftsszenarien, welche zur Zeit nur in den Hollywood Studios produziert und auf der großen Leinwand der Masse präsentiert werden, könnten schon bald Wirklichkeit werden. In Europa, im Gegensatz zu den USA, sollen Konvergierende Technologien nicht für militärische Zwecke eingesetzt werden und nur dem Wohl der Menschheit und deren Verbesserung des Lebensstandards dienen<sup>88</sup>.

Ein Computer wird allein durch die schnelle Datenverarbeitung, sowie in kürzester Zeit ausgeführter mathematischer Aufgaben, nicht als intelligent gewertet. Intelligenz ist ein anderer Faktor, welcher von technischen Geräten momentan nur simuliert werden kann. Computer können so programmiert werden, dass sie das Leben selbst simulieren, doch hängt dieser Umstand vom Programmierer ab. Es bedarf immer noch der menschlichen Fähigkeit, den Code zu schreiben und diesen in den Computer einzugeben. Wenn die Möglichkeiten diverser, dem Aufbau des menschlichen Gehirns nachempfunder, Datennetzwerke analysiert werden, zeigt sich viel Potenzial für eventuell intelligente Computer. Selbst lernende und sich verbessernde Programme<sup>89</sup> gibt es schon, doch können diese noch nicht eigenständig denken.

---

<sup>88</sup> | Vgl. William Sims Bainbridge in | *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science* | 2010

<sup>89</sup> | Vgl. Kapitel 2.1 | ZUKUNFTSSZENARIEN

## 2.4.1 | NANOTECHNOLOGIE

Materialien, welche mit Hilfe von Nanotechnologie erzeugt werden, beginnen in vielen Bereichen von Technik, Naturwissenschaften und Medizin eine wichtige Rolle zu spielen. Die charakteristischen Abmessungen der Fertigungstoleranzen liegen im Bereich weniger Nanometer. Durch diesen Umstand ist es auch zur Begriffsformulierung Nanotechnologie gekommen. Ein Nanometer (nm) entspricht einem Tausendstel eines Millimeters. Die Nanotechnologie beschreibt somit die Entwicklung, sowie die Verwendung von Methoden, Apparaten und Materialien, welche aus dem Nanobereich stammen. Die Nanotechnologie hat neue Gebiete der Grundlagenphysik und Grundlagenchemie eröffnet. Wissenschaftler können nun künstliche Kopien von Atomen, Molekülen und Kristallen herstellen, sowie deren Faktoren, wie Form und Größe, beliebig modifizieren, um individualisierte Endprodukte zu schaffen.

### QUANTENTHEORIE

Um den Ursprung der Nanotechnologie zu verstehen, muss die Quantentheorie studiert werden. Die Quantentheorie handelt vom Verhalten von Licht und Materie im atomaren Raum und erforscht mikrophysikalische Phänomene. Die grundlegende Behauptung der Quantentheorie ist, dass Vorgänge in der Natur nicht kontinuierlich, sondern sprunghaft geschehen und, als Folge daraus, nicht vorhersagbar sind. Es sind nur Aussagen über eine Wahrscheinlichkeit der eventuellen Ereignisse möglich<sup>90</sup>.

Die Quantentheorie wurde im Jahr 1900, als Max Planck<sup>91</sup> die Quantenhypothese des schwarzen Strahlers einführte, aufgestellt. Der bislang klassischen Physik war die Quantenhypothese noch fremd und unbegreifbar. Der schwarze Strahler ist eine Lichtquelle, welche allein durch ihre thermische Wärmeentwicklung Licht abstrahlt. In diesem Fall wird insbesondere auch kein Licht reflektiert. Das ideale Beispiel für einen schwarzen Strahler ist die Sonne. Die Strahlungseigenschaften eines schwarzen Strahlers, mit den bisherigen thermo- und elektrodynamischen Gesetzen, zu analysieren und zu erklären, waren bislang ohne Erfolg. Die Quantenhypothese besagte, dass Licht nicht ununterbrochen in beliebig großen Energieportionen abgestrahlt wird, sondern als ein Vielfaches eines Energiequantums<sup>92</sup>.

In der heutigen modernen Physik ist die Quantentheorie eine der wichtigsten Theorien. Durch die Fähigkeit, Ereignisse im atomaren Bereich zu analysieren und zu beschreiben, wurde die reale Umsetzung vieler Technologien möglich. Ohne diese Technologien wären beispielsweise die Lasertechnik, die Kernenergie, der

---

<sup>90</sup> | Vgl. Gernot Münster in | Quantentheorie (de Gruyter Lehrbuch) | 2010

<sup>91</sup> | Max Karl Ernst Ludwig Planck wurde 1858 in Kiel, Deutschland als Sohn eines Gelehrten geboren. Musikalisch war Planck sehr begabt und konnte auf einigen Instrumenten spielen. In München studierte er Physik, wobei sein besonderes Interesse der theoretischen Physik galt. Nachdem er 1879 seine Dissertation einreichte, verfasste er im nachfolgenden Jahr eine Habilitation. Planck wird als Begründer der Quantenphysik und der daraus abgeleiteten Quantentheorie, angesehen. Im Jahr 1919 wurde ihm der Nobelpreis für Physik verliehen.

<sup>92</sup> | Vgl. Siegfried Valentiner in | Anwendungen Der Quantenhypothese: In Der Kinetischen Theorie Der Festen Körper Und Der Gase, in Elementarer Darstellung | 2010



Halbleitertransistor und viele andere technischen Bereiche nicht konkretisiert, sowie umgesetzt worden.

Die Quantenmechanik beschreibt, dass für die Eigenschaften eines atomaren Teilchens keine genauen Aussagen gemacht werden können. Diese Eigenschaften beziehen sich auf den Ort, den Impuls, die Energie und die Zeit. Es können nur Wahrscheinlichkeiten für das bestimmte Auftreten einiger Ereignisse angegeben werden.

Wenn von Wahrscheinlichkeiten in Bezug zu eintretenden Ereignissen gesprochen wird, soll auch der Ursprung besprochen werden. Der Ursprung ist die Natur selbst, welche als Vorbild für die Chaostheorie angesehen wird. Die Natur zeigt Tendenzen zu chaotischem Verhalten. Großräumige Wettersysteme entwickeln beispielsweise untergeordnete Strukturen, wenn diese mit komplexeren örtlichen Systemen in enger Wechselwirkung stehen. Die Chaostheorie besagt, dass schon der Flügelschlag eines Schmetterlings an einem Ende der Welt, als Reaktion am anderen Ende der Welt, einen Wirbelsturm generieren kann.

## CHAOSTHEORIE

Diese mathematische Theorie befasst sich mit Systemen, deren Verhalten scheinbar regellos ist. Dennoch können einige Komponenten durch physikalische Gesetze definiert werden. In den siebziger Jahren erlebte dieser Zweig der mathematischen Forschung einen enormen Aufschwung. Auch die neueren Gebiete der Physik, wie die Quantentheorie, befassten sich vorwiegend mit Systemen, welche zumindest im großen Maßstab prinzipiell vorhersagbar sind. In den letzten zwanzig Jahren suchten Wissenschaftler nach neuen Wegen, um das Chaos genauer beschreiben zu können. Bislang existierten keine mathematischen Verfahren für die Beschreibung chaotischer Systeme und eine genauere Untersuchung dieser Thematik war kaum möglich. Einer der bedeutendsten Theoretiker auf diesem Gebiet war der amerikanische Physiker Mitchell Feigenbaum<sup>93</sup>, welcher übereinstimmende Muster in Systemen die zum Chaos tendieren, erkannte. Aus diesen Mustern leitete er Kenngrößen ab, welche in der heutigen Zeit als Feigenbaum-Konstanten bekannt sind. Die Erforschung chaotischer Systeme steht außerdem mit der Katastrophentheorie<sup>94</sup> im engen Zusammenhang.

Der Übergang vom regulären zum chaotischen Verhalten kann anhand von Schallexperimenten gut veranschaulicht werden. Wenn mehrere Oszillatoren von komplizierten und nicht vergleichbaren Frequenzen überlagert werden, bildet sich in Form einer graphischen Darstellung ein Gebilde in Form eines Torus. Bei weiteren Parameteränderungen geht der Torus in einen chaotischen Attraktor<sup>95</sup> über<sup>96</sup>.

---

<sup>93</sup> | Mitchell Jay Feigenbaum wurde als Sohn jüdischer Immigranten 1944 in Philadelphia, USA geboren und lebte in den jungen Jahren in New York, USA. Dort studierte er auch Elektrotechnik und beendete seinen Studienweg mit einer Dissertation auf dem Gebiet der elementaren Teilchenphysik am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, USA. In Los Alamos, New Mexico, USA nahm er an diversen Forschungsprojekten, mit dem Schwerpunkt auf Turbulenzen, teil. Neue Methoden wurden von ihm in die Kartographie eingeführt, welche mit Hilfe von Computern die Darstellung skalierbarer Karten ermöglichten. Feigenbaum war ein Pionier auf dem Gebiet der Chaosforschung.

<sup>94</sup> | Die Katastrophentheorie bezeichnet variierende, nicht kontinuierliche Prozesse in der Mathematik. Es sind un stetige, plötzliche Veränderungen in dynamischen Systemen. Die Grundlagen der Katastrophentheorie basieren auf der Differenzialgeometrie.

<sup>95</sup> | Der chaotische Attraktor wird in Mehrzahl für die Beschreibung dynamischer Vorgänge untersucht. Mit der Einführung des auch sogenannten seltsamen Attraktors, konnten die dynamischen Systeme auch

## ANWENDUNGSGEBIETE

Im Gegensatz zur Mikrotechnik, bezieht sich der Begriff Nanotechnologie keineswegs nur auf vorangetriebene Miniaturisierung der Bestandteile. Ein sehr bekanntes und vereinfachtes Beispiel der Nanotechnologie Anwendung ist der, nach der Lotusblume benannte, Lotus- Effekt. Eine herausragende Eigenschaft der Lotusblume ist, dass die Oberfläche ihrer flachen Blätter praktisch nicht verschmutzt werden kann. Die Oberfläche der Blätter ist nicht vollkommen glatt, was bei anfänglicher Überlegung angenommen werden könnte, sondern besitzt eine extrem feine Rauigkeit, welche von Schmutzpartikeln nicht angreifbar ist. Somit können angebrachte Schmutzpartikel, sowie Klebstoff leicht mit Wasser abgespült werden. Der gleiche Effekt kann auch auf den Blättern von Tulpen, Kohl, Kapuzinerkresse und Schilf beobachtet werden. Dank neuer technologischer Verfahren können solch spezielle Oberflächen auch aus Kunststoffen produziert werden. Die gezielte Anwendung solcher Kunststoffe kann in vielen Bereichen, wie beispielsweise beim Flugzeug- oder Gebäudebau, sinnvoll eingesetzt werden.

Den Anwendungsgebieten sind nahezu keine Grenzen gesetzt. In der modernen Medizin wird beispielsweise ein krankhaftes Geschwür durch, eine über der menschlichen normalen Körpertemperatur von 37°C liegende, höhere Temperatur von 42°C bis 44°C erwärmt. Da bei dieser Prozedur das benachbarte gesunde Gewebe nicht erwärmt werden darf, werden mit Hilfe einer Flüssigkeit feinste magnetische Partikel aus Magnit<sup>97</sup>, mit einer der Stärke ähnlichen Substanz, als Umhüllung am kranken Gewebe angebracht. Beim nächsten Schritt wird nahe am betroffenen Körperteil von außen ein magnetisches Wechselfeld eingeschaltet, welches somit die magnetischen Teilchen am kranken Gewebe anregt. Durch diese Interaktion erwärmen sich die magnetischen Teilchen und erzeugen Wärme an gewünschter Stelle, ohne auf die benachbarten Zonen einzuwirken<sup>98</sup>.

Im Bereich der Physik bezieht sich ein Beispiel der erfolgreich angewandten Nanotechnologie auf die Optik. Es wurden schon Linsen mit einem Durchmesser von weniger als einem halben Millimeter konzipiert. Mit Hilfe der Faseroptik können diese speziell hergestellten Linsen bei Einrichtungen zur Datenübertragung eingesetzt werden.

Neue Strukturen für Katalysatoren oder Membranen zur Stofftrennung wurden auf dem Gebiet der Chemie dank Nanotechnologie entwickelt. Einzigartige, gewissermaßen komplett individualisierte, Materialien stehen dem künftigen Architekten oder Bauherren zur Verfügung. Materialien, welche den gasförmigen Wasserstoff für Antriebszwecke leichter speichern können, als bisher bei bestimmten Metallen der Fall war. Neue Klebstoffe und spezielle keramische Materialien sind in Entwicklung<sup>99</sup>.

---

besser verstanden werden. Beliebig winzige Änderungen des Anfangszustandes führen zu drastisch unterschiedlichen Verlaufsmustern.

<sup>96</sup> | Vgl. Gary William Flake in | The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation | 2000

<sup>97</sup> | Magnit kann in der Form eines Nano- Magneten hergestellt werden. Es handelt sich dabei um einen künstlich erzeugten Magneten, welcher mit Hilfe eines Elektronenspins Magnetismus erzeugt. Der Elektronenspin ist ein eigener Drehimpuls der Elektronen. Je schneller die Drehung vollzogen wird, desto stärker ist der Magnetismus ausgeprägt.

<sup>98</sup> | Vgl. Gene Koprowski in | Nanotechnology in Medicine: Emerging Applications | 2011

<sup>99</sup> | Vgl. Sylvia Leydecker, Harold Kroto, Michael Veith, Marius Kölbl in | Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design | 2008

Die Nanotechnologie kann auf dem Gebiet der Elektronik für sinnvolle Anwendungen verwendet werden. Bei der Fertigung von Mikrochips ist die Konzeption des kleinst möglichen Raumes von größter Bedeutung. Je kleiner und leistungsstärker ein Mikrochip, desto höher ist seine Effizienz. Mikrochip Hersteller haben eine Vielzahl an Fertigungstechniken, für das Erschaffen kleinster Nanostrukturen, geschaffen. Diese kleinen Nanostrukturen werden geradezu Atom für Atom aufgebaut.

Nanotechnologie kann aber sowohl auch mit einem negativen Umfeld assoziiert werden, da aktuelle Studien auch gesundheitsschädliche Aspekte hervorbringen. Dennoch gibt es trotz durchgeführter Laborversuche, keine wirklichen Beweise für deren negative Auswirkungen auf den menschlichen Körper. Der Umstand, ob die Materialien eingeatmet oder geschluckt werden, in Berührung mit der Haut kommen oder dergleichen, wirken sind zudem auf das Gefahrenpotenzial aus<sup>100</sup>.

## NANOBEDENKEN

*Mit Nanotechnologien werden neue Materialien mit gewünschten Materialien hergestellt- Nebenwirkungen nicht ausgeschlossen: Was besonders leitfähig ist, könnte auch krebsfördernd sein. Die Betonung liegt auf „könnte“. Die Forschung steht vor vielen offenen Fragen. (...) In einer im Frühjahr 2008 in der Fachzeitschrift „Nature Nanotechnology“ publizierten Arbeit hieß es, sie seien, in entsprechenden Mengen aufgenommen, genauso krebserregend wie Asbest. In Medien wurde das Paper natürlich oft zitiert. Beim Bioanalytiker Frank Sinner löst es nur Achselzucken aus. Seine Kritik: „Das Experiment gibt keinen schlüssigen Beweis für krebserregende Eigenschaften der Nanotubes. Die Wissenschaftler injizierten sie bei Mäusen, was zu entzündungsbedingten, knotenartigen Gewebeneubildungen führte. Das heißt noch lange nicht, dass sie bei der Inhalation jene Krebsart verursachen, die durch Asbest hervorgerufen werden kann“.*

*in | Der Standard | 29. Oktober 2008 | S. 17*

Prinzipiell geht die Wissenschaft davon aus, dass das Risiko als gering einzuschätzen ist. Als größtes Gefahrenpotenzial gilt jedoch Nanostaub, da es relativ leicht in die Lunge geraten und somit Schaden verursachen kann. Die Entsorgung von Nanomaterialien und deren Auswirkung auf den Menschen, ist ein weiteres, durchaus ungeklärtes Thema. Die Zukunft wird zeigen, wie wahr diese Befürchtung wirklich ist, jedoch sei vorzumerken, dass Nanopartikel, beispielsweise beim Verbrennungsvorgang im Motor, schon seit Jahren mit den Menschen in Kontakt sind.

---

<sup>100</sup> | Vgl. U.S. Government in | Approaches to safe nanotechnology: managing the health and safety concerns associated with engineered nanomaterials | 2011

## 2.4.2 | NANOMATERIALIEN

Die Forschung auf atomarer Basis ist hochinteressant und die ganze Welt schaut mit Neugierde zu. Baublöcke, im Nanobereich, mit genau bestimmter Form und Größe, werden zu größeren Strukturen mit revolutionären Eigenschaften konzipiert und revolutionieren die Zukunft der Materialindustrie. Es können nun Materialstrukturen, die von der Natur nicht vorgesehen waren, entwickelt werden. Die Art Materialien zu produzieren, wird sich in Zukunft stark verändern. Polymere, Keramiken und Metalle werden enorm verbesserte Eigenschaften besitzen. Die Nanotechnologie soll ebenfalls die Herstellung programmierbarer Materialien ermöglichen. Die neu geschaffenen Materialien werden resistenter gegen Abnutzung und Verschleiß sein, wodurch zusätzliche Erhaltungskosten eingespart werden. Dazu sollen sie auch leichter, stärker, intelligenter und exakter werden. Zu den Zielen der neuen Technologien gehört auch eine verbesserte chemische Trennung. Das Motto der Nanotechnologie lautet, immer kleiner und immer schneller, und beschreibt somit konkret die Vorteile dieser neuen technologischen Entwicklung<sup>101</sup>.

Geschätzt besitzen die USA im Vergleich zu Europa gleich viele Institutionen, welche sich mit der Nanotechnologie befassen. Die Hälfte der europäischen Institutionen stammt aus Deutschland und rückt somit das Land, in nanotechnologischer Entwicklung europaweit, an erste Stelle. Im Hintergrund spielt die effektive Förderungspolitik eine wichtige Rolle, um die Erforschung neuer Materialien voranzutreiben. Finanzielle Mittel müssen zur Verfügung stehen, um intensiv forschen zu können. Bis 2014 werden Nano-Produkte im Wert von 2,6 Billionen Dollar auf dem Weltmarkt von Marktstrategen erwartet<sup>102</sup>. Jedes zweite Produkt wird künftig von der Nanotechnologie profitieren. Das wäre dann etwa so viel, wie die IT- und die Telekommunikationsindustrie, in der heutigen Zeit gemeinsam erwirtschaften.

Spezielle Schnittstellen sind für die Verbindung der immer kleiner werdenden Strukturen der Nanoelektronik, mit den größeren Strukturen der Anwendungssysteme, notwendig. Die benötigten Systemtechnologien werden in der Mikro- Nano-Integration<sup>103</sup> entwickelt, und als Schnittstelle zur Verfügung gestellt.

### **VORTEILE**

Die Formgebung von Metallen und Keramiken kann, dank der Nanotechnologie, exakt, ohne maschinelle Hilfe, produziert werden. Der Farbdruck kann durch winzige Farbpartikel im Nanobereich, stark verbessert werden. Spezielle Nanobeschichtungen für Schneidwerkzeuge sorgen für mehr Effizienz. Nanostrukturen auf einem Chip schaffen einen höheren Grad an Komplexität, sowie Funktionalität. Es werden neue Standards für die Messung im Nanobereich entstehen.

---

<sup>101</sup> | Vgl. Mahmoud Omar Manasreh in | Introduction to Nanomaterials and Devices | 2011

<sup>102</sup> | Vgl. <http://umweltinstitut.org/schadstoffbelastung/nanotechnologie/nanotechnologie-152.html> | 23.01.12 | 12:10

<sup>103</sup> | Die Mikro- Nano- Integration (MNI) ist die Integration von Nanostrukturen in die Mikro- und die Makroebene. Es ist ein Gebiet der Mikrosystemtechnik (MST), welche wiederum ein Bereich der Mikroelektronik ist, und sich mit der Entwicklung und Herstellung von Mikrosystemen beschäftigt.

Hightech Computer sorgen mit speziellen Computerprogrammen für die Kontrolle des Designs im Nanobereich und simulieren, mithilfe von virtuellen Modellen, chemische Reaktionen, sowie materielle Dynamik. Der Einblick in die höchst komplexe Nanowelt wird durch diese Simulationen ermöglicht.

In der Nanobiologie werden Proteine, mit dem Ziel neue Geräte und Materialien zu produzieren, mit anorganischen Materialien kombiniert. Proteine sind natürliche Elemente, welche in Billionen von Jahren für den Bau winziger komplexer Strukturen lebender Zellen genutzt wurden. Motoren, Pumpen, sowie Beschichtungen bestehen in der Form von Proteinen in der alltäglichen Natur. Dieser natürliche Bauprozess soll nun, basierend auf Proteinen, künstlich hergestellt werden, um neuartige Nanogeräte, welche die biologischen Reaktionen nutzen, zu kreieren. In Theorie könnten sogar natürliche Enzyme Nanomaterialien beigefügt werden, um als biologische Reaktoren in Funktion zu treten.

Neue Werkzeuge für medizinische Zwecke können durch Nanotechnologie geschaffen werden. Auf biologischen Formen basierend, werden Nanostrukturen, sowie daraus resultierende Materialien entwickelt. Diese künstlichen anorganischen und organischen Materialien können nachfolgend in Zellen integriert werden, um unter anderem der Medizin von Nutzen zu sein.

## MEDIZIN

Beschädigte Zellen könnten auf molekularer Ebene neu aufgebaut und somit regeneriert werden. Krankheiten basieren auf physikalischer Unordnung und den damit zusammenhängenden verstellten Molekülen. Wenn die Medizin nun in diese Ebene eingreift, kann praktisch jede Krankheit, durch die Wiederherstellung der Zellstruktur, geheilt werden. Viren könnten durch Verwendung von Nanorobotern zerstört und durch Mutationen veränderte DNA, repariert werden. Effiziente Diagnosen sowie Therapien wären durch „In- vivo“<sup>104</sup> Methoden möglich, da durch in den Körper eingebaute kleinste Sensoren die Körperfunktionen in Echtzeit überwacht werden könnten<sup>105</sup>.

Durch die Anwendung der Nanotechnologie kann die Energiegewinnung, sowie deren Speicherung und Produktion, effizient gesteigert werden. Die erwirtschaftete Energie wäre zugleich sauberer und im größeren Ausmaß, im Vergleich zur gewonnenen Energie heutiger moderner Erzeugungsmethoden, vorhanden. Die Umwelt könnte, wie der menschliche Körper selbst, von Nanogeräten überwacht, und Probleme dadurch somit schneller geortet werden. Sich in der Luft befindliche Nanopartikel könnten in Form von Sensoren urgieren und Daten an ein zentrales Rechensystem zur Analyse weiterleiten.

## ENERGIE UND UMWELT

Das Potenzial der neuen Technologie wird bei konkreten Beispielen schon erfolgreich angewendet. Der Kohlenstoff, bei der Herstellung von Reifen, wird durch

---

<sup>104</sup> | „In- vivo“ Methoden haben das Ziel, Veränderungen im Stoffwechsel der Zelle und sogar einzelne verdächtige Moleküle aufzuspüren. Bei der „In- vivo“ Diagnostik handelt es sich um den Blick in den Körper von außen. Eine molekulare Methode der Bildanalyse namens „Molecular Imaging“ (MI), existiert bereits und wird durch die „Positronen- Emissions- Tomographie“ (PET) umgesetzt. Dabei werden dem Patienten schwach radioaktive Marker eingespritzt, welche nachträglich zerfallen und dabei Gammastrahlung entsteht. Diese wird von Detektoren aufgenommen und in Daten umgewandelt.

<sup>105</sup> | Vgl. K. K. Jain in | The Handbook of Nanomedicine | 2010

anorganische Lehme auf Nanobasis, welche ausdauernder und umweltfreundlicher sind, ersetzt. Ein mit Nanopartikeln verstärktes Polymer könnte die strukturellen, metallischen Bestandteile in der Automobilindustrie ersetzen und durch seine Leichtigkeit und Stabilität für mehr Sicherheit und weniger Treibstoffverbrauch sorgen.

#### **ELEKTRONIK**

Ein heute modernes Notebook hätte mit der Implizierung der Nanotechnologie eine vielfach höhere Rechenleistung. Die Konstruktion von Stromkreisen in Nanogröße, welche durch ihre enorme Schnelligkeit die Computerleistung steigern können, wird in naher Zukunft schon Realität sein. Nanotechnologie wird für die Herstellung nanokristalliner und reiner Materialien, sowie für eine bessere thermische Leitung und sowohl auch längere Lebensdauer, herangezogen werden. Kleine Massenspeichergeräte werden, im Vergleich zu heutigen Speichergeräten, schon bald eine vielfache Kapazität besitzen. Das komplette Spektrum der Computerperipherie würde mit simultaner Steigerung der Effizienz, in Dimension, kleiner werden.

#### **LUFTFAHRT**

In Hinsicht auf die Luftfahrt müssen Materialien immer leichter und resistenter werden, um eine höhere Leistung zu gewährleisten. Bei Flugzeugen, Raketen und Weltraumstationen könnten die verbesserten Materialien für höhere Widerstandsfähigkeit, bessere thermische Stabilität, sowie Leichtigkeit sorgen. Vom theoretischen Standpunkt aus betrachtet, könnte die Weltraumumgebung durch die vorherrschende niedrige Gravität und das Vakuum, bei der Weiterentwicklung neuartiger Nanostrukturen behilflich sein, da die Herstellung dieser auf der Erde nicht möglich wäre.

Die Anwendungsgebiete sind breit gefächert und würden der Menschheit im alltäglichen Leben von großem Nutzen sein. Der Kreativität im Umgang mit Nanotechnologie sind keine Grenzen gesetzt. Die Vorstellung von der ganzen Welt, welche mit Hilfe von Technologien, basierend auf Nanostrukturen, gesteuert wird, ist vielleicht bald schon sehr real. Der weitere Fortschritt der Nanotechnologie wird für die Entwicklung zukunftssträchtiger Branchen bedeutend sein. In wichtigen Industriebranchen wie Chemie, Pharma, Automobilbau oder Informationstechnik, hängt die künftige Wettbewerbsfähigkeit derer Produkte von der Erschließung an die Nanotechnologie, ab.

#### **PHOTOVOLTAIK**

Die konzeptionelle Idee neuer innovativer Photovoltaikzellen wurde von Dr. Jehad AbuShama<sup>106</sup> im Jahre 2005 bei der IEEE Konferenz vorgestellt. Seitdem arbeiten viele Forscher und Unternehmen an der Entwicklung dieser Herstellungsmethode, welche in der Energiewelt für Aufsehen sorgen wird<sup>107</sup>.

Im Chemielabor an der „Kansas State University“ untersucht Professor David F. Kelley<sup>108</sup> neue Methoden der Photovoltaik. Der negative Aspekt bisheriger

---

<sup>106</sup> | Dr. Jehad AbuShama ist ein Solarzellenspezialist, dessen Forschung zur effizienten Weiterentwicklung auf dem Gebiet alternativer Energiegewinnungskonzepte geführt hat. Viele seiner fachspezifischen Berichte wurden publiziert.

<sup>107</sup> | Vgl. William Shafarman, Materials Research Society in | Thin- film compound semiconductor photovoltaics : symposium held March 29-April 1, 2005, San Francisco, California, U.S.A | 2005

<sup>108</sup> | David F. Kelley ist Professor an der Universität von Kalifornien, USA. Er ist auf dem Gebiet der geschichteten Halbleiter, wie Gallium Selenid und Indium Selenide, durch seine Forschung tätig. Kelley studierte an dem „Whitworth College“ in Spokane, USA und beendete seine Ausbildung mit einer Dissertation an der Universität von Washington in Seattle, USA.

Photovoltaikmodule sind die hohen Installationskosten, sowie ein gewisser Wartungsbedarf. Das Zukunftsziel wäre diese Installationskosten zu senken und die Energiegewinnung effizienter zu machen. Von Professor Kelly wurde eine neue Art von Nanopartikeln entwickelt, welche zur Herstellung moderner Photovoltaikpaneele dienen könnten. Schon vor Jahren war Kelley bekannt, dass viele Halbleitermaterialien auf Nanobasis für die Solarzellentechnologie verwendbar wären. Durch technische Umstände gab es damals noch keine Möglichkeit diese in Nanopartikel umzuwandeln. Die Ideen waren anfangs in Form von Skizzen konzipiert, nahmen aber mit der Zeit Gestalt, in Form von entwickelten Gallium Selenid<sup>109</sup> Nanopartikeln, an. Deren Eigenschaften und Problembereiche wurden studiert, wobei erkannt wurde, dass sich die Eigenschaften der Nanopartikel mit ihrer Größe verändern. Ein Teil des Lichtspektrums wird aufgrund unterschiedlicher Größe absorbiert. Durch die somit veränderte Größe der Nanopartikel wird der Farbton definiert. Das Ergebnis war eine genau optimierte Größendefinition dieser Nanopartikel. Dadurch wurde das ganze sichtbare Licht an der roten Farbe am Ende absorbiert und somit die Spannung reduziert. Diese Form von Nanopartikeln weist einen dunkelroten bis schwarzen Ton auf. Zur weiteren Erforschung wurden viele Laborgeräte von Kelley selbst entworfen und gebaut. Das Bundesministerium für Energie unterstützt Kelleys Bemühen die Photovoltaikindustrie zu revolutionieren. Laut seinen Angaben wird der Durchbruch in großen Maßen stattfinden. Der Hintergrund dieses Bestrebens ist die mögliche Reduzierung der Verwendung von Kohle- und Atomenergie. Die Sonne ist im Moment noch eine sehr teure Energiequelle, könnte aber durch die neue Nanopartikeltechnologie sehr wirtschaftlich werden.

Die momentanen Photovoltaikpaneele bestehen aus Silikon, welches durch die eingebundenen Unreinheiten die effiziente Solargewinnung beeinträchtigt. Die Unreinheiten zu beseitigen, ist ein zu kostenintensives Verfahren und deswegen sind kleinere Dimensionen ratsam. In der Realität besitzt nur ein kleiner Anteil eines Materials Unreinheiten. Besteht ein ganzes Photovoltaikpaneel aus einem Material, und funktioniert zudem eines der Kristalle nicht, ist das gesamte Paneel unbrauchbar. Wird aber dieses Paneel auf mehrere Einheiten in Form von Nanopartikeln aufgeteilt, bleibt das Paneel auch beim Ausfallen einiger dieser Nanopartikel noch funktionstüchtig. Die Errichtungskosten dieser Paneele wären im Vergleich zu bisherigen Photovoltaikpaneelen viel wirtschaftlicher.

Viele andere Unternehmen wie IBM, Shell Solar, Nanosolar, Heliowolt und mehr, arbeiten simultan an der Entwicklung des neuen Photovoltaiksystems auf Nanopartikelbasis. Die Firma Honda Soltec Co., Ltd., hat am 24. Oktober 2008 in Japan mit dem Verkauf von Gallium Selenid enthaltenen Photovoltaikmodulen, für öffentlichen wie auch industriellen Gebrauch, begonnen.

Die modernen Bauwerke werden immer gewichtsloser produziert. Durch physikalische Eigenschaften resultiert weniger Masse in der Reduzierung im Komfortbereich. Durch den geringen Materialaufwand entstehen Innenbereiche, welche im Sommer nur durch hohe Energiekosten mit Klimaanlage gekühlt werden können. Der heutige Trend steht für energiebewusstes Bauen, wobei die Verwendung neuer Materialien wichtig ist. Neue, moderne Materialien können kürzlich entdeckt worden sein, durch Materialkompositionen entstehen, oder durch andere technologische Errungenschaften geschaffen werden. Als Beispiel sorgen neuartige Materialien mit Latentwärmespeichern, bei geringem Platz- und Gewichtsbedarf, für einen aktiven Temperatenausgleich.

**PHASE CHANGING MAT.**

---

<sup>109</sup> | Copper indium gallium (di)selenide (CIGS) ist ein neu entdecktes Halbleiter Material, bestehend aus Kupfer, Indium, Gallium und Selenium.

Im Bereich der Gebäudeklimatisierung hat eine neue Ära begonnen. Im Gegensatz zu optisch wenig anspruchsvollen, lauten und energieintensiven Klimaanlage, ermöglichen neue Materialien die Verwendung von sparsamen Kühltechniken ohne Energieverbrauch. Somit kann die Komfortzeit in den Innenräumen für die Personen verlängert werden.

Mit „Phase Changing Materials“<sup>110</sup> versehene Innenräume tragen der Komfortverbesserung, der Energieersparung und der Effizienzsteigerung enorm bei. Als „Phase Changing Materials“ (PCM) werden jene Materialien definiert, welche beim Übergang von einer festen, in eine flüssige Phase, Wärme speichern. Dieser Übergang dauert so lange, bis das Material verflüssigt ist, danach beginnt die Temperatur langsam anzusteigen. Die Wärme, welche während des Phasenübergangs gespeichert wird, hat die Bezeichnung latente Wärme. Schon bei kleinen Temperaturänderungen lassen sich hohe Wärmemengen speichern und somit Temperaturschwankungen ausgleichen. Als Speichermedium wird Paraffin<sup>111</sup> verwendet, welches der Spachtelmasse, in Form von mikroskopisch kleinen Acrylat versiegelten Kapseln, beigefügt wird. PCM können in beliebige Form gebracht werden und haben ein hohes Wärmespeichervermögen<sup>112</sup>. Steigt die Umgebungstemperatur an, wird der Latentwärmespeicher flüssig und sorgt durch diesen Umwandlungsprozess, sowie die damit verbundene Aufnahme von Wärme, für eine konstante Raumtemperatur. Sinkt die Umgebungstemperatur, wird der Latentwärmespeicher fest und durch die somit aufgenommene Kälte, bleibt die Raumtemperatur ebenfalls konstant.

Die Firma BASF bietet ein Produkt namens „Micronal“ auf dem Markt an. „Micronal“ ist eine wässrige Dispersion und ein Polymerpulver, welche ein mikroverkapseltes Paraffingemisch enthalten. Die mikroverkapselten Wände sind aus hochdichtem, Formaldehyd- freien Polymer zusammengesetzt.

Die PCM können in Trägermaterialien wie Wandputze, Gipsbauplatten und Holzwerkstoffe als wirkungsvolle Temperaturregler eingesetzt werden. Ein nachträglicher Einbau ist mit einem theoretisch geringen Aufwand möglich, womit auch eine sehr flexible Lösung gegeben ist.

Der Aggregatzustand der PCM, von fest zu flüssig, ändert sich ab ca. 22°C Raumlufttemperatur. Dieser physikalische Prozess benötigt eine große Menge thermischer Energie, welche der Umgebung entnommen wird. Dadurch wird die Umgebung gekühlt und ein angenehmes Raumklima kann hergestellt werden. PCM erreichen Temperaturreduzierungen von bis zu 6°C und setzen sich somit gegen aufwendige Kühl- und Lüftungstechniken erfolgreich durch. Dabei werden sie beispielsweise einem Baumaterial, welches in Aluminiumbeutel, oder in Noppenmatten, verpackt ist, beigemischt. Eine versiegelte Außenhaut ist notwendig, da sonst verflüssigtes PCM in vertikaler oder geneigter Lage sich unkontrolliert verformen würde.

---

<sup>110</sup> | „Phase Changing Materials“ können im Deutschen mit dem Begriff Phasenumwandlungsmaterialien übersetzt werden.

<sup>111</sup> | Paraffin setzt sich aus den lateinischen Begriffen „parum“ (wenig) und „affinis“ (verwandt) zusammen. Es ist eine Zusammensetzung aus gesättigten Wasserstoffen. Hartparaffine schmelzen zwischen 50 °C und 60 °C und Weichparaffine bei etwa 45 °C.

<sup>112</sup> | Vgl. Simone Raoux, Matthias Wuttig in | Phase Change Materials: Science and Applications | 2008



Latentwärmespeicher ahmen Phänomene der Natur nach. So funktionieren sie ähnlich einem Eiswürfel und seinem Verhalten in bestimmter Umgebung. Wird ein Eiswürfel einem Getränk beigemischt, entzieht dieser dem Getränk so lange Wärme, bis dieser selbst geschmolzen ist. Die Temperatur bleibt dabei konstant auf 0°C. Latentwärmespeicher haben das gleiche Prinzip und sind deswegen so wirkungsvoll. Sie bestehen, im Gegensatz zum Eiswürfel, aus anderen Materialien, mit frei wählbaren Schmelztemperaturen. Mit der Einbindung der PCM in verschiedene Materialien, werden die wärmetechnischen Eigenschaften an diese übertragen. Ein nach diesem Prinzip konzipierter Wandputz, mit einem Drittel Latentwärmespeicher versetzt, sorgt für angenehme Raumtemperaturen von 22 bis 26°C. Dieser Wert kann mit einer 23 cm dicken Ziegelwand verglichen.

Latentwärmespeicher können festen wie auch flüssigen Materialien beigefügt werden und sind somit im Anwendungsbereich äußerst flexibel. Die Integration in Anstrichfarben, oder Gipskartonplatten dient als ein Temperaturmanager und sorgt im Trockenausbau für eine ausgleichende Wirkung auf die Raumtemperatur. Die Einbindung der Latentwärmespeicher ist besonders wirtschaftlich, da dadurch Installations- und Betriebskosten einer Klimaanlage eingespart werden können. Zudem liegt die durchschnittliche Lebensdauer der PCM bei 25 Jahren ohne Leistungsverlust und ist der, einer Klimaanlage, weit überlegen. Ein weiterer Vorteil ist das völlig wartungsfreie System der PCM.

Der hohe Grad an Flexibilität wird zudem durch den unnötigen Anschluss an ein Versorgungsnetz verdeutlicht. Das System der PCM kann in schon vorhandene Konstruktionen, wie abgehängte Decken, eingebunden werden. Durch die Verwendung von Klimaanlagen wird die optische Wahrnehmung des Raumes verändert. Bei der Verwendung von PCM Systemen treten keine sichtbaren Veränderungen der Nutzflächen auf. Zusätzliche Kapazitäten lassen sich zum späteren Zeitpunkt, ohne weitere bauliche Maßnahmen, sowie ohne Beeinträchtigung des Raumnutzers, nachrüsten. Im Fall eines Umzuges kann das PCM System mobil gemacht und einfach mitgenommen werden.

Es müssen gar nicht Hightech Methoden beschrieben werden, um die Funktion von PCM Materialien zu definieren. Surfer benutzen Surfwachs<sup>113</sup> um ihre „Surfboards“ damit zu beschmieren. Durch diese Wachsschicht bleiben die Füße am Board besser haften. Das Surfwachs der heutigen Industrie ist ein Kompositum, wobei 60- 70% von Paraffin gebildet werden. Das gleiche chemische Material, welches für PCM Systeme verwendet wird.

In der ökologisch denkenden Gesellschaft beginnen Surfwachshersteller natürliche Produkte herzustellen. Diese sind zum Beispiel auf Basis von Bienenwachsen zusammengemischt. Dies wäre in der PCM Industrie auch wünschenswert, um naturbewusst und ökologisch zu produzieren. Denn Paraffin und andere, momentan verwendete Materialien, sind umweltschädlich. Das Surfwachs sollte zur Wassertemperatur passen. Surfwachs sollte genau so weich sein, dass es eine optimale Griffigkeit bietet. Unter Einwirkung kälterer Wassertemperaturen wird es hart und bietet schlechte Haftung. Bei wärmeren Wassertemperaturen wird es so weich, dass es verschmiert und das Board rutschig wird. Es wird ein Umwandlungsprozess, aufgrund unterschiedlicher Temperaturen, aufgezeigt. Vom Hersteller werden

---

<sup>113</sup> | Die wohl bekanntesten Hersteller von Surfwachs auf Paraffinbasis sind „Sex Wax“ oder „Sticky Bumps“. Unternehmen welche einen ökologischen Weg eingeschlagen haben sind „Wet Women Surf Wax“ oder „Famous Surf Wax“.

verschiedene Härten für unterschiedliche Wassertemperaturen angeboten. In der Surfwelt ist die Nutzung als Latentwärmespeicher natürlich nicht gegeben, denn es handelt sich lediglich um die gute Hafteigenschaft des Paraffin.

## VIP

Der Physiker James Dewar<sup>114</sup> erfand im Jahre 1893 ein doppelwandiges Glasgefäß, welches zum Vorbild der heutigen Thermosflasche<sup>115</sup> wurde. Dieses doppelwandige Glasgefäß war mit einem 10<sup>-6</sup> mbar evakuierten Zwischenraum konzipiert. Die Glasoberfläche selbst ist mit einem Wärme reflektierenden Material beschichtet. Vakuumisolationspaneelle<sup>116</sup> (VIP) funktionieren nach diesem, von Dewar entwickeltem, Prinzip der Thermosflasche.

Vakuumisolationspaneelle bestehen aus einem porösen, druckbelastbaren Füllkern. Dieser ist aus einem gepressten Pulver, Glasfasern oder offenporigem Schaum zusammengesetzt und in einer Vakuumkammer in eine Hochbarriere- Kunststoff Folie, oder eine Edelstahlhülle, eingeschweißt. Sie besitzen einen Wärmeleitwert von 0,005 W/m<sup>2</sup>K und sind im Vergleich zur herkömmlichen Wärmedämmung 10 Mal besser in Form von Dämmstoff geeignet. Eine hohe Anforderung wird jedoch an Projektierung, Ausführung und Qualitätssicherung gestellt. Das Hightech- Material benötigt professionelle Planung, sowie Ausführung und wird mit Hilfe von diversen Methoden, wie Wärmebrückenberechnung und Thermographie<sup>117</sup>, erreicht.

In der Vergangenheit wurden Vakuumdämmsysteme in der Kryotechnik<sup>118</sup> eingesetzt. Durch technische Optimierung ist eine moderne Integration in der Logistik- und Baubranche möglich geworden. Es ergeben sich neue technische Lösungsmöglichkeiten, sowie daraus resultierende schlankere Bauteile. Der heutigen modernen Architektur sind schlanke Bauteile sehr willkommen, vor allem wenn sie den Niedrigstenergiehaus- und Passivhaus Anforderungen entsprechen. Das Ergebnis der schlanken Ausführung verschiedener Außenbauteile ist somit, im Vergleich zu herkömmlichen Wandaufbausystemen, ein Raumgewinn von ca. 12% Wohnnutzfläche. VIP können sowohl beim Neubau, als auch bei Sanierungsarbeiten angewandt werden.

Das Ziel der Dämmstoffe ist, ihre Wärmeleitfähigkeit, bedingt durch implementierte Materialien, zu reduzieren. Der eigentliche Wärmetransport in einem Dämmstoff setzt sich aus Anteilen der Wärmeleitung durch den porösen Feststoff, der Wärmestrahlung

---

<sup>114</sup> | James Dewar wurde 1842 in Kincardine, Schottland geboren und war in seiner späteren Lebenszeit als Physiker und Chemiker tätig. In den 1890er Jahren beschäftigte er sich mit der Tieftemperaturenphysik. Durch neue Erkenntnisse auf diesem Gebiet erfand er 1893 ein doppelwandiges, aus verspiegeltem Glas bestehendes evakuiertes Gefäß. Dieses wurde später als Dewar- Gefäß bekannt und diente als Vorbild für heutige Thermosflaschen.

<sup>115</sup> | Das deutsche Unternehmen Thermos GmbH stellte 1904 die ersten Thermosflaschen her und wurde somit der Namensgeber des heutigen Produktes.

<sup>116</sup> | Vakuumisolationspaneelle (VIP) sind auch unter dem Begriff evakuierte Dämmstoffe bekannt.

<sup>117</sup> | Die Thermographie ist ein visuelles Verfahren, welches unter Verwendung von Spezialgeräten die Wärmeverteilung verdeutlicht. Diese, für den Menschen unsichtbare Wärmestrahlung von verschiedenen Objekten, wird mit Wärmeleitkameras sichtbar gemacht. In der Baubranche (Bauthermografie) wird die Thermografie zur Qualitätssicherung, bei der Überprüfung der einwandfreien Wärmedämmung von Gebäuden, eingesetzt.

<sup>118</sup> | Kryotechnik stammt von dem altgriechischen Begriff „kryos“ (Frost, Eis) ab. Als Kryotechnik wird Kälte- und Frosttechnik bezeichnet und besitzt praktische Anwendung im Kühl- und Gefriergerätebau. Die Kryotechnik deckt den Temperaturbereich unterhalb etwa -150°C ab.

durch den Feststoff und der Wärmeleitung über das Gas in den Poren des Feststoffes, zusammen. Mit der Einbindung spezieller Materialien und durch Reduktion des Feststoffanteils, kann die Wärmeleitung durch den Feststoff verringert werden. Ein Zusatz, welcher die Wärmestrahlung absorbiert, verringert dazu zusätzlich die ursprüngliche Wärmestrahlung. Durch eine bestimmte Gasart und den Gasdruck in den Poren, kann die Wärmeleitung des Gases manipuliert werden. Durch Evakuierung wird die Wärmeleitung durch das Gas im großen Maß unterbunden. In welcher Größenordnung der Restgasdruck abgesenkt werden muss, hängt von den Porengrößen des VIP Kerns ab. Mit besonders geringer Empfindlichkeit gegen Druckanstiege, zeichnen sich nanoporöse Pulverkerne aus. Bei einem erreichten Wert von 100 mbar im Kern, verdoppelt sich die Wärmeleitfähigkeit des VIP Dämmsystems<sup>119</sup>.

Vakuumgedämmte Betonfertigteile sind im Rahmen der VIP Forschung neu entwickelt worden. Bei einer Materialstärke von 25 cm weisen sie einen U- Wert<sup>120</sup> von nur 0,15 W/m<sup>2</sup>K auf. Somit unterliegt dieser Wert den Passivhausstandards. Vorteilhaft ist auch, dass auf eine zusätzliche Wärmedämmung verzichtet werden kann und somit das Nutzraumvolumen vergrößert wird.

**VIPBON**

Da VIP- Systeme recht empfindlich sind, ist eine Vorfertigung der Betonteile mit eingeschlossener VIP- Dämmung sehr sinnvoll. Dadurch kann auch eine fachgerechte Behandlung sichergestellt und Zeit, sowie Kosten bei der Herstellung, eingespart werden. Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und Wärmespeicherung können durch vakuumgedämmte Betonfertigteile voll erfüllt werden. Gegenüber einer wärmebrückenfreien Konstruktion vervielfacht sich der U- Wert bei hochdämmenden VIP- Systemen mit einer Haltekonstruktion.

Es ist sinnvoll Systeme zu entwickeln, welche das einfache Auswechseln defekter VIP- Elemente ermöglichen. Die ersten Prototypen sind schon hergestellt worden. Außerdem können VIP- Elemente in viele andere Materialien eingebunden und in Massen produziert werden. Gipskartonwände könnten in Verbindung mit VIP- Dämmstoffen für nicht tragfähige, gut isolierte Innenwände von großem Nutzen sein. Natürlich würde sich die Anwendung dieser Innenwände auf Spezialgebiete beschränken. In diesem Bereich ist die Anwendung von Mass Customization auch sehr sinnvoll und kann zu erstaunlichen Ergebnissen führen.

Der Eisbär diente als Vorbild für dieses hochmoderne Material. Sein Fell ist nicht nur zum Schutz gegen Kälte notwendig, sondern lässt zudem Sonnenstrahlen durch, welche dank der dunklen Haut absorbiert und in Wärme umgewandelt werden.

**TWD**

Verluste von Transmissionswerten werden von einer opaken Dämmung der Außenwand reduziert. Die auftreffende Sonnenstrahlung wird jedoch bei herkömmlichem Aufbau in keiner weiteren Weise genutzt. Transparente Wärmedämmung (TWD) hingegen arbeitet nach einem anderen Prinzip. Diese lässt den Großteil der Sonnenstrahlung durch die Dämmschicht und wandelt diese an der

---

<sup>119</sup> | Vgl. Irfan Koç in | Verbesserte Wärmedämmung als wichtiges Element nachhaltiger Gebäudesanierung (German Edition) | 2009

<sup>120</sup> | Der U- Wert ist der Wärmedurchgangskoeffizient in W/ (K·m<sup>2</sup>) und wurde früher als k- Wert bezeichnet. Er ist das Maß für den Wärmestromdurchgang durch eine ein- oder mehrlagige Materialschiicht, bei auf beiden Seiten unterschiedlicher Umgebungstemperatur.

dunklen Wand, welche als Absorber dient, in Wärme um<sup>121</sup>. Durch den weiteren Umstand, dass die TWD, im Vergleich zum Wandbaustoff (Ziegel, Beton, ...), einen hohen Transmissionswiderstand besitzt, wird die gewonnene Wärme in die Massivwand geleitet. Die Massivwand übernimmt die Funktion eines thermischen Speichers und leitet die gewonnene Wärme, mit einer Verzögerungszeit, an den dahinterliegenden Raum ab. Transparente Wärmedämmung ermöglicht somit direkt eine passive Nutzung der Sonnenenergie an der Hausaußenwand. Im großen Umfang werden Hohlkammerstrukturen aus Kunststoffen oder Glas, Kartonwaben oder auch speziell konzipierte Mineralfaserschichten, als Materialien für transparente Wärmedämmungen verwendet<sup>122</sup>.

Da dieses Konzept im Winter bei genügend Sonnenschein sehr gut funktioniert, sind unter bestimmten Umständen auch Nachteile involviert. Im Sommer, oder der Übergangszeit, kann es zu einer Überhitzung des Systems kommen. Durch diesen Umstand ist ein temporärer und flexibler Sonnenschutz notwendig. Resultierend wurde eine transparente Wärmedämmung mit eingebautem Sonnenschutz entwickelt. Der Sonnenschutz funktioniert in Form von quer liegenden Lamellen und lässt die Sonnenstrahlen der tiefliegenden Sonne durch, wobei Sonnenstrahlen bei hohem Sonnenstand im Sommer konsequent abgeschirmt werden. Dieses System ist unter dem Namen LTWD bekannt. Die Firma Sto Ag hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer- Institut<sup>123</sup> für Bauphysik und dem Fraunhofer- Institut für solare Energiesysteme ein modernes TWD- Verbundsystem konzipiert. Dieses besteht aus transparenten Wärmeplatten von zwei auf einen Meter, welche direkt in ausgesparte Bereiche der Außenwanddämmung, eingesetzt werden.

Durch eine intelligent geplante Anordnung der Kapillare in der Dämmschicht werden nur die Sonnenstrahlen der niedrigstehenden Wintersonne bis zur schwarzen Absorberschicht durchgelassen. Die Sonnenstrahlen der hochstehenden Sommersonne werden demnach konsequent abgeschirmt.

## SWD

Eine moderne Weiterentwicklung der transparenten Wärmedämmungen hat das Unternehmen ZAE Bayern<sup>124</sup> konzipiert. Das System sollte gegen Überhitzung resistent sein und zudem noch viel bessere Wärmedämmeigenschaften aufweisen. Die Idee hat in Form einer schaltbaren Wärmedämmung (SWD) Gestalt angenommen. Die auftreffenden Sonnenstrahlen werden wie bei TWD als nutzbare Wärme in den Innenraum weitergeleitet. Womit sich aber schaltbare Wärmedämmungen auszeichnen, ist der Umstand, dass diese nur bei Heizungsbedarf, oder ausreichender Sonnenstrahlung, die Wärme nutzen. Bei Sommertagen, oder bewölktem Himmel, wird die SWD im hochdämmenden Zustand gehalten. Dieser hochdämmende Zustand wird mit Hilfe eines evakuierten, mit Edelstahl umhüllten, 2 cm starken Panels, mit

---

<sup>121</sup> | Vgl. Ursula Eicker in | Solare Technologien für Gebäude: Grundlagen und Praxisbeispiele | 2011

<sup>122</sup> | Vgl. Andreas Wagner in | Transparente Wärmedämmung an Gebäuden. Produkte - Projekte - Planungshinweise | 2002

<sup>123</sup> | Die Fraunhofer- Institute sind Teil der Fraunhofer- Gesellschaft, welche die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa ist. Forschung wird für die Industrie, sowohl auch für die Gesellschaft, betrieben.

<sup>124</sup> | Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) wurde im Jahr 1991 mit dem Firmensitz in Würzburg, Deutschland gegründet. Das Ziel des Unternehmens ist die Förderung der Energieforschung, sowie Weiterbildung und Beratung, Information und Dokumentation auf allen Gebieten, welche für die Energieforschung bedeutsam sind.

Glasfaserfüllung, erreicht. Im Paneelinneren ist ein Metallhydrid<sup>125</sup>, welches bedarfsweise eine kleine Menge Wasserstoff (ca. 50 hPa) freisetzen, beziehungsweise aufnehmen kann, integriert. Dadurch wird der hochdämmende Zustand gesteuert. Die Wärmeleitfähigkeit des Paneels kann um einen drastischen Faktor erhöht, beziehungsweise auf den Wert des evakuierten Zustandes zurückgesetzt werden. Die Umschaltung ist selbstregelnd und erfordert keine zusätzliche mechanische Vorrichtung. Für den wärmeleitenden Zustand muss eine elektrische Leistung von ca. 5 Watt pro Quadratmeter, der Paneelfläche zugeführt werden.

An der Außenfassade werden schaltbare Wärmedämmungen mit einer vorgesetzten Glasscheibe kombiniert. Die Energie wird von der Oberfläche des Paneels absorbiert und mit hohem Wirkungsgrad an das massive Mauerwerk, bzw. direkt an den Innenraum übertragen. Ob die Energie direkt an den Innenraum weitergeleitet wird, hängt von dem Speichervermögen der Außenwand ab. Ein besseres Speichervermögen der Außenwand leitet die Energie mit einer proportionalen Zeitverzögerung weiter.

---

<sup>125</sup> | Als Metallhybride werden Verbindungen von Metallen mit Wasserstoff bezeichnet. Metallhybride werden hauptsächlich in Metallhydridspeichern für Wasserstoff, verwendet. Ungewollt entstehen sie in Metallen, welche über einen langen Zeitraum, Wasserstoff ausgesetzt waren.

„Smart- Materials“ kamen erstmals in den 80er Jahren in Mode. Im Mittelpunkt der damaligen Forschung standen Metalle mit Formgedächtnis, sowie Kristalle mit Piezoeffekt. Seit der damaligen Zeit sind diese Materialtypen weitgehend durch intensive Forschung ausgereizt worden. Der momentan aktuellste Trend bezieht sich auf intelligente Kunststoffe, welche sich in Form von elektroaktiven Polymeren, durch applizierte Elektrizitätszufuhr, dehnen oder schrumpfen. Diese könnten bei Flugzeugkonstruktionen oder bei Autobahnen, Schwingungen aufnehmen und für eine bessere Stabilität sorgen<sup>126</sup>.

*Smart planes- intelligent houses- shape memory textiles- micromachines- self- assembling structures- color- changing paint- nanosystems. The vocabulary of the material world has changed dramatically since 1992, when the first „smart material“ emerged commercially in, of all things, snow skis. Defined as „highly engineered materials that respond intelligently to their environment“, smart materials have become the „go- to“ answer for the 21st century’s technological needs. NASA is counting on smart materials to spearhead the first major change in aeronautic technology since the development of hypersonic flight, and the US Defense Department envisions smart materials as the linchpin technology behind the „soldier of the future“, who will be equipped with everything from smart tourniquets to chameleon- like clothing.*

*Clevere Flugzeuge- intelligente Häuser- Formgedächtnis- Textilien- Mikromaschinen- selbst aufbauende Strukturen- Farbe verändernde Lacke- Nanosysteme. Das Vokabular der Materialwelt hat sich seit 1992 drastisch verändert, als die ersten „Smart- Materials“, kommerziell, vor allem bei Schneeschis, aufgetaucht sind. Als „hoch konstruierte Materialien, welche intelligent auf ihre Umgebung reagieren“, definiert, sind „Smart- Materials“ zur „go- to“ Antwort für die technologischen Bedürfnisse im 21sten Jahrhundert geworden. NASA rechnet mit „Smart- Materials“, um zum ersten großen Wechsel in der aeronautischen Technologie, seit der Entwicklung des Überschallflugs, vorzustoßen und das US Verteidigungsministerium stellt sich die „Smart- Materials“ als die stützende Technologie hinter dem „Soldaten der Zukunft“, welcher mit allem, von cleveren Blutstauern bis zur Chamäleon ähnlicher Kleidung, ausgerüstet sein wird, vor. Michelle Addington, Daniel Schodek in | Smart Materials and Technologies | 2005 | S. 1*

### ADAPTRONIK

Die nächste Entwicklungsstufe der „Smart- Materials“ wird der Adaptronik<sup>127</sup> zugewiesen. Die komplexen Systeme, bestehend aus adaptiven Werkstoffen,

<sup>126</sup> | Vgl. Axel Ritter in | Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design | 2002

<sup>127</sup> | Der Begriff Adaptronik setzt sich aus den Wörtern adaptiv, sowie Elektronik zusammen. Die interdisziplinäre Wissenschaft nutzt Aktoren, um mit Hilfe derer die elasto- mechanischen Eigenschaften der verwendeten Materialien auszunutzen. Adaptronische Strukturen und Systeme können sich automatisch an variable Umgebung, durch Hilfe von „Feedback“ Kontrollen, anpassen. Der wesentliche Charakter sind multifunktionelle Komponenten, welche Einheiten des gesamten Systems bilden. Das Ziel der Adaptronik

Sensoren, sowie Adaptoren und elektrischen Reglern, reagieren autonom auf ihre Umgebung<sup>128</sup>. Das Unternehmen Head<sup>129</sup> entwickelte, basierend auf dem Prinzip der Adaptronik, einen speziellen Schi, welcher Fasern aus piezokeramischen Material enthält, der die entstehenden Vibrationen autonom ausgleicht, und zudem in die benötigte elektrische Energie umwandelt.

*Fortschritte in der Mikro- und Nanotechnik ermöglichen nun jedoch ganz neue Ansätze zur Lösung der Schwierigkeiten. Entsprechend groß ist zurzeit das Interesse von Industrie und Forschung an den selbstheilenden Materialien. Im Jahr 2002 gründete beispielsweise die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA eigens ein virtuelles Institut, das die Fähigkeiten biologischer Systeme auf künstliche Materialien übertragen soll. Mit insgesamt dreißig Millionen Dollar ausgestattet, umfasst das "Institute for Biologically Inspired Materials" Arbeitsgruppen bei der NASA sowie an verschiedenen amerikanischen Universitäten.*

*[www.princeton.edu/~cml/assets/pdf/smarte\\_materialien20050221.pdf](http://www.princeton.edu/~cml/assets/pdf/smarte_materialien20050221.pdf) | 14.09.11 | 18.30*

Materialexperten forschen an Materialien mit Formgedächtnis, welche deren ursprüngliche Form durch Erwärmung in Eigenenergie umwandeln. Diese hätten eine Vielzahl von möglichen Applikationen, wie beispielsweise bei Fahrzeugen, derer beschädigte Außenhaut, durch Heißluft erwärmt wieder den speziellen Werkstoff in die ursprüngliche Form bringen würden. Analog könnte dies bei innovativen architektonischen Konzepten angewendet werden. Eine Gebäudeaußenhaut könnte nach Beschädigung durch extreme Wettereinflüsse, in den Ausgangszustand transferiert werden. Ein weiterer Aspekt wären auch effizientere Transportmöglichkeiten von Bauteilen, welche erst vor Ort, die gewünschte Form annehmen würden.

## FORMGEDÄCHTNIS

---

sind leichte, sowie effiziente Strukturen, welche für geringere Material-, sowie Energieressourcen verantwortlich sind.

<sup>128</sup> | Vgl. Hartmut Janocha in | Adaptronics and Smart Structures: Basics, Materials, Design, and Applications | 2010

<sup>129</sup> | Head ist ein Sportunternehmen, welches in Baltimore, USA 1950 von Howard Head, gegründet wurde. Howard Head war bei einem seiner Schitrips erstaunt, dass Schi immer noch aus Holz hergestellt werden, wobei Materialien, wie Metalle und Plastik, in anderen Industrien schon in Verwendung waren. Somit begann er seine ersten Schiprototypen zu konstruieren. Das heutige Hauptquartier befindet sich in Amsterdam, Niederlande und in Kennelbach, Österreich. Primär ist das Unternehmen auf die Herstellung von Sportausrüstung, sowie Sportbekleidung eingestellt, wobei die Sportarten Tennis und Schifahren im Vordergrund liegen.

## 2.6 | HIGHTECH UND LOWTECH

*Jongstra keeps the entire process from raw materials to end product in her own hands, so that she can operate independently and, more especially, to be able to work sustainably. Jongstra tends her own flock of rare Drenthe Heath sheep, thus contributing to the survival of this age-old breed in the Netherlands. Establishing her own dyeworks has made it possible for her to colour her products with natural dyestuffs rather than synthetic ones.*

*Jongstra behält den ganzen Prozess von Rohmaterialien, bis zum Endprodukt, in ihren eigenen Händen, damit sie unabhängig operieren kann, auch insbesondere, um nachhaltig zu arbeiten. Jongstra hegt ihre eigene Herde von seltenen Drenthe Heath Schafen, wodurch sie zum Überleben dieser alten Rasse in den Niederlanden beiträgt. Die Errichtung ihrer eigenen Färberei hat es ihr möglich gemacht, ihre Produkte mit natürlichen Farbstoffen, anstelle von synthetischen, zu färben. NAI Publishers, Linda Vlassenrood in | Tangible Traces | 2009 | S. 103*

Nach dem zweiten Weltkrieg sind natürliche Färbungsmittel rar geworden, da die Industrie sich zunehmend auf schnelle und widerstandsfähige synthetische Färbungsmittel ausgerichtet hat. Effizientere Produktion und breiteres Anwendungsgebiet haben die Produzenten von den zuvor üblichen natürlichen Produktionsverfahren abgeleitet. Effizienz bedeutet in weiterer Abfolge mehr Umsatz und somit florierende Unternehmen, deren Erfolg mit finanziellen Mitteln bemessen wird. Die Gesellschaft wird von der Wirtschaft, sowie dem Kapitalismus angetrieben und es ist schwierig diesem Fluss zu entkommen und nach alternativen Wegen zu suchen. Wenn aber Personen doch versuchen, zu altherkömmlichen Mitteln zurückzugreifen, stellt sich die Frage, welchen Interessen nachgegangen wird. Womöglich ist es in einigen Fällen Sentimentalität, in anderen der Trotz gegen den Strom zu schwimmen und sich von der Masse abzuwenden. In der heutigen Zeit ist der „Retrostil“ wieder in und wird somit von vielen Anhängern, sei es in der Modewelt, oder aber auch in der Technologie, eifrig verfolgt. Natürlich ist manchmal auch geldwerter Vorteil damit verbunden<sup>130</sup>.

### RETRO

Schon für veraltet gehaltene Materie wird wieder neu belebt und die Industrie passt sich diesem Umstand auf bestimmten Teilgebieten an. Auf den Gebieten, wo marktwerter Vorteil vorhanden ist, setzt sich die Industrie durch und versucht das Maximum auszuschöpfen. Die klassischen Adidas<sup>131</sup> Jogginganzüge waren vor einigen Jahren, bevor der „Retro“ Boom eingesetzt hat, für wenig Geld in

---

<sup>130</sup> | Vgl. NAI Publishers, Linda Vlassenrood in | Tangible Traces | 2009

<sup>131</sup> | Adidas ist ein aus Deutschland stammendes Unternehmen mit dem Tochterunternehmen Reebok. Es wurde 1924 kreiert und 1949 registriert. Das offizielle Logo des Unternehmens sind die drei parallel verlaufenden Streifen. Es ist der größte Sportwarenhersteller in Europa und nach Nike der zweitgrößte Hersteller weltweit. Adolf Dassler begann mit der Herstellung von Sportschuhen in der eigenen Küche und weitete die Herstellung mit seinem Bruder Rudolf aus. Durch das Sponsoring des US Sprinters Jesse Owens, bei den Olympischen Spielen 1936, erlangte das Unternehmen Weltruhm. Im zweiten Weltkrieg arbeitete das Unternehmen an der Herstellung von Kriegsmaterial. Die Dassler Schuhfabrik hat sich später in das Puma Unternehmen und die Adidas AG unterteilt.



Krämerläden erhältlich. Zwar war das Unternehmen auf dem Sportsektor immer noch stark präsent, hatte jedoch keinen starken Standfuß in der alltäglichen Mode. Heute produziert die Industrie neue Jogginganzüge nach dem klassischen Design und setzt einen hohen Kaufpreis an, da dieses Produkt nun ein Objekt wachsender Begierde ist. Veraltete Kameras unterschiedlicher Hersteller, wie beispielsweise der russischen Firma Lomo<sup>132</sup>, haben durch ihre neue Aktualität, wieder einen enormen Preisanstieg erlebt. Dieser Umstand hat sich durch zufällige Ereignisse entwickelt. Eine Lomo Kamera, wie beispielsweise das Modell „Lubitel“<sup>133</sup>, kann im Herstellungsland Russland für einige wenige Rubel<sup>134</sup> erworben werden. Über diverse Internetportale verkauft es sich um einen vielfachen Preis. Die Geschichte endet noch nicht an diesem Punkt. Des Weiteren hat sich die Industrie das alte „Lubitel“ Modell als Grundlage für eine neuere Version zum Vorbild genommen. Dieses neue „Lubitel“ Modell ist mit einigen nicht spektakulären und veralteten Funktionen bestückt worden und verkauft sich zu einem hoch angesetzten Preis, weit über dem Preis vieler kompakter Digitalkameras, welche im Vergleich, eine modernere Technologie integriert haben. Dazu muss noch gesagt werden, dass nun dieses neue „Lubitel“ Modell, im Vergleich zum alten „Lubitel“ Modell, qualitativ minderwertig verarbeitet ist und auch aus Plastik, anstatt aus robustem Metall wie bei der alten Version, besteht<sup>135</sup>.

Natürlich muss sich aber „Retro“ nicht nur auf das Design beziehen, jedoch auch auf den Herstellungsprozess. Verloren geglaubte Herstellungsprozesse, sowie Materialien, sind in nicht allzu ferner Zukunft vielleicht wieder der Trend. Die Aktualität der Nachhaltigkeit hat im Zusammenhang mit verloren geglaubten Herstellungsprozessen viel beigetragen. Herstellungsweisen, welche natürliche Materialien sowohl für die Verarbeitung wie auch als Rohstoff, ohne zusätzlicher chemischer Prozesse, verwenden, werden von der natürlichen Umgebung viel leichter aufgenommen. Der Trend, welcher im letzten Jahrzehnt mit wachsender Tendenz aufgetreten ist, wirbt für natürliche Nahrung. Dies bedeutet, dass Nahrung nicht genmanipuliert ist und sowohl keine Pestizide bei der Kultivierung angewendet werden. Diese sogenannte Bio- Nahrung hat einen viel höher angesetzten Kaufpreis, welcher durch die höheren Herstellungskosten gerechtfertigt wird. Der Umstand bezieht sich in dem Ausmaß auch auf Tiere, wobei das Fleisch von Tieren, welche in einer glücklichen Umgebung gehalten werden, besser schmecken soll.

Als Beispiel, in der heutigen modernen Zeit, für einen komplett natürlichen Herstellungsprozess mit natürlichen Materialien, wird die textile Verarbeitung von Claudy Jongstra<sup>136</sup> analysiert. Die Textilien von Jongstra werden von diversen

**CLAUDY JONGSTRA**

---

<sup>132</sup> | Das russische Unternehmen LOMO steht als Abkürzung für „Leningrad Optical Mechanical Amalgamation“ und war auf das Herstellen von hochwertigen optischen Instrumenten, Linsen, Projektoren, Musikrekorder, sowie Kameras spezialisiert. LOMO wurde 1914 in St. Petersburg, Russland gegründet. Während dem ersten Weltkrieg produzierte das, anfangs russisch- französische Unternehmen, optische Einheiten für Gewehre. 1919 wurde LOMO nationalisiert. Heute stellt das Unternehmen Optik für das Militär, wissenschaftliche Forschungsinstrumente, Mikroskope, medizinische Geräte, sowie andere Produkte her. „Lomographie“ wird heute als eine Kunstbewegung angesehen.

<sup>133</sup> | Das erste Kameramodell „Lubitel“ wurde 1946 vom russischen Unternehmen LOMO in Leningrad hergestellt. Unterschiedliche „Lubitel“ Modelle wurden, bis zum Produktionsschluss in der Mitte der 90er Jahre, auf dem Markt eingeführt. Die Bezeichnung „Lubitel“ an sich bedeutet übersetzt, Amateur oder Liebhaber. Heute wird eine Art Kopie, unter dem Namen „Lubitel“ 166+, hergestellt.

<sup>134</sup> | Der Rubel ist die Währungseinheit der Russischen Föderation. Geschichtlich wurde der Rubel auch von der Sowjetischen Union und vom Russischen Imperium verwendet. 100 Kopeks unterteilen einen Rubel. Die ISO Bezeichnung ist RUB.

<sup>135</sup> | Vgl. Fabian Monheim in | Lomo: Don't Think, Just Shoot | 2007

<sup>136</sup> | Claudy Jongstra wurde 1963 geboren und begann schon im jungen Alter mit Filzstofftechniken zu experimentieren. Zu dieser Experimentierfreudigkeit kam es durch das rege Interesse an traditionellen

Modedesignern, sowie für Innenräume von Gebäuden, wie beispielsweise zur Wandabdeckung, angewandt. International anerkannte Architekturbüros wie MVRDV<sup>137</sup> haben ebenso mit Jongstra zusammengearbeitet und die natürlichen Textilien im Innenbereich der architektonischen Objekte als künstlerisches Gestaltungsmittel verwendet. Das Projekt Lloyd Hotel im östlichen Hafenteil von Amsterdam<sup>138</sup> benutzt beispielsweise Jongstras Kreationen als Beschattungs- und Dekorationselement im Gebäude selbst. Es findet ein Zusammenspiel von diversen Ebenen statt, indem neue Materialien mit alten vermischt werden und ein allesamt modernes Gesamtbild definieren.

*My way of working is the product of a moral aversion to the fashion industry. Different collections have to be sold and consumed every year. This excess of fabric means that people never wear their clothes out any more. Besides, production is so speeded up that it is impossible to supply quality. After my graduation, I saw an exhibition on the process of producing felt in the Tilburg Textile Museum. I was amazed: that wool, the oldest material in the world, has so many specific qualities! Industrial, synthetic materials are no match for it.*

*Meine Art der Arbeit ist das Produkt einer moralischen Abneigung zur Modeindustrie. Unterschiedliche Kollektionen müssen jedes Jahr verkauft und konsumiert werden. Der Exzess von Stoffen bedeutet, dass Menschen ihre Kleidung nicht mehr abnutzen. Außerdem ist die Produktion so beschleunigt, dass es unmöglich ist, Qualität anzubieten. Nach meinem Abschluss habe ich die Ausstellung über den Produktionsprozess von Filz im Tilburg Textilmuseum gesehen. Ich war erstaunt: diese Wolle, das älteste Material auf der Welt, hat so viele spezifische Qualitäten! Industrielle, synthetische Materialien sind ihr kein Vergleich.*

*NAi Publishers, Linda Vlassenrood in | Tangible Traces | 2009 | S. 124*

Menschen wissen in der heutigen Zeit fast nicht mehr, wie sich echte Wolle anfühlt. Es ist ein Material, welches oft von synthetischen Produkten imitiert wird. Für Claudy Jongstra ist Nachhaltigkeit auch im engen Zusammenhang mit Qualität, da ein Produkt welches beim Herstellungs-, wie auch beim Designprozess, qualitativ verarbeitet wird, länger nachhaltig ist. Das Zeitlose ist auch eine Art Inspiration für Jongstras Arbeit, wobei sie selbst den nötigen Arbeitsprozess vom Anfang bis zum Ende kontrolliert, beziehungsweise diesen selbst aktiv unternimmt. Nachhaltigkeit bedeutet nicht nur Materialien nach alten Herstellungsprozessen zu verarbeiten, sondern ist auch in Relation mit der Wahl der Materialien selbst. Das Handwerk funktioniert nur als Werkzeug, die Aussage jedoch ist viel höher angesetzt. Die Menschen sollen ihr Umweltbewusstsein wiederfinden.

## WASSERPAVILLON

Wenn von Hightech gesprochen wird, bezieht sich die Definition auf modernste Materialien, visionäre Konzepte, sowie neuartige Technologien. Es ist gewissermaßen

---

Produktionsprozessen. Jongstras Arbeiten wurden in etlichen, international anerkannten Museen, ausgestellt, sowie in architektonische Konzepte bekannter Architekten einbezogen.

<sup>137</sup> | Das Architekturbüro MVRDV wurde 1993 von Winy Maas, Jacob van Rijs and Nathalie de Vries in Rotterdam, Niederlande ins Leben gerufen. Die Arbeit steht in Relation zum Design und zu Studien auf dem Gebiet der Architektur, Städtebau und Landschaftsplanung. MVRDV plant Projekte in etlichen Ländern und arbeitet mit lokalen, sowie internationalen Architekten und Künstlern zusammen. Mehr als 60 Architekten, Designer und andere Angestellte arbeiten in einem Team zusammen. Projekte, wie der niederländische Pavillon für die EXPO 2000 in Hannover, Deutschland wurden erfolgreich umgesetzt. Weitere Projekte sind das Haus am Hang in Stuttgart, Deutschland, das Gemini Wohngebäude in Kopenhagen, Dänemark, das Barcode Haus in München, Deutschland und etliche mehr.

<sup>138</sup> | Amsterdam ist die Hauptstadt, sowohl auch die größte Stadt, der Niederlande. Im Jahr 2008 wurde die Einwohnerzahl mit mehr als 1.3 Millionen bemessen. Der Ursprung des Namens ist die Ableitung von „Amstelderdam“ und setzt sich aus den Wörtern „dam“ und „Amstel“ zusammen. Somit in der Bedeutung der Damm am Fluss Amstel. Während der holländischen goldenen Zeit hatte Amsterdam einen der wichtigsten Häfen und stand somit im Handelsmittelpunkt, besonders im Bereich der Finanzen und der Diamanten. Heute ist die moderne Stadt besonders ein Anziehungspunkt für viele Touristen, dank des Rijksmuseums, des Van Gogh Museums, des Rotlichtbezirks, sowie der Kaffeehäuser und weiterer Attraktionen.

der letzte Stand der Forschung vieler Fachgebiete. Den New York Times<sup>139</sup> folgend, wurde der Begriff „high tech“ erstmals im Jahr 1957 in einem Bericht über atomare Energie in Europa angewandt. Hightech in Architektur und Industrie bezieht sich im Weiteren zunehmend auch auf den Produktionsprozess. Der Hightech- Stil wurde nach 1980 mit der Anwendung von Raumfachwerken, Metallverkleidungen und Verbundgeweben im architektonischen Zusammenhang definiert.

Das MIT hat ein neues Gebäudekonzept entworfen, bei welchem die Wände aus dem Element Wasser bestehen. Eine interaktive Struktur ermöglicht die Manipulation der sich präsentierenden Form. Durch programmierten Prozessablauf kann das Fassadenmuster, bestehend aus Wasser, variiert werden. Die Funktion des Pavillons selbst, beinhaltet einen Ausstellungs-, Informations-, sowie einen öffentlichen Bereich.

Dieser digitale Wasserpavillon war Bestandteil der EXPO 2008 in Zaragoza, Spanien. Von der New York Times wurde das Projekt, zum damals aktuellen Zeitpunkt, als die beste Innovation des Jahres gekürt, da es einzigartig war und die neuen Möglichkeiten der digitalen Architektur veranschaulichte. Der Ansatz des Entwurfs war eine interaktive, flüssige Architektur, da Wasser eines der am höchst dynamischen Elemente ist. Die Architektur wurde schon immer vom dynamischen Fluss des Wassers inspiriert und zum Teil auch geleitet. Professor Will Mitchell<sup>140</sup> vom MIT, beschreibt den Wasserpavillon als eine innovative Applikation, welche Zeuge der digitalen Architektur ist. Andere neuartige Technologien, wie Sensoren, künstliche Intelligenz, Netzwerke, computergesteuerte Hydraulikelemente und andere Thematik, sind analog ins Designkonzept implementiert worden. Der Wasserpavillon ist eine Art Experiment, sowohl auch Symbol für eine künftig mögliche Implementierung von exakt kontrolliertem Wasser auf urbaner und globaler Basis. Wie beschrieben, kann der Wasserfluss digital kontrolliert werden, somit Muster, Bilder oder sogar Text demonstrieren. In weiterer Folge kann die Interaktion mit dem Besucher, in Form von mit Sensoren gesteuerter Interaktion, stattfinden. Somit ist es kein statisch ausgeführtes, sondern ein völlig dynamisches Konzept.

*Diese Fähigkeit ermöglicht Architekten viele traditionelle Ideen über architektonische Form herauszufordern, ... Türen, zum Beispiel, müssen keinen festen Standpunkt haben. Wenn man sich ihnen nähert, können Wasserwände sich wie das Rote Meer für Moses öffnen, und sich danach bruchlos hinter einem verschließen.*

*William J. Mitchell*

*<http://web.mit.edu/newsoffice/2008/zaragoza-tt0611.html> | 16.01.10 | 12.30*

*This capability enables architects to challenge many traditional ideas about architectural form,... Doors, for example, need not have fixed locations. When you walk up to them, water walls can open like the Red Sea for Moses, and then seamlessly close behind you.*

---

<sup>139</sup> | Die New York Times ist eine US Tageszeitung, welche 1851 in New York gegründet wurde und in New York publiziert wird. Es ist die großstädtische Tageszeitung mit der größten Auflage in den USA. Im Laufe ihrer Bestehensperiode wurden 101 Pulitzer Preise dieser Tageszeitung verliehen.

<sup>140</sup> | William J. Mitchell wurde am 15. Dezember 1944 in Australien geboren und war am Ende seiner Karriere Professor, sowie Leiter der Media Lab „Smart Cities research group“ am MIT in Cambridge, USA. Vor dem MIT war Mitchell Architekturprofessor und Leiter des Master in Design Programms an der Harvard, Graduate School of Design. Zuvor war er Leiter des Architektur, sowie Städtebau Design Programms an der UCLA „Graduate School of Architecture and Urban Planning“ und lehrte an Yale in New Haven, USA, Carnegie- Mellon in Pittsburgh, USA sowie der Cambridge Universität in Cambridge, England. Mitchell war für seine herausragende Arbeit, unter anderem auf dem Gebiet intelligenter Städte, bekannt. Gestorben ist Mitchell 2010 in Cambridge, USA.

Der digitale Wasserpavillon ist ein herausragendes Beispiel an innovativer Architektur, wie es zu ihrer Zeit andere Objekte waren. Das Hauptthema der EXPO 2008 in Zaragoza, Spanien war Wasser und nachhaltige Entwicklungen.

Carlo Ratti<sup>141</sup> beschreibt die digitale Wasserwand als Analogie zu einem Tintenstrahldrucker, wobei nur Luft und Wasser Pixel generieren, anstatt wie bei konventionellen Methoden Projektionen auf einer Oberfläche. Die gesamte Oberfläche ist, seiner Definition folgend, ein Gesamtmuster bestehend aus etlichen Pixeleinheiten, welches zusätzlich nach unten rollt. Um konsequent zu bleiben, bestehen alle Pavillonwände im Außen- sowohl auch Innenbereich aus digitalem Wasser. Das 40 cm dicke Dach ruht auf hydraulischen Pfeilern, welche die Position des Dachs in Relation zum Wind verändern. Die Dachdynamik wird zu einem extremen Punkt geführt, wobei das Dach komplett im Boden verschwinden kann. Die Nachhaltigkeit wird verfolgt, indem das für den Pavillon verwendete Wasser in seiner Gesamtheit wiederverwertet wird. Der einzige Wasserverbrauch findet beim natürlichen Verdampfungsprozess statt, doch wird diese Menge vom Regenwasser rückgeholt.

*The Digital Water Pavilion illustrates how buildings of the future may change their appearance and form from moment to moment, based on necessity and use.*

*Der digitale Wasserpavillon illustriert, wie Gebäude der Zukunft ihre Erscheinung und Form von Moment zu Moment, basierend auf Gebrauch und Nutzung, verändern können.*

Carlo Ratti

<http://web.mit.edu/newsoffice/2008/zaragoza-tt0611.html> | 16.01.10 | 14.20

Wasser, als dynamisches und sich anpassendes Element, ist wesentlich leichter deformierbar als statische Materialien wie Beton oder Ziegel.

*In the nineties, digital technology led us to fantasize about distant virtual worlds. Today we have moved on: The future of architecture might deal with digitally augmented environments, where bits and atoms seamlessly merge.*

*In den Neunzigern, hat digitale Architektur uns zum Phantasieren über entfernte virtuelle Welten geführt. Heute sind wir vorangekommen: Die Zukunft der Architektur kann mit digital erweiterter Umgebung, in welcher Bits und Atome nahtlos zusammenkommen, handeln.*

Carlo Ratti

<http://web.mit.edu/newsoffice/2008/zaragoza-tt0611.html> | 16.01.10 | 14.30

Der digitale Wasserpavillon zeigt neue Konzeptionsmöglichkeiten und formt eine Symbiose zwischen Architektur und Technologie. Es ist ein klarer Umstand, dass es sich bei solchen Ausstellungen auch um Spektakel handelt. Dennoch ist das hohe Potenzial des digitalen Wassers für praktische Anwendungen in unserer Gesellschaft absehbar. Das einzige, noch zu überwindbare Limit, für ein uneingeschränktes Design, wäre die Schwerkraft.

---

<sup>141</sup> | Carlo Ratti wurde 1971 geboren und ist italienischer Architekt, welcher 2002 in Torino, Italien sein Architekturbüro „carlorattiassociati“ gegründet hat. Im Jahr 2004 wurde sein Architekturbüro, von der Biennale in Venedig, als eines der besten architektonischen Studios in Italien ausgewählt. Zusätzlich ist er Lehrender am MIT, wo er in Funktion als Leiter des „Senseable City Lab“ tätig ist.

Die Definitionen Hightech und Lowtech sind gewissermaßen nur virtuelle Begriffe, welche sich auf Zeitabschnitte beziehen. Neuartige, komplexe und moderne Materie wird als Hightech definiert, wobei alte, simple und vielleicht sogar natürliche Materie im Lowtech Bereich eingereicht ist<sup>142</sup>.

Bei einem vorbereitenden Gespräch mit Architektin Benedetta Tagliabue<sup>143</sup> in Barcelona, Spanien, im Rahmen eines geplanten Interviews, ist zur Sprache gekommen, dass die Verwendung des Begriffs Lowtech, im Zusammenhang mit architektonischen Projekten, eher unerwünscht ist. Insbesondere hat sich Hightech im konkreten Fall, auf das Gebäudekonzept des spanischen Pavillons für die EXPO in Shanghai 2010, bezogen. Lowtech soll als Gegensatz für die verwendete Fassade aus natürlicher Weide angewandt werden. Auf den Wunsch der Architektin wurde der Begriff von Lowtech in „natürliche Materialien“ umgewandelt. Die Vorgehensweise ist durchaus verständlich, da die Definition Lowtech in unserer Gesellschaft einen eher negativen Aspekt aufweist. Lowtech ist veraltet, uninteressant, wobei Hightech ein gewisses Glamour besitzt und Innovation verspricht. Vielleicht ist es an der Zeit, Lowtech wieder als aktuell anzusehen, da es oft, vor allem in enger Verbindung mit Natur steht.

Hightech und der menschliche Drang neue Gebiete zu erforschen, ist vielleicht der Auslöser einiger heute vorhandener Umweltprobleme. Ohne Hightech und den Fortschritt hätten wir jedoch nicht unseren Lebensstandard und andere Annehmlichkeiten, welche für unser Leben schon selbstverständlich geworden sind. Der technische Fortschritt macht den Menschen selbst jedoch auch zu einem Sklaven von technologischen Produkten, da diese das Leben in vielerlei Hinsicht teilweise schon kontrollieren. Der Ursprung ist in der Psychologie zu suchen. Der Mensch ist ein bequemes Wesen, welches durch den Verstand und das soziale Umfeld zur Produktion getrieben wird. Interessant ist die Analogie zum Animationsfilm „Wall- E“<sup>145</sup> in dem die Menschen, nachdem der Planet Erde, bedingt durch immense Umweltverschmutzung und technologischen Schrott, verlassen werden musste, sich im Weltall in einem Raumschiff befinden. Dem Animationsfilm zufolge haben es sich die Menschen abgewöhnt, durch eigenständige Kraft in Bewegung zu sein und benutzen nur noch fliegende Transporteinheiten, sowie all die technischen Hilfsmittel, um ja keine eigene körperliche Energie zu verschwenden. So viel zur Geschichte aus dem Animationsfilm.

Forschung ist besonders wichtig, um existierende, sowie neue Probleme, wie es die immer steigende Umweltbelastung und die Knappheit der Ressourcen ist, zu lösen. Gezielt eingesetzt, können Maßnahmen eingeführt werden, welche für den Planeten Erde, anstatt gegen diesen zu arbeiten. Die weitere Vorgehensweise wäre eine Möglichkeit, Lowtech mit Hightech im verstärkten Ausmaß zu kombinieren und somit die guten Eigenschaften der beiden Gebiete zu nutzen. Die Arbeit von Claudy

---

<sup>142</sup> | Vgl. Klaus Daniels in | Low-Tech Light-Tech High-Tech | 2000

<sup>143</sup> | Benedetta Tagliabue wurde in Milano, Italien geboren und arbeitet als Architektin in ihrem Architekturbüro EMBT in Barcelona, Spanien. 1991 begann ihre Zusammenarbeit mit dem katalanischen Architekten Enric Miralles und darauf folgte die Gründung des Architekturbüros Miralles Tagliabue, EMBT. Viele architektonische Projekte von EMBT sind heute Ikonen von zeitgemäßer Architektur, wie das Schottische Parlament in Edinburgh, Schottland, der Diagonal Mar Park und der Markt Santa Caterina, sowie das Gas Natural Bürogebäude in Barcelona, Spanien.

<sup>145</sup> | „Wall- E“ ist ein im Jahr 2008 von den „Pixar Animation Studios“ produzierter Animationsfilm. Andrew Stanton war hauptverantwortlich für die Regie. Der Roboter Wall- E hat die Aufgabe, den stark verschmutzten Planeten Erde, vom Müll zu säubern. Dieser verliebt sich in den Roboter EVE und macht sich auf ein Abenteuer in das Weltall. Auch menschliche Präsenz ist in den Animationsfilm integriert.

Jongstra weist eine Verbindung zwischen komplett natürlichem Herstellungsprozess, sowie Materialien und des Weiteren deren Anwendung an modernen architektonischen, Hightech Gebäuden. In weiterer Folge wird anhand des Wasserpavillons aufgezeigt, dass auch ein komplett natürliches Material, im Verbund mit einem modernen, technologischen Fortschritt, unerahnte Möglichkeiten bietet. Die Verwendung vieler natürlicher Materialien verfolgt die Idee von Nachhaltigkeit, da diese auf organischer Basis wieder zerfallen und Nährstoff für weitere Entwicklungen bieten.

Masse und schnelle Produktion waren besonders nach dem zweiten Weltkrieg so wichtig, wie nie zuvor. Dieser Trend hat im Wesentlichen bis heute angehalten, da der Begriff Effizienz genau dieses Szenario definiert. Im kürzesten Zeitintervall soll so viel wie möglich, unter minimalem Aufwand, produziert werden. Doch ist in den letzten Jahren ein neuer Trend verstärkt aufgenommen worden und erfreut sich wachsender Beliebtheit. Nachhaltigkeit und Energieeffizienz sind Begriffe, welche aus dem aktuellen Planungsprozess nicht wegzudenken sind.

## URSPRUNG

William McDonough<sup>146</sup> und Michael Braungart<sup>147</sup> haben die neue industrielle Revolution definiert. In ihrer Zusammenarbeit auf dem Gebiet von Design, Architektur und industriellen Herstellungsprozessen haben sie Menschen, sowie in Folge große Unternehmen, auf bestehende ökologische Probleme aufmerksam gemacht. Dem Prinzip der neuen industriellen Revolution zufolge, können Industrie und Umwelt zusammenarbeiten und Vorteile für beide Seiten generieren, anstatt wie bis dato die Industrie auf Kosten der Umwelt zu fördern. Energieeffizienz wird als Hauptthema in Relation zur Umwelt angesehen, wobei darauf aufbauend versucht wird, Photovoltaik Elemente in architektonische Konzepte einzubinden<sup>148</sup>.

## URBANER METABOLISMUS

Beim „Urban Metabolism“<sup>149</sup> Workshop, unter der Leitung von Prof. John Fernandez<sup>150</sup> am MIT im Jänner 2010, wurde im internationalen Rahmen über den Stoffwechsel einer Stadt diskutiert<sup>151</sup>. Der Stoffwechsel wird global durch den Input in Form von Ressourcenverbrauch und durch den Output als Abfallgenerierung definiert. Im Zusammenhang mit Energieeffizienz in Städten, wurde vermehrt Wichtigkeit auf Photovoltaik gesetzt, zugleich aber auch auf untergeordnetem Niveau, die mögliche

---

<sup>146</sup> | William McDonough wurde 1951 in Tokyo, Japan geboren. McDonough ist ein international anerkannter Designer, sowie Architekt und definierte mit seinen Partnern die Bewegung der neuen industriellen Revolution. Seine Forschung basiert auf nachhaltigem Design in der Architektur, wie in anderen industriellen Zweigen. Er ist der Gründer des Architekturbüros William McDonough + Partners. Seine Büros sind in Charlottesville, USA, in San Francisco, USA und in Amsterdam, Niederlande stationiert.

<sup>147</sup> | Michael Braungart wurde 1958 in Schwäbisch Gmünd, Deutschland geboren. Von Profession ist Braungart Chemiker und war ehemals als Greenpeace Aktivist tätig. Nun lehrt er als Professor von Produkt Engineering und arbeitet mit William McDonough zusammen. Seiner Idee nach, können Menschen Systeme, welche das Leben unterstützen, anstatt dieses zu zerstören, neu definieren.

<sup>148</sup> | Vgl. William McDonough & Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002

<sup>149</sup> | „Urban Metabolism“ ist ein neukonzipiertes Modell, welches zur Analyse vom Energie- und Materialfluss in Städten angewandt werden kann. Des Weiteren soll, über eine bestimmte Zeitdauer, der Ressourcenverbrauch und parallel die Abfallproduktion in Städten, beschrieben werden.

<sup>150</sup> | John Fernandez ist außerordentlicher Professor am „Building Technology“ Institut am MIT in Cambridge, USA. In den letzten Jahren hat Prof. Fernandez auf Forschung von nichttraditionellen Materialien, innovativen architektonischen Fertigungsmethoden und nachhaltigen Materialien gesetzt. Zum aktuellen Zeitpunkt arbeitet er an der Entwicklung einer Spezialsoftware, welche dem Architekten und Designer bei der Materialwahl helfen soll.

<sup>151</sup> | Vgl. Josep Antoni Acebillo, Martinelli Alessandro in | New Urban Metabolism | 2011

Verwendung von Abfall als Energiegewinnungsmaßnahme. Professor Paulo Ferrão<sup>152</sup> beschrieb Nachhaltigkeitstechniken, welche in der Stadt Lissabon angewendet werden. Vor allem durch die Notwendigkeit, alte Gebäude im Stadtzentrum strukturell zu restaurieren, wird parallel versucht, auch Photovoltaikmodule zu integrieren. Zum aktuellen Zeitpunkt gilt in Portugal das Gesetz, dass der Besitzer sein Gebäude nicht verkaufen darf, wenn keine Photovoltaiktechnologie am Gebäude selbst implementiert ist.

Dieser Umstand deutet auch auf die Tendenz hin, dass Photovoltaik bei Gebäuden, im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, einen unanfechtbaren Stellenwert besitzt. Wird dies auf globale Ebene ausgeweitet, kommt zusätzlich noch Wind-, sowie Wasserkraft als grüne Energiegewinnungsressource hinzu. Kinetische Energie, welche aus Masse und Geschwindigkeit zusammengesetzt ist, hat in aktuellen Energiekonzepten keinen, sowie fast gar keinen, erwähnenswerten Stellenwert. Menschen benötigen für ihre Bewegung Energie, welche freigesetzt wird, um den Körper zu bewegen. Dadurch wird analog in weiterer Prozessabfolge auch Energie im großen Ausmaß verschwendet. Als Vergleich werden Fitnesszentren herangezogen, wo Menschen tagtäglich eigene Energie aufwenden, um sich in Form zu halten. Die Energie, welche für die täglichen Fußwege angewandt wird, geht nach unserem heutigen Prinzip verloren. Die Energiegewinnung durch einen Menschen ist verhältnismäßig klein, doch wird dieses Schema an die Masse angewandt, besteht theoretisch und praktisch großes Energiegewinnungspotenzial. Im Zusammenhang mit ganzen Städten, sowie den resultierenden Bewohnern, kann kinetische Energie in wieder verwertbare Energie umgewandelt werden<sup>153</sup>.

---

<sup>152</sup> | Paulo Ferrão wurde 1962 in Lissabon, Portugal geboren und arbeitet in Funktion als Professor am „Instituto Superior Tecnico“ in Lissabon, Portugal. In weiterer Folge ist er Leiter des Programms MIT-Lissabon, welches der kombinierten Forschung zwischen den zwei Institutionen dient.

<sup>153</sup> | Vgl. Stephen Beeby, Neil White in | Energy Harvesting for Autonomous Systems (Smart Materials, Structures, and Systems) | 2010



Abb. 3 | Die akustischen Paneele wurden entlang der Gran Via in Barcelona, Spanien installiert. Das Projekt wurde vom Architekturbüro Miralles Tagliabue entworfen.



*Eine große Gruppe-, bestehend aus Markthändlern, Design- und Produktionsingenieuren, Bauteil Lieferanten anderer Unternehmen, Produktionsarbeitern, Buchhaltern, Verkäufern und Dienstleistungsvertretern- trifft sich, um ein neues Produkt zu kreieren. Dieser Prozess stellt sicher, dass der Standpunkt von jedem gehört wird und, dass jeder abstimmt, wie das Produkt hergestellt werden soll.  
Richard Saul Wurman in | Information Architects | 1996 | S. 112*

*A large group- including marketers, design- and manufacturing engineers, components suppliers from other companies, production workers, accountants, salesmen and service representatives- meets to create the new product. This process ensures that everyone's point of view is heard and that everyone agrees how to make the product.*

Dave Merrill<sup>154</sup> hat in seinem künstlerischen Werk „The manufacturing revolution“ die Unterschiede zwischen konventionellen, im Vergleich zu revolutionierenden, Produktionsabläufen aufgezeigt.

Nach dem konventionellen Produktionsablauf fordern Markthändler ein neues Produkt, welches zu einem bestimmten Preis verkauft werden soll. Im weiteren Verlauf entwerfen Ingenieure das Produkt und leiten es an Produktionsingenieure weiter, welche dieses in Realität umsetzen. Die Vorgesetzten erklären den Produktionsarbeitern, wie das Produkt hergestellt werden soll. Bei jedem Produktionsschritt ist ein Inventar für Bauteile notwendig, um das Fließband in Bewegung zu halten. Inspektoren kontrollieren die Spezifikationen, lehnen defekte Teile ab, oder senden diese zu teureren Reparaturen. Händler bekommen eine große Anzahl von Produkten aus dem Lagerhaus geliefert.

Dem revolutionierenden Produktionsablauf folgend, setzt sich die ganze Gruppe von Markthändlern, Design- und Produktionsingenieuren, Lieferanten, Produktionsarbeitern, Buchhaltern, Verkäufern und Dienstleistungsvertretern an einen Tisch und definiert im Einklang das neue Produkt. Die Ziele werden aufgesetzt und die Produkte der Konkurrenz eingehend studiert. Es wird versucht, das auf dem Markt momentan beste Produkt in seinen Eigenschaften zu übertreffen. Die Produktionsarbeiter werden laufend gelehrt, viele unterschiedliche Aufgaben ausführen zu können. Die Produktionsarbeiter sind für ihre Arbeit verantwortlich. Teams von Produktionsarbeitern verlangen einen hohen Qualitätsstandard von ihren Kollegen<sup>155</sup>. Flexible Infrastruktur ist von großer Wichtigkeit, damit unterschiedliche Produktarten, basierend auf den Marktforderungen, simultan hergestellt werden können. Das Inventar wird abgeschafft, wobei Bauteile selbst vor Ort hergestellt, oder in Echtzeit gekauft werden. Automatisierung, in Form von programmierbaren Robotereinheiten, ist ein weiterer Bestandteil des erfolgreichen Konzeptes. Das Endprodukt wird von der konzeptuellen Handskizze, bis zum fertigen physischen Objekt, in einem schnelleren Zeitintervall hergestellt. Käufer können das Endprodukt, direkt beim Hersteller im Lagerhaus abholen, wobei die Zwischenhändler ihre Funktion und Wichtigkeit verlieren. Zudem wird das Konzept der Zwischenlagerung eliminiert<sup>156</sup>.

---

<sup>154</sup> | Dave Merrill beendete sein Doktoratsstudium am MIT „Media Lab“. Sein reges Interesse setzte sich mit der Erweiterung menschlicher Fähigkeiten mit technologischen Werkzeugen auseinander. Unter anderem hat er am MIT sowie der Stanford Universität gelehrt.

<sup>155</sup> | Vgl. Charu Chandra, Ali K. Kamrani in | Mass Customization: A Supply Chain Approach | 2004

<sup>156</sup> | Vgl. Yoram Koren in | The Global Manufacturing Revolution: Product- Process- Business Integration and Reconfigurable Systems (Wiley Series in Systems Engineering and Management) | 2010



### 3.1 | INDUSTRIELLE REVOLUTION

#### FAKTEN

Die Industrielle Revolution wird einem Zeitfenster vom achtzehnten bis zum neunzehnten Jahrhundert zugewiesen. Der Begriff Industrielle Revolution wird von Ökonohistorikern heute, als inkorrekt empfunden, da die Industrielle Revolution an sich, ein eher graduierender Verlauf war. Die Anfänge der Industriellen Revolution waren in England, doch wurde die Idee rasch in ganz Europa, Nordamerika, wie auf der ganzen Welt verbreitet. Die Industrie fing an sich mehrerer Maschinen, sowie automatisierter Technologien, zu bedienen, wobei die erste solche Adaptierung in den Textilfabriken stattfand. Zudem kam noch die Expandierung der Transportwege, wie der Eisenbahn, wodurch die Distribution der Produkte eine größere Reichweite hatte. Die Einführung von Dampfmaschinen, mit Kohle gespeist, hatte eine große Auswirkung auf die Produktionseffizienz. Im neunzehnten Jahrhundert zeigte sich das Phänomen auf der ganzen Welt unter dem Begriff Industrialisierung, wobei neue technologische Aspekte, wie der interne Verbrennungsmotor und die Elektrizitätsgewinnung, involviert waren. Die erste Industrielle Revolution im achtzehnten Jahrhundert eskalierte in die zweite Industrielle Revolution um 1850.

Die Industrielle Revolution machte Produkte, durch die Anwendung von Massenproduktion, kostengünstig. Das Aufsetzen der Maschinerie für einen massenhaften industriellen Prozess, war der größte Kostenpunkt. Während der Industriellen Revolution wurde auf individuelle Produkte aus dem Grund, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten, verzichtet<sup>157</sup>.

*By the end of the nineteenth century, industrialists understood that the success of manufacturing lay in mechanization. Special-purpose machines were already helping to build guns, sewing machines, bicycles and other goods, and handling technologies were revolutionizing the processing industries. In many industries a new kind of engineer also knew that mechanization had to go farther than special-purpose machines, beyond individual operations.*

*Am Ende des neunzehnten Jahrhunderts, haben Industrielle verstanden, dass der Produktionserfolg bei der Mechanisierung liegt. Maschinen für einen speziellen Zweck haben bereits geholfen Gewehre, Nähmaschinen, Fahrräder und andere Waren zu bauen und Beförderungsmaschinen haben die Verarbeitungsindustrie revolutioniert. In vielen Industrien hat eine neue Art von Ingenieur begriffen, dass Mechanisierung über Maschinen für einen speziellen Zweck, sowie individuelle Operationen, hinaus gehen muss.*

*Lindy Biggs in | The Rational Factory | 1996 | S. 35*

#### INDUSTRIEMODELLE

Industrielle Revolution begann, als Agrarmodelle nicht mehr angewandt wurden und als Ersatz Industriemodelle implementiert worden sind. Zeitgemäße Industriemodelle lassen Bauern, weit weg von ihrem Traktor, an Computer- Terminals sitzen und ihre

---

<sup>157</sup> | Vgl. E. J. Hobsbawm, Chris Wrigley in | Industry and Empire: The Birth of the Industrial Revolution | 1999

Landwirtschaft virtuell steuern. Das Unternehmen Ford beispielsweise, generiert mehr Geld an Autofinanzierung, als Autoproduktion.

Die Industrielle Revolution wird im Zusammenhang mit Massenproduktion und Mass Customization, als ein wichtiger historischer Abschnitt angesehen. Die ersten sieben Jahre, nach Beginn der Industriellen Revolution, waren die USA die Vorreiter auf dem Industriegebiet, bis schließlich Japan um 1980 die USA vom Thron gestoßen hat. Danach fielen die USA in eine Depression, da deren Produkte monoton, minderwertig, sowie teuer waren. Innovation in den USA sorgte dafür, dass die USA heute („The Global Competitiveness Report“ 2009- 2010<sup>158</sup>), wieder an der Spitze, konkret an zweiter Stelle nach der Schweiz, in Relation zur Produktion sind. Diese Art von erfolgreicher Innovation wird der Mass Customization zugeschrieben<sup>159</sup>.

#### MC ALS REVOLUTION

*Zu glauben, dass die neue Wirtschaft vorbei ist, ist so, wie wenn jemand in London zu 1830 behauptet, dass die gesamte Industrielle Revolution beendet ist, weil einige Textilhersteller in Manchester bankrott gegangen sind.*

*Alvin Toffler*

*<http://www.alvintoffler.net/?fa=galleryquotes> | 07.10.11 | 10.30*

*To think that the new economy is over is like somebody in London in 1830 saying the entire industrial revolution is over because some textile manufacturers in Manchester went broke.*

---

<sup>158</sup> | „The Global Competitiveness Report 2009- 2010“ ist ein Bericht, vom „World Economic Forum“ verfasst, welcher einjährig erscheint. Der Bericht fasst die Fähigkeit der Länder zusammen, in welchem Ausmaß diese der eigenen Bevölkerung, Wohlstand vermitteln. Das erste Mal in der Geschichte wurde der „The Global Competitiveness Report“ 1979 erstellt.

<sup>159</sup> | Vgl. Ronald S.M. Lau in | Mass customization: the next industrial revolution.: An article from: Industrial Management | 2005

### 3.2 | AUTOMATISIERUNG NACH HENRY FORD

*When one speaks of increasing power, machinery, and industry there comes up a picture of a cold, metallic sort of world in which great factories will drive away the trees, the flowers, the birds, and the green fields. And that then we shall have a world composed of metal machines and human machines. With all of that I do not agree. I think that unless we know more about machines and their use, unless we better understand the mechanical portion of life, we cannot have the time to enjoy the trees, and the birds, and the flowers, and the green fields.*

*Wenn jemand von der Steigerung der Leistung, von Maschinen und Industrie spricht, da kommt ein Bild von einer kalten, metallischen Art von Welt, in welcher großartige Fabriken die Bäume, die Blumen, die Vögel and die grünen Felder, vertreiben werden, auf. Und, dass wir dann eine Welt, bestehend aus metallischen Maschinen und menschlichen Maschinen, haben sollen. Mit all dem bin ich nicht einverstanden. Ich glaube, dass, wenn wir nicht mehr über Maschinen und deren Gebrauch wissen, wenn wir den mechanischen Anteil des Lebens nicht besser verstehen, wir keine Zeit haben können, die Bäume, und die Vögel, und die Blumen, und die grünen Felder, zu genießen.  
Henry Ford und Samuel Crowther in | My Life and Work | 2003 | S. 1*

#### **FORD MOTOR**

Henry Ford<sup>160</sup> ging nach seinem Schulabschluss 1879 nach Detroit, wo er bei der „Michigan Car Company“ als Lehrling nur sechs Tage lang tätig war. Kurzfristig wechselte er zu „James Flower & Brothers“ und arbeitete zudem in seiner Freizeit für einen Uhrmacher. Nach einem Jahr wechselte Ford zur „Detroit Drydock Company“, welche auf den Schiffsbau spezialisiert war. 1882 kehrte Ford auf die Farm seines Vaters in Dearborn zurück, wobei er in seiner Freizeit selbst Dampfmaschinen baute. Aus wirtschaftlichen Gründen wechselte Ford zur „Edison Illuminating Company“, wo er als Ingenieur tätig war.

Fords Wunsch, sich nur dem Automobilbau zu widmen, bewegte ihn 1899 zum Entschluss, mit anderen Partnern die „Detroit Automobile Company“, wobei Ford in der Funktion als leitender Ingenieur tätig war, zu gründen. Fords Intention war anfänglich, die gebauten Autos so preisgünstig wie möglich zu verkaufen. Doch seine Partner und Investoren versuchten das grundsätzliche Gegenteil zu erreichen. Durch diese Meinungsverschiedenheiten verließ Ford 1902 die „Detroit Automobile Company“ und fing an, sich mit dem Bau von Rennwagen zu beschäftigen. Durch finanzielle Partner konnte Ford nun am 16. Juni 1903 offiziell die „Ford Motor

---

<sup>160</sup> | Henry Ford wurde am 30. Juli 1863 in Greenfield, USA geboren. Ford ist für sein Automobilunternehmen „Ford Motor Company“ bekannt und ist für eine effizientere Arbeitsweise, dank der Massenproduktion, sowie der Verwendung des Fließbandes in seinen Industriehallen, verantwortlich. Sein Modell T hat die amerikanische Automobilindustrie stark revolutioniert. Durch seinen Erfolg wurde Ford damals zu einem der reichsten Männer der Welt. Der Begriff Fordismus wird mit ihm assoziiert, wobei Arbeiter einen hohen Arbeitslohn hatten und Produkte günstig, dank der Massenproduktion, hergestellt werden konnten. Ford war ein Mann von Vision, im Geiste von Modernität. Verheiratet war er mit Clara Ala Bryant und hatte eine Tochter namens Edsel Ford. Gestorben ist Ford am 7. April 1947 in Fair Lane, USA, im Alter von 83 Jahren.

Company“ gründen. Bei der Herstellung wollte sich Ford nur auf ein einziges Modell konzentrieren, doch seine Partner verlangten eine Expandierung der angebotenen Bandbreite, und somit wurden die Modelle B, C und F eingeführt. Durch eine Verkaufskrise verzichtete das Ford Unternehmen bald darauf, Luxusmodelle herzustellen und beschränkte sich auf drei kleinere Stadt-, sowie Tourenwagen, welche zu einem niedrigeren Preis verkauft werden konnten<sup>161</sup>.

*Das eindrucksvollste Erlebnis, um auf die Ereignisse des Jahres 1876 zurückzukommen, war Fords Begegnung mit einer Lokomotive. (...) Ford war offensichtlich von dieser Maschine begeistert, die im Gegensatz zu den früheren, mit der Kraft eines Mannes bewegt und betrieben werden konnte. Er ließ sich ihre Funktion genauestens erklären und versuchte im Folgenden selber eine, sich selbsttätig bewegendende Maschine, herzustellen.*

*Anne Freimann in | Die Henry Ford Motor Company: Fordismus oder die Entwicklung bis zur Massenproduktion | 2002 | S. 3*

Winslow Taylor<sup>162</sup> lag es im Interesse, die Produktionsabläufe weitgehend zu kontrollieren, um somit eine effiziente Produktionssteigerung zu erreichen. Im Mittelpunkt stand für ihn der Arbeiter selbst, welcher seiner Meinung nach zu viel Zeit bei der Ausübung seiner Pflichten vergeudete. Da Taylor selbst persönliche Erfahrungen im arbeitenden Kreis in einer Stahlfabrik sammelte, wusste er über dortige Arbeitsverhältnisse sehr gut bescheid. Durch strengere Kontrollen und bessere Organisation, sollten die Arbeiter effizienter arbeiten. Im Detail wurde dies durch vorgegebene, wie kontrollierte Pausen, sowie eine festgesetzte durchschnittliche Zeit für einen gewissen Arbeitsablauf, erreicht. Hat der Arbeiter mehr Zeit für diesen Arbeitsablauf benötigt, ist sein Lohn gekürzt worden und ebenso umgekehrt.

## TAYLORISMUS

Durchdachte Pläne, für die Lagerung der Materialien, sowie der Werkzeuge, verkürzten ebenso die Arbeitswege der Arbeiter und steigerte die Produktionseffizienz. Unter anderem wurden die Arbeitsverhältnisse weitgehend verbessert, wie beispielsweise durch mehr Licht und Heizung am Arbeitsplatz. Die ursprüngliche Motivation war nicht der soziale Aspekt, sondern eine erhöhte Arbeitseffizienz. Nach diesem Prinzip wurden die Arbeiter durchgehend gesteuert und agierten nicht mehr als persönliche Individuen. Viele Arbeitsplätze und Berufe wurden durch neue Maschinen, sowie deren Automatisierungsprozess zunehmend abgeschafft. Zudem hatten Maschinen noch den Vorteil, dass sie rund um die Uhr arbeiten konnten, ohne abgeschaltet werden zu müssen, sei es nur zur Wartung in bestimmten zeitlichen Abständen notwendig gewesen<sup>163</sup>.

---

<sup>161</sup> | Vgl. Anne Freimann in | Die Henry Ford Motor Company: Fordismus oder die Entwicklung bis zur Massenproduktion | 2002

<sup>162</sup> | Frederick Winslow Taylor wurde am 20. März 1865 in Philadelphia, USA geboren und war Maschinenbauingenieur, welcher die industrielle Effizienz erhöhen wollte. Somit gilt Taylor auch als einer der ersten Managementberater. Zudem war Taylor ein begnadeter Tennisspieler, welcher 1881 die amerikanischen nationalen Meisterschaften im Double gewonnen hatte. Das wissenschaftliche Management, auch Taylorismus genannt, wurde von ihm erfunden und diente einer besseren Analyse, sowie der daraus folgenden besseren Synchronisierung der Arbeitsprozesse. Taylor starb am 21. März 1915, im Alter von 59 Jahren, in Philadelphia, USA.

<sup>163</sup> | Vgl. Walter Hebeisen in | F.W. Taylor und der Taylorismus. Über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus. | 1999

*By 1887 the Cox capping machine made the job of filling and soldering the caps easier and eliminated the most skilled of the canning workers. Early tin cans did not leave the entire top off before the can was filled but simply left a hole in the top large enough to add filling. A capper then covered and soldered the can closed. Only a skilled workman could cap quickly and accurately, and a good capper could count on high wages- in the 1880s as much as fourteen dollars for a twelve- hour day. The Cox capping machine eliminated those high- paying jobs, and the cappers in some plants responded with violence: breaking the machines and even burning down entire plants.*

*Zu 1887 machte die Cox Verschlussmaschine die Arbeit der Füllung und Lötung des Verschlusses leichter, und eliminierte die fähigsten Verschlussarbeiter. Die frühen Blechdosen hatten nicht den gesamten Deckel abgetrennt, bevor die Dose gefüllt wurde, sondern hatten nur ein kleines Loch am Deckel, groß genug um die Füllung zu addieren. Der Verschließer deckte die Dose zu und verschweißte diese. Nur ein geübter Arbeiter konnte schnell und präzise verschließen, und ein guter Verschließer konnte mit hohem Lohn rechnen- in den 1880er waren es so viel wie vierzehn Dollar für einen zwölf Stunden Tag. Die Cox Verschlussmaschine hat diese hoch bezahlten Arbeitsplätze eliminiert, und die Verschlussarbeiter antworteten in einigen Betrieben mit Gewalt: sie zerstörten die Maschinen und brannten sogar ganze Fabriken nieder. Lindy Biggs in | *The Rational Factory* | 1996 | S. 31*

## **RATIONALE FABRIK**

Basierend auf Taylors Prinzip und seiner Rationalisierung in den Fabriken, hat Ford seine Produktion umgestellt. Die Arbeitszeiten wurden durchgehend kontrolliert und die Produktion mechanisiert, sowie standardisiert. Zudem wurden die Arbeitsschritte reduziert und die Arbeitskräfte leisteten fachspezifische Arbeit. Infolge von Technisierung und der Anwendung vom Fließband, wurde der gesamte Produktionsablauf vom Anfang bis zum Ende kontrollierbar. 1910 übersiedelte Ford seine Fabrik in neue Gebäude am Highland Park<sup>164</sup>, wobei die Glasfassade des Hauptgebäudes von Albert Kahn<sup>165</sup>, an einen Kristallpalast erinnerte. Es wurde somit auch eine Vielzahl an individuellen Räumlichkeiten, für spezifischen Gebrauch, eingeführt. Die Rohmaterialien wurden automatisch durch das Gebäude in unterschiedliche Stockwerke befördert. Die Arbeiter jedoch leisteten immer den gleichen Arbeitsschritt und mussten somit nur einmal eingeschult werden<sup>166</sup>.

---

<sup>164</sup> | Das Highland Park Komplex wurde 1910 von den Architekten Albert Kahn und Edward Grey für die „Ford Motor Company“ gegründet. Es ist in Highland Park, USA situiert und wurde 1978 zum national historischen Denkmal. Das Fabrikkomplex besteht aus Büros, Fabriken, Gießerei und Kraftwerk. Durch das effiziente Design wurde es zum Idealbeispiel für später gebaute Fabriken. Zudem wurde 1913 das Fließband in den Produktionshallen integriert. 1920 wurde Fords Automobilindustrie in das „River Rouge Plant“ in Dearborn, USA umgesiedelt.

<sup>165</sup> | Albert Kahn wurde am 21. März 1869 in Rhaunen, Deutschland geboren und starb am 8. Dezember 1942 in Detroit, USA. 1895 gründete Kahn das Architekturbüro „Albert Kahn Associates“. Er gilt als wohl bekanntester industrieller Architekt, da er unter anderem für den Bau der Highland Park Anlage in 1908- 10 verantwortlich war. Zu 1938 war sein Unternehmen für die Planung von ca. 20 Prozent aller architektonisch geplanter Fabriken in den USA, wobei auch 1917 das enorme „River Rouge Plant“ in Dearborn, USA für die „Ford Motor Company“ von ihm geplant wurde, verantwortlich. Zu seinen weiteren architektonischen Bauten gehören das General Motors Gebäude 1919 in Detroit, USA, der Tempel Beth El 1923 in Detroit, USA, weitere Gebäude für die Universität von Michigan und viele mehr.

<sup>166</sup> | Vgl. Lindy Biggs in | *The Rational Factory* | 1996



*Bereits „ein halbes Jahrhundert vor Henry Ford“ wurde das Fließband in den Fabrikationsablauf eingeführt. Die ersten Betriebe, die das automatische Band nutzten waren Schlachtereien in Cincinnati und Chicago. Dazu existierten bereits Förderbänder, die in Warenhäusern zum Einsatz kamen. Bedingt durch die veränderte Arbeitssituation konnten mehr Produkte in kürzerer Zeit verarbeitet und hergestellt werden. Damit ist auch zur Entwicklung der Massenproduktion in Amerika festzustellen, dass diese bereits vor Ford begonnen hatte.*

*Anne Freimann in | Die Henry Ford Motor Company: Fordismus oder die Entwicklung bis zur Massenproduktion | 2002 | S. 14*

Die Fließbandtechnik im Automobilbau wurde grundsätzlich auch nicht von Henry Ford erfunden, da diese schon von Ransom Eli Olds<sup>167</sup> in vereinfachter Form in seiner Automobilfirma Oldsmobile<sup>168</sup> angewandt wurde. Ransom Eli Olds war somit die erste Person, welche das Fließband bei der Herstellung von Fahrzeugen verwendete. Henry Ford übernahm das Konzept, entwickelte es weiter und perfektionierte es zudem zusätzlich.

**OLDSMOBILE**

Im Jahr 1901 entwickelte Ransom Eli Olds das „Curved Dash Oldsmobile“<sup>169</sup> Fahrzeug, welches als das erste in Massen hergestellte, mit Benzin betriebene Automobil, gilt<sup>170</sup>. Somit war es der Vorreiter, in Bezug zur Massenproduktion und Vermarktung, des Modell T<sup>171</sup> von Henry Ford.

Die Arbeiter an sich, wurden von den Ingenieuren der Fabrik, als menschliche Maschinen selbst, angesehen. Die Diskussion um menschliche Maschinen erfreute sich unter den Industriellen wachsender Beliebtheit. Psychologen wurden angeheuert, um die menschliche Maschine in Effizienz zu steigern und ebenso zu warten. Wissenschaftliche Studien befassten sich mit einer verbesserten Arbeitsumgebung, wobei mehr Licht, Heizung, Kühlung, sowie eine bessere Anordnung der Arbeitsstationen vorgeschlagen und umgesetzt wurden. Um all diesen Anforderungen zu entsprechen, mussten planerische Änderungen beim Gebäudedesign vorgenommen werden, damit eine moderne Rationale Fabrik erbaut werden konnte<sup>172</sup>.

**MENSCHLICHE  
MASCHINEN**

---

<sup>167</sup> | Ransom Eli Olds wurde 1864 in Ohio, USA als jüngster Sohn eines Schmieds geboren und galt als Pionier der Automobilindustrie. 1897 gründete er die Firma „Olds Motor Vehicle Company“ und war zudem ein begabter Rennfahrer.

<sup>168</sup> | Die „Olds Motor Vehicle Company“ wurde 1897 in Michigan, USA von Ransom Eli Olds gegründet. Daraufhin wurde das Unternehmen im Jahr 1899 von dem Magnaten Samuel L. Smith gekauft und in „Olds Motor Works“ umbenannt. General Motors wurde 1908 der neue Besitzer von „Olds Motor Works“ und stellte die Produktion 2004 ein.

<sup>169</sup> | Das „Curved Dash Oldsmobile“ wurde von 1901 bis 1907 von „Olds Motor Works“ hergestellt. Das Automobil war für zwei Personen konzipiert. Ein Großbrand im Jahr 1901 war teilweise für den großen Erfolg vom „Curved Dash Oldsmobile“ verantwortlich, da sich die neuen Prototypen anderer Serien in der abgebrannten Fabrikhalle befanden.

<sup>170</sup> | Vgl. Beverly Rae Kimes in | Oldsmobile; the first seventy five years (Commemorative Edition) | 1972

<sup>171</sup> | Das Modell T wurde in einem Zeitraum zwischen 1908 bis 1927 von der „Ford Motor Company“ hergestellt und war auch unter dem Synonym Tin Lizzie, sowie Flivver bekannt. Das Herzstück des Automobils war ein Vierzylinder Blockmotor mit 2.9 Liter, welcher 15kW produzierte und für eine Geschwindigkeit von 64– 72 km/h sorgte. Das ursprüngliche Design wurde von Childe Harold Wills, Joseph A. Galamb und Eugene Farkas entworfen und war zu seiner Zeit, ein unter der breiten Masse, sehr beliebtes Automobil.

<sup>172</sup> | Vgl. Washington Gladden in | Tools and the Man: Property and Industry Under the Christian Law | 2008

*After they had engineered the factory, industrial engineers turned their attention to workers, or the „human machine“. References like Gladden's, to the „social side of the machinery“, were common by the turn of the century, when engineers regularly expressed their concern for the „cogs of the great machine“ or the machine's „moving parts“. This conception of the worker fitted nicely into the industrial engineers' rational factory framework: if workers could be thought of as machines, then they could be studied, rationally selected, and even engineered to be better workers.*

*Nachdem sie die Fabrik konstruiert hatten, richteten Wirtschaftsingenieure ihr Augenmerk auf Arbeiter, oder die „menschliche Maschine“. Referenzen wie Gladdens, „zur sozialen Seite der Maschinerie“, waren bei der Jahrhundertwende, als Ingenieure regelmäßig ihre Bedenken über „die Zahnräder der großartigen Maschine“, oder „die beweglichen Teile der Maschine“, äußerten, üblich. Die Wahrnehmung des Arbeiters passte gut in des Ingenieurs Rahmenwerk der Rationalen Fabrik: wenn Arbeiter als Maschinen gelehrt werden können, dann können sie studiert, rational selektiert und ebenso konstruiert werden, um bessere Arbeiter zu sein.  
Lindy Biggs in | *The Rational Factory* | 1996 | S. 55*



### 3.3 | WICHTIGES MODUL

Ein zwölf Tonnen schweres Haus in nur zwei Wochen herzustellen, ist ein kompliziertes Projekt. Viel Planung und exakte Koordination sind notwendig, um ein solches Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Neben der kurzen Herstellungszeit, sollen auch viele Ressourcen gespart und das statische System des Hauses durch einfache Eingriffe wesentlich verbessert, werden.

#### SAFEWAY HOMES

Das Unternehmen „Safeway Homes“<sup>173</sup> widmete sich dem Bau von Modulhäusern im Süden von Mississippi, USA, nachdem der Hurrikan Katrina<sup>174</sup> viele bestehende Häuser verwüstet hatte. Die Modulhäuser wurden nach modernster Modulbauweise konstruiert und deren Besonderheit ist die Beständigkeit gegen Hurrikans der Stufe fünf. Besonders in einem Gebiet, welches jedes Jahr von tropischen Wirbelstürmen unterschiedlicher Stärke heimgesucht wird, ergibt die Konstruktion dieser Modulhäuser viel Sinn. Die Stadt Pass Christian<sup>175</sup> wurde vom Hurrikan Katrina besonders schwer getroffen.

Die bisher in dieser Gegend gebauten Holzrahmenkonstruktionshäuser sind vom Aufbau her sehr zeitaufwendig. Somit ist es sinnvoller auf die Modulbauweise zurückzugreifen, um schnell qualitative und preiswerte Häuser herzustellen. Besonders in Katastrophengebieten ist diese Strategie eine sehr intelligente Lösung. Menschen, welche durch Hurrikans, oder ähnliche natürliche Katastrophen ihr Eigenheim verlieren, stehen am nächsten Tag ohne einem Dach über dem Kopf, auf der Strasse. Die Herstellung eines gewöhnlichen neuen Eigenheimes würde viel Zeit und hohe Kosten in Anspruch nehmen.

Eine „Instant“- Siedlung kann am Fließband gefertigt, sowie in kurzen Zeitintervallen, im nahezu vollständigen, oder sogar vollständigen, Zustand an den Bestimmungsort transportiert werden. Das Unternehmen „Safeway Homes“ kann innerhalb von zwei Wochen ein komplettes Haus mit eingebauten Installationen im Werk vorfertigen. Für die Herstellung des Fundaments wird eine Woche benötigt, wobei der Prozess parallel zur Herstellung des Hauses, im Werk stattfinden kann.

Das Modulhaus besteht aus drei Teilen, welche sich aus dem Küchenelement, dem Wohnbereich und dem Dach zusammensetzen. Im Werk durchläuft das Modulhaus siebzehn Stationen, bis es zum Transport bereitsteht. Die erste Station ist der Fußbodenbau, dessen Struktur aus fünf mal fünfundzwanzig Zentimeter Bohlen

---

<sup>173</sup> | Das Unternehmen „Safeway Homes Corporate Office and Manufacturing Facility“ in Lexington, Kentucky USA widmet sich in eigenen Fabrikationshallen dem Bau von Modulhäusern. Joel E. Smith ist der erfolgreiche Leiter des Unternehmens und verspricht Qualität bei den produzierten Modulhäusern.

<sup>174</sup> | Der Hurrikan Katrina richtete im August 2005 enormen Schaden in Louisiana, Florida, Alabama, Tennessee und Mississippi, USA an. Der tropische Wirbelsturm erreichte in einigen Gebieten Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/ h und forderte neben großem Sachschaden über tausend Opfer. Der stärkste Hurrikan bis zur heutigen Zeit war Wilma im Oktober 2005 über dem Atlantik.

<sup>175</sup> | Die Stadt Pass Christian befindet sich in Mississippi, USA, an der Golfküste und hat eine ungefähre Einwohnerzahl von 8.000 Menschen. Eine Gesamtfläche von 39.6 km<sup>2</sup> ist der Stadt zugewiesen. Den Namen hat die Stadt nach Nicholas Christian L'Adnier bekommen.

zusammengesetzt wird. Jedes einzelne Brett wird verklebt, sowie verschraubt und die Bodenoberfläche am Ende des Herstellungsprozesses geschliffen, um Unebenheiten in Folge von Leimresten auszugleichen. Bei der nächsten Station werden die Wandelemente, welche aus einem Kopf- und Fußrahmen bestehen, gefertigt. Für die Verbindung der einzelnen Wandelemente werden lange Nägel und Leim verwendet. Der nachträgliche Einbau von Gipskarton wird mit einem Heißkleber mit der Holzstruktur verbunden. Die Verwendung von Leim als Verbindungselement, zwischen einzelnen Bauteilen der gesamten Modulhauselemente, dient vor allem auch der zusätzlichen Resistenz gegen tropische Wirbelstürme. Somit ist diese Methode ein zusätzlich wichtiges Argument beim Verkauf eines solchen Modulhauses<sup>176</sup>.

Beim weiteren Herstellungsablauf werden Wände mit dem Fußboden verklebt und mit verzinkten Nägeln befestigt. Eine spezielle Fugenwand mit einer Gesamtlänge von 15 Metern ist das größte Element der Gesamtkonstruktion und dient zusätzlich als ein aussteifendes Glied in der Verbundtechnik. Holz wird mit Holz, dank des Heißklebers verbunden, und OSB Platten werden an allen Streben befestigt. Für jede Baustation werden ca. vier Stunden benötigt. Nachfolgend wird das Dach in Position gebracht und mit den Außenwänden verklebt, sowie vernagelt. Das Dach allein wiegt 2,5 Tonnen und kann Winden von 250 km/h widerstehen. Nach der fertigen und stabilen Gesamtstruktur des Modulhauses, werden Leitungen für das Küchenelement verlegt. Dieser Prozess dauert nur wenige Minuten, da der Arbeitsprozess darauf sehr optimiert ist und die zuständigen Fachleute gut vorbereitet sind. Am Ende des Produktionsprozesses wird die komplette Einrichtung, wie der Ofen, die Waschmaschine, das Telefon usw., eingebaut. Das Modulhaus wird von Station zu Station manuell auf Rädern gerollt und die Funktion des Fließbandes übernehmen die Fachleute im Werk selbst. Dieser Prozess könnte in Zukunft noch weiter automatisiert werden und mit Hilfe von weitgehend programmierten Maschinen die Arbeit erleichtern.

In diesem, von tropischen Wirbelstürmen heimgesuchten Gebiet und möglichen Flutwellen von drei Meter Höhe, wird das Haus auf Stelzen gestellt. Somit kann es im eintretenden Notfall von den kommenden Wassermengen nicht weggespült werden. Diese Stelzen haben eine Dimension von dreißig mal dreißig Zentimeter und eine Höhe von drei Metern in finaler Position. Auf dem Grundstück werden achtzehn Löcher mit einer Tiefe von 1,5 Metern für achtzehn Stelzen im Boden ausgegraben. Die Stelzen werden rechtwinklig zueinander in den Löchern aufgestellt und mit Ortbeton vergossen. Pro Loch werden drei Tonnen Beton verwendet, um eine massive Grundierung und den nachträglichen sicheren Stand zu gewährleisten. Die rechtwinklige Position wird mit temporären Streben sichergestellt.

Um, das im Werk vollendete Modulhaus bis an die Baustelle zu transportieren, wird es auf einen Tieflader gesetzt. Am Modulhaus werden temporäre Straßenlichter befestigt, um die Ladung straßentauglich zu machen. Der Transport besteht, aufgrund der begrenzten Straßendimensionen, aus zwei Teilen. Per Kran werden die zwei Modulhausteile nacheinander auf die Stelzen gesetzt und somit in der finalen Position zusammengefügt. Das Modulhaus wird mit den Stelzen, dank vorgefertigter Stahlelemente, verbunden, um somit ein mögliches nachträgliches Verrücken zu verhindern.

Die Automatisierung beim Herstellungsprozess könnte noch, im Sinn von Effizienz, verbessert werden. Die Verwendung von Großmaschinerie und Robotik könnte den

**AUTOMATISIERUNG**

---

<sup>176</sup> | Vgl. <http://safewayhomes.com/> | 25.01.12 | 13:40

Arbeitsprozess beschleunigen, sowie für höhere Präzision sorgen. Natürlich hängt es vom Unternehmen und der Auftragslage ab, ob die Implementierung einer solcher Produktionsmethodik auf lange Sicht sinnvoll und rentabel ist. Solange die Arbeitskraft relativ billig ist und die Auftragslage sich in Grenzen hält, wird in Unternehmen nicht so viel Wert auf komplette Automatisierung gelegt. Ein solcher finanzieller Aufwand für technische Hilfsmittel sollte aber auf jeden Fall auf lange Sicht betrachtet werden. Der Leiter des Unternehmens müsste es genau abschätzen, bis zu welchem Punkt die maschinelle Automatisierung rational ausgeführt werden soll.

Ein interessantes Beispiel, als abstrakter Vergleich, ist die maschinelle Automatisierung auf einem Bauernhof. Hartmut Eigenbrod<sup>177</sup> beschäftigt sich am Fraunhofer- Institut mit automatisierten Melkmaschinen, welche völlig selbstständig, eine Kuh melken können. Die Position der Kuhzitzen wird mit Hilfe modernster Lasertechnologie erfasst und die gesammelte Information in Echtzeit an Greifroboter weitergeleitet. Der Greifroboter transferiert die Milch in Melkbecher. Der Bauer muss nur noch die Daten per Computer überprüfen. Solche automatisierten Melkmaschinen können bereits auf dem Markt gekauft werden, jedoch ist der Preis noch relativ hoch. Einige Bauern wenden schon solche automatisierten Melkmaschinen erfolgreich an. Somit steht dem Hightech Bauernhof von Morgen nichts mehr im Weg.

Es wird aufgezeigt, dass Automatisierung in den unterschiedlichsten Branchen angewendet werden kann, um den Arbeitsprozess zu verkürzen und die Effizienz zu steigern. Die menschliche Leistung wird sich künftig mehr auf die Kontrolle, als auf den manuellen Arbeitsprozess selbst, beschränken.

---

<sup>177</sup> | Hartmut Eigenbrod arbeitet als Gruppenleiter am Fraunhofer- Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart, Deutschland. Hauptsächlich beschäftigt er sich mit der Qualitätssicherung und digitaler Signalanalyse.



### 3.4 | CHARLES UND RAY EAMES

*El concurso se llamó „Diseño Orgánico en Mobiliario para el Hogar“, y fue convocado en 1940 por el director de diseño del Museum of Modern Art, Eliot Noyes, en respuesta a lo que le parecía un estancamiento en el diseño de mobiliario. Noyes explicó en las bases del concurso que „en el campo del mobiliario para el hogar no ha habido ningún avance destacable en los años recientes. Sin embargo, se está desarrollando una nueva forma de vida que requiere soluciones adecuadas que tengan en cuenta las actuales tendencias económicas, sociales, técnicas y estéticas“. El compromiso de fabricar y comercializar los diseños ganadores por parte de doce importantes grandes almacenes fue un inusual incentivo adicional del concurso del MoMA. Este tuvo una gran repercusión en el mundo del arte y la arquitectura: se inscribieron 585 participantes de todo el país, incluyendo cinco de Cranbrook Academy of Art de Michigan.*

*Der Wettbewerb hatte den Titel „Organisches Design für das Heim“, und wurde 1940 vom Designdirektor des Museums für Moderne Kunst, Eliot Noyes, als Antwort auf den anscheinenden Halt beim Möbeldesign, einberufen. Noyes erklärte in den Grundlagen zum Wettbewerb, dass es „auf dem Gebiet der Möbel für das Heim in den letzten Jahren keinen nennenswerten Fortschritt gegeben hat. Dennoch, entwickelt sich eine neue Form von Leben, welche adäquate Lösungen, die sich an ökonomischen, sozialen, technischen und ästhetischen Tendenzen richten, verlangt.“ Der Kompromiss, das auserwählte Design durch zwölf wichtige große Unternehmen zu produzieren, sowie zu kommerzialisieren, war eine untypische, zusätzliche Initiative des MoMA Wettbewerbes. Dieser hatte einen großen Widerhall in der Kunst-, sowie Architekturwelt: 585 Teilnehmer des ganzen Landes haben sich inskribiert, mit fünf der Cranbrook Academy of Art aus Michigan inkludierend. Gloria Koenig in | EAMES | 2005 | S. 18*

Eines der Teams, für den vom MoMA organisierten Möbelwettbewerb, wurde von Eero Saarinen<sup>178</sup> und Charles Eames<sup>179</sup> besetzt. Sie nahmen an zwei Kategorien,

---

<sup>178</sup> | Eero Saarinen wurde am 20. August 1910 in Kirkkonummi, Finnland geboren und starb am 1. September 1961, im Alter von 51 Jahren, in Ann Arbor, USA. Saarinen war Architekt, sowie Industrie-Designer und nahm am Anfang seiner Karriere an der „Cranbrook Academy of Art“ an Kursen teil, wobei er mit Charles und Ray Eames in Kontakt kam. Danach studierte er an der „Académie de la Grande Chaumière“ Skulptur, entschloss sich jedoch nach einem Jahr zum Architekturstudium an der Yale Universität zu wechseln. Somit sind seine Werke, mit dem eines Bildhauers, vergleichbar. Nach seiner Arbeit für das Militär, wobei er sich dabei mit Design beschäftigte, gründete Saarinen sein eigenes Architekturbüro „Eero Saarinen and Associates“ in 1950. Seine Arbeit war durch eine intelligente Anpassungsfähigkeit an das Projekt, sei es nun durch eine gebogene Kurve oder eine einfache Linie, bekannt. Zu seinen bekanntesten Projekten gehören der Dulles Flughafen 1958- 1962 in Chantilly, USA, der Gateway Bogen 1947 in St. Louis, USA, das IBM Forschungsgebäude 1957- 1961 in Yorktown, USA, das Kresge Auditorium 1950- 1955 in Cambridge, USA, das TWA 1956- 1962 in New York, USA und viele mehr.

<sup>179</sup> | Charles Ormond Eames Jr. ist am 17. Juni 1907 in St. Louis, USA geboren worden. Schon in jungen Jahren lernte Eames die Ingenieurkunst, technisches Zeichnen und Architektur, da er im Alter von 14 Jahren in einer Stahlfabrik tätig war, kennen. Nach einem zweijährigen Architekturstudium an der Washington Universität in St. Louis wurde er von der Schule verwiesen, da laut Angaben seine Ansicht über Architektur zu modern war. Das Architekturstudium setzte er aber dann an der „Cranbrook Academy of Art“ fort, wo er unter anderem auch seine zweite Frau, nach Catherine Woermann, Ray Kaiser kennenlernte.



zusammenhängend mit organisch geformten Sesseln, Behältern und Tischen, teil. Ihnen wurde in beiden Kategorien der erste Preis verliehen, da die Jury durch das innovative Herstellungsverfahren, sowie die organische Form, überzeugt worden ist. Das Design war filigran ausgebildet, bestand aus Schichten von Leim auf Plastikbasis, und einer dreidimensional geformten Furnierschale. Als mit einer größeren Produktion des Sessels begonnen werden sollte, stellte es sich heraus, dass für die Herstellung der konzipierten freien Formen, viel manuelle Arbeit notwendig war. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, wurden die neuesten Technologien, bekannt aus der Automobilindustrie, angewandt. Ein zusätzlich negativer Aspekt, im Zusammenhang mit dem, zur damaligen Zeit herrschenden Krieg in 1940, war, dass bestimmte Materialien und Technologien nur für Kriegsproduktion vorbehalten waren. Durch all diese Umstände blieb eine billige Massenproduktion zu diesem Zeitpunkt aus und die Produktion stellte sich, im Gegensatz zur ursprünglichen Idee der Designer, als sehr kostenintensiv heraus<sup>180</sup>.

Mit der kreativen Verwendung vom industriellen Material, in Form von Furnierholz, fanden die Eames ein perfektes Material für organische Formgebung. Für deren Experimente mit geformten Furnierholz, wurde des Weiteren eine spezielle Maschine zur Formgebung, namens „Kazam!“, entwickelt. Die Maschine, nach den magischen Wörtern „Ala Kazam“ benannt, konnte für eine kurvenartige Formgebung, unter Gebrauch von Furnierholz, verwendet werden. Das Furnierholz wurde, auf eine Matrize aus Gips aufgelegt und mit Schichten aus Leim versehen, sowie nachträglich zusammengepresst. Nach einer Trocknungszeit von ungefähr vier bis sechs Stunden hatte das Furnierholz permanent die gewünschte Form angenommen.

**KAZAM!**

Doch die Maschine konnte für die Eames keine sehr zufriedenstellenden Ergebnisse liefern. Dennoch war diese Entwicklung für den weiteren Verlauf derer Arbeit wichtig, da das gewonnene Wissen den Eames bei dem späteren Auftrag für die „U.S. Navy“ zugute kam.

Ende 1941 entschlossen sich Charles und Ray Eames<sup>181</sup>, grundlegend auf dem Rat eines engen Freundes, ihre Technik der Formgebung, für militärische Zwecke zu adaptieren. Zum damaligen Zeitpunkt wurde verwundeten Soldaten eine gewöhnliche metallische Schiene, zur Behandlung ihrer Knochenbrüche, gegeben. Das Problem dabei lag darin, dass sich diese metallische Struktur nicht an den menschlichen Körper anpassen konnte und den verwundeten Soldaten oft zusätzliche Schmerzen zufügte. Voller Enthusiasmus begannen Charles und Ray Eames am Design einer

**U.S. NAVY**

---

Zudem nahm er an einem Designwettbewerb mit Eero Saarinen teil, wobei deren entworfenes Sesseldesign den ersten Platz belegte, da es futuristisch und technologisch innovativ war. In 1941 ist Eames mit Ray nach Sacramento, USA gezogen wo sie unter anderem das Eames Haus entwarfen und umsetzten. Architektur und modernes Möbeldesign hatte für Eames die höchste Priorität. Der für IBM konzipierte Film „Powers of Ten“ zeugt von Charles and Ray Eames experimenteller Kreativität und Interesse. Gestorben ist Eames auf Grund eines Herzschlags am 21. August 1978 in St. Louis, USA.

<sup>180</sup> | Vgl. Marilyn Neuhart, John Neuhart, Robert Klanten, Sven Ehmann in | The Story of Eames Furniture | 2010

<sup>181</sup> | Ray- Bernice Alexandra Kaiser Eames wurde am 15. Dezember 1912 in Sacramento, USA geboren. Ray- Ray war eigentlich ein Spitzname, welcher ihr von der Familie gegeben wurde. Sie war als Designerin, Künstlerin, und Filmemacherin tätig. Nach ihrem Abschluss an dem „Bennett Women’s College“ in New York, USA studierte sie an der „Cranbrook Academy of Art“ in Michigan, USA, wo sie auch ihren künftigen Mann Charles Eames kennenlernte. Zwischendurch wurde sie von Hans Hofmann in Relation mit dem abstrakten Expressionismus unterrichtet. Zu den gemeinsamen Arbeiten mit Charles Eames gehört das Sweetzer Haus 1930- 33, das Eames Haus 1949, das Entenza Haus 1949 und andere. Ray Eames entwarf eine Serie von textilen Designs, beispielsweise „Crosspatch“ und „Sea Things“, welche heute in etlichen Museen ausgestellt sind. 1979 wurde Charles und Ray Eames die „Royal Gold Medal“ von dem „Royal Institute of British Architects“ verliehen. Sie ist am 21. August 1988 in Los Angeles, USA gestorben.

Schiene aus Furnierholz, welche sich besser an den menschlichen Körper anpassen würde, zu arbeiten. Charles fertigte eine Gipsform vom eigenen Bein an, um darauf basierend, die Form für die Furnierholz Schiene zu definieren. Nach der Herstellung eines erfolgreichen Prototypen, wurde 1942 mit der Produktion in Serie für die „U.S. Navy“ begonnen. Die anfangs bestellte Summe von 5.000 Schienen erhöhte sich bis zum Ende des Krieges auf 150.000 Stück.

Die antreibende Motivation für Charles und Ray Eames war der Wunsch, neue Materialien, sowie Technologien anzuwenden, um als Endprodukt alltägliche Gegenstände hoher Qualität zu einem angemessenen Preis, herzustellen. Neben dem Design, suchte das äußerst kreative Paar nach neuen Wegen Präsentationen innovativ zu gestalten, wie beispielsweise mit mehreren, simultanen Diaprojektionen. Zusammen waren sie für etliche Ausstellungen großer Unternehmen, sowie auch Lerninstitutionen, verantwortlich.

*Charles was a loner; he was part of no school or movement, and his work cannot be comfortably categorized. He was committed to redefining the present by using the best ingredients from the past and the present, and by reminding people that they must not forget the best of what they have already learned. (...) Ray's perception of events was always filtered through Charles's philosophy. She had a special way of connecting apparently dissimilar events and objects, finding something in the connection that pointed to a new combination or a new direction.*

*Charles war ein Einzelgänger; er war Teil keiner Schule oder Bewegung, und seine Arbeit kann nicht komfortabel kategorisiert werden. Er war angetrieben, die Gegenwart durch die Verwendung der besten Zutaten der Vergangenheit, sowie der Gegenwart, neu zu definieren und die Menschen daran zu erinnern, dass sie nicht das Beste, was sie schon wissen, vergessen sollen. (...) Rays Wahrnehmung von Ereignissen war immer durch Charles Philosophie gefiltert. Sie hatte eine spezielle Art, anscheinend nicht zusammenhängende Ereignisse und Objekte zu verbinden, und etwas in der Verbindung zu finden, dass auf eine neue Kombination oder in eine neue Richtung, zeigen würde.  
John Neuhart, Marilyn Neuhart, Ray Eames in | Eames Design | 1994 | S. 10*



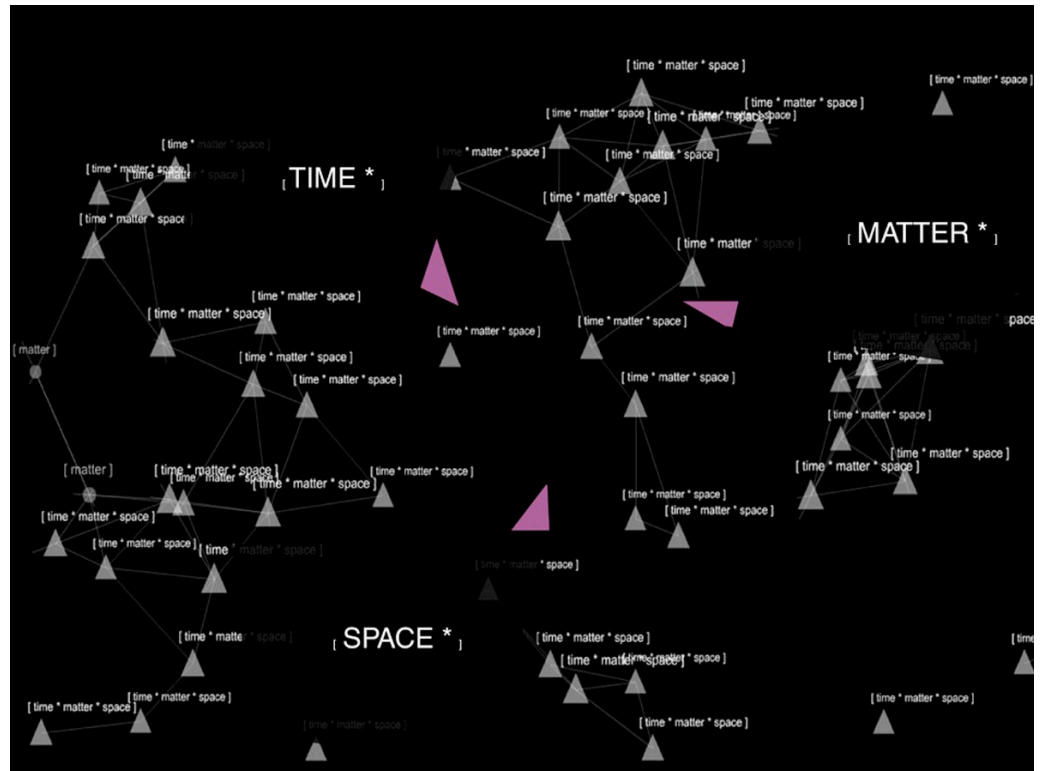


Abb. 4 | Die Graphik verdeutlicht die von Stan Davis beschriebene Relation zwischen Zeit, Raum und Materie, Bezug nehmend auf Mass Customization.

*(...) Güter und Dienstleistungen zu produzieren, um individuelle Bedürfnisse des Kunden mit einer annähernden massenproduzierten Effizienz zu befriedigen (...)*  
*Tseng, M.M.; Jiao, J. in | Mass Customization, in: Handbook of Industrial Engineering, Technology and Operation Management | 2001 | S. 685*

*(...) producing goods and services to meet individual customer's needs with near mass production efficiency (...)*

Die Logik der Mass Customization ist, sich auf den Kunden unter Verwendung der Vorteile einer Massenproduktion, individuell zu orientieren. Eine sensible Strategie ist von entscheidender Bedeutung. Durch die ansteigende Zahl an Produzenten und Unternehmen ist die Macht der Kunden größer geworden. Der alltägliche Konkurrenzkampf zwingt die Unternehmen sich mehr und mehr auf den Kunden zu orientieren um konkurrenzfähig zu bleiben. Zu dieser Strategie gehören auch möglichst niedrige Herstellungskosten um die Gewinnspanne so hoch wie möglich zu halten.

Mass Customization wird, in produktionstechnischer Hinsicht, durch die Massenproduktion individualisierter Produkte beschrieben. Jedes Produkt wird basierend auf dem Wunsch des Kunden entworfen und hergestellt. Mit neuen Produktionsverfahren, dank moderner Computeranwendungen und der Verwendung von Robotern, kann das Produkt während verschiedener Produktionsprozesse individualisiert werden. Wenn sich das noch unvollständige Produkt am Fließband befindet, können unterschiedliche Bestandteile bei jedem Produktionsabschnitt, oder Produktionsprozess kombiniert werden, um ein individualisiertes Endprodukt herzustellen. Diese Produktionsweise und Methodik kann beliebig auf unterschiedliche Märkte angewandt werden. Das Produkt kann Nahrung, Baustoff, Elektronik, oder sogar eine Dienstleistung sein.

Große Innovation wird vom Konzept der Mass Customization erwartet und es scheint fast, als gäbe es dadurch nur Vorteile. Mass Customization kann aber auch an ihre Grenzen stoßen. Wichtig ist vor allem eine rationale Optimierung verschiedener Variablen.

Realistisch betrachtet können Kunden nur bis zu einem gewissen Maß in den Produktionsprozess involviert werden, damit dieser noch rational verbleiben kann. Der Grund dafür ist, dass immer noch die Vorteile der Massenproduktion eingesetzt werden sollen, und ein zu hoher, beziehungsweise nicht abgegrenzter Individualisierungsgrad, dem entgegenwirken würde. Obwohl der Produzent und der Kunde beim Prinzip der Mass Customization eng zusammen arbeiten, muss der Produzent immer noch die Kontrolle über den Produktionsprozess beibehalten. Es ist von großer Wichtigkeit das Maß an Individualisierung vor der Produktion, basierend auf den Produktionsmöglichkeiten des Produzenten und der Vorstellung des Kunden, zu definieren. Wird der Individualisierungsgrad vom Produzenten in einem sehr detaillierten Bereich angeboten, kann dies in höheren Herstellungskosten resultieren. Von einem anderen Standpunkt aus betrachtet, kann ein zu hohes Maß an Individualisierung, für den Kunden belastend sein und durch die Unsicherheit zur Verwirrung und Ratlosigkeit führen. Durch die Beziehung zwischen dem Produzenten und dem Kunden entstehen höhere Transaktionskosten. Der Produzent ist auch für Problemlösungen verantwortlich und soll den Kunden beraten. Eine gute Beratungspolitik wird bei der Kundenzufriedenheit wiederspiegelt. Der Individualisierungsgrad soll nicht höher sein, als vom Kunden erwünscht, um eine gut konzipierte Mass Customization umzusetzen. Für den Produzenten und seine Beziehung mit dem Kunden ist ein sensibles Kundenverständnis unbedingt notwendig. Das Unternehmen, welches hinter dem Produzenten steht, muss gute Kommunikations-, sowie Marketingstrategien verfolgen, um sich den Anforderungen des Kunden anzupassen. Um Mass Customization in ein Unternehmen einzuführen, müssen mehrere Bereiche wie Kundenkontakt, Produktdesign, Lagerung, Qualitätskontrolle, und viele mehr, berücksichtigt werden<sup>182</sup>.

---

<sup>182</sup> | Vgl. James H. Gilmore, B. Joseph Pine in | Markets of One: Creating Customer- Unique Value through Mass Customization | 2000

Mass Customization muss nicht unbedingt bedeuten, dass ein Produkt individuell hergestellt wird. Es können ebenso nur unterschiedliche massengefertigte Elemente dem Kunden zur Auswahl angeboten werden. Dieser schafft sich durch die individuelle Zusammenstellung, der zur Verfügung stehenden Elemente, sein eigenes individuelles Produkt. Das Prinzip kann somit auch auf Modularisierung und den daraus resultierenden Modulen, basieren.

Prinzipiell wird Mass Customization in zwei Hauptbereiche gegliedert, die „Soft Customization“ und die „Hard Customization“<sup>183</sup>. Beim Verfahren der „Soft Customization“ wird die Individualisierung außerhalb des Unternehmens durchgeführt, demnach nicht bei der Produktion selbst. Die „Soft Customization“ wird in drei untergeordnete Bereiche aufgeteilt. Die explizite oder implizite Personalisierung wird zum Beispiel bei verschiedenen Anbietern im Internet angeboten. Die Internetseiten von Suchmaschinen, eBay<sup>184</sup> und Facebook<sup>185</sup> Konten können von jeder Person individualisiert werden. Der Individualisierungsgrad kann von außen wahrgenommen werden, oder auch nicht. Die Endfertigung im Vertrieb wird beispielsweise beim Automobilhersteller SMART verwendet. Die Individualisierung findet nach der Produktion statt. Die Serviceindividualisierung bezieht sich auf Dienstleistungen, welche an die Bedürfnisse des Kunden angepasst werden. Das Verfahren der Hard Customization ist schon beim Produktionsprozess für den Individualisierungsgrad verantwortlich. Die standardisierte Vorproduktion sorgt für einen niedrigen Preis und die kundenspezifische Endproduktion für die gewünschte Individualisierung<sup>186</sup>.

**SOFT CUSTOMIZATION**

**HARD  
CUSTOMIZATION**

Nach Joseph Pine II<sup>188</sup> können in der Theorie und Praxis vier Konzepte der Mass Customization definiert werden. Gewissermaßen weisen diese Parallelen zueinander auf, unterscheiden sich aber in ihrer Vorgehensweise<sup>189</sup>.

**KONZEPTE**

Das erste Konzept ist die „Nicht Kollaborative Customization“. Dieses Konzept der Mass Customization ist die Anpassung der Produkte an die Bedürfnisse und Wünsche der Kunden. Mit dem Kunden werden Gespräche geführt, um zu erfahren, welches Produkt erwünscht ist. Die erworbene Information wird für die Herstellung des individualisierten Produktes verwendet.

---

<sup>183</sup> | Vgl. B. Joseph Pine in | Mass customization: the new frontier in business competition | 1992

<sup>184</sup> | Das Unternehmen eBay ist ein virtuelles Kaufhaus, welches durch das Internet zugänglich ist. Ein persönliches Konto kann kreiert, und durch zahlreiche Zusatzoptionen, individualisiert werden.

<sup>185</sup> | Das Unternehmen Facebook ist eine Internetplattform für den Austausch an Information unter Freunden oder Bekannten. Ein Konto und das Profil der Person werden erstellt.

<sup>186</sup> | Vgl. Dominik Sailer in | Mass Customization â" Individualisierte Kundenanforderungen (German Edition) | 2010

<sup>188</sup> | Joseph B. Pine II ist ein international anerkannter Autor, Referent und Management Berater. Er war viele Jahre für das Unternehmen IBM tätig. Nach der Entwicklung des AS/ 400 Computersystems kreierte er eine Gruppe, welche die Kunden und die Geschäftspartner in den eigentlichen Entwicklungsprozess involvierte. Für dieses innovative Verfahren wurde ihm 1990 der „Malcolm Baldrige National Quality Award“ verliehen. Der Begriff „individueller Kunde“ wurde von Joseph B. Pine II kreiert. Sein bekanntes Werk, in Relation zur Mass Customization, ist „Mass Customization: The New Frontier in Business Competition“. Das Buch setzt sich mit neuartigen Wirtschaftsstrategien, auf der Grundlage der Mass Customization, auseinander. Der Bezug zum Kunden wird in dem Buch „Authenticity: What Consumers Really Want“ verdeutlicht. In einem Artikel für die „Harvard Business Review“, mit dem Titel „The Four Faces of Mass Customization“, beschrieb er die vier verschiedenen Konzepte der Mass Customization. Er lehrt am „MIT Design Lab“ und forscht auf dem Gebiet der Smart Customization.

<sup>189</sup> | Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Mass\\_Customization](http://de.wikipedia.org/wiki/Mass_Customization) | 05.02.09 | 17.55

Das zweite Konzept ist die „Adaptive Customization“, wobei standardisierte Produkte hergestellt und diese nachträglich in den Händen der Kunden individualisiert werden. Verschiedene Produktbestandteile werden auf Massensbasis hergestellt und durch die Zusammenstellung des Kunden in die Ganzheit, somit das Endprodukt, umgewandelt.

Das dritte Konzept ist die „Transparente Customization“. Individuelle Kunden werden vom Produzenten mit einzigartigen Produkten versorgt ohne dass die Kunden unbedingt wissen, dass ihr Produkt individualisiert worden ist. Für dieses Konzept der Mass Customization ist eine genaue Einschätzung der Kundenbedürfnisse unabdingbar.

Das vierte Konzept ist die „Kosmetische Customization“. Die Produzenten stellen standardisierte reale Produkte her, vermarkten diese aber an unterschiedliche Kunden auf einzigartige Art und Weise.

## **PROBLEMATIK**

Die Problematik, dass Mass Customization noch nicht in viel größeren Ausmaßen verbreitet ist, basiert auf der veralteten Marktstrategie, sowie der Kundenorientierung. Produkte werden hauptsächlich in Geschäften, oder Großmärkten zum Verkauf angeboten und stellen schon das Endprodukt dar. Der Kunde hat nicht die Möglichkeit sein eigenes Endprodukt zu entwerfen, wobei von keinem hohen Grad an Individualität die Rede sein kann. Die Flexibilität der Geschäfte ist durch ihr Inventar begrenzt. Ein individualisiertes Produkt kann sich gar nicht im Inventar befinden, da es noch nicht existiert und erst die Einbindung des Kunden benötigt. Eine Verbindung zwischen dem Kunden, dem Anbieter oder Kundenmanager und dem Hersteller ist nach dem Prinzip der Mass Customization notwendig. Der Anbieter oder Kundenmanager leitet die Wünsche des Kunden an den Hersteller weiter und kümmert sich im Nachhinein für das Feedback des Kunden, nachdem dieser das gewünschte Produkt erhalten hat. Im Idealfall besteht nur eine Interaktion zwischen dem Hersteller und dem Kunden, um den Gesamtprozess somit zu beschleunigen<sup>190</sup>.

Eine Ausnahme bilden exklusive Privatgeschäfte, wie zum Beispiel Schneidereien, wo Kleider nach Maß gefertigt werden. Es muss aber bedacht werden, dass sich solche Dienstleistungen momentan nur auf einen exklusiven Kundenkreis begrenzen und nicht für die Masse konzipiert sind. Geschäfte und Großmärkte ergeben beim Vertrieb von Mass Customization nicht viel Sinn. Das zukunftsweisende Portal für die größere Marktverbreitung der Mass Customization ist das Internet.

## **ZUKUNFTSTREND**

Dank der Mass Customization und der eingebundenen Marktforschung, können künftige Marktentwicklungen interpretiert, oder angenommen werden. Kunden dauerhaft einzubinden ist von Vorteil. Durch die Zusammenarbeit des Kunden können weitere Innovationen entwickelt werden. Diese Vorgehensweise wird als das „Open Innovation-„ Konzept definiert<sup>191</sup>.

---

<sup>190</sup> | Vgl. David J. Gardner, Frank Piller in | Mass Customization: How Build to Order, Assemble to Order, Configure to Order, Make to Order, and Engineer to Order Manufacturers Increase Profits and Better Satisfy Customers | 2009

<sup>191</sup> | Vgl. Paul Sloane in | A Guide to Open Innovation and Crowdsourcing: Advice From Leading Experts | 2011



Der Ursprung der Mass Customization stammt aus konzeptuellen Wirtschaftsmodellen und zukunftsweisenden Theorien. Durch Analysen von Geschäftsorientierungen und Organisationen, sind neue Konzepte entwickelt worden. Es handelt sich vor allem um Effizienz auf unterschiedlichen Gebieten. Die Effizienz ist das Verhältnis vom Nutzen zum Aufwand. Je mehr Nutzen mit dem geringst möglichen Aufwand erwirtschaftet wird, desto effizienter ist das Konzept, beziehungsweise die Produktionsmethode. In der heutigen Zeit ist die Energieeffizienz von großer Wichtigkeit. Durch Mass Customization und die eingebundene Produktionsweise, kann eine höhere Energieeffizienz erreicht werden. Das Konzept der Mass Customization wird auf den Variablen Zeit, Masse und Materie aufgebaut. Eine genaue Auseinandersetzung mit den Ursprüngen der Mass Customization ist für das allgemeine Verständnis über diese Thematik von großer Bedeutung<sup>192</sup>.

*Ich muss nicht mich selbst ändern, um mich dem Produkt anzupassen, es passt sich mir an.  
Jony Ive | o. A. | o. A.*

*I don't have to change myself, to fit the product, it fits me.*

Jonathan Paul Ive<sup>193</sup> beschrieb mit diesem Argument das neue Produkt Ipad<sup>194</sup> von Apple<sup>195</sup>, welches zu Beginn des Jahres 2010 präsentiert wurde. Bei dieser Aussage ist wichtig, dass die Individualität des Kunden in den Vordergrund gestellt wird und hat somit auch einen indirekten Bezug zur Mass Customization. Die Industrie, jeglicher Art, versucht mehr auf den künftigen Kunden einzugehen, um ein begehrteres Produkt zu schaffen und damit neue Märkte zu öffnen. Somit können nach dieser Vision, Produkte auch im Softwarebereich durch Applikationen individualisiert werden. Eine intelligente Benutzeroberfläche passt sich zudem dem Kunden automatisch an<sup>196</sup>.

---

<sup>192</sup> | Vgl. Frank T. Piller, Mitchell M. Tseng in | Handbook of Research in Mass Customization and Personalization (2 Volumes) | 2009

<sup>193</sup> | Jonathan Paul Ive wurde 1967 geboren und ist englischer Designer. Er arbeitet in der Position des Senior- Vizepräsidenten für Design bei der Apple Inc. Nach seiner Ausbildung im Produktdesign in England ist er in die USA übersiedelt. Es wurden ihm viele Auszeichnungen für Design und Innovation verliehen.

<sup>194</sup> | Das Ipad ist ein neues Produkt der Apple Inc., welches ein Tablett mit integrierter Berührungstechnologie ist. Es kann zum Surfen im Internet, zum Anschauen von Bildern oder Filmen, sowie der Anwendung von Applikationen verwendet werden.

<sup>195</sup> | Die Apple Inc. ist ein in Cupertino, USA beheimatetes Unternehmen, welches Elektronikgeräte, sowie Software produziert. Es wurde 1967 gegründet und war die ersten dreißig Jahre der Bestehung als „Apple Computers Inc.“ bekannt. Die Gründer von Apple Inc. waren Steve Jobs, Steve Wozniak und Ronald Wayne. Das elegante und funktionelle Design haben Apple Inc. weltweit beliebt gemacht. Der wohl größte Konkurrent auf dem Computermarkt ist das Unternehmen Microsoft. Der neue CEO von Apple Inc., nach Steve Jobs, ist nun Tim Cook.

<sup>196</sup> | Vgl. Kris Hirschmann in | Jonathan Ive: Designer of the iPod (Innovators (Kidhaven)) | 2007

## 4.1 | HERKUNFT UND WIRTSCHAFT

Neue Vorgehensweisen und neue Konzepte müssen entworfen werden, um sich dem momentanen Zeitgeist anzupassen. Moderne Technologien entspringen der Grundlage innovativer Ideen, welche von der heutigen Lebensgeschwindigkeit gefordert werden.

Alle Begriffe und Definitionen haben einen Ursprung. Dieser stammt vielleicht aus einem alternativen Gebiet, wobei der Zusammenhang erst durch nachträgliche gedankliche Verbindung erläutert wird. Die Stärke liegt vor allem in der gegenseitigen Verknüpfung bestimmter Definitionen und besitzt als ein Ganzes mehr Aussagekraft. Das Ganze besteht aus mehreren Bruchstücken, wobei jedes dazu beiträgt, die Gesamtheit zu definieren. Um materielle Dinge zu bestimmen, sind physikalische Gesetze unabdingbar. Dies bedeutet, dass Variablen definiert werden müssen, um materielle Dinge im Raum zu manifestieren. Gedankliche Definitionen und Ideen sind dieser Gesetze frei und können im Raum nur schwer oder gar nicht erfasst werden. Somit besitzen sie ein ungeheures Potenzial und sind sogleich kreativ, sowie innovativ.

Komplexe innovative Ideen basieren im großen Ausmaß auf der Nachahmung der Natur, da diese der Perfektion nahekommst und als ganzes System hervorragend funktioniert. Alle Fragen auf dem Gebiet Natur sind noch lange nicht beantwortet, und viele von den beantworteten Fragen beziehen sich auf Hypothesen. Architektur sucht täglich Parallelen zur Weisheit der Natur und versucht sich dieser unterzuordnen, sich ihr zu bedienen, wie von ihr zu lernen. Hätte Antoni Gaudis Sagrada Familia<sup>197</sup> die heutige Form und Eleganz, ohne die vorangegangenen Naturnachahmungen<sup>198</sup>? Nach welchen Mustern würde Greg Lynn<sup>199</sup> suchen, um seine kühnen Entwürfe zu konzipieren und umzusetzen<sup>200</sup>? Einfache architektonische Prinzipien, wie Kraftabtragung und Dynamik, sind in der Natur verankert. Form muss einen Baum nicht zur Gänze kopieren, um sich seiner Vorteile zu bedienen, es kommt viel mehr auch die Kreativität des Architekten ins Spiel.

Im Wirtschaftsbereich werden Theorien und Prinzipien an die Natur angelehnt und somit wird versucht neue Wirtschaftsmethoden zu kreieren<sup>201</sup>. Organismen und Symbiosen werden studiert, um daraus wichtige Informationen zu gewinnen. Die Welt der Wirtschaft selbst ist ein abstrakter großer Organismus und bedient sich Menschen, um zu überleben. Menschen und ihre Handlungen stehen im engen Zusammenhang

---

<sup>197</sup> | Die Türme der Sagrada Familia in Barcelona wurden mit Hilfe eines simplen und raffinierten Systems entworfen. Die Verformung eines Beutels, unter Lasteinwirkung der eingefüllten Schrotkugeln, schuf die Form der Türme. Im Mittelschiff bekommt der Besucher den Eindruck, unter Baumkronen zu stehen. Die Säulen sind an deren Spitzen wie Baumkronen verzweigt.

<sup>198</sup> | Vgl. Mark Burry, Jordi Bonet I Armengol, Jos Tomlow, Antoni Gaudí in | Gaudí Unseen: Completing the Sagrada Família | 2008

<sup>199</sup> | Greg Lynn bezieht sich nicht nur mit dem architektonischen Entwurf auf Natur. Seine Zukunftsvision über Architektur ist Dynamik, somit ein natürliches Element.

<sup>200</sup> | Vgl. Greg Lynn, Mark Rappolt in | Greg Lynn Form | 2008

<sup>201</sup> | Vgl. Raymond Chiong in | Nature- Inspired Informatics for Intelligent Applications and Knowledge Discovery: Implications in Business, Science, and Engineering (Premier Reference Source) | 2009

mit der Natur und sind von ihr abhängig. Somit muss die Wirtschaftsstrategie gut durchdacht, sowie eingebunden werden.

Tseng und Jiao definierten, in ihrem Buch „Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management“ den Begriff Mass Customization<sup>202</sup>. Das Konzept des heute verwendeten Begriffs Mass Customization wurde unter anderem im Jahr 1987 im visionären Buch „Future Perfect“, von Stan Davis grundlegend beschrieben<sup>203</sup>. Durch tiefgehende Wirtschaftsanalysen und umfangreiche Vergleiche, wurde die Marketingstrategie, basierend auf Mass Customization, geschaffen. Der Terminus war in der damaligen Zeit hypothetisch, sowie zukunftssträchtig, die Wichtigkeit ist aber heute von extremer Bedeutung. Die Tendenz ist im großen Bogen steigend, sowie ein Ende nicht abzusehen. Es gibt kaum Marktnischen, bei welchen die Anwendung der Mass Customization, nicht schon implementiert ist. Die Entwicklung der Mass Customization wird in den nächsten zwanzig Jahren eine andere, als in den letzten zwanzig Jahren, sein. Mass Customization ist der Produzent und Versorger, welcher es dem Konsumenten ermöglicht, diesen Service in Anspruch zu nehmen. Der Konsument wird im Bereich von Design und Herstellung eine zunehmend wichtigere Rolle spielen und der Hersteller wird entscheiden, ab welchem Punkt er sich einfügt und der Ganzheit beiträgt.

#### **DAS KONZEPT**

Mass Customization ist in die verschiedensten Produktionsbereiche eingedrungen und ist keineswegs nur auf futuristische Hightech Produkte beschränkt. Für viele Menschen hat das Thema eine futuristische Bedeutung und wird mit Hightech in Verbindung gebracht. Auch Lowtech Produkte machen von der Mass Customization gebrauch und bedienen sich ihrer Vorteile.

---

<sup>202</sup> | Vgl. Tseng, M.M.; Jiao, J. in | Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management, Third Edition | 2007

<sup>203</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

#### 4.1.1 | STAN DAVIS SPRICHT

Stan Davis<sup>204</sup> ist einer der innovativsten Wirtschaftstheoretiker und kollaboriert mit großen, schnell wachsenden Unternehmen als Berater. Mehr als zwei Jahrzehnte war er Professor an der „Harvard Business School“, der „Columbia University“ und der „Boston University“. Er lebt in Boston und wird von Fachleuten als Pionier auf dem Gebiet der Mass Customization angesehen. Er veröffentlichte viele Berichte für „TIMES“, „Forbes“, „Harvard Business Review“ und etliche andere angesehene Zeitschriften. Zu seinen Klienten gehörten leitende Führungskräfte der Unternehmen „Apple“, „AT&T“, „Bank of America“, „KPMG“, „Marriott“, „Mercedes-Benz“, „Met Life“, und „Sun Microsystems“. Sein Doktorat in den Sozialwissenschaften und ein Ehrendoktorat, machen ihn zu einem Experten auf diesem Gebiet.

Obwohl sein Buch „Future Perfect“ schon vor mehr als einem Jahrzehnt veröffentlicht wurde, dient es heute noch als Wegweiser für die Zukunft. Viele seiner damaligen kühnen Voraussagen sind heute Stand der Dinge, und haben sich als große Innovationen im Wirtschaftsbereich, wie auch im Alltagsleben entwickelt. Seine Fähigkeit ist es, abstrakte Gedankengänge mit komplexen Wirtschaftsstrategien zu verbinden und neu zu definieren.

Zu jeder Zeit, an jedem Ort, ist eine wichtige Aussage, welche die Wichtigkeit des Zeitraumes und des Ortes in Frage stellt. Es gibt Produkte, welche im Raum fixiert sind und Produkte, welche sich im Raum bewegen. Wenn diese Tatsache auf die Wirtschaft übertragen wird, ergeben sich mobile Märkte. Zeit, Raum und Masse sind grundlegende Dimensionen des Universums und somit von großer Wichtigkeit. Die Wirtschaft auf Grundlage dieser Dimensionen zu analysieren, führt zu interessanten Ergebnissen. Der Begriff Wirtschaft bestimmt, was getan wird und der Begriff Organisation sagt aus, wie etwas getan wird<sup>205</sup>.

Die heutige moderne Zeit brachte mit neuen Technologien viele Änderungen mit sich. Das Bestellen über Versandkataloge und das virtuelle Einkaufsfernsehen haben neue Märkte geschaffen. Diese sind schon fast veraltete Bereiche, wenn man das Internet und seine enormen Möglichkeiten einbezieht. Allein im Bereich Internet werden am laufenden Band neue Marktnischen geschaffen. Eine interessante Herangehensweise an die Thematik der Wirtschaft ist, diese mit physikalischen Grundlagen zu vergleichen und in Frage zu stellen.

#### **BIONOMIE**

Michael Rothschild analysiert in seinem Buch "Bionomics: Economy As Ecosystem" die Wirtschaft im innovativen Ausmaß<sup>206</sup>. Information ist der Baustein einer kulturellen und biologischen Evolution. Die DNA verschlüsselt Informationen, welche einzigartige Anleitungen für alle Lebewesen auf dem Planeten beinhalten. In der Wirtschaftsökonomie werden Produkte als Information beschrieben. Die Entwicklung

---

<sup>204</sup> | Autor von „The Monster under the Bed“, „2020 Vision“, „Managing Corporate Culture“, „Matrix“, „Managing and Organizing“, „Multimedia Corporations“, „Workers and Managers in Latin America“, „Comparative Design“ und „Future Perfect“.

<sup>205</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>206</sup> | Vgl. Michael Rothschild in | Bionomics: Economy As Ecosystem | 1995

der menschlichen Kultur und Technologie kommt der biologischen Evolution sehr nahe. Bei unseren ersten Vorfahren waren Fortschritte langsam, doch wurden neue Informationen von Generation zu Generation weitergegeben und forderten somit eine fortschrittliche Weiterentwicklung, sowie Anpassung. Jede Idee führte zur nächsten und der Fortschritt war somit nicht aufzuhalten. Die Erfindung der Schrift sorgte für eine raschere Verbreitung der Information.

Durch Johannes Gutenbergs bewegliche Lettern wurde die Verbreitung enorm beschleunigt und Information war für die Masse zugänglich<sup>207</sup>. Mit der Zeit führte die Informationsexplosion zur Industriellen Revolution. Die Weiterentwicklung der Informationsverbreitung war das Internet<sup>208</sup>. In der Natur geben biologische Lebensformen ihre genetische Information weiter. In der Wirtschaftsökonomie wird ebenfalls Information ausgetauscht, was zur Verbesserung des Produkts dient. Unternehmen suchen nach Methoden, um ihre Produkte täglich zu verbessern. Die Erkenntnis, dass Wirtschaft ähnlich einem biologischen Ökosystem funktioniert, ist ein Meilenstein des 21. Jahrhunderts.

Die Kürzung der Produktionszeiten wird in Zukunft eine enorm wichtige Rolle spielen, welche sich auf verschiedene Gebiete der Wirtschaft beziehen wird. Zudem ist es ein Anstreben, die Lieferungszeiten auch sehr zu verkürzen, damit das Zeitintervall, zwischen Bestellung und Entgegennahme des Produkts, auf ein Minimum reduziert werden kann<sup>209</sup>.

## **PRODUKTIONSZEITEN**

Die mechanischen Prozesse, wie das Schreiben der Briefe und die Absendung durch die Post, sind heute weitgehend aus der Mode gekommen. Diese wurden durch das Internet und das E-Mail System gewissermaßen automatisiert. Wie sinnvoll und kostenintensiv ist es, in Einkaufszentren zu gehen um Bekleidung, Elektronik oder Nahrung zu kaufen? Ist es nicht zeitsparender und angenehmer dies per Mausclick zu erledigen? Natürlich geht bei der elektronischen Bestellung der soziale Kontakt verloren, oder wird beziehungsweise auf einen virtuellen Kontakt reduziert. Um seinen künftigen Partner zu treffen ist es nicht unbedingt notwendig, die Angelegenheit dem Schicksal zu überlassen. Verschiedene Internetseiten bieten einen Partnerservice virtuell an. Somit kann in der virtuellen Welt der Traumpartner selbst definiert werden, beziehungsweise nach den beschriebenen Eigenschaften ausgesucht werden. Flugzeugsimulatoren bilden Piloten aus, virtuelle Einkaufszentren laden zum ungestörten Konsumieren ein und virtuelle Freunde in Computerspielen („The Sims“) vermitteln virtuell menschliche Nähe.

In der heutigen modernen Zeit hat ein physisches Modell an Bedeutung verloren. Es ist fraglich, ob dies gerechtfertigt oder ungerechtfertigt ist. Tatsache ist, dass durch virtuelle drei- dimensionale Modelle, Zeit beim Design gespart wird und sowohl auch neue Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Eine logische Schussfolgerung wäre, den physischen und virtuellen Bereich zu verbinden, und sich selektiv ihrer Vorteile zu bedienen. Um den Gedankensatz zu konkretisieren und praxisbezogen zu definieren, wird folgendes Beispiel veranschaulicht. Ein virtuelles Modell wird auf Grundlage von Handskizzen erstellt. Durch Manipulation und Bearbeitung können technische Pläne

## **VIRTUELLES MODELL**

---

<sup>207</sup> | Vgl. Robert Beckham, Jed Mickle in | Who in the World Was The Secretive Printer?: The Story of Johannes Gutenberg | 2005

<sup>208</sup> | Vgl. Christos J. P. Moschovitis in | History of the Internet: A Chronology, 1843 to Present | 1999

<sup>209</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

herausgefiltert werden und virtuelle Ansichten, wie auch Animationen geschaffen werden. Durch die Weitergabe der drei-dimensionalen Daten an spezielle technische Geräte (Laser-Cutter, 3D Plotter,...) kann aus virtueller Information ein physisches Modell kreiert werden.

Der Prototypenbau für verschiedene Flugzeugarten ist aus der Mode gekommen und wird durch Computersimulationen mit exakteren Ergebnissen, zumindest im Anfangsstadium, ersetzt. Die Flugzeugfirma Boeing baut mehr als 90% ihrer Flugzeuge nach diesem Prinzip<sup>210</sup>.

Das Grundprinzip der Massenproduktion ist eine kurze Produktionszeit, hohe Qualität und niedriger Preis.

Im Jahr 1995 hat das US-Budget 450 Billionen Dollar in Gesundheitspflege und 345 Billionen Dollar in Ausbildung investiert<sup>211</sup>. Krankenhäuser beginnen private Behandlungen im eigenen Haus zu forcieren, um Krankenhauskosten zu senken. Telemedizin bedeutet Zukunft, da Diagnostik über die Verwendung von Telekommunikationen zu einem gewissen Grad möglich ist. Letzteres gewinnt an Bedeutung, vor allem wenn es sich um entlegene Patienten auf ländlichem Gebiet handelt. Diese sind meist durch große Distanzen von Krankenhäusern entfernt. Die moderne Telemedizin hat den großen Vorteil, den Zeitraum zwischen Diagnostik durch den Arzt und den Beginn der Behandlung, zu reduzieren. Die Verkürzung dieses Zeitraumes kann oft schon Leben retten. Die Barrieren der Zeit und des Raumes werden durchbrochen. Die Nachteile sind aber der unpersönliche Kontakt und die Anzahl der Diagnostiken, welche nur im Krankenhaus mit speziellen Geräten (CT, MR, ...) durchgeführt werden können<sup>212</sup>.

Auf dem Gebiet der Ausbildung hat sich Distanzlernen als Trend durchgesetzt. Citibank und andere Bankinstitutionen folgen gleichen Schemen. Die Verwendung von Bankautomaten reduziert die Betriebskosten des Unternehmens und der Service ist rund um die Uhr verfügbar. Dadurch werden aber auch viele Zweigstellen geschlossen, da oft der persönliche Service nicht mehr von Notwendigkeit ist.

Die wahrscheinlich radikalste Veränderung im letzten Jahrzehnt ist die Einführung des Internet mit dem „Cyberspace“. Die Einführung kam unerwartet und verbreitete sich mit enormer Geschwindigkeit. Heutzutage wäre das alltägliche Leben ohne Internet nicht mehr vorstellbar. Der „Cyberspace“ wird nicht durch Gebrauch abgenutzt, wie vielleicht andere Produkte. Je mehr wir die virtuelle Welt verwenden, desto mehr Informationen und Bonitäten bekommen wir. Die virtuelle Welt sichert die wichtige Information einer Sache und subtrahiert deren materielle Form<sup>213</sup>.

---

<sup>210</sup> | Vgl. Alain Pelletier in | Boeing: The Complete Story | 2010

<sup>211</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>212</sup> | Vgl. Adam Darkins, Margaret Cary in | Telemedicine and Telehealth: Principles, Policies, Performance and Pitfalls | 2000

<sup>213</sup> | Vgl. Azy Barak in | Psychological Aspects of Cyberspace: Theory, Research, Applications | 2008

„Bei einer persönlichen Fotoreise nach Alaska, USA im Jahr 2007 bin ich im abgelegenen Dörfchen Wiseman, über dem nördlichen Polarkreis angelangt. Die Anzahl der Bewohner welche das ganze Jahr über in Wiseman leben, lag bei einundzwanzig. Beim Besuch im Holzblockhaus des einheimischen Jägers sind mir viele Trophäen von Grizzlybären und anderen Wildtieren aufgefallen. Zu meinem Erstaunen entdeckte ich auf dem Nachttisch einen weißen Apple Computer. Der Jäger erklärte mir, dass er den Apple Computer viel benutzt, um mithilfe des Internets, über Satellitenverbindung, mit seinen Freunden in abgelegenen Städten in Verbindung zu sein. Das Internet ist heute ein wichtiger Teil unserer Kultur geworden.“

Das Geschäft muss mit minimalen Kosten am Leben gehalten werden. Je kleiner die Instand- und Operationskosten, desto größer ist die Gewinnspanne und die Flexibilität. In der Vergangenheit drehte sich alles um Daten, heute geht es um Wissen. Daten sind die grundlegenden Bausteine in Form von Wörtern, Zahlen, Geräuschen und Bildern. Wissen führt jedoch diese Daten zu nützlichen Mustern zusammen und gibt ihnen einen höheren Sinn. Die Quintessenz, für den Wirtschaftswachstum, ist ein gut konzipiertes, stabiles Fundament.

*Wissen, im Gegensatz zur Information, entwickelt sich. Das Wissen ist lebendig, die Information nicht.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 13*

*Knowledge, unlike information, evolves. Knowledge is alive, information isn't.*

Wenn Anti- Allergie Kopfkissen einmal in einem Hotel benutzt werden, kann diese Information im Computer gespeichert werden und beim nächsten Besuch der gleichen Hotelkette, die gleiche oder ähnliche Kopfkissenart schon im Zimmer auf den wiederkehrenden Gast warten. Die Information über den Gast und seine Vorlieben dient als Dateneintrag in einem Informationsprofil. Das Informationsprofil wird in einer Datenbank gespeichert.

*Von Produkten und Dienstleistungen wird zunehmend erwartet, dass sie wissen und sich automatisch anpassen.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 13*

*Products and Services will increasingly be expected to know and to adjust automatically.*

Nichtlineare Dynamik und die Chaostheorie spielen eine gewichtige Rolle. Dies bedeutet, dass auch nicht vorhersehbare und unwahrscheinliche Ereignisse in Betracht gezogen werden müssen. Die Natur neigt zum chaotischen Verhalten. Mehrere Produkte und Dienstleistungen werden mit Speicher versehen, um Prozesse abrufen zu können. Das Angebot muss konstant anpassbar sein, um immer intelligentere Versionen zu produzieren.

**NICHTLINEARE  
DYNAMIK**

Vorindustrielle Technologien produzierten kleine Produktionsmengen mit hohen Kosten pro Einheit. Industrielle Technologien schufen im Gegensatz große Produktionsmengen mit niedrigen Kosten pro Einheit. Die Neukonzeption der Produktionsmethoden war der Vorreiter für die Produktion und Distribution individualisierter Produkte, sowie Dienstleistungen, auf Massengrundlage. Die Mass Customization bezieht sich auf die Grundlage des alt traditionellen japanischen Konzepts der konstanten Verbesserung. Die konstante Verbesserung befindet sich zwischen der Massenproduktion und der Mass Customization. Ist ein Produkt heute

im technischen Bereich an der Spitze, dann ist es morgen schon veraltet. Produkte müssen sich ständig weiterentwickeln, um konkurrenzfähig zu bleiben und für den Wirtschaftsmarkt interessant zu sein. In der Vergangenheit war es möglich, entweder kostengünstige standardisierte Produkte, oder kostenintensive individualisierte Produkte am Markt anzubieten. Der Zusammenfluss der Vorteile beider Produktionsarten war simultan nicht realisierbar. Die konstante Verbesserung bewies, dass kostengünstige und individualisierte Produkte gleichzeitig hergestellt werden können.

*:to allow for the coexistence of opposites, to embrace contradiction as an indication of a larger truth. The key is to embrace and transcend the paradox, rather than be limited by it.*

*: die Koexistenz der Gegensätze zu ermöglichen, die Gegensätzlichkeit als Wegweiser zu einer größeren Wahrheit begrüßen. Der Schlüssel ist das Paradox zu begrüßen und überschreiten, anstelle von ihm eingegrenzt zu werden.*

*Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 15*

## **MÄRKTE UND KUNDEN**

Die Märkte und Kunden beziehen sich immer mehr auf die Mass Customization. Die Produkte werden massenproduziert und der Individualisierungsgrad erfolgt in einem hohen Tempo. Es stellt sich die Frage, welche Elemente bei der Konzeption miteinander kombiniert werden und im welchen Bereich des Gesamtprodukts, ein individualisierter Eingriff vorgenommen werden soll. Unterschiedliche Bereiche des Gesamtprodukts sind das Design, die Produktion, der Verkauf und die Dienstleistung. Die Definition, in welchen dieser Bereiche der Kunde einbezogen wird, ist dem Hersteller überlassen. Prinzipiell gilt die Regel so viel wie notwendig in Massen zu individualisieren<sup>214</sup>.

Änderungen im Geschäft hängen stark von den Umgebungsänderungen, wie Wirtschaft, Technologie und Gesellschaft, ab. Organisationen führen das Geschäft an. Um heutige Organisationen den Umgebungsänderungen anzupassen, wird wertvolle Zeit benötigt. Neue innovative Ideen können auch missbraucht werden, um beispielsweise im Bankgeschäft zu betrügen<sup>215</sup>.

Die Struktur ist der Zusammenhang aller Teile in Form eines Ganzen. Naturwissenschaften, wie Physik, Chemie und Biologie haben fundamentale Herangehensweisen an die Struktur und somit sind diese für die Wirtschaftswelt von großem Interesse. Es kommt zur Bildung kühner Hypothesen und deren praktische Überprüfung durch systematische Experimente. Nach Aussage von Stan Davis kommt man über das Universum zur Wissenschaft, von dieser zur Technologie, weiter zum Geschäft und anschließend zur Organisation<sup>216</sup>.

Der Sinn einer Hypothese ist, bekannte Erscheinungen zu erklären. Im Idealfall sollten neue Erscheinungen vorhergesagt und alte Modelle überprüft werden. Eine Hypothese ist erfolgreich, wenn sie sich lange Zeit durchsetzt, sowie bewährt hat und

---

<sup>214</sup> | Der Kunde verlangt nach individualisierten Produkten. Der Hersteller nimmt auf den Individualisierungsgrad Rücksicht und setzt die Komponenten der Individualisierung und der Massenproduktion zusammen, ohne den finanziellen Rahmen zu sprengen.

<sup>215</sup> 1991 führten Betrugereien, basierend auf neuen Wirtschaftsvisionen, zum Zusammenbruch der Bank BCCI mit dem Sitz in London, Luxemburg und auf den Cayman- Inseln, mit einem Umfang von damals über zehn Milliarden Dollar.

<sup>216</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996



wird dann als eine Theorie anerkannt. Moderne Organisationsstrukturen können nicht mit den heutigen, weiterentwickelten Geschäftsstrukturen mithalten. Ein interessanter Aspekt ist die Euklidische<sup>217</sup> Geometrie, die unter anderem besagt dass parallele Linien sich im Unendlichen treffen. Neue Lösungen und abstrakte Kontexte müssen geschaffen werden, um sich der Zukunft anzupassen. Oft existieren unterschiedliche Ansätze, den Problemthemen entgegenzuwirken, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen.

Zeit, Raum und Materie werden in der heutigen Wirtschaft als eine Begrenzung angesehen. In der Zukunft müssen diese Elemente als Ressourcen angesehen werden. Die Wirtschaftswelt muss lernen, künftige Ereignisse konzeptuell zu steuern und sich nicht mit dem Vergangenen auseinanderzusetzen<sup>218</sup>.

---

<sup>217</sup> | Der griechische Mathematiker Euklid von Alexandria schuf ein mathematisches System, welches unter dem Namen Euklidische Geometrie, bekannt ist. Sein berühmtestes Werk waren „die Elemente“, in welchem Eigenschaften geometrischer Objekte hergeleitet wurden. Euklidische axiomatische Methoden dienten als Vorbild für die gesamte Mathematik.

<sup>218</sup> | Vgl. Stan Davis, Christopher Meyer in | Blur: The Speed of Change in the Connected Economy | 1999

#### 4.1.2 | FRANK PILLER UND DIE MASS CUSTOMIZATION

*Die erfolgreiche Generierung von Innovation ist eine stetige Aufgabe aller Unternehmen. Ursache ist dafür zum einen der technische Wandel, der sich in den letzten Jahren in immer kürzeren Produktlebenszyklen vollzieht. So schrumpfte beispielsweise der Produktlebenszyklus in der Automobilindustrie über das letzte Jahrzehnt von durchschnittlich zehn Jahren auf sechs Jahre und nimmt weiter ab (Brockhoff 1999). Unterhaltungselektronik wird in der Regel schon nach sechs bis zwölf Monaten von Nachfolgeprodukten in den Verkaufsregalen abgelöst. Dieses Phänomen wird durch die zunehmende Individualisierung der Nachfrage verstärkt, (...) Hinzu kommt der globale Wettbewerb. Er zwingt Industrienationen wie Deutschland, Standortnachteile gegenüber Niedrigkostenländern durch Wissensvorsprung zu kompensieren (Bullinger 2002; Grupp / Legler / Licht 2004). Hohe Innovationsfähigkeit gilt deshalb als Schlüssel für Wachstum und Unternehmenserfolg.*  
*Ralf Reichwald, Frank Piller in | Interaktive Wertschöpfung | 2009 | S. 95*

Mass Customization hat sich als eine natürliche Abfolge, beziehend auf den wachsenden Kundenwunsch nach Individualisierung, abgewickelt. Dabei gibt es keine Ausnahme, um welche Art von Produkt es sich handelt. Ob nun ein qualitativ hochwertiges oder minderwertiges Produkt angeboten wird, ist sekundär. Primär jedoch ist der Umstand, dass es individualisiert ist. Frank Piller<sup>219</sup> meint des Weiteren, dass es sich auch nicht nur um Produktinnovation handelt, sondern um vorgeschlagene Produktvariationen, resultierend aus Marktforschung und dem neu gewonnenen Wissen über Kundenbedürfnisse. Die wohl effizienteste Art, zudem auch relativ kostengünstig für das Unternehmen selbst, ist, dem Kunden die Möglichkeit zu geben, sein Produkt selbst zu kreieren. Dies kann mit Hilfe eines Werkzeugs, oder eines so genannten „Konfigurators“, geschehen<sup>220</sup>.

*Innovationsmanagement heißt nicht immer, ein neues Produkt selbst zu finden, sagt Innovationsexperte Frank Piller. Findige Unternehmen lassen den Kunden designen und zusammenbauen.*  
*Frank Piller in | Wirtschaftsblatt | 2008 | S. 23*

Nach der Meinung von Piller leben wir heute in einer Zeit, in welcher Unternehmen die Funktion der Produzenten hinter sich gelassen haben, da die Kunden ihre eigenen Produkte entwerfen und in Auftrag geben. Daraus resultierend sind heute erfolgreiche

---

<sup>219</sup> | Frank Thomas Piller ist als Professor an der Rheinisch- Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen, Deutschland, sowie an dem Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, USA, tätig. Seine Forschung bezieht sich im Vordergrund auf die Wertrelation zwischen dem Business und dem Kunden, oder Benutzer. Heute ist Piller einer der herausragenden Experten auf dem Gebiet von Mass Customization. Er ist Mitbegründer des Management Beratungsunternehmens „Think Consult“, welches den Klienten dabei hilft, bessere kundenorientierte Strategien anzuwenden. Zusätzlich ist Piller in unterschiedliche weitere Unternehmen, in Funktion als Vorstand, involviert.

<sup>220</sup> | Vgl. David J. Gardner, Frank Piller in | Mass Customization: How Build to Order, Assemble to Order, Configure to Order, Make to Order, and Engineer to Order Manufacturers Increase Profits and Better Satisfy Customers | 2009

Unternehmen eher Zulieferer und stellen dem Kunden nur einen groben Rahmen für den eigenen Kurationsprozess zur Verfügung.

*Personalisierte Produkte haben ein großes Zukunftspotenzial und werden immer beliebter. Dies zeigen Marktstudien sowie entsprechende Pilotplattformen etwa von Bekleidungsherstellern wie Nike und Land's End. Dabei kommt es auf Strategie und das Standing der Unternehmen an. Klassische Anbieter sehen individualisierte Produkte eher als Beweis ihrer Innovationsfähigkeit und weniger als Alternative zu etablierten Geschäftsmodellen. Dagegen setzen sich Startup- Unternehmen oft nur über solch eine Nische im Markt durch. Schließlich wollen oder können sie nicht über den Preis, sondern über die Kombination von individuellem Angebot und hoher Produktqualität definieren.*

*Frank Piller in | Trend and Style | 2008 | S. 8*

Das Unternehmen Levi Strauss<sup>221</sup> ist für seine „Blue Jeans“ bekannt. Doch diese können sehr schnell uninteressant werden, somit aus der Mode geraten, da der Kunde nach neuen, innovativen Designs in verschiedenen Größen, Schnitten, sowie Farben verlangt. Ein erfolgreiches Unternehmen adaptiert sich konstant auf die Nachfrage und orientiert sich an den Kundenwünschen. Im Jahr 1994 wurde das erste Pilotprojekt von Levi's in Cincinnati<sup>222</sup>, USA eingeführt und nach erfolgreicher Testphase, seit 1995 in Nordamerika in den Levi's Läden im großen Ausmaß angewandt<sup>223</sup>.

**LEVI'S**

Das „PersonalPair“ Projekt von Levi's hat international ein sehr erfolgreiches Beispiel für angewandte Mass Customization demonstriert. Dabei wurden maßgeschneiderte Jeans für Damen zu einem kaum höheren Preis, im Vergleich zu gewöhnlichen Levi's Jeans, verkauft. Durch gezielte Marktforschung, wie den Fakt, dass eine Dame durchschnittlich etwa 20 Paar Hosen anprobiert, bevor sie sich zum Kauf entscheidet (Hirn 1996), wobei weniger als 30 Prozent mit der Passform ihrer neuen Jeans zufrieden sind (Tapscott 1995). Das eigentliche Problem bei Waren in hoher Stückzahl ist die Lagerung, sowie resultierende, nicht verkaufte, Lagerbestände<sup>224</sup>. Zusätzlich wirken sich noch verschiedene Faktoren, wie der Wunsch der jungen Käuferinnen nach neuen Farben, auf den Markt aus. Ein neuartiges Image musste zudem generiert werden, da eine nachlassende Markentreue hinzu gekommen ist. Es ist ersichtlich, dass der Levi's Vorstand mit einer Lösung aufkommen musste, um die Verkaufszahlen

---

<sup>221</sup> | Das Unternehmen Levi Strauss & Co. Inc. ist weltweit der größte Produzent von Markenbekleidung, welches primär Jeansbekleidung sowie Sportbekleidung herstellt. Es wurde vom jüdischen Immigranten Levi Strauss 1853 in San Francisco, USA gegründet. Anfangs verkaufte Strauss verschiedene Güter, wie Kleider, Käämme, Brieftaschen und so weiter, welche er von seinem Bruder aus New York importiert hatte. In 1872 benötigte der Schneider Jacob Davis einen Geschäftspartner, um seine Werkbekleidung zu patentieren. Somit hat die Erfolgsgeschichte, wie sie heute bekannt ist, begonnen.

<sup>222</sup> | Cincinnati ist eine amerikanische Großstadt in Ohio, USA. Im Jahr 1788 wurde das heutige Cincinnati in der Nähe von Indiana, USA, besiedelt. Nach dem Census im Jahr 2010 leben im städtischen Bereich ca. 296, 943 Einwohner. Cincinnati ist ebenso für seine historische Architektur bekannt. Die gute Lage am Fluss Ohio war für den Handel sehr vorteilhaft, welcher Umstand die große Depression der USA besser verschmerzen ließ.

<sup>223</sup> | Vgl. Mitchell M. Tseng, Frank Piller in | The Customer Centric Enterprise: Advances in Mass Customization and Personalization | 2003

<sup>224</sup> | Vgl. Frank Piller in | Trend and Style | 2008

zu erhöhen. Die kundenorientierte Massenfertigung, oder Mass Customization, war die Lösung für das beschriebene Problem, da neben der Kundenzufriedenheit auch die Distributions-, sowie Lagerkosten gesenkt werden konnten. Zu einem höheren Gewinn haben aber auch weitgehend neue CAS<sup>225</sup>- Applikationen beigetragen. Zu diesem Zeitpunkt war das Problem jedoch noch existent, da die für die Herstellung eingesetzte Technologie, nur für massenhafte Fertigung vorgesehen und angepasst war. Sollte eine individuelle Jean geschneidert werden, musste jedoch die Technik dieser neuen Aufgabe angepasst werden.

Mass Customization kann theoretisch unterschiedliche Dimensionen umfassen. In dem Fall von Levi's war es eine geschlossene Individualisierung, welche von der Erfassung des Kundenwunsches, der flexiblen Vorfertigung von Materialien, der Verarbeitung dieser zum individuellen Produkt, sowie letztendlich der Auslieferung an den Kunden, bestimmt wurde. Gesteuert wird dieser gesamte Prozess von der beschriebenen CAS Informationsnetzwerk Technologie. Zu den technischen Anforderungen bei der Produktion selbst, war die Verbindung von CAS<sup>226</sup>, CAD und CAM, welche ein Kleinunternehmen in den USA erfolgreich, mit eigener Spezialsoftware, ausführen konnte, notwendig.

## KUNDENWUNSCH

Bei dem ersten Schritt, der Erfassung der Kundenwünsche<sup>227</sup> werden im Levi's Geschäft selbst, einfach bedienbare Touch- Screen Module verwendet. Somit können Frauen ihre Farb-, Stoffwünsche, sowie den Grundschnitt auswählen. Die Auswahl ist beispielsweise auf sechs Stoffe, zwei Grundtypen, zwei Hosenschnitten und auf Maße für Hüfte sowie Taille beschränkt. Daraufhin sucht der Computer mit Hilfe der Spezialsoftware im Laden lagernde Prototypen, welche den Kundenkriterien am meisten entsprechen. Dieser Prototyp wird nachträglich anprobiert, wobei die Maße noch einmal angepasst werden können, und die gesamten Daten werden nachträglich an ein Computernetzwerk übergeben. In der Levi's Fabrik, des jeweiligen Landes, schneidet ein Lasercut- Roboter die individuelle Form aus, welche danach von Schneidrobotern, sowie teils von Schneiderinnen, zum Endprodukt gefertigt wird. Wichtig ist vor allem auch die Marktstrategie, eine nicht zentrale Produktionsstruktur anzuwenden, und Fabriken immer in der Nähe des Kunden zu haben, um somit globale Transportkosten zu reduzieren. Um individuell, sowie zur gleichen Zeit kostengünstig herstellen zu können, werden bei der Produktion Elemente einer individuellen, wie auch massenhaften Produktion angewandt. Diese Kombination macht die Produktion als Ganzes so erfolgreich.

Die individuelle Jean steht schon, nach ca. zwei Wochen, im Levi's Laden zum Abholen bereit, oder kann sogar gegen einen geringen Aufpreis direkt nach Hause der Kundin geschickt werden. Zudem werden die Daten jeder individuellen Jean im Computersystem in einer Datenbank gespeichert, um eventuelle Nachkäufe zu erleichtern, beziehungsweise zu beschleunigen. Bei diesem Konzept wird ein Paradebeispiel von Mass Customization aufgezeigt. Das nachträgliche Sammeln der Kundendaten steigert kontinuierlich die Effizienz und hat einen unvorstellbaren Wert.

---

<sup>225</sup> | CAS bezieht sich auf „Computer Aided Selling“, welches ein komplettes System der Verkaufsunterstützung ist. Dabei werden Bestell- und Lagerverwaltung, Inventurwesen zwischen dem Einzelhandel und der Distribution des Herstellers, sowie andere Faktoren effizient gesteuert. Das von Levi's verwendete CAS ist das „LeviLink“.

<sup>226</sup> | CAS ist ebenso die Abkürzung für „Content- addressable storage“ und ist Teil des CIM, „Common Information Model“, welches Objekte in einer IT- Umgebung repräsentiert. Das CAS ist ein Mechanismus zur Datensicherung und wird aufgrund seines Inhaltes, im Gegensatz zu seinem Standort, aufgerufen.

<sup>227</sup> | Vgl. <http://ebookbrowse.com/hbm97-pdf-d68449386> | 02.10.11 | 10:10

Dennoch kann aber auch ein solches Paradebeispiel an Mass Customization zu einem Misserfolg führen.

Das Endergebnis der angewandten Strategie von Levi's stellte sich im Endeffekt jedoch als ein Misserfolg heraus. Nach dem „Personal Pair“ Programm in 1994 wurde mit dem nachfolgenden „Original Spin“ Programm in 1997 begonnen. 2004 stellte Levi's das „Original Spin“ Programm ein, da es sich als unwirtschaftlich herausgestellt hatte. Frank Piller analysiert den Umstand mit der Erklärung, dass das Unternehmen Levi's generell wirtschaftlich in einer schwachen Lage stand. Deren Mass Customization Verfahren mit dem „Personal Pair“, sowie dem „Original Spin“ Programm, wurde oft für Publikationen, sowie Berichte herangezogen und anfänglich als ein Vorzeigebispiel für Mass Customization gewertet. Nach Piller's Angaben ist das Konzept von Levi's jedoch nicht, über die erste Generation der Mass Customization, weiterentwickelt worden. Levi's hatte nur ein kundenorientiertes Fertigungsverfahren aufgesetzt, sich aber im weiteren Ablauf nicht um das Feedback des Kunden gekümmert und ebenso das Erlebnis in den Geschäften nicht einzigartig genug angeboten. Der Misserfolg ist jedoch nicht durch Mass Customization zustande gekommen, aber durch die unzureichende Reife, sowie schlechtes Marketing<sup>228</sup>.

**MISSERFOLG**

Heutzutage bedienen sich die meisten großen Unternehmen, basierend auf Mass Customization, dieser Methodik. Wenn Unternehmen diese Dienstleistung noch nicht anwenden, wird es höchste Zeit, um in der heute stark konkurrierenden Geschäftswelt und den stetig steigenden Kundenbedürfnissen, sowie Anforderungen, finanziell erfolgreich zu sein. Das unerfolgreiche Beispiel von Levi's ist eher eine Ausnahme, bedingt durch die schlechte Gesamtausführung von Mass Customization. Massenproduktion wird als überführte Marktstrategie angesehen, da Mass Customization als hybride Lösung ein individuelles Endprodukt zu einem, der Massenproduktion sich annäherndem, Preis verspricht.

Die Hybrid- Strategie verbindet zwei, sich gegensätzliche Begriffe, in Form von Massenproduktion und Mass Customization. Nach Aussage von Joseph B. Pine II<sup>229</sup> und Kotha<sup>230</sup> soll durch Anwendung moderner Technologien, sowie Organisationsstrukturen, die Herstellung variierender Produkte und Leistungen zu

**GRENZLINIE**

---

<sup>228</sup> | Vgl. Fabrizio Salvador, Pablo Martin de Holan, Frank Piller in | Cracking the Code of Mass Customization | 2009

<sup>229</sup> | Joseph B. Pine II ist Autor, sowie Redner und Ratgeber im Bereich Management, wobei er über 500 unterschiedliche Unternehmen berätet. Zudem ist er Mitbegründer des „Strategic Horizons LLP“ Unternehmens, welches anderen Betrieben hilft, deren Angebot effizienter zu vertreiben. Pine ist Autor von „Mass Customization: The new Frontier in Business Competition“, welches als ein Grundwerk auf dem Gebiet der Mass Customization gilt. Das Werk beschreibt die Umstellung der Industrie von Massenproduktion zur individuellen Massenfertigung. Von der Zeitschrift „Financial Times“ ist dieses Buch als eines der besten sieben Bücher, auf dem Gebiet von Unternehmen, erklärt worden. Pine verfasste zudem mehrere Beiträge für das „Wall Street Journal“, das „Chief Executive“, das „IBM Systems Journal“ und viele mehr. Vor seiner erfolgreichen Karriere als Autor arbeitete Pine in technischen und leitenden Positionen für IBM. Als Gastredner hält Pine unter anderem Vorträge an der MIT „Sloan Management School“.

<sup>230</sup> | Suresh Kotha ist seit 1996 Professor an der Washington Universität in Seattle, USA, wo er über konkurrenzfähige Geschäftsstrategien lehrt. Kotha studierte Architektur und Industriedesign und war ebenso an der Stern Geschäftsschule, der New York Universität, sowie der Managementsschule Rensselaer, professionell involviert. 1993 war er in Funktion eines Gastprofessors, an der internationalen Universität von Japan, tätig und konzentrierte seine Lehre auf das technologische Management, sowie das strategische Management der Produktion. Kotha publizierte seine Theorien im „Academy of Management Review“, im „Strategic Management Journal“, im „Journal of Operations Management“ und vielen weiteren Fachzeitschriften.

gleichen Kosten, wie auch die Herstellung massenhaft standardisierte Produkte, erreicht werden<sup>231</sup>. Dies wird natürlich nicht auf allen Gebieten erreicht, dennoch wird die Kostenspanne zwischen Massenproduktion und Mass Customization fortwährend kleiner. Wenn von dieser Hybrid- Strategie gesprochen wird, ist es ebenso äußerst wichtig, beide Bereiche zu definieren, beziehungsweise einzugrenzen. Weiterhin verbindet Mass Customization moderne Produktionstechnologien mit der Macht des Internet, dem „Electronic Commerce“. Mass Customization wäre somit nach Westbrook<sup>232</sup> und Williamson<sup>233</sup> definiert, ein Produkt herzustellen, welches bis zu seinem Kern individualisiert wurde, dass somit auch die grundlegenden Komponenten für jeden individuellen Kunden variiert wurden. Pine grenzt Mass Customization so ein, dass er sagt, wenn ein Kunde aus seiner Sicht ein individuelles Produkt erhält, es keinen Unterschied macht, ob nun dieses mit Modulen gefertigt, komplett individualisiert, oder die Variation eines Standardproduktes ist. Es ist ein Verhältnis von Variation, dem persönlichem Empfinden des Kunden, zum Preis<sup>234</sup>.

---

<sup>231</sup> | Vgl. B. Joseph Pine in | Mass customization: the new frontier in business competition | 1992

<sup>232</sup> | Roy Westbrook ist Dekan, Abteilungsleiter, sowie Professor vom „Operations management“ an der „Said Business School“ Universität in Oxford, England. Sein Forschungsgebiet und Interesse beziehen sich auf Mass Customization in der Produktionsphase, Service- Operationen, „Supply Chain Management“ und relevante Themengebiete. Nach Absolvierung seines Geschichtsstudiums an der Leicester Universität England in 1971, diente Westbrook 9 Jahre beim Zivildienst. 1992 beendete Westbrook sein Doktoratsstudium.

<sup>233</sup> | Peter Williamson hält eine Professur über internationales Management an der Cambridge Universität in Cambridge, USA. Des Weiteren ist er Teil der Redaktion bei dem „European Management Journal“, dem „Business Strategy Review“ und dem „Academy of Management Learning and Education“. Williamson war für etliche, internationale Unternehmen als Berater, in Bezug zu Geschäftsstrategien, tätig. Auf dem zukunftssträchtigen chinesischen Markt sammelt Williamson seit 1983 neue Erfahrungen, da er vor der Cambridge Universität, 10 Jahre lang an der asiatischen Geschäfts- und internationalen Managementfakultät involviert war.

<sup>234</sup> | Vgl. Steve New, Roy Westbrook in | Understanding Supply Chains: Concepts, Critiques, and Futures | 2004



## 4.2 | ZEIT, RAUM UND MATERIE ALS VARIABLE

|                |  |
|----------------|--|
| <b>ZEIT</b>    | In unserer heutigen Gesellschaft wird Zeit <sup>235</sup> als eine Variable zur Messung benutzt. Dies kann mit alltäglichen Beispielen konkret verdeutlicht werden. Arbeit wird in Zeiteinheiten gemessen, Kaffeepausen beziehen sich auf Zeit und das Leben ist in Zeitabschnitte, wie das Jahr in Monate, unterteilt.  |
| <b>RAUM</b>    | Wenn die Variable Raum verkleinert wird, folgt daraus analog ein mobiles Produkt. Ein gutes Beispiel sind Notebooks oder mobile Fernsehgeräte. Die Mobilität beschränkt sich aber nicht nur auf materielle Produkte, sondern kann auch in der nichtmateriellen Welt rückverfolgt werden. Dienstleistungen können auch mobil angeboten werden und anstatt, dass der Kunde zu einem Unternehmen gehen muss, um diese in Anspruch zu nehmen, die Dienstleistung in Form eines Vertreters zu ihm kommen kann. Das Internet ermöglicht noch eine größere Mobilität, da Dienstleistungen und andere Angebote sich frei bewegen können. Von Natur aus sind Menschen bequem und alles was ihnen hilft diese Bequemlichkeit zu bewahren, wird als willkommen empfunden. Ganze Einkaufszentren werden für den Kunden mobil gemacht und im Internet in Form eines „Online- Shops“ zur Verfügung gestellt <sup>236</sup> . |
| <b>MATERIE</b> | Materielles tritt in der Zeit und sowohl im Raum in Erscheinung. Immaterielles existiert hingegen nur in der Zeit, welche als Echtzeit definiert wird. Der gegebene Umstand, dass bei der Dienstleistung die Produktion, die Zustellung und die Konsumtion simultan ablaufen, definiert den Begriff Echtzeit. Die Erfahrung beim Immateriellen erfolgt direkt. Wenn Dienstleistungen zugestellt werden, findet die Konsumtion im gleichen Augenblick statt. In der Werbeindustrie wird mit Immateriellem gearbeitet und dem Kunden eine Vision übermittelt <sup>237</sup> .  |

---

<sup>235</sup> | Die kürzeste Zeiteinheit ist eine  $10^{-43}$  einer Sekunde und wird durch die Lebensdauer der kleinsten subatomaren Materie definiert. Die längste Zeiteinheit bezieht sich auf die vergangene Zeit, seit dem „Big Bang“, und wird mit fast zwanzig Billionen Jahren bemessen.

<sup>236</sup> | Vgl. Efraim Turban, Jae K. Lee, David King, Ting Peng Liang in | Electronic Commerce 2010: A Managerial Perspective | 2009

<sup>237</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996





## 4.2.1 | DIE URGENZ DER VARIABLE ZEIT

In 1900 erfand Frederick W. Taylor<sup>238</sup> das Zeitmanagement, welches als die Fähigkeit die Zeit optimal zu nutzen, angesehen wird. Frederick W. Taylor<sup>239</sup> konnte aufgrund gesundheitlicher Umstände das geplante Jura Studium nicht absolvieren und begann als einfacher Arbeiter im Stahlwerk zu arbeiten. Durch disziplinierte Arbeitsweise machte er einen raschen Aufstieg zum Techniker und absolvierte neben dieser Tätigkeit ein Ingenieurstudium. Zahlreiche Konflikte mit dem Management führten dazu, dass er seine Arbeit verließ und als Unternehmensberater tätig wurde. Sein „Taylorismus“ setzt sich mit den Zeit- und Arbeitsstunden der Arbeiter auseinander. Die Zeit ist ein wesentlicher Faktor des heutigen Geschäftsmanagements und deren Einteilung ist von großer Wichtigkeit<sup>240</sup>.

Der Idealfall bei der Mass Customization wäre die völlige Abschaffung der Zeiteinheit, diese also auf Null zu reduzieren. Bei der Bestellung eines Produkts ist die Lieferzeit für den Kunden eine Variable. Sehr oft ist ein niedriger Wert dieser Variable ausschlaggebend, wie zufrieden der Kunde mit dem angebotenen Service, sowie dem Produkt, im Endeffekt ist. Das Produkt sollte unverzüglich lieferbar und für den Kunden greifbar sein. Unternehmen konkurrieren mit kurzen Lieferzeiten, welche wiederum vom Lagerbestand und der Produktionszeit, wie auch anderen Variablen, abhängen.

### STUNDENHOTELS

„Bei einer Studienreise in Japan im Jahr 2005 hat es viele kuriose und interessante Momente gegeben. Ich bin mit dem Schnellzug „Shinkansen“ in Nagasaki (westlicher Teil der Hauptinsel Honshu) in der Nacht angekommen. Ohne gebuchten Schlafplatz musste ich mich um eine Unterkunft in der mir noch fremden Stadt kümmern. Viele Hotels und ähnliche Unterkünfte, die im Reiseführer empfohlen wurden, waren schon besetzt. Im Reiseführer war ein Hotel, welches seine Zimmer stundenweise vermietet, beschrieben. Ich suchte das Hotel auf und es erschien mir sehr interessant, ... zumindest das Konzept. Die rote Gesamtbeleuchtung konnte mich jedoch nicht wirklich überzeugen und es erschien mir fast wie ein Hotel für Pärchen. Die Wahl fiel am Ende somit auf ein teures Hotel im Zentrum. Die Grundidee wurde von mir aber dennoch als interessant aufgefasst. Zimmer als Produkt, mit einer neu definierten Zeiteinheit, zu vermieten ist ein innovatives, sowie logisches Konzept und kann beliebig moduliert werden.“

Hotels und andere Institutionen ähnlicher Art, könnten ihr Management in effektiver Art und Weise ändern. Ein effektiver Weg, welcher eingeschlagen werden könnte, wäre somit ein Zimmer Stundenweise, anstatt wie bisher Tagesweise zu vermieten. Das Check- In und das Check- Out wären somit flexible Variablen und völlig vom Kundenwunsch abhängig.

---

<sup>238</sup> | Seine Hauptwerke waren "Shop Management" (1903) und "The Principles of Scientific Management" (1911).

<sup>239</sup> | Vgl. Kapitel 3.2 | AUTOMATISIERUNG NACH HENRY FORD

<sup>240</sup> | Vgl. Wolfgang Bürkle in | Der Einfluß des Taylorismus auf moderne Rationalisierungsmethoden | 2007

Zeit kann in Form von Geld, oder das Geld in Form von Zeit, angesehen werden. Geld kann als Maßeinheit für Zeit verwendet werden. In der Industriebranche ist es üblich Arbeiter nach Arbeitsstunden zu bezahlen, die Konsequenz ist die Arbeit in Arbeitsstunden zu bemessen und Urlaub in Zeit aufzuteilen. Die Einheit der Zeit variiert vom angewandten Geschäftsmodell. Neue Technologien führten mit der Reduzierung der Zeiteinheit zur besseren Produktionseffizienz, zu einer höheren Gewinnspanne für Unternehmer und zu einem niedrigeren Kaufpreis für den Kunden. Es wird verdeutlicht, dass Zeit viele andere Gebiete beeinflusst und Geschäftsvariablen dadurch verändert werden.

*Die ultimative Logik wäre, das verzögerte Intervall auf Null zu verkürzen. In der rückstandslosen Welt werden Ideen zu Handlungen.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 38*

*The ultimate logic is to shorten the elapsed interval to zero. In the no-lag time world, ideas are acts.*

CAD / CAM<sup>241</sup> Prozesse ermöglichen sofortige Designänderungen und sind somit für Mass Customization bestens geeignet. Dies bezieht sich auf den Umstand, dass Änderungen im Augenblick, mit Computersoftware aktualisiert werden und keine längeren Wartezeiten entstehen.

Im Bereich der Bekleidung ist der Standard heute eine komplette Industrialisierung. Handbearbeitete Kleidungsstücke werden als exklusiv gehandelt und auf speziellen Kundenwunsch gefertigt. Industrielle Maschinen können spezielle freie Formen mit Hilfe der Laser- Cutter<sup>242</sup> Technologie zuschneiden. Zeit und somit Geld, gehen bei diesem flexiblen Herstellungsprozess nicht verloren. Die Firma Levi's<sup>243</sup> hatte in der Vergangenheit schon interessante Konzepte vorgewiesen. Im Bereich der Mass Customization entwickelte das Unternehmen maßgeschneiderte Damenjeans unter dem Programmnamen „PersonalPair“<sup>244</sup>.

## BEKLEIDUNG

In der Informationswelt spielt Zeit eine ganz besondere Rolle. Nachrichten werden ständig, bedingt durch den Lauf der Ereignisse auf der Welt, sowie im Universum, aktualisiert. Im Rundfunk und im Internet ist dies kein großes Problem. Für wichtige Nachrichten werden gar Rundfunkprogramme unterbrochen und solch eine Flexibilität ermöglicht aktualisierte Information. Wenn es sich um den Druck handelt, ist es ab einem gewissen Zeitpunkt nicht mehr möglich, die Information zu aktualisieren. Dieser Zeitpunkt ist durch den Redaktionsschluss bedingt und während des Druckprozesses kann bis zur nächsten Ausgabe keine Änderung hinzugefügt werden. Der Zeitraum zwischen dem Redaktionsschluss und dem ersten Druck kann über Erfolg und Niederlage entscheiden. Je kürzer der Zeitraum, desto aktueller ist die Information und desto wettbewerbsfähiger die Ausgabe<sup>245</sup>.

---

<sup>241</sup> | CAD bedeutet „Computer Aided Design“ und CAM steht für „Computer Aided Manufacturing“.

<sup>242</sup> | Der Laser- Cutter ist ein Gerät, welches durch einen Laserstrahl Materialien schneidet. Die Daten werden im Normalfall auf CAD Basis generiert und per Interface in das Gerät eingegeben.

<sup>243</sup> | Maßgeschneiderte Jeansmodelle wurden zu geringem Aufpreis im Vergleich zur Konfektionsware angeboten.

<sup>244</sup> | Vgl. Kapitel 4.1.2 | FRANK PILLER UND DIE MASS CUSTOMIZATION

<sup>245</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

Es existieren Nischen, bei welchen die Produktion im materiellen Sinn, nicht existiert. Einer dieser Bereiche ist die Softwareentwicklung. Die Software entwickelt sich aus einem Denk- und Schaffungsprozess. Computerhardware wird als Inputterminal verwendet und spielt eine nebensächliche Rolle. Im Jahr 1964 beschränkten sich 80% der Computerkosten auf die Hardware und nur 20% auf die Software. Heute sieht es gegensätzlich aus und der wahre Wert wird durch die Softwareprogrammierung definiert. Die kostenintensive Arbeit im Bereich der Computerhardware ist die Entwicklungsphase, welche mit menschlicher Intelligenz im Zusammenhang steht. Die Produktionsphase hingegen wird von automatisierten Maschinen massenproduziert. Es kommen natürlich Materialkosten hinzu. Im Fall der kostenintensiven Software hängt alles von menschlichen Gedankengängen ab. Natürlich wird Software ständig verbessert und durch neue Versionen ersetzt, wodurch wieder die Wichtigkeit der kontinuierlichen Verbesserung aufgezeigt wird. Somit kann gesagt werden, dass Software ein sehr wertvolles und zukunftsorientiertes Produkt ist. Diesen Entwicklungsprozess zu automatisieren, wäre nur mit der Einbindung selbst agierender, künstlicher Intelligenz<sup>246</sup> möglich. Die heutige Technik ist noch nicht im Stande diese Vision umzusetzen<sup>247</sup>.

Wert und die damit verbunden Kosten beziehen sich auf Information. Wer definiert in der heutigen Gesellschaft den Wert eines Produktes? Wie viel ist ein Goldbarren wert? Ist ein Kunstwerk wirklich seinen Wert „wert“?

*Actually I do not think that there are any wrong reasons for liking a statue or a picture. Someone may like a landscape painting because it reminds him of home, or a portrait because it reminds him of a friend. There is nothing wrong with that.*

*Eigentlich glaube ich nicht, dass es irgendwelche falschen Gründe für das Gefallen einer Statue, oder eines Bildes gibt. Jemandem kann ein Landschaftsbild, weil es ihn an sein zuhause erinnert, gefallen, oder ein Porträt, weil es ihn an einen Freund erinnert. Daran ist nichts auszusetzen. E. H. Gombrich in | The Story of Art | 2006 | S. 21*

Gombrichs interessante These, aus einem etwas anderen Bereich der Kunst, veranschaulicht, dass Dinge jeglicher Art einen subjektiven Wert haben. Es ist naheliegend, dass Kunst viele Parallelen zur industriellen Welt aufweist. In der komplizierten Welt der Kunst wird behauptet, dass ein Gemälde nur soviel wert ist, wie viel jemand bereit ist dafür zu bezahlen<sup>248</sup>. Analog dazu kann der Vergleich mit anderen Produkten gezogen werden.

Um den Informationsaustausch hat sich ein großes Geschäft entwickelt. Berater für große Unternehmen tauschen gegen gute Bezahlung wertvolle Information aus. Diese wurde bedingt durch äußere Umstände, oder persönliche Erfahrung, angeeignet. Das Thema der Information wird später im Detail betrachtet.

---

<sup>246</sup> | Steven Spielbergs Film „AI- Artificial Intelligence“ verdeutlicht eine solche Zukunftsvision. Das mechanische Ersatzkind ist zur bedingungslosen Liebe programmiert. In der mechanischen Welt stößt es aber auf keine Gegenliebe.

<sup>247</sup> | Vgl. Kapitel 2.2 | KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

<sup>248</sup> | Vgl. E. H. Gombrich in | The Story of Art | 2006

Wenn die Variable X ihren Wert ändert und sich die Variable Y dieser Änderung simultan anpasst, bedeutet dies eine Änderung in Echtzeit. Frühe Technologien benötigten einen Zeitpuffer, damit diese eine solche Änderung verarbeiten konnten.

## VARIABLEN X UND Y

*Du musst wissen was du tun willst, bevor du es tun kannst.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 41*

*You have to know what  
you want to do before  
you can do it.*

Es wird aufgezeigt, dass Strategie bei einem Arbeitsprozess sehr wichtig ist. Das Konzept hat vor Handlung Vorrang. Mit guter Strategie kann viel Zeit, Geld und Mühe eingespart und somit bessere Effizienz erzielt werden. Die Strategie bezieht sich auf die Zukunft, ist aber in der Gegenwart verwurzelt. Die Vision ist das Vorglied des konzeptionellen Gerüsts. Strategische Kontrolle verfolgt Änderungen in der Zukunft und versucht sich kontinuierlich zu adaptieren. Die zukünftigen Ereignisse können nur interpoliert und im gewissen Maß angenommen werden.

Belohnungssysteme sind auf Zukunft bezogen, auf einen Umstand, welcher noch nicht existiert. Wenn der Angestellte besser arbeitet, bekommt er in der Zukunft für seine Mühe eine Belohnung. Die Angestellten sollten über die Ziele des Unternehmens besser aufgeklärt werden, damit sie sich als ein Teil des Ganzen fühlen und dadurch zusätzlich motiviert werden. Strategie definiert, wie die Geschäftsidee aussehen wird. Im Gegensatz bestimmt die Organisation, wie diese Geschäftsidee umgesetzt werden kann<sup>249</sup>.

*Erfolgreiche Strategie zerstört sich selbst. Das Objektiv, einst erfüllt, ist nicht länger ein Objektiv. Die Ausführung der Strategie ist immer futuristisch.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 50*

*Successful strategy self-  
destructs. An objective,  
once accomplished, is no  
longer an objective. The  
realization of strategy is  
always futuristic.*

Angestellte, welche ihr Endziel erreichen, werden nicht mehr gebraucht. Somit zerstören sie sich ihren Arbeitsplatz selbst.

Wenn Zukunft analysiert wird, wird auch Zeit analysiert. Die Zwei Begriffe beziehen sich aufeinander und beeinflussen sich gegenseitig. Es herrscht Zeitverzögerung, zwischen der Formulierung und der Ausführung der Strategie. Eine Verbesserung basiert auf der Tatsache, dass alles Vorhandene nicht gewollt wird, da es im gleichen Augenblick schon veraltet ist.

Michelangelo Buonarroti<sup>250</sup> behauptete, dass sich die Skulptur schon im Stein befindet. Als Bildhauer müsste er sie nur aus dem Stein befreien, sie somit

---

<sup>249</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>250</sup> | Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni wurde am 6. März 1475 in Caprese, Italien geboren. Das Genie wirkte als Bildhauer, Maler, Architekt, sowie Dichter und war zugleich der bedeutendste Repräsentant der italienischen Hochrenaissance. Sein Schaffen brachte erstaunliche Kunstwerke, wie die Fresken der Sixtinischen Kapelle, die Skulptur David, oder die „Biblioteca Medicea Laurenziana“ hervor.

freisetzen<sup>251</sup>. Der wesentliche Kern dieser Aussage ist, dass ein Objekt schon vorhanden ist und nur entdeckt, nicht aber erfunden werden muss. Kein anderer Künstler arbeitete auf so vielen Gebieten, zudem auf allerhöchstem Niveau, gleichzeitig. Obwohl schon seit seinem Schaffen mehr als vierhundert Jahre vergangen sind, haben seine Worte eine höchst moderne Aussagekraft. Der ultimative Künstler versteht sich auf jedes Gebiet, sei es die Malerei, die Bildhauerei, oder die Architektur. Die Summe dieser Eigenschaften bildet ein Ganzes und kann aktuellen Geschäftsideen gegenübergestellt werden.

Das Nachspiel behandelt schon vergangene Ereignisse und das Vorspiel bezieht sich auf noch kommende Ereignisse.

---

<sup>251</sup> | Vgl. Giorgio Vasari, David Hemsoll in | The Life of Michelangelo | 2007



## 4.2.2 | DIE PERSPEKTIVE DER VARIABLE RAUM

Technologischer Fortschritt ist im Stande mehr Materie im dichten Raum zu vereinen. Hightech Elemente wie Glasfasern, Laser, Nanostrukturen und viele mehr, können auf kleinstem Raum zusammengefügt werden. Nachdem im Jahr 1948 der Transistor<sup>252</sup> erfunden wurde, schaffte dies die Möglichkeit für neue Innovationen im Bereich der Halbleitertechnik<sup>253</sup>. Vor allem durch die Anwendung der Nanotechnologie<sup>254</sup> haben Grundelemente nur noch Abmessungen von höchstens einigen hundert Nanometern (milliardster Teil eines Millimeters). Mehr Struktur wird in weniger Mikroräum gepackt, wobei dies in der Vergangenheit bei industriellen Technologien nicht möglich gewesen ist. Somit stehen uns heute völlig neue Designmöglichkeiten zur Verfügung. Durch verbesserte Mikrochips legen Daten bei ihrem Transfer einen kürzeren Weg hin und werden somit schneller verarbeitet. Die Kostenreduzierung, vor allem bei der Herstellung, ist ein wichtiges Anliegen und wird durch neue Produktionsprozesse, sowie Materiallegierungen, erreicht. Dem Kunden kann somit theoretisch ein günstiger Kaufpreis angeboten werden.

Bei älteren Herstellungsverfahren von Aluminiumgehäusen für Notebooks des Herstellers Apple, wurden vorgefertigte Teile zum Gesamtgehäuse zusammengebaut. Dieses Verfahren galt zur damaligen Zeit als Standard und war mit einem höheren Zeitaufwand und den dementsprechenden Kosten verbunden. In der neuesten MacBook und MacBook Pro Serie von Apple besteht das Aluminiumgehäuse aus einem vorgefertigten Aluminiumstück. Die Vorteile liegen klar auf der Hand, da ein weiterer Produktions-, beziehungsweise Montageschritt beseitigt werden konnte<sup>255</sup>. Dieses konkrete Beispiel könnte auf sehr viele Produkte ausgeweitet werden.

Die Transformation der Zeit, des Raumes und der Masse ist nach Aussage von Stan Davis in der Zukunft sehr notwendig. Spielfilme bedienen sich einer Welt in zwei Dimensionen, bedingt durch das reproduzierende Fernsehgerät. Das Unternehmen Grundig stellte bereits im Jahr 2007 einen Prototypen vor. Der Prototyp war damals noch nicht serienreif, da noch Probleme bei der Auflösung herrschten. Die Technik basierte auf der Verwendung von Nanostrukturen. Heutzutage gibt es schon massenhaft Fernsehgeräte, welche Bilder in drei Dimensionen reproduzieren<sup>256</sup>.

Die Grundlage physikalischer Definition, beschreibt die Dichte als Größenverhältnis zwischen Masse und Volumen eines Objekts. Beispielsweise ist bewehrter Beton, also Stahlbeton, ein Gemisch aus verschiedenen Materialien, dessen Vorteile kombiniert werden. Es ist nichtbewehrtem Beton weit überlegen, da es zusätzlich, bautechnisch mehr Flexibilität auf kleinerem Raum komprimiert.

---

<sup>252</sup> | Vgl. Paul E. Ceruzzi in | A History of Modern Computing (History of Computing) | 2003

<sup>253</sup> | Die Halbleitertechnik besteht prinzipiell aus einer Diode und einem Transistor. Diese wird vor allem bei Computern angewendet, um Datenverarbeitung, Überwachungsprozesse und andere Vorrichtungen zu ermöglichen. Das zentrale Bauelement ist der Mikroprozessor.

<sup>254</sup> | Vgl. Kapitel 2.4 | NANOREVOLUTION

<sup>255</sup> | Vgl. Jason D. O'Grady in | Apple Inc. (Corporations That Changed the World) | 2008

<sup>256</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996



Vor zwei Generationen kam der Arzt noch zu den Menschen nach Hause, um diese persönlich zu untersuchen. Der persönliche Kontakt wurde sehr geschätzt. Oft wurde der Arzt für seine Dienstleistungen mit materiellen Dingen, auch in Form von Nahrungsmitteln, entlohnt. Besonders in ländlichen Gebieten war eine solche Vorgehensweise weit verbreitet. Durch die Weiterentwicklung der Technik, auf dem Gebiet des Gesundheitswesens, wurde die ärztliche Untersuchung in Krankenhäuser verlegt. Moderne Geräte ermöglichten viel genauere Untersuchungen. Der heutige Trend zeigt auf, dass es vermehrt private ärztliche Heimbefuche geben wird. Bei komplexen Krankheiten wird eine genauere Untersuchung im Krankenhaus unternommen. Das Gesundheitswesen kostet den Staat viel Geld und Bettplätze im Krankenhaus tragen zu den Kosten viel bei. Um Kosten zu senken, werden Patienten so kurz wie möglich im Krankenhaus belassen. Ist die Krankheit nicht vollkommen geheilt, wird die Krankenpflege im eigenen Haus weitergeführt<sup>257</sup>.

Im Jahre 1876 hat Alexander Graham Bell<sup>258</sup> ein Instrument, dass Sprache über Distanzen mit Hilfe elektronischer Impulse überträgt, erfunden<sup>259</sup>.

*Das von Bells sachkundigem Mechaniker Thomas Watson gebaute erste funktionierende Telefon sah den Berichten zufolge merkwürdig aus. Eine säure- gefüllte Metalldose ist mit einer Scheibe bedeckt, die einen Draht hält, der in die Säure taucht. Außen an der Metalldose ist ein anderer Draht befestigt, der zum Empfänger- Telefon führt. Ein Hineinbrüllen in einen senkrecht darüber angeordneten Trichter bringt die Scheibe und den Draht zum Schwingen. Durch die Schwingungen verändert sich der Abstand und damit auch der Stromfluss durch Draht und Säure zum Empfängertelefon. Dort werden die Schwankungen des Stromes wieder in gleichartige Membran- Vibrationen umgesetzt, die dann Töne produzieren. Am 10. März 1876 wurde der erste deutlich übertragene Satz übertragen: "Watson, come here. I want you." Bell hatte sich aus Versehen Säure über die Kleidung gekippt und rief nach Watson, der im Nebenraum war.*

*[http://de.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Graham\\_Bell](http://de.wikipedia.org/wiki/Alexander_Graham_Bell) | 25.11.08 | 10.00*

Um der Wahrheit getreu zu bleiben, muss gesagt werden, dass Bell eigentlich nur zum Teil das Telefon erfunden hat, bzw. es zur Marktreife weiterentwickelte. Der Erfinder Antonio Meucci hatte bereits 1861 einen Fernsprechapparat erfunden, konnte diesen aber aus finanziellen Gründen nicht optimieren<sup>260</sup>.

Das amerikanische Unternehmen AT&T entwickelte das Konzept, Konferenzzentren mobil zu machen. Somit würden Geschäftsleute nur in eines dieser Konferenzzentren gehen, um sich mit ausländischen Kunden, oder Partnern per Videokonferenz

---

<sup>257</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>258</sup> | Alexander Graham Bell wurde am 3. März 1847 in Edinburgh, Schottland geboren. Die Zeit seines Lebens arbeitete er als Sprechtherapeut, Erfinder und Großunternehmer. Die Erfindung des Telefons wird grundsätzlich seinem Verdienst zugeschrieben, wobei Antonio Meucci schon früher einen Fernsprechapparat erfunden hatte.

<sup>259</sup> | Vgl. Charlotte Gray in | Reluctant Genius: Alexander Graham Bell and the Passion for Invention | 2011

<sup>260</sup> | Vgl. Sandra Meucci, Adolph Caso in | Antonio and the Electric Scream-- The Man Who Invented the Telephone | 2010

verbinden zu lassen. Das System war nicht erfolgreich, da der Umstand zu einem Konferenzzentrum zu fahren, für Geschäftsleute zu aufwendig war. Das Konferenzzentrum musste mobil gemacht werden, um zum Geschäftsführer in seine eigenen Räumlichkeiten zu kommen. Auf der CEBIT Messe in Hamburg, im Jahr 2008, wurde eine speziell entwickelte Softwarelösung für handelsübliche Mobiltelefone und „Smartphones“ vorgestellt. Diese ermöglichte eine Kodierung der Video- Ströme in Echtzeit, dank verwendeter H.264/ SVC Formate<sup>261</sup>. Benutzer konnten nun aufgrund dieser Software, ohne zusätzliche Hardware, jederzeit Videokonferenzen führen. Die damalige Innovation war die Kodierung in Echtzeit. Heutzutage hat sich diese Mobilität dermaßen verändert, dass Videokonferenzen schon mit fast allen, am Markt üblichen, Mobiltelefonen geführt werden können.

Der nächste logische Schritt, um die Mobilität noch zu erhöhen, wäre ein Implantat im menschlichen Körper, welches sich direkt mit dem Gehirn in Verbindung setzen würde. Ob dies so angenehm wäre sei in Frage gestellt.

Auf dem Gebiet der Nahrung haben Restaurant und Fastfood Ketten umgedacht und umstrukturiert<sup>262</sup>. Um die Anzahl der Kunden zu erhöhen, wurden Zustellservices angeboten. Damit dieses System erfolgreich ist, muss dem Kunden eine schnelle Zustellung zugesichert werden. „Je schneller umso besser“, und damit bildete sich auch ein härterer Konkurrenzkampf zwischen verschiedenen Unternehmen. Die eingegangene Bestellung wird von einem Computernetzwerk zur, dem Kunden nächstgelegenen Restaurantfiliale, geleitet, um somit eine schnelle Zustellung zu gewährleisten.

#### DO- IT- YOURSELF

Produkte und Dienstleistungen, im Zusammenhang mit fixierten Raumvariablen, flexibler zu gestalten, macht diese wettbewerbsfähiger. Unternehmen müssen sich aus der Masse erheben, sei es durch die Auswahl an Produkten, durch niedrigen Preis oder durch gute eingebundene Dienstleistungen. Einzigartigkeit ist der kommende Trend, und Mass Customization ist mit dabei, da es diese Eigenschaft zu wettbewerbsfähigen Preisen verspricht.

*In an industrial economy, goods are produced in the physical space of the manufacturer. From there they are distributed, often through intermediaries, into the hands of the consumers. In the new economy, the end of the manufacturing chain of goods and services increasingly will be produced by consumers, in their own physical space. Probably the earliest example of this in the new economy was do- it- yourself, and the basic motivation was cost- saving. Since then, other instances show different motivations.*

*In einer industriellen Wirtschaft, werden Güter im physischen Raum des Herstellers produziert. Von dort werden sie, oft durch Zwischenhändler, in die Hände des Konsumenten verteilt. In der neuen Wirtschaft, wird das Ende der Produktionskette von Gütern und Dienstleistungen zunehmend von Konsumenten produziert, in ihrem eigenen physischen Raum. Wahrscheinlich das erste Beispiel in der neuen Wirtschaft war das „do- it- yourself“, und die grundlegende Motivation zur Kosteneinsparung. Seitdem zeigen andere Beispiele verschiedene Motivationen.*  
Stan Davis in | *Future Perfect* | 1996 | S. 68, 69

---

<sup>261</sup> | Vgl. Michael Ransburg in | Codec- agnostic Dynamic and Distributed Adaptation of Scalable Media: Introduces scalable media content (including H.264/ SVC) and presents and evaluates new approaches towards Universal Media Access | 2009

<sup>262</sup> | Vgl. Richard Sandhusen in | Marketing (Barron's Business Review) | 2008

Viele innovative Produkte sind dieser These entsprungen und haben die Wirtschaftswelt verändert. Instantkameras des Unternehmens Polaroid<sup>263</sup> sind auf dem Markt eingeführt worden. Die Entwicklung der geschossenen Bilder wurde in den Händen des Benutzers vollendet. Somit findet der Endprozess eines Produktes, durch die Interaktion des Benutzers statt<sup>264</sup>. Vom psychologischen Standpunkt aus, neigen Kunden mit Produktintegration, zu einem größeren Konsumierungsmaß.

Das Unternehmne Coca- Cola verfolgt innovative Strategien. Warum sollen die Produkte in der Fabrik zusammengestellt und vervollständigt werden? Können diese nicht vom Konsumenten zur Vollkommenheit zusammengebaut, beziehungsweise gemixt werden? Anstatt das Coca- Cola Getränk in fertiger Form zu verkaufen, kann nur die Essenz in Pulverform auf dem Markt angeboten werden. Der Konsument vermischt das Pulver im vorgegebenen Maß mit Wasser und erhält das fertige Produkt, somit das Getränk. Da Wasser das größte Volumen des Produkts ist, nimmt es beim Transport am meisten Platz ein. Durch das neue Konzept kann viel Geld für Transport und Lagerplatz eingespart werden. Heutzutage gibt es schon etliche Produkte auf dem Getränkemarkt, welche in Pulverform verkauft werden. Das kroatische Unternehmen Cedevita verkauft schon Getränke in Pulverform seit etlichen Jahren. Analog können aber auch Konzentrate oder Sirupe das Volumen stark reduzieren.

Neben der Reduzierung des Volumens kann das Produkt in Theorie, sowie Praxis auch fiktiv verkauft werden. Das fiktive Produkt besteht dann in Form von Lizenzen. Produktlizenzen werden aus finanziellem Interesse an andere Firmen und andere Länder verkauft. „Franchising“ bedient sich dieser Form als gut funktionierendes Grundkonzept<sup>265</sup>.

An vielen Straßenabschnitten sind Tankstellen verschiedener Unternehmen situiert. Fastfoodketten haben schon, an fast jeder Ecke der Stadt, ihre Außenstellen mit vollautomatischer Zubereitung und Dienstleistung.

Wenn über Mass Customization gesprochen wird, ist die Thematik der Modularität von großem Interesse. Es zeigen sich viele Parallelen zwischen den zwei Bereichen, und eine Differenzierung wird im Detailbereich erkennbar. Die Modularisierung steht im Zusammenhang mit der Massenproduktion, wobei die Module auf einige standarisierete Formen beschränkt werden. Die Mass Customizaton kann das Prinzip unter bestimmten Voraussetzungen weiterführen. Die Komplexität der Module wird geändert, damit die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten sich erweitert und somit ein höherer Individualisierungsgrad ermöglicht wird. Die Tiefe dieser Komplexität wird durch den Kunden bestimmt. Der Kunde schafft sich sein eigenes Produkt.

## MODULARISIERUNG

---

<sup>263</sup> | Die wohl bekannteste Kamera mit sich selbstentwickelndem Film stammt von Polaroid. Das Modell SX-70 wird heute leider nicht mehr produziert, von Künstlern aber noch gerne verwendet. Momentan hat diese Art der Photographie viele Bewunderer an sich gezogen. Die Erfindung moderner Instantkameras geht auf den Wissenschaftler Edwin Land zurück. Er verkaufte die erste kommerzielle Instantkamera im Jahr 1947 unter dem Produktnamen „Land Camera“. Zehn Jahre danach gründete er das Polaroid Unternehmen.

<sup>264</sup> | Vgl. Peter C. Wensberg in | Land's Polaroid: A Company and the Man Who Invented It | 1987

<sup>265</sup> | Vgl. Andrew J. Sherman in | Franchising & Licensing: Two Powerful Ways to Grow Your Business in Any Economy | 2011

: how to create an architecture that best relates together the many parts of the whole.

: wie wird eine Architektur, welche am Besten die vielen Teile des Ganzen verknüpft, kreiert.  
Stan Davis in | *Future Perfect* | 1996 | S. 101

Auch die Welt der Architektur kann viele wichtige Vergleiche aus diesem Grundbegriff ziehen. Module ermöglichen einen hohen Grad an Flexibilität, da diese auch gegenseitig ausgetauscht werden können<sup>266</sup>. Interne Moduländerungen sollten sich aber nur auf sich selbst beziehen, um das Ganze nicht zu tangieren. Das Hinzufügen, oder Wegnehmen der Materie, der Umgang mit dem Ganzen, sind psychologische Annäherungen an die Thematik.

Das Bausteinprinzip oder Modularität, ist die Gliederung der Einzelteile oder Module in ein Ganzes.

*Bei einem modularisierten Aufbau werden Gesamtsysteme aus standardisierten Einzelbauteilen zusammengesetzt. Die gegenteilige Bauweise nennt man monolithisch (griechisch monólithos, „der Einstein“). Dies kann sich sowohl auf reale Objekte, als auch auf immaterielles, wie beispielsweise eine Ausbildung beziehen.*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Modularisierung> | 25.11.08 | 16.15

Wichtig ist die Definition, dass Modularisierung sowohl auch auf immaterielle Dinge bezogen werden kann. Konzepte und Geschäftsstrukturen können auf modularer Bauweise aufgebaut werden. Softwareentwicklung, in Form von Programmierung, bedient sich ebenso modularer Elemente.

Am Aktienmarkt treffen Käufer und Verkäufer von Wertpapieren, aufeinander. Ein Börsenmakler dient als Zwischenhändler. Der Aktienmarkt definiert die Variablen Zeit, sowie Raum nach eigenem Schema und bewegt sich in einem vierundzwanzig Stunden Rhythmus rund um den Globus. Im Internet können Aktien zu jeder Zeit interaktiv beobachtet, verkauft oder gekauft werden.

Je komplexer das Wirtschaftsschema, desto mehr Zwischenhändler sind notwendig. Sind mehr Zwischenhändler beim Geschäftsablauf involviert, bedeutet dies einen Kostenanstieg, welcher auf den Endkunden anfällt. Im Idealfall läuft das Geschäft direkt, zwischen dem Produzenten und dem Kunden ab, womit der Zwischenhändler vollkommen abgeschafft wird.

## BESONDERE KUNDEN

Eine Marktausnahme bilden besondere Kunden mit speziellen Vorlieben. Diese bevorzugen den persönlichen menschlichen Kontakt, anstatt mit Maschinen und Automaten umgehen zu müssen. Ihnen muss auch viel Aufmerksamkeit gewidmet werden. Für die persönlichen Dienstleistungen sind sie auch bereit, einen höheren Preis zu bezahlen.

---

<sup>266</sup> | Vgl. Carliss Y. Baldwin, Kim B. Clark in | *Design Rules*, Vol. 1: The Power of Modularity | 2000

Nach veralteten Bewertungsmodellen sind Unternehmen, nach ihrer Größe, sowie in Relation zur Angestelltenanzahl und Marktanteil, beurteilt worden. Die Qualität war nur sekundärer Rangordnung. Die heutigen Bewertungsmodelle beurteilen nach konträrem Prinzip und stellen somit Qualität in den Vordergrund. Unter dem Schlusstrich ist nur ein zufriedener Kunde, ein Kunde der zum gleichen Anbieter wiederkehrt. Die Gründe der Zufriedenheit können je nach Kundenmotivation in Form von Kosten, Dienstleistung, Lieferzeit, oder Produktqualität variieren. Für viele Unternehmen wäre es ratsam, die eigene Größe zu reduzieren, um auf dem Wirtschaftsmarkt konkurrenzfähiger zu sein. Ein kleineres Unternehmen hat geringere Instandhaltungskosten und ist somit leichter steuerbar. Natürlich ist eine vorgeschlagene Reduzierung nur bis zu einem gewissen Punkt sinnvoll. Es muss ein gutes Verhältnis eruiert werden. Es ist wichtig zu wissen, dass die Größe nicht über den Erfolg bestimmt. Die Größe ist relativ zum Einkommenskapital. Damit ein Unternehmen gut funktioniert, ist eine professionelle Personalabteilung notwendig, welche auch für die Qualität der neu aufgenommenen Personen verantwortlich ist. Wenn Angestellte glücklich sind, dann leisten sie auch, bedingt durch die persönliche Motivation, gute Arbeit. Die Angestelltenpositionen im Unternehmen sorgen für eine durchdachte Struktur. In Zukunft werden Manager belohnt werden, wenn sie die Anzahl ihrer untergeordneten Angestellten reduzieren. Die Idealzahl der Angestellten, welche einem Manager untergeordnet sind, wird mit 5 bis 7 definiert<sup>267</sup>. Diese Anzahl kann noch gut kontrolliert, sowie motiviert werden und verspricht positive Ergebnisse. Ist eine höhere Anzahl der Angestellten vorhanden, ist es ratsam einen zusätzlichen untergeordneten Sub- Manager einzustellen. Somit werden Verantwortlichkeit und Management der Angestellten, auf den Manager und den Sub- Manager aufgeteilt. Es ist ersichtlich, dass eine höhere Angestelltenanzahl nicht unbedingt für mehr Produktivität spricht. Wichtig ist vor allem, eine gut funktionierende Struktur zu schaffen.

*In diesem Kontext, in dem das Image mehr zählt als das stoffliche Produkt, bringen die Marketingabteilungen, die Marketingidentitäten managen, ihre Arbeit nicht mehr mit der Fabrikproduktion in Verbindung, sondern sehen sie in direkter Konkurrenz dazu.*  
Naomi Klein in | No Logo! | 2001 | S. 205

Der Chef der Markenagentur Landor, Walter Landor, sagt, dass Produkte in der Fabrik hergestellt werden, Marken aber im Gegensatz im Kopf. Werbeagenturen sehen sich als Markenfabriken und werben nicht um physische Produkte<sup>268</sup>. Diese Konzeption hat Arbeiter und Produkthersteller in eine schwierige Lage gebracht, da mehr Kapital in Marketing als in die Produktion investiert wird.

IBM Vorstandschef John F. Akers<sup>269</sup> äußerte sich über strategische Gesellschaftsallianzen, indem er sagte, dass alles mit allem verbunden ist. Es besteht eine Verknüpfung aller Elemente, wenn auch in geringen Ausmaßen. Allianzen sind von großer Bedeutung, da sie ein bedeutsameres Ganzes schaffen. Viele heutige Unternehmen sind mit Allianzen verbunden, um sich der Vorteile ihrer Partner zu

**ALLIANZEN**

---

<sup>267</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>268</sup> | Vgl. Florian Botzenhardt, Jens Uwe Pätzmann in | Die Zukunft der Werbeagenturen: Strategische Planung als Innovationsmotor (German Edition) | 2012

<sup>269</sup> | John Fellows Akers wurde 1934 geboren und war von 1986 bis 1993 Vorstandschef des amerikanischen Unternehmens IBM. Seine Karriere begann im Jahr 1960, als er als Praktikant für IBM in San Francisco zu arbeiten begann. Außerdem war er in der „US Navy“ aktiv.

bedienen. Als Beispiel ist das Unternehmen Apple für die hauseigene Computerreihe, Allianzen mit verschiedenen anderen Herstellern, welche auf ihrem eigenen Gebiet spezialisiert sind, eingegangen. Somit wird für einen Apple Rechner der CPU („Central Processor Unit“) von Intel, die Grafikkarte von Nvidia usw. zur Verfügung gestellt.

*Networks are cooperative, not competitive. They are true grass roots: self-generating, self-organizing, sometimes even self-destructing. They represent a process, a journey, not a frozen structure. Marilyn Ferguson*

*Netzwerke sind kooperativ, nicht konkurrierend. Sie sind wahre Grasswurzeln: selbstregenerierend, selbstorganisierend, manchmal sogar selbstzerstörend. Sie repräsentieren einen Prozess, eine Reise, keine starre Struktur. Marilyn Ferguson  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 68, 69*

Organisationen, welche um Netzwerke angeordnet sind, haben keinen Mittelpunkt. Das System bezieht sich nicht auf bekannte pyramidale Wertsysteme. Es kann also zwischen einem Hierarchie- und einem Netzwerkmodell gewählt werden. Die Hierarchie ist die Struktur einer Organisation. Ein Netzwerk verbindet Menschen, die geographisch, sowie hierarchisch getrennt sind und ermöglicht somit eine Kommunikationsplattform.

*The ability to see opposites existing simultaneously began in science around the turn of the last century, when there was a tremendous debate in physics about the nature of light. Einstein, using the photoelectric effect, „proved“ that light was composed of particles. But a century before that, Robert Young used interference patterns to „prove“ that light was made up of waves. Each experiment was valid and true, yet each contradicted the other, without being able to disprove or reject it.*

*Die Fähigkeit Gegensätze, welche simultan existieren, zu sehen, begann in der Wissenschaft um die Wende des letzten Jahrhunderts, als es in der Physik eine fürchterliche Debatte über die Natur des Lichtes gab. Einstein, unter Verwendung des photoelektrischen Effekts, „bewies“, dass Licht aus Partikeln zusammengesetzt war. Aber ein Jahrhundert zuvor, gebrauchte Robert Young interferierende Muster um zu „beweisen“, dass Licht aus Wellen konzipiert war. Jedes Experiment war gültig und wahr, dennoch widersprach jedes dem anderen, ohne in der Lage zu sein, es zu widerlegen oder abzulehnen.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 98*

Damit ist bewiesen, dass die simultane Existenz eines gegensätzlichen Ereignisses möglich ist. Die Gegensätzlichkeit aufzulösen ist gar nicht von Notwendigkeit und wird als solche akzeptiert. Parallelität<sup>270</sup> kann in verschiedene geschäftliche Konzepte miteinbezogen werden, um Zeit und Kosten zu sparen.

---

<sup>270</sup> | Der Begriff Parallelität stammt aus dem Griechischen und setzt sich aus παρά „entlang“ und alléion „einander“ zusammen. Es ist ein gleichzeitiger, räumlicher oder zeitlicher Ablauf und bezieht sich auf viele unterschiedliche Gebiete, wie das Paralleluniversum, die Parallelisierung, die Parallelgesellschaft und vieles mehr.



#### 4.2.3 | DAS GEWICHT DER VARIABLE MATERIE

Große Unternehmen wie IBM haben mit praktischer Anwendung von externen Dienstleistungen begonnen. Dies sind externe Personen oder Unternehmen, welche auf ihre Dienstleistung spezialisiert sind und diese anderen Unternehmen anbieten. Nur ein geringer Anteil der Angestellten, im Bereich der industriellen Herstellung, arbeitet direkt für IBM.

*Following Michael Packer industrial techniques have burdened the „efficiency of the result“; the new economy has to concentrate on the effectiveness of the result.*

*Zufolge Michael Packer haben industrielle Techniken die „Effizienz des Ergebnisses“ belastet; die neue Wirtschaft muss sich auf die Effektivität des Ergebnisses konzentrieren.  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 111*

Statistiken verdeutlichen, wie sehr sich die Relation zwischen dem Agrarsektor, der Industrie und den Dienstleistungen veränderte. Die Einwirkungen orientieren sich auf den Markt und die herrschende Nachfrage, in Folge momentaner Trends.

*..., scheinbar harmlose Idee zurückgeführt werden. Sie wurde Mitte der Achtzigerjahre von Managementtheoretikern entwickelt und lautet, dass erfolgreiche Unternehmen in erster Linie Marken herstellen sollten, keine Produkte.  
Naomi Klein in | No Logo! | 2001 | S. 25*

Für die Unternehmen war bisher das Markenimage wohl ein wichtiges Anliegen, doch hatte die Produktion höchste Priorität. Die Produktion war das wichtigste Element der Wirtschaft. In der Rezession gerieten viele Unternehmen der amerikanischen Wirtschaft in Not. Der Grund war die Größe der Unternehmen, zudem die dazugehörige Anzahl von Angestellten. Die Größe machte die ganzen Prozesse schwer kontrollierbar und belastete die Unternehmen zusätzlich. Heute stellen innovative Hersteller keine Produkte mehr her, sondern kaufen diese selbst und implementieren sie mit ihrem eigenen Markennamen. Das bessere Image triumphiert über die besseren Produkte. Physische Arbeit ist von der Vermarktung verdrängt worden. Der Werbeagent Bruce Barton sagte, dass Werbung dem Unternehmen hilft, seine Seele zu finden.

In Relation mit einem Produkt werden Dienstleistungen als Produktbeschreibung, Gebrauchsanleitung, Telefonauskunft, oder Reparaturen angeboten. Das wertvolle Element der künftigen Wirtschaft wird nicht mehr ein materielles, sondern ein immaterielles Produkt sein.

*In the industrial economy, resources are largely tangible matter; however, in the new economy they are increasingly intangible;*

*In der industriellen Wirtschaft, sind Ressourcen größtenteils materielle Substanz; jedoch in der neuen Wirtschaft sind sie zunehmend immateriell;  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 113*



Produkte und Produktversionen ändern im Laufe der Zeit ihren Wert, bedingt durch Abnutzung, verbesserte Versionen und Interessensumstellung. Es muss nicht heißen, dass der Wert kontinuierlich im Zusammenhang mit der Zeit reduziert wird. Der Wert kann sehr wohl steigen, wie es bei speziellen Produktbereichen vorkommt. Die Kunst in Verbindung mit dem Wert verschiedener Gemälde, oder Skulpturen hat zum Thema einen anderen Bezug. Kunstobjekte steigern normalerweise im Verlauf der Zeit ihren materiellen Wert.

*Oftmals machen Basquiats Werke eine direkte Andeutung auf ihren Marktwert. Five Thousand Dollars ist ein extremes Beispiel dessen, da der Preis welcher für das Gemälde verlangt wird, der einzig geformte Inhalt auf dem Gemälde ist.*

*Leonhard Emmerling in | Basquiat | 2007 | S. 38*

*A menudo las obras de Basquiat hacen alusión directa a su valor de mercado. Five Thousand Dollars es un ejemplo extremo de ello, ya que el precio que se solicita por la obra es el único contenido plasmado en el cuadro.*

Mit dem, etwas vom Thema abschweifenden Beispiel aus der Kunstwelt, sollte nur aufgezeigt werden, dass Werte theoretisch nur fiktiv und subjektiv sind. Sie werden von vielen Nebenvariablen beeinflusst.

Frühe Computersysteme waren sehr wertvolle Gegenstände. Sie verkörperten den Fortschritt der Technik und waren mit hohen Produktions-, sowie Entwicklungskosten verbunden. In der Gegenwart sind sie alltägliche Gebrauchsgegenstände, welche zu schon niedrigen Preisen erworben werden können. Der dazugekommene Wert zeigt sich in Gestalt der immateriellen Software.

Es ist ratsam, wenn Unternehmen in das Wissen und weitere Ausbildung ihrer Angestellten investieren. Diese Investition kommt als ein positives Arbeitsergebnis mit entsprechenden Resultaten zum Vorschein<sup>271</sup>.

*Ressourcen sind generell begrenzt, aber Information ist unbegrenzt, und die größte Wertsteigerung in der heutigen neuen Wirtschaft.*

*Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 114*

*Resources are generally finite, but information is infinite, and the greatest value-added in today's new economy.*

Es gibt ein Limit, wenn es sich um begrenzte Ressourcen handelt. Das Lernen und die Erfahrung sind nicht limitiert und können beliebig erweitert werden. Je mehr Information einer begrenzten Ressource zugeteilt wird, desto wertvoller wird diese. Der Wirtschaftler Paul Hawken fasst den Wert des Produkts, als die Variable der Information geteilt durch Masse, auf<sup>272</sup>.

---

<sup>271</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>272</sup> | Vgl. Paul Hawken in | The Ecology of Commerce Revised Edition: A Declaration of Sustainability (Collins Business Essentials) | 2010

*Steel has a lot of mass with relatively little information, in contrast to computer chip, which has a lot of information relative to its mass.*

*Stahl hat viel Masse mit relativ wenig Information, im Kontrast zum Computerchip, welcher viel Information relativ zu seiner Masse hat. Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 115*

Die biblische Geschichte behandelt von dem israelischen Sieg Davids über den stärksten Kämpfer der Philister, Goliath. David benutzte seinen Verstand (Information) und erschlug den Riesen Goliath (Masse), mit der Steinschleuder.

Information wird für die Schaffung des Endproduktes, sowie der Dienstleistung benötigt. Ohne dieses Element ist das Endergebnis belanglos.

## PROSUMER

Alvin Toffler<sup>273</sup> kreierte den Begriff „prosumer“, welcher sich aus den Begriffen „producer“ (Produzent) und „consumer“ (Konsument) zusammensetzt. Der Begriff „prosumer“ allein gibt schon Angaben über sich selbst. Normalerweise existieren immer Zwischenhändler, welche sich zwischen dem Produzenten und Konsumenten befinden. Fallen die Zwischenhändler weg, dann verschmelzen Produzent und Konsument miteinander. Das Ergebnis ist der sogenannte „prosumer“, auf Deutsch vielleicht der „Prosument“<sup>274</sup>.

Das Konzept eines Vergnügungsparks wird von Stan Davis als sehr visionär beschrieben und gelobt. Innovatives Design und die Einbindung neuer Technologien, wie zum Beispiel ein unterirdisches Vakuumsystem zur Müllbeseitigung, verdeutlichen die Qualität solcher Einrichtungen. Ihr System der optimierten Warteschlangen wurde von vielen Supermärkten kopiert oder angeglichen. Im Bereich der Angestellten wird mehr Wert auf Qualität, als auf Autorität gesetzt.

Ein Kernstück der neuen Produktionsorganisation ist eine automatisierte Technologie. Die Technologie bezieht sich auf Computer unterstützte Verfahren wie CIM, FMS, CAD, CAE, CAM, CAA und JIT<sup>275</sup>.

Mit Hilfe des JIT (just- in- time- manufacturing) wird nur eine geringe Anzahl der Produktteile gelagert, da der Produzent in Echtzeit den Konsumenten beliefern kann. Technische Eigenschaften können unverzüglich geändert werden, wobei keine Verzögerungszeiten, aufgrund diverser Veränderungen des Marktes, auftreten. Somit können Unternehmen ihre Produkte individuell in Massen in Echtzeit produzieren<sup>276</sup>.

---

<sup>273</sup> | Alvin Toffler wurde 1928 in New York, USA geboren und arbeitete als Schriftsteller, sowie Futurologe. Bei seinen professionellen Arbeiten beschäftigte er sich mit der Technologie und deren Auswirkungen. Spätere Arbeiten umfassten das Thema des Wandels der Gesellschaft. Er ist mit Heidi Toffler verheiratet, die ebenfalls Schriftstellerin und Futurologin ist.

<sup>274</sup> | Vgl. Alvin Toffler, Heidi Toffler in | Revolutionary Wealth | 2006

<sup>275</sup> | Vgl. Paul M. Swamidass in | Encyclopedia of Production and Manufacturing Management | 2000

<sup>276</sup> | Vgl. David M. Anderson, B. Joseph Pine II in | Agile Product Devevelopment for Mass Customizatiom: How to Develop and Deliver Products for Mass Customization, Niche Markets, JIT, Build- To- Order and Flexible Manufacturing | 1996

*Schnelle Wendungen, niedrige Bestände und fast keine Arbeitskosten würden den Import von Waren aus Ländern mit billiger Produktion unnötig machen. Fabriken würden sich wieder einmal neben den Märkten, denen sie dienen, errichten. Die automatisierte Fabrik ist in die Realität jeder Zeit, jeden Ortes eingebunden.*  
Stan Davis in | *Future Perfect* | 1996 | S. 115

*Quick turnarounds, low inventories, and almost no labor costs would make it unnecessary to import goods from cheap labor countries. Factories would be located, once again, near the markets they serve. The automated factory is integral to the any time, any place reality of the future.*

Die Fabrik<sup>277</sup> von Morgen arbeitet völlig automatisiert und benötigt nur wenige Arbeitskräfte. Darum ist billige Arbeitskraft in bestimmten Ländern wie China kein gewichtiges Argument mehr. Die automatisierte Fabrik produziert Hardware, welche von der noch wichtigeren Software geleitet wird. Software symbolisiert das Design, die Entwicklung, die Vermarktung, den Verkauf und die Administration vom Immateriellen. Wenn dieser Gedankenweg weitergeführt wird, kommen wir zur Frage, ob ein Unternehmen, welches alleine Software produziert, überhaupt noch einen physischen Raum benötigt<sup>278</sup>.

Mit der Reife der Wirtschaft haben sich viele neue Konzepte entwickelt. Die Technologie ermöglicht heutzutage die Produktion individualisierter Produkte in Massen auf „Assembler“ Grundlage, in der fast gleichen Zeit und zum fast gleichen Preis wie standardisierte Produkte. Die Vorteile liegen klar auf der Hand. Die Konsumenten bevorzugen individualisierte Produkte, da sie sich dadurch von der Masse absetzen können. Bei Kleidungsartikeln kann die Theorie auch gut veranschaulicht werden. Wenn alle Konsumenten ihre Kleidungsartikel im Großhandel (H&M, C&A, ZARA, etc.) kaufen, besteht die Möglichkeit, dass jemand getroffen wird, der das gleiche Kleidungsstück trägt. Durch das standardisierte Produkt, zum niedrigen Preis, ist es natürlich sehr verbreitet, vorausgesetzt es liegt im Trend. Einige Konsumenten bevorzugen einen höheren Preis für exklusive Kleidung (Armani, Hugo Boss, etc.) zu bezahlen. Exklusive Kleidung wirbt mit guter Qualität und Verarbeitung, dem dazugehörenden Lifestyle<sup>279</sup> und niedrigerer Stückzahl. Die ultimative Kleidung ist natürlich maßgeschneidert und wird als Unikat verkauft. In Zukunft wird maßgeschneiderte Kleidung für den Preis vom Großhandel auf dem Markt angeboten werden. Vielleicht wird ein T- Shirt aus einigen vorgefabrizierten Stoffelementen im Geschäft vom Verkaufspersonal, oder vollkommen automatisiert, zusammengesetzt und somit den Maßen des Kunden in Echtzeit angepasst.

## REIFE

*Die Welt des Mass Customizing ist eine Welt des Paradoxon, mit vielen sehr praktischen Implementierungen. Unabhängig davon, ob wir ein Produkt, eine Dienstleistung, einen Markt oder eine Organisation behandeln, versteht sich jedes simultan als ein Teil (individualisiert) und als ein Ganzes (Masse).*  
Stan Davis in | *Future Perfect* | 1996 | S. 150

*The world of mass customizing is a world of paradox with very practical implementations. Whether we are dealing with a product, a service, a market, or an organization, each is understood to be both part (customized) and whole (mass) simultaneously.*

---

<sup>277</sup> | Der Begriff Fabrik stammt vom lateinischen Wort „factoria“ ab. Es ist ein, oder es sind mehrere Gebäude, in welchen Ware in großen Mengen unter Verwendung von Maschinen produziert wird.

<sup>278</sup> | Vgl. Stan Davis in | *Future Perfect* | 1996

<sup>279</sup> | Der Begriff „Lifestyle“ wurde vom österreichischen Psychologen Alfred Adler im Jahre 1929 definiert. In der Soziologie ist „Lifestyle“ die Art, nach welcher die Person ihr Leben lebt. Es kann durch wiederkehrende Freizeitbeschäftigungen definiert werden. Auf Deutsch kann der Begriff mit Lebensstil, oder Lebensart übersetzt werden.

**HOLOGRAMM**

Auf dem Gebiet der Raumgestaltung existieren Verfahren, welche neben bildlichen, auch räumliche Eigenschaften eines Objekts sichtbar machen. Durch ein kohärentes Laserlicht wird eine fotografische Aufnahme auf eine Bildplatte gezeichnet. Nach Ausarbeitung und Beleuchtung mit gleichartigem Licht, entsteht ein dreidimensionales Abbild des ursprünglichen Objektes. Im Jahre 1947 hat Dennis Gabor<sup>280</sup> das Prinzip der Holographie am „Imperial College of Science and Technology“ in London, entwickelt. In der Werbe- und Unterhaltungsbranche wird das Medium Hologramm oft, sowie erfolgreich angewandt. Dennoch ist Holographie im Bezug zur Wissenschaft von größerer Bedeutung, da es zur Analyse verschiedener Thematiken verwendet werden kann. Als Beispiel im wissenschaftlichen Bereich kann die Berechnung photosensitiver Materialien, oder die Analyse spezieller Windströmungen angeführt werden. Auf dem Gebiet der Medizin wird es unter anderem auch bei Röntgenprozessen verwendet. Mit Hilfe des Computers werden aus zweidimensionalen dreidimensionale Daten kreiert. Das Hologramm- Bild auf Kreditkarten und Banknoten kann beliebig geändert werden. Holographische Linsen lesen den Barcode von Produkten und reichen die Information zur Verarbeitung weiter. Das von Gabor entwickelte holographische Prinzip kann sehr vielfältig eingesetzt und weiterentwickelt werden<sup>281</sup>.

Das Prinzip der Holographie ist für die Mass Customization von großer Bedeutung, da es ein wichtiges Konzept veranschaulicht. Wird ein Teil des Gesamtbildes zerstört, baut ein anderer Teil, mit seiner Information, das Gesamtbild wieder auf.

*..., as Marilyn Ferguson says, it means that „the whole code exists at every point in the medium.“ Each (different) part of the image embodies the whole,...*

*..., wie es Marilyn Ferguson sagt, bedeutet es, dass „der ganze Code an jedem Punkt im Medium existiert.“ Jeder (unterschiedliche) Teil des Bildes verkörpert das Ganze,...*  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 152

Das Produkt, im Rahmen einer individualisierten Produktion, ist zur gleichen Zeit das Ganze, sowie ein Teil des Ganzen.

**PARALLELVERARBEITUNG**

John von Neumann<sup>282</sup> entwickelte im Jahr 1946 die Grundlagen der Computerwissenschaften. Der CPU (Central Processing Unit) dient zur

---

<sup>280</sup> | Dennis Gabor wurde im Jahre 1900 in Budapest, Ungarn geboren. 1920 absolvierte er das Studium der Ingenieurwissenschaften. Anfangs arbeitete er für die Siemens & Halske AG in Berlin, Deutschland und emigrierte später nach England. Am Ende seiner Karriere war er Professor für angewandte Elektronenphysik am „Imperial College of Science and Technology“. Er erhielt 1971 den Nobelpreis für Physik, da er das Verfahren der Holographie entwickelte. Gabor starb 1979 in London und war zu diesem Zeitpunkt Inhaber von mehr als 100 Patenten.

<sup>281</sup> | Vgl. Peter Zec in | Holographie: Geschichte, Technik, Kunst | 1987

<sup>282</sup> | John von Neumann wurde 1903 in Budapest, Ungarn geboren. Auf dem Gebiet der Mathematik brachte er erstaunliche Ergebnisse hervor. Diese dienten unter anderem der Computerwissenschaft. 1944 schrieb er mit dem Wirtschaftswissenschaftler Oskar Morgenstern das Buch „The Theory of Games and Economic Behavior“. Eines seiner Hauptbearbeitungsgebiete war die Theorie der Schockwellen. Er lehrte als

Informationsverarbeitung und ist der Kern eines Computers<sup>283</sup>. Daten werden, in so genannten Datenpaketen, vom Speicher an den CPU geliefert. Nach erfolgreicher Verarbeitung des Datenpakets werden die Ergebnisse zurück an den Speicher geschickt. Dadurch entsteht eine Zeitverzögerung und ist für eine langsamere Verarbeitungsgeschwindigkeit des CPU zuständig. Durch die Einführung von Multi-Core Prozessoren von Intel, oder AMD ist nun parallele Verarbeitung möglich. Der integrierte Schaltkreis („integrated circuit“ IC) beinhaltet nun mehrere CPU Kerne und kann mehr Daten, in weniger Zeit, parallel verarbeiten. Die Verwendung moderner Computersysteme ermöglicht für den Endverbraucher die tägliche Anwendung der Mass Customization. Computersysteme sind für die Steuerung diverser Geräte bei der Produktion, bzw. Vorproduktion, unerlässlich.

Neuentwickelte CAD Werkzeuge helfen den Kunden ihre Designspezifikationen direkt auf den Chip zu schreiben. Die Kundenanforderungen sind somit für die künftige Industrie von großer Bedeutung. Individualisierte Chips beziehen den Kunden in den Entwurfsprozess und sichern somit ein individuelles, sowie zufriedenstellendes Ergebnis. Nanopartikel<sup>284</sup> können zusammengewürfelt werden, um die kundenspezifischen Eigenschaften den Halbleitern zuzuweisen.

## **INDIVIDUALISIERTE CHIPS**

---

Professor für Mathematik an dem elitären „Institute for Advanced Study“ in Princeton, USA und war Kollege von Albert Einstein.

<sup>283</sup> | Vgl. Norman Macrae in | John Von Neumann: The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More | 1999

<sup>284</sup> | Das Thema Nanotechnologie und Nanopartikel wird im Kapitel 2.4 | NANOREVOLUTION genauer behandelt.

### 4.3.1 | BIOTECHNOLOGIE UND MASS CUSTOMIZATION

Auf dem Gebiet der Biologie existieren viele theoretische und praktische Anwendungen der Mass Customization. Die Revolution in der Molekularbiologie begann mit der Entdeckung des Doppelhelix im Jahre 1953. James Watson und Francis Crick<sup>285</sup> entschlüsselten die Molekularstruktur der Desoxyribonukleinsäure (DNS<sup>286</sup>) und veranschaulichten es mit dem Modell des Doppelhelix. Die Theorie besagt, dass die DNS aus zwei Molekülreihen besteht, welche sich zu einem gegenüberliegenden Doppelhelix verwinden.

Gregor Mendel<sup>287</sup> kam zu der Erkenntnis, dass genetische Gesamtinformationen eines Lebewesens, sich aus einem einzelnen Gen zusammensetzen. Dadurch wurden andere Theorien, welche behauptet hatten, dass Merkmale durch Vermischung der Vererbung im Laufe der Generationen verschwinden würden, entkräftet<sup>288</sup>.

#### PHARMAINDUSTRIE

Die Pharmaindustrie schreibt ihre eigene Geschichte in Bezug auf Mass Customization. Bei der frühen Herstellung großer Medikamentmengen, wurden diese für ein sehr breites Wirkungsspektrum konzipiert. Ein Medikament wurde gegen etliche Erkrankungen verwendet, wobei die Wirkung äußerst fraglich war und teilweise gar nicht vorhanden. Die moderne Pharmaindustrie produziert heute in großen Mengen, spezifische Medikamente für spezifische Krankheiten. Somit ist der Wirkungsgrad sehr optimiert und kann dem Krankheitserreger besser entgegenwirken. Die so genannten „Magic bullets<sup>289</sup>“ sind spezielle Antikörper, die gezielt den Krankheitserreger angreifen<sup>290</sup>.

#### KATALYSATOR

Ein Katalysator ist der chemische Stoff, der angewendet wird, um die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion, bezogen auf die chemische Substanz, zu erhöhen. Bei diesem Prozess selbst, wird der Katalysator nicht verbraucht. Biokatalyse ist die Verwendung von natürlichen Katalysatoren, um chemische Veränderungen an organischen Verbindungen hervorzurufen. In der Vergangenheit wurde Forschung auf diesem Gebiet grundlegend auf dem „trial and error“ Prinzip

---

<sup>285</sup> | Francis Harry Compton Crick wurde 1916 geboren und war als Molekularbiologe, Physiker, sowie Neurowissenschaftler tätig. James Dewey Watson wurde 1928 geboren und war ebenfalls Molekularbiologe. Weitere Vorgehensweisen in der Technik basieren auf deren Entdeckung des Doppelhelix.

<sup>286</sup> | Die Desoxyribonukleinsäure (DNA, DNS) ist ein Biomolekül, welches in allen Lebewesen vorkommt. Die DNA ist die Trägerin der Erbinformation und enthält Gene, welche für Ribonukleinsäuren, wie Proteine kodieren. Die Gene sind für die biologische Entwicklung des Organismus und den Stoffwechsel in der Zelle von großer Wichtigkeit.

<sup>287</sup> | Gregor Mendel wurde 1822 in Heizendorf bei Odrau, Deutschland geboren. Er beschäftigte sich die Zeit seines Lebens mit der Erforschung von Regeln der Vererbung. Diese sind heute unter dem Begriff Mendelsche Regeln bekannt. Durch Kreuzungsversuche mit reinrassigen Zuchtformen von Erbsen, hatte er die Vererbungsgesetze beschrieben. Mendel wird zurecht als Vater der Genetik bezeichnet.

<sup>288</sup> | Vgl. Edward Edelson in | Gregor Mendel: And the Roots of Genetics (Oxford Portraits in Science) | 1999

<sup>289</sup> | Das „Magic bullet“ ist ein pharmazeutisches Konzept, welches spezifisch ein Bakterium angreift, ohne jedoch den Rest des Organismus anzugreifen. Dr. Paul Ehrlich forschte, basierend auf Syphilis, auf diesem Gebiet.

<sup>290</sup> | Vgl. J. Mann in | Life Saving Drugs: The Elusive Magic Bullet | 2004

betrieben. Die Zukunft jedoch ist, selektive Katalysatoren direkt zu entwerfen, anstatt versuchen, diese zu finden. Individuell entworfene Katalysatoren werden in der Lage sein, variierende individuelle Produkte in Masse herzustellen. Der Prozess kann für industrielle Optimierung, wie beispielsweise die direkte Oxidierung von Methan zu Methanol, angewandt werden. Dies mit dem Motiv, dass das flüssige Methanol leichter, sowie daraus folgend, günstiger vom Entstehungsort transportiert werden kann. Shell<sup>291</sup> forscht an der Umwandlung von Naturgas in Benzin, durch die Hilfe von individuell entworfenen Katalysatoren. Der Fischer- Tropsch<sup>292</sup> Prozess stellt ein synthetisches Gas aus Wasserstoff und Karbon Monoxid, her. In dem dreistufigen Prozess werden erst Bausteine hergestellt und nachträglich zusammengebaut<sup>293</sup>. Der neuartige katalytische Prozess ermöglicht eine billigere Produktion, sowie, daraus resultierend, neue Produkte<sup>294</sup>.

*In der Lage zu sein, Paradoxen des Universums zu akzeptieren, ist ein bedeutender Vorzug, um auf wissenschaftliche Entdeckungen zu kommen, und ebenso diese an technologische Erfindungen und Innovationen, anzuwenden.*  
Stan Davis in | Future Perfect | 1996 | S. 164

*Being able to accept the paradoxes of the universe is a major asset in making scientific discoveries, and also in applying to technological inventions and innovations.*

---

<sup>291</sup> | Shell ist eine globale Gruppe von Energie- und Petrochemieunternehmen. In mehr als 90 Ländern sind 93.000 Mitarbeiter für Shell angestellt. Die hergestellten Produkte beinhalten Öl, Treibstoff und basieren sowohl auch aus der Raffination von petrochemischen Produkten. Shell, mit dem in den USA basierenden Hauptquartier in Houston, ist die Tochtergesellschaft des „Royal Dutch Shell“ Unternehmens, welches weltweit eines der größten Ölfunktionen ist.

<sup>292</sup> | Der Fischer- Tropsch Prozess ist eine Abfolge von chemischen Prozessen, welche Wasserstoff und Karbon Monoxid in flüssiges Kohlenwasserstoff umwandeln. Das Endprodukt ist ein Erdölersatz, welcher als synthetisches Schmieröl, oder als synthetischer Treibstoff, in Verwendung ist.

<sup>293</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>294</sup> | Vgl. Arno de Klerk in | Fischer- Tropsch Refining | 2011

#### 4.3.2 | MARKTFORSCHUNG

Durch Joseph B. Pine II wird Mass Customization in vier Konzepte<sup>295</sup> unterteilt. Eines dieser Konzepte ist „Transparente Customization“, welche durch Marktforschung betrieben wird.

*Qualitative research comprises research techniques in which you gather qualitative information- general thoughts, feelings, usage patterns, and so on. Examples of these techniques include focus groups, individual interviews, and observations of product usage. Quantitative research comprises techniques in which you gather numeric data of some type and the sample sizes are large enough to do statistical analyses. Sample sizes can range from one hundred to thousands of respondents. Examples of these techniques include Internet surveys, mail surveys, and in-person intercept surveys.*

*Qualitative Forschung umfasst Forschungstechniken, durch welche qualitative Information gesammelt wird- generelle Gedanken, Gefühle, Benutzermuster, und so weiter. Beispiele dieser Techniken beinhalten den Fokus auf Gruppen, individuelle Interviews und Beobachtungen der Produktverwendung. Quantitative Forschung umfasst Techniken, durch welche numerische Daten einer Art und die Mustergröße groß genug sind, um statistische Analysen zu erstellen. Mustergrößen können von hundert bis eintausend von Befragten variieren. Beispiele dieser Techniken inkludieren Internetumfragen, Postumfragen und- persönliche Umfragen.*

*Anne E. Beall in | Strategic Market Research | 2010 | S. 12*

Durch gesammelte Daten über Kundengewohnheiten, wird ein Profil eines jeden Kunden erstellt. Umfragen über das Internet schließen Kunden mit gleichen, oder ähnlichen Bedürfnissen und Wünschen, zu Gruppen zusammen. Somit können Produkte gezielt einer Gruppe, oder dem Kunden als Einzelperson, angeboten werden, da die vorherige Umfrage ergeben hat, dass sich diese Gruppe, oder der Kunde, für ein solches Produkt interessiert. Künftige Kunden werden mit Produkten, für welche laut der durchgeführten Umfragen kein Interesse besteht, nicht belästigt<sup>296</sup>.

#### NETQUEST

Das Unternehmen Netquest<sup>297</sup> in Barcelona ist ein solches Marktforschungsunternehmen. Netquest wird durch externe Unternehmen beauftragt,

<sup>295</sup> | Das Thema der vier Konzepte von Mass Customization wird im Kapitel 4.1 | HERKUNFT UND WIRTSCHAFT genauer behandelt.

<sup>296</sup> | Vgl. Philip Graves in | Consumerology: The Market Research Myth, the Truth About Consumers, and the Psychology of Shopping | 2010

<sup>297</sup> | Das Marktforschungsunternehmen Netquest ist in Barcelona, Spanien situiert. Netquest wurde 2001 gegründet und ist auf online Marktforschung spezialisiert, wobei es modernste digitale Werkzeuge zur Erhebung dieser Daten einsetzt. Das Unternehmen ist ebenso in Mexico Stadt, Mexico und Sao Paulo, Brasilien vertreten und ist somit auf den Spanisch sprechenden Markt fokussiert.



Marktforschung über bestimmte Produkte dieses Unternehmens zu betreiben. Die über das Internet befragten Personen müssen bestimmten vorgegebenen Kriterien entsprechen. Diese Kriterien werden von dem externen Unternehmen vorgegeben, und können das Alter, das Geschlecht, der Beruf, oder ein ähnliches Merkmal sein. Die eigens entwickelte Software „Survey Manager“<sup>298</sup>, des Unternehmens Netquest, ist bei den Umfragen behilflich und dient als Filter für die Bewertung der Antworten. Um die befragten Personen für die Umfragen zu motivieren, werden ihnen Punkte vergeben, welche nachträglich für verschiedene Geschenke eingetauscht werden können<sup>299</sup>.

*Am Ende des Weges, interpretieren wir die Ergebnisse und machen strategische Vorschläge für eine Organisation. Unglücklicherweise, ist es keine Antwort, dem Klienten nur die Daten zu wiederholen. Die Forschungsdaten zu analysieren ist nicht nur das Konzept, mit der höchsten Punktzahl, oder mit der besten Prozentzahl der Befragten, welchen es gefiel, auszuwählen. Es handelt sich um einen tieferen Blick in die Forschungsergebnisse und um etliche Fragenstellungen.  
Anne E. Beall in | Strategic Market Research | 2010 | S. 75*

*At the end of the road, we interpret the results and make strategic recommendations for an organization. Unfortunately, just repeating the data to the client is not the answer. Interpreting research results is not just about selecting the concept with the highest score or with the greatest percentage of respondents who liked it. It's about looking more deeply into the research results and asking several questions.*

---

<sup>298</sup> | Das Softwarepaket „Survey Manager“ wurde vom katalanischen Unternehmen Netquest entwickelt. Es ist ein modernes digitales Werkzeug für fortgeschrittene Kunden, sowie Mitarbeiter, Feedback und auch online Marktforschungsstudien, zu eruieren.

<sup>299</sup> | Vgl. Anne E. Beall in | Strategic Market Research | 2010



Abb. 5 | Ein für die Harvard, Graduate School of Design, erdachtes Deckenkonzept, basierend auf flachen Elementen, wartet noch auf seine Umsetzung.

*Sie haben die Wahl. Architektur auf die Art, wie es ihnen Henry Ford bei der Wende des zwanzigsten Jahrhunderts im Automobilbau gezeigt hat- aber auf die Art, dass sie nur einen Typ von Struktur, einen Typ von Fenster, einen Typ von Innenausbau, einen Typ von äußerer Gebäudeverkleidung verwenden können. Oder, Architektur nach der Art zu bauen, wie Michael Dell seine Computer am Beginn des einundzwanzigsten Jahrhunderts baut. Verwenden sie, was angemessen ist. Lassen sie die Kunden machen, was sie wollen. Und haben sie es schneller, besser und billiger.*

*Stephen Kieran, James Timberlake in | refabricating ARCHITECTURE | 2004 | S. 133*

*You have a choice. Build architecture the way Henry Ford showed you to build automobiles at the turn of the twentieth century- but, by the way, you can only use one type of structure, one type of window, one type of interior finish, one type of exterior cladding. Or, build architecture the way Michael Dell builds his computers at the beginning of the twenty first century. Use what is appropriate. Let the customers have it their way. And have it faster, better, and cheaper.*

Die Mass Customization bedient sich der Vorteile der industriellen Massenproduktion. Die Architektur nutzt wiederum die Vorteile der Mass Customization, um die eigenen Entwürfe umzusetzen<sup>300</sup>. Mass Customization findet immer mehr Verwendung auf dem Gebiet der Architektur. Die Regeln für dessen Benutzung werden neu geschrieben und erweitert. Im Gegensatz zur Massenproduktion ist Mass Customization durch den Umstand, dass mehrere Variablen zur Gesamtheit beitragen, viel komplexer. Die Variablen beziehen sich auf den Input der Kunden, sowie die Produktionsweise. Der Hersteller des Produkts kann nicht alle Variablen selbst definieren und ist somit vom Kunden ebenso abhängig, bevor er das Endprodukt abliefern kann. Der Architekt ist hypothetisch gesehen der Produzent eines Produkts. Dieses Produkt bezieht sich auf den Kunden, sei es im Einfamilienhausbereich oder Museumsbau. Der Kunde ist der Klient, welcher das Produkt dem Architekten in Auftrag gibt. In der Kunst existiert nicht immer ein Klient. Künstler malen oder meißeln, weil sie ihr Werk schaffen wollen. Manchmal handelt es sich natürlich um Umstände, bei denen Künstler auch durch einen solchen Auftrag den Klienten zufrieden stellen müssen, doch dies ist eher eine Ausnahme. Der Unterschied in der Architektur ist, dass es sich um Funktionalität handelt<sup>301</sup>. Wenn ein Gebäudeobjekt entworfen wird und dieses nicht in irgendeiner Weise nutzbar ist, ergibt der Prozess keinen Sinn. Es handelt sich dann eher um eine Skulptur. Der Walfisch des Architekten Frank O. Gehry<sup>302</sup> in Barcelona, hat keine wirklich zugewiesene Funktionalität und ist eher eine pure Skulptur<sup>303</sup>. Eine Skulptur ist viel freier als ein Gebäude, da diese nicht von so vielen Variablen bestimmt wird. Gehrys Gebäude, im Gegensatz, ähneln Skulpturen, werden jedoch von einer Funktionalität geprägt. Die Variablen bestimmen die Mass Customization und je mehr Variablen eingebunden sind, desto individualisierter ist diese. Mass Customization ist ein optimierter Produktions-, sowie Marketingprozess. Architektur kann durch diesen Prozess oft kostengünstiger zum Ergebnis kommen. Die Effizienz entsteht durch Schnelligkeit, Flexibilität und die Zufriedenheit des Klienten.

Es ist wichtig den Begriff Mass Customization zu definieren, diesen auch gewissermaßen einzugrenzen. Wo ist die Grenze zwischen Massenproduktion und Mass Customization, können diese zwei Bereiche strikt getrennt werden? Die Bauindustrie passt sich Mass Customization Strategien an, da die Wichtigkeit der Unterstützung dieser Entwicklung erkannt wurde. In weiterer Folge ist die Individualisierung serieller Produkte auf dem Gebiet der Architektur von großem Interesse. Eine rationale Einbeziehung der Mass Customization, ist die Verwendung bereits bestehender serieller Produkte und die nachträgliche Individualisierung durch den Architekten<sup>304</sup>. Dies kann schon im Werk, oder auf der Baustelle selbst stattfinden. Das Architekturbüro SHoP Architects PC<sup>305</sup> bedient sich dieser Systematik bei vielen Projekten<sup>306</sup>.

---

<sup>300</sup> | Vgl. Branko Kolarevic in | Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing | 2005

<sup>301</sup> | Vgl. Kapitel 9.1 | KUNSTWERT | INTERVIEW | JORDI PALLARES | JULIO BARRIONUEVO

<sup>302</sup> | Frank Owen Gehry wurde 1929 in Toronto, Kanada geboren und arbeitet als Architekt. Anfangs beschäftigte er sich mit konventioneller Architektur und änderte später radikal seinen Stil. Sein heutiger Stil basiert auf freien Formen und gebrochener Geometrie. Seit 1962 betreibt er sein eigenes Architekturbüro in Los Angeles, USA. 1989 wurde er mit dem Pritzker Preis für Architektur ausgezeichnet. Zu seinen Meisterwerken gehören das Guggenheim Museum in Bilbao, das Stata Center in Boston, das Tanzende Haus in Prag, das Hotel Marques de Riscal in der spanischen Region La Rioja, der Gehry Tower in Hannover, die „Walt Disney Concert Hall“ in Los Angeles, das „Experience Music Project“ in Seattle, etc.

<sup>303</sup> | Vgl. José Soler in | Barcelona Then and Now | 2007

<sup>304</sup> | Vgl. Kapitel 7.2 | VOLUMEN UND PLATTE | INTERVIEW | ANTONIO GALLART

<sup>305</sup> | SHoP Architects PC wurden 1996 in Manhattan, New York, USA gegründet. Fünf Partnerarchitekten Christopher Sharples, Coren Sharples, William Sharples, Kimberly Holden und Gregg Pasquarelli arbeiten mit einem Team von 80 Angestellten zusammen. Es wird an verschiedenen Projekttypen, wie Einfamilienhäusern, Kulturbauten und Masterplänen gearbeitet. Das Architekturbüro hat eine permanente

---

Ausstellung im Museum of Modern Art in New York. Viele internationale Preise sind SHoP Architects PC verliehen worden.

<sup>306</sup> | Vgl. Philip Nobel, Sharples, Holden, Pasquarelli in | SHoP: Out of Practice by SHoP Architects | 2012

Architektur orientiert sich fortwährend an neuen Trends, entstehend aus menschlichen Bedürfnissen und bedient sich nicht nur der modernsten Herstellungsprozesse, sondern richtet ihr Augenmerk auch auf soziale, sowie kulturelle Umstände. Auftretende Begriffe der modernen Gesellschaft wie Energieeffizienz, Mobilität und Recycling verlangen nach einer Anpassung der architektonischen Konzepte. Die Energieeffizienz zieht viele Fäden, in Erscheinung von Produktionsweise, oder der grauen Energie, nach sich und ist nur die oberflächliche Erscheinung des gesamten Umfeldes. Die Mobilität wird durch das moderne Nomadentum immer relevanter und bietet eine bessere Anpassungsmöglichkeit an die Lebenslage der Menschen<sup>307</sup>. Das Recycling steht im engen Zusammenhang mit Mobilität, da recycelte Werkstoffe durch nachträgliche Aufbereitung an einen neuen, oder gleichen Standort gebracht werden können. Somit sind recycelte Werkstoffe im gewissen Sinne auch mobil. Dies wiederum verdeutlicht die Abhängigkeit der Energieeffizienz von Mobilität und Recycling.

Anhand eines Entwurfes der Architekten Andrew C. Thurlow und Maia Small<sup>308</sup> wird das Thema der Mass Customization in der Architektur aufgegriffen und analysiert. Der Begriff wird konkret auf individuell adaptierbare Fertighäuser, welche mit Hilfe digitaler Architekturprinzipien und computergesteuerter Prozesse für die serielle Produktion rationalisiert wurden, bezogen.

Viele Bereiche der Automatisierung werden aus anderen Branchen herangezogen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in der Architektur angewandt. Der Automobilindustrie wird spezielles Interesse gewidmet, da die Hersteller Pioniere auf dem Gebiet der seriellen Produktion waren und es ebenso heutzutage sind. Nicht nur die Produktionsweise und Motivationsaspekte der Automobilindustrie, sondern auch die Vermarktungsstrategien, wie der Bezug zwischen Produzent und Kunde, werden ausgeforscht und auf die Architektur überlagert.

Die Fertighausindustrie in den USA begann als Konzept am Anfang des 20. Jahrhunderts und war durch eine rasche Entwicklung gekennzeichnet<sup>309</sup>. Durch steigende Bedürfnisse der Bevölkerung nach mobilem Reisen und dem Wunsch nach neu implizierter Technologie, wurde dieser Teil der Industrie vorangetrieben. Somit entstanden zwei Strömungen, welche durch die Mobilität und effiziente Fertigungstechniken gekennzeichnet wurden.

---

<sup>307</sup> | Vgl. Robert Kronenburg in | Portable Architecture: Design and Technology | 2008

<sup>308</sup> | Andrew C. Thurlow und Maia Small sind die Gründer des 2001 entstandenen Architekturbüros „Thurlow Small Architecture“ in Rhode Island, New York, USA. Deren Schaffen bezieht sich auf Architektur und Städtebau mit Dienstleistungen beim Design von Gebäuden, Landschaften, sowie Nachbarschaften. Außerdem wird an der Ausarbeitung von architektonischen Produkten, wie individuellen mobilen Gebäuden und Produkten, welche den Raum neu definieren, gearbeitet. Maia Small erhielt den Bachelor an der Berkeley Universität in Kalifornien und vollendete ihr Masterstudium an der Columbia Universität in New York. Small hielt eine Assistenzprofessur an der Tennessee Universität und lehrte an der „Rhode Island School of Design“, der Harvard Universität und der Northeastern Universität. Andrew C. Thurlow vollendete den Bachelor an der Syracuse Universität und seinen Master an der Columbia Universität.

<sup>309</sup> | Vgl. Brenda Vale in | Prefabs (Studies in History, Planning, and the Environment) | 2007

*Wir plädieren für ein Zusammenführen dieser beiden Bereiche – im Sinne einer zeitgemäßen Fertighausproduktion, die individuelle Vorstellungen der Kunden berücksichtigt und reflektiert und die es der Architektur ermöglicht, an einem Markt teilzunehmen, von dem sie gegenwärtig ausgeschlossen ist.*

*Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003 | S. 53*

Die zwei Bereiche sollten voneinander profitieren und sich gegensätzlich ergänzen. Mobilität kann in der Architektur als ein Gebäude, dessen Raumstruktur modifizierbar ist und Bereiche an- bzw. abgekoppelt werden können, angesehen werden. Im Einbezug der Weiterverfolgung der Mobilität in der Architektur, können im Extremfall sogar ganze Gebäude mobil gemacht werden und den Standort wechseln. Effiziente Fertigungstechniken ermöglichen eine kürzere Produktionszeit, bessere Qualitätskontrolle und die Involvierung des Kunden. Die Involvierung des Kunden und seiner Entwurfsvorstellungen ist in der Architektur zu einem immer wichtiger werdenden Faktor geworden. Anfangs diente Architektur nur zum Schutz von äußeren Natureinflüssen und hatte somit ein rein funktionelles Motiv. In der Geschichte wurde die Funktionalität durch komplexere Anforderungen erweitert, bedingt durch die Weiterentwicklung der Menschen. Somit fängt Architektur an, sich mit dem Begriff der Mass Customization im Detail auseinanderzusetzen, um modernen Anforderungen zu genügen. Der Trend in der aktuellen Architektur zeigt, dass das Gebiet der Mass Customization aufgrund starker Nachfrage in Zukunft noch weitgehend verfolgt werden wird.

Neuerungen im Bereich der Wohnwagen und Autos wurden von den Amerikanern als positiv aufgenommen. Innovative Ansätze bei der Architektur ihrer Wohngebäude jedoch, sollten vorerst konventionell bleiben. Die Idee das ganze Haus, mit all dem eingebundenen Komfort und Technik, mobil zu machen, schaffte erste Prototypen einer Serie des sogenannten „Mobile Home“ (mobiles Heim)<sup>310</sup>.

## **WOHNWAGEN**

In den USA ist heutzutage die Reisemöglichkeit mit „Mobile Homes“ sehr gut möglich, da durch breite und gut gewartete Strassen, die meisten interessanten Ortschaften erreicht werden können. Dazu gibt es noch eine sehr gut funktionierende Infrastruktur, in Form von gekennzeichneten Übernachtungsplätzen mit Abflussvorrichtungen und eventueller Stromanbindung, auch an noch so abgelegenen Orten. Das Haus wurde somit mobil gemacht und die notwendigen Gemeinschaftseinrichtungen auf ein komplettes Versorgungsnetz ausgeweitet. Die neuen Wohnmobile besitzen einfach alles, was nach momentanem Stand der Technik möglich ist. Neben diversen technischen Geräten (komplette Küchenelemente, Heizsystem, Klimaanlage) wird viel für die Verbesserung des Komfortbereiches getan.

Neue Konzepte im Bereich der Wohnmobil- und Wohnanhängerindustrie sind allgegenwärtig. Ein Diplomprojekt zweier Architekturabsolventen der Technischen Universität in Graz mit dem Titel „Mehrzeller“ befasst sich mit dem Entwurf einer Neukonzeption eines Wohnmobilanhängers. Folgendes Zitat beschreibt den Grundgedanken der Konzeption.

## **MEHRZELLER**

---

<sup>310</sup> | Vgl. Allan D. Wallis in | Wheel Estate: The Rise and Decline of Mobile Homes | 1997

*Mobiles Arbeiten und damit verbundenes Wohnen findet immer mehr Verbreitung, ohne jedoch dem Jobnomaden ein Zuhause in der Ferne zuschaffen. In der Camperszene wird der Ruf nach neuem Design immer lauter und Individualtouristen suchen ständig nach einer passenden Unterkunftsform. Die Lösung dieses Problems bietet der Mehrzeller. Jeder Nutzer erstellt sich nach seinen Wünschen und Anforderungen, internetbasiert mit Hilfe eines Konfigurators, ein Objekt, das keinem anderen gleicht, ein eigenes Unikat, mit dem er sich identifiziert. Der Entwurf wird vom Computer nach Kundenangaben generiert, vom Architekten werden Parameter und Designvorgaben im Hintergrund definiert, die eine sinnvolle und attraktive Formation ermöglichen.*  
<http://www.mehrzeller.com> | 15.10.08 | 15.10

Die Vorgehensweise an den Entwurf eines neu konzipierten Wohnmobilanhängers ist durchaus interessant. Vor allem durch die spätere Anbindung des Konfigurators im Internet, wobei der zukünftige Kunde sein Produkt, bis zu einem gewissen Grad, selbst definieren kann. Ein konkretes Beispiel der Mass Customization, in Form eines Wohnwagenanhängers, wird auf die Architektur appliziert. Jede Form von Mass Customization bezieht sich auf einen gewissen Grad an Modularität. Der Begriff Modularität kennzeichnen bestimmte massenproduzierte Elemente, welche bei einem späteren „Resambling“ (Zusammensetzen) miteinander verbunden werden. Ohne diese Modularität kommt Mass Customization grundsätzlich noch nicht aus, da sonst die Herstellungs-, sowie Projektkosten explodieren würden. Im gewissen Sinn ist Mass Customization eine Anreihung vieler Massenproduktionen, bei der diese Modularität hergestellt wird. Die Modularität sind gewisse Bausteine, welche teils nach Belieben, teils durch vordefinierte Ordnerstruktur, zusammengefügt werden können. Im großen Maß verbreitet sind die „LEGO<sup>311</sup>“ Bausteine, welche die gleichnamige Firma produziert. Es gibt kaum jemanden, der nicht mit diesen Bausteinen in seiner Kindheit gespielt hätte. Eine sowohl simple, wie auch sehr effiziente Strategie steckt hinter der genialen Idee<sup>312</sup>. Verschiedene Bausteine sind miteinander kombinierbar und ermöglichen als Endergebnis eine neue Form. Ob die neu entstandene Form durch das „Resambling“ zu einem Unikat wird, kann nicht bestätigt werden, da dieses Unikat theoretisch leicht reproduzierbar wäre und somit kein Unikat im wahrsten Sinne des Wortes wäre<sup>313</sup>.

Doch inwiefern ist die Strategie der Mass Customization, indem immer neu entstehende individuelle Formen versprochen werden, nur eine Annäherung an die Wahrheit, vor allem wenn auf physische Produkte eingegangen wird? Wenn von modularen Bausteinen gesprochen wird, welche zusammengesetzt und kombiniert werden können, soll auch festgehalten werden, dass individuelle Endergebnisse demnach begrenzt sind. Vielleicht entstehen viele Varianten, welche sich voneinander

---

<sup>311</sup> | Lego ist eine Reihe von Spielzeugen in Form von Baublöcken. Das Unternehmen „Lego Group“ ist in Billund, Dänemark beheimatet. Der Zimmermann Ole Kirk Christiansen begann im Jahr 1932 Spielzeug aus Holz herzustellen. Der Ursprung des Produktnamen stammt von der dänischen Phrase „leg godt“, welche „spiel gut“ bedeutet, ab. Analog kann der Name auch aus dem Lateinischen als „ich baue zusammen“ interpretiert werden. Die Baublöcke sind verschiedenfarbige Elemente aus Plastik und werden in unterschiedlichen Formen, sowie Dimensionen ausgeführt. Das Konzept ist die theoretisch unendliche Kombinationsvielfalt, um der Kreativität der Benutzer freien Lauf zu lassen. Anfang 1940 wurden die Lego Baublöcke in Europa hergestellt und erfreuten sich rasant weltweiter Beliebtheit. 1949 begann Lego mit der Produktion von den heute bekannten „Automatic Binding Bricks“. Seit 1963 werden Lego Produkte aus resistenter Plastik „ABS“ produziert. 2008 begannen die Ingenieure sich verschiedener Hilfsmittel, wie CAD/ CAM/ CAE für die Herstellung zu bedienen. Heutzutage wird Lego Spielzeug auch in der Film- und Videospieleindustrie erfolgreich vermarktet.

<sup>312</sup> | Vgl. Christian Humberg in | 50 Years of the LEGO Brick | 2008

<sup>313</sup> | Das Thema Unikat und Mass Customization wird im Kapitel 9 | UNIKAT UND KLON genauer behandelt.



unterscheiden, also individuell und einzigartig sind, neigen aber ab einem gewissen Grad, bedingt durch die Begrenzung der Bausteine, zur Wiederholung. Der Grad der Wiederholung hängt wiederum von der Anzahl der angebotenen Bausteine und der Komplexität der Verbindungsmöglichkeiten ab.

Was das Projekt Mehrzeller angeht, ist die theoretische Betrachtung durchaus in Ordnung und interessant. Sinnvoll ist der Einbezug eines Configurators auf der Homepage des Projektes und ist eines der Merkmale von Mass Customization. Die Konzeption, vom architektonischen Standpunkt aus gesehen, ist aber äußerst fragwürdig. Analog zur Auseinandersetzung vom Unikat mit der Mass Customization können die Versprechungen der Betreiber nicht nachvollzogen werden. Das Hauptthema bei Wohnmobilen und Wohnmobilanhängern ist das Raumvolumen und der Komfort, welche aufgrund der Mobilität, sowie Straßendimensionen, durchaus begrenzt sind. Zudem spielen die Aerodynamik und das Straßenverhalten eine wichtige Rolle. Problematisch ist der Umstand, dass durch die gebrochene Geometrie, der Raum in den Ecken des „Mehrzeller“ reduziert wird, da das Design den rechten Winkel aufbricht und sich durch Formwillkür manifestiert<sup>314</sup>. Die Formensprache des Entwurfes kann optisch wohl das Auge sättigen, sollte aber nicht auf Kosten des verlorenen Raumvolumens konzipiert werden. Die schräg konzipierten Winkel verringern extrem das Raumvolumen. Das Thema über Architektur und Formensprache ist komplex und schwer definierbar, da diese von vielen äußeren Einflüssen abhängt. Die Nutzung und Behaglichkeit hingegen, bezieht sich auf den menschlichen Körper und ist klar definiert, bzw. dimensioniert.

Nachdem das Thema Wohnmobil, welches der Ausgangspunkt für das Architekturprojekt von Andrew Thurlow und Maia Small war, ein wenig behandelt wurde, wird wieder das Augenmerk an deren architektonischen Entwurf gerichtet.

*Der vorliegende Entwurf erforscht die Entwicklung von tektonischen Systemen, die aus wiederholbaren, aber nicht standardisierten Bauteilen bestehen. Er macht sich die im Bereich der Massenproduktion laufende Entwicklung zunutze, die vom Standardisierten und Festgelegten zum Variablen, Multiplen und Offenen führt, wobei das Verhältnis zwischen Prototypen und tektonischen Elementen sich immer komplexer gestaltet.  
Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003 | S. 54*

Das Konzept der Tektonik ist für die Auseinandersetzung mit der Mass Customization bedeutsam. Am Ende eines Produktionsprozesses entsteht ein Endprodukt in Form der Zusammensetzung unterschiedlicher Bestandteile. Wichtig ist die Definition, ab welchem Punkt ein Produkt vollendet ist, damit es als Endprodukt angesehen werden kann. In bestimmten Fällen kann ein Produkt flexibel ausgelegt und ständig veränderungsbeziehungsweise erneuerbar sein. Somit wird die Phase eines Endproduktes nicht erreicht, oder besteht nur als temporärer Zustand.

---

<sup>314</sup> | Vgl. <http://www.mehrzeller.com> | 15.10.08 | 09.00

*Wenn Bauteile zu einem Ganzen zusammengefügt werden, spricht man von Tektonik in der Architektur. Dieser Begriff wurde von Gottfried Semper als die „Kunst des Zusammenfügens starrer, stabförmig gestalteter Teile zu einem in sich unverrückbaren System“ definiert. Gottfried Semper in | Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten | 1860 | S. 23*

Beim Entwurf der Architekten Andrew C. Thurlow und Maia Small wird erkenntlich, dass der Versuch unternommen wird, an sich starre Systeme in einem flexiblen Gefüge zu vereinen. Neben der Einbeziehung neuer Produktionsarten für den Aufbau, wurde auch stark am Konzept für die Nutzung des Gebäudes gearbeitet. Allein die Qualität der Zusammensetzung einzelner Bauteile und die korrekte technische Definition, war nicht genug. Eine genau definierte Vorstellung vom Raum und dem dazugehörigen Befinden, war von großer Priorität. Die darin ansässigen Menschen sollten sich mit ihrem neuen Heim identifizieren können und es als ein ergänzendes Teil ihrer Selbst verstehen.

*Unser Vorschlag soll auch die Tendenz unterstützen, die das Interesse der Industrie zunehmend auf die heutigen, wohlhabenden land lease communities fokussiert anstatt wie früher auf ärmliche Wohnwagenkolonien; mit anderen Worten gilt es, einem traditionellen low- culture- Bereich eine High- Tech Infusion zu verabreichen. Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003 | S. 54*

Der Begriff „land lease“ definiert ein finanzielles Abkommen, wobei das Grundstück unter einem Gebäude selbst gemietet wird. Somit sind Besitzer des Grundstückes und des Gebäudes nicht die gleiche Person. Es gibt verschiedene Gründe einen solchen Vertrag einzugehen. Oft will der Grundstücksbesitzer nicht verkaufen und sein Grundstück nicht selbst pflegen. Indem eine andere Person das Grundstück vom Besitzer mietet und dadurch ihr privates Gebäude aufstellen kann, erklärt sie sich bereit, das gemietete Grundstück auch zu pflegen. Diese Art von Abkommen ist eher im städtischen Raum populär<sup>315</sup>.

## LOW- CULTURE

Der „low- culture“ Begriff definiert in der Gesellschaft die Massenpopularität. Es ist der gegensätzliche Begriff der „high- culture“. Dies bezieht sich auch auf die Wohnwagenindustrie, da diese sich am Massenmarkt orientiert.

Ähnlich der Idee eines Wohnmobils, können auch bei architektonischen Konzepten verschiedene Teile aus der Gesamtheit, dem Gesamtkörper, ausgebaut und manipuliert werden. Dadurch entsteht eine gewisse Flexibilität, sowie Kreativität. Das Wohnzimmer kann beispielsweise aus dem Gesamtkörper ausgegliedert werden und es entsteht ein neuer leerer Raum mit der Verbindung zu anderen Wohnräumen durch einen offenen Zwischenraum, dem „Patio“. Die Definition von Außen und Innen wird neu definiert und durch verschiedene Lösungsansätze ein Grad an Flexibilität geboten.

---

<sup>315</sup> | Vgl. Mintewab Bezabih in | Essays on Land Lease Markets, Productivity, Biodiversity and Environmental Variability | 2007

Die verwendeten Produktionsprozesse für Gebäude orientieren sich immer mehr an anderen Industriezweigen, wie dem Flugzeug- oder Automobilbau. Die Verschmelzung der statischen Tragstruktur und der Einbindung der Außenschale in ein multifunktionales Paneel, wurde von Andrew C. Thurlow und Maia Small aus der Automobilindustrie abgeschaut<sup>316</sup>.

Beim Bau des neuen Audi A8 wurden neue Maßstäbe in der Produktion gesetzt. Dr. Jochem Heizmann, Vorstand der Produktion der Audi AG, spricht von innovativen Verfahren bei der Aluminium- Verarbeitung, sowie modernen Anlagen im Karosserie- und Montagebau. Etliche Roboter sorgen für einen Automatisierungsgrad von 80%. Somit werden allein bei der Karosserie 50% an Fertigungszeit eingespart. Die Prozesssicherheit und Qualität werden dadurch auch stark verbessert. Der speziell entwickelte Audi Space Frame (ASF)<sup>317</sup> wird durch ein hochmodernes Laserstrahl-MIG (Metall- Inert- Gas)- Hybridschweißverfahren hergestellt. Dies ist die Kombination des konventionellen Laser- und des Lichtbogenschweiß- Prozesses. Auch die Anzahl der zur Fertigstellung notwendigen Bauteile wurde durch die Verwendung großflächiger Bleche von 334 auf 267 gesenkt. Durch die Verwendung von Aluminium wird das Karosseriegewicht um 40% reduziert. Die Anbindungsbereiche für andere Komponenten, wie Fahrwerk, werden durch computergesteuerte CNC-Fräsmaschinen mechanisch bearbeitet. Durch rationale Produktionsprozesse wurde die Energieeffizienz weitgehend gesteigert und das Zeitintervall bei der Produktion verkürzt<sup>318</sup>.

**AUDI**

In der Praxis werden gewöhnliche Fertighäuser aus verschiedenen Rahmen- und Flächensystemen kombiniert. Der Nachteil ist, dass diese erst auf der Baustelle zusammengefügt werden können. Dies kostet Zeit und ist mit höheren Kosten verbunden. Der Vorteil der neu entwickelten multifunktionalen Paneele besteht aus der Verschmelzung der äußeren und inneren Funktionen. Die Tragstruktur und die Definition des Raumes werden vereint. Besonders wichtig war den Architekten Andrew C. Thurlow und Maia Small, die Anpassbarkeit der Öffnungen in den Paneelen. Mit Hilfe spezieller Software, der Alias- Wavefront<sup>319</sup> wurden spezifische Öffnungen in Bezug auf Kundenwünsche, sowie statische Anforderungen definiert.

Die Herstellung multifunktionaler Paneele wird durch moderne digitalisierte Herstellungsverfahren ermöglicht. Der Entwurf wird den Wünschen, sowie Ideen der Kunden angepasst und in Form eines dreidimensionalen Modells erstellt. Das dreidimensionale Modell wird durch die Spezialsoftware Alias- Wavefront in zweidimensionale Daten exportiert. Somit können diese in CAD, CAM („Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing“) eingelesen und an eine CNC- Fräße weitergeleitet werden. Die CNC- Fräße bereitet eine Schalung vor, anhand welcher die Paneele im weiteren Verfahren die gewünschte Form annehmen.

**MULTIFUNKTIONALE  
PANEELE**

---

<sup>316</sup> | Vgl. Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003

<sup>317</sup> | Vgl. Christopher A. Sawyer in | Automotive Design & Production, September Issue | 2007

<sup>318</sup> | Vgl. <http://www.audiworld.com/news/02/aluminum/content2.shtml>

<sup>319</sup> | Alias- Wavefront ist heute unter dem Namen „Alias Systems Corporation“ bekannt. Der Hauptsitz des Unternehmens befindet sich in Toronto, Kanada. 1995 kaufte das Unternehmen „Silicon Graphics“ die Entwicklungsfirma „Alias Research“ und „Wavefront Technologies“. Das Unternehmen ist für die Entwicklung spezieller 3D- Software namens „Maya“ auf höchstem Niveau verantwortlich. „Alias Systems Corporation“ ist heute im Besitz des Unternehmens „Autodesk“.

Die multifunktionalen Paneele besitzen skulpturförmige Oberflächen, welche aus Isolationsstoffblöcken, wie Polystyrol, herausgefräst werden. Das Material wird in die, von der CNC- Fräße vorbereitete Schalung, gebracht und durch Vakuum hinein gepresst. An den Kanten der Schalung werden die Paneele getrennt und an ihren Gratkanten kraftschlüssig verbunden<sup>320</sup>.

Der Entwurf einer mobilen Klinik auf Rädern von Andrew C. Thurlow und Maia Small ist durchaus innovativ. Das Projekt „Mobile AIDS- HIV Clinic for Africa“ wurde für Afrika entworfen und kann am beliebigen Grundstück aufgestellt werden, bevor es wieder mit einem Wagen an einen anderen Ort abtransportiert wird.

Neben der Anlehnung an die Automobilindustrie, in Bezug auf Technik, werden auch verschiedene Marketingstrategien, um an die Kunden zu gelangen, übernommen. Momentan übertrifft noch das Automobil die Architektur als Statussymbol. Die Fertighausindustrie hat lange unter ihrem negativen Image bei der Masse leiden müssen<sup>321</sup>. Dies bedingt durch den teilweise schlechten Ruf nach dem Ende des zweiten Weltkrieges, als Fertighäuser aus Holz als kalte und zugige Baracken mit kurzer Lebensdauer angesehen wurden. Der Plattenbau in Deutschlands Siedlungen wurde als eine willkommene Lösung für den herrschenden Wohnungsmangel in der Nachkriegszeit angesehen, jedoch wurde das Monotone der Gebäude weitgehend kritisiert<sup>322</sup>. Durch die Einführung der Mass Customization, mit Hilfe neuer Produktionsmethoden, wurde das Image der Fertighäuser langsam aufgebessert und der Begriff steht nun für moderne Innovation und Hightech.

Das Auto selbst zeigt in der heutigen Gesellschaft den sozialen und finanziellen Status der Person. Somit ist es ein wichtiger Bestandteil des persönlichen Bildes nach Außen. Dem Wohngebäude steht diese wichtige Rolle noch nicht in diesem Ausmaß zu, da es nicht in der Gegend herumgefahren werden kann.

*Wir schlagen vor der Autoindustrie zu folgen: die Architektur soll nicht mehr lediglich als praktisch, sondern auch als leistungsfähig und begehrenswert wahrgenommen werden.*

*Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003 | S. 54*

Durch den Fortschritt in der Produktion der Mass Customization, können ästhetische und individuelle Formen zu einem relativ niedrigen Preis erreicht werden. Es können architektonisch anspruchsvolle Gebäude in Form eines Direktauftrages von dem Architekten entworfen und gebaut werden. Natürlich spiegelt sich das auch im Preis wider. Das Ziel der Mass Customization im Bereich Architektur ist, architektonisch qualitative und ästhetische Gebäude schnell, sowie relativ günstig zu produzieren.

---

<sup>320</sup> | Vgl. Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003

<sup>321</sup> | Vgl. Kapitel 2.3 | ARCHITEKTURTRENDS | INTERVIEW | HARALD KLOFT

<sup>322</sup> | Vgl. Robert Liebscher in | Wohnen für alle: Eine Kulturgeschichte des Plattenbaus | 2011

Das Gebäude soll für den „Lifestyle“ der Person sprechen und die Vorreiterrolle des Automobils übernehmen. Autos werden „customized“, neu lackiert, mit Hightech Geräten versehen, am Wochenende gewaschen und poliert. Dies sollte bei Gebäuden auch der Fall sein, wobei die Kunden viel bei den Entscheidungen ihrer in Massen individualisierter Häuser mitreden könnten. Die möglichen Optionen, wie Kücheninseln, Klimaanlage, Garagen, Spielkonsolen, könnten den Bedürfnissen auch in finanzieller Hinsicht entsprechen. Es werden nur so viele Extras eingebaut, wie es das eigene Budget zulässt. Ein vorbereitetes Luxuspaket an Optionen könnte angeboten werden, oder der Kunde schafft sich aufgrund eigener Auswahl an Optionen, ein Gebäude als ein theoretisches Unikat.

Das Gebäude selbst wird als eine persönliche Marke („brand“) definiert und spiegelt die Persönlichkeit, der darin lebenden Menschen, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich, wider. Die Grenze zwischen Masse und Exklusivität kann auch zum Teil durch Mass Customization verwischt werden. Ein höherer sozialer Stand und ein neues Lebensgefühl kann durch ein Gebäude vermittelt werden<sup>323</sup>.

---

<sup>323</sup> | Vgl. Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003

Form- Grammatik wurde in den 70er Jahren von zwei MIT Studenten, George Stiny<sup>324</sup> und James Gips<sup>325</sup> konzipiert. Die ursprüngliche Idee war, Grammatik für visuelles Design zu benutzen. Vor vierzig Jahren war dies eine sehr radikale Idee, eine solche Rahmenstruktur, für einen kreativen Designprozess, anzuwenden<sup>326</sup>.

### 2 ARGUMENTE

Zwei Argumente differenzieren Form- Grammatik von den bisher bekannten Designprozessen. Erstens sind Elemente der Form- Grammatik visuell, da als Medium nicht Code, sondern Modelle und Skizzen eingeführt werden. Zweitens ist Form- Grammatik nicht fundamental digital, da Elemente auch per Hand gezeichnet werden können. Alternativ kann sowohl digital gearbeitet werden, es ist jedoch keine Voraussetzung. Prinzipiell fangen Leute an, Form- Grammatik händisch zu entwerfen und benutzen nachträglich Computer, um den Arbeitsprozess zu beschleunigen. Anfänglich wurde Form- Grammatik in Form von Linien visualisiert, bis zu einem späteren Zeitpunkt Farben, sowie 3D Räumlichkeit hinzukamen. Die Regeln der Form- Grammatik können sehr simpel sein, aber eine komplexere Anwendung kann teils einzigartiges Design generieren. Der Schlüssel zum Erfolg ist, mit den richtigen Regeln zu beginnen, welcher Umstand sich als schwierig erweisen kann. Regeln beziehen sich auf „IF“ – „THEN“, somit eine Kondition, welche ein wichtiges Element in Programmiersprachen ist<sup>327</sup>. Abstrahiert können Regeln als ein Rezept für Chili angesehen werden und die Ausführung der Regeln ist in Analogie zur Verwendung des Rezepts, um das Chili zu kochen. Der Benutzer, welcher die Regeln ausführt, kann ebenso der Computer sein. Konkret können sich solche Regeln auf das Addieren, das Subtrahieren, das Dividieren, das Bewegen, das Ersetzen und so weiter beziehen. Basierend auf Studien von schon konstruierten Gebäuden, ist Form- Grammatik auf neues Design übertragen worden. Regeln beschreiben das Design, im Gegensatz zum Scripten, wobei das Design nicht erklärt, sondern nur generiert wird<sup>328</sup>.

### BEISPIELE

Konkret wurde Form- Grammatik bei chinesischen Eis- Strahl Designs von Stiny und Mitchell<sup>329</sup> angewandt, wobei es sich um eine einfache Sub- Division handelte,

---

<sup>324</sup> | George Stiny ist Theoretiker von Design und Berechnung und lehrte 15 Jahre lang am Architekturinstitut der Universität von Kalifornien, USA. Des Weiteren lehrte Stiny an der Universität von Sydney, Australien, dem „Royal College of Art“ in London, England. Seit 1996 ist er Professor am Architekturinstitut des MIT in Cambridge, USA. Stiny studierte am MIT und an der UCLA in Los Angeles, USA wo er zum Doktor im Maschinenbau promovierte. Vor allem seine intensive Forschung in Bezug zur Form- Grammatik macht Stiny heute einen Experten auf diesem Gebiet. Seine Arbeit wird als Kritik an den meisten CAD Systemen angesehen.

<sup>325</sup> | James Gips studierte an der Stanford Universität in Stanford, USA und arbeitete mit George Stiny an der Entwicklung sowie Definition der Form- Grammatik. Seine Doktorarbeit „Shape Grammars and their Uses“ wurde vom Birkhäuser Verlag publiziert. Seit 1976 ist Gips am Informatikinstitut der Boston Universität in Boston, USA als Professor tätig.

<sup>326</sup> | Vgl. G. Stiny, J. Gips in | Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. In Information Processing 71 | 1972

<sup>327</sup> | Vgl. G. Stiny in | Shape: Talking about Seeing and Doing | 2006

<sup>328</sup> | Vgl. Terry Weissman Knight in | Transformations in Design: A Formal Approach to Stylistic Change and Innovation in the Visual Arts | 1994

<sup>329</sup> | Vgl. W. Mitchell in | The Logic of Architecture | 1990

welche unterschiedliche Polygone in kleinere Polygone zersetzte. In der Natur könnte dieses Phänomen mit dem Brechen von Eis verglichen werden. Ebenso von Stiny und Mitchell wurde Form- Grammatik für Palladios Villen in 1978, basierend auf 100 Regeln, generiert. Diesen Regeln zufolge könnten ähnliche Villen neu entworfen werden, da die gesetzten Regeln auf Palladios Design zurückgreifen. Analog wurde von anderen Autoren 1981 Form- Grammatik für das 3D Design von Frank Lloyd Wrights Häusern generiert. Auf dem Gebiet von Maschinenbau und Produktdesign ist die Anwendung von Form- Grammatik ebenso sehr sinnvoll, da individuelle Formensprache in das Design implementiert werden kann. Nachträglich wurde Grammatik auch auf anderen Gebieten, wie beispielsweise die Kosten- Grammatik, basierend auf Form- Grammatik, eingeführt.

Form- Grammatik ist nach Meinung von Professor Terry Knight<sup>330</sup> am MIT vor allem auf zwei Gebieten äußerst sinnvoll. Einerseits kann das Konzept von Form- Grammatik angewandt werden, um Arbeitern das Design zu erklären und somit auch die Produktion zu erleichtern. Andererseits ist Form- Grammatik in enger Relation mit Mass Customization, da unterschiedliche Elemente in variierender Komposition kombiniert werden können<sup>331</sup>. Im weiteren Text ist ein Exzerpt vom persönlichen Interview mit Prof. Terry Knight am MIT in 2010, Bezug nehmend auf die Frage, wie sie Berechnung beschreiben würde und ob es nur mit digital verarbeitenden Prozessen durch Computer, oder auch analogen Denkprozessen, zusammenhängt.

#### TERRY KNIGHT

*Die Art von Berechnung die ich mache, nenne ich langsame Berechnung, Berechnung in alter Mode, welche zu den Tagen von Turing und anderen zurückgeht, Leuten welche Berechnung erfunden haben. Sie sprachen von Berechnung, unabhängig von Hardware, Computern, welche wir heute kennen. So, dies ist die Art von Berechnung welche mich interessiert und die meiste Arbeit, welche ich alleine mache, ist per Hand und wenn ich die ganzen Studenten in Relation zu ihrer Arbeit lehre, ist es anfänglich per Hand und sie benutzen Computer erst nachträglich. Ja, ich glaube es gibt einen Unterschied zwischen analoger Berechnung, per Hand Berechnung und digitaler Berechnung und ich glaube wirklich, um zu verstehen, was man macht, muss man Dinge sicherlich mit der Hand, im realen, physischen Raum, ausführen. Es verlangsamt dich, es gibt dir Zeit darüber nachzudenken, was du machst und, ich glaube, um ein besseres Gefühl über das Geschehene zu haben, musst du dich mit der physischen Welt, anstatt nur der digitalen, auseinandersetzen. Nicht, dass ich irgendetwas gegen Computer hätte.. habe ich nicht, es ist nur sehr wichtig die physischen Hände mit langsamer Berechnung zu verwenden (...)*

*Terry Knight | 19.03.10 | 9.30*

*The type of computation I do, I call slow computing, old fashioned computing, by hand computing, which goes back to the days of Turing and others, people who invented computation. They talked about computation independent of hardware, computers, as we know them today. So that is the kind of computation that I am interested in and most of the work I do myself is by hand and when I teach all the students to do their work it is initially by hand and then they use computers after. Yes, I think there is a difference between analog computing, by hand computing, and digital computing and I think to really understand what you are doing it is important to really do things by hand in the real physical world. It slows you down, it gives you time to think about what you are doing and, I think, to have a better sense of what is happening, if you engage the physical world opposite to the just digital. Not that I have anything against computers.. I don't, it is just really important to have the physical hands on slow computation (...)*

---

<sup>330</sup> | Terry Knight ist Professor am Architekturstudium des MIT in Cambridge, USA. Ihr, im Jahr 1994 veröffentlichtes Buch „Transformations in Design“, gilt heute als die beste Einführung in die Welt der Form- Grammatik. Zudem wurde Form- Grammatik dabei auf das Werk der Künstlergruppe De Stijl übertragen. Knights Arbeit bezieht sich auf Form- Grammatik, sowie andere Berechnungsmodelle, welche zu neuartigem Design führen. Die Ausbildung von Knight erfolgte am „Nova Scotia College of Art and Design“ in Nova Scotia, Kanada, sowie an der Universität von Kalifornien in Los Angeles, USA.

<sup>331</sup> | Vgl. Terry Weissman Knight in | Transformations in Design: A Formal Approach to Stylistic Change and Innovation in the Visual Arts | 1994

**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Der gebürtige deutsche Architekt Karl Unglaub ist Projektleiter bei Miralles Tagliabue, EMBT in Barcelona. Unter anderem war er Projektleiter des Park Diagonal Mar in Barcelona, des Schottischen Parlaments in Edinburg, des Hafencity Projekts in Hamburg und vieler mehr.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Während meiner Karriere habe ich Herrn Unglaub im Miralles Tagliabue Büro, durch Zusammenarbeit an diversen Projekten, vor allem an der Hafencity in Hamburg, kennengelernt. Basierend auf diversen Diskussionen über mein Forschungsthema und die Erfahrung vom Herrn Unglaub, fand ich es äußerst interessant ein gemeinsames Interview zu führen.

Karl Unglaub | Jan Kokol | Barcelona, Spanien | 16.12.2008



Architekt Karl Unglaub, wie sehen Sie den Bezug der modernen Architektur in Relation mit massenproduzierten Elementen, basierend auf der persönlichen Erfahrung mit den Projekten wie Diagonal Mar<sup>332</sup>, oder dem Schottischen Parlament<sup>333</sup>? Sind bei solchen Projekten viele massenproduzierte Elemente verwendet worden? Was waren deren Vorteile, sowie deren Nachteile?

KU | Ich glaube, dass in der Zwischenzeit alles massenproduziert wird. Es gibt schon noch sehr viele Teilbereiche handwerklicher Arbeit. Je nach Land existiert der Umstand, dass eigentlich fast alles, so weit es geht, standardisiert wird. Man verspricht sich meiner Meinung nach davon, die Kosten kontrollieren zu können, dass diese somit irgendwo nicht explodieren. In Deutschland zum Beispiel, glaube ich, dass das Land sehr stark auf industrielle Vorfabrikation ausgelegt ist. In Spanien gibt es vielleicht noch teilweise geringe, sowie etwas individuelle Vorfabrikation.

Um nach dem zweiten Weltkrieg der Wohnungsnot in Deutschland entgegen zu wirken, ist die Plattenbauweise forciert worden, da somit billig viele Wohngebäude gebaut werden konnten. Steht der von Ihnen heute beschriebene Umstand der deutschen Vorfabrikation in irgendeiner Weise, mit dem Ergebnis der damaligen Entwicklung in der Nachkriegszeit, in Beziehung? Gibt es einen Zusammenhang?

KU | Ich weiß es nicht, ich glaube es ist eher die Vorstellung, dass Bauen kein industrieller Prozess ist. Dadurch kann es eben perfekter ausgeführt werden. Im Unterschied kenne ich Architekten, welche aktiv in Phoenix relativ hochwertige Einfamilien-, oder Familienhäuser, für wohlhabende Personen bauen. Diese bauen alles vor Ort, welcher Umstand aber meiner Meinung nach auch kulturell bedingt ist. Sie bauen ihre Treppen, Stahltreppen, welche relativ aufwendig sind, vor Ort. Dies würde in Deutschland nie so gebaut werden. Dort wird alles lieber in der eigenen Werkstätte hergestellt und dann an die Baustelle transportiert. Man kann somit genauer produzieren. Die Vorgehensweise ist mentalitätsbedingt, oder kulturellbedingt. In Spanien ist vielleicht schon mehr ein handwerkliches Können vorhanden, oder war es zumindest in der Vergangenheit. Das Büro EMBT hat früher mit einem Stahlbauer zusammen gearbeitet, der die ganzen speziellen Formen von den Pergolen gebaut hat. Dies ist meiner Meinung nach vom Kulturraum abhängig und von dem, was zur Verfügung steht.

---

<sup>332</sup> | Der Diagonal Mar Park befindet sich in Barcelona und wurde 2002 eröffnet. Es verbindet die „Avinguda Diagonal“, die „Carrer Taulat“ und das Meer. Es ist ein großer Park, welcher mit seinen etlichen Wegen verschiedenen Baumästen ähnelt. Die Transformation, in Form von Rekreativbereichen, findet statt. Ein großer Wasserbereich beinhaltet spektakuläre Pergolen. Diese sind wie Vögel auf dem Wasser ausgebildet. Die Präsenz des Wassers wird durch die dichte Vegetation verstärkt. Künstliche Hügel lassen die Distanz und die Relation zu nahen Hochhäusern verschwimmen. Riesige Keramikvasen sind mit der Vegetation verknüpft und erinnern an einen Hausgarten. Die seitliche Form der Keramikvasen zeigt die Silhouette des Architekten, sowie der Architektin, selbst. Spezielle Sitzbänke, Keramikfliesen und Pergolen zeugen vom eigenen Charakter des Diagonal Mar Park.

<sup>333</sup> | Das Schottische Parlament wurde 2004 in Edinburgh, Schottland feierlich eröffnet. Das Design bezieht sich auf das Land selbst. Es ist kein monumentales Gebäude, sondern zeugt von einem psychologischen Konzept. Der Vorraum wird von einem natürlichen Amphitheater gebildet. Das Dach deutet auf die Form eines umgedrehten Schiffes hin. Tageslicht hatte einen starken Einfluss auf die Strukturierung der „Assembly Buildings“. Unendlich viele Spezialelemente sind für die Herstellung des Gebäudes verwendet worden, da das Gebäude selbst künstlerisch anders formuliert ist. Vier Türme, mit blattförmigem Grundriss, steigen empor. Diese beinhalten sechs Sitzungssäle, Büroeinheiten, Großraumbüros und Konferenz- wie auch Speiseräume. 2005 gewann das Parlament den „Stirling Prize“.

Beziehen Sie sich mit den Pergolen auf den Diagonal Mar Park?

KU | Genau, auch an alle Pergolen, welche vorher produziert worden sind. Speziell beziehe ich mich auf die Pergolen des Diagonal Mar Park, und auf ältere Projekte wie Icaria<sup>334</sup>. Es sind viele nach dieser Art gebaut worden.

Das bedeutet, dass diese schon im Werk vorgefertigt worden sind?

KU | Es wird schon immer in der Werkstatt vorgefertigt. Im Zusammenhang mit dem Projekt Diagonal Mar waren wir in der Werkstatt, als diese Spirale aufgebaut und vorbereitet wurde. Bei diesem Unternehmen war es folgendermaßen, dass auch, wenn die Zeichnung nicht hundertprozentig gelöst war, die Struktur selbst am Ort angepasst worden ist. Im Gegensatz zur Pergola in Hamburg. Diese ist in 3D komplett konstruiert worden und ist darauf in der Werkstatt aufgebaut, sowie nachträglich, abgebaut worden. Aber ich sage einmal, dass es schon ein klarer Unterschied ist, dass bei der deutschen Produktion weniger Improvisation gewollt wird. Die Deutschen wollen es klar machen, möglichst alles kontrollieren und dann vor Ort mit wenigen Komplikationen aufbauen. Ich denke, dass man in Spanien schon noch mehr zur Improvisation bereit ist. Meiner Meinung nach gibt es dann wiederum so rechtliche Belange, aufgrund derer man wahrscheinlich irgendwann sagt, dass das Risiko nicht mehr abgedeckt werden kann und man aussteigen möchte. Zudem denke ich, dass der kulturelle Aspekt sehr wichtig ist.

Seit einigen Jahren arbeiten Sie an der Platzgestaltung der Hafencity<sup>335</sup>. Wird bei diesem Projekt auch auf Vorfabrikation zurückgegriffen, um beispielsweise vorgefertigte Stahlbetonelemente, einzufügen?

KU | Die gesamten Treppenelemente, werden als Fertigteilelemente vorgefertigt und damit kann schon eine Qualität erzeugt werden, welche mit einem, vor Ort gegossenem, Betonteil nie erreicht werden könnte. Gerade für das Erscheinungsbild, mit welchem man direkt in Kontakt kommt, ist es demnach schon wesentlich, dass dieser Qualitätscharakter ausgestrahlt wird.

---

<sup>334</sup> | Das Icaria Projekt an der „Passeig Nova Icaria“ in Barcelona, Spanien wurde 1992 fertig gestellt. Die Überdachungsskulpturen sind in Form von Pergolen ausgeführt und schützen die Besucher vor diversen Witterungseinflüssen. Die Pergolen sind aus Stahl und die Überdachungselemente aus Holz hergestellt worden.

<sup>335</sup> | Die Platzgestaltung der Hafencity in Hamburg, Deutschland soll 2011 eröffnet werden. Das Büro Miralles Tagliabue ist für drei Freiraumprojekte auf dem Areal verantwortlich, die Marco Polo Terrassen, die Magellan Terrassen und den Sandtorpark. Dazu kommen noch Spezialplattformen im Wasser, welche eine Bootsanbindung ermöglichen, wie ebenso ein Restaurantgebäude. Das Dach des Restaurantgebäudes ahmt die Flügel eines Vogels nach und wird aus vorgefertigten Elementen hergestellt.

Es handelt sich bei der Vorfabrikation demnach vor allem um Qualität und nicht so sehr um Formgebung. Wäre es sinnvoll eine komplizierte Formgebung vor Ort, durch spezielle Schalungselemente und ähnliche Hilfsmittel, herzustellen?

KU | Die Hersteller würden diese Idee nie verfolgen, also vor Ort diese Betonelemente herzustellen, denn es wäre einfach zu aufwendig. Es existieren auch noch komplizierte Teile in dem Ganzen, welche inkludiert sind. Zur Zeit wird eine Treppenanlage ausgemessen, welche sich in die Gründung einschneidet. Da wird jedes anzupassende Element mit einem Styroporformstück vor Ort angepasst und nachträglich im Werk gegossen. Die komplizierten Formen werden also komplett, sowie sehr genau, hergestellt.

Ist es wichtig eine Qualitätskontrolle vor Ort, also direkt an der Baustelle, welche kontrolliert, ob die Formgebung genau eingehalten und die Zusammensetzung der Fertigteile korrekt durchgeführt wurde, zu integrieren?

KU | Ich behaupte, dass es natürlich die Planung ist, welche vorher wichtig ist. Von Wichtigkeit ist aber auch die Auswahl einer Firma, die im Grunde extrem qualitativ hochwertig arbeitet. Eine schlechte Firma kann sich auch so anstrengen, kann aber die verlangte Qualität nicht garantieren. Eine gute Firma ist darauf spezialisiert, komplexe Teile herstellen zu können. Natürlich verlangt diese am Ende auch den dementsprechenden Preis.

Sind bei dem architektonischen Meisterwerk, dem Schottischen Parlament, auch viele vorgefertigte Teile implementiert worden?

KU | Es wird versucht jedes Element, auf eine möglichst rationale Fabrikationsweise, zu optimieren. Es gibt einige Betonfertigteile, die sich ständig wiederholen. Dann existieren ganze Fassadenverkleidungen, die „B- Windows“, deren Grundteile nicht aus Standardelementen herstellbar waren. Diese wurden somit rationalisiert hergestellt. Die Decken in den „Committee Rooms“ sind eigentlich Freiformen, oder relativ freie Formen, und wurden von einem Schiffsbauausstatter hergestellt. Dieses spezialisierte Unternehmen ist dann wirklich optimiert darauf, solche Elemente rational herzustellen. Natürlich ist es auch wichtig, wie die Unterkonstruktion aufgebaut wird. Auf eine gewisse Art ist alles rationalisiert aufgebaut.

Bedeutet dies, dass zudem ebenso auf standardisierte massenproduzierte Teile, zurückgegriffen wurde?

KU | Es ist ein Dialogprozess. Das heißt, dass eine Vorgabe weitergeleitet wird, welche im Entwicklungsprozess so angepasst wird, dass diese sowohl die formalen Kriterien erfüllen kann, aber andererseits auch produktionstechnisch sinnvoll ist.

**Bergen für Sie die digitalen Methoden Vorteile, welche die Formgebung genauer kontrollieren können?**

KU | Das weiß ich nicht. Wir benutzen hier Computer, aber Computer sind für uns nicht das Wichtigste. Für uns ist der Dialog mit den Firmen von vornherein wichtig, um ein konstruktives System zu entscheiden, welches variiert werden kann. Es ist eher wichtig, dass wir eine Form definieren und dann mit dem Produzenten, oder Herstellern, den optimalen Weg finden, statt es abstrakt am Computer zu entscheiden, wie es zu rationalisieren ist. Diese Firmen nutzen dann ihre Programme und ihre Optimierungsprozesse. Beim Restaurant<sup>336</sup> haben die beauftragten Firmen ihre Möglichkeiten, den Wasserabfallwinkel, oder eine bestmögliche Teilung der Sparren festzulegen. Da haben diese die Spezialprogramme dafür, die Form zu optimieren. Diesen Umstand finde ich eigentlich in dem Sinn sinnvoller, weil die Firmen ihre Parameter genauer, als ein Architekt, bestimmen können. Wenn ich mich in so eine Welt begeben würde, werde ich nie die Kompetenz erreichen, wie jemand der zum Beispiel Dächer konstruiert, sowie Bleche verlegt. Es ist wesentlich besser im Dialog mit der Firma zu entscheiden, nach welchen Kriterien das Dach zu verlegen ist, im Gegensatz zu einem von mir vorgelegten abstrakten Computermodell. Das ist natürlich ein Spiel, gewisse Dinge werden mit dem Computer generiert, oder es besteht zumindest die Möglichkeit, aber ohne den kompetenten Partner sehe ich nicht, dass eine Optimierung möglich ist.

**Wie sind die Pergolen beim Diagonal Mar Park im Endeffekt konstruiert worden, damit diese ihr heutiges Erscheinungsbild haben annehmen können?**

KU | Die Pergolen beim Diagonal Mar sind wirklich handwerklich, auf der Grundlage der vorgegebenen Form, hergestellt worden. In dem Sinn hatten die Pergolen nicht einen rationalsten Herstellungsprozess. Es gab eine Grundgeometrie, welche bewusst auf Kreise basierend aufgebaut wurde, um die Elemente bei der Herstellung einigermaßen rational biegen zu können. Die Elemente an sich sind nicht in dem Sinn in Massen hergestellt worden, dass diese produktionstechnisch so optimiert hätten werden müssen.

---

<sup>336</sup> | Das Restaurant ist für die Marco Polo Terrassen in der Hafencity in Hamburg, Deutschland konzipiert. Das Dach ist den Flügeln von Seemöwen in abstrakter Weise nachempfunden. Die Planung ist größtenteils abgeschlossen und EMBT wartet auf den Baubeginn.

Haben sich diverse Elemente der Pergolen mehrmals wiederholt, beziehungsweise sind diese Teilelemente in größeren Mengen individualisiert hergestellt worden? Ist eine solche Produktionsweise nur der Mittel zum Zweck?

KU | Da ist meiner Meinung nach das eigentliche Potenzial dieser Produktionsweise an diesen Pergolen nicht ausgeschöpft worden. Die Form besteht schon primär aus einigen, sich wiederholenden, Elementen. Es ist dann der Versuch den irrationalen Prozess zur Herstellung zu verfolgen, doch die Elemente an sich sind nicht rational genug, um diese komplett rational herstellen zu können.

Sind diese Elemente komplett im Werk zusammengestellt und nachträglich zur Baustelle transportiert worden?

KU | Beim Diagonal Mar Park weiß ich es nicht genau. Bei dem Projekt in Hamburg läuft es nach dem Prinzip ab, dass die Elemente zuerst im Werk zusammengebaut, danach wieder demontiert und letztendlich zur Baustelle transportiert worden sind. Die Hersteller in Deutschland sind in der Entwicklung wesentlich weiter. Für die Zulieferung zur Baustelle mussten diese Elemente quer durch Deutschland transportiert werden und konnten somit nicht als zusammengebaute Pergolen transportiert werden.

Handelt es sich dabei um Transportkosten, in Form von Sondertransporten, welche durch die Dimension der Lieferung zu hoch wären?

KU | Die Pergolen kann man nicht transportieren, da keine Brücke für den Transport breit genug gewesen wäre, sowie durch andere ähnliche Umstände ist es nicht möglich. Somit wurden die Pergolen nie als ein Ganzes, sondern immer in einzelnen Elementen, transportiert.

Wie beurteilen Sie die Verwendung von massenproduzierten Elementen? Denken Sie bei Ihren Entwürfen schon teilweise an Massenfabrikation, beziehungsweise eine rationale Vorfabrikation, wobei der Zeitfaktor bei der Herstellung ebenso eine wesentliche Rolle spielt? Oder sind Sie beim Entwurfsprozess frei von solchen Gedanken, welche sich auf die Herstellungsoptimierung, beziehen?

KU | Das ist immer ein Spiel von mehreren Ebenen. Je mehr man arbeitet, je mehr man lernt, desto mehr durchdringt sich das. Wenn man berücksichtigt, dass ein Element mehrmals miteinbezogen und wieder modifiziert werden kann, wird es immer spielerischer und deswegen ist der Prozess nicht mehr so starr, bewegt sich somit zu verschiedenen Wertigkeiten, zu bestimmten Zeitpunkten, bis alles schlussendlich gut zusammenpasst.

Wie sehen Sie die Zukunft der digitalen Methodik, im Zusammenhang mit der digitalen Architektur und dem Design, basierend auf spezieller Computersoftware?

KU | Das kann ich schwer beurteilen. Wir sind auf dem Gebiet nicht das Büro, welches den Schwerpunkt seiner Untersuchungen, seiner Gewichte, darauf orientiert. Es ist ein Teil von einem größeren Ganzen. Es wird immer soweit berücksichtigt, wie es uns unsere zur Verfügung stehenden Mittel ermöglichen und soweit es wirklich Sinn für die Produktion ergibt. Denn nur als Selbstzweck bringt die Idee von der Vorfabrikation auch nichts, wenn mir keine Firma zur Verfügung steht, welche nach dieser Art arbeitet. Es macht keinen Sinn, irgendwelche vorgefertigten Betonfertigteile in Erwägung zu ziehen, wenn diese letztendlich von der produzierenden Firma, nicht ausgeführt werden können.

Es handelt sich somit immer um die Kollaboration mit der Firma, welche für die Herstellung verantwortlich ist. Können sich eine enge Kollaboration, sowie ein genormter Standardisierungsgrad, negativ und einengend auf den Entwurfsprozess auswirken?

KU | Es hat viel damit zu tun, was zur Verfügung steht. Mit welchen Partnern wir zusammenarbeiten, welche Mittel vor Ort zur Verfügung stehen. Dieser Umstand ist nicht einmal negativ, es muss nicht alles nach einer Art gemacht und optimiert werden. Es kann zum Beispiel auch ganz interessant sein, mit irgendwelchen Schreinereien, die gar nicht standardisiert sind und der Standardisierungsgrad von Land zu Land unterschiedlich ist, zusammen zu arbeiten. Eine zu starke Standardisierung kann auch das Ganze „killen“, wenn es sich nur noch um genormte Fensterprofile mit komischen Dichtungslippen und ähnlichen Details handelt. Dies kann ein Problem werden und somit ist es natürlich schon interessant, individuelle Fensterrahmen aus Holz herzustellen. Es ist aber immer das Spiel, wie man mit dem Ganzen umgeht. Man muss aber aufpassen, da genormte Produkte einem fast schon jeden Spielraum nehmen können.

Das Architekturbüro Miralles Tagliabue ist eigentlich für ihr künstlerisches Design bekannt. Ist es vorsehbar, dass im Büro in Zukunft mehr Wert auf standardisierte Elemente und Computerprogramme für das Design gesetzt wird? Oder wird das Büro seinem künstlerischen, sowie handwerklichem Prozess, treu bleiben und sich in diese Richtung weiterentwickeln?

KU | Ich weiß nicht, ob es sich hierbei um ein Missverständnis handelt. Ich sage einmal, dass die klassischen Projekte, welche hier entstanden sind, immer ein Grad der Freiheit waren, aber genauso mit einem hohen Grad an Kontrolle und dem Wissen, wie der Entwurf produziert wird, entworfen wurden. Ich weiß nicht, wie sich dies ändern wird, aber es sind der Weg, wie das Vorgehen, welche die Tradition vorgibt.

Wie sehen Sie den Vergleich von EMBT mit anderen internationalen Büros, wie zum Beispiel dem Architekturbüro Coop Himmelblau in Wien? Deren Designprozess verläuft auf der Grundlage eines physischen Modells, welches mit einem 3D Scanner in ein 3D Datenmodell umgewandelt, und dann auf digitaler Basis weiterverarbeitet wird. Wären solche, oder ähnliche Designprozesse, für Sie und das Architekturbüro Miralles Tagliabue sinnvoll oder gewollt?

KU | Jedes Büro hat seine eigenen Prozesse. Diese sind aus einer bürogeschichtlichen Grundlage und Wissen entstanden. Coop Himmelblau entwerfen schon Gebäude, die einen hohen Anspruch erfüllen. Bei jedem einzelnen Projekt kann man auch nicht vorher bestimmen, wie am Ende das Ergebnis sein wird. Das Büro Coop Himmelblau hat seine Art, mit dem Prozess umzugehen. Der wichtigste Aspekt an jeder Vorfabrikation ist ja nicht, dass alle nach dem gleichen Schema arbeiten, sondern dass jeder seinen Weg nutzt und diesen so überzeugend wie möglich umsetzen kann.

Können Sie es sich konkret, am Beispiel des geplanten Restaurants der Hafencity, vorstellen, dass großformatige Teile komplett im Werk vorgefertigt und zusammengebaut werden? Könnten diese anschließend direkt an die Baustelle transportiert werden, da die Elemente nicht so groß, wie die Pergolen des Diagonal Mar, dimensioniert sind?

KU | Das Dach des Restaurants wird nach diesem Prinzip hergestellt. Dies wird nach dem Schema ausgeführt. Deswegen haben die ausführenden Firmen gewisse Radian vorgegeben, welche sie herstellen können, um das Dach zu optimieren. Es handelt sich um Leimholzbinder, welche im Werk hergestellt werden und vor Ort, mit Hilfe von Stahlträgern als Justierungshilfe, in Position gebracht werden. Vor Ort wird nichts mehr produziert. Ein wichtiger Aspekt sind die Zeitabläufe, denn es kann nicht einfach vor Ort etwas gebastelt werden. Die Firmen arbeiten mit technischen Leimanlagen, sowie Schneidanlagen, im Werk. Diese können nicht vor Ort verwendet werden. In dem vorher beschriebenen Einfamilienbereich in Amerika, kann meiner Meinung nach so vorgegangen werden, aber bei der europäischen Produktion würde man nicht nach diesem Prinzip arbeiten.

Um welche weiteren positiven Argumente handelt es sich ihrer Meinung nach, bei der Vorfertigung im Werk?

KU | Es handelt sich um Rationalität und den Umstand, wie man schneller produzieren kann, sowie auf welchem Gebiet mehr die Maschine eingesetzt werden kann. Gerade in den lohnintensiven Ländern wird darauf geachtet, dass möglichst viel mit maschinellen Mitteln gefertigt wird, um Lohnkosten einzusparen.

Wie sehen Sie die Zukunft der Vorfabrikation im Zusammenhang mit der Architektur?

KU | Wenn ein Projekt ausgeführt wird, arbeitet man nicht allein und ist in ein Umfeld einbezogen. Dieses Umfeld bestimmt, welche Mittel zur Verfügung stehen und dies entscheidet, welche Richtung eingeschlagen werden kann. Ich habe keine Ahnung was Computer alles übernehmen können, oder nicht. Der Unterschied ist der, dass Architektur in dem Sinn weder ein Handwerks- oder Industriebetrieb, der ein Endprodukt herstellt, ist, sondern eben eine Plangrundlage erzeugt. Experten, welche sich um Produktionen kümmern, wissen besser darüber bescheid, wie etwas rational herzustellen ist. Dies steht im Gegensatz zu jemandem, der den Gesamtüberblick, oder die Gesamtkonfiguration, ermittelt. Aus diesem Wissen und dem gegenseitigen Austausch, entsteht dafür eine gewisse Sensibilität. Ich glaube nicht, dass man als Architekt sagen kann, wie alles unbedingt ausgeführt und produziert werden soll. Man kann es schon vorgeben, dann entstehen aber Gebäude die aussehen, als wären sie perfekt auf ein Material, oder eine Produktionsweise angepasst. Das ist dann vielleicht eine simple Geometrie, aber es sind keine billigen Gebäude. Etwas fugenlos herzustellen ist auch nicht einfacher als eine komplexe Geometrie auszuführen. Es ist dieses Spiel, oder diese Wertigkeit, welches Endergebnis man erreichen möchte. Ob nun das perfekte Detail entscheidend, oder eine allgemeine Wahrnehmung des Raumes mit einer gewissen Ausstrahlung wichtig, ist.

Ist ihrer Meinung nach, die Arbeit des Architekten somit eher nur der Design-, beziehungsweise der Planungsprozess, da der Herstellungsprozess von den ausführenden Firmen komplett übernommen wird?

KU | Es kann schon im klassischen Sinne alles vorgegeben werden. Gewisse Dinge kann man vorgeben, welche meiner Meinung nach jede Firma ausführen könnte. Man kann gewisse Firmen aussuchen, die mehr kompetent, oder eben weniger kompetent sind. Primär kann man jedes Detail bis in die kleinste Fuge genau definieren. Nach einem Gespräch mit der ausführenden Firma kann man aber deren Möglichkeiten in Erfahrung bringen. Es kann ein gewisser Rahmen vom Architekten vorgegeben werden, wie zum Beispiel die Art, wie eine Kante in Erscheinung treten soll, oder dergleichen. Dies kann schon alles im Dialog diskutiert werden. Meiner Meinung nach sind die besseren Gebäude jene, welche nicht ein starres System beinhalten, oder es zumindest durchkämpfen wollen. Gute Gebäude sind jene, welche in der Lage sind, die Idee mit deren Umgebung zu interpretieren, sowie mit eigenen Entstehungsgründen zusammenbringen.

Die Ideologie, nach dem das Büro Miralles Tagliabue vorgeht, ist in der Architekturwelt einzigartig. Die gebauten, sowie geplanten Gebäude sprechen ihre eigene Architektursprache und zeugen von kühner Designhandschrift. Das Restaurant in der Hafencity wird auch sicherlich ein äußerst interessantes Gebäude.

KU | Es war auch ein guter 3D Spezialist, welcher es in Zusammenarbeit entworfen hat (lacht) (bezieht sich auf den Interviewer).



Ich möchte mich recht herzlich für das Interview bedanken. Vielen Dank.

KU | Bitteschön.

Wenn von verschiedenen Fabrikationsweisen und Vorfabrikation gesprochen wird, ist es wichtig die Umgebungszustände zu beachten. Es wird aufgezeigt, dass eine analoge Verbindung zwischen dem Architekten und der Ausführungsfirma von großer, sowie wichtiger Bedeutung ist. Diese Verbindung untereinander sollte schon so früh wie möglich in der Designphase stattfinden. Wenn das Design, ohne Rücksicht auf die ausführenden Unternehmen, weitergeführt wird, kann es im Nachhinein zu vielen Änderungen, sowie Komplikationen beim Design kommen und sich negativ auf die Zeitplanung, wie die Kosten auswirken. Wichtig ist auch zu eruieren, welche Möglichkeiten für das Konzept zur Verfügung stehen und rational produziert werden können.

Der Grad der Vorfabrikation ist von Land zu Land unterschiedlich und hängt stark von der Mentalität, wie auch vom Arbeitslohn ab. Länder mit niedrigem Arbeitslohn setzen weniger Gewicht auf Vorfabrikation, da die Menschen welche bereit sind für sehr wenig Geld zu arbeiten, für den Unternehmer billiger sind, als eine kostenintensive maschinelle Fabrikanlage. Wenn es einmal dazu kommt, dass der maschinelle Prozess kostengünstiger sein wird, als die billigste Arbeitskraft, dann wird die Produktion neue Wege einschlagen. In vielen Ländern ist dies schon der Fall. Aus dieser Zukunftsvision würde sich ergeben, dass die Produktion wieder direkt neben der Firma selbst situiert werden könnte<sup>337</sup>. So würde zum Beispiel das Unternehmen Apple, dessen Firmensitz in Kalifornien ist, dessen Produktionshallen von Ländern wie China, wieder zu sich nach Kalifornien verlagern, wie es auch ursprünglich der Fall war. Die eventuell höheren Grundstückspreise in Kalifornien wären kein plausibles Argument, welches gegen die heimischen Produktionshallen sprechen würde. Es muss aber berücksichtigt werden, dass in den heimischen Produktionshallen zum Großteil alles automatisiert wäre und dadurch nicht viele Arbeitsplätze geschaffen werden würden. Ob die Transportkosten dadurch gesenkt werden würden, hängt von der Marktnachfrage, bezogen auf die importierenden Länder weltweit, ab.

Qualität hat auch seinen Preis und somit ist es nachvollziehbar, professionelle Firmen zu beauftragen, welche auf ihrem Gebiet spezialisiert sind. Dies bedeutet auch, dass nicht unbedingt der Architekt alles bis ins Detail lösen und analog jede denkbare Computersoftware beherrschen muss. Der Architekt übernimmt die Rolle des Künstlers, sowie Aufsehers und leitet die beauftragten Unternehmen bis zu einem erfolgreichen Abschluss des Projektes. Nach einem Gespräch mit Prof. Dr. Ing. Harald Kloft<sup>338</sup> an der Technischen Universität Graz, hat sich ein ähnliches Bild des Architekten gezeigt. Der Architekt kann nur im Team mit verschiedenen Experten erfolgreich ein komplexes oder größeres Vorhaben umsetzen. Dieses Team von unterschiedlichen Experten macht die Stärke der gemeinsamen Kompetenz aus<sup>339</sup>.

Die Kultur- und Landunterschiede, auf welche sich Architekt Karl Unglaub bezieht, sind vollkommen nachvollziehbar. Spanien ist ein Land, welches sich in der

---

<sup>337</sup> | Vgl. Stan Davis in | Future Perfect | 1996

<sup>338</sup> | Prof. Dr. Ing. Harald Kloft wurde 1963 geboren. 1990 wurde ihm der akademische Grad im Bauingenieurwesen an der TU Darmstadt verliehen. Von 1991 bis 1993 arbeitete er als Projektmanager für die Firma Strabag Bau AG. Von 1993 bis 1998 forschte er an seiner Dissertation an der TU Darmstadt. Von 1998 bis 2001 war er als Projektleiter im Büro Bollinger + Grohmann tätig. Von 2000 bis 2002 agierte er als Professor für Bauingenieurwesen an der TU Kaiserslautern und als Vertragsprofessor an der Städelschule in Frankfurt am Main. Seit 2002 ist er Inhaber und Partner des Architekturbüros „OSD office for structural design“ in Frankfurt am Main. Als Vertragsprofessor war er ebenso an der TU Graz tätig. Momentan lehrt Prof. Kloft an der TU Braunschweig.

<sup>339</sup> | Vgl. Kapitel 2.3 | ARCHITEKTURTRENDS | INTERVIEW | HARALD KLOFT

Architektur noch viel auf handwerkliches Können bezieht und dieses auch zu würdigen weiß. Ein Meisterbeispiel dafür ist ein Werk an den Jugendstil angelehnt. Antoni Gaudis Casa Mila, im Herzen Barcelonas, hat eine interessante Geschichte. Die frei geformte Steinfassade wurde ausschließlich handwerklich hergestellt. Die Kunst der Steinbearbeitung wurde zu jener Zeit sehr geschätzt<sup>340</sup>.

Der Versuch handwerkliche und vorgefertigte Produktion zu vereinen, ist bei dem Schottischen Parlament gut gelungen<sup>341</sup>. Standardisierte Betonfertigteile wurden mit handwerklichen Elementen kombiniert. Alle Elemente fließen ungezwungen ineinander und es entstehen keine forcierten Problembereiche. Interessant ist auch die Tatsache, einen Schiffsbauausstatter in das Projekt einzubeziehen, damit dieser die geforderten Formen herstellen kann. Das Architekturbüro Miralles Tagliabue ist für seine Kreativität und eine außergewöhnliche Herangehensweise an Form und Material, bekannt. Experimente sind oftmals die Grundlage der Entwürfe und wenn ein Konzept nicht umsetzbar erscheint, wird in anderen Industriegebieten nach einer Lösung gesucht. Nach ähnlichem Schema verläuft es auf dem Gebiet der Computerprogramme, beziehungsweise spezieller Software. Das wohl bekannteste Beispiel ist Frank Gehrys Anwendung von CATIA<sup>342</sup>, für die Umsetzung des Guggenheim Museums in Bilbao<sup>343</sup>.

Die Vorfabrikation von architektonischen Elementen ist in Relation zur Größe und Umfang. Prinzipiell könnte fast alles in der Werkstatt nach Vorlage zusammengebaut und an den Bestimmungsort transportiert werden. Wenn die Größe es nicht mehr erlaubt, das Endprodukt auf normalen Straßen anzuliefern, dann muss dieses Endprodukt in Einzelteile aufgelöst und transportiert werden. Der Transport mit einem Hubschrauber wäre auch denkbar, wenn die Größe und das Gewicht des Endproduktes dies erlauben. Es ist aber vor allem auch eine Kostenfrage und es muss eruiert werden, was sinnvoll ist. Jedes Projekt ist anders und wird von unterschiedlichen Umständen beeinflusst. In Schweden beispielsweise, musste ein gesamtes Dorf, auf Grund von Erosion, umgesiedelt werden. Die Entscheidung fiel auf den Transport von kompletten Einfamilienhäusern. Diese wurden einzeln aus der Erde ausgegraben und auf einen speziellen Tieflader gesetzt. Der Tieflader transportierte das ganze Einfamilienhaus langsam zur neuen Destination. Die Kosten für diesen Spezialumzug waren dementsprechend hoch und der Transport nahm viel Zeit in Anspruch. Dennoch war es kostengünstiger und vor allem viel schneller, den Umzug nach diesem Prinzip auszuführen, anstatt die Einfamilienhäuser auseinander zu bauen und die Einzelelemente zu transportieren, wie letztendlich neu zusammenzubauen.

In dem slowenischen Schigebiet Stari Vrh wurde 2006 eine neue Sesselliftanlage gebaut. Die alte Sesselliftanlage, welche noch handwerklich vor Ort montiert wurde, sollte durch eine größere und modernere ersetzt werden. Nach dem Abbau der alten Pfeiler und einer neuen Grundierung vor Ort, wurde ein Helikopter samt Besatzung aus der Schweiz angemietet. Dieser stellte in nur einem Tag die neuen Pfeiler im zusammengebauten Zustand in Position, wobei diese nachträglich mit der Grundierung manuell verbunden wurden.

---

<sup>340</sup> | Vgl. Antonietta Iolanda Lima, Annalaura Pistarino in | Antoni Gaudi: Casa Mila, Barcellona | 2002

<sup>341</sup> | Vgl. Enric Miralles, Benedetta Tagliabue in | Miralles Tagliabue Work in Progress | 2006

<sup>342</sup> | CATIA, oder „Computer Aided Three- Dimensional Interactive Application“, ist eine Spezialsoftware der französischen Firma Dassault Systemes, welche vor allem auf dem Gebiet des Flugzeugbaus verwendet wird. Immer öfter findet diese Software bei architektonischen Projekten Anwendung. Der Vorteil der Software ist, dass diese 3D Operationen sehr genau ausführen kann. Dazu arbeitet das Programm auf Parameterbasis.

<sup>343</sup> | Vgl. Bruce Lindsey in | Digital Gehry | 2001

### JAPAN ALS TREND

Bevor die Thematik der massenproduzierten Wohngebäude in Japan beschrieben wird, soll festgehalten werden, dass Japan ein sehr gutes Beispiel für dieses Spezialthema ist. Einerseits erfordert die extrem hohe Dichte in den Städten eine gut strukturierte und überlegte Wohnkonzeption, andererseits ist Japan im Bereich neuer Technologien als Vorreiter anzusehen. Somit ist es für die Auseinandersetzung mit massenproduzierten Wohngebäuden und industrialisiertem Wohnen, prädestiniert. Japan kann als „Trendsetter“ auf diesem Gebiet angesehen werden<sup>344</sup>.

Die Thematik massenproduzierter Wohngebäude, mit dem wichtigen Faktor der Individualisierung, also „Customization“, soll in diesem Kapitel genauer behandelt werden. Der Aspekt von Massenfabrikation, im Zusammenhang mit Energie, ist ebenso äußerst modern und zukunftsweisend.

Gebäude benötigen ein Sechstel des weltweiten Frischwassers, ein Viertel der Beholzung, zwei Fünftel ihres Stromflusses. Somit bilden sie einen hohen Wirtschaftsfaktor und sind mit dementsprechenden Kosten verbunden. Die Kosten selbst werden von der Produktion und der Nachfrage definiert. Durch moderne Industrialisierung sind die Kosten niedriger und der Überschuss kann in andere Teilgebiete investiert werden. Diese können zum Beispiel bei der Einrichtung, der Qualität oder der Werbung verwertet werden und sichern sich somit eine lukrative Zukunft, da künftige Kunden dies zu schätzen wissen. Der Preis wird nicht gesenkt, jedoch wird von den Herstellern mehr geboten.

Laut einer Studie im Jahr 2003 haben 23% von den Befragten angegeben, dass sie eher kostenintensive Qualitätsgebäude, als konventionelle Standardhäuser, bevorzugen. Dies sei auf den Wunsch der besseren Qualitätswerte bei der Ausstattung, der Zusammensetzung und den verwendeten Materialien zurückzuführen. Diese höheren Qualitätswerte werden bei einigen massenproduzierten Wohngebäuden erreicht. Konzerne solcher Produktionsweisen setzen auf Integration hochwertiger Komponenten in Form der Fußbodenheizung, der Klimaanlage, der Sicherheitsanlage, diverser Photovoltaik Elemente, etc...<sup>345</sup>

In Japan sind massenproduzierte Wohngebäude keinesfalls nur monoton. Die Außen- und Innengestaltung kann auf Wunsch des Kunden angepasst werden. Somit wird von einer Massenproduktion, mit einem gewissen Grad an Individualität, gesprochen. Dieser Grad an Individualität hängt vom Programm des anbietenden Unternehmens und von dem Interesse, sowie dem Gestaltungswunsch des künftigen Käufers, ab. Die ständig wachsende Priorität nach grüner Energie und energieeffizientem Wohnen, hat

---

<sup>344</sup> | Vgl. Richard Florida, Martin Kenney in | Beyond Mass Production: The Japanese System and its Transfer to the U.S. | 1993

<sup>345</sup> | Vgl. Masa Noguchi in | COMMUNICATION APPROACHES TO MARKETING SOLAR PHOTOVOLTAIC HOMES IN JAPAN, The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

die Unternehmen dazu geführt, speziell konzipierte Elemente in die Planung und Herstellung ihrer massenproduzierter Wohngebäude, zu integrieren.

Somit hat das Unternehmen Sekisui Chemical Co., eines der größten Konzerne für massenproduzierte Wohngebäude mit Photovoltaik Integrierung, einen Bericht erstellt, welcher besagt, dass durch das Einführen energieeffizienter Elemente in die Wohngebäude, die Anfrage und somit ebenfalls der Verkaufsstand, gestiegen sind<sup>346</sup>.

Der Preis eines massenproduzierten Wohngebäudes, mit integrierten Energiegewinnungselementen, ist in Japan um einen geringen Anteil höher, als der Preis standardgemäß gebauter Wohngebäude. Das Komfortmaß bei massenproduzierten Wohngebäuden ist ebenso größer. Die Errichtung massenproduzierter Wohngebäude mit integrierten Energiegewinnungselementen ist in Japan zwischen dem Jahr 1994 bis 2003 von 539 Einheiten auf 52,863 Einheiten gestiegen<sup>347</sup>.

Ein neues Wohngebäude zu kaufen ist eine große und kostenintensive Entscheidung. Die Masse der Japaner kauft ein Wohngebäude, oder höchstens zwei, in ihrem gesamten Leben. Somit wollen die Kunden deren Entscheidung genau überdenken und vor allem gut informiert sein.

Mit der Strategie „Zufriedenheit des Kunden“ versuchen Unternehmen neue Kunden für sich zu gewinnen. Das gut geplante Marketingschema hat sich in der Vergangenheit als sehr positiv herausgestellt. Vergleiche sind auch aus anderen Bereichen herauszuziehen und sind nicht nur auf die Bauindustrie zurückzuführen. Die Firma Apple Macintosh verfolgt das gleiche Schema, indem ähnliche Produkte im Vergleich zu anderen Herstellern, teurer sind. Diese Preisdifferenz wird aber durch den guten Kundenservice gerechtfertigt. Die Kosten für das Betreuungspersonal der Kunden werden aus dem Gewinn der verkauften Produkte beglichen. Es wird veranschaulicht, dass großen Unternehmen sehr wohl bewusst ist, dass die Zufriedenheit der Kunden sich bei den Verkaufszahlen widerspiegelt<sup>348</sup>.

#### KUNDE ALS FAKTOR

Um sich wieder zu den Unternehmen massenproduzierter Wohngebäude zu wenden, soll gesagt werden, dass vor Abschluss des Kaufvertrages die Kunden genau über die Produktauswahl informiert werden. Dazu werden sie mit ausreichend Informationsmaterial versorgt und das Kundenservice steht für jegliche Fragen zur Verfügung. Die Motivation dieser Unternehmen ist, nach der eben beschriebenen Werbung und Erziehung, wobei einzelne Elemente genauestens erklärt werden, auch die Wertsicherung. Die Wertsicherung wird in Form von Langzeitgarantien, Wartungsdienstleistungen und einem speziell eingerichteten Kundenservice angeboten.

---

<sup>346</sup> | Vgl. Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

<sup>347</sup> | Vgl. Masa Noguchi in | COMMUNICATION APPROACHES TO MARKETING SOLAR PHOTOVOLTAIC HOMES IN JAPAN, The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

<sup>348</sup> | Vgl. John R. Holland, Tim Young in | Rethinking the Sales Cycle: How Superior Sellers Embrace the Buying Cycle to Achieve a Sustainable and Competitive Advantage | 2009

Parallel können auch Vergleiche mit der Automobilindustrie gezogen werden. Die Automobilindustrie wurde schon immer für ankommende Trends herangezogen und bildet einen sehr starken Wirtschaftszweig. Im Bereich der Massenproduktion ist die Automobilindustrie auf dem neuesten Stand und somit für viele Innovationen verantwortlich. Neben der Massenproduktion ist aber auch die Ausstattung ein großes Thema<sup>349</sup>. Heutzutage gelten auch schon bei Kleinwagen diverse Einrichtungen als Standard. Die Rede ist von Einrichtungen, wie Klimaanlage oder Autoradio mit MP3 Funktion, welche vielleicht vor einigen Jahren als luxuriöse Einzelkomponenten angesehen wurden. Es wird versucht, dem Kunden bei neuen Modellen, immer mehr zu bieten, damit das Interesse geweckt wird und eine Kaufbereitschaft entsteht. Wenn ungefähr alle drei Jahre ein neues Modell eines Autotypen vorgestellt wird, muss dieses mit Neuerungen auf sich aufmerksam machen, sonst ist es nicht von Interesse.

Der Sinn der Werbung ist die Zielverfolgung des Unternehmens, das Interesse des Kunden an sich zu ziehen. In Form von Broschüren, virtuellen Bildern (Renders<sup>350</sup>), digitalen Medien und Modellen wird um das Produkt geworben. Den künftigen Kunden wird es leicht gemacht, an diese Information zu kommen. Unternehmen in Japan investieren ungefähr 3% ihres jährlichen Kapitals in Werbung<sup>351</sup>.

Von großer Wichtigkeit ist auch der Name des Produktes („Brand name“) und das Image des Unternehmens selbst. Von den Kunden wird angenommen, dass Unternehmen, welche viel Geld in Werbung investieren, auch mit hochwertigen Produkten auf den Markt kommen. Kunden massenproduzierter Wohngebäude vertrauen auf die Namen großer Unternehmen und assoziieren diese mit einer hochwertigen Qualität.

Japanische Unternehmen bedienen sich unterschiedlicher Möglichkeiten, um für sich zu werben. In Form von errichteten Hausparks werden ganze Produktserien zur Schau gestellt und für den Besucher „erlebbar“ gemacht. Der Kunde kann auch anhand von Skizzen seine eigenen Ideen umsetzen und diese mit der Verkaufsperson diskutieren. Dieses Anfassen der Materialien und der Materie selbst, kann den Kunden von der hochwertigen Qualität überzeugen. Dies ist ein Problem, welches in der heutigen Welt des Internets noch nicht möglich ist, sondern nur virtuell zur Verfügung gestellt wird.

In Katalogen werden verschiedene Prototypen dargestellt und das Einbinden des künftigen Kunden in den Design-, bzw. in den Zusammenstellungsprozess, wird ermöglicht. Es werden zwei Arten von Katalogen verwendet. Spezielle Kataloge, in welchen das Unternehmen vorgestellt wird, sowie produktspezifische Kataloge, welche Themen im Detail behandeln. Die zweite Art der Kataloge ermöglicht dem Kunden aus einer Vielfalt an Einzelementen seine persönliche Vorstellung vom Gesamtbild zusammenzustellen. Mit Details, wie der Auswahl der Farbe, fühlen sich Kunden noch mehr in den Entwurfsprozess ihres zukünftigen Wohngebäudes einbezogen. Im technischen Bereich werden, mit Hilfe vieler Daten zu den Wohngebäuden, keine Fragen offen gelassen und der Trend der Unternehmen zum ökologischen Design gepriesen.

---

<sup>349</sup> | Vgl. Takahiro Fujimoto in | The Evolution of a Manufacturing System at Toyota | 1999

<sup>350</sup> | Rendering ist ein Prozess, bei dem aus einem 3D Modell ein virtuelles Bild erstellt wird. Dieses enthält, durch Softwareprogramme berechnet, Information über Beleuchtung, Texturen, Geometrie usw. Anhand von Renders wird aufgezeigt, wie künftige Gebäude oder Objekte aussehen werden. Mit Hilfe von Lichtstrahlberechnungen können Schatten und Licht physisch virtuell analysiert, sowie simuliert werden.

<sup>351</sup> | Vgl. Masa Noguchi in | COMMUNICATION APPROACHES TO MARKETING SOLAR PHOTOVOLTAIC HOMES IN JAPAN, The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Um auf Kundenanforderungen und Wünsche gut eingehen zu können, werden mit Hilfe von CAD („Computer Aided Design“) Programmen schnell virtuelle Modelle erstellt. Sobald diese auf den Kunden abgestimmt sind, können sie an die Produktionsabteilung weitergeleitet werden und der Produktionsprozess kann beginnen. Das Gesamtpaket wird durch nachträgliche Kundenbetreuung vervollständigt, um den Kunden zufriedenzustellen. Die meisten Unternehmen massengefertigter Wohngebäude bieten Garantien von bis zu 10 Jahren, sowie kostenfreie Qualitätsinspektionen, an. Dadurch wird erreicht, dass der Kunde, noch vor Abschluss des Kaufvertrages, sein Vertrauen in das Unternehmen gewinnt.

Im Jahr 1999 war der ungefähre Preis für ein herkömmliches Holzhaus bei 1,371 \$/ m<sup>2</sup> und für ein massenproduziertes Wohngebäude bei 1,484 \$/ m<sup>2</sup>. Trotzdem schafften es Unternehmen viele Kunden für sich zu gewinnen, indem sie eine hochwertige Qualität zusicherten. Produkte mit hoher Qualität und applizierten Energiesparmethoden haben im Nachhinein geringere Wartungskosten. Das bereits erwähnte Unternehmen Sekisui Chemical Co. demonstrierte im Jahr 2003, dass durch die Installation von Photovoltaik Elementen die jährlichen Elektrizitätskosten um 49,7% und die CO<sub>2</sub> Emissionswerte um 36,2% gesenkt werden können<sup>352</sup>.

Japanische Unternehmen massenproduzierter Wohngebäude haben ihren kundenorientierten Weg gefunden, um ihre Produkte der Masse erfolgreich anzubieten. Dabei geht es vor allem darum, den Kunden zu lehren, welche Vorteile durch neue Fertigungstechniken entstehen und wie wichtig Qualität im Bereich des persönlich gestalteten Wohngebäudes, ist. Die Betonung liegt auf persönlich und massenproduziert, in sich ein Widerspruch, doch wie das Konzept zeigt dennoch sehr erfolgreich. Willkommen im Zeitalter der „Mass Customization“.

---

<sup>352</sup> | Vgl. Masa Noguchi in | COMMUNICATION APPROACHES TO MARKETING SOLAR PHOTOVOLTAIC HOMES IN JAPAN, The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

## 5.5 | RECYCLING MASSENPRODUZIERTER HÄUSER

Das Recycling ist ein Vorgang, bei dem aus abgenutzter Materie oder Abfall, ein Sekundärrohstoff produziert wird. Es handelt sich ebenso um Produktverantwortung, welche auch die fachgerechte Wiederverwertung und Entsorgung, am Ende ihrer Lebensdauer, beinhaltet<sup>353</sup>. Wenn Materialien mit hoher Wiederverwendung für die Fertigung der Produkte benutzt werden, dann wird das Recycling gefördert. Es ist ein wichtiger Wirtschaftskreislauf und wird in Zukunft verstärkt auftreten<sup>354</sup>.

Schon in der europäischen Antike wurde über die Wiederverwendung von Müll nachgedacht. In Italien wurden Exkrementen von Bauern als Düngemittel verwendet. Beispielsweise wurde in Mailand von Leonardo da Vinci<sup>355</sup> eine Müllabfuhr eingeführt. In der Industriezeit wurde auf verschiedene Güter, aufgrund ihres Mangels, geachtet. Die Industrialisierung begann anfänglich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in England und verbreitete sich langsam in andere Länder Europas, sowie Nordamerikas. Mitte des 20. Jahrhunderts fand diese in Asien und Lateinamerika Einzug. Durch diese neu entstandene Industrialisierung wurde die Abfallmenge, teils durch Fabrikationsprozesse, stark erhöht. Deponien mussten errichtet werden, um der Abfallbeseitigung nachzukommen. Mitte des 20. Jahrhunderts entstanden in den Ländern erste Verordnungen für die Abfallbeseitigung. Ein heute interessanter Trend der Müllbeseitigung ist, den Müll zusammengepresst in die Erde zu vergraben. Solche Konzepte werden beispielsweise in British Columbia<sup>356</sup> verfolgt. Somit werden täglich Unmengen an Müll zu so genannten Deponien gebracht und nachträglich mit Erde verschüttet. Am Stadtrand von Vancouver<sup>357</sup> ist schon eine Hügellandschaft entstanden. Wenn sich das eigene Haus auf einem Mülldeponiehügel befindet, kann dies dem Besitzer wohl auch nicht gefallen. Der Nachteil dieser Methode ist, dass der Müll zwar entsorgt, aber nicht beseitigt wird. Außerdem können Schwermetalle der Umwelt schaden. Müllverbrennung wird ebenso gerne praktiziert, doch belastet dieser Prozess die Umwelt. Als Nutzen durch Müllverbrennung kann auch die energetische Ausbeute angesehen werden. Dabei werden ausgewählte Stoffe mit dem Ziel der Energiegewinnung verbrannt oder vergast. Den Müll ins Weltall zu schießen zeugt von kühner Vision, jedoch ist es keine endgültige Lösung. Es ist eine Tatsache, dass Müll ein großes Problem darstellt, besonders im Industriebereich und in Städten mit einer hohen menschlichen Dichte. Das Recycling ist eine gute momentane Lösung, da durch die Wiederverwendung alter Materialien, keine neuen Materialien geschaffen werden müssen. Oft wird bei dem Prozess des Recycling das Material auch

---

<sup>353</sup> | Vgl. Herbert Lund in | McGraw- Hill Recycling Handbook, 2nd Edition | 2000

<sup>354</sup> | Vgl. Charles H. Lipsett in | 100 Years of Recycling History, from Yankee Tincart Peddlers to Wall Street Scrap Giants | 1974

<sup>355</sup> | Leonardo da Vinci wurde 1452 in Anciano bei Vinci, Italien geboren und ist 1519 in Amboise, Italien zur Ruhe getragen worden. Er war Maler, Bildhauer, Architekt, Musiker, Anatom, Mechaniker, Ingenieur, Naturphilosoph und Erfinder. Sein Genie ist durch seine Werk noch in der heutigen Zeit erlebbar.

<sup>356</sup> | British Columbia ist eine kanadische Provinz an der westlichen Küste des Pazifischen Ozeans. Es ist nach Quebec und Ontario die drittgrößte Provinz Kanadas. Im Nordwesten und Süden grenzt es an die USA. Die größte Stadt von British Columbia ist Vancouver und die Hauptstadt ist Victoria, welche sich auf Vancouver Island befindet.

<sup>357</sup> | Vancouver liegt im Südwesten der kanadischen Provinz British Columbia. Die Bevölkerungszahl der Stadt selbst beträgt ca. 700,000. Der britische Kapitän George Vancouver erforschte diese Region am Ende des 18. Jahrhunderts. Die Stadt Vancouver wurde nach ihm benannt.



minderwertig, oder kann nur einige bestimmte Male wiederverwertet werden<sup>358</sup>. Ein großer Teil der Industrie orientiert sich an der Mülltrennung und nicht nur an der Produktion neuer Produkte.

Papier, in Form von Verpackungen aus Pappe und Papierhandtücher, wird in den entsprechenden Recyclinganlagen unter Verwendung von Wasser zerfasert und kann dann zur Herstellung neuer Produkte auf Papierbasis verwendet werden. Beim Recycling von Papier werden ca. 95% der ursprünglichen Menge wiederverwertet. Schaumstoffe werden zu neuen Schaumstoffprodukten weiterverarbeitet. Spezielle Recyclingfirmen sorgen für die Trennung, sowie die Wiederverwendung von Batterien, wobei Metalle und Kunststoffe getrennt behandelt werden.

Wenn das Recycling im kleinen Maßstab gut funktioniert, kann es analog auch auf einen größeren Maßstab übertragen werden. Dieser kann beispielsweise die Wiederverwendung eines ganzen Gebäudes sein.

Das japanische Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. hat im Jahr 2002 mit einem Recyclingprogramm für massenproduzierte Häuser begonnen. Die eigentliche Produktion geht auf das Jahr 1970 zurück, als das Unternehmen mit dem Zusammenbau von massenproduzierten Häusern begann. Dabei wurde die Automobilindustrie als Vorbild angenommen und es wurde mit gleichen Produktionstechniken gearbeitet. Es wurden mehr als 400,000 massenproduzierte Häuser mit 6,000,000 Einheiten in Japan errichtet. Früher wurden die Einheiten der alten Häuser bei der Demontage weitgehend zerstört, was eine Verschwendung von Energie-, sowie Materialressourcen war<sup>359</sup>.

## HOME- RECYCLING

Alte Häuser sollten demontiert werden, da die Besitzer oft eine Neuordnung der Wohnräume erwünschten. Der Grund war sehr oft nicht der Zustand oder das Alter der Häuser selbst. Der Kunde kann sein altes Haus auf einer Tauschbasis zurückgeben. Somit wurde eine rationale Methode entwickelt, um Gebrauch von den alten Häusern, samt ihrer Einheiten, zu machen. Das Recyclingprogramm, mit dem Hintergrund einer intelligenten Wirtschaftlichkeit, wurde geboren.

Die Häuser können auch in einer Datenbank im Internet begutachtet werden. Separate Einheiten und ganze Kompletthäuser im recycelten, oder neuen Zustand werden dem Kunden zur Schau gestellt. Spezialsoftware hilft bei der Kombination verschiedener Einheiten.

Neue Verordnungen, auf dem Gebiet des Recycling von Konstruktionsmaterialien, sind in Japan im Jahr 2002 eingeführt worden. Das Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. hat durch diesen Umstand, sowie deren Marktforschung entschieden, mit dem Konzept des Recycling ganzer Häuser zu beginnen.

---

<sup>358</sup> | Vgl. Joost G Vogtländer in | Lca: a practical guide for students, designers and business managers | 2011

<sup>359</sup> | Vgl. Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Der Lebensraum Haus wird am Fließband unter strenger Qualitätskontrolle hergestellt. Durch den automatisierten maschinellen Einsatz werden die benötigten Profile millimetergenau hergestellt. Im Jahr 1970 wurde mit der Erstellung der Häuser, bestehend aus Einheiten, begonnen. 80% der Häuser werden im eigenen Werk hergestellt. Ein mittelgroßes Haus ist aus einer Kombination von 10 bis 15 Einheiten zusammengebaut. Diese sind bei momentaner Produktion, als Einheiten aus Stahl oder Holzrahmen konzipiert. Ein wichtiger Faktor beim Produktionsprozess ist ein umweltbewusstes Denken. Dieser Ansatz und die damit verbundene Ideologie wird durch die Einführung des neuartigen Recycling Programms, des „Resource-Recycling“ Häusersystem, noch weitgehend verstärkt. Das Motiv ist auch die Senkung der für die Herstellung notwendigen Ressourcen und des anfallenden Energieverbrauches. Der Energieverbrauch wird bei verschiedenen Herstellungsphasen in unterschiedlicher Größenordnung aufgewendet. Diese sind die Produktion der Komponenten, der Zusammenbau und die Konstruktion, das Benutzen des Hauses, die Demontage und der Abriss. In weiterer Folge entsteht somit auch weniger Abfallmaterial.

Durch Angaben von Sekisui Chemical Co., Ltd. beträgt die durchschnittliche Lebensdauer eines Hauses, samt Produktion, Benutzung und Abriss, ca. 60 Jahre. Beim Abriss eines solchen Hauses entstehen ca. 47 Tonnen Schutt. Bei dieser Schuttmenge gehen ca. 23 Tonnen auf das Fundament und 24 Tonnen auf das Haus selbst zurück. Die Natur wird durch den Abriss, sowie den entstandenen Bauschutt sehr belastet.

In Japan werden jährlich 400 Millionen Tonnen Abfall produziert. Davon entstehen 20% in der Bauindustrie, 23% durch den Groß- und Einzelhandel, 22% durch Landwirtschaft, 7% durch Publikation und Presse, 10% durch Metall und Nicht- Stahl, 4% durch Bergbau und 15% auf anderen Gebieten. 40% des gesamten Abfalls werden recycelt, oder fachgerecht entsorgt und 60% davon werden illegal beseitigt<sup>360</sup>.

## **PRODUKTIONS- PROZESS**

Das Design der Häuser basiert auf Funktionalität und qualitativen Herstellungsprozessen. Verschiedene Modelle, zusammengebaut aus Einheiten, können vom Kunden ausgewählt werden. Der Kunde kann aber auch selbst in Gesprächen mit dem Fachpersonal des Unternehmens, seine eigene Kombination der Einheiten und anderer Elemente erstellen. Das „Parfait“ Modell ist mit einem Flachdach konzipiert und die Außenwände sind mit natürlichen Porzellan Fliesen bedeckt. Das „Heim BJ“ Modell wird durch großformatige Fenster und ein großzügiges Atrium gekennzeichnet. Es ist simpel und modern ausgeführt, um dem Kunden zu gefallen. Das „Two- U Home“ Modell besteht aus hölzernem Rahmen und orientiert sich am nordamerikanischen Hausbau. Die Verwendung von Holz verbindet die Modernität mit Tradition.

Das Planungsverfahren ist durch die Verwendung von Einheiten sehr flexibel. Mehr als 10,000 Teile werden für die Herstellung eines „Heim“ Hauses benötigt. Die Produktion verläuft mit Hilfe von modernsten Technologien, sowie mit einer in den Produktionsprozess eingebundenen Qualitätskontrolle. Der Prozess der Stahlträgerverarbeitung, in Form vom Schneiden, Schweißen und Bohren, wird mit computergesteuerten automatisierten Maschinen getätigt. Für die Verbindung der schweren Außenwände mit dem Rahmen kommen große Maschinen zum Einsatz. Durch dieses System wird ein sehr hoher Grad an Genauigkeit, welcher vor Ort an der

---

<sup>360</sup> | Vgl. Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Baustelle nicht möglich gewesen wäre, erreicht. Beim Bohren beispielsweise wird mit einer Fehlertoleranz von 0,1 Millimeter gearbeitet.<sup>362</sup>

Neben der Verwendung von computergesteuerten automatisierten Maschinen, kommt auch die Arbeit von Experten zum Einsatz. Diese sind auf ihrem Produktionsgebiet spezialisiert, wobei die Effektivität ebenso durch maschinellen Einsatz erhöht wird. Ein interessanter Faktor ist, dass diese Experten im Werk selbst konzentrierter, sowie angenehmer arbeiten können, als auf der Baustelle selbst. Somit kommt es auch zu weniger Fehlern bei der Produktion. Im Werk selbst können auch unterschiedliche Tests ausgeführt werden, welche auf der Baustelle nicht möglich wären. Die Tests beziehen sich auf unterschiedliche Kontrollen des Stahlrahmens, um zu überprüfen, ob dieser seismischen Bewegungen standhalten kann. Lasergeräte kontrollieren die genauen Distanzen zwischen den Bohrlöchern und ähnlichen, mechanisch hergestellten, Prozessen.

Da der Produktionsprozess durch maschinellen Einsatz weitgehend optimiert wurde, wird dadurch bei der Produktion selbst viel Zeit eingespart. Nur 60 Tage vergehen ab der Demontage, oder dem Abriss des alten Hauses, bis zu der Anlieferung des neuen Hauses. Dadurch benötigen die Kunden keine langfristige temporäre Behausung. Das Haus, bestehend aus seinen Einheiten, wird an nur einem Tag an seinem Bestimmungsort aufgebaut. Ungünstige Wetterbedingungen, welche an den herkömmlichen Baustellen für Probleme sorgen, können diesem schnell gefertigten System nichts anhaben. Die Einheiten werden schon im Werk komplett möbliert, um eine hohe Qualität beim Einbau zu gewährleisten.

Die Konstruktion eines „Heim“ Hauses besteht aus einem Stahlrahmen, welcher als eine Einheit definiert wird. An dem Stahlrahmen wird eine Behandlung gegen Korrosion angewendet, um eine möglichst lange Lebensdauer des Materials zu ermöglichen. Da die Rahmenstruktur aus Stahl nur aus Pfosten und Trägern besteht, werden keine zusätzlichen Stützen, oder tragenden Wände benötigt. Durch eine Einheit entsteht ein 50m<sup>2</sup> großer und stützenfreier Wohnraum. Durch fehlende Querversteifungen können großformatige Fenster beliebig angeordnet werden. An der Decke sind auch Fensteröffnungen denkbar.

## BESCHREIBUNG

Keramische Fliesen werden hauptsächlich als Material für die Außenwände verwendet. Diese werden schon im Werk an ihrem Standort fixiert, um die höchst mögliche Qualität zu gewährleisten. Als Option für Außenwände steht auch eine Steinfassade zur Auswahl. Nicht rostender Stahl wird für die Flachdachabdeckung verwendet. Es können aber auch keramische Fliesen, oder Ziegel als Alternative eingesetzt werden.

In Japan müssen Häuser und Gebäude durch die natürlichen Gegebenheiten erdbebensicher gebaut werden. Versuche, bei denen Erdbeben gewisser Stärke simuliert wurden, haben ergeben, dass die Rahmenstruktur des Haustyps „Heim“ des Unternehmens Sekisui Chemical Co., Ltd. nicht beschädigt wird. Bei einem Erdbeben werden hauptsächlich die Verbindungen in der Rahmenstruktur angegriffen. Somit wurden beim „Heim“ System die Verbindungen des Stahlrahmens geschweißt und mit zusätzlichen Stahlplatten verstärkt. Die Pfosten und Träger sind rechteckig verbunden, um gegen mögliche Verformungen zunehmend resistent zu sein. Die

## ERDBEBENSICHERHEIT

---

<sup>362</sup> | Vgl. <http://www.sekisuichemical.com/about/division/housing/factory.html> | 23.01.09 | 12.40

einzelnen verschweißten Einheiten werden mit speziellen Schraubverbindungen miteinander verbunden, damit ein späteres leichtes Demontieren möglich ist. Das Außenwandmaterial wirkt mit einem elastischen Verbindungselement effizient gegen eine mögliche auftretende Vibration. Ein massives Fundament verteilt die Gebäudelast gleichmäßig auf den Boden und verhindert somit, bei einem möglichen Erdbeben, ein Einsinken des Hauses.

Ein weiterer natürlicher Feind, der sich in Japan befindlichen Gebäude, ist der Taifun. Die Häuser sind gut gegen Wind, Regen und Feuer geschützt. Der Innenraum ist mit verstärkten, 12,5mm dicken Gipskartonplatten ausgebaut. Wenn die Tür einer Einheit bei einem Feuer geschlossen wird und somit keine weitere Luft in den Raum gelangt, benötigt das Feuer mindestens 15 Minuten, bevor es den nächsten Raum erfasst. Die Außenverkleidung des Hauses, in Form von SFC Platten, weist auch eine sehr gute Resistenz gegen Hitze auf. SFC Platten sind speziell von dem Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. entwickelt worden. Durch Erhitzung und Kompression von Holzfasern mit Zement, welcher bei Wärme aushärtet, werden die SFC Platten mit einer 2000 Tonnen starken Presse hergestellt. Das Verhältnis der Komposita ist entscheidend, um den SFC Platten die Härte des Betons und die Flexibilität des Holzes zu verleihen. Da Keramik Fliesen sehr wasserabweisend wirken, werden diese in Kombination mit SFC Platten für die Außenwände eingesetzt und sind somit gegen Regen und Wind sehr resistent.

Für die Materialien der „Heim“ Häuser werden nur die geringsten Mengen von Formaldehyden<sup>363</sup> und anderen chemischen Substanzen verwendet. Die Formaldehyd Konzentration eines Raumes wird durch die Menge, abgegeben vom Gebäude selbst und der Lüftung des Raumes, bestimmt. Alle Materialien für den Bau der Häuser werden im Werk nach vorgegebenen Standards ausgesucht. An der Baustelle werden keine neuen Materialien für die Erstellung verwendet. Dies bezieht sich auch auf unterschiedliche Hilfsmittel wie beispielsweise Klebstoffe. Bevor das Gebäude dem Kunden übergeben wird, führt ein Experte des Unternehmens Sekisui Chemical Co., Ltd. eine genaue Analyse der Konzentration von Formaldehyden und anderen chemischen Substanzen durch. Ein Ventilator, welcher sich unter dem Boden befindet, saugt Außenluft in das Gebäude. Dort wird es von einem Luftfilter vom Staub bereinigt und durch Luft Eintrittsöffnungen im Boden, an die unterschiedlichen Räume verteilt. Die Luft zirkuliert in den Räumen und wird durch eine Luftaustrittsöffnung nach Außen ausgeschieden. Dieses System ermöglicht den ganzen Tag über eine wirkungsvolle Lüftung.

Dem Kunden wird ein 60 jähriges Betreuungssystem, mit regelmäßiger Wartung durch das Unternehmen, angeboten. Die Garantie für den Konstruktionsrahmen und die Dichtheit beträgt 20 Jahre. Auch nach dem Kauf eines Hauses soll der Kunde zufrieden und sicher darin leben können<sup>364</sup>.

## **EMISSIONSFREI**

Bei der Herstellung von Häusern werden Unmengen an Abfall produziert. Das Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. hat durch eine hoch technologisierte emissionsfreie Produktion, ein System zum 100% Recycling des anfallenden Abfalls entwickelt. Dieses System basiert auf Reduktion und Recycling. Wenn Abfall

---

<sup>363</sup> | Das Formaldehyd leitet sich vom lateinischen Wort „formica“, für Ameise ab. Es wurde 1855 entdeckt und die erste technische Darstellung durch Dehydrierung von Methanol fand 1867 statt. Bei Säugetieren, wie auch Früchten, kommt Formaldehyd auf natürliche Weise vor.

<sup>364</sup> | Vgl. <http://www.sekisuichemical.com/about/division/housing/factory.html> | 23.01.09 | 14.20

verbrannt wird, um Energie zu schaffen, entstehen auch Abgase, welche die Umwelt belasten. Eine bessere, sowie umweltschonende Methode ist die Wiederverwertung von Abfall für neue Materialien, ohne einen zusätzlichen Verbrennungsprozess. Der Abfall wird zuerst nach Klassifikation getrennt, dann kompakt zu kleinen Kugeln verarbeitet und anschließend für neue Produkte verwendet.

Neue Gebäude in Japan wurden im großen Ausmaß nach 1965 konstruiert. Dies führt zum Umstand, dass die damals errichteten Gebäude in den nächsten Jahren erneuert, oder abgerissen und neu aufgebaut werden müssen. Somit besagen Analysen, dass in Zukunft noch mehr Abfall, durch abgerissene Gebäude, entstehen wird. Dies steht im Gegensatz zu einem recht geringen Anteil im Holzbau.

## ZUKUNFTSTRENDS

Effektive Nutzung der Ressourcen ist für das Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. von größter Bedeutung. Gesetze und Richtlinien für Abfallbeseitigung werden von der Produktion bis zur Konstruktion strikt eingehalten. In Zukunft wird versucht, noch weniger Abfall auf den Baustellen zu produzieren.

Die Abfallabsonderung wird auf vier Bereiche aufgeteilt. Die Produktion im Werk, die Montage an der Baustelle, die Restaurierung und die Demontage. Es ist zu bedenken, dass die Größenordnung des Abfalls bei den ersten drei Bereichen einen ungefähr gleichen Wert betragen. Beim vierten Bereich der Demontage liegt die Größenordnung ca. 14 Mal höher, als bei einem der ersten drei Bereiche.

Analytiker des Unternehmens haben sich mit der Ursache der Hausdemontage auseinandergesetzt. Sich verändernde Lebensanforderungen der Kunden und von der Regierung beantragte Demontage zur Neuanpassung des Terrains, waren dafür in den meisten Fällen die Hauptursachen. Der strukturelle Zustand des Hauses war nur selten der Grund für den Gedanken zur Demontage. Die Besitzer der ursprünglichen Häuser sind froh über den Umstand, dass ihre Häuser nicht demoliert und entsorgt, sondern wiederverwertet wurden. Durch das Recycling kann ein Preis von 60 bis 70% eines Neuhauses, angeboten werden.

## ANALYSE

Das Verfahren verläuft nach einem einfachen und konsequenten Prinzip. Alte Häuser werden zu Einheiten auseinandergelöst, wobei diese ins Werk zurückgebracht werden, um dort inspiziert und, wenn notwendig, repariert zu werden. Danach werden die Häuser an Neukunden verkauft und an einem neuen Ort aufgebaut. Die Motivation für Kunden, ein solches Haus zu erwerben, liegt am ökologischen Bewusstsein und an den niedrigeren Kosten.<sup>365</sup>

Nach der Anlieferung der Einheiten ins Werk, wird nach einer sehr gründlichen Inspektion, so viel wie möglich wiederverwertet. Die wiederverwendeten Materialien sind der strukturelle Rahmen und die inneren Bodenmaterialien. Einbauten und Innenmaterialien werden auf Grund derer Abnutzung durch neue ersetzt. Bei der Demontage beziehen sich 50% des Gesamtgewichts auf das Fundament und die übrigen 50% auf das Haus selbst. Von dem ursprünglichen Gewicht des Hauses,

---

<sup>365</sup> | Vgl. <http://www.sekisuichemical.com/about/division/housing/reuse.html> | 22.01.09 | 15.20

werden 85% wiederverwertet, wodurch viel Bauabfall reduziert wird<sup>366</sup>. Die nichtverwerteten 15% gehen auf die Inneneinrichtung zurück. Das Unternehmen und der Kunde erreichen damit, dass das anfallende Abfallvolumen um ca. 50% durch das Recycling reduziert wird. Um den wiederverwerteten Prozentsatz zu erhöhen, wäre ein Recycling des Fundaments notwendig, dies ist momentan noch nicht möglich, jedoch in Zukunft beabsichtigt.

Nach der Wiederverwertung der Einheiten eines alten Hauses, können bei dem dadurch entstehenden neuen Haus, die Einheiten kombiniert werden. Einheiten können reduziert, oder auch addiert werden und ermöglichen somit eine Flexibilität bei der Grundrissgestaltung. Demnach können Häuser, welche früher beispielsweise als Büros verwendet wurden, durch eine neue Umstrukturierung als Wohnraum benutzbar gemacht werden. Die Anordnung der Stiegen und des Eingangsbereiches kann an ursprünglicher Stelle verbleiben. Ganze Häuser, samt ihren Einheiten, können auf Kundenwunsch kombiniert werden.

Damit das Recycling Konzept der Häuser funktionieren kann, muss die Struktur von hoher Qualität sein, damit diese wiederverwertet werden kann. Die Qualitätssicherung ist für das Unternehmen von großer Bedeutung. Nach Kauf des Kunden kümmert sich das Unternehmen für weitere Qualitätskontrollen. Ein Haus kann ununterbrochen für eine Zeitdauer von mehr als 60 Jahren problemlos verwendet werden.

Anfangs wurde mit dem Recycling von zweigeschossigen Häusern begonnen. Später wurden auch dreigeschossige Häuser und Gemeinschaftshäuser wiederverwertet. Der Verkaufsbereich wurde durch diese neue Methode erweitert und es wurde mit der Werbung für einzelne Einheiten, als Anbindung an bestehende Häuser, begonnen. Durch das Recycling einzelner Einheiten wurden die Verkaufszahlen des Unternehmens drastisch erhöht. Einzelne Häuser bestehend aus Einheiten können auch zu einem Terrassenhaus zusammengeschlossen werden.

Das Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. fühlt sich für die Rücknahme von Häusern, deren Lebenszeit schon theoretisch abgelaufen ist, verantwortlich. Die Rückgewonnenen Materialien und Einheiten können durch das Recycling, an einem offenen Markt zum Verkauf angeboten werden. Andere Unternehmen sollten sich in Zukunft auch am Recycling ihrer Produkte orientieren. Die Größe des Produktes ist dabei nicht unbedingt ausschlaggebend, wie es vom Unternehmen Sekisui Chemical Co., Ltd. aufgezeigt wird. Wichtig ist aber die intelligente Konzeption einer möglichst einfachen und rationalen Demontage zu Einzelelementen mit einer später möglichen Kombination.

## UMWELTBEWUßTSEIN

Das Recycling ganzer Häuser findet auch im individuellen Bereich seine Anhänger. Menschen haben bemerkt, dass hinsichtlich des Umweltschutzes etwas unternommen werden muss. Es kann schon beim eigenen Haus damit begonnen werden, um Ressourcen zu sparen und keinen unnötigen Abfall zu produzieren.

---

<sup>366</sup> | Vgl. Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Die 63 jährige Lehrerin Alice Keller lebte in der Nähe von Seattle<sup>367</sup> in ihrem alten Haus. Das Haus war in einem sehr schlechten Zustand und war dem Abriss nahe. Frau Keller wollte nicht zulassen, dass dadurch viel Abfall entstehen würde. Somit entschloss sie sich, das Haus entsprechend zu adaptieren. Der Bauunternehmer Jon Alexander hat das Haus bis zur Garage demontiert, um neue Pfosten einsetzen zu können. Danach konnten wieder 90% des alten Hauses wiederverwertet werden<sup>368</sup>.

Der Trend zur Ökologie macht das Konzept der Demontage und der Wiederverwertung von ganzen Häusern immer beliebter. Die „Environmental Protection Agency“ in den USA, hat 1996 berichtet, dass 245,000 Häuser in den USA jedes Jahr vernichtet werden. Dies führt zu 20 Millionen Tonnen Schutt. Städte wie Seattle haben Richtlinien zur Vermeidung von Bauschutt erstellt. Vom geschichtlichen Standpunkt aus betrachtet, wurde auch das Kolosseum<sup>369</sup> als Steinbruch benutzt, um mit dessen Hilfe die St. Peter Basilika<sup>370</sup> und andere Monumente zu bauen.

Studien haben ergeben, dass heutzutage ca. 85% eines gewöhnlichen Hauses wiederverwertet werden können. Das Problem ist eher die Materialien in ihrer Ganzheit zu demontieren, damit kein nötiger industrieller Prozess für die Sortierung, sowie Weiterverarbeitung notwendig ist. Die Demontage eines Hauses ist oft ein langwieriger Prozess und somit langsamer als der Abriss. Kosten werden nicht bei der Demontage, sondern erst bei der Wiederverwertung der Materialien gespart. Die Demontage muss auch vom speziell ausgebildeten Fachpersonal durchgeführt werden. Außerdem können Hausbestandteile wie Fenster und Türen auf dem Gebrauchtmrkt verkauft werden. In den USA haben sich spezielle Geschäfte wie das „Habitat for Humanity“ mit ihren Tochterfirmen auf den Verkauf von gebrauchten Hausbestandteilen spezialisiert. Es verläuft nach dem gleichen Prinzip wie der Verkauf von gebrauchter Kleidung.

Das Recycling kann bei geometrisch einfach konzipierten Formen gut funktionieren. Die Einheiten oder Module lassen sich in die einfache Geometrie gut einbinden und entsprechend kombinieren. Die Herstellungskosten, sowie die benötigte Herstellungsenergie, werden durch die Massenproduktion weitgehend gesenkt. Der Individualisierungsgrad wird durch die möglichen Kombinationen der Einheiten und Materialien bestimmt. Der Kunde kann sich schon früh in den Entwicklungsprozess seines neuen Hauses einbinden. Durch diesen Umstand wird von einer Mass Customization gesprochen, auch wenn nur im begrenzten Ausmaß. Es erweist sich als schwierig, Häuser und Wohnobjekte komplexer Geometrien für ein solches Recyclingsystem zu optimieren. Die Kombination mit Einheiten wird auch zunehmend komplizierter. Wichtig ist vor allem, dass beim Entwurfs- und Planungsprozess an eine mögliche Rationalisierung gedacht wird. Durch gute Designansätze können auch komplexe Geometrien rational für eine spätere Wiederverwertung optimiert werden.

## KOMPLEXE FORMEN

---

<sup>367</sup> | Seattle ist mit ca. 580,000 Einwohnern die größte Stadt im Nordwesten der USA, nahe an der Grenze zu Kanada. Die Stadt wird auch als SmaragdStadt bezeichnet, da viele Grünflächen das Stadtbild verschönern. Berge und Hügel umgeben die Stadt neben vielen Wasserflächen.

<sup>368</sup> | Vgl. <http://www.nytimes.com/2007/10/18/garden/18decon.html?pagewanted=all> | 22.01.09 | 19.20

<sup>369</sup> | Das Kolosseum wurde zwischen 72 und 80 nach Christus in Rom, Italien erbaut. Es ist das größte, im antiken Rom, erbaute Amphitheater und der größte geschlossene Bau der Antike. Es überzeugt sowohl durch das architektonische, als auch das logistische Konzept.

<sup>370</sup> | Der Vorgänger der St. Peter Basilika wurde 324 als Grabeskirche über dem angenommenen Grab des Apostels Simon Petrus errichtet. 1506 wurde der Grundstein für den Neubau der Basilika gelegt. Bramante war bis zu seinem Tod der erste Bauleiter. Die Basilika ist mit einer überbauten Fläche von 15.160m<sup>2</sup> eine der größten Kirchen der Welt.

*Ray Kurzweil speculates that by the year 2050 one single personal computer may have the computing power of the total human population of the earth (...).*

*Ray Kurzweil spekuliert, dass bis zum Jahr 2050 ein einziger persönlicher Computer die Berechnungskapazität der gesamten menschlichen Bevölkerung auf der Erde haben wird (...).*

*Kas Oosterhuis in | Hyperbodies Towards an E- motive architecture | 2003 | S. 42*

Der heutige Architekt ist ein Informationsarchitekt, welcher intuitiv, sowie rational handelt. Intuition ist keine beliebige Empfindung, sondern das Ergebnis von Erfahrungen und Erlebnissen. Die heutigen Gebäude sind keine statischen Infrastrukturen mehr, sondern bedienen sich in jeder Hinsicht neuester Technologien. Somit sind Gebäude eine Art fiktives Lebewesen, welche durch Sensoren das Umfeld wahrnehmen und durch Aktuatoren auf diese Impulse reagieren.

*In the architect's practice, students and staff give meaning to interaction in architecture and planning. They use game development programs to build transaction spaces for architecture and city planning. Time is spent developing the theory and the practice of a true e- motive architecture.*

*In der Praxis des Architekten, geben Studenten und Personal der Interaktion in Architektur und Planung, einen Sinn. Sie wenden Programme zur Spielentwicklung an, um Transaktionsräume für Architektur und Stadtplanung zu schaffen. Zeit, wird in die Entwicklung der Theorie und der Praxis einer wahrhaften e- motion Architektur, investiert.*

*Kas Oosterhuis in | Hyperbodies Towards an E- motive architecture | 2003 | S. 7*

## **SCHWARM ARCHITEKTUR**

Die Architektur von Kas Oosterhuis<sup>371</sup> bedient sich unterschiedlicher Methoden, um das finale Output zu generieren. Die Grundlage sind parametrisches Design, sowie übergeordnete und genetische Designprozesse mit einer Vielzahl von konfigurierbaren Variablen<sup>372</sup>. Des Weiteren wird das Gebäude als ein in Echtzeit ablaufender Prozess angesehen. Die Komponenten eines Gebäudes sind im gegenseitigen Informationsaustausch und interagieren untereinander. Diese Form von Konzeption wird als ein Schwarm angesehen. Die Schwarm Architektur reagiert auf die Datenmenge, welche aus sozialen Transaktionen entspringt. Die Voraussetzung für die Schwarm Architektur ist, dass alle Gebäudekomponenten als intelligente Einheiten, oder Agenten, agieren<sup>373</sup>. Dies wird durch die Implementierung von interaktiver Technologie ermöglicht. Somit ist das Verhalten des Gebäudes nicht vorauszusagen, da es mit natürlichen, sowie chaotischen Elementen,

---

<sup>371</sup> | Kas Oosterhuis wurde am 4. Juli 1951 in Amersfoort, Niederlande geboren. Er studierte Architektur an der Technischen Universität in Delft, Niederlande und ist dort Professor mit der Leitung der „Hyperbodies“ Forschungsgruppe. Zudem arbeitete Oosterhuis ein Jahr für Theo van Doesburg. Mit der Künstlerin Ilona Lénárd gründete Oosterhuis das Kas Oosterhuis Architekten, oder ONL Büro in Rotterdam, Niederlande. Oosterhuis richtet seinen primären Fokus auf das Gebiet einer komplett programmierbaren Architektur, auf interaktives Design, auf Echtzeit- Verhalten von Gebäuden, sowie relevante Themen. Eine Vielzahl an internationalen Preisen wurde Oosterhuis für seine architektonischen Werke, wie beispielsweise die Mülltransferstation Elhorst- Vloedbelt 1995, oder den Salzwasserpavillon 1997, verliehen.

<sup>372</sup> | Vgl. Kas Oosterhuis, Lukas Feireiss in | Game Set And Match II. On Computer Games, Advanced Geometries, and Digital Technologies (No. 2) | 2006

<sup>373</sup> | Vgl. Kas Oosterhuis in | Hyperbodies Towards an E- motive architecture | 2003



zusammenhängt. Es wird in Echtzeit „open source“<sup>374</sup> gebaut und es findet ein Dialog zwischen Menschen und Gebäuden, unter sich, wie unter einander, statt. Der gute, sowie innovative Architekt, fürchtet sich nicht vor neuen Technologien, sondern experimentiert mit diesen und benutzt sie bei seinem Design<sup>375</sup>.

In einem Schwarm herrscht eine konstante Datenschleife vor, welche als Austausch an Information angesehen werden kann. Dies kann der Informationswechsel zwischen dem Designer und dem Klienten, sowie den Aktionären sein und ist ebenso interdisziplinär.

Der Schwarm wird in der Natur als ein kollektives Verhalten von Tieren, meist gleicher Größe, beschrieben<sup>376</sup>. Beispielsweise findet dies bei Migration statt. Der Begriff selbst wird vor allem mit Insekten in Zusammenhang gebracht. Rechnerisch wurde das Schwarm Verhalten erstmals 1986 am Computer mit dem Simulationsprogramm *boids*<sup>377</sup> simuliert. Dabei werden Einheiten, oder Agenten, durch die Einführung simpler Regeln gesteuert, um dabei einen Vogelschwarm zu simulieren.

## NATUR ALS VORBILD

*Ein Baukörper ist ein komplexes, integriertes System von individualisierten Bauelementen. Das Bauen von Körpern ist der Akt vom Bau konsistenter, metabolischer Uni- Körper. (...) Das Konzept vom Baukörper ist gegensätzlich zur Idee von Bits und Teilen der fünfziger und sechziger Jahre. Der Baukörper benutzt nicht vorgefertigte Elemente aus dem Baukatalog. Die strukturellen Komponenten des Gebäudes sind speziell für einen spezifischen Körper gemacht. Sie konnten „mass customized“, aber nie massenproduziert werden. Der alte Prozess der Massenproduktion zielt auf die Produktion vieler der gleichen Elemente (und hofft auf die künftige Absorption durch den Markt), wobei der Prozess der Mass Customization auf die Produktion einzigartiger Elemente, durch die Verwendung von Daten gesteuerten Produktionsmethoden, abzielt. Baukörper, basierend auf den Regeln der Individualisierung entworfen und hergestellt, sind intelligenter als die Gebäudekollagen aus massenproduzierten Baumaterialien. Baukörper sind synthetisch, integriert und einzigartig.*  
*Kas Oosterhuis in | Hyperbodies Towards an E- motive architecture | 2003 | S. 19, 22*

*A building body is a complex integrated system of customized building elements. Body building is the act of building consistent metabolist unbodies. (...) The concept of the building body is opposed to the idea of the bits and pieces from the fifties and sixties. The building body does not use prefabricated elements from the building catalogue. The structural components of the building body are made especially for the specific body. They may have been mass- customized, but never mass- produced. The old process of mass- production aims at producing many of the same elements (and hopes for future absorption by the market), while the process of mass- customization aims at producing unique elements applying data- driven production methods. Building bodies designed and produced according to the rules of customization are more intelligent than the building collages of mass- produced building materials. Building bodies are synthetic, integrated and unique.*

---

<sup>374</sup> | „open source“ ist ein Begriff für den freien Zugriff auf interne Daten eines Endprodukts. Es wird als eine Art Philosophie gehandelt, da es für die Allgemeinheit bestimmt und ebenso mit keinen Kosten verbunden ist. Mit der Verbreitung des Internet ist die „open source“ Philosophie sehr in den Vordergrund getreten. Positiv ist auch der Umstand, dass frei zugänglicher Code von jeder Person verbessert, oder mit neuen Funktionen versehen, werden kann.

<sup>375</sup> | Vgl. Kas Oosterhuis in | Towards a New Kind of Building: A Designers Guide for Non- Standard Architecture | 2011

<sup>376</sup> | Vgl. Peter Miller in | Smart Swarm: Using Animal Behaviour to Organise Our World | 2010

<sup>377</sup> | Das „boids“ Simulationsprogramm wurde von Craig Reynolds in 1986 geschrieben. Es simuliert künstliches Leben und bezieht sich vor allem, zurückgreifend auf die Natur, auf das Schwarmverhalten. „boids“ sind in diesem Fall autonome Agenten, welche durch einfache Regeln gesteuert werden. Die Regeln sind auf Trennung, Ausrichtung und Kohäsion, aufgeteilt.

Energie und Massenproduktion, beziehungsweise Mass Customization, haben auf den ersten Blick keine allzu offensichtlichen Verbindungen. Weltweit haben Maßnahmen bewirkt, dass dank Massenproduktion, Produktionsoptimierung und technischem Fortschritt, die Kosten für die Herstellung von Energie gesenkt werden konnten. Begrenzte Ressourcen und die damit zusammenhängenden Umstände, erschufen ein neues Denkschema, sowie revolutionierende Vorgangsweisen, zur Herstellung nutzbarer Energie. Steigendes Umweltbewusstsein treibt Konsumenten zur grünen Energie. Energieeffizienzlabels kennzeichnen beim heutigen Marktangebot die Energieeigenschaften unterschiedlicher Produkte, wie Tiefkühltruhen, Autos und Lampen. Ein enorm wichtiges Energiesparpotential tritt bei Gebäudetechnik, welche einen großen Anteil am Energiekonsum besitzt, auf. Energieeffizienz und alternative Energien befinden sich nur am Anfang einer Entwicklungsphase mit einer steigenden Tendenz. Der kommende Trend jedoch ist der kritische Zugang zur grünen Energie<sup>378</sup>, da die Industrie den Begriff schon fast als einen Markennamen in Verwendung hat<sup>379</sup>. Die interessante Frage ist ebenso, wie Massenproduktion und Mass Customization der Energieeffizienz konkret beisteuern können.

Solarenergie wird heutzutage, im Vergleich zum gesamten Energiekonsum, nur im geringen Ausmaß genutzt. Diese ist dennoch eine der erfolgversprechendsten Energien<sup>380</sup>. Die momentane Problematik bezieht sich auf die hohen Herstellungskosten. Der große Durchbruch der Solarenergie wird kommen, wenn der daraus gewonnene Strom zum gleichen Preis, wie konventioneller Strom, angeboten werden kann.

Windenergie hat im Gegensatz zur Solarenergie eine zehnfach höher installierte Kapazität. Windtechnische Anlagen fallen im Vergleich zu Solarzellen in der Landschaft mehr auf und sind somit ein Thema in Relation mit dem Landschaftsschutz. Mit der Steigerung der Energieeffizienz kann der Energieverbrauch stark reduziert werden<sup>381</sup>. In unserer heutigen Gesellschaft gehen ca. 80% der fossilen Energie zwischen der Produktion und dem Verbrauch verloren.

Nach der Industriellen Revolution<sup>382</sup> und der resultierenden Starkstrom Revolution, hat sich viel auf dem Energiegebiet verändert. Die industrielle Massenproduktion benötigte für die maschinelle Fabrikation mehr Stromkapazitäten. Dies steigerte die Nachfrage nach Elektrizitätswerken mit großflächiger Abdeckung. Es existierte eine

---

<sup>378</sup> | Vgl. Robert Bryce in | Power Hungry: The Myths of "Green" Energy and the Real Fuels of the Future | 2011

<sup>379</sup> | Vgl. Roger E. Meiners, Andrew Morriss, William T. Bogart, Andrew Dorchak in | The False Promise of Green Energy | 2011

<sup>380</sup> | Vgl. Travis Bradford in | Solar Revolution: The Economic Transformation of the Global Energy Industry | 2008

<sup>381</sup> | Vgl. Committee on Environmental Impacts of Wind Energy Projects and National Research Council in | Environmental Impacts of Wind- Energy Projects | 2007

<sup>382</sup> | Vgl. E. A. Wrigley in | Energy and the English Industrial Revolution | 2010

gegenseitige Beziehung, da die Fabriken auch die Generatoren, sowie Turbinen der Elektrizitätswerke herstellen mussten.

*Der Neuling propagierte die massenhafte Anwendung von Elektrizität- der Gründer Rathenau verkörperte die Vision der „Elektrizität in jedem Haushalt“. Das Unternehmen war Vorreiter in der Werbung für die eigenen Produkte wie in der industriellen Formgestaltung; nach der Jahrhundertwende verpflichtete man den renommierten Architekten und Gestalter Peter Behrens, der sowohl Fabrikationsgebäude entwarf als auch für die Formgebung einer Reihe von AEG- Produkten verantwortlich war (...). Demgegenüber blieb Siemens gerade die in großem Stil aufgezugene „Reklame“- wie überhaupt der Akzent auf „Massenprodukten“- ausgesprochen suspekt.*

*Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996 | S. 53*

Das Zitat bezieht sich auf die Firma AEG und die Propaganda der Elektrizität auf Massenbasis. Siemens zeigte sich bei dem Vertrieb von Elektrizitätssystemen viel weniger offensiv. Der Gründer Werner von Siemens wollte das hohe Finanzrisiko nicht eingehen. Nach seinem Tod wurde das Unternehmen Siemens weitgehend modernisiert und zu einer Aktiengesellschaft mit vielen Tochterfirmen, nach dem Vorbild von AEG, umgewandelt. Dennoch hatte Siemens aber im Vergleich zu AEG eine eher konservative Haltung in Bezug zur Massenproduktion<sup>383</sup>.

Die Ursache für eine energieeffiziente Steigerung kann auf drei Gebieten beobachtet werden. Die maximale Steigerung der Energieeffizienz, wäre die simultane Anwendung dieser drei Gebiete.

Erstens kann die Energieeffizienz durch Massenproduktion und im weiteren Schritt mit der Mass Customization, mit Hilfe massenfertigter Elemente, gesteigert werden. Diese Elemente können auch individualisiert den Kundenwünschen angepasst werden. Mit einem limitierten Budget können zum Beispiel mehr Windkraftanlagen erworben werden, da diese auf einer billigeren Massenbasis hergestellt wurden. Mehr Windkraftanlagen sorgen für eine höhere Effizienz und zudem noch für eine schnellere Errichtung. Natürlich bezieht sich diese Tatsache nicht nur auf Windenergie, und kann auf anderen Stromerzeugungsgebieten angewandt werden. Massenproduzierte Produkte müssen nicht nur für die Energiegewinnung benutzt werden, sondern können auch dem Verlust von Energie entgegenwirken. In der Architektur ergibt sich eine sinnvolle Anwendung auf dem Gebiet der Passivhäuser. Effiziente massenproduzierte Elemente können für deren Bau eingesetzt werden. Photovoltaik Elemente steigern zusätzliche Effizienz der Energiegewinnung.

Zweitens kann mit der Mass Customization im kleinen Partikelbereich begonnen werden. Neue Materialien, sowie Materialherstellungsverfahren haben innovative Lösungen aufgezeigt. Somit kann auf dem Gebiet der Nanotechnologie schon bei der Definition des neuen Materials, individuelle Gestaltung in Massen vorgenommen werden. Diese ergibt sich als die Kombination verschiedener Eigenschaften im Nanopartikelbereich. Diese werden mit kleinsten Baublöcken zu einem größeren

---

<sup>383</sup> | Vgl. Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996

Ganzen zusammengebaut und ergeben ein neu definiertes Material. Neue Bauelemente, basierend auf der Grundlage der Nanotechnologie, können in die Architektur, oder auch Stromerzeugung, miteingebunden werden. Durch die neuartigen Eigenschaften und Materialien wie PCM, TWD, PV mit Nanopartikeln und VIP<sup>384</sup>, kann die Energieeffizienz zusätzlich gesteigert werden.

## GRAUE ENERGIE

Drittens kann das Thema der grauen Energie<sup>385</sup> aufgegriffen werden, um die letzte Möglichkeit der Energieeffizienzsteigerung zu beschreiben. Eine interessante Frage ist nicht nur, wie viel Energie ein Gebäude im fertigen Zustand verbraucht, sondern wie viel Energie ein Gebäude für dessen Erstellung benötigt. Diese Fragestellung ist äußerst berechtigt, da für den Bau eines Gebäudes viel Energie benötigt wird. Die Produktion der Materialien, sowie deren Transport zur Baustelle und das Errichten des Gebäudes vor Ort, sind sehr energieintensive Verfahren. Wenn bei der Produktion im Werk selbst durch maschinelle Verfahren Energie eingespart werden kann, ist von einer Energieeffizienzsteigerung die Rede. Graue Energie bezeichnet auch die Energie, welche verloren geht, sei es bei der Herstellung, dem Transport, oder der Benutzung selbst. Es handelt sich um die Notwendigkeit die graue Energie so gering wie möglich zu halten, da diese für energetische Verluste verantwortlich ist. Eine andere Möglichkeit wäre, die graue Energie rückzugewinnen und diese wieder in Form von nutzbarer Energie zu verwenden.

*The greenest thing you  
can do is build rapidly.*

*Das grünste Argument ist schnell zu bauen.  
David McAdam in | AZURE May | 2011 |*

Die Wichtigkeit eines schnellen Abwicklungsprozesses vor Ort wird aufgezeigt, da dadurch graue Energie eingespart werden kann. Dies ist ebenso ein wichtiges Argument für eine rationale Vorfabrikation. Weitere Hypothesen haben sich auf Grundlage weitgehender Forschung entwickelt. Bei der Forschung hat es sich herausgestellt, dass der Bereich der Massenproduktion, oder der Mass Customization, im Zusammenhang mit Energie und deren Effizienz nicht weitgehend bekannt ist.

Interessant ist die Tatsache, dass der Spezialist auf dem Gebiet der Mass Customization, Prof. Frank Piller<sup>386</sup>, direkt kontaktiert wurde, um seine Meinung bezüglich der Energieeffizienzsteigerung mit Hilfe von Mass Customization zu hören.

*Geehrter Herr Piller. Ich verfolge mit großem Interesse die Entwicklungen der Mass Customization, vor allem auf dem Gebiet der Architektur. Momentan forsche ich an meiner Dissertation in der Architektur bezüglich der Mass Customization. Auf dem Gebiet der Energieeffizienz in Bezug zur Mass Customization finde ich wenig Literatur, bzw. wenig Angaben im Internet. Da Sie ein Experte auf diesem Gebiet sind, wollte ich wissen, ob Sie mich auf den richtigen Weg verweisen könnten. Vor allem handelt es sich um den Umstand, wie Mass Customization zur Energiegewinnung*

---

<sup>384</sup> | Vgl. Kapitel 2.4 | NANOREVOLUTION

<sup>385</sup> | Auf den Begriff graue Energie wird im Kapitel 5.7.2 | GRAUE ENERGIE genauer eingegangen.

<sup>386</sup> | Im Kapitel 4.1.2 | FRANK PILLER UND DIE MASS CUSTOMIZATION wird mehr zur Person Frank Piller angeführt.

*(Photovoltaik, Wasserkraft, etc...) beitragen kann. Der geschichtliche Zusammenhang ist für mich auch interessant. Ich hoffe Sie haben einen Moment Zeit mir einen Link, oder dergleichen zu senden. Vielen Dank für Ihre Zeit. Mit freundlichen Grüßen. DI Jan Kokol  
<http://www.gmail.com> | 01.12.08 | 16.10*

Eine Antwort kam einige Stunden nach dem abgeschickten Mail zurück und hatte die folgende Aussage.

*Hallo Herr Jan Kokol, leider kann ich Ihnen nicht helfen. Sie haben ein sehr spannendes und relevantes Thema, aber es gibt noch keine Arbeiten zu Energieeffizienz und Mass Customization, die ich kenne. Ebenso kenne ich keinerlei Arbeiten zu Mass Customization und Energiegewinnung. Sie müssen also selber Forschen und Daten erheben. Bester Gruß, Frank Piller  
<http://www.gmail.com> | 01.12.08 | 18.05*

Prof. Cody Brian<sup>387</sup> an der Technischen Universität in Graz hat geäußert, dass Mass Customization in die Energieeffizienz eingebunden sein muss, um erfolgreich bestehen zu können. Die Ursache für diese Behauptung ist, dass da Energie in Zukunft immer relevanter wird und Methoden, welche mit dieser nicht verknüpft sind, einfach nicht konkurrenzfähig bleiben können. Da Massenproduktion durch den Wunsch nach Individualisierung sich zur Mass Customization weiterentwickelt hat, und diese heutzutage in vielen Industriebereichen erfolgreich eingesetzt wird, kann dies nur bedeuten, dass eine zweckvolle Verbindung mit der Energetik existiert. Graue Energie ist in diesem Zusammenhang die Hauptthematik, deren Ausmaß jedoch schwer nachweisbar ist.

Auf dem Gebiet der Brennstoffzellen und einer anknüpfenden Massenproduktion hat sich in jüngster Zeit viel getan. In der Vergangenheit fehlten in Massen produzierbare Miniaturlösungen. Eine neue Methodik wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM entwickelt, welche Mikrobrennstoffzellen im Sekundentakt kostengünstig herstellen kann. Eine, nur einige Kubikzentimeter große Brennstoffzelle dieser Art, besitzt eine Energiedichte welche 40% über der von Alkali- Mangan- Batterien liegt. Da diese Mikrobrennstoffzellen sehr klein sind, dazu aber eine hohe Energieausbeute haben, werden sie in Zukunft mit Vorliebe für Mikrosysteme wie Mobiltelefone, PDA und GPS verwendet werden. Durch spezielle Produktionsart in Serie, sowie unter Verwendung eigens entwickelter Hilfsmittel, können 1000 bis 2000 Einheiten pro Stunde hergestellt werden<sup>388</sup>.

**BRENNSTOFFZELLEN**

Das Unternehmen Ford ist auch in der heutigen Zeit Vorreiter bei modernen Produktionsprozessen. Eine Spezialpresse im überdimensionierten Ausmaß des

**FORD UND SCHULER**

---

<sup>387</sup> | Auf dem Gebiet der Energie, sowie energetischen Konzepten ist Prof. Brian Cody ein Experte. Er hat unter anderen Projekten das Energiekonzept für die europäische Zentralbank des Architekturbüros Coop Himmelblau erarbeitet. Prof. Brian Cody ist als Leiter des Institutes Gebäude und Energie an der Technischen Universität in Graz tätig. Zudem arbeitete er professionell für ARUP.

<sup>388</sup> | Vgl. [http://www.elektroniknet.de/power/technik-know-how/batterienakkus/article/433/0/Mikrobrennstoffzellen\\_fuer\\_die\\_Massenproduktion/](http://www.elektroniknet.de/power/technik-know-how/batterienakkus/article/433/0/Mikrobrennstoffzellen_fuer_die_Massenproduktion/) | 01.03.12 | 12.20

Unternehmens Schuler<sup>389</sup> wurde in Fords Produktionshalle in Dearborn<sup>390</sup> USA aufgebaut. Diese ermöglicht eine effiziente Herstellung von Türelementen für unterschiedliche Automobilmodelle, insbesondere das Modell F- 150. Die Größe der Presse ermöglicht die simultane Produktion von zwei Türelementen, wobei dies bei älteren Pressen nicht der Fall war und nur ein Türelement zum gleichen Zeitpunkt hergestellt werden konnte. Vor der Verwendung der Schuler Presse wurden für die Vervollständigung eines Türelementes fünf einzelne Pressen benötigt. Die Weiterleitung der noch nicht vollendeten Türelemente erfolgte manuell durch menschliche Arbeit. Die Schuler Presse leitet nun die Türelemente, ohne die Einbindung menschlicher Hilfe, maschinell weiter und vervollständigt das Endprodukt automatisch. 10.000 Türelemente können täglich, dank der Verwendung der Schuler Presse, hergestellt werden.

Die Schuler Presse benötigt viel Energie und hat somit ihre eigene Energiequelle. Wird der Energieverbrauch mit der Produktion verglichen, ist es deutlich, dass das Verhältnis der beiden Komponenten zur Energieeffizienz beiträgt. Die Verwendung einer geringeren Energiemenge muss nicht eine gute Energieeffizienz voraussetzen. Das Verhältnis zwischen der aufgewendeten Energie zur hergestellten Produktanzahl ist wichtig, um dies auf die Energieeffizienz auszulegen, sowie zu bewerten. Die Produktion in Massen, dank Maschinen wie der Schuler Presse, ist ein auf Energie optimierter Herstellungsprozess<sup>391</sup>.

## PASSIVHAUS

Das Passivhaus benötigt dank seiner guten Dämmeigenschaften keine klassische Heizungsanlage. Der Großteil der benötigten Wärme wird aus Sonnenenergie, der Körperwärme und mithilfe von technischen Geräten gewonnen. Die anfängliche Konzeption von Passivhäusern war schon in Teilen Portugals, Südchinas, oder Irans in Verwendung. Durch eine herrschende Brennholzkrise im 17. und 18. Jahrhundert entstanden neue Bauweisen, um den Brennholzbedarf zu reduzieren. Ein Beispiel dafür ist die Torfrasenbauweise in Island<sup>392</sup>, wobei durch gute Dämmung und kleine Fensteröffnung, Brennholz eingespart wurde. Die geschichtlichen Entwicklungen machten sich moderne Forschungsprojekte zunutze und definierten den Begriff Passivhaus. Zu den Anfängen ist das Konzept enorm gelobt worden, wurde aber im Laufe der Zeit ein Grund zur Kritik, seitens einiger Energieanalytiker, da die hohen Produktionskosten für die benötigten, speziell gefertigten Bauelemente, negativ gedeutet wurden. Moderne industrielle Entwicklung kann für die Produktion herangezogen werden, um der Kritik entgegenzuwirken.

---

<sup>389</sup> | Das Unternehmen Schuler wurde 1839 von Louis Schuler gegründet. Schuler war durch die Weltausstellung 1851 in London inspiriert und begann mit der Konzeption maschineller Metallpressen. Im Jahr 1895 wurde die erste Presse nach China exportiert. 1924 wurde die erste Presse für die Herstellung von Karosserien für Autos verwendet. 1961 hat das Unternehmen international expandiert. 1994 begann die Entwicklung von zukunftsorientierten Technologien, wie dem „Hydroforming“, welches ein spezielles Verfahren für die Herstellung verschiedener Metallelemente, vorwiegend für die Automobilindustrie, ist. 1999 wurden Verfahren mit Hilfe der Lasertechnologie entwickelt. 2009 begann die Inbetriebnahme einer Presse mit der effizienten „ServoDirect“ Technologie.

<sup>390</sup> | Dearborn ist die zehngrößte Stadt im US Staat Michigan. 1836 wurde Dearborn in Form eines Dorfes errichtet. Heute hat die Stadt eine Einwohnerzahl von über 100.000 und ist historisch gesehen die Heimatstadt von Henry Ford. Der Hauptsitz des heutigen Ford Unternehmens befindet sich in Dearborn. Durch die Stadt fließt der Fluss Rouge, dessen Wasserkraft in Energie für die Ford Fabrik umgewandelt wird.

<sup>391</sup> | Vgl. [http://www.schulergroup.com/unternehmen/presse/pressemitteilung/2010/2010\\_10\\_06\\_pressenlinien\\_ford\\_brasilien\\_mexiko/index.html](http://www.schulergroup.com/unternehmen/presse/pressemitteilung/2010/2010_10_06_pressenlinien_ford_brasilien_mexiko/index.html) | 01.03.12 | 12.40

<sup>392</sup> | Island ist ein Inselstaat mit der geographischen Lage im nordatlantischen Ozean zwischen Europa und Grönland. Es ist ein vulkanisch aktives Gebiet mit einer Gesamteinwohnerzahl von 320.000 und der Hauptstadt Reykjavík.

Der Erfinder des Passivhauses Wolfgang Feist<sup>393</sup> sieht die weitere Entwicklung der Passivhäuser in der Optimierung der Produktion für deren Bauelemente. Durch die Anwendung maschineller Produktionsprozesse in großen Stückzahlen, kann der Preis dieser speziellen Bauelemente gesenkt werden, da dieser momentan noch ziemlich hoch angelegt ist<sup>394</sup>.

In Relation zur Technik, sind schon seit der anfänglichen Passivhaus Konzeption, große Fortschritte gemacht worden. Die verwendeten Materialien werden schlanker und überzeugen zudem durch besseren Dämmwert. Dank großer Nachfrage trägt die Automatisierung der Produktion enorm zur Wirtschaftlichkeit der Produktion bei. In der europäischen Union werden knapp 40% der gesamt verwendeten Energie für Gebäude benötigt.

*Passivhäuser gab es schon lange vor unseren Aktivitäten. Zum Beispiel war das Nordpolarschiff von Fritjof Nansen, die "Fram", im Grunde genommen ein Passivhaus. Unser Ziel war es, diese Technik allgemein für den Neubau zugänglich zu machen. Das musste bei den Pilotprojekten noch mit handgefertigten Komponenten erfolgen.*  
*<http://derstandard.at/?url=/?id=3316185> | 27.02.09 | 12.30*

Die Komponenten für die Errichtung eines Passivhauses sind in der heutigen Zeit am Markt noch zu relativ hohen Preisen erhältlich, können aber wie herkömmliche Bauteile erworben werden. Die Involvierung des Passivhaussystems ist auch bei nachträglichen Sanierungsarbeiten alter Gebäude sinnvoll<sup>395</sup>. Durch die Konzeption des Passivhauses wurden die Standards für Wärmedämmung, sowie Verglasung weitgehend verändert und sollen in den kommenden Jahren zum Standard werden. Das System wird sich auch auf die vorherrschende Bauweise in andere Länder übertragen, muss aber aufgrund unterschiedlicher Klimazonen adaptiert werden.

*Es gibt inzwischen Passivhäuser in Kanada, Moskau, in der Nähe von Pisa und von Johannesburg- nicht als Planung, sondern in der Realisierung bzw. schon genutzt. Dieses Konzept ist nicht theoretischer Natur, sondern einsatzfähig in der Praxis. Die Planungstools für unterschiedliche Klimazonen sind verfügbar, spezielle Lösungen für das Mittelmeerklima wurden vorgestellt. Im Vergleich zu bestehenden Gebäuden sind auch dort Einsparungen von 75 bis 90 Prozent erreichbar. Das führt auch in heißen Klimaten zu bezahlbaren nachhaltigen Lösungen.*  
*<http://derstandard.at/?url=/?id=3316185> | 02.03.09 | 13.30*

---

<sup>393</sup> | Wolfgang Feist wurde 1954 in Deutschland geboren und ist Physiker, sowie Bauphysiker. 1981 beendete er das Physikstudium an der Universität Tübingen, Deutschland. 1992 promovierte er in Architektur an der Universität Kassel. Er ist Leiter des Passivhaus Instituts in Darmstadt und gilt als Vorreiter des Passivhaus- Energiestandards für Gebäude.

<sup>394</sup> | Vgl. Peter Blineder in | Passivhaus - Haus der Zukunft: Werden sich Passivhäuser als Baustandard durchsetzen? | 2009

<sup>395</sup> | Vgl. Reinhard Zimmermann in | Das Passivhaus bei Neubau und Sanierung | 2008

Zu einem sollen Gebäude nicht nur Energie einsparen, wie das Beispiel eines Passivhauses, sondern sollen selbst Energie in Form eines Kraftwerks produzieren und sich somit zu Plusenergiehäusern entwickeln. Dies ist sehr sinnvoll, da im weiteren Rahmen durch die Produktion der eigens benötigten Energie, die kostenaufwendige Errichtung der Infrastruktur für die Anbindung an das allgemeine Versorgungsnetz entfallen, beziehungsweise direkt in die Anlagen zur Energieproduktion investiert werden können. Der Nutzer hat die Möglichkeit die Energieerzeugung teilweise zu kontrollieren. Je nach geographischer Lage des Hauses, kann die Energieproduktionsanlage den vorherrschenden natürlichen Elementen angepasst werden, um somit eine hohe Effizienz zu gewährleisten. Der Trend zur Verwendung natürlicher Materialien für den Gebäudebau, beginnt sich langsam zu etablieren. So können beispielsweise organische Stoffe wie Algen zu Dämmzwecken, oder Klettpflanzen als Beschattungselemente an Fassaden, herangezogen werden. Das Forschungsgebiet der Bionik<sup>396</sup> kann für neue architektonische Konzepte verwendet werden, um die Weisheit der Natur nachzuahmen<sup>397</sup>.

## HAUS ALS KRAFTWERK

Das Wiener Unternehmen Hornbachner Energie Consulting<sup>398</sup> hat eine spezielle Straßenleuchte entwickelt, die mit Solarenergie betrieben wird. Diese kommt ohne zusätzliche Energiezufuhr, auch in der Winterzeit beim diffusen Licht, aus. Die Photovoltaikmodule produzieren tagsüber Energie und speichern diese in Batteriezellen, um den nächtlichen Betrieb von speziellen LED- Leuchten, zu gewährleisten. Die Leuchten haben beim täglichen Betrieb eine ungefähre Lebensdauer von dreißig Jahren und können fast vollständig wiederverwertet werden. Neben niedrigen Wartungskosten, fallen auch minimale Installationskosten, dank keiner notwendigen Verkabelung an ein externes Stromnetz, an.

In Floridsdorf, Österreich wurde nach dem Prinzip der Straßenleuchten ein Passiv-Bürohaus namens „Energy Base“ errichtet, welches dank der konzipierten Solarfassade seine eigene Energie produziert. Für die Planung war das Architekturbüro POS Architekten<sup>399</sup> verantwortlich.

Mit architektonischen Konzepten haben schon andere Architekten bewiesen, dass Bürogebäude auf der Basis eines Passiv- Haus Standards errichtet werden können. Durch optimierten Wärmeschutz, bessere Luftdichtheit und kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, kann der Heizbedarf solcher Gebäude auf ein Minimum reduziert werden, sowie die noch benötigte Energie für Heizung und Kühlung, durch Erdwärme erzeugt werden.

---

<sup>396</sup> | Die Bionik bedient sich der Forschung und Auseinandersetzung mit natürlicher Materie. Die aus der Forschung gewonnenen Erkenntnisse werden auf verschiedene Gebiete, wie die Architektur oder Design, übertragen. Die Anwendungen sind weitgefächert und beziehen sich nicht nur auf Materialien, sondern auch auf komplexe Konstruktionen in statischer, sowie mobiler Form.

<sup>397</sup> | Vgl. He Jiong De in | new bionic architecture: a new era of artificial life field of architecture | 1991

<sup>398</sup> | Das Hornbachner Energie Consulting Unternehmen wurde 2001 in Wien gegründet. Anfänglich war das Unternehmen auf dem Gebiet erneuerbarer Energien tätig und entwickelt momentan eigenständige Leuchtelemente auf Photovoltaikbasis für Außenräume. Durch die Kombination effizienter LED Technologie mit Photovoltaikmodulen, werden die für die Umwelt belastenden CO<sub>2</sub> Emissionen reduziert. 2005 wurde dem Unternehmen der „Energy Globe Award“ und 2008 der „State Award for Energy Technology“ verliehen.

<sup>399</sup> | Das Architekturbüro POS Architekten wurde 2000 von Ursula Schneider, Fritz Oetl und Claire Poutaraud in Wien, Österreich gegründet. Das Merkmal der Architekten liegt auf der Wichtigkeit vom ökologischen, solaren, sowie energieeffizienten Büro- und Wohnbau. Praxisbezogene Architekturforschung, in Form eines Passivhauses in Extremlage und eines „low energy“ Bürohauses, sind Beispiele derer weiteren Anliegen.



Das „Energy Base“ Konzept der POS Architekten ist so ausgelegt, dass das Gebäude selbst als Kraftwerk für die benötigte Energie verantwortlich ist<sup>400</sup>. Die Photovoltaikmodule wurden, in eine 400m<sup>2</sup> große gefaltete Fassade auf der Südseite des Gebäudes, integriert.

Nach Voraussagen des Hornbacher Energie Consulting Unternehmens werden in den nächsten 15 bis 20 Jahren Süd-, Ost- und West- Fassaden für die Energiegewinnung genutzt werden. Dies wird auch den Wert des Gebäudes selbst steigern, sowie großen Einfluss auf dem Immobilienmarkt haben. Die Herstellungskosten werden von Jahr zu Jahr billiger und somit für den Endkonsumenten vom größeren Interesse.

Häuser, welche die für den Betrieb benötigte Energie selbst erzeugen können und keinen externen Strombedarf benötigen, werden als Plusenergie- Häuser bezeichnet. Professor Stefan Schleicher<sup>401</sup> verspricht sich durch rationale Optimierung der Raumwärme eine Reduktion der benötigten Energie. Es sei auch notwendig, beschreibt er in einem Interview mit der Zeitschrift Standard<sup>402</sup>, dass verstärkt auf Energie aus dem Inland gesetzt wird, da der Energieimport aus dem Ausland aufgrund diverser politischer Umstände nicht gesichert werden kann. Ein Beispiel dafür sind unterschiedliche Krisen im Bezug auf Rohstoffe, wie Erdöl und Gas, mit der stark variierenden Preisdefinition. Die in Österreich benötigte Energie kann aber nicht problemlos nur im Inland produziert werden. Bis 2020 ist es vorgesehen den Anteil erneuerbarer Energien, im Bezug zum Gesamtenergieverbrauch, von derzeit 23 Prozent auf 34 Prozent zu erhöhen<sup>403</sup>.

## AUTARKIE

*Weil Öl und Gas bis 2050 knapp werden. Das europäische Energiesystem muss bis dorthin ganz anders aussehen. Energie brauchen wir für drei Anwendungen: Gebäude, Mobilität, Produktion. Überall gibt es Sparpotenzial.*

<http://derstandard.at/?url=/?id=1231152911973> | 27.02.09 | 10.50

Die Problematik vieler Rohstoffe, welche für die Gewinnung von Energie verwendet werden, ist, dass diese nicht erneuerbar sind, oder sehr lange Zeitzyklen, sowie diverse ökologische Bedingungen für deren Erneuerung, notwendig sind. Die knapp werdenden Ressourcen zur Energiegewinnung fordern ein weltweites Umdenken. Die Thematik von der Energieeinsparung bei Gebäuden ist nur ein Teil des Ganzen.

---

<sup>400</sup> | Vgl. Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark, Martin Zeumer in | Energie Atlas: Nachhaltige Architektur (Konstruktionsatlanten) | 2007

<sup>401</sup> | Professor Stefan P. Schleicher lehrt am Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel an der Universität Graz und ist Konsulent des Instituts für Wirtschaftsforschung in Wien. Seine akademischen Titel erhielt er an der technischen Universität in Graz, sowie an der Universität in Wien. Er lehrte am Institut für fortgeschrittene Forschung in Wien, der Universität in Bonn, der Universität in Pennsylvania, der Universität in Philadelphia und der Universität in Stanford. Professor Schleicher beschäftigt sich mit der Erstellung innovativer Wirtschaftsmodelle erneuerbarer Entwicklungen im Bezug auf Energie und Umwelt.

<sup>402</sup> | Der Standard ist eine österreichische Tageszeitung welche in Wien, Österreich publiziert wird. Diese wurde von Oscar Bronner, anfangs als eine Finanzzeitung, veröffentlicht. Die erste Ausgabe wurde am 19. Oktober 1988 gedruckt. Obwohl der Standard eine nationale Zeitung ist, wird das Themengebiet größtenteils auf Wien gelenkt. Es entstanden Redaktionen in anderen Provinzen Österreichs, mit dem Schwerpunkt auf deren Umfeld. Die Zeitung wird auf ein spezielles pinkfarbenes Papier gedruckt.

<sup>403</sup> | Vgl. <http://derstandard.at/?url=/?id=1231152911973> | 27.02.09 | 10.20

*Zudem müssten wir ein Programm starten, das da heißt: Gebäude sanieren, wo es geht, oder abreißen und neu bauen. Wenn man bedenkt, dass rund ein Drittel der gesamten in Österreich verbrauchten Energie in die Raumwärme geht, hätten wir damit schon sehr viel eingespart.*  
<http://derstandard.at/?url=/?id=1231152911973> | 27.02.09 | 10.55

Neben der benötigten Gebäudeenergie muss auch die Produktion der Gebäude selbst, mit Einbezug derer Materialien, bedacht werden. Für die Herstellung von Stahl und Aluminium wird viel Energie aufgebraucht<sup>404</sup>. Der Aluminiumproduzent Talum<sup>405</sup> bezieht zeitweise Strom für die energieintensive Produktion aus dem Ausland, wie zum Beispiel vom österreichischen Unternehmen Verbund<sup>406</sup> und dessen Tochterfirma APT Slovenija<sup>407</sup>. In der Zukunft sollte mehr Wert auf die Produktion von Kunststoffen, welche weniger Energie für deren Produktion benötigen, gelegt werden. Die Verwendung von natürlichen Materialien<sup>408</sup> wird einer der weiteren Zukunftstrends werden. Eine rational optimierte Produktionsweise, auf der Grundlage der Massenproduktion, trägt viel zur Energieeinsparung, sowie der Energieeffizienz, bei.

## KOMBINATION

Die perfekte Kombination für einen guten Zusammenhang zwischen Mass Customization und Energie wäre ein Produkt, welches in Massen individualisiert produziert, sowie mit modernsten Nanomaterialien versehen werden könnte und die Produktion mit einer gering anfallenden grauen Energie realisierbar wäre. So ein Super Produkt würde die maximale Energieausbeute erzielen und dabei die minimale graue Energie produzieren. Die Zufriedenheit des Kunden wäre durch das individualisierte Endprodukt ebenso sichergestellt.

---

<sup>404</sup> | Vgl. Icon Group International in | The 2009 Report on Primary Aluminum Production: World Market Segmentation by City | 2009

<sup>405</sup> | Das slowenische Großunternehmen Talum in Maribor ist für die nationale Produktion von Aluminium zuständig. Die Geschichte des Unternehmens begann im Jahre 1942, als die deutsche Gesellschaft Vereinigte Aluminium Werke eine Aluminiumfabrik in Strnišče, Slowenien gebaut hat. Nach einer langen Bauzeit wurde mit der Produktion von Aluminium im November 1954 begonnen. 1957 ist ein Vertrag mit dem französischen Unternehmen Pechiney unterzeichnet und ebenso die Aluminiumproduktion erhöht worden. Von 1985 bis 1991 wurde die Produktionsmethode auf neueste technologische Produktionsprozesse umgestellt und das Werk dementsprechend umgebaut. 1992 wurde das Unternehmen in Talum unter dem Motto „Leichtigkeit der Zukunft“ benannt. Der Verwaltungspräsident ist M. Sc. Danilo Toplek.

<sup>406</sup> | Der Verbund ist eine österreichische Elektrizitätswerke Aktiengesellschaft. Der Konzern ist auf Strom, mit der gesamten elektrischen Wertschöpfungskette, fokussiert. Der Weg von der Erzeugung, sowie Übertragung über den Handel bis hin zum Vertrieb, wird angeboten. Der Hauptsitz des Unternehmens befindet sich in Wien. Vorsitzender des Unternehmens ist Dipl. Ing. Wolfgang Anzengruber, Stv. Generaldirektor ist Dr. Johann Sereinig, Mitglied des Vorstandes sind Dr. Ulrike Baumgartner- Gabbitzer und Mag. Christian Kern.

<sup>407</sup> | Die VERBUND- Austrian Power Trading AG (APT) ist die internationale Stromhandelsgesellschaft des Unternehmens Verbund. APT Slovenija ist die Tochterfirma, welche auf den slowenischen Energiemarkt ausgelegt ist. Generaldirektor ist Dipl. Ing. Marjan Kokol.

<sup>408</sup> | Das Thema der natürlichen Materialien, im Bezug zur Architektur, wird im Kapitel 8 | NATÜRLICHE MATERIALIEN FÜR HIGHTECH ARCHITEKTUR genauer behandelt.



### STARKSTROM REVOLUTION

Die Elektroindustrie beschäftigte sich anfänglich mit Nachrichtentechnik. Um ein Netzwerk zugunsten der Verbreitung von Nachrichten zu errichten, wurden weltweit Telegraphenmasten aufgestellt. Zum Beginn des ersten Weltkrieges entstand in den USA und Europa, neben dem Kommunikationsnetz, auch ein Energienetz mit flächendeckender Verteilung. Dies war der Beginn der Starkstrom Revolution. Die industrielle Produktionsweise sorgte mit ihren Erfordernissen für eine Verlagerung von Schwachstrom auf Starkstrom. Komplexe technische Systeme zur Überwachung, sowie Einrichtungen zur Stromübertragung, wurden errichtet.

Der geschichtliche Hintergrund zur anfänglichen Elektrifizierung begann in den 1880er Jahren, mit der Verwendung der elektrischen Beleuchtung. Die Verbreitung des elektrischen Lichts war ein wichtiger Meilenstein für die moderne Gesellschaft. Das erste elektrische Bogenlicht spendete mit Hilfe von Kohlenstiften zwei Stunden lang Licht. Ein zentrales Beleuchtungssystem konnte nach diesem Prinzip noch nicht aufgebaut werden. Die notwendige Stromherstellung fand erst vor Ort statt. Für den Wohnraumbereich war das Bogenlicht unbrauchbar, da die Helligkeit nicht variiert werden konnte. Thomas Alva Edison<sup>409</sup> hat viel zur industriellen Produktion von Komplettsystemen beigetragen. Die Kohlefadenglühbeleuchtung konnte eine Brenndauer von ca. 40 Stunden nachweisen. Gasbeleuchtung wurde als kostengünstige Alternative für die Masse verwendet. Das innovative an der Idee war ein komplettes System. Die Einzelteile wie Schalter und dergleichen konnten komplett industriell gefertigt werden. Zehn Jahre nach seinem Entwurf wurde die Metallfadenglühlampe erfunden<sup>410</sup>.

### AMERIKA ALS VORBILD

Nach amerikanischem Vorbild wurden auch Beleuchtungssysteme in Europa errichtet. Anfänglich waren diese aber nur für ein exklusives Publikum bestimmt. Anfangs wurde Beleuchtung in den Stadtzentren in Form von Reklame verwendet. Um 1880 gab es nur wenige öffentliche Elektrizitätswerke und die Großanwender produzierten Strom für den eigenen Gebrauch. Aluminiumproduzenten beispielsweise, errichteten ihre eigenen Elektrizitätswerke. Die Stromerzeugungsanlage, der industrielle Standort, das Gebäude und das Unternehmen wurden als Elektrizitätswerk bezeichnet. In Deutschland wurde das erste öffentliche Elektrizitätswerk 1885 in Berlin errichtet. Als gemeinschaftliche Betriebe kollaborierten die Elektrizitätswerke oft mit Gaswerken, Wasserwerken, sowie Straßenbahnwerken. Somit wurden diese kollaborierenden Gesellschaften als Stadtwerke bezeichnet.

Die elektrische Energieversorgung wurde anfangs in Form von Inselösungen zusammen gruppiert. Die geringe Nachfrage, sowie die hohen Übertragungsverluste in Form der grauen Energie, sprachen gegen eine großflächige Vernetzung. Die

---

<sup>409</sup> | Thomas Alva Edison wurde 1847 in Milano, Italien geboren und ist 1931 in West Jersey, USA gestorben. Er arbeitete als Erfinder und Unternehmer mit dem Vorzug auf Elektrizität. Ganze Systeme zur Stromerzeugung wurden von ihm entworfen und steuerten ihren Anteil zur Telekommunikation bei. Die von ihm günstig entwickelten Glühlampen mit Gaslicht fanden eine verbreitete Anwendung. Durch seine Ideen wurde ebenso New York elektrifiziert. Daraufhin wurde das Elektrolicht eingeführt.

<sup>410</sup> | Vgl. Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996

Ausbreitung der großflächigen Elektrizitätsnetzwerke setzte zwischen 1890 und 1900, mit dem Übergang von Gleich- zu Wechselstrom, ein. Diese Veränderung ermöglichte die Stromübertragung auch über längere Distanzen. Der Transformator konnte die elektrische Energie zwischen gekoppelten Stromkreisen verlustarm übertragen. Diese können nur mit Wechselstrom arbeiten, da Gleichstrom nicht transformiert werden kann. Gleichstrom wird hauptsächlich für elektrische Bahnen mit Spannungen von 550 bis 3000 V und für einige industrielle Zwecke verwendet. Als Haushaltstrom wird dieser nur noch in alten Versorgungsanlagen genutzt. Wechselstrom wird entweder einphasig, oder als dreiphasiger Drehstrom mit 380 V und 220 V, eingesetzt<sup>411</sup>.

*Elektrischer Strom wird heute fast durchweg in Großkraftwerken in Generatoren, die entweder in einem Wasserkraftwerk durch Wasserturbinen oder in einem Wärmekraftwerk durch Dampfturbinen angetrieben werden, als Dreiphasen- Drehstrom von  $\leq 10\ 000\ V$  Spannung erzeugt, auf die zur wirtschaftlichen Verteilung erforderliche Hoch- oder Höchstspannung von 100 000 bis 380 000 V hochgespannt und über die Freiluft- Schaltanlage eines Umspannwerkes, die zugleich das Kraftwerk an das westeuropäische Verbundnetz anschließt, durch Freileitungen zu den Verwendungsgebieten geleitet.*  
Volger/ Laasch in | Haustechnik | 1994 | S. 354

In der Mitte der 1890er Jahre erhöhten neue Stromverbraucher die Nachfrage durch deren Einsatz elektrischer Antriebe für industrielle Produktion. Die Zahl der öffentlichen Elektrizitätswerke nahm rasch zu. Die anfangs große Wertigkeit der Beleuchtung, im Vergleich zu anderen Verbrauchern, verlor rasch an Bedeutung. Die große Expansion der Elektrizitätswerke, sowie ständig steigender Stromverbrauch, bildeten die Starkstrom Revolution. Die Geräte und spezielle Ausrüstung für Elektrizitätswerke musste auch hergestellt werden, wofür weitere Energie aufgebracht werden musste.

Die britische Kolonialmacht war der Investor und Erbauer des vorwiegenden Telegraphennetzes.

*Hatte während der Schwachstrom- Ära noch die britische Elektroindustrie international die führende Position innegehabt, so begann mit dem Umbruch im „Was“ der Produktion in den 1880er Jahren der Aufstieg der Elektroindustrien Deutschlands und der USA. Die industriellen Newcomer konnten die neuen Geschäftsfelder mit neuen Produkten besetzen, während die bereits etablierte britische Industrie ihre Anfangsvorteile aus dem Schwachstrombereich nicht in das neue Anwendungsfeld zu transferieren vermochte. Im Zeitraum zwischen 1895 und 1913 fielen die britischen Hersteller deutlich gegenüber deutschen und amerikanischen Unternehmen zurück (Caterall 1979; König 1987). Im Gegenzug entwickelte sich die deutsche Elektroindustrie zur dominierenden Branche innerhalb Europas und profitierte damit überproportional vom seinerzeitigen Elektrifizierungsschub.*  
Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996 | S. 48

---

<sup>411</sup> | Vgl. Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996

Die USA und Deutschland konnten ihre Stellung in der Starkstromindustrie weiter ausbauen<sup>412</sup>. England stellte keine große Konkurrenz dar. Deutschland etablierte sich als Vorreiter in Europa und andere europäische Länder kamen mit dem Aufbau der neuen Industrie nur langsam voran<sup>413</sup>.

Großunternehmen mit deren Ansprüchen sorgten für die Entstehung der Massenproduktion. Auf dem Gebiet, wo Kapital und Arbeit sich konzentrierten, war diese Art der Produktion besonders wirksam. Die Entwicklung der industriellen Massenproduktion steht mit der kapitalistischen Entwicklung im engen Zusammenhang. Die Massenproduktion nach Frederick Winslow Taylor und Henry Ford<sup>414</sup> wird in Verbindung mit Fließbandtechnik, sowie speziellen Maschinen angesehen. Das Image der großen Industrie prägte die Konzepte und Interessen der Massenproduktion. Rahmenbedingungen einer großen Industrie sind unter anderem auch erfolgreiche Rationalisierungsstrategien. Viele Neueinsteiger waren die Vorreiter der Massenproduktion, denn die Großunternehmen hatten anfänglich nur eine untergeordnete Rolle. Diese traten in Form von kleineren, sowie mittleren Unternehmen im Umfeld von Großstädten auf.

Aus dem Modell der Starkstromrevolution zeigen sich die ersten Zusammenhänge zwischen Massenproduktion und Energie. Wird die Massenproduktion zur Energieeffizienzsteigerung in Verbindung gebracht, kann dies durch folgende These veranschaulicht werden. Durch die hohe Anzahl an Produkten und deren schnelle Fertigung, im Gegensatz zu der vorher üblichen Produktionsweise, kann viel Energie eingespart, beziehungsweise nicht verschwendet, werden. Wie bereits beschrieben, ist es die Relation zwischen produzierter Stückzahl und der angewandten Energie. Auch in Zukunft werden Unternehmen, welche rational Massenproduktion, beziehungsweise Mass Customization betreiben, die konkurrenzfähigsten sein. Eine erfolgreiche Massenproduktion ist jene, welche auch rational mit den Energieressourcen in der Produktionsphase, umgeht.

---

<sup>412</sup> | Vgl. Daniel Daimer in | Transatlantische Zusammenarbeit der Starkstromindustrie in der Zwischenkriegszeit | 2008

<sup>413</sup> | Vgl. Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996

<sup>414</sup> | Frederick Winslow Tyler und Henry Ford werden im Kapitel 3.2 | AUTOMATISIERUNG NACH HENRY FORD im Detail behandelt.



## 5.7.2 | GRAUE ENERGIE

Graue Energie ist jene Energiemenge, welche für die Herstellung, den Transport, die Lagerung, den Verkauf und die Entsorgung eines Produktes benötigt wird. Zusätzlich werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung, sowie die Energiemenge für die nötigen Herstellungsprozesse berücksichtigt. Kumulierter Energieaufwand ist ein Synonym für graue Energie. In Nahrung befindet sich ebenso graue Energie, da diese für die Herstellung und den Transport verantwortlich ist<sup>415</sup>. Wenn elektrische Geräte auch nicht viel verwendet werden und somit keine Energie verschwendet wird, ist dennoch viel Energie für deren Herstellung verbraucht worden<sup>416</sup>. Beim Transport von Starkstrom geht viel Energie über die Hochspannungsleitungen verloren. Beim Gebäudebau ist der Anteil Grauer Energie auch sehr hoch. Für die Herstellung und die Anlieferung von Baumaterialien wird viel kumulierte Energie aufgewandt. Interessant ist die Tatsache, dass bei einem konventionellen Einfamilienhaus in ca. 40 Jahren für die interne Beheizung, gleiche Energiemenge, wie für dessen Herstellung verbraucht wird. Haushaltsgeräte wie Kühlschränke und Waschmaschinen benötigen für ihre Herstellung ca. 7 mal die Energiemenge, welche beim Betrieb in einem Jahr verbraucht wird. Passivhäuser werden durch ihren niedrigen energetischen Verbrauch im Betrieb als sehr modern und energiebewusst eingestuft. Es muss aber beachtet werden, dass die benötigte Energie zur Herstellung wesentlich höher liegt, als die beim Betrieb des Gebäudes selbst.

Im Zusammenhang mit Recycling, der Langlebigkeit des Produktes, sowie dessen Reparaturmöglichkeiten, kann graue Energie reduziert werden. Ganz originell ist die Konzeption, ganze Einfamilienhäuser zu recyceln<sup>417</sup> und dadurch die verbrauchte graue Energie zu senken. Wenn einige Teile eines schon bestehenden Einfamilienhauses wiederverwendet werden können, bedeutet das, dass diese nicht neu produziert, sondern manchmal nur repariert oder adaptiert, werden müssen. Somit wird keine anfallende Energie für die Produktion verschwendet. Im Bereich der Altbausanierung und beim Abriss ganzer Wohngebäude spielt graue Energie ebenfalls eine gewichtige Rolle. Die Frage welche sich stellt ist, ob für die Sanierung mehr Energie aufgewandt wird, als für einen Abriss und den nachfolgenden Neubau. Eine solche Entscheidung beruft sich auf Wirtschaftlichkeit und somit auch auf Energie.

*Nachhaltige Technologie? PV- Anlagen sind in ihrer Herstellung sehr energieintensiv- ganz klar, dass sich dabei eine Frage aufdrängt: Ist es nicht paradox, eine Technologie, die selbst sehr energieaufwändig ist, zum Energiesparen einzusetzen? Der Energieberater entwarnt: "Die Herstellung von PV ist energieintensiv, aber bereits nach wenigen Jahren hat eine PV- Anlage ihre 'Graue Energie'- so nennt man die Energie für die Erzeugung - wieder 'abgearbeitet'."*

*<http://derstandard.at/r1293370495567/Bauen--Energie> | 01.021.11 | 11.15*

---

<sup>415</sup> | Vgl. R. Costanza in | "Embodied Energy Basis for Economic- Ecologic Systems." PhD Dissertation. Gainesville, FL: Univ. of FL | 1979

<sup>416</sup> | Vgl. M. Lenzen in | "Errors in conventional and input- output- based life- cycle inventories", "Journal of Industrial Ecology" | 2001

<sup>417</sup> | Das Thema vom Recycling in Verbindung mit Einfamilienhäusern wird im Kapitel 5.5 | RECYCLING MASSENPRODUZierter HÄUSER im Detail betrachtet.



Energiebewusste Konzepte müssen eruiert werden, um die graue Energie so gering wie möglich zu halten<sup>418</sup>. Ein umweltverträgliches Bauen ist ein solches Konzept. Beim Bau eines gewöhnlichen Holzhauses wird nur ein dreiviertel der Energie, im Gegensatz zu einem Massivhaus verwendet. Für die Produktion von Polystyrol<sup>419</sup> werden ca. 500 kWh pro m<sup>3</sup> benötigt. Zellulosedämmung<sup>420</sup> kann hingegen mit 100 kWh pro m<sup>3</sup> produziert werden.

Das Produkt jeglicher Art zeugt nicht von verbrauchter grauer Energie und deren Belastung an die Umwelt. Deshalb wird sie von Menschen oft nicht in Betracht gezogen. Die Orangen für einen Orangensaft aus Brasilien müssen 11.000 km zurücklegen, bevor diese auf dem Frühstückstisch zur Verfügung stehen. Die Bananen aus Costa Rica haben einen ebenso langen Weg hinter sich. Semmel und Kipferl wurden aber vergleichsweise nur über eine Distanz von einigen Kilometern transportiert. Dies spricht für die Verwendung heimischer Produkte, da dadurch viel Energie und andere Ressourcen eingespart werden.

Durch den Umstand von knapp werdenden Ressourcen und einer sensiblen Biosphäre, ist die Auseinandersetzung mit der Nachhaltigkeit von grauer Energie enorm wichtig. Es ist ein sehr aktuelles Thema und nimmt täglich an Bedeutung zu.

Ein nicht allzu gut definierter Bereich, graue Energie zu beschreiben, ist der Zusammenhang mit menschlicher Arbeit. Bei dem spanischen Pavillon für die EXPO in Shanghai 2010<sup>421</sup> werden die Paneele aus Holz in Form von Korbgeflechten handwerklich hergestellt. Die Form vieler Paneele wiederholt sich, und der Theorie nach werden diese individuell massenproduziert, nur mit dem Unterschied, dass dies per Hand, somit nicht maschinell, vollzogen wird. Die wichtige Frage, die sich stellt, ist, wie diese menschliche Handarbeit auf graue Energie umgelegt werden kann. Natürlich wird ein maschineller Hilfeinsatz auch vorhanden sein, welcher sich aber in minimalen Grenzen halten wird. Es kann versucht werden den täglichen energetischen Verbrauch, in Form von Nahrung eines Menschen in graue Energie umzuwandeln und somit die energetische Berechnung für die Paneele zu definieren. Diese theoretische Vorgangsweise zeigt auf, dass graue Energie sich sehr wohl in einem grauen Bereich befindet und die exakte Eingrenzung sich als ein äußerst schwieriges Unterfangen aufzeigt.

Interessant ist auch der Vergleich der grauen Energie bei verschiedenen Baustoffen, da sich große Unterschiede aufzeigen. Mauerziegel beispielsweise benötigen 701

---

<sup>418</sup> | Vgl. IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und- ökologie, Donau- Universität, M. Gann, A. Liebinger, B. Lipp in | Ökologie der Dämmstoffe | 2000

<sup>419</sup> | Polystyrol ist ein transparenter, amorpher oder teilkristalliner Thermoplast, welcher in vielen Bereichen des täglichen Lebens vorkommt. Durch die guten Isolationseigenschaften wird es viel in der Elektrotechnik verwendet. Geschäumtes Polystyrol wird bei Wärmedämmung für Gebäude verwendet.

<sup>420</sup> | Zellulosedämmung ist eine ökologische Wärmedämmung, zum Beispiel aus Zeitungspapier. Beimengung von Boraten oder Phosphaten verleiht dem System eine begrenzte Brandsicherheit. Dieses Material kann abgesaugt und bei einem anderen Gebäude wieder verwendet werden, und spricht somit für gutes Recycling.

<sup>421</sup> | Der spanische Pavillon wird im Kapitel 8.2 | SPANISCHER PAVILLON SHANGHAI 2010 genauer behandelt.

KWh/ m<sup>3</sup><sup>422</sup>, Stahlbeton schon 1.463 kWh/ m<sup>3</sup>, Mineralwolle 387 kWh/ m<sup>3</sup>, Zellulose 65 kWh/ m<sup>3</sup> und expandiertes Polystyrol 535 kWh/ m<sup>3</sup>. Mauerziegel sind demnach weniger energieintensiv bei der Produktion, als Stahlbeton, und sind somit ökonomischer. Aluminium benötigt 58 kWh/ kg für die Herstellung und ist im Vergleich mit Kupfer 26 kWh/ kg doppelt so energieintensiv<sup>423</sup>.

Bei der Gebäudeherstellung werden rund 60% der notwendigen Energie für den Keller verbraucht<sup>424</sup>. Die Holzbauweise, ohne Keller, ist um ca. 30% niedriger. Ca. 25% der aufgewandten Energie, im Laufe von 60 Jahren, was der Lebensdauer des Gebäudes entspricht, fallen auf den Keller.

Mittlerweile werden Softwareprogramme für bauphysikalische Berechnungen von Gebäuden durch annähernde Ausgabe der grauen Energie erweitert. Durch verknüpfte Datenbanken, sowie die Analyse bereits bestehender und gewerteter Gebäude, können schnell grobe Einschätzungen für graue Energie getätigt werden. Die Einschätzung der grauen Energie kann nach dem Fertigstellen eines Gebäudes, durch Baupläne und eine Materialbeschreibung, vorgenommen werden. Die Abgrenzung der Berechnung grauer Energie ist wichtig, da entschieden werden muss, ob beim Hausbau auch der Aushub für den Keller, die Baumaterialentsorgung, die Baumaterialzulieferung, sowie die Installation von technischen Anlagen inkludiert worden sind. Diese Bereiche ergeben laut verschiedener Studien 10% bis 15% der gesamten grauen Energie. Das Untergeschoß, Außenwände, Decken, Dach und der Innenausbau sind mit einem Fünftel für die graue Energie verantwortlich<sup>425</sup>. Die verwendete Energie beim Fensteranteil wird als gering eingestuft. Gebäudeform ist auch für die berechnete Menge verantwortlich. Der Faktor der grauen Energie kann vor allem bei der Planung beeinflusst werden. Die Betriebsenergie, in Relation zur grauen Energie, ist natürlich vom Gebrauchsschema des Benutzers abhängig. Das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen bestimmt den Energiefaktor, wobei durch Form, welche einem Würfel nahe kommt, graue Energie bis zu einem Viertel eingespart werden kann<sup>426</sup>.

## GRÖßENORDNUNG

Die Berechnung der grauen Energie verläuft äußerst komplex. Somit müssen vereinfachte Annahmen angewandt werden. Numerische Wertangaben werden als unsicher angenommen, da diese nach verschiedenen Prinzipien errechnet wurden und die Resultate selbst untereinander variieren. Außerdem fehlt die exakte Definition für graue Energie und es treten Abgrenzungsprobleme auf. Es ist wahrscheinlich wenig sinnvoll dem Energieverbrauch eines Restaurants die aufgewandte Energie für den Transport der verwendeten Produkte zu addieren. Es ist auch äußerst fraglich, ob der Energieverbrauch für Krankenhäuser, mit den transportierten Produkten auf den Straßen, denn es können Verkehrsunfälle entstehen und Leute müssten ins Krankenhaus eingeliefert werden, im Zusammenhang steht.

---

<sup>422</sup> | Eine Kilowattstunde, abgekürzt kWh, besteht aus der Variable für elektrische Leistung Watt, sowie der Zeit mit der Einheit Stunde, in welcher die Leistung angefordert wird. Als einfacher Multiplikator dient der Faktor Kilo. Eine Kilowattstunde ist 1000 Wattstunden äquivalent.

<sup>423</sup> | Vgl. [http://www.esv.or.at/esv/fileadmin/esv\\_files/Info\\_und\\_Service/GraueEnergie.pdf](http://www.esv.or.at/esv/fileadmin/esv_files/Info_und_Service/GraueEnergie.pdf) | 17.01.08 | 20.15

<sup>424</sup> | Vgl. [http://www.cipra.org/pdfs/249\\_de/](http://www.cipra.org/pdfs/249_de/) | 18.01.08 | 10.15

<sup>425</sup> | Vgl. [http://www.hansruedipreisig.ch/publikationen/images/pu\\_tec2101.pdf](http://www.hansruedipreisig.ch/publikationen/images/pu_tec2101.pdf) | 18.01.08 | 12.55

<sup>426</sup> | Vgl. <http://www.umweltchemie.ch/tec21.pdf> | 18.01.08 | 13.40

Graue Energie kann durch schon äußere Umstände reduziert werden. Wenn graue Energie in eine Diskussion miteinbezogen wird, muss auch von Wirtschaftlichkeit gesprochen werden. Eine gute Wirtschaftlichkeit der Produktion steht mit niedriger, grauer Energie in Verbindung. Erstens kann bei der Transportleistung der Rohprodukte durch die Verkürzung der Distanzen Energie eingespart werden. Hierbei ist die Rede vor allem von der Verwendung heimischer Rohstoffe und Produkte. Zweitens kann Produktionsoptimierung durch eventuelle industrielle Massenproduktion, die Mengen der benötigten Energie im nächsten Schritt reduzieren. Gut konzipierte Produktionsabläufe, sowie effizienter maschineller Einsatz, sind ratsam. Massenproduktion trägt in dem Sinn viel bei, da effizient produziert werden kann. Drittens kann durch Recycling mit der Wiederverwertung von bestehenden Produkten graue Energie im minimalen Bereich gehalten werden, da keine Energie für neue Produktion aufgebracht werden muss.

Wenn in Erwägung gezogen wird einen neuen sparsamen Computer zu erwerben, oder gegen ein älteres Modell einzutauschen, wird diese Vorgehensweise als sehr modern und ökologisch angesehen. Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie hat eruiert, dass für die Herstellung eines neuen Computers 3000 Kilowattstunden Energie benötigt werden<sup>427</sup>. Diese Größenmenge entspricht dem jährlichen Stromverbrauch einer Kleinfamilie. Ein Computer kommt bei täglicher Verwendung von ca. drei Stunden, in drei Jahren auf ein Siebtel der zur Herstellung verwendeten Energie. Demnach wäre es äußerst sinnvoll einen Computer so lange wie möglich zu behalten. Natürlich ist dies ein Spiel der Industrie mit den Konsumenten. Ständig neue Anforderungen der Software-, sowie Hardwarehersteller verlocken den Konsumenten zum neuen Kauf. Beispielsweise hat ein teures Apple Notebook wie das Macbook Pro vom Vorgängermodell der gleichen Familie vielleicht nicht so viele Neuerungen, wird aber dennoch durch Marketingstrategien als ein neuer Meilenstein in der Notebookrevolution beschrieben. Der Fortschritt der Technik ist ebenso nicht aufzuhalten. Im Durchschnitt werden alte Computer nach ca. drei bis fünf Jahren gegen neue Modelle eingetauscht. Ein neues Computersystem sollte nur gekauft werden, wenn das alte nicht mehr funktioniert, oder einem die neuen Softwareanwendungen, welche die dementsprechend neue Hardware fordern, von großer Wichtigkeit sind. Nach persönlicher Erfahrung werden meine Computer aus den gerade beschriebenen Beweggründen nach ca. zwei bis drei Jahren eingetauscht. Ein gut funktionierender Gebrauchtmärkte für ältere Computersysteme ist nicht vorhanden, da die meisten dieser alten Computersysteme im Haushalt selbst behalten, und als Zweit- oder Drittcomputer benutzt werden. Bei elektronischen Gebrauchtmärkten im Internet handelt es sich nur um einen kleinen Prozentsatz dieser alten Geräte.

Abstrakt gesehen kann das Produkt in Verbindung mit grauer Energie auch eine Dienstleistung sein, denn graue Energie ist der indirekte Energieverbrauch durch Kauf eines Produktes, im Gegensatz zum direkten Energieverbrauch bei dessen Benutzung.

Der Film „The Man In The White Suit“<sup>428</sup> handelt von einem Chemiker, welcher einen unzerstörbaren weißen Anzug erfindet. Die Erfindung an sich ist revolutionär und einzigartig, doch die Industrie sieht dies ganz anders und fühlt sich bedroht, keine weiteren Anzüge mehr verkaufen zu können.

---

<sup>427</sup> | Vgl. <http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=4160> | 19.01.08 | 11.20

<sup>428</sup> | Der Film „The Man In The White Suit“ von Alexander Mackendrick wird im Kapitel 9.2 | THE MAN IN THE WHITE SUIT eingehend beschrieben und analysiert.

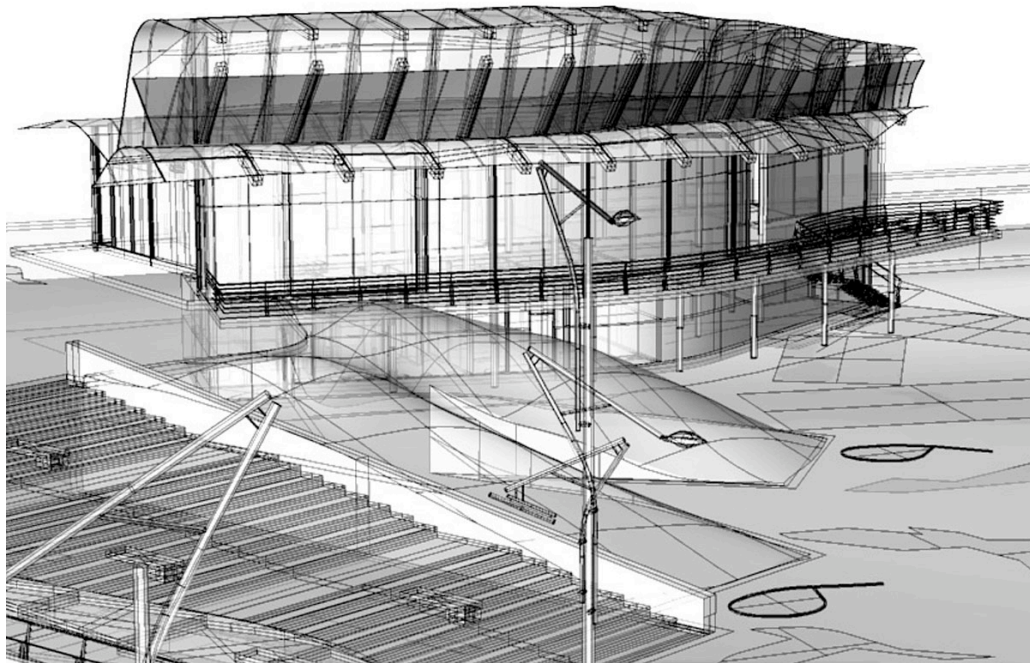


Abb. 6 | Das 3D Modell wurde als Basis für den Entwurf eines Restaurants der Marco Polo Terrassen in der Hafencity in Hamburg erstellt. Das Design stammt vom Architekturbüro Miralles Tagliabue in Barcelona, Spanien.

*Ok, ich glaube da gibt es diese ganze Diskussion über Werkzeuge, Simulationswerkzeuge, relativ zum Design. Ich bin keine Berechnungsperson, welche ein Experte auf diesem Gebiet ist, aber durch eine Anzahl von Dingen, welche wir hier erschufen, wir sicherlich schon mit diesen Werkzeugen herumgespielt haben. Einige meiner speziellen MIT Kollegen, sind prinzipiell sehr an der Idee interessiert, individuelle Werkzeuge für Architekten zu schaffen, um Ideen, wie Wind, Solarachse und ähnliche Variablen zu testen. Ich bin, um ehrlich zu sein, skeptisch darüber, weil ich glaube, dass du als Designer zunächst Intuition über Dinge haben musst. Ich meine... ich glaube nicht, dass du unbedingt einen Computer brauchst, welcher dir sagt, dass wenn du ein Fenster hier, und eines dort oben öffnest, Luftzirkulation entstehen wird. Das ist nicht... Ich glaube, dass wir dazu neigen, uns in eine Welt zu bewegen, wo übermäßiges Vertrauen und der Glaube, das Computerprogramm wird dir sagen, was die Lösung ist, vorherrschen. (...) Ich glaube nicht, dass wir unbedingt die Kontrolle über diese potentielle Welt der Integration und Innovation, welche vom Herumspielen mit Simulation kommt, haben. Wir neigen dazu Simulationen als eine Art Krücke zu benutzen. (...)*

*Andrew Scott | 18.03.10 | 11.20*

*Ok, I think there is this whole conversation about tools, simulation tools, relative to the design. I am not a computational person who is an expert on that, but certainly, through a number of things we have done here, we have certainly played around with those tools. And some certain of my colleagues at the MIT, are basically very interested in the idea of trying to develop up- front tools for architects to test out ideas, of wind, solar axis and things like this. I am, to be honest, sceptical about it, because I think that as a designer first of all you have to have intuition about things. I mean... I don't think that you necessarily need a computer to tell you that if you open a window here and another window up there, there is going to be a cross- flow. That is not... I think we tend to move to a world, where there is a sort of over-reliance on believing that the computer program is going to tell you what the solution is.(...) I don't think we are necessarily in control of this potential world of integration and innovation, that comes from playing with simulation. We tend to use simulations as a sort of crutch. (...)*

## ANDREW SCOTT

Das, am MIT geführte Interview mit Andrew Scott<sup>429</sup> gibt eine Einführung in Digitale Architektur. Besonders interessant ist der Umstand, dass Scott der Intuition beim Designprozess die größte Wichtigkeit verleiht. Prinzipiell befürwortet er die digitale Arbeitsweise und bedient sich dieser ebenso bei seinen persönlichen Projekten, dennoch stellt er die alleinige Anwendung von computergenerierten Berechnungen in Frage.

## PALLADIO

Im 16. Jahrhundert war der Architekt Andrea Palladio<sup>430</sup> in Italien auf den Bau von luxuriösen Villen für wohlhabenden Bewohner spezialisiert. Die wiederkehrende Verwendung von Nummern und Proportionen als wichtige Gestaltungselemente war ein enorm wichtiger Bestandteil seiner Architektursprache<sup>431</sup>. Der durch ihn kreierte Stil wurde von anderen Architekten weltweit kopiert. Sein Interesse für Mathematik, sowie Nummern war ein sehr starker Einfluss bei seinem Kurationsprozess und spiegelte sich in den Proportionen wider. Die Länge und die Breite sollten zueinander, mit der sich aus diesem Zusammenhang ergebenden Höhe, proportional sein. Einige Nummern waren klar bevorzugt und stetig in Form von ganzen Nummern verwendet worden. Die Harmonie der Proportionen fand Inspiration in der Musik damaliger Epoche. Architektur wurde als eine Art eingefrorene Architektur angesehen. Die Musik war an das griechische, harmonische System angelehnt und Palladio bezog daraus seine Schöpfung. Seine wohl bekannteste Villa, die Villa Rotonda<sup>432</sup> wurde aus einer geometrischen Kombination vom Quadrat und vom Kreis beruhend, auf der Nummer 16 erbaut<sup>433</sup>. Seine verfassten „Vier Bücher zur Architektur“<sup>434</sup> deuten nicht viel von der Wichtigkeit der Nummern, dennoch sind diese in seiner Architektur klar ersichtlich, sowie spürbar. In den verwendeten Plänen tauchen oft numerische Werte wie 16, 10, oder 6 auf.

---

<sup>429</sup> | Andrew Scott ist Professor für Architektur am MIT in Cambridge, USA. Sein Fokus richtet sich primär auf den Einfluss von Nachhaltigkeit auf die gebaute Form. In der Praxis ist Scott Leiter des „Andrew Scott Architecture“ Architekturbüros in Boston, USA. Sein Architekturstudium absolvierte Scott an der Manchester Universität, England, wonach er für Norman Foster gearbeitet hat. Von 1986- 93 gründete Scott mit Partnern das „Denton Scott Associates“ Architekturbüro. Vor seiner Karriere am MIT war Scott fortwährend an unterschiedlichen architektonischen Schulen in England, in der Lehre tätig. Zudem arbeitet Scott am MIT an realen Demonstrationsprojekten, wie dem nachhaltigen städtebaulichen Häuserbau in China, welches Designstrategien mit technischem Wissen und Computersimulationen verbindet.

<sup>430</sup> | Andrea Palladio wurde am 30. November 1508 in Padova, Italien (damals Republik von Venetien) geboren. Als Architekt wurde Palladio sehr von griechischer, sowie römischer Architektur beeinflusst. Seine architektonischen Werke sind alle in der Republik von Venetien entstanden. Palladios „Vier Bücher zur Architektur“, sind sein wohl bekanntestes theoretisches Werk. Die architektonische Bewegung, unter dem Begriff Palladische Architektur bekannt, warb um pures und einfaches Design, basierend auf klassischer Architektur. Zu seiner Lebenszeit hat Palladio unzählige Villen geplant und gebaut. Dazu zählen die Villa Gazotti 1542, die Villa Pisani ca. 1552, die Villa Porto 1554, die Villa Capra „La Rotonda“ 1585 und viele mehr. Seine Villen von Veneto sind von der UNESCO zum Weltkulturerbe erklärt worden.

<sup>431</sup> | Vgl. Andrea Palladio, Adolf K. Placzek in | The Four Books of Architecture | 1965

<sup>432</sup> | Die „Vier Bücher zur Architektur“ wurden von Andrea Palladio verfasst und 1570 in Venedig veröffentlicht. Die Bücher sind von Palladio selbst, durch Gravierungen, illustriert worden. Die Klarheit seines theoretischen Werks inspirierte viele Architekten zu seiner, wie teilweise heutiger, Zeit. Die Inspiration für Palladio lag im Besonderen bei Vitruv, basierend auf römischer Architektur. Das Werk beschrieb systematische Regeln, sowie Pläne für einzigartige Gebäude. Regeln wurden in Design- Regeln sowie Bau- Regeln unterteilt.

<sup>433</sup> | Vgl. Giovanni Giaconi, Kim Williams in | The Villas of Palladio | 2003

<sup>434</sup> | Die Villa Americo- Capra, oder auch unter dem Namen „La Rotonda“ bekannt, wurde vom venezianischen Architekten Andrea Palladio geplant. Diese befindet sich außerhalb von Vicenza, Italien. Das Gebäude gehört zum Weltkulturerbe. Für Palladio war das Design der Villa eher ein Palast am Stadtrand, als eine städtische Villa und beruht auf einem strikt symmetrischen Grundriss, somit einem Rechteck Grundriss mit vier Fassaden. Das ganze Gebäude wird von einem imaginären Kreis eingegrenzt. Die Villa Rotonda wurde erst nach Palladios Tod durch den Architekten Vincenzo Scamozzi, im Jahr 1585, vollendet.

Mit den wechselnden Stilen in der Musik, hat sich auch analog die Architektur verändert. Im zwanzigsten Jahrhundert haben Architekten somit den Versuch unternommen, die Relation zwischen dem menschlichen Körper, sowie dem bewohnbaren Raum zu schaffen. Le Corbusier hat versucht eine mehr dynamische Verbindung zwischen der Mathematik und der Architektur zu erreichen<sup>435</sup>. Somit wurde der neue künstlerische Stil Purismus<sup>436</sup> geboren<sup>437</sup>. Le Corbusier hat immer nach konkreter, sowie wissenschaftlicher Bestätigung seiner Arbeit gesucht und war dazu sehr zur Mathematik verbunden. Die Proportionen für den Designentwurf wurden von seinem Goldenen Schnitt definiert. Er war der Überzeugung, dass Schönheit eine grundlegend mathematische Erklärung besitzt, beziehungsweise besitzen sollte. Des Weiteren fand Le Corbusier großes Interesse an den mathematischen Fibonacci<sup>438</sup> Nummern.

*Jenseits des Zweifels hat die Verwendung der digitalen Architektur zu einer Vereinfachung des „Workflow“ geführt, vor allem in der pragmatischen Ausführung eines komplizierten Designs. Auf der anderen Hand haben diese Entwicklungen auch zur Absenz von Identifizierung und Lesbarkeit, geführt. Mit einer intensiven Auseinandersetzung mit diesen Programmen, nicht mit der Architektur welche sie generieren, konzentriert sich der intellektuelle Designansatz auf die Formfindung, basierend auf den spezifischen Möglichkeiten der Animationssoftware. Dies muss per se nicht von schlechter Qualität sein, aber die Verwendung von einem formalen Ansatz braucht den Hintergrund einer gesamten konzeptuellen Strategie um das Projekt zu stärken. Asterios Agkathidis, Markus Hudert, Gabi Schilling in | Form Defining Strategies | 2007 | S. 96*

*Beyond a doubt the use of digital technology in architecture led to a simplification of workflow, especially in the pragmatic execution of an elaborated design. On the other hand these developments also led to an absence of identification and readability. By dealing intensively with this programs, not with the architecture that it creates, the intellectual design- approach concentrates of form-finding, based on the particular capabilities of the animation software. Per se this must not be of poor quality, but the use of a formal approach also needs the background of an overall conceptual strategy to strengthen the project.*

Der Fortschritt in der Wissenschaft und Mathematik hinterfragt die Grundprinzipien vergangener Epochen. Viele Architekten streben in der heute modernen Zeit nicht mehr nach Ordnung, aber nach Unordnung in der Architektur. Permanente Muster werden nun durch Instabilität ersetzt. Bernard Tschumi<sup>439</sup> spricht von dem parallelen

<sup>435</sup> | Vgl. Editors of Phaidon in | Le Corbusier Le Grand | 2008

<sup>436</sup> | Der Kunststil Purismus wurde von Amédée Ozenfant, sowie Le Corbusier in den Richtungen Architektur und Kunst im 20. Jahrhundert kreiert. Einfache, sowie funktionelle Formensprache und der enge Zusammenhang mit der Maschinenwelt stehen im Vordergrund. Dekoration wurde abgelehnt und der Goldene Schnitt als die Perfektion an Proportion angesehen.

<sup>437</sup> | Vgl. Roberto Gargiani in | Paris: Architektur zwischen Purismus und Beaux-Arts 1919- 1939 | 1992

<sup>438</sup> | Die ersten zwei Fibonacci Nummern setzen sich aus 0 und 1 zusammen. Die folgenden Nummern sind die Summe der vorherigen zwei. Den Ursprung hatten die Fibonacci Nummern im antiken Indien und wurden nach Leonardo von Pisa benannt, welcher als Fibonacci bekannt war.

<sup>439</sup> | Architekt Bernard Tschumi wurde am 25. Jänner 1944 in Lausanne, Schweiz geboren. Neben seiner Tätigkeit als Architekt ist er ebenso Verfasser und Lehrbeauftragter. Er lebt und arbeitet in New York, USA und Paris, Frankreich, wo auch seine Architekturbüros situiert sind. Sein Studium absolvierte er in Paris und an der ETH in Zürich. Gelehrt hat Tschumi unter anderem an der AA in London, der Princeton Universität in New Jersey, der Cooper Union und der Columbia Universität in New York, wo er zudem von 1988 bis 2003 als Dekan tätig war. Zu seinen herausragenden architektonischen Projekten gehören das „Parc de la Villette“ in Paris, Frankreich, das neue Akropolis Museum in Athen, Griechenland, die Paul L. Cejas

zeitlichen Ursprung von Mathematik und Architektur<sup>440</sup>. Der Park de la Vilette<sup>441</sup> veranschaulicht die sich wandelnde Form der Freizeit in der heutigen Gesellschaft. Die mathematische Erklärung von Natur hat im 20. Jahrhundert neue Definitionen erstellt, wie die Chaostheorie. Der Ort, an dem der Widerspruch entspringt, ist die Geburtsstätte von Architektur, laut Bernard Tschumis Auffassung. Die Empfindung von Proportionalität in der heutigen architektonischen Welt ist nicht mehr der von Palladio oder Le Corbusier gleich. Die neuen Proportionen orientieren sich demnach nicht nur auf den biologischen menschlichen Körper, sondern ebenso an den neuen kulturellen Körper, welcher Teil der neuen technologischen Kultur ist. Die Teilgebiete Architektur, Computer, sowie Mathematik sind heute sehr stark miteinander im Zusammenspiel und ermöglichen neue strukturelle Systeme, welche noch nie zuvor gesehen worden sind<sup>442</sup>.

---

Architekturschule in Miami, USA, das „Blue Condomium“ in New York, USA und viele mehr. Tschumis Stil wird stark mit dem Dekonstruktivismus assoziiert.

<sup>440</sup> | Vgl. Bernard Tschumi in | Architecture and Disjunction | 1996

<sup>441</sup> | Der Park de la Vilette ist ein sich am Stadtrand von Paris, Frankreich befindlicher Park, welcher vom Architekten Bernard Tschumi entworfen worden ist. Als Teil eine urbanistischen Projekts ist der Park de la Vilette am ehemaligen Schlachthausareal zwischen 1984 und 1987 gebaut worden. Durch einen gewonnenen Wettbewerb wurde Tschumi 1982- 83 beauftragt, diesen Park zu bauen. Der Stil wird dem Dekonstruktivismus zugeordnet und die Anordnung erfolgt durch Punkte, Linien, sowie Oberflächen.

<sup>442</sup> | Vgl. Jane Burry, Mark Burry in | The New Mathematics of Architecture | 2012





Alvin Toffler<sup>443</sup> kreierte mit dem Begriff Digitale Revolution, eine Definition vom Wechsel des analog Mechanischen zur elektronischen und digitalen Technologie. Digitale Berechnungen und Kommunikationstechnologie veränderten die, um ca. 1980 bekannte, Industrie und hatten somit parallel einen großen Einfluss auf die Gesellschaft. Durch neuartige Technologien, sowie automatisierte Produktionsprozesse war Massenproduktion ein zentraler Bestandteil der Digitalen Revolution geworden<sup>444</sup>. Die Digitale Revolution war zudem der Vorreiter zum Informationszeitalter<sup>445</sup>.

*It has become a cliché to say that what we are now living through a „second industrial revolution“. This phrase is supposed to impress us with the speed and profundity of the change around us. But in addition of being platitudinous, it is misleading. For what is occurring now is, in all likelihood, bigger, deeper, and more important than the industrial revolution.*

*Es ist zu einem Klischee geworden, zu sagen, dass wir nun in einer „zweiten Industriellen Revolution“ leben. Diese Phrase hat die Absicht uns mit der Geschwindigkeit und der Tiefe der Wandlung um uns herum, zu beeindrucken. Zusätzlich, zum abgedroschen sein, ist es irreführend. Was zur Zeit passiert ist, in aller Wahrscheinlichkeit, größer, tiefer und wichtiger als die Industrielle Revolution.  
Alvin Toffler in | Future Shock | 1971 | S. 12*

Computertechnologie und die globale Vernetzung durch das „World Wide Web“ haben die uns zuvor bekannte Welt komplett auf den Kopf gestellt. Diese neuartige Technologie ist in alle von uns bekannten Gebiete, sei es Unterhaltung, Arbeit, Freizeit, Sport und so weiter, eingedrungen. Natürlich ist dieser Umstand auch mit negativen Aspekten verbunden, in Form von Informationsüberlastung, Invasion von persönlichen Daten, minimiertem persönlichen Kontakt, etc.. Zudem generierte die

---

<sup>443</sup> | Alvin Toffler wurde am 4. Oktober 1928 in New York, USA geboren und ist Schriftsteller sowie Futurist. Bekannt wurde Toffler durch seine theoretischen Arbeiten über die Digitale Revolution, die Kommunikations- Revolution, sowie die Firmen- Revolution. Er war als stellvertretender Direktor für das Fortune Magazin tätig und fertigte Berichte für Unternehmen wie IBM, AT&T und Xerox an. Die Technologie und deren Einfluss auf die Gesellschaft hat Toffler anfangs sehr interessiert, doch widmete er sich später dem Kapitalismus, sowie militärischer Hardware zu. Seine Frau Heidi Toffler ist ebenfalls Schriftstellerin und Futuristin. Das Beratungsunternehmen „Toffler Associates“ wurde von Alvin und Heidi Toffler gegründet, um Organisationen zu helfen, sich erfolgreich der schnell wechselnden globalen Gesellschaft, anzupassen. Die heutigen Unternehmen inspirieren sich an seinen Buchwerken, wie „Future Schock“, „The Third Wave and Anti- War“, sowie dem „Revolutionary Wealth“.

<sup>444</sup> | Vgl. Alvin Toffler in | The Third Wave | 1981

<sup>445</sup> | Das Informationszeitalter beschreibt ein Zeitalter, in welchem Information zu jeder Zeit zugänglich ist. Dies ist durch Technologien wie das Internet, als eine Art globales Informationsnetzwerk, möglich geworden. Das Internet existierte schon seit 1969, jedoch erst die Einführung des „World Wide Web“ vermittelte den globalen Faktor. Stark mit der Digitalen Revolution vernetzt, beschreibt es den Wandel von einer traditionellen Industrie zu einer, von der Informationsmanipulation, abhängenden Wirtschaft. Das Informationszeitalter übt ebenso einen starken Einfluss, auf die Arbeitskraft in der modernen Industrie, aus. Ein großer Teil der Arbeitskraft wurde durch Computer ersetzt, welcher Umstand gesellschaftliche Probleme schafft. Zudem leisten Arbeitskräfte einfache, automatisierte Arbeit, oder müssen fachlich, für komplizierte Arbeitsprozesse, ausgebildet werden. Die Auswirkungen der Informationstechnologie sind auf jeder sozialen Ebene bemerkbar.

Digitale Revolution<sup>446</sup> aber auch eine größere Spalte zwischen den technologisch hochentwickelten und den unentwickelten Ländern.

*Zwei offenbar konträre Bilder von der Zukunft umklammern heute die populäre Vorstellung. Die meisten Menschen- zu dem Ausmaß, dass sie sich die Mühe machen, überhaupt über die Zukunft nachzudenken- nehmen an, dass die Welt, welche sie kennen, unendlich dauern wird. Ihnen fällt es schwer, sich für sie selbst, einen wahrhaft anderen Lebensweg vorzustellen, abgesehen von einer komplett neuen Zivilisation. Natürlich erkennen sie, dass sich Dinge ändern. Aber sie nehmen an, dass die heutigen Veränderungen sie umgehen werden und dass nichts deren gewohnten wirtschaftlichen Rahmen und die politische Struktur erschüttern wird.*

*Alvin Toffler in | The Third Wave | 1981 | S. 11*

*Two apparently contrasting images of the future grip the popular imagination today. Most people- to the extent that they bother to think about the future at all- assume the world they know will last indefinitely. They find it difficult to imagine a truly different way of life for themselves, let alone a totally new civilization. Of course they recognize that things are changing. But they assume today's changes will somehow pass them by and that nothing will shake the familiar economic framework and political structure. They confidently expect the future to continue the present.*

---

<sup>446</sup> | Vgl. Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee in | Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy | 2012

*We can use the mathematical models... for generating designs, evolving forms and structures in morphogenetic processes within computational environments.*

*Wir können mathematische Modelle nutzen... um Designs zu generieren, Formen und Strukturen in morphogenetischen Prozessen, innerhalb von rechnerischen Umgebungen, zu entwickeln.*  
*Yehia Madkour, Oliver Neumann in | Emergent Programmatic Form- ation | 2009 | S. 12*

**DECOI** Das Architekturbüro dECOi<sup>447</sup>, unter der Leitung von Mark Goulthorpe<sup>448</sup>, entwarf für das amerikanische Unternehmen „C Change Investments LLC<sup>449</sup>“ ein Büro, welches mit futuristischem Design überzeugt<sup>450</sup>. Am Gebäude selbst ist von außen nichts erkennbar, doch der Innenraum im 14. Stock wirkt als eine Art Höhle, hauptsächlich aus Holz gefertigt. Dem ersten Anschein nach war die Umsetzung des sehr individuellen Projekts, bestehend aus freien Formen, mit hohen Herstellungskosten verbunden. Doch Goulthorpe bestreitet dies, da er erklärt, dass das innere Volumen aus, im Handel üblichen, Sperrholz umgesetzt worden ist.

### **MATHEMATISCHER ALGORITHMUS**

Der interessanteste Aspekt an diesem Projekt ist der Umstand, dass die Gesamtform nach einem vorgesezten, mathematischen Algorithmus generiert worden ist. Dies bedeutet, dass der Prozess nicht manuell ausgeführt wurde, wodurch eine viel höhere Flexibilität, sowie Effizienz erreicht werden konnte. Die Form wird demnach, dem Algorithmus folgend, praktisch autonom generiert. Natürlich musste der Algorithmus genaue Vorgaben, wie beispielsweise die Funktionen der Räume, Durchgänge und so weiter, als festgesetzte Instruktionen, eingebettet bekommen. Dazu wurde bei dECOi selbst, eine haus eigene Software, für die Generation der kurvenreichen Geometrie, geschrieben. Zusätzlich wurden die geometrischen Elemente, durch programmierte Vorgaben, so vorgesehen, dass auch auf Wirtschaftlichkeit beim Verschnitt geachtet wurde. Um den Produktionskreislauf wieder zu schließen und auf Nachhaltigkeit zu achten, betont Goulthorpe, dass der Verschnitt von ca. 20 Prozent wieder an das Sägewerk geliefert wurde, wo es im zweiten Zyklus zum Antrieb der Maschinen, in Form vom Verheizen, wiederverwendet wurde.

---

<sup>447</sup> | dECOi wird von Prof. Mark Goulthorpe, Prof. Mark Burry, Dr. Alex Scott, sowie Laurence Stern geleitet und ist ein in Paris, Frankreich und London, England, ansässiges Architekturbüro, welches 1991 gegründet wurde. Das Büro ist auf Innovation, mit eingebundener Nachhaltigkeit, spezialisiert und fokussiert auf fortgeschrittene, mit Computern generierte Prozesse. Dazu gehört das Gebiet vom puren Design, Kunst, Innendesign, Architektur und Städtebau. Neben dem „C Change Investments LLC“ Projekt ist dECOi durch das Design und die Umsetzung einer reagierenden Wand, der „Hyposurface“, bekannt geworden.

<sup>448</sup> | Mark Goulthorpe ist Professor am MIT in Cambridge, USA, sowie aktiver Architekt und Mitbegründer des dECOi Architekturbüros. Goulthorpe arbeitete vier Jahre für Richard Meier und war Berater für Norman Foster. Dazu hat Goulthorpe eine exzessive professionelle, internationale Erfahrung, lehrt international und hat etliche internationale Preise gewonnen. Am MIT unterrichtet Goulthorpe sowohl an der Schule für Architektur wie am Media Lab.

<sup>449</sup> | Das Unternehmen „C Change Investments LLC“ richtet den Fokus auf Energie, Materialien, sowie auf die wechselnde Dynamik, im Rahmen, wie diese hergestellt, vertrieben und verbraucht werden. Unterschiedliche Teams, als Experten auf ihrem Gebiet, werden vom Unternehmen „C Change Investments LLC“ unterstützt.

<sup>450</sup> | Vgl. Mark Goulthorpe in | The Possibility of (an) Architecture | 2009

Die „Hyposurface“<sup>451</sup>, ebenso von dECOi kreiert, ist eine auf die Umgebung reagierende, adaptive Wandstruktur. Es ist das erste System weltweit, bei welchem der Bildschirm sich in Realität physisch bewegt. Die Bildschirmoberfläche kann mit der Bewegung einer Flüssigkeit verglichen werden, wobei diese Bewegung sehr präzise gesteuert werden kann. Basierend auf der Theorie, dass das menschliche Auge von physischen Bewegungen angezogen wird, ist dieses Konzept in das Design eingebunden. Die Varietät des Inhalts ist sehr weitläufig, da jegliches Input, in Form von Geräuschen, Internet Daten, Bewegung und so weiter, genutzt werden kann. Die „Hyposurface“ kann somit für jeden neuen Gebrauch leicht adaptiert werden und somit einen individuellen Inhalt vermitteln<sup>452</sup>.

Technologisch wird die Oberfläche digital gesteuert, wobei viele Aktuatoren, in Form von hydraulischen Elementen, für die schnelle Bewegung sorgen. Somit ist die Oberfläche als Gesamtheit in kleine Dreiecke unterteilt, welche einzeln gesteuert werden können<sup>453</sup>. Basierend auf modularer Bauweise ist das System als Ganzes sehr flexibel und kann dem Kundenwunsch angepasst werden.

*Hier haben wir das gleiche Szenario, Bezeichnung für Bezeichnung: mit Programmen basierend auf dem 0/ 1 binären Konstrukt, welcher eine Art integrale Rechenart ist, löst sich die gesamte symbolische Artikulation der Sprache und der Gedanken auf. Bald wird es keine Gedanken- sensitive Oberfläche der Konfrontation, jegliche Suspendierung der Gedanken zwischen Illusion und Wirklichkeit, mehr geben. Es wird keine Leerzeichen, keine Stille und keine Kontradiktion mehr geben- sondern nur einen einzelnen kontinuierlichen Fluss, einen einzelnen integrierten Schaltkreis.*

*Jean Baudrillard in | Why hasn't everything already disappeared | 2009 | S. 23*

*We have here the same scenario, term for term: with programmes based on the 0/1 binary construct, which is a kind of integral calculus, the entire symbolic articulation of language and thought disappears. Soon there will no longer be any though- sensitive surface of confrontation, any suspension of thought between illusion and reality. There will be no blanks anymore, no silences, no contradiction- just a single continuous flow, a single integrated circuit.*

---

<sup>451</sup> | Die „Hyposurface“ ist eine audio, visuell und physisch noch nie gesehene, interaktive Erfahrung, welche zum ersten Mal bei der CeBIT in Hannover, Deutschland präsentiert wurde. Das Design- Team setzt sich aus Mark Goulthorpe, sowie den dECOi Architekten zusammen. Die Oberfläche samt Struktur ist, bestehend aus Modulen, zusammengebaut. Für den Aufbau werden laut Hersteller zwei Tage benötigt.

<sup>452</sup> | Vgl. Jules Moloney in | Designing Kinetics for Architectural Facades: State Change | 2011

<sup>453</sup> | Vgl. Bob Fear in | Architecture + Animation (Architectural Design) | 2001

**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Paul Ott ist ein in Graz lebender und schaffender Photograph, welcher auf Architekturphotographie spezialisiert ist. Ott ist für eine Vielzahl von Architekturbüros in Graz, aber auch landesweit tätig. Neben zahlreichen Ausstellungen war Ott auch in der Lehre tätig. Sein Bruder Dietmar Ott ist ausgebildeter Architekt und ebenso in Graz schaffend.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Durch die Arbeit als Student im Architekturbüro Günther Domenig bin ich das erste Mal mit Paul Ott in Kontakt gekommen. Während einem Gespräch mit meinem Dissertationsbetreuer Prof. Roger Riewe, ist zum Vorschein gekommen, dass es interessant sein könnte, mit Paul Ott ein Interview über digitale, sowie analoge Photographie zu führen. Zudem wurden serielle Arbeitsabzüge in Frage gestellt, beziehungsweise deren Wert hinterfragt.

Paul Ott | Jan Kokol | Graz, Österreich | 29.06.2009

Sehr geehrter Herr Ott. Würden Sie bitte kurz Ihren professionellen Schaffensbereich beschreiben? Wie sind Sie zur Photographie gekommen, wie hat sich diese Liebe entwickelt? Widmen Sie sich neben Photographie auch anderen Kunstrichtungen?

*PO | Womit fangen wir an? Ok, beginnen wir mit der letzten Frage. Nein, eigentlich nicht, ich widme mich keinen anderen Kunstrichtungen, Photographie reicht. Um das Andere, wie ich zur Photographie gekommen bin kurz zu erklären, fange ich bei meinem Bruder, der Architektur studiert hat, an. Durch diesen Umstand bin ich in die ganze Geschichte ein bisschen involviert worden und bin somit zur Architekturphotographie gekommen. Meine Mutter war Porträtphotographin, dennoch habe ich bis zur Matura, glaube ich, nie eine Kamera in die Hand genommen. Es war ursprünglich eigentlich nie mein kalkulierter Berufswunsch, da es nicht aus Leidenschaft seit der Kindheit entstanden ist. Ich wollte aber immer mit Architektur zu tun haben und somit hat es sich ergeben, dass es vor 20 bis 25 Jahren die Architekturphotographie, in dieser Richtung wie heute, noch nicht gegeben hat. Die ganze Medienlandschaft und die Publikationen haben ganz anders ausgeschaut, die waren rein theoretisch aufgebaut, ohne viel Augenmerk auf die Bilder. Somit ist irgendwie langsam die Leidenschaft gestiegen, sich mit dem Thema dann wirklich zu beschäftigen.*

Welchen Berufswunsch hatten Sie vor der Matura angestrebt?

*PO | Noch nie darüber nachgedacht, ich habe nicht gedacht ich werde Photograph, bin aber dann dennoch Architekturphotograph geworden. Vielleicht war es nach der Matura anfänglich eher der Wunsch Industrie und Werbephoto zu sein. Doch nach Graz bin ich schon mit dem Hintergedanken Architektur zu photographieren, gekommen.*

Durch welche Merkmale setzt sich Ihrer Meinung nach ein guter Photograph von der Masse ab? Ist es der künstlerische Aspekt, das technologische Wissen, das Talent, die Ausrüstung, oder die Gesamtheit der angeführten Merkmale?

*PO | Es ist schon die Gesamtheit. Ein gewisses technisches Wissen, oder das Beherrschen des technischen Handwerkes ist mit Sicherheit oft eine einfache Voraussetzung. Auch in der künstlerischen Photographie ist es notwendig, gewisse Sachen zu wissen, auch wenn man es dann auch nicht so umsetzen muss, wie ein Werbephoto. Der wird ganz anders, somit mehr nach technischen Erfordernissen bemessen, als ein künstlerischer Photograph. Ich glaube auch, dass irgendwann einmal ein guter Photograph eine erkennbare persönliche Handschrift braucht. Wie dies zu Stande kommt, ist eigentlich egal, er muss nur irgendetwas wieder erkennbares haben, ganzallgemein gesprochen. Wenn man dann eine eigene Handschrift hat, tendiert man dazu sich von der Masse abzuheben.*

Dies bedeutet den eigenen Stil zu finden?

*PO | Ja, die Frage aber ist, ob dies gekünstelt ist, oder ob es von Innen heraus kommt.*

Was ist für Sie persönlich ein gutes Photo? Welche Eigenschaften muss es besitzen, oder kann ein gutes Photo überhaupt durch bestimmte Eigenschaften analysiert werden? Sind es vielleicht nur Gefühle beim Betrachten eines Photos, welche im Menschen erweckt werden, die ein gutes Photo definieren?

*PO | Ich glaube, Gefühle sind sicher ein wichtiger Aspekt, auch wenn es wahrscheinlich oft unbewusst sein wird, dass man in erster Linie einmal von den Gefühlen ausgeht. Ich denke mir auch immer, dass man ein Photo schnell lesen, oder erkennen soll, somit schnell erfassen. Dann kommt es auch nicht auf den Punkt, denn irgendwie muss dann die „Message“ relativ schnell über die Bildwirkung hinüber springen, somit ist es eine Emotion die einfach geweckt wird.*

Bedeutet dies, dass sich das Gefühl eigentlich nicht nur auf das geübte Auge bezieht, sondern auch die Masse an Betrachtern involviert?

*PO | Auf die Masse dann am meisten, denn wenn diese ein Bild nicht analysiert, sondern sich das Bild anschaut und ohne zu wissen wieso, kann es gefallen oder nicht gefallen. Wir sind somit meiner Meinung nach einfach bei Emotionen.*

Wie kann dies auf Architektur bezogen werden? Welche Merkmale sind Ihnen bei Architekturphotografie wichtig? Handelt es sich um Orthogonalität, bestimmte Tageszeiten oder andere Merkmale, wenn Sie Photos von Gebäuden schießen?

*PO | Viele, viele. Aber nicht immer alle gemeinsam. Licht ist logischer Weise für die Photographie ein ganz essentieller Faktor. Gerade in der Architekturphotographie ist man von den äußeren Umständen abhängig. Dies bedeutet, dass man es einfach sehen muss, welches Licht dazu passt und sich die Lichtverhältnisse, wenn möglich, auch aussuchen. Emotion, sowie gleichzeitig auch die Erfordernisse, dass man auch gewisse Emotionen oder gewisse „Messages“ der Architekten mittransportieren sollte, oder will. Dann gelangen wir wieder zu dem Ausgangspunkt, dass es für mich ein lesbares Bild sein soll. Orthogonalität führt schon oft zur leichteren Lesbarkeit, da es die Formsprache der Architektur ist. Dennoch würde ich nicht sagen, dass dies ein Muss ist, also auf keinen Fall.*



Wie ist der Vergleich zwischen stiller und bewegter Photographie, also Photographie mit sich bewegenden Objekten? Dies hat bestimmt auch eine wesentliche Einwirkung auf den Photographen, in diesem Fall speziell bezogen auf Architektur.

*PO | Dass es still steht? Ich fasse das immer so auf, wenn wir jetzt wirklich bei Architekturphotographie verbleiben, dass ich mir immer eine Situation vorstelle, welche ich photographieren will und versuche diese in ein zweidimensionales Bild umzusetzen. Dann kommt es darauf an, welche Wirkung das Licht hat und welcher Umstand es verursacht. Das Gebäude selbst wird ja eben durch das Licht, oder die Menschen die herumlaufen und nicht an dem Gebäude teilhaben, bespiegelt und somit kann man mehr oder weniger eine Geschichte inszenieren.*

Demnach ist ein Architekturphoto nicht als ein statisches Bild anzusehen?

*PO | Vor kurzem ist sicher noch die Architekturphotographie, oder die klassische Architekturphotographie, eigentlich ohne Menschen ausgekommen. Irgendwie hat mich diese Frage von Anfang an begleitet. Ich bin immer von Leuten, die nie meine Auftraggeber waren, gefragt worden, wieso ich keine Menschen in meine Architekturphotos einbeziehe. Diese Frage ist irgendwann einmal vor ca. zwanzig Jahren aufgetaucht und sukzessiv habe ich es probiert dies langsam einzubauen. Es war damals eine total konservative Geschichte. Es ist irrsinnig schwer die klassische Architekturphotographie ein bisschen zu erweitern und neue Aspekte mit einzubringen. Der Mensch der praktisch auf die Architektur reflektiert und mit ihr umgeht, wird für mich in der Photographie immer wichtiger. Somit nimmt er auch einen dementsprechenden Stellenwert ein.*

Da Sie für viele unterschiedliche Architekten arbeiten, existieren wahrscheinlich spezielle Vorlieben und Vorgaben einzelner Architekten. Wie weit wird dies Ihrerseits berücksichtigt und wie wichtig ist es, dass es berücksichtigt wird? Fordern die einzelnen Auftraggeber einen gewissen Winkel, oder bestimmte Tagvariablen bei der Photographie ihrer Bauwerke, oder wird der Auftrag und dessen Gestaltung vollständig Ihrem professionellen Urteil überlassen?

*PO | Eigentlich obliegt es mir. Es gibt mittlerweile immer mehr Architekten oder Auftraggeber, welche schon im vornhinein über ein Konzept reden wollen. Ab und zu gibt es Vorgaben, wie einen oder keinen blauen Himmel, sowie sonst irgendetwas. Es bleibt aber auch ab und zu ein großer Wunschtraum, weil die Auftragsphotographie von vielen Faktoren abhängt, wie beispielsweise der Umstand, dass Architektur selten zu dem vorgesezten Zeitpunkt fertig gestellt wird. Gleichzeitig steht man unter Zugzwang oder Zeitdruck die Photos abzuliefern. Zum Dritten ist man vom Wetter abhängig. Wenn man drei Wochen lang nur strahlend blauen Himmel, sowie Sonnenschein hat, man aber Regenwetter haben will, kann man es sich nicht mehr aussuchen. Man muss aus dem Vorhandenen das Beste heraussuchen, aber es gilt schon das geeignete Licht dazu auszuwählen.*

Wie wird aber auf unterschiedliche Architekturstile oder Richtungen eingegangen?

*PO | Ich glaube, dass meine Art zu photographieren schon eine sehr strenge und präzise ist, welche der Architektur selbst viel Spielraum lässt, um sich selbst zu entwickeln. Was ich nie machen würde, wäre die Architektur zu überdramatisieren, das heißt in dem ich Perspektiven verändern würde. Das ist auch das Gefährliche an der Photographie, dass man mit unterschiedlichen Brennweiten und mit solchem Werkzeug, die Architektur auch verzerren, sowie falsch darstellen, wie die Perspektiven falsch beeinflussen kann. Das Problem gehe ich eigentlich sehr trocken und nüchtern an, weswegen vielleicht eine gewisse Präzision herauskommt.*

Analog zur Vertiefung in die Kunstwelt wollte ich Sie fragen, welchen Wert für Sie ein einzigartiges Kunstwerk im Vergleich zum Kunstwerk, welches in Serie produziert wird, hat? Gibt es ihrer Meinung nach Unterschiede bei verschiedenen Kunstrichtungen wie der Malerei, der Fotografie, oder der Architektur in Relation zur Masse und zum Unikum?

*PO | Es gibt Unterschiede mit Sicherheit. Ich glaube, dass Photographie mit Malerei nicht direkt vergleichbar ist. Allein weil einfach technische Umstände bei der Photographie mit involviert sind. Bei der Malerei geht alles vom Künstler aus. Bei der Photographie gibt es da schon beispielsweise unterschiedliche Art und Weisen von Filmen, welche schon vofabriziert sind und ich somit keinen Einfluss darauf habe. Wenn ich es nun wirklich beeinflussen möchte, kann ich es bei der Entwicklung manipulieren. Normalerweise wird darauf geschaut eine möglichst gleichmäßige und stabile Entwicklung zu bekommen, man kann aber ebenso das Gegenteil damit anstellen und somit Änderungen bewirken. Dies bezieht sich eher auf künstlerische Photographie. Auf der anderen Seite haben die alten Klassiker auch die klassischen Parameter der Photographie, sowie das Handwerk hochgehalten, es war aber dennoch Kunst. Somit muss man jetzt die Parameter nicht extra verändern. Im Vergleich zur Malerei ist aber gleichzeitig der Unterschied folgender, dass Photographie unter gewissem Maß reproduzierbar ist. Der Maler stellt ein Bild her und jeder Strich der dann anders ist, wirkt somit augenfällig anders. Man hat ein Bild, welches vielleicht dann ein bisschen anders ausgearbeitet wird und das Ergebnis ist ein anderes. Die Frage stellt sich auch, ob man das selbst macht oder nicht. Dies unterscheidet sich bei mir selbst auch. Zum Beispiel Schwarz Weiß Abzüge mache ich selbst in der Dunkelkammer und würde das nie jemandem anderen überlassen. Bei Farbabzügen bin ich gar nicht in der Lage dies zu machen, weil der Prozess ganz anderen Bedingungen obliegt. Wenn es ein Negativ gibt, heißt es noch lange nicht, dass jeder Abzug gleich ist, denn es kommt immer auf die Person darauf an, welche es entwickelt und ausarbeitet. Nachdem ich da keinen Einfluss habe, oder ich nur untergestellt einwirken kann, ist es eine persönliche Angelegenheit von der entwickelnden Person.*

Sehen Sie eine Analogie in Bezug zur Gravierkunst und Fotografie, da bei beiden jeweils ein Original hergestellt wird, sei es ein bearbeitetes Metall- oder Holzstück bei

der Gravierkunst, oder ein Negativ bei der Fotografie, welches anschließend vervielfältigt wird?

*PO | Ein Rohling, beziehungsweise der Kupferguss, zeigt schon Analogie zur Photographie auf, obwohl zwischen zweidimensionaler und dreidimensionaler Form doch immer ein großer Unterschied besteht. Bei der Photographie ist wahrscheinlich wesentlich mehr vordefiniert, im Gegensatz zur Gravierkunst. Es geht auch darum, dass durch den Abzug oder Abguss auch wieder unterschiedliche Genauigkeiten bei der Herstellung vorherrschen. Auf der anderen Seite gibt es beim Abzug des Photos auch wieder variierende Ergebnisse.*

Wenn von analoger Fotografie und in diesem Zusammenhang vom Negativ gesprochen wird, wäre es interessant zu erfahren, wie wertvoll für Sie das Negativ ist?

*PO | Sehr, sehr wertvoll (lacht).*

Somit das Wertvollste an sich?

*PO | Ja. Ich habe zum Beispiel auch sehr, sehr lange Zeit nie auf Negativ fotografiert, sondern auf Dia. Die Kunden haben von mir immer das Originaldia bekommen. Je mehr Menschen mit ins Spiel gekommen sind, umso wichtiger ist dieser Umstand geworden. Da sich die rein klassische Architekturphotographie im gewissen Sinn wirklich allein auf das Objekt orientiert, war es möglich mehrere gleiche Photos zu schießen, die sich vielleicht nur ganz kurz in der Belichtungszeit geändert haben, wo es aber von der Aufnahme her keinen Unterschied gab. Wird aber ein beweglicher Moment, wie beispielsweise der Mensch, oder eine andere Bewegung festgehalten, gibt es kein zweites Bild, oder kein zweites Negativ, sowie kein zweites Dia. Da ist wirklich das abgegebene Bild dann das Original, weil es darum geht, wie die Bewegung ist. Somit sind wir beim absoluten Original. Wenn das dann schlecht behandelt wird, dann tut es einem natürlich sehr, sehr weh. Es sind dann schon viele Architekten zu dem übergegangen mir die Originale zu überlassen. Die wollten dann nur einen Abzug oder einen „Scan“, damit dem Original nichts passiert. Oder sozusagen einen „Scan“ mit den Feindaten dazu.*

War dieser Umstand anfangs von den Auftragsgebern gewollt?

*PO | Nein, es war von mir gewollt, dass die auch wirklich das Original bekommen. Es ist dann immer die Schwierigkeit, wer die Sachen im Büro verwaltet. Je größer das Büro, umso schwieriger wird es, auf die Sachen aufzupassen. Dann passiert ab und zu ein kleiner Fehler, dass somit fälschlicherweise Photos oder Dias verschickt werden und dann nicht mehr zurückkommen. Das gibt es leider auch.*

Welchen Wert besitzt für Sie ein einzelner Abzug und wie wertvoll sind vervielfältigte Abzüge? In der Kunstwelt ist die Thematik der Exklusivität enorm wichtig und das Unikat wird als besonders wertvoll angesehen. Gibt es einen Faktor, welcher den Wert in Relation mit der Anzahl der Abzüge definiert?

*PO | Einen Faktor? Ja, den gibt es sicher. Eine Abhängigkeit sozusagen. Wie der Faktor aussieht, definiert meiner Meinung nach die Kunstwelt. Es gibt sehr wohl... Mir liegt schon sehr viel am Unikat. Doch was ist ein Unikat bei der Photographie. Ich glaube, dass man da schon eher vom Original sprechen sollte. Ein Original ist es insofern, solange es der Photograph mit beeinflussen kann, dass es von ihm aus gewollt ist, wie es aussieht. Zugleich aber auch eine Linie verfolgt wird. Wenn es dann irgendjemand anderer ausarbeitet oder vervielfältigt, hat niemand mehr eine Handhabe oder Kontrolle über die tatsächliche Qualität bei der Vervielfältigung. Diese sollte ja dem Photographen obliegen und somit wird der Unterschied definiert.*

Wie kann es einem Kunden zugesichert werden, dass nur beispielsweise drei Abzüge eines Negativs zum Verkauf angeboten werden? Technisch ist es ja möglich zu einem späteren Zeitpunkt mehrere Abzüge zu generieren, sofern das Negativ noch zur Verfügung steht, oder wird das Negativ zum bestimmten Zeitpunkt zerstört?

*PO | Da sind wir jetzt bei der rein künstlerischen Photographie angelangt. In der künstlerischen Photographie würde niemals der Künstler das Negativ mitverkaufen. Dies bedeutet, dass es eine gewisse Auflage pro Stück oder Bild gibt und das Negativ verbleibt beim Künstler. Da sind wir wieder bei der Ausgangsfrage angelangt. Da werden von mir aus fünf Stück als Auflage definiert. Wenn der Künstler stirbt, und irgend jemand dann beispielsweise hundert Jahre später sein Werk vervielfältigt und einen neuen Abzug macht, was es auch bei den alten Meistern einfach gibt, da die Negative ja erhalten sind, wird es jedoch in der Kunstwelt niemals den gleichen Wert bekommen. Vor allem bei der analogen Photographie ändert sich ja sehr viel. Es gibt ja heute nicht mehr zum Beispiel die Schwarz Weiß Kopierer, die es vor zwanzig Jahren gegeben hat. Viel dramatischer ist es bei den Anfängen der Photographie, wo phantastische Materialitäten vorhanden waren. Somit ist das einfach das Original und das Andere ist dann halt eine Kopie, ein weiterer Abzug, der nie den Wert bekommen würde wie das Original (lacht).*

Wird ein Produkt, in diesem Fall wäre dies analog ein Photo, von einer Maschine produziert, kann es beliebig in gleicher Qualität reproduziert werden. Welche Meinung haben Sie zur handwerklichen, im Gegensatz zur maschinellen, Entwicklung? Wie Sie sagen, entwickeln Sie einige Ihrer Photos, zumindest schwarzweiß Photos, selbst in der Dunkelkammer, oder werden einige Photos auch maschinell entwickelt?

*PO | Nein, Schwarz Weiß Photos werden nur händisch abgezogen. Farbphotos, wie schon vorher angedeutet, werden einem Farblabor übergeben. Ein weiterer Faktor ist, dass Farben auf diesem Sektor ja nicht zu hundert Prozent reproduzierbar sind. Dies ist abhängig von der Chemie, von der Tinte, wie vom Gerät welches reproduziert. Ich kann mit*

*Sicherheit die gleichen Daten weitergeben, doch wird der Abzug nach drei Jahren anders zu Papier kommen, als drei Jahre vorher. Diese hundertprozentige Gleichheit wird es im Bereich Farbe nie geben.*

Welche Auswirkung hat ein in der Dunkelkammer entwickeltes Foto auf den Bezug zum Unikat? Durch den bei der Entwicklung implizierten menschlichen Fehler entstehen theoretisch nur Unikate. Ist der Begriff menschlicher Fehler in diesem Zusammenhang überhaupt richtig und ist es als ein durchaus positiver Umstand anzusehen?

*PO | Fehler finde ich falsch (lacht). Wie schon gesagt, Farben oder ähnliche Elemente sind nie wirklich exakt reproduzierbar. Der Mensch empfindet auch Farben unterschiedlich. Wenn man gut aufgelegt ist, empfindet man Farben anders, als wenn man schlecht aufgelegt ist. Farben verändern sich mit dem Umgebungslicht, die Stabilität variiert somit. Es ist durchaus positiv, dass der Mensch keine Maschine ist und es einfach nicht zu hundert Prozent gleich sein kann.*

Die analoge Photographie hat im Vergleich zur digitalen Fotografie Vorteile sowie Nachteile. Wie empfinden Sie digitale Fotografie, verwenden Sie bei Ihrer Arbeit eine Digitalkamera? Sind Sie ein Vertreter der digitalen Fotografie oder ist Ihnen der analoge Umgang mit Fotografie lieber, beziehungsweise authentischer? Mit welcher Ausrüstung arbeiten Sie im Moment?

*PO | Viele Fragen. Digital und analog. Ich bin analog aufgewachsen. Ich liebe nach wie vor die analoge Photographie mehr als die digitale Photographie. Für mich hat auch das analoge Photo wesentlich mehr Seele als das digitale Photo. Ich fotografiere ab jetzt eigentlich, nachdem ich mich mit Auftragsphotographie beschäftige, nur noch digital. Ist aber eine rein, wie soll ich sagen, erzwungene Maßnahme, die von der Industrie her langsam erzwungen wird. In den letzten Jahren ist Schwarz Weiß Material, sowie auch langsam das Farbmateriale vom Markt verschwunden. Es wird immer schwieriger ein gutes Labor zu finden. Das letzte gute Labor in Graz, zum Beispiel, hat schon schwere Auslastungsprobleme, welcher Umstand den nächsten negativen Effekt hat, dass die Chemie nicht mehr gleich stabil ist, wie vor einigen Jahren. Eine nicht stabile Chemie bewirkt Ungleichheiten bei der Entwicklung und somit ist es schwierig einen gewissen Qualitätslevel kontrollieren zu können. Man wird einfach gezwungen sich anzupassen und mit dem Fortschritt einfach mitzugehen. Schluss Aus und die Frage erübrigt sich insofern. Es ist einfach eine Entwicklung der Zeit, dass die Photographie jetzt digital geworden ist. Dies ermöglicht aber auch neue Arten der Photographie. Photographische Umsetzungen werden erweitert.*

Bei der digitalen Fotografie existiert das virtuelle Negativ in Form von Daten, welche beliebig reproduziert werden können. Hat das Negativ im Vergleich zur digitalen Datenmenge für Sie einen höheren, zumindest emotionalen, Wert?

*PO | Ja, emotional ja. Es beginnt einfach schon bei der Haptik. Oder, wenn man sich ein Großformatdia auf einem Leuchtpult anschaut... es hat einfach eine Seele.*

Wie wichtig ist das Copyright bei der Vervielfältigung von Photos, sei es in analoger oder digitaler Weise? Ist ein Fotograf durch das Copyright ausreichend geschützt? Könnte Ihrer Meinung nach der Schutz durch das Copyright verbessert werden?

*PO | Ja. Es muss verbessert werden. Das Copyright ist fast schon so wie ein kleiner Sargnagel für den Photographen. Urheberrechtsverletzungen hat es immer schon gegeben, doch mit den digitalen Vervielfältigungsmöglichkeiten ist der Missbrauch natürlich umso leichter. Es ist schon fast Usus, Urheberrechtsverletzungen zu begehen. Meist wird der Photograph erst später auf den Missbrauch aufmerksam. Ja, das Copyright gehört gewaltig verbessert und es können sich auch alle an der Nase nehmen (lacht herzlich).*

Was würden Sie künftigen Fotografen, welche sich der Fotografie im Allgemeinen, oder der Architekturfotografie, widmen wollen, empfehlen? Der Rat eines überaus talentierten Fotografen, wie Sie es sind, ist sicherlich für künftige Generationen äußerst wertvoll.

*PO | Bleiben wir beim Urheberrecht. Also genaue Verträge sollen mit den Auftragsgebern festgelegt werden. Auf jeden Fall nicht auszuhandeln, sondern zu definieren, wenn es genau darum geht welche Anforderungen der Auftraggeber an das Bild setzt, was mit dem Bild gemacht wird. Und je mehr Freiheiten die Auftraggeber haben, somit mehr Rechte an den Bildern, bestimmt all dies auch den Preis. Man soll sich nicht unter seinem Wert verkaufen. Was die Urheberrechtsthematik angeht wird man schon sehr, sehr schnell überrumpelt. Was kann ich noch empfehlen? Sich nicht von Geld leiten lassen, sondern man soll es wirklich von Innen heraus wollen. Das ist einfach eine Leidenschaft, also nicht ein trockener Brotjob. Als Brotjob eignet sich Photographie nicht. Also ohne eine gewisse Leidenschaft würde ich das nicht machen können.*

Wenn man also etwas mit Liebe macht, macht man gut?

*PO | Mit Sicherheit, ja.*

Ich bedanke mich recht herzlich bei Ihnen Herr Ott, da Sie sich Zeit für das Interview genommen haben. Ihre Fotografie wird nicht allein in der Architektur, sondern in der Kunstwelt allgemein, als Kunstwerk angesehen. Persönlich kann ich mich dieser Meinung nur anschließen. Vielen Dank und weiterhin alles Gute.

*PO | Danke.*

## 6.4 | BEISPIEL DER FREIEN FORMEN

Der Begriff Freie Form bezieht sich, vor allem im Zusammenhang mit CAD Software, auf die Haut eines 3D geometrischen Körpers. Freiform Flächen besitzen keine rigide, radiale Dimensionen, wie reguläre Oberflächen, sondern sind in Form von planen, zylindrischen und konischen Flächen ausgebildet. Anfänglich wurden Freiform Flächen in der Automobil-, sowie der Luftfahrtindustrie verwendet, doch heute werden diese theoretisch in alle Designbereiche integriert. Das heute am meisten verwendete System, als mathematisches Modell, um Freiform Flächen zu beschreiben, sind NURBS<sup>454</sup>. Die Erfinder von NURBS waren Pierre Bézier<sup>455</sup> und Paul de Casteljaou<sup>456</sup>, welche beide in der Automobilindustrie tätig waren. Bei den generierten Bézier Splines<sup>457</sup> wurden die Kurven mit externen Kontrollpunkten modifiziert. Nach diesem Prinzip konnten Freiform Flächen exakt digital beschrieben, sowie für weitere Produktionsschritte verwendet werden<sup>458</sup>.

Freie Formen können prinzipiell auf vier Arten in physische Materie umgewandelt werden. Natürlich muss nicht eine der vier Möglichkeiten konsequent befolgt werden, da zu unterschiedlichen Abschnitten variierende Inputs in Form von analog oder digital, kombiniert werden können. Die Arbeitsweise bezieht sich vor allem auf die Vorliebe des Architekten oder Designers, somit auch auf seine gewohnte Arbeitsweise.

### ANALOG- ANALOG

Die erste Möglichkeit wäre eine von Anfang bis Ende komplett handwerklich ausgeführte Arbeit. Dies würde bedeuten, dass kein Konzept in Form von digitalen Daten vorhanden ist, sondern nur konzeptionelle Ideen, wie auch Handskizzen existieren können. Das „Chongwe River“<sup>459</sup> Haus in Zambia<sup>460</sup> ist ein Gästehaus,

---

<sup>454</sup> | NURBS, oder „Non- uniform rational B- splines“ sind ein mathematisches Modell im Bereich der Computergraphik, welches zur Beschreibung von Kurven und Flächen, mit analytischem, sowie Freiform Charakter, dient. Die Entwicklung von NURBS Modellen begann in den 50er Jahren durch Ingenieure, welche exakte Repräsentierung von Freiform Flächen benötigten. Der Vorläufer der NURBS war im Prinzip nur ein physisches Modell, welches vom Designer per Hand gefertigt wurde. Anfangs waren NURBS nur Teil spezieller Softwarepakete in der Automobilindustrie, wobei diese, zu einem etwas späteren Zeitpunkt, zum Standard für viele andere Softwarepakete wurden.

<sup>455</sup> | Pierre Étienne Bézier wurde am 1. September 1910 in Paris, Frankreich geboren. Während seiner Karriere arbeitete er als Ingenieur für Renault und war der Erfinder von neuartigen mathematischen Modellen auf dem Gebiet geometrischer, sowie physischer Modellierung, sowie der Darstellung von Freiform Kurven. Durch angewandte Mathematik und Berechnungswerkzeuge hat Bézier die CAD, CAM Industrie revolutioniert. Bézier ist im Alter von 89 Jahren, am 25. November 1999, in Frankreich gestorben.

<sup>456</sup> | Paul de Casteljaou ist 1930 in Besançon, Frankreich geboren worden. Casteljaou arbeitete für Citroën und gilt als wirklicher Erfinder der Bézier Splines sowie der Bézier Flächen, welche er anhand eines Algorithmus in 1959 kreiert hatte. Dieser Algorithmus wird heute, in abgewandelter Form, weltweit angewandt. Er ist 1930, im Alter von 69 Jahren gestorben.

<sup>457</sup> | Eine Bézier Spline ist eine Serie von Bézier Kurven, welche an derer Enden verbunden werden, wobei der Anfangspunkt der einen Kurve mit dem Endpunkt der nächsten Kurve übereinstimmt. Zusätzliche Kontrollpunkte werden zur Formgebung der Kurve eingesetzt. Benannt wurde die Bézier Spline nach dem Ingenieur Pierre Bézier, der sie jedoch nicht persönlich entwickelt hatte, da diese von Paul de Casteljaou erfunden worden ist.

<sup>458</sup> | Vgl. David F. Rogers in | An Introduction to NURBS: With Historical Perspective (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics) | 2000

<sup>459</sup> | Das „Chongwe River“ Haus ist am Chongwe Fluß in Zambezi, Afrika situiert. Das Haus beinhaltet vier Schlafzimmer, ein Schwimmbaden, sowie eine Plattform über dem Fluss. Die Besitzer sind „Chongwe River Camp“, Jo Pope von Robin Pope Safaris und zwei weitere Partner.



dessen Form sich an die, für den Rahmen verwendeten Bäume, anlehnt<sup>461</sup>. Es ist kein konventionelles Haus im ursprünglichen Sinn, da es in unmittelbarer Verbindung mit der Natur steht und die Inspiration in ihr sucht. Keines der Hauselemente verfügt über gerade Linien, da überwiegend natürliche Materie für den Bau verwendet wurde. Neil Rocher<sup>462</sup> wurde der Auftrag für den Bau des Gästehauses erteilt, doch hatte dieser dabei keine Erfahrung in Architektur oder Design. Im Gegensatz hatte Rocher aber eine starke Verbundenheit mit der Landschaft, sowie eine kreative Vorstellungskraft. Bäume der nahen Umgebung wurden im Verbund mit Stahlbeton für die tragende Struktur verwendet. Kieselsteine vom nahegelegenen Fluss benutzte Rocher für die Deckendekoration. Die Einrichtung im Haus selbst wurde aus einem alten, im Winter gefallenen, Krokodilbaum handwerklich kreiert. Interessant ist die Verwendung von Bäumen, welche durch natürliche Umstände gefällt wurden und somit dies nicht zwanghaft vom Menschen unternommen werden musste. Es ist somit ein Recycling natürlicher Materie. Handgefärbte Gewebe wurden für weitere Dekoration im Innenbereich verwendet<sup>463</sup>.

Die zweite Möglichkeit wäre ein digitaler Entwurfsprozess und eine darauf folgende handwerkliche Ausführung. Das Beispiel einer freien Form für die Abdeckung im Innenbereich der Pavillonbrücke<sup>464</sup> für die EXPO 2008 in Zaragoza, zeigt diese Methode in erfolgreicher, sowie konsequenter Ausführung. Digitale Daten werden als Bezugspunkt für den weiteren, manuellen Arbeitsschritt angenommen. Die standardisierten Gipskartonelemente, im Fall der Pavillonbrücke, wurden teils, vofabriziert, und teils vor Ort händisch an die bestehende Struktur angepasst.

**DIGITAL– ANALOG**

Es kann auch in umgekehrter Reihenfolge gearbeitet werden. Demnach wird beispielsweise ein 3D Scanner benutzt, um ein physisches Modell in digitale Daten, somit ein digitales Modell, umzuwandeln. Die digitalen Daten werden im Weiteren digital behandelt und eventuell für einen komplett digitalisierten Arbeitsprozess verwendet. Frank Gehry, oder beispielsweise Coop Himmelb(l)au, arbeiten oft nach diesem Prinzip in der primären Entwurfsphase.

**ANALOG– DIGITAL**

Zum Schluss gibt es noch den komplett digitalisierten Prozess, welcher aufbauend auf digitalen Daten die Idee mit digitalen Produktionsprozessen in Materie umsetzt. Im Extremfall wird der Entwurf direkt am Computer digital entworfen und die Daten an automatisierte Produktionsmaschinen, welche die Elemente herstellen, weitergeleitet. Nachträglich werden die Elemente von vorprogrammierten Industrierobotern zusammengebaut, somit zum fertigen Produkt verbunden. Dieser Prozess wird auch als digitaler Arbeitsablauf bezeichnet. Dennoch ist verständlich, dass der primäre menschliche Denkprozess ein analoger Ablauf ist.

---

<sup>460</sup> | Die Republik von Zambia ist ein Land in Südafrika. 2009 wurde eine Gesamteinwohnerzahl von ca. 13 Millionen Menschen angenommen. Die Hauptstadt ist Lusaka mit ca. 1,5 Millionen Einwohnern. Im Norden ist es von der demokratischen Republik Kongo, im Nordosten von Tanzania, im Osten von Malawi, im Westen von Angola, im Süden von Mozambique, Botswana, Zimbabwe und Namibia umgeben.

<sup>461</sup> | Vgl. Philippe Kjellgren in | Overnight Sensations Europe: Hotels for the Discerning Traveler | 2010

<sup>462</sup> | Neil Rocher ist ein funktioneller Künstler, welcher in Zanzibar, Afrika beheimatet ist. Er glaubt an ein logisches Öko- Design und begann Möbel aus wiederverwerteten, sowie natürlichen Materialien zu entwerfen. Später wurde diese Logik, sowie der resultierende Prozess, auf ganze Gebäude übertragen.

<sup>463</sup> | Vgl. „Architectural Digest“ in | November 2009 | 09.12.2009

<sup>464</sup> | Vgl. Kapitel 7.1 | PAVILLONBRÜCKE ZAHA HADID

Anish Kapoor<sup>465</sup> entwirft eine mobile Konzerthalle „Ark Nova“, welche kulturelle Unterhaltung in die Region Japans bringen soll. Die Region ist vom Erdbeben, sowie der Flutwelle im März 2011, stark heimgesucht worden. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem japanischen Architekten Arata Isozaki<sup>466</sup> ausgeführt. Die Konzerthalle wird an unterschiedliche Standorte transportiert werden und besteht aus einer aufblasbaren, leichtgewichtigen Struktur, überspannt mit PVC. 500 bis 700 Menschen werden darin Platz haben. Die Form an sich, wie für Kapoor üblich, ähnelt einer Freiform Skulptur<sup>467</sup>. Geometrisch komplexe Projekte wie diese können heute, dank digitaler Hilfsmittel, nicht nur leicht entworfen, sondern ebenso durch viele Simulationen in virtueller Welt getestet werden.

---

<sup>465</sup> | Anish Kapoor wurde am 12. März 1954 in Mumbai, Indien geboren und ist englischer Bildhauer. Kapoor studierte Kunst an dem „Hornsey College of Art“ und an der „Chelsea School of Art and Design“ in London, England. Seine Werke wurden weltweit in unterschiedlichen Museen, sowie Galerien, wie der Tate, der Kunsthalle Basel, dem Reina Sofia, dem MAK, dem ICA und weiteren, ausgestellt. Zudem repräsentierte Kapoor England bei der Biennale in Venedig in 1990, wofür ihm der prestigeträchtige Turner Preis verliehen worden ist. Kapoor arbeitete ebenso mit Architekten und Ingenieuren eng zusammen. Zu seinen wohl bekanntesten Werken in der Vergangenheit gehören das „Sky Mirror“ in New York, USA, das „Cloud Gate“ in Chicago, USA, das „Temenos“ in Middlehaven, England, das „Turning the World Upside Down“ in Jerusalem, Israel und viele mehr.

<sup>466</sup> | Arata Isozaki, geboren am 23. July 1931, ist japanischer Architekt. Isozaki studierte an der Universität von Tokyo, Japan und arbeitete für Kenzo Tange, bevor er 1963 sein eigenes Architekturbüro gründete. 2005 etablierte Isozaki mit einem Partner eine Bürozeigstelle in Italien, „Arata Isozaki & Andrea Maffei Associates“. 1986 wurde Isozaki die RIBA Goldmedaille verliehen. Isozaki baute unter anderem das Museum für Moderne Kunst in Gunma, Japan, den Kunstturm in Mito, Japan, das Museum für Zeitgenössische Kunst in Los Angeles, USA, die Konzerthalle in Kyoto, Japan, das COSI in Columbus, USA und mehr.

<sup>467</sup> | Vgl. Nicholas Baume, Jill Medvedow in | Anish Kapoor: Past, Present, Future | 2008





Abb. 7 | Die Abbildung zeigt den Innenbereich der Pavillonbrücke von der Architektin Zaha Hadid, während der Konstruktionsphase in Zaragoza, Spanien 2008.

Da sind drei Sachen... Um ein Objekt herzustellen existieren drei Funktionen. Du hast das Messen, die Produktion und die Zusammenstellung. Dies sind die drei Kernfunktionen, um jegliches große Artefakt zu bauen. Rapid Prototyping macht alle drei in einem Zug. Es misst das digitale File, es produziert eine Schicht und es setzt diese Schicht mit einer vorherigen Schicht zusammen. Deswegen ist der technische Begriff für Rapid Prototyping, Produktion in Schichten, also ein Objekt in Schichten herzustellen. Dies kannst du nicht mit Gebäuden machen. Gebäude verlangen viele verteilte Schichten der Produktion, verteilte Schichten der Zusammensetzung, verteiltes Material. Normalerweise würdest du Beton, sowie andere Materialien trennen und es existieren viele Komponenten. Das sind die größten Herausforderungen, Wege zu finden von dem was du am Bildschirm siehst, bis zur Methodik, wie es im realen Raum repräsentiert wird. Die Art wie ich vorgehe, ist, dass ich auch in Schichten arbeite und all die Materialien, welche ich benutze immer 2D sind, welche aber zusammengebaut werden, um 3D Objekte zu formulieren, wobei die Zusammenbauinstruktionen im Objekt selbst integriert sind. Da gibt es keine solche sekundäre Zusammensetzung, da es keinen Weg gibt, dass du die Teile ausrichten könntest, wenn du nach diesem Schema vorgehst. Und alle Schichten sind verteilt, gegensätzlich zur Produktion in Schichten, wobei direkt eine Schicht auf der anderen beruht.  
Larry Sass | 10.02.10 | 14.10

There are three things... To make an object there are three functions. You have measuring, manufacturing and assembling. Those are the three core functions to make any big artifact. What rapid prototyping does, is, it does all three at one shot. It measures the digital file, it manufactures a layer and then it assembles that layer to a previous layer. That is why the technical term of rapid prototyping is layer manufacturing, so manufacturing an object in layers. You can't do that with buildings. Buildings require a lot of distributed layers of manufacturing, distributed layers of assembly, distributed material. Usually you would separate concrete and others and it has many components. That is the main challenges, figuring out ways of going from what you see on the screen to the way it is represented in real space. The way that I do it, is, I work in layers also and all the materials I use are always 2D, but they are assembled to make 3D objects with their attachment features embedded in the object. So there is no, like, secondary attachment, because there is no way that you could align the parts if you do that. And there are all the layers distributed, as opposed to layer manufacturing, which is direct, one layer upon another.

## DIGITALE PRODUKTION

Diese Antwort basiert auf einem mit Prof. Larry Sass<sup>468</sup> geführtem Interview am MIT. Die grundsätzliche Frage lautete, wie ein digitales Datenmodell in einen großen Maßstab, gegensätzlich zur heute einfachen Produktion im kleinen Maßstab, übertragen werden kann. Wie bezieht sich das Wissen der modernen Herstellungsprozesse<sup>469</sup>, wie dem „Rapid Prototyping“<sup>470</sup>, auf den Produktionsprozess von Gebäuden und wo Problematik bei der Umsetzung existiert.

## SYMBIOSE

Die Fragestellung, sowie der Vergleich ist äußerst interessant, da es auch in enger Relation mit Zaha Hadids Pavillonbrücke<sup>471</sup> steht. Einige geometrischen Fragmente, für den Innenausbau, konnten mit Hilfe von „Rapid Prototyping“ Verfahren hergestellt werden, andere wurden aber individuell, basierend auf seriellen Elementen, vorgefertigt und der Rest vor Ort handwerklich angepasst. Somit ist es eine Kombination unterschiedlicher Herstellungsprozesse, welche diesem Projekt zusätzliche Komplexität verleihen.

---

<sup>468</sup> | Larry Sass ist Professor am Massachusetts Institute of Technology und lehrt auf dem Gebiet der Design Fabrikation, welche Design, durch Hilfe von „Rapid Prototyping“, sowie ähnlichen Werkzeugen, generiert. Seine Doktorarbeit am MIT beschäftigte sich mit der Rekonstruktion von Palladios Villen, basierend auf dessen Design und Produktionsprozess. Mit Hilfe von Palladios Skizzen wurden 3D Modelle von ungebauten Villen erstellt und im kleinen Maßstab physisch hergestellt. Die MoMA Ausstellung „Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling“ zeigte ein von Sass vorgefertigtes Haus, welches mit Hilfe von seinen Studenten am MIT, umgesetzt wurde. Zudem arbeitet Sass an der Umsetzung von seiner Idee, wie das Haus an Kunden, durch das Internet, geliefert werden kann. Dabei wird das Haus vom Kunden ausgedruckt. Die Idee wird in seinem Buch „The Printed House“ beschrieben.

<sup>469</sup> | Vgl. Chua Chee Kai, Leong Kah Fai, Lim Chu- Sing in | Rapid Prototyping: Principles and Applications (2nd Edition) | 2003

<sup>470</sup> | Der Begriff „Rapid Prototyping“ beinhaltet die Herstellung physischer Objekte durch automatisierte Prozesse, welche Instruktionen von Konstruktionsdaten in digitaler Form beziehen. Primär sollen durch dieses Fertigungsverfahren CAD Daten automatisch in reale Materie umgesetzt werden. Das heute übliche Format für die Eingabe ist das STL- Format. Unter anderem werden zu den „Rapid Prototyping“ Verfahren das „3D Printing“, das „Contour Crafting“, das „Multi Jet Modeling“, die Stereolithografie, das Selektive Laserschmelzen und andere, gezählt.

<sup>471</sup> | Vgl. Kapitel 7.1 | PAVILLONBRÜCKE ZAHA HADID



Bei einem persönlichen Interview am Media Lab, MIT fragte ich Professor José Duarte<sup>472</sup>, ob es möglich wäre Form- Grammatik<sup>473</sup>, wie er es im Fall von Álvaro Siza<sup>474</sup> implementierte, bei einer geometrisch komplexen Architektur wie der Pavillonbrücke, anzuwenden?

*Completely, yes. It's perfectly possible. Yes, whatever... Frank Gehry, you name it, you can do it.*

*Vollständig, ja. Es ist perfekt möglich. Ja, was auch immer... Frank Gehry, du nennst es und du kannst es machen.*

*José Duarte | 16.02.10 | 16.50*

### ZAHA HADID

Ein weiteres interessantes Prestigeobjekt, oder gar Skulptur, ist die Pavillonbrücke der Architektin Zaha Hadid, welche für die EXPO 2008 in Zaragoza, Spanien errichtet wurde<sup>475</sup>. Die Rede ist nicht allein von Form und Konzeption, sondern geht mehr ins Detail über. Der Innenausbau der Pavillonbrücke wird auf Grund der unkonventionellen Methodik genauer in Retrospektive analysiert. Der interessante Aspekt an diesem Projekt ist, dass der Innenausbau eines hochkomplexen architektonischen Objektes mit einfachen seriellen Elementen vom Baumarkt, welche nachträglich modifiziert wurden, umgesetzt worden ist. Es ist eine intelligente Vorgehensweise, sich am Baumarktangebot zu orientieren und serielle Produkte im weiteren Schritt zu behandeln. Demnach werden Zeit, Kosten, sowie Energie eingespart, da das gewünschte Produkt nicht komplett neu hergestellt werden muss. Wenn ein auf dem Markt existierendes Produkt hergenommen wird und nachträgliche Modifikation durch den Kunden stattfindet, wird dies als „Soft Mass Customization“ definiert. Das Gegenteil ist die „Hard Mass Customization“, wobei der Kunde das Produkt, welches nach seiner Vorstellung gefertigt wurde, im vollendeten Zustand in die Hände bekommt.

---

<sup>472</sup> | José P. Duarte ist Professor an der Architekturfakultät in Lissabon, Portugal. Er absolvierte das Architekturstudium an der TU in Lissabon, das „S.M.Arch.S.“ Programm und das Doktorat am MIT in Cambridge, USA. Duarte wurde von Prof. George Stiny vom MIT in seiner Forschung über Form-Grammatik stark beeinflusst und geleitet. Demnach entwickelte Duarte im Rahmen seiner Doktorarbeit eine Form- Grammatik, basierend auf Alvaro Sizas Häusern in Malagueira, Portugal. Das von Duarte geschriebene Computerprogramm generierte somit, durch Sizas Vorbild, Häuserdesigns, wobei nicht einmal Siza selbst die computergenerierten Häuser, von seinen eigens entworfenen Häusern, differenzieren konnte.

<sup>473</sup> | Vgl. Kapitel 5.2 | FORM- GRAMMATIK

<sup>474</sup> | Álvaro Joaquim de Melo Siza Vieira wurde am 25. Juni 1933 in Matosinhos, Portugal geboren und gilt als einer der bekanntesten zeitgenössischen portugiesischen Architekten. 1955 beendete er sein Architekturstudium an der Porto Universität in Portugal. Vier Häuser in Matosinhos wurden von Siza noch vor seiner Absolvierung gebaut. Siza war Gastprofessor an der Harvard GSD, der Universität von Pennsylvania, der Los Andes Universität und der „École Polytechnique Fédérale de Lausanne“. 1992 wurde ihm für seine architektonische Arbeit, vor allem für die Renovation des Chiado Stadtbezirks in Lissabon, Portugal, der Pritzker Preis verliehen. Zu Sizas bekanntesten Bauten gehören unter anderem das Miranda Santos Haus 1962, die Architekturuniversität 1987- 1993 in Porto, Portugal, die Malagueira Häuser 1992, das Serralves Museum der zeitgenössischen Kunst 1997, der Serpentine Galerie Pavillon 2005, der New Orleans Turm 2009 in Rotterdam, Niederlande und andere.

<sup>475</sup> | Vgl. F. J. Monclús in | International Exhibitions and Urbanism: The Zaragoza Expo 2008 Project | 2009



Die Pavillonbrücke besitzt eine Gesamtlänge von 270 Metern und hat nach 185 Metern einen Stützfuß, welcher auf einem 68 Meter tiefen Fundament beruht. Die maximale Höhe beträgt 30m, die totale Grundfläche hat 6,415m<sup>2</sup>, wobei 3,915 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche und 2,500m<sup>2</sup> Fußgängerbereich sind. Das Gesamtgewicht beträgt 5,700 Tonnen. Die Außenfassade setzt sich aus vorgefertigten GFRC<sup>476</sup> Elementen zusammen<sup>477</sup>.

Der Innenausbau der Pavillonbrücke sollte anfänglich mit Verbundmaterialien vollzogen werden. Die Verbundmaterialien würden mithilfe von Gießformverfahren die komplexe Form annehmen um nachträglich, aus einzelnen Elementen bestehend, vor Ort zur Gesamtform verbunden zu werden. Doch es gab etliche Probleme, welche während des Planungsprozesses aufgetreten sind. Das erste große Problem war die hohe Anzahl an unterschiedlichen Elementen und die Unsicherheit, wie die Elemente miteinander nahtlos verbunden werden sollten. Das zweite große Problem, welches noch gewichtiger war als das erste, war die lange Realisierungszeit, welche das vorgegebene Zeitlimit über ein Jahr übersprang. Das dritte große Problem war wirtschaftlicher Herkunft, da das vorgesehene Budget um ein dreifaches übertroffen werden würde. Nach der heute vollendeten Arbeit, und den, während dieser auftretenden Probleme, sind sich alle Beteiligten einig, dass die damals vorgesehene Lösung unter den gegebenen Umständen nicht erfolgreich umgesetzt werden hätte können.

Die Personen, welche für die Lösung dieses Problems verantwortlich waren, suchten nach Alternativen und kontaktierten das Unternehmen Opersis, um eine mögliche Lösung für die Umsetzung der sehr komplexen Geometrie, angeboten zu bekommen. Das Unternehmen Opersis hat schon den Innenausbau des Guggenheim Museums in Bilbao in Trockenbauweise erfolgreich umgesetzt. Unter anderen Werken sind auch die Innenausbauten des Liceu, Mnac und Macba in Barcelona von Opersis vollendet worden. Durch diese Erfahrung waren sie auf dem Gebiet der Umsetzung komplizierter Geometrien wahre Experten. Für die Pavillonbrücke gab es, neben der erwähnten einzigartigen Geometrie, weitere Anforderungen, vor allem in Bezug auf die notwendigen Materialeigenschaften. Das Material musste zweifach gekrümmte Geometrie erzeugen können, witterungsbeständig sein, da einige wenige Bereiche der Pavillonbrücke als offen konzipiert waren und zudem noch eine satinierte Endverarbeitung aufweisen, um Plastik zu imitieren. Die Oberfläche musste außerdem über die Gesamtlänge ohne jegliche sichtbaren Stöße kontinuierlich verlaufen. Die ersten Proben, welche das Unternehmen Opersis hergestellt hatte, sind mit modernem Feingips ausgeführt worden, doch die Endqualität konnte nicht überzeugen und daraus resultierend war es noch keine angebrachte Materialalternative.

Ein Material welches besser geeignet schien, war Gipskarton, mit welchem das Unternehmen schon gute Erfahrungen bei der Herstellung komplexer Formen und weitläufiger Oberflächen ohne Stöße hatte. Eine wichtige Eigenschaft, welche für die erfolgreiche Alternative noch fehlte, war die Witterungsbeständigkeit des Materials. Im Labor wurden Versuche mit einem „Gelcoat“<sup>478</sup> unternommen und die Ergebnisse

## **GIPSKARTON**

---

<sup>476</sup> | „GFRC“ ist die Abkürzung für „Glass Fiber Reinforced Concrete“. Es ist ein mit Glasfaser verstärkter Beton, welcher zum größten Teil für Außenfassaden von Gebäuden angewandt wird. Die Matrix aus Zement wird durch die Zugabe von Glasfaser zu einem Verbundmaterial, wobei beide Materialien ihre spezifischen Eigenschaften beibehalten. Geschichtlich wurden die ersten „GFRC“ Systeme von den Russen, in den 1940er Jahren, angewandt.

<sup>477</sup> | Vgl. Zaha Hadid Architects | Zaragoza Bridge Pavilion Press Release | 2008

<sup>478</sup> | Das „Gelcoat“ Material wird als finale Schicht, eines mit Faser verstärkten Verbundmaterials, verwendet. Die am meisten bekannten „Gelcoats“ sind Epoxy- und Polyesterharze. Die modifizierten Harze

waren mehr als zufriedenstellend, da die Wasserabsorption um 0,5% reduziert, sowie die Festigkeit des Materials um das Doppelte verstärkt wurde. Die Textur der finalen Oberfläche war dagegen nicht sehr zufriedenstellend, da sie einer Orangenhaut ähnelte. Gipskarton mit der „Gelcoat“ Behandlung wurde den verantwortlichen Personen des Architekturbüros Zaha Hadid vorgestellt, welche diese Lösung akzeptierten, jedoch gebeten hatten, doch noch nach alternativen Möglichkeiten für eine glatte finale Oberfläche zu suchen. Es ist zumindest der richtige Weg eingeschlagen worden. Zu diesem Zeitpunkt sind in der Konstruktion im Generellen auch Technologien aus der Schiffsindustrie angewandt worden. Architekt Antonio Gallart begann mit seinem Team nach der Methodik zu suchen, welche bei kleineren Schiffsreparaturen angewandt wurde. Es handelte sich um ein Verfahren, bei welchem unterschiedliche Produkte in aufeinanderliegenden Schichten aufgetragen und zuletzt mit weiteren Farbschichten aus Polyurethan versiegelt wurden. Die Farbschichten wurden mit Spezialpistolen aufgetragen und im letzten Schritt noch geschliffen, um Unebenheiten auszugleichen, sowie eine glatte Oberfläche zu gewährleisten. Der Prozess begann mit der Grundierung von Polyurethanharzen, dessen Aufgabe es ist, die bestehenden Poren zu schließen und die Oberfläche für die Applikation von härtenden Epoxidharzen<sup>479</sup> vorzubereiten. Epoxidharze gleichen zugleich weitere Unebenheiten aus. Anschließend wurde die Oberfläche mit unterschiedlicher Körnung geschliffen und wieder mit Epoxidharzen verdeckt, wieder geschliffen, gesäubert und zuletzt mit einer Polyurethan Schicht versehen. Der letzte Schritt des langen Produktionsprozesses war das Polieren. Die Laborversuche zeugten von 0% Wasserabsorption und einer ansteigenden Materialfestigkeit von 1,7. Finale Proben, bestehend aus planen und gekurvten Oberflächen, wurden erstellt und anschließend von der Direktive als Alternative zu den anfangs geplanten Verbundmaterialien endgültig akzeptiert.

## STRUKTUR

Die Tragkonstruktion der Pavillonbrücke bestand aus gleichschenkeligen Dreiecken, welche aus, in ihrem Scheitelpunkt verdrehten IPE 360 Profilen, zusammengesetzt und fachwerkartig verbunden wurden. Die Anordnung dieser konstruktiven Elemente, in einem Achsraster von 3,6 Metern, folgte der kurvenreichen Linienführung der Außenfassade und teilte die Brücke in vier zusammenhängende Teile, welche als „POD´s“ definiert wurden. Der Haupteingang, auf der Stadtseite von Zaragoza-Almozara, befand sich im „POD 4“, welcher sich nach dem Überqueren der halben Brückendistanz in drei weitere „POD´s“ splitterte und zur Expo führte. Der „POD 1“ besaß einen eigenen Ausgang und erschloss durch eine Rampe zwei Geschoße. Die Rampe kam auf der anderen Seite im „POD 4“ wieder in das ausgehende Geschoß. Der „POD 2“ war der Haupteingang, bzw. Ausgang, auf der Seite der EXPO und der „POD 3“ war ohne Ausgang frei schwebend über dem Fluss Ebro situiert.

Eine zusätzliche röhrenförmige Struktur steifte die IPE 360 Profile in Querrichtung aus. In klar definierten Zonen wurde diese röhrenförmige Struktur, im Projekt als „Diagrid“ bezeichnet, durch metallische Füllstücke gefüllt. Stahlseile sorgten für zusätzliche Formstabilität<sup>480</sup>.

---

werden flüssig in eine Form gegossen um als Polymer, in Verbund mit beispielsweise Glasfasern, zu trocknen. Diese Technik wird vor allem im Schiff-, sowie Flugzeugbau, verwendet und kann zudem, um farbliche Nuancen anzunehmen, pigmentiert werden. Zudem lassen sich „Gelcoat“ behandelte Oberflächen, welche nachträglich beschädigt worden sind, leicht reparieren.

<sup>479</sup> | Epoxidharze sind aus Polymeren, unter Zugabe gewisser Härter in Form von Polyaminen, bestehende duroplastische Kunststoffe. In Verbindung mit Glasfaser und ähnlichen Komponenten werden sie bei modernen Segelflugzeugen verwendet. Zudem können Epoxidharze in Form vom Anstrich als Korrosionsschutz bei Schiffen angewandt werden. Primär werden Epoxidharze jedoch als ein vielseitiger Klebstoff im Modell- oder Bootsbau angewandt.

<sup>480</sup> | Vgl. Zaha Hadid Architects | Zaragoza Bridge Pavilion Press Release | 2008

Die Sekundärstruktur für die nachfolgenden Gipskartonelemente konnte nicht zwischen den IPE 360 Profilen angebracht werden, da diese um die eigene Achse verdreht waren und zudem der Kurvenführung der Außenhaut folgten. Somit ergaben sich keine einheitlichen Winkel, welche eine einfache Befestigung der Sekundärstruktur ermöglicht hätten. Dies erschwerte weitgehend die Arbeit und es musste nach einer alternativen Befestigungsmethode der Sekundärstruktur gesucht werden. Die Lösung des Problems war die Konzeption eines speziell gefalteten Blechstücks, welches die ungleichen Winkel ausgleichen und daraus folgend eine vertikale Ebene herstellen konnte. Somit wurde aus simplen Mitteln ein individuelles Produkt für diesen Umstand konzipiert. Insgesamt existierten acht unterschiedliche Winkel für die gesamte Brücke. Somit mussten acht unterschiedliche Blechelemente hergestellt werden. Auf die vertikale Ebene wurde ein zweites gefaltetes Blechelement montiert, welches nun eine horizontale Ebene generierte, um anschließend problemlos die horizontalen Z- Profile der Sekundärstruktur darauf befestigen zu können. Die Z- Profile wurden vertikal alle 100cm angebracht und teilten durch ihre gerade Ausführung, die von der Geometrie vorgegebene Freiformkurve, in kleine Polygone. Die Tertiärstruktur wurde wieder vertikal an die Z- Profile angebracht und bestand aus steifen, halbsteifen, sowie flexiblen Elementen, welche je nach vorhandener Kurvenintensität verwendet wurden. Die Befestigung der Sekundärstruktur für die Gipskartonelemente war somit gelöst.

Die Direktive und der Klient wollten vor Baubeginn eine Probe, des am meisten komplizierten Geometrieabschnitts der Pavillonbrücke, in Realgröße demonstriert bekommen. Die erstellte Probe entsprach einer Form, auch als Torpedo bezeichnet, welche zwischen „POD 1“ und „POD 2“ situiert war. Zu diesem Zeitpunkt stand dem Unternehmen Opersis kein 3D Modell zur Verfügung, um daraus notwendige Information zu extrahieren. Für die Probe wurden plane Schnitte eingereicht, anhand derer die Probe erfolgreich erstellt wurde.

Für die Kreation der hochkomplexen geometrischen Formen wurde relativ viel Platz, zwischen dem Gipskartonvolumen und der dahinterliegenden Sekundär-, sowie Tertiärstruktur, an welche diese angeschraubt werden mussten, benötigt. Bei dem Innenausbau des Guggenheim Museums war dieser Umstand kein Problem, da dort genügend Platz für die Sekundär- und die Tertiärstruktur vorhanden war. Im Gegensatz war dieser Platz bei der Pavillonbrücke durch die optimierte Geometrie mehr als begrenzt.

Die formale Referenz für den Innenausbau wurde in Form eines 3D Modells zur Verfügung gestellt. Das 3D Modell wurde von dem Architekturbüro Zaha Hadid mit Rhinoceros erstellt und einige wenige geometrische Details aus Maya zusätzlich eingefügt. Für die Erstellung der Konstruktionspläne, in Bezug auf den Innenausbau, war ein Team von 20 Personen, unter Verwendung unterschiedlicher Software wie Rhinoceros, Catia, 3D Studio Max und Autocad, verantwortlich. Das 3D Modell wurde in 2D Pläne aufgelöst, welche für die Konstruktion verwendet wurden. Alle 30cm wurden Schnitte, sowohl in vertikaler wie auch horizontaler Richtung, erstellt und bildeten ein Netz, welches für die Situierung der notwendigen Kontrollpunkte, mit minimaler Fehlertoleranz, benötigt wurde. Eine Anzahl unendlicher topographischer Punkte, welche die Schnittpunkte zwischen den vertikalen Schnitten und der Bodenoberfläche waren, wurde im Raum definiert, um die Arbeit vor Ort zu ermöglichen. Um multiple Befehle auf digitaler Basis simultan verwenden zu können,

### **3D MODELL**

wurden Scripts (Rhinoscript) verwendet, welche zum Großteil von David Rutten<sup>481</sup> generiert und dem Unternehmen Opersis zur Verfügung gestellt wurden.

## FRAGMENTE

Ein weiterer interessanter Aspekt dieses Innenausbau ist die Auflösung der Geometrie in Fragmente, um diese in einem rationalisierten Prozess herzustellen. Der rationalisierte Prozess bestand darin, die Fragmente in unterschiedliche Familien zu unterteilen. Jede dieser 35 Fragmentfamilien hatte ihre eigene Formgebung, welche sich in der Geometrie wiederholte. Standardisierte Elemente, wie herkömmliche Gipskartonplatten, wurden in einem weiteren Produktionsprozess an die vorgegebene Form angepasst und als rigide Fertigelemente zur Baustelle transportiert. Teile der Geometrie, einfacher in ihrer Konzeption, wurden mit herkömmlichen Gipskartonplatten hergestellt. Die Fragmente waren rational unterteilte Elemente, welche eine vorgegebene Toleranz einhalten mussten. Die von der Direktive maximal zugelassene Toleranz, die eine Abweichung von der originalen Digitalgeometrie erlaubte, wurde mit 2mm definiert. Somit hatten die Fragmente in eine Richtung eine gerade Länge von 100cm. Wird nun so ein Fragment, welches über seine Länge gerade ist, an einer vorgegebenen Kurvenlinie (einer Richtung folgend) orientiert, berühren nur zwei Punkte des Fragments diese Kurvenlinie. Der mittlere Teil des Fragment weicht von der Kurvenlinie ab und dies wird als erlaubte Fehloleranz angesehen. Dies ist das Prinzip einer Fragmentierung in Polygone. In besonders komplexen Bauabschnitten wurden Spezialelemente, erstellt durch Stereolitographie<sup>482</sup> aus verdichtetem Polyurethan, angewandt. Diese wurden nachträglich mit den übrigen Fragmenten verbunden, um mögliche Stöße zu vermeiden.

## ZEITFAKTOR

Der wohl schwierigste Faktor bei dem Innenausbau der Pavillonbrücke war die zur Verfügung gestellte Zeitdauer. Insgesamt waren es dreieinhalb Monate, in denen der komplette Innenausbau fertig gestellt werden musste. Die zuvor realisierte Planungsarbeit war fundamental, um das Projekt bis ins kleinste Detail zu kennen und zudem auf mögliche Probleme vorbereitet zu sein. Es wurde nicht der Innenausbau eines gewöhnlichen Gebäudes fertig gestellt, sondern eine Skulptur generiert. Diese wurde nicht in der Werkstatt des Künstlers geformt, sondern auf der Baustelle des Klienten, welcher Umstand die Arbeit wesentlich erschwerte hatte. Es war ein herausragendes Beispiel an Teamarbeit. Für den Innenausbau wurden 40.000qm an Gipskarton, 30.000kg an Spachtelmasse, 130.000m Profile, 3.500 vorgefertigte Gipskartonelemente, 2.500 vorgefertigte Metallelemente und 3.800 Pläne für eine erfolgreiche Umsetzung der Arbeit verwendet.

## INTERVIEW

Das in Barcelona, Spanien geführte Interview mit dem Architekten Antonio Gallart des Unternehmens Opersis zeigt Hintergründe der geführten Arbeiten beim Innenausbau der Pavillonbrücke auf.

---

<sup>481</sup> | David Rutten ist selbsterlernter, slowakischer Programmierer mit einem Hintergrund in Architektur und Stadtplanung. Zur Zeit ist er für das Unternehmen „Robert McNeel & Associates“ tätig. Unter anderem entwickelte er das „Grasshopper“ Plug-In für das Softwarepaket Rhinoceros, welches durch eine graphische Benutzeroberfläche parametrisches CAD Design ermöglicht.

<sup>482</sup> | Stereolitographie ist eine Art von „Rapid Prototyping“, wobei ein physisches Modell schichtweise aufgebaut wird. Der Begriff setzt sich aus den Wörtern, stammend aus dem Altgriechischen, „hart“ und „schreiben“ zusammen. Vom Prinzip her wird ein Photopolymer, ein am Licht aushärtender Kunststoff, durch einen Laser in dünnen Schichten aufeinander aufgetragen. Die Dicke dieser Schichten beträgt im Schnitt 0,1mm, wobei diese bei der Mikrostereolitographie im Mikrometerbereich sein kann. Ein 3D CAD Modell wird in das STL Format umgewandelt und die Information an das Stereolitographie-Gerät weitergeleitet. Hauptsächlich wird dieses Verfahren bei der Herstellung von Prototypen verwendet.



**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Der katalanische Architekt Antonio Gallart ist mit Christian Ramirez Mitbegründer der Firma Opersis, welche auf den Trockenbau spezialisiert ist. Opersis hat Projekte für namhafte, sowie internationale Architekten ausgeführt, darunter das Macba von Richard Meyer, das Guggenheim Museum von Frank Gehry, die Pavillonbrücke von Zaha Hadid und andere.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Bei meiner Kollaboration mit Opersis, an der Pavillonbrücke von Zaha Hadid, habe ich eng mit Herrn Gallart zusammengearbeitet. Bei dem Innenausbau der Pavillonbrücke wurden serielle Elemente, in einem zweiten Produktionsschritt individualisiert, verwendet. Durch diesen Umstand passte die Thematik gut zu meiner Forschung und meine persönliche Involvierung in das Projekt hat viel Persönlichkeit zu dem Interview beigetragen, da beiderseits im Detail bekannt war, worum es sich handelt.

Antonio Gallart | Jan Kokol | Barcelona, Spanien | 05.12.2008

Wir sind im Gespräch mit dem Architekten Antonio Gallart, einem der Leiter des Unternehmens Opersis. Würden Sie bitte kurz ihr Unternehmen und dessen Aufgabengebiete beschreiben? Auf welche Ausführungen sind Sie spezialisiert, welches Material bevorzugen Sie?

*AG | Unsere primäre Linie sind Gipskartonplatten, somit Gips mit Kartonagebezug. Es ist ein Material mit welchem wir leicht arbeiten können, welches uns gut zur Hand geht und welches wir am Besten kennen, da wir mit dessen Technologie vertraut sind. Gipskartonplatten werden für akustische Decken, Isolierungen, Projekte für den Feuerschutz und so weiter, verwendet. Das wichtigste Material unserer Produktion ist somit die Gipskartonplatte.*

Bei der EXPO 2008 in Zaragoza sind viele stilistische Elemente in Form unterschiedlicher Gebäudekonzeptionen zusammengetroffen. Viele spanische und internationale Architekten haben ihren Beitrag dazu geleistet. Wie ist es zum Auftrag für den Innenausbau der Pavillonbrücke der irakischen Stararchitektin Zaha Hadid gekommen?

AG | Das Projekt der Zaha war vorgesehen, mit Verbundmaterialien ausgeführt zu werden. Also mit GFK (GFRP), Glasfaserverstärktem Kunststoff, welche Endform mit Hilfe von Gussformen erreicht wird. Im weiteren Schritt wird das Produkt aus der Gussform herausgenommen und vor Ort an der Baustelle mit offenen Fugen zusammengefügt. Es war äußerst schwierig diesen Prozess anzuwenden, da eineinhalb Jahre für die Produktion der Gussformen nötig gewesen wären, und wirtschaftlich hat es den Kostenvoranschlag ebenso um das Dreifache überschritten. Die Organisatoren der Expo, das Ingenieursunternehmen, welches für die Ausführung verantwortlich war, sowie das Architekturbüro Zaha Hadid haben angefangen alternative Lösungen für diese Materialien zu suchen. Das Unternehmen Opersis wurde kontaktiert, um zu eruiern, ob eine andere Lösung, welche umsetzbar wäre, vorgeschlagen werden könnte. Das Unternehmen Opersis war an den Projekten von Zaha Hadid schon seit geraumer Zeit sehr interessiert und hat ebenso technisches Potenzial, solch eine Art von Architektur auszuführen. Somit hat die Suche nach Alternativen begonnen. Neue Materialien wurden untersucht, um zu eruiern, ob eine mögliche Applikation für die Umsetzung der komplexen architektonischen Formen der Pavillonbrücke vorhanden ist. Da mehrere Materialversuche nicht zufriedenstellend waren, wurde als Lösung Gipskarton angedacht, wobei auch Opersis viel Erfahrung mit diesem Material hat und schon sehr komplexe Formen damit ausgeführt worden sind. Wir hatten eine sehr positive Erfahrung mit Gipskarton, als das Museum Guggenheim in Bilbao ausgeführt wurde. Zumindest hatten wir somit anfangs als alternative Lösung die Geometrie mit der Ausführung in Gipskarton unter Kontrolle. Der Faktor, welcher zu dem Zeitpunkt noch fehlte, war die Oberflächenbehandlung des Gipskarton, damit es den bestehenden Anforderungen entsprechen würde und als letzter Schritt noch die Befürwortung der Direktive, dieses Material zu akzeptieren. Viele unterschiedliche Oberflächenbehandlungen wurden getestet, doch die finale Lösung wurde auf dem Gebiet des Bootsbaus, vor allem im Zusammenhang mit Segelbooten, gefunden. Es handelt sich um eine Serie von Harzen und Farbschichten, welche in sukzessiven Ebenen aufgetragen werden. Das Endergebnis war eine plastische Oberfläche, welche von der Architektin Zaha Hadid erwünscht war. Es wurden Proben erstellt und diese dann an ein Laboratorium geschickt,

sowie untersucht. Das Ergebnis wurde Zaha Hadid präsentiert und es wurde als mögliche Alternative akzeptiert. Somit ist Opersis in das Projekt der Pavillonbrücke involviert worden. Die ausführenden Unternehmen konnten nun entscheiden, ob der Innenbereich mit GFK, oder mit der Alternative als Gipskarton mit der Spezialbeschichtung ausgeführt wird. Somit hat uns am Ende Dragados, das Unternehmen welches für die Umsetzung der Pavillonbrücke zuständig war, kontaktiert und beauftragt.

Ist somit Gipskarton, allein bedingt durch den wirtschaftlichen, sowie den zeitlichen Faktor, ausgewählt worden?

AG | Ja (überlegt). Es gibt aber noch einen anderen Grund. Zaha Hadid wollte in dem Projekt keine Fugen haben, damit die gesamte Oberfläche kontinuierlich verläuft. Das Material GFK bereitete viele Schwierigkeiten, diese Fugen zu verschließen.

Hat Gipskarton, in Bezug auf die Platte, da die Gipskartonplatte kein wirklich volumenartiges Material ist, gewisse Einschränkungen bei der Formdefinition, beziehungsweise gibt es Formen welche mit Gipskartonplatten nicht umsetzbar sind?

AG | Es hat gewisse Einschränkungen. Viel weniger Einschränkungen jedoch, als von der Allgemeinheit gedacht wird. Gipskarton ist sehr gut in der Handhabung und ermöglicht des Weiteren dass viele zusammenkommende, sowie unterschiedliche Formen, gut zusammengefügt werden können. Dies bedeutet, dass die Grundform, also Basis, mit der Gipskartonplatte ausgeführt wird, und nachträglich durch die Spachtelmasse, welche ein Bestandteil des Systems ist, die Form noch komplexer geformt werden kann. Die Einschränkungen bestehen eher darin, dass die Oberfläche gut ausgeführt wird, nicht aber dass einige Formen nicht ausgeführt werden können. Es kann alles mit Gipskarton geformt werden. Einige Formen können entweder schneller und andere langsamer ausgeführt werden. Eine sehr komplexe, verdrehte Form mit vielen kleinen Details, wird besser mit Gussformen und den bedingten Materialien wie Gipsverband oder Polyurethan erstellt und nachträglich am Gipskarton, welcher die generelle Form vorgibt, festgeklammert.

Somit ist die zuletzt beschriebene Technik eine Kombination mit anderen Materialien?

AG | Es ist sehr einfach Gipskarton mit anderen Materialien zu kombinieren, wie beispielsweise mit unterschiedlichen Gipsen, da es sich gut im Verbund bewährt. Mit anderen Materialien ist es auch sehr einfach, da die Oberfläche aus Karton ein einfaches Festklammern ermöglicht.



Sehen Sie Gipskarton durch die unterschiedlich möglichen Anwendungsgebiete als ein Hightech- Material, oder sehen Sie es als ein Lowtech- Material an, welches für Hightech Konzepte verwendet werden kann?

AG | Gipskarton ist (korrigiert sich), war, ein Material welches Geschichte als ein Material im Hightech Bereich anfängt, doch heute als Lowtech gewertet wird, da es nun Materialien auf einem viel höheren technologischen Standard gibt. Anfangs war die Gipskartonplatte ein Hightech Material, da zuvor die Zwischenwände mit Holzstücken und nachträglich mit Gips ausgefüllt wurden, welche eine sehr manuelle Arbeit war. Die Erscheinung der Gipskartonplatte war eine Evolution, vor allem in den USA, wo die Arbeitsprozesse viel mehr standardisiert waren.

Somit ist auch Massenproduktion mit ins Spiel gekommen?

AG | Ebenso. Wenn ein Material sich globalisiert und Fabriken auf der ganzen Welt zur dessen Herstellung aufgebaut werden, wird es zu einem, meiner Meinung nach, Lowtech Material, da es demnach nicht mehr so innovativ ist.

Teilweise werden Fasern aus Kunststoff, Glas oder Zellulose in den Gips eingemischt. Diese Gipsfaser- Platten zeichnen sich so durch höhere statische Belastbarkeiten aus und sind auch in Feuchträumen zu verwenden. Wurde an eine mögliche Verwendung solcher speziell behandelte Platten gedacht?

AG | Das Problem der Spezialplatten ist, dass diese nicht in allen nominalen Plattenstärken ausgeführt werden. Die Platte mit sechs Millimetern, beispielsweise, welche ideal zur Ausführung von gebogenen Flächen, sowie einzigartigen Formen ist, wird nur als standardisierte Gipskartonplatte hergestellt. Somit wurden keine Spezialplatten im Verbund mit Silikonen, mit erhöhter Arbeitsresistenz, sowie keine Spezialplatten im Verbund mit Glasfasern, mit erhöhter Feuerresistenz, angewandt. Demnach haben wir entschieden den ganzen Innenausbau der Pavillonbrücke mit standardisierten Gipskartonplatten auszuführen. In einigen Zonen der Pavillonbrücke, wo sich elektrische Installationen befinden, wurden feuerresistente Spezialplatten, verbunden mit Glaswolle in ihrem Inneren, verwendet. Dies aus dem Grund, da dieser Bereich mit einer FR 120 ausgeführt werden musste.

Durch welche Umstände sind Sie auf die Idee gekommen, standardisierte Gipskartonelemente in Massen individuell adaptieren zu lassen. Welche Vorteile hatte diese Konzeption in Bezug auf eine wirtschaftliche und zeitliche Variable?

AG | Bei Opersis glauben wir, wenn das Problem in kleine Elemente aufgelöst wird, viel komplexere Formen ausgeführt werden können. Zaha hat sehr geschmeidige, sowie komplexe Formen kreiert. Somit hatten wir

entschieden das Maß dieser Formen zu reduzieren, indem wir kleinere Elemente vorsahen, welche bei ihrem Verbund die vorgesehene, sowie gewünschte Form, annahmen. Die Gipskartonplatte hat es uns erlaubt unterschiedliche kleinere Elemente zur Verfügung zu haben und die Möglichkeit, damit komplexe Formen auszuführen. Es wurde seit Anfang mit der Vorfabrikation dieser Elemente begonnen, nicht so sehr mit dem Argument der Schnelligkeit bei der Montage, sondern wegen Perfektion. Wir montieren schneller herkömmliche Gipskartonplatten vor Ort an der Baustelle, anstatt die einzelnen Elemente exakt zusammenzufügen. Es ist technischer und schwieriger mit Elementen zu arbeiten, da auch Fehler und Ungenauigkeiten bei ihrer Befestigung an der Sekundärstruktur entstehen können. Im Gegensatz ermöglichen aber die vorgefertigten Elemente Kanten exakter zu definieren, als wenn diese per Hand gefertigt werden würden. Die Formen, welche durch exakte Radien definiert sind, können mit Hilfe der Vorfabrikation optisch genauer, sowie konsequenter ausgeführt werden. Händische Ausführung würde nie diesen Perfektionsgrad erreichen.

Wie viele unterschiedliche Elemente, sowie Elementtypen, sind vorgefertigt worden?

AG | Es waren 35 Elementtypen, welche vorgefertigt worden sind.

Welches Unternehmen hatte die individualisierten Gipskartonelemente auf Massenbasis für Ihr Unternehmen produziert? War die Herstellung ein aufwendiger Prozess? Wie ist diese abgelaufen? In wie weit war sie flexibel und passte sich ihren Anforderungen an?

AG | Die Aufgabe wurde an zwei Unternehmen, oder Werkstätten, weitergeleitet. Eines war in Italien und das andere Unternehmen hier in Sabadell. Die beiden Unternehmen haben somit alle Elemente hergestellt. Es wurden zwei Unternehmen ausgewählt, da ein Unternehmen auf Elemente mit Radien und das andere auf Elemente mit scharfen Kanten spezialisiert war. Die allgemeine auszuführende Form wurde genau studiert und nachträglich eruiert, welche Fragmente in Form von Elementtypen vorgefertigt werden sollten. Viele Oberflächen, bei der Pavillonbrücke, sind mit standardisierten Gipskartonplatten ausgeführt worden, da dies viel einfacher und schneller ist. Doch Oberflächen mit kleinen Radien sind rational in den erwähnten Werkstätten hergestellt worden. Radien und scharfe Kanten können auf eine längere Distanz gesehen, sofern die Ausführung nicht mit vorgefertigten Elementen verläuft, nicht sehr genau umgesetzt werden. Die Länge macht Ungenauigkeiten leichter bemerkbar und aus diesem Grund wurde entschlossen auf Vorfabrikation in der Werkstätte zurückzugreifen.

Hatten die Werkstätten vorherrschende Limitationen bei der Herstellung von vorgefertigten Gipskartonplatten? Konnte jede beliebige Form in allen Größen hergestellt werden, oder wurde diese Herstellung durch Maschinerie und dergleichen limitiert?

AG | Die Formen, welche für uns von Interesse waren, konnten alle hergestellt werden. Einige besser als andere. Bei einer speziellen Oberfläche, beispielsweise, dreht sich die Rampe, eine von insgesamt zwei, um sich herum und generierte somit eine spezielle Oberfläche, welche als Konus, mit einem sich am unteren Teil befindlichen Radius, definiert wurde. Dies war somit ein Konus in Kombination mit einem invertierten Torus. Es wäre möglich, dies mit einer Gipskartonplatte auszuführen, doch dies würde eine „Polygonalisation“ beim Konus und bei der Kurvenbasis generieren. Diese „Polygonalisation“ müsste nachträglich mit viel Zeitaufwand durch Spachtelmasse per Hand korrigiert werden und ein weiterer Faktor war, dass sehr wenig Zeit zur Verfügung stand. Bei solchen Projekten ist der Zeitfaktor meist sehr limitiert. Somit wurde für die Herstellung dieser speziellen Form ein weiterer Prozess, die Stereolithographie, angewandt. Als Material wurde extrudiertes Polystyrol mit hoher Dichte in Form von einem Block verwendet, welcher von einer computergesteuerten Maschine, in die gewünschte Form gebracht wurde.

**Wurden mit Hilfe der Stereolithographie mehrere Spezialelemente gefertigt?**

AG | Es wurden vier Spezialelemente hergestellt. Zwei Konen für die zwei Rampen, eine Rakete, welche die Form des Kopfes einer Rakete oder einer sphärische Form hat. Später noch ein Spezialelement, welches als eine annähernde Negativform der „Rakete“, somit das Innere, beschrieben werden könnte. Einer der Säle hat in dieser zuletzt beschriebenen Form geendet. Dies war der Abschluss des Raumes und man konnte nicht weiter.

**War der Herstellungsprozess mit Stereolithographie, im Vergleich zur Ausführung mit Gipskartonplatten und der mitgerechneten Arbeitszeit, viel teurer?**

AG | Ja, im Rahmen von zwanzigmal teurer.

**Durch das architektonische Konzept von Zaha Hadid sind bestimmte Teilgebiete, die „Pods“, der Pavillonbrücke offen und nicht von Wettereinflüssen geschützt. Wie wirkte sich dieser Umstand auf den Gipskarton aus, da dieser nicht für seine Resistenz gegen Feuchtigkeit bekannt ist? Was wurde Ihrerseits gegen diese Problemstellung unternommen?**

AG | In diesem Zusammenhang kam die spezielle Oberflächenbehandlung, welche dem Bootsbau entspringt, zur Anwendung. Diese Oberflächenbehandlung ermöglichte uns eine Wasserabsorption welche bei Null lag. Das einzige Problem war, dass Wasser auf die Rückseite eintreten würde, da diese nicht geschützt war. Damit es nicht dazu kommen würde, hatte die Pavillonbrücke in der äußeren Fassade kleine Kanäle mit der Funktion das Wasser, bevor es in den Hinterbereich des Innenausbaus gelangen konnte, abzuleiten. Einige Fugen waren jedoch vielleicht problematisch. Die spezielle

Oberflächenbehandlung der Gipskartonplatten, auf Basis von Polyester, Epoxyharzen und mit abschließenden Ebenen aus Polyurethan versehen, ermöglichte demnach die beschriebene Wasserabsorption von Null Prozent und eine definitive Resistenz gegen Regen.

Zu diesem Zeitpunkt sind seit der Fertigstellung circa sieben Monate vergangen. Sind Sie auch heute noch mit dem Ergebnis zufrieden?

AG | Sehr zufrieden. Das Ergebnis war sehr zufriedenstellend. Das Problem des Projektes war, dass die Primärstruktur erst am 1. April fertig gestellt wurde und das Projekt am 13. Juni vollendet sein musste. Somit stand uns ein Zeitrahmen von dreieinhalb Monaten zur Verfügung und dies war unser größtes Problem. Es gab Zonen, welche nicht vollständig fertig gestellt wurden, bedingt durch die knapp bemessene Zeit. Das gesamte Projekt (Bezug nehmend auf den Innenausbau) hat sich sehr bewährt und ist somit sehr zufriedenstellend. Auch hat die Pavillonbrücke während der EXPO ihre Funktion gut erfüllt. Als wir mit dem Innenausbau der Pavillonbrücke begonnen haben, hatte niemand geglaubt, dass wir es auch zeitmäßig umsetzen werden können.

Könnte somit der gesamte innovative Planungs-, sowie Arbeitsablauf, wieder eingesetzt werden, da dieser bei der Pavillonbrücke so erfolgreich war?

AG | Ja, dies wäre durchaus möglich. Fakt ist, dass wir mit einem neuen Projekt begonnen haben, wobei auch Gipskarton, sowie die spezielle Oberflächenbehandlung angewendet werden. Den Leuten gefällt es, da es eine plastische und satinierte finale Oberfläche hat. Es wird auch weitere Projekte dieses Typs geben. Das Problem ist, dass es teuer ist...

Die spezielle Oberflächenbehandlung, oder eher der Arbeitsaufwand?

AG | Eigentlich beides. Die Gipskartonplatte in eine bestimmte Form zu bringen ist nicht das Gleiche, wie diese senkrecht aufzustellen. Die spezielle Oberflächenbehandlung ist ein sehr langwieriger Prozess, da es sehr lange Trocknungszeiten hat und die verwendete Farbe auch von hoher Qualität ist, was sich somit im Preis widerspiegelt.

Für freie Formen werden oft volumetrische Materialien wie PU- Schaum, wo aus Volumenblöcken die gewünschte Form herausgeschnitten wird, verwendet. Wie sehen Sie als Architekt den Unterschied in Bezug auf die Verwendung von „Cladding“ Systemen, wobei die „Platte“ der gewünschten Form angepasst wird? Kann es mit der Arbeit an einer Skulptur verglichen werden?

AG | Es ist sicherlich mit der Arbeit an einer Skulptur vergleichbar.

Der Innenraum beim „Cladding“ bleibt eigentlich Luftraum, ohne Materie. Hat dies irgendeinen Einfluss?

AG | Skulpturen sind auch oft im Innenbereich leer. Diese haben ein strukturelles Gerüst, welches die Kräfte ableitet, es ist die äußere Haut, welche der Skulptur Form verleiht. Es gibt somit viele, welche keinen materiellen Inhalt besitzen. Unsere Arbeit erfolgt nach dem gleichen Prinzip. Wir fangen mit einer Struktur an, welche gut ausgeführt werden muss, da die Gipskartonplatten im zweiten Schritt mit der Struktur durch Schraubverbindungen befestigt werden. Die Form wird sehr von der Struktur beeinflusst, denn wenn diese schlecht ausgeführt wurde, kommt man nicht zum erwünschten Ergebnis. Im weiteren Verfahren kann die Form minimal korrigiert, oder beeinflusst werden, indem mit Spachtelmasse sowie den Stößen ausgebessert wird. Der Anfang von allem ist eine korrekte Ausführung der Struktur, des „frame“ des Ganzen.

Zu welchem Detailgrad wird die Genauigkeit der vorgegebenen Form durch den Architekten auf digitaler Basis bestimmt? Gibt es Toleranzen und in welcher Form kommen diese zur Erscheinung? Können die Toleranzen vom menschlichen Auge wahrgenommen werden?

AG | Für diesen Umstand hatten wir einen Experten im CAD Programm „Rhino“ (lacht) beauftragt, welcher die Toleranzen auf täglicher Basis überprüfte. Somit wurden die Formen analog in physische Gestalt übertragen.

Das ist sehr gut, oder?

AG | (lacht)...

Wie hieß dieser Experte, der beauftragt wurde (lache)?

AG | Jan Kokol (lacht).

Sind ein künstlerisches Kriterium, sowie gute Geometriekenntnisse, der führenden Arbeitskräfte notwendig, bzw. von Vorteil?

AG | Es war eine sehr intensive Ingenieursarbeit, um 3D Datenmodelle in 2D Pläne zu transferieren, welche beim Projekt umgesetzt werden mussten. Es war eine Kombination von topographischen Punkten als allererster Anfang. Diese topographischen Punkte beziehen sich auf die Schnittebene vom Boden mit der bestehenden Oberfläche und sind in wahrer Größe. Somit hat man eine perfekte Linie auf dem Boden, welche perfekt determiniert werden kann. Später kommen die Schnitte. Wir hatten die gesamte Pavillonbrücke in Schnitte aufgelöst, welche alle 300 Millimeter generiert wurden. Mit der Verwendung der topographischen Punkte hat man virtuell die dazugehörigen Schnitte praktisch zugefügt und demnach konnten die Formen ausgeführt werden. In vielen Bereichen wurde der Schnitt auf eine Gipskartonplatte zeichnerisch per Hand übertragen, diese dann parallel zu gleich ausgeführten Gipskartonplatten in Form von Schablonen gegenübergestellt und mit Profilen horizontal verbunden. Die finale Form war somit das Ergebnis des beschriebenen Prinzips.

Somit gab es gewisse Interpolationen, oder Annäherungen zwischen einem Schnitt zum nächsten Schnitt, oder?

AG | Natürlich, es gab Interpolationen, welche eventuell Fehler haben konnten, diese wurden aber mit einer Abweichung von zwei Millimetern im Vergleich zum 3D Modell toleriert.

Dies war also die maximale Toleranz?

AG | Genau, zwei Millimeter waren die maximal zulässige Toleranz.

Ist die Einbindung einer „Quality- Control“, welche die vorgegebene Form kontrollieren soll, für Sie von Wichtigkeit?

AG | Das Maximum, so gesagt, kann kontrolliert werden. Für das Projekt aber, da es vom Ausmaß her ziemlich groß war, war es nicht so wichtig, ob die Form auf einige Meter gesehen einige Zentimeter abgewichen ist, dennoch aber die Grundkurve des prinzipiellen Designs beibehalten hat. Bei diesem Projekt war das Problem, dass es nur sehr wenig Platz gab. Mit diesem begrenzten Platz war es umso wichtiger den original konzipierten Kurven zu folgen, damit nicht Platz einer anderen Zone verloren gegangen ist. Dies war eine sehr, sehr große Schwierigkeit, da bei der Ausführung von kurvenreichen Formen viel Platz gebraucht wird. Im dahinterliegenden Bereich muss die Struktur, somit die Profile, so vorbereitet werden, dass die gewünschte Form ausgeführt werden kann. Bei der Pavillonbrücke entwickelten wir eine Serie von Spezialelementen für die Befestigung der Profile im weiteren Verlauf. Diese wurden direkt an der Primärstruktur der Pavillonbrücke, den IPE- Profilen, festgeklammert und die weitere Befestigung der Profile war somit auf minimalem Raum möglich. Es war ein schwieriges Unterfangen.

Wie sehen sie die Thematik der Fragmentierung, wenn die Fragmente auch letztendlich zu einer Einheit zusammengefügt werden?

AG | Wir hatten auch... Im technischen Team gab es Leute, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzten, somit mit den Fragmenten. Im 3D Bereich wurden die Fragmente durch Punkte im Raum zusammengesetzt. Wo die Toleranz größer als die zwei Millimeter war, wurde das Fragment geteilt und kleiner definiert. Ein kleineres Fragment hatte somit den Vorteil, dass dieses sich an die gewünschte Originalform anpassen konnte. Somit konnten wir alle Formen mit einer Toleranz von zwei Millimetern ausführen. Ein weiterer Vorteil der Fragmente war, dass diese mit einem Meter relativ klein waren und somit mit unterschiedlichen Fragmenten eine weit aus komplexere Form hergestellt werden konnte. Das Problem, welches aber bei dem Gussformverfahren und den dazugehörigen Materialien besteht, ist, dass man eine individuelle Form zur Verfügung hat. Soll aber diese nur ein wenig adaptiert werden, muss man eine neue Gussform herstellen. Dieser Umstand war bei uns nicht der Fall, da nachdem unsere Fragmente in einer Linie zusammengefügt und mit Spachtelmasse ausgeglichen wurden, eine individuelle Form mit gleichartigen Fragmenten erreicht werden konnte. Somit kann das gleiche Fragment in massenhafter Ausführung zwei, oder mehrere, unterschiedliche Formen definieren. Da die Länge der Fragmente rational reduziert wurde, konnten die vorgegebenen Formen, mit einem Fragmenttypen für einen bestimmten Bereich, ausgeführt werden.

Es ist somit ein sehr flexibles System?

AG | Natürlich, es ist viel universeller, da mit einem Fragment viele Formen definiert werden können. Mit einem aus einer Gussform hergestellten Element, kann nur diese bestimmte Form erreicht werden. Komplex ist es, mit einer Form viele unterschiedliche Formen herstellen zu können. In Bereichen, in denen die Kurven von der Architektin extremer definiert waren, haben wir unsere Fragmente in eine Länge von zehn, anstatt hundert, Zentimetern aufgelöst. Somit wurde ein Fragment in zehn kleinere Fragmente aufgelöst und nach dem fertigen Zusammenfügen waren wir, in diesen speziellen Bereichen, in der Lage noch weit aus schwierigere Formen auszuführen.

Was denken Sie über die Thematik der Mass Customization? Wie wirkt sich beispielsweise der Umstand aus, den Kosten- sowie den Zeitfaktor vergleichend, wenn zehn gleiche Elemente im Gegensatz zu zehn unterschiedlichen Elementen, hergestellt werden?

AG | Es ist wesentlich günstiger, sowie viel schneller das gleiche Element zehn Mal, gegenüberliegend zu zehn Elementen mit kleinen Unterschieden, herzustellen. Dies ist der Fall in der Industrie, wie auch an der Baustelle.

Könnte dieser Unterschied in Zukunft verkleinert, beziehungsweise beseitigt werden?

AG | Womöglich wird sich dies in Zukunft ändern, doch es müssen immer Befehle eingegeben werden. Wird ein Befehl eingegeben, kann schon mit der Herstellung begonnen werden, doch für unterschiedliche Elemente müssen mehrere Befehle, somit auch komplizierte Befehle, erfolgen. Wie die Zukunft genau aussehen wird, kann ich nur schwer sagen. Ich sehe es auf jeden Fall nicht, dass dies sehr bald passieren wird. Ein Roboter, welcher die ganze Zeit die gleiche Arbeit ausführt ist effizienter als ein Roboter welcher unterschiedliche Aufgaben erfüllen muss und diese vom Menschen eingegeben werden müssen. Mit Grundformen ist es einfach, doch komplexe Formen erfordern einen höheren Komplexitätsgrad.

Wie sehen Sie die Entwicklung von Gipskarton in den nächsten Jahren? Die Entwicklung steht in enger Relation mit der Architektur und der eingebetteten Technologie. Welchen Einfluss haben Architekten bei der Planung?

AG | Ich sehe die weitere Entwicklung sehr vorteilhaft, da die Projekte komplexer werden. Die Architekten denken bewusster, haben ein bisschen das Konzept der modernen Architektur vorweg gelassen, wo die Form, die Funktion und das Material die Gesamtheit bestimmen. Einige Architekten entwerfen Fassaden mit beispielsweise komplexen, vorgefertigten Betonelementen, deren Planung und Ausführung Jahre in Anspruch nimmt und nachträglich eventuell keine wirkliche Funktion vorhanden ist. Dieser Wechsel ist meiner Meinung nach in der Form, bezogen auf die Architektur, stark präsent. Des Weiteren können komplexere Formen nun viel wirtschaftlicher gebaut werden. Ich glaube diese Entwicklung ist gut, da Architekten wie Gehry, Zaha auch weniger technologisch aber, sagen wir einmal, viel mehr künstlerisch arbeiten. In diesen Nischen findet Gipskarton natürlich viel Anwendung.

Da Sie den Architekten Frank Gehry erwähnt haben, wollte ich Sie bitten, ob Sie kurz Ihre Arbeit am Guggenheim Museum in Bilbao beschreiben könnten? Durch welche Faktoren hat sich Ihre Arbeit beim Innenausbau des Guggenheimmuseums von dem Innenausbau der Pavillonbrücke unterschieden? Sind beim Guggenheim Museum auch individualisierte Gipskartonfertigteile verwendet worden?

AG | Nein, beim Guggenheim war alles viel anders. Der grundlegende Unterschied zwischen dem Guggenheim und der Pavillonbrücke ist der, dass beim Guggenheim viel Platz oder Raum zur Verfügung stand. Es gab Kammern, welche beispielsweise drei Meter tief waren, und wir diesen Platz für die Struktur verwenden konnten. Uns stand immer viel Platz im hinteren Bereich, wo die Installationen situiert waren, zur Verfügung. Hinter den Wänden befanden sich Korridore, welche für das Wartungspersonal zugänglich waren und Reparaturen durchgeführt werden konnten. Des Weiteren waren die gesamten Formen beim Guggenheim viel freier, somit viel leichter ausführbar und dazu hatten wir noch viel mehr Zeit, um unsere Arbeit abzuschließen. Beim Guggenheim Projekt hatten wir keine vorgefertigten Elemente, wie bei der Pavillonbrücke. Wir hatten nur spezielle metallische Elemente, welche die



Profile am Boden abgedeckt haben und einige andere Elemente für den Abschluss, aber keine Elemente für die Herstellung der erwünschten Form. Die gesamte Arbeit wurde mit herkömmlichen Gipskartonplatten ausgeführt.

Was ist Ihre Konklusion zu der geleisteten Arbeit und zur vorgegebenen Architektur selbst? Glauben Sie, dass Ihre angewandte Technik schon ausgefeilt ist, oder sehen Sie in einigen Bereichen Verbesserungsmöglichkeiten? Wie bezieht sich der Umstand auch auf die Montage an der Baustelle?

AG | Es fehlt noch Optimierung. Wir sind noch sehr am Anfang in Bezug zur Architektur mit Gipskartonplatten. Vieles kann noch verbessert werden. Es ist am meisten kompliziert, bei einem Projekt vorgefertigte Elemente zu integrieren. Die vorgefertigten Elemente werden in der Werkstatt hergestellt, doch das Projekt wird an der Baustelle ausgeführt, somit in der Werkstatt des Klienten. Analog kann verglichen werden, wenn Henry Ford dein Auto in deiner Garage herstellen müsste. Dein Auto würde somit nicht den gleichen Qualitätsstandard aufweisen, wäre nicht so schnell herstellbar, sowie auch nicht so wirtschaftlich. In der hauseigenen Garage steht nicht die gleiche Technologie, wie in einer, auf serielle Produktion eingestellten, Werkstatt, zur Verfügung. Dies ist das Problem welches existiert. Du nimmst die vorgefertigten Elemente und transportierst diese zum Haus des Klienten, um dort, in der Garage seines Hauses, sein Auto zu montieren. Das ist das Problem der Vorfertigung und der Montage auf der Baustelle. Doch das Ergebnis kann auch positiv gewertet werden.

Vielen Dank somit für das eben geführte Interview (eine Sirene ertönt...).

AG | Das ist ein gutes Ende.

Ja, ein gutes Ende. So wie im Film. Danke auf jeden Fall. Ich bin für die gebotene Möglichkeit, an diesem äußerst spannenden Projekt mitarbeiten haben zu können, dankbar. Vor allem die Gesamtheit, der von Ihnen beschriebenen Umstände, machte die Erfahrung sehr speziell. Ich bin mir sicher, dass wir uns bei einem anderen Projekt in naher Zukunft wieder sehen werden. Das Interview hat ebenso interessante, sowie neue Perspektiven aufgezeigt.

AG | Ja, gut. Ich hoffe schon, sowie dass es für das Doktorat nützlich sein wird.

Sicherlich. Vielen Dank.

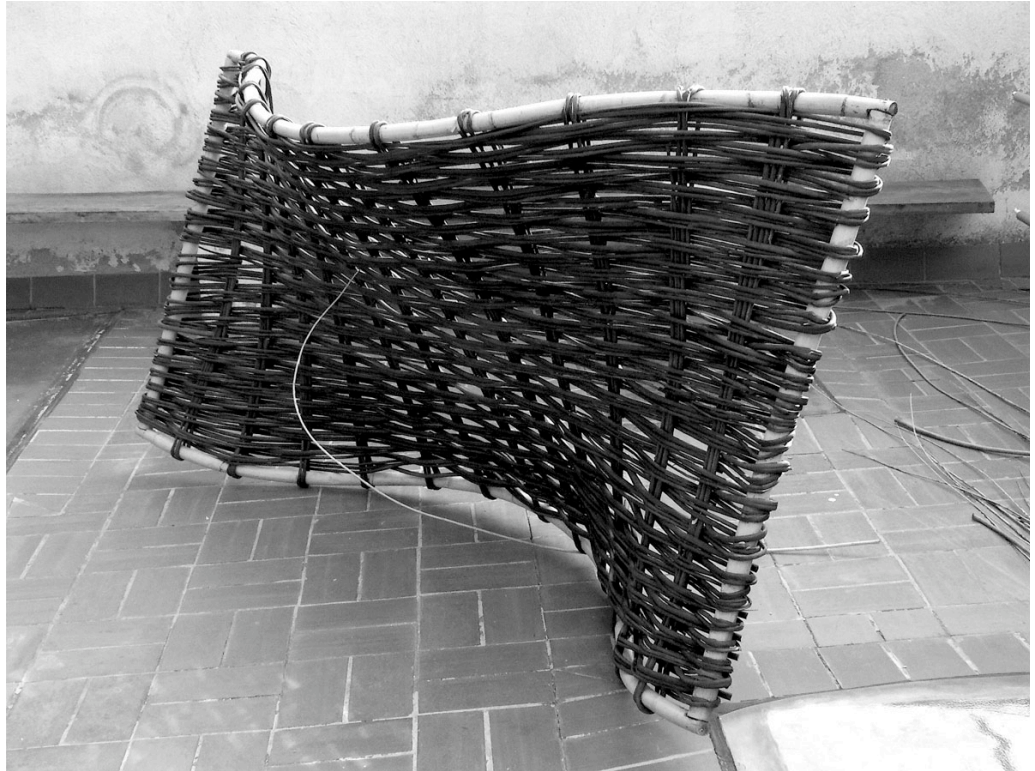


Abb. 8 | Der Prototyp, aus Weide, wurde als Studie für weitere Fassadenelemente des Spanischen Pavillons für die EXPO 2010 in Shanghai, China, hergestellt. Der Entwurf stammt vom Architekturbüro Miralles Tagliabue in Barcelona.

*Die Idee der lokalen Nachhaltigkeit ist nicht auf Materialien limitiert, fängt aber mit denen an. Die Verwendung von lokalen Materialien öffnet die Türen zu profitablen lokalen Unternehmen. Zudem umgeht es das Problem der Bioinvasion, wenn der Transfer von Materialien einer Region zur anderen versehentlich angreifende, nicht native Spezies, in fragile Ökosysteme einführt.*

*William McDonough, Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002 | S. 125*

*The idea of local sustainability is not limited to materials, but it begins with them. Using local materials opens the doors to profitable local enterprise. It also avoids the problem of bioinvasion, when transfer of materials from one region to another inadvertently introduces invasive nonnative species to fragile ecosystems.*

Die experimentelle Formgebung ist der heutige Trend in der Architekturwelt. Wie wird sich dieses Szenario weiterentwickeln<sup>483</sup>? Wird es bald einen „Overkill“ an Form geben, und wird deren substanzieller Wert hinterfragt? Werden Architekten, welche in der heutigen Zeit vereinfacht ausgedrückt, formal Kuben bauen, morgen wieder die Trendsetter sein? Aus den geschichtlichen Ereignissen haben wir gelernt, dass jede Epoche ihre Zeit hat. Es können Merkmale schon vergangener Epochen zu neuen Trends auferstehen.

#### **BENEDETTA TAGLIABUE**

Bei einem Gespräch in Barcelona, Spanien mit der Architektin Benedetta Tagliabue ist durch eine spezifisch definierte Fragestellung eine höchst interessante Thematik zum Vorschein gekommen. Haben Architekten bei der rasanten technologischen Entwicklung der letzten Jahre etwas Wichtiges vergessen? Lohnt sich der Aufwand zurück zu blicken und zu überlegen, ob eine Nische mit womöglich großem Potenzial vergessen, oder nicht weitgehend verfolgt wurde? Dass die digitale Nische auch in der Architektur sehr vorangetrieben worden ist, ist nicht verwunderlich, da sich Architektur schon immer an der Industrie, sowie Technologie orientiert hat<sup>484</sup>, um dadurch gute Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

Kann Hightech Architektur mit herkömmlichen, natürlichen Materialien erfolgreich kombiniert werden? Können natürliche Materialien selbst Hightech Architektur definieren? Ist es sinnvoll sich auf handwerkliche Arbeit zu stützen, wenn diese durch industrielle Produktionsprozesse ersetzt werden kann? Um Antworten auf die Fragestellung zu bekommen ist es sinnvoll, reale Projekte im Detail zu betrachten. Es sei angemerkt, dass Gebäude oder Skulpturen, die für eine EXPO entworfen werden, im Allgemeinen viel mehr Spielraum und Kreativität besitzen, da diese von einigen architektonischen Grenzen freigesprochen werden.

---

<sup>483</sup> | Vgl. Asterios Agkathidis, Markus Hudert, Gabi Schilling in | Form Defining Strategies | 2007

<sup>484</sup> | Vgl. Rivka Oxman, Robert Oxman in | The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies | 2010



*Works admitted to the Exposition must show new inspiration and real originality. They must be executed and presented by artists, artisans, and manufacturers who have created models and by editors who represent the modern decorative and industrial arts. Reproductions, imitations, and counterfeits of ancient styles will be strictly prohibited.*

*Arbeiten, welche zur Ausstellung zugelassen werden, müssen neue Inspiration und wirkliche Originalität aufweisen. Diese müssen von Künstlern, Handwerkern und Herstellern ausgeführt, sowie vorgestellt werden, welche Modelle erschaffen haben und von Herausgebern, welche das moderne Dekorative und die industriellen Künste repräsentieren. Reproduktionen, Imitationen und Fälschungen antiker Stile werden strengstens verboten sein.*  
Johnson J. Stewart in | *American Modern* | 2000 | S. 8

### GUSTAVE EIFFEL

Die Weltausstellung „Exposition Universelle“<sup>485</sup> in Paris, Frankreich im Jahr 1889 stand als Symbol für den Fortschritt des vergangenen Jahrhunderts und als Wegweiser für Leistungen im kommenden Jahrhundert. Der Eiffel<sup>486</sup> Turm wurde als Hauptzugang für die Weltausstellung herangezogen und deutete vom kühnen Entwurf, sowie fortschrittlichem Ingenieurbau und verkörperte zugleich den französischen Stolz<sup>487</sup>. Dieses herausragende architektonische Beispiel hat auch einen sehr interessanten Hintergrund. Gustave Eiffel<sup>488</sup> hat den Turm grundsätzlich für Barcelona, Spanien für die Weltausstellung von 1888 geplant, doch wurde der Entwurf wegen seiner Exzentrizität und den zu hohen Errichtungskosten abgelehnt. Durch diesen Umstand schlug Eiffel den Turm für die „Exposition Universelle“ vor und sein Vorschlag wurde von den Behörden akzeptiert. Jedoch wurde dem Baustatiker eine Bauerlaubnis von nur zwanzig Jahren gewährt. Die daraus folgende Voraussetzung für den Bau war somit, dass der Turm nach der vorgegebenen Zeit leicht zerstörbar ist. Dank glücklicher Umstände, da die Turmhöhe in Kriegszeiten sehr von Vorteil für die Kommunikation war, konnte der Turm jedoch bestehen bleiben und ist somit heute zu einem Wahrzeichen der Nation geworden.

Ein weiterer Umstand macht den Eiffel Turm sehr interessant. Gustav Eiffel und seine resultierende Arbeit wurden durch die Industrielle Revolution stark beeinflusst. Neue Materialien und Technologien standen zur Verfügung und die Revolution war unaufhaltsam. Vor allem der Transport fand in Eiffels Gedanken reges Interesse.

---

<sup>485</sup> | Die „Exposition Universelle“ fand im Jahr 1889 statt und wurde über eine Dauer von 6 Monaten abgehalten. 50 Millionen Menschen haben diese Weltausstellung besucht. Der moderne Kunststil der „Exposition Universelle“ war Art Nouveau.

<sup>486</sup> | Der Eiffel Turm wurde zwischen 1887 und 1889 von Gustave Eiffel in Paris, Frankreich erbaut. Die Struktur ist als ein offener Rahmen mit zwei Plattformen ausgeführt. Das Bauwerk besteht aus ca. 10.000 Tonnen Stahl und hat eine Höhe von 324 Metern.

<sup>487</sup> | Vgl. Wolfgang Piersig in | *Erinnerungen an Alexandre Gustave Eiffel (1832-1923) und den Bau des Eiffelturms vor 120 Jahren* | 2010

<sup>488</sup> | Gustave Eiffel wurde 1832 in Dijon, Frankreich geboren und war professionell als Baustatiker tätig. Am Anfang seiner Karriere war er im Brückenbau tätig, wobei er sich viele strukturelle Kenntnisse aneignete und wichtige Kontakte knüpfte. Seine später bekanntesten Werke wurden der Eiffel Turm in Paris, Frankreich, die Armatur der Freiheitsstatue in New York, USA, sowie die Bahnbrücke über den Douro in Porto, Portugal.

Brücken mussten für eine sichere Überquerung gebaut werden und er baute diese auf der ganzen Welt. Die meisten seiner Brückenentwürfe waren so ausgelegt, dass die Arbeiter kein spezielles Fachwissen benötigten, um die bereits hergestellten Brückenfragmente zusammenzubauen. Es war sein starkes organisatorisches Konzept, welches für eine gesteigerte Effizienz und verbesserte Wirtschaftlichkeit sorgte.

Nach der „Exposition Universelle“ in Paris, Frankreich 1900 formte eine Gruppe französischer Künstler eine neue Kunsttendenz. Der daraus resultierende französische Art Deco<sup>489</sup> Stil war zunehmend auf den Luxus bezogen und suchte darin die Inspiration für dessen Schaffung. Die Produkte waren zunehmend handwerklich hoch qualitativ und aus feinsten Materialien hergestellt. Die Zielgruppe der Erschaffer war eher auf einen engen Kundenkreis begrenzt und stand für Exklusivität<sup>490</sup>. Nach dem ersten Weltkrieg wurde den USA von Frankreich ein Standort bei der großen Ausstellung „Exposition des Arts Décoratifs et Industriels Modernes“ 1925 in Paris angeboten. Hintergrund dieser Ausstellung war zugleich die Promotion vom Handel, wie der kommerzielle Vertrieb von massenfabricierten Gütern. Der Hauptbegriff dieser Ausstellung war „modern“. Als die französische Ausstellung „Exposition des Arts Décoratifs et Industriels Modernes“ eröffnet wurde, hat sich gezeigt, dass der für die Ausstellung vorausgesetzte revolutionäre Stil eher herkömmlich war. Die von französischen Architekten errichteten Bauwerke waren zunehmend traditionell und leblos und die Einzelausstellungen tendierten eher zum formellen Kriterium. Vor Beginn des zweiten Weltkriegs haben sich amerikanische Forscher und Designer dem glamourösen Art Deco Stil abgewendet und suchten neue, klare Linienführung, basierend auf geometrischen Formen der Bauhaus Bewegung. Dieser Stil erfreute sich in ganz Europa, sowohl nachträglich in den USA, großer Beliebtheit. Der Trend in den USA begann sich nachträglich zu wenden und wurde eher gegen eine effizientere Produktion, anstatt Modernität und Kunst, orientiert. In den späten dreißiger Jahren wandten sich die USA somit zunehmend dem Massenmarkt und daraus resultierend der größtmöglichen Käuferzahl, zu. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie und durch Verwendung neuartiger Materialien, sowie Technologien, wurde ein moderner amerikanischer Stil entwickelt<sup>491</sup>.

In jeder Epoche wird die Weltausstellung durch technologische Fortschritte und aktuelle Baustile beeinflusst<sup>492</sup>. Somit hat sich auch in der heutigen Zeit, seit der „Exposition Universelle“ vom Konzept her, nicht viel verändert. Es wird durch ein Hauptthema, welches dem Zeitgeist entspricht, ein fiktiver Spielraum vorgegeben, wobei die einzelnen Länder entweder eigene Pavillons als architektonische Meisterwerke bauen, oder ihren Inhalt in schon gebaute Infrastruktur integrieren. Große Wichtigkeit wird jedoch auf Identität, sowie den technologischen Fortschritt und Kreativität gelegt. Grundlegend ist ebenso die Promotion des internationalen Handels, sowie eine intelligente Nachnutzung der gebauten Infrastruktur.

**HEUTE**

---

<sup>489</sup> | Art Deco war ein internationaler Kunststil zwischen 1925 bis ca. 1940 und hatte großen Einfluss auf viele Kunstrichtungen. Der Begriff Art Deco entstammt als Abkürzung von „Arts Décoratifs“. Zu seiner Zeit wurde dieser Stil als modern, sowie exklusiv angesehen und hatte einen rein dekorativen Ursprung. Anfang der vierziger Jahre nahm die Popularität ab, doch wurde diese in den achtziger Jahren beim graphischen Design wiederbelebt. In der Architektur sind das Empire State Building und das Chrysler Building in New York wohl die bekanntesten Beispiele dieser Stilrichtung.

<sup>490</sup> | Vgl. Charlotte Benton, Tim Benton, Ghislaine Wood, Oriana Baddeley in | Art Deco: 1910- 1939 | 2003

<sup>491</sup> | Vgl. Johnson J. Stewart in | American Modern | 2000

<sup>492</sup> | Vgl. Anna Jackson in | Expo: International Expositions 1851- 2010 | 2008

**SPANISCHER  
PAVILLON,  
MIRALLES  
TAGLIABUE**

Ein höchst interessantes Beispiel ist der spanische Pavillon des Architekturbüros Miralles Tagliabue für die EXPO in Shanghai 2010. Einerseits ist es ein Hightech Gebäude aus freien Formen zusammengesetzt, andererseits werden für die Herstellung der Paneele der kompletten Außenfassade ausschließlich handwerkliche Mittel angewendet. Die Paneele wären ein typisches Beispiel für moderne individuelle, sowie industrielle Fertigung auf Massensbasis, also „Mass Customization“. Doch werden diese Paneele aus natürlichem Holz von keiner Maschine, sondern im gesamten Ausmaß per Hand gefertigt. Dadurch wird jedes einzelne Element, durch die implizierte menschliche Interaktion, zum individuellen Produkt, obwohl es der digitalen Datenmenge nach das gleiche Produkt sein müsste. Das Gebäude erlangt daraus folgend mehr Persönlichkeit und spricht gegen den Standard. Die Paneele werden teils in Spanien und teils in China, hergestellt. Des Weiteren wäre es nicht rentabel die industrielle Maschinerie auf eine theoretisch mögliche Massenfertigung dieser Paneele abzustimmen, wenn diese der billigen handwerklichen Arbeit in China gegenübergestellt wird. Vom weiteren Standpunkt aus betrachtet, ergibt die verfolgte Strategie durchaus viel Sinn, da die Transportkosten für die Hälfte der Paneele von Europa nach China zum größten Teil wegfallen und somit für die Wirtschaftlichkeit, sowie die Senkung der grauen Energie sorgen. In weiterer Folge ist es äußerst intelligent im großen Ausmaß natürliche Materialien zu verwenden, um für effiziente Nachhaltigkeit und biologische Abbaubarkeit zu sorgen<sup>493</sup>. Es wird veranschaulicht, dass auch Konzepte, basierend auf handwerklicher Arbeit, durchaus höchst aktuelle Themengebiete wie graue Energie, sowie Nachhaltigkeit aufgreifen und diese effizient verfolgen. Handwerkliche Arbeit ist bei der sich in der heutigen Zeit rasant entwickelten, rationalisierten industriellen Fertigung, schon fast in Vergessenheit geraten.

**HIGHTECH UND  
HANDWERKLICHE  
ARBEIT**

Die Idee des spanischen Pavillons basiert auf Körben, um Relation zur Tradition zu schaffen. Es wurde versucht eine Verbindung zwischen Traditionen in Spanien und Traditionen in China herzustellen<sup>494</sup>. Die abstrakten Körbe sind Flechtwerke aus Weide, deren Kreation schon sein unzähligen Generationen bekannt ist, sowohl in Spanien wie auch in China. Basierend auf dieser Idee wurde der Pavillon weiter entwickelt. Fließende Formen wurden geschaffen, um den Fluss der Besucher sensibel aufnehmen zu können. Zusätzlich zur fließenden Geometrie, welche Hauptbestandteil des Gebäudes ist, ist die Fassadenhaut in ihrer Gesamtheit natürlich und handwerklich hergestellt. Des Weiteren ist die Fassadenhaut komplett wieder verwertbar und bei deren Produktion entstehen ebenso keine Umwelt belastenden Stoffe wie CO<sub>2</sub>. Es sind drei Funktionen in die Fassadenhaut integriert. Die erste Funktion versichert, dass wie bereits erwähnt, bei einer Wiederverwertung keine Schadstoffe entstehen und das Material biologisch abbaubar ist. Die zweite Funktion ist eine effiziente Abschattung gegen Sonnenstrahlen, da das Material mit einer hohen Prozentzahl die Solarstrahlung reduziert. Dadurch wird beim Gebäude weniger Energie aufgewendet, um den Innenbereich zu kühlen und eine angenehme Raumtemperatur kann sichergestellt werden. Die dritte Funktion ist ein gebildeter Hohlraum von 70cm zwischen der Fassadenhaut aus Flechtwerk und der inneren wasserdichten Haut. In den Hohlraum eindringende Luft zirkuliert und ventiliert nach

---

<sup>493</sup> | Vgl. William McDonough & Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002

<sup>494</sup> | Vgl. Miralles Tagliabue in | Spain Pavilion for Expo Shananghai 2010 | 2010



dem Prinzip eines Rauchfangs, wobei die Warmluft abgetragen wird. Es ist somit eine Isolation.

Die Umsetzung der künstlerischen Ideen in der Designphase in konstruktive Materie war durchaus schwierig<sup>495</sup>. Es ist kein dem Standard entsprechendes Gebäude und verkörpert Innovation im Zusammenhang mit Tradition. Die Produktionsmethoden der Flechtwerke mussten in Anlehnung an antike Tradition genau studiert werden. Die Produzenten in Spanien wurden kontaktiert und konstruktive sowie materielle Möglichkeiten analysiert. Diese Kunstform ist daraufhin auf ein modernes Gebäude appliziert worden. Dieser Optimierungsprozess dauerte ein ganzes Jahr und führte zu einem sehr zufriedenstellenden Ergebnis in Relation zum Gebäude. Es war ein langwieriger Prozess und die Schwierigkeit bestand außerdem darin, konstruktive Details für die Verbindung der solch konzipierten Elemente mit der Fassade, zu erarbeiten. Eine Fassade in genau dieser Form hat es noch nie gegeben, doch wurde das applizierte Material schon seit jeher verwendet und bei einer genauen Recherche sind Gebäude entdeckt worden, welche ähnliche Fassadenelemente, jedoch nicht in der gleichen Form, integriert hatten. Bei diesen Gebäuden sind Flechtwerke beispielsweise als Schutz für eine dahinterstehende Fassade benutzt worden. In Deutschland haben bei einem Gebäude auch Kunsthandwerker in bestimmten Teilen der Fassade Flechtwerke eingefügt. Anfänglich war den Architekten im Büro Miralles Tagliabue nichts über solche Fassaden bekannt.

Das verwendete Material, die Weide, wächst jedes Jahr, da diese natürlichen Ursprungs ist. Diese wird anschließend „geerntet“ und komplett handwerklich verarbeitet. Es gibt keinen ausschließlich industriellen, sondern höchstens einen semi-industriellen Herstellungsprozess. Der semi-industrielle Herstellungsprozess findet in einer Fabrik statt, wobei geübte Kunsthandwerker in eigener Funktion an einer Art Fließband sitzen und handwerklich arbeiten. Der Prozess ist systematisiert, nicht aber industrialisiert, da immer menschliches Handwerk involviert ist. Bis zum heutigen Zeitpunkt wäre es nicht möglich diesen Herstellungsprozess an eine rein maschinelle Produktion zu adaptieren. Es existiert noch keine Maschine, welche ein solches Flechtwerkpaneel autonom herstellen könnte. Mit anderen Materialien könnten nur ähnliche Paneele, eventuell rein maschinell, hergestellt werden.

**WEIDE**

Für die Fassadenhaut sind 27 unterschiedliche Paneeltypen konzipiert worden. Im Prinzip gab es 3 unterschiedliche Paneelformen. Es ist ein Paneel mit einer standardisierten Geometrie, wobei die sich ändernde Variable, vom Neigungsgrad der Wellenform, abhängig ist. Anschließend gibt es 3 unterschiedliche Abschnitte, die Verbindung zwischen Flechtwerken und dem Filter. Zusammenfassend werden 3 Paneeltypen, 3 Abschnitte und 3 unterschiedliche Farbtöne verwendet. Die Kombination dieser Variablen ergibt die Zahl 27 und definiert somit die Gesamtzahl an möglich unterschiedlichen Paneeltypen, welche jedoch in ihrer Essenz alle an der standardisierten Geometrie eines einzigen Paneels beruhen.

**PANEELE**

Um eine effektive Anordnung der Paneele zu gewährleisten, sowie genügend Spielraum zu besitzen, ist eine Fehlertoleranz zwischen ihnen eingefügt worden. Der Umstand, dass das Material aus Holzfaser besteht, ermöglicht es die Paneele zu einem gewissen Grad zu verbiegen und somit zu adaptieren. Es ist kein starres Material, welches in einer Fabrik als Standardprodukt hergestellt wird. Im Prinzip wird

---

<sup>495</sup> | Vgl. Kapitel 8.3 | NATUR UND ARCHITEKTUR | INTERVIEW | SALVADOR GILABERT

somit auf der Flexibilität des Materials aufgebaut, wobei aber einige wenige Elemente in ihre gewünschte Position forciert werden mussten.

#### SPANIEN- CHINA

Ein kleiner Teil der Paneele wird direkt in Spanien handwerklich hergestellt und der Rest in China. Da das verwendete Holz in Spanien im Gegensatz zu China, durch den geographischen Umstand, eine leicht unterschiedliche Farbtonung besitzt, wird diese dem Pavillon einen einzigartigen Charakter verleihen. In Relation mit der Qualitätssicherung müssen neben den Befestigungen auch diese unterschiedlichen Farbtonungen sensibel an der Fassade abgestimmt und kontrolliert werden.

Es ist verständlich, dass die Paneele, da diese handwerklich erstellt werden und natürlichen Ursprungs sind, nicht zu 100% der vorgegebenen Form entsprechen können. Die Form der Paneele soll aber so weit wie möglich der vorgegebenen Form ähneln, ob in Spanien oder in China. Dieser individualisierte Umstand wird das Projekt jedoch noch zusätzlich bereichern.

Zwei Gründe argumentieren für die aufgesplitterte Produktion in Spanien und in China. Einerseits sollte die gewollte Verbindung des Kunsthandwerks zwischen den beiden Ländern eingehalten werden und aus diesem speziellen Grund ist entschieden worden einen Teil der Paneele in je einem Land herzustellen. Daraus resultierend soll mit dieser Vorgehensweise erreicht werden, dass beide Kulturen ihr eigenes Kunsthandwerk präsentieren und kombinieren. Andererseits sollte logistisch gesehen nicht die Flechtwerkherstellung eines Landes in der kurzen Zeit überlastet werden.

#### FARBTON

Prinzipiell sollten die Paneele nicht gefärbt werden und die Farbtöne aus natürlichen Begebenheiten resultieren<sup>496</sup>. Die vorher erwähnten 3 unterschiedlichen Farbvariationen sind das Ergebnis der natürlichen Materialfärbung. Die erste Farbtonung entsteht, wenn sich die Weide schält und ein gelblicher Farbton zum Vorschein kommt. Die zweite Farbtonung ist ein bräunlicher Farbton, der bei der Trocknung der Weide samt Rinde und nachträglichem Entfernen der Rinde, entsteht. Die dritte Farbtonung entsteht, wenn die Weide ein zweites Mal mit der vorherigen Rinde getrocknet wird und somit einen noch intensiveren bräunlichen Farbton annimmt. Es sind somit immer natürliche Farbtonungen, welche durch den natürlichen Umstand nie homogenen Charakter aufweisen. Diese Variable verleiht den Paneelen zusätzliche Qualität und außerdem sind es materialeigene Eigenschaften.

Das Material der Paneele wird zusätzlich behandelt, um äußeren Umwelteinflüssen gegenüber resistent zu sein. Die Behandlung erfolgt in 3 Phasen. Bei der ersten Phase wird das Material in einem Autoklav mit Kupfersalzen behandelt, um beispielsweise nicht von Termiten oder Pilzen, sowie vielen weiteren potenziellen Gefahrquellen, angegriffen werden zu können. Bei der zweiten Phase wird das Material einer Behandlung mit Öl unterzogen, welches das Material hydriert und es atmen lässt. Das Öl saturiert das Material und lässt Wasser nicht eintreten, wobei die Poren nicht geschlossen werden. Somit bleibt das Material lebendig, besitzt eine längere Lebensdauer, bricht nicht auf und dehydriert nicht. Die dritte Art der Behandlung appliziert ein Produkt für eine höhere Resistenz gegen Feuer, wie es bei allen Gebäuden üblich ist und ist zudem auch natürlichen Ursprungs. Es ist versucht worden die möglichst natürlichsten Produkte für diese Behandlungen auszuwählen.

---

<sup>496</sup> | Vgl. Miralles Tagliabue in | Spain Pavilion for Expo Shanaghai 2010 | 2010

Obwohl zwei gleiche Paneele im digitalen Datenmodell auf dem Computerbildschirm identisch sind, weisen diese in der Realität durch implizierte Handarbeit und deren Natürlichkeit eine individuelle Form auf, auch wenn diese noch so gering ist. Dieser Umstand wird als positiv angesehen. Neben den gesamt 27 unterschiedlichen Paneeltypen kommt noch dieser authentische Charakter hinzu. Somit ist jedes Panel von einer anderen Person, oder einer Gruppe von Personen, hergestellt oder eher erschaffen worden. Daraus resultierend ist nicht alles Standard, auf Millimeter genau angepasst, sondern der Umstand, dass jedes Paneel seine eigene Persönlichkeit besitzt und der Gesamtheit einen substanzialen Wert verleiht.

Der interessante Aspekt an diesem Pavillon ist die natürliche Herstellung der Außenhaut. Das Material wird durch seine guten Eigenschaften, wie die erwähnte Wiederverwertung, die umweltfreundliche Herstellung, sowie die natürlichen Behandlungsmethoden, als ein perfektes Material im übertragenden Sinn angesehen. Jedes Jahr herrscht Produktion, da die Weide immer neu nachwächst und „geerntet“ werden kann. Eine solch konzipierte und behandelte Fassade hat eine ungefähre Lebensdauer von zehn Jahren. Wenn einige Paneele nach dieser Zeit ersetzt werden müssen, ist dies leicht zu schaffen, da diese einzeln ersetzt werden können und immer genügend Rohmaterial zur Verfügung steht. Es ist ein sehr ökologisches Prinzip und in der Gesamtheit ein Beispiel effizienter Nachhaltigkeit. Zudem ist es ein Lebenszyklus, welcher der Natur keine Schäden zufügt und konstant ist.

Außerdem wird mit diesem Projekt der Versuch unternommen, ein fast verlorenes Kunsthandwerk wieder zu beleben. Die Weide kann zudem an vielen Standorten kultiviert werden.

Effektiv wäre es bei der Produktion an einen Punkt zu gelangen, welcher die Rentabilität in allen Bereichen sicherstellen würde. Im Moment sind wir wieder auf dem Weg, welcher schon fast verloren gegangen ist. In der Vergangenheit war die Herstellung von Körben sehr rentabel und die Fabriken haben die Herstellung so rational, wie zu der damaligen Zeit möglich, durchgeführt. Es existierte natürlich keine serielle Produktion, doch wurden handwerkliche Fabriken eingeführt. Die Methodik um alle Güter zu transportieren ist, bevor Plastik erfunden wurde, mit Körben unternommen worden. Es scheint, als ob die Tendenz zu Plastik vielleicht gebrochen werden kann und Materialien wie Werkzeuge, welche schon fast verloren gegangen sind, wiederbelebt werden können. Je mehr diese Materialien und Werkzeuge wieder in Verwendung kommen werden, desto mehr wird die Industrie darauf reagieren, um neue Standards festzulegen.

**KUNSTHANDWERK**

Das in Barcelona, Spanien geführte Interview mit dem Projektleiter des spanischen Pavillons Arch. Salvador Gilabert führt uns nach Benedetta Tagliabues Instruktionen in weitere Details des Projektes ein. Es ist auf etliche Details eingegangen worden, welche den kreativen Entstehungsprozess, sowie die Produktionsweise, erklären sollen.

**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Salvador Gilabert ist valenzianischer Architekt und arbeitet als einer der Projektleiter bei Miralles Tagliabue, EMBT in Barcelona, Spanien. Das große, von ihm geleitete Projekt, war der spanische Pavillon für die EXPO 2010 in Shanghai.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Durch meine berufliche Erfahrung bei EMBT habe ich Herrn Gilabert persönlich kennengelernt, da wir unter anderen Projekten an dem Wettbewerb für den spanischen Pavillon kollaboriert haben. Da die für den Pavillon verwendeten Paneelelemente viel mit Mass Customization gemein haben, schlug ich Herrn Gilabert ein Interview vor. Dieses ist sehr interessant ausgefallen, da viele für Mass Customization unübliche Tendenzen zum Vorschein gekommen sind.

Salvador Gilabert | Jan Kokol | Barcelona, Spanien | 16.12.2008

Geehrter Salvador Gilabert. Ich würde Ihnen gerne, in Bezug auf den spanischen Pavillon für die EXPO 2010 in Shanghai, ein paar Fragen stellen. Könnten Sie uns bitte ein wenig das Projekt beschreiben, wie es zum Design kam und dergleichen?

SG | Für den spanischen Pavillon, in Relation zur EXPO 2010 in Shanghai, wurde die Idee von Korbgeflechten geboren. Es war eine Form die Künste, sowie Traditionen, welche schon seit geraumer Zeit präsent sind, ein wenig zu rehabilitieren. Zudem ging es darum, die Traditionen von Spanien mit den Traditionen von China in Verbindung zu bringen, da Korbgeflechte schon sehr früh von Menschen hergestellt und verwendet worden sind, sowie in China wie auch in Spanien. Die Behandlung dieser Ideen führte letztendlich zu der Entwicklung des Pavillons. Damit die Bewegung der Menschen sehr fließend sein konnte, wurde zudem die Konzeption von fließenden Formen eingebracht. Mit diesen Bedingungen haben wir das Gebäude im nächsten Schritt weiter entwickelt.

Was wäre somit die größte Innovation beim Design des Pavillons?

SG | Als Innovation würde ich die fließende Bewegung, welche in der Geometrie des Gebäudes selbst präsent ist, sehen. Des Weiteren ist die Fassadenhaut in ihrer Gesamtheit handwerklich ausgeführt und ist ebenso natürlich. Diese ist komplett wieder verwertbar, setzt kein CO<sub>2</sub> bei ihrer Herstellung frei und ist so natürlich wie es nur möglich ist. Außerdem erfüllt sie drei Funktionen. Die zweite Funktion (korrigiert sich)...die erste war, dass das Material keine Schadstoffe, sowie bei der Herstellung, wie der späteren Wiederverwertung, oder der Beseitigung des Produktes, produziert. Weiterfolgend wäre die zweite Funktion, welche den Solarzyklus behandelt, denn die Fassadenhaut absorbiert einen sehr hohen Wert der solaren Strahlung. Durch diese Maßnahme wird die Energie, welche für die Kühlung des Gebäudes, die Klimatisierung, notwendig ist, im großen Ausmaß reduziert. Die dritte Funktion ermöglicht, neben der erwähnten reduzierten Solarstrahlung, durch eine Distanz von dreißig Zentimetern zwischen der äußeren Haut, dem Korbgeflecht und der wasserundurchlässigen Haut, eine Luftventilation und ist demnach eine effektive Isolierung. Es folgt dem Prinzip eines Dachsteins, welcher die warme Luft abtreibt und definiert somit die dritte Funktion.

Das ist sehr interessant. Glauben Sie, oder besser formuliert, war es schwierig das künstlerische Konzept des Korbgeflechts in ein reales Projekt umzusetzen, sowie die Ausführung zu planen?

SG | Es war sehr kompliziert. Sehr kompliziert, weil es natürlich kein Standardgebäude ist. Die Kombination der Innovation mit einer sehr alten Tradition stellte sich als schwierig heraus. Wir mussten viel über die gesamten Systeme für die Produktion der Körbe nachforschen, sowie Geflechte analysieren, welche Arbeiten gemacht werden können, welche Handwerker in der Lage sind diese herzustellen, die Typen der Projekte in allen unterschiedlichen Zonen Spaniens verfolgen, unterschiedliche Materialtypen wie Korbweide, Werg und viele weitere Materialien

begutachten. Wir haben versucht all diese Künste an ein modernes, sowie aktuelles Gebäude zu adaptieren. Es war ein langwieriger Prozess von einem Jahr Nachforschung. Letztendlich glauben wir, dass wir uns für die beste Option, für einen solchen Gebäudetypen, entschieden haben. Natürlich ist es klar, dass es ein langwieriger Prozess der Vorbereitung ist und zudem nachträglich auch das Detail gefunden werden muss, wie sozusagen dieses natürliche Material an eine aktuelle Fassade adaptiert, beziehungsweise übertragen, werden kann. Ja, es ist kompliziert.

Ist dieser Fassadentypus demnach bis heute bei keinem anderen Gebäude angewandt worden?

SG | Nach dem Prinzip, welches wir für die Realisierung anwenden wollen, nicht. Das Material wurde natürlich während der ganzen Geschichte der Menschheit verwendet. Wir haben andere Gebäude gefunden, bei welchen dieses Material durch ähnliche Ideen appliziert worden ist, bei einigen als Fassadenschutz, bei anderen als abdeckende Fassadenelemente und wir fanden einige konkrete Beispiele der Anwendung. In Deutschland, beispielsweise, haben wir neulich entdeckt, dass es Handwerker gegeben hat, welche auch kleine Fassadenteile des Gebäudes mit Korbgeflechten versehen haben. Diese Beispiele haben wir erst nach einem Prozess der Nachforschung entdeckt. Vorher wussten wir von diesen Anwendungen nichts. Nach und nach entdeckt man etwas hier und dort. All dies ist natürlich für die Umsetzung unseres Projekts nützlich, doch ein Beispiel, ausgeführt nach unserem Prinzip, gibt es nicht.

Wie werden nun diese Fassadenelemente hergestellt, oder welche möglichen Schwierigkeiten kann es bei dem Herstellungsprozess geben?

SG | Dieses Produkt... glücklicherweise ist es ein natürliches Element, welches wächst und es jedes Jahr Ernte gibt. Die Farmleute machen ihre Ernte und beginnen danach direkt am Material zu arbeiten. Das Material ist komplett natürlich, kann somit nicht nach einem industriellen Prinzip hergestellt werden. Es gibt aber sehr wohl, sagen wir einmal, einen semi-industriellen Prozess, da sich Handwerker in Werkstätten auf einige Bereiche spezialisieren. Es ist somit ein System an der Fließbandidee orientiert, wobei die Arbeit immer von Handwerkern, nie von Industriekräften, ausgeführt wird. Anders beschrieben ist die Herstellung systematisiert, nicht aber industrialisiert, da immer Handwerker für die Ausführung verantwortlich sind.

Wäre es möglich dieses System in Zukunft im industriellen Sinn zu rationalisieren und weitgehend automatisieren?

SG | Zum heutigen Zeitpunkt noch nicht. Es existieren einige Maschinentypen, welche Teilaufgaben mit bestimmten Materialien

automatisiert ausführen können. Die Korbweide in konkret kann leider noch nicht automatisiert behandelt werden. Bei der Herstellung unserer Paneele aus Korbweide, sowie den dazugehörigen Detailausführungen, verläuft der Arbeitsprozess komplett handwerklich.

Wie viele vorgefertigte, als händisch vorgefertigte, Paneelelemente werden für den gesamten spanischen Pavillon verwendet?

SG | Ungefähr 8.500 Paneele.

Gibt es unterschiedliche Paneeltypen, Bezug nehmend auf die Form, wobei die einzelnen dazugehörigen Paneele multipliziert ausgeführt werden?

SG | Also... Es gibt 27 Paneeltypen. In der Gesamtheit sind drei Formen geplant. Im Prinzip ist es das gleiche Paneel mit einer Standardgeometrie, jedoch wird die Wellenform ein wenig verändert, was die drei unterschiedlichen Formen ergibt. Somit gibt es drei Paneele, mit der gleichen Geometrie, aber mit einem veränderten Grad der Neigung. Neben diesen drei Paneelen haben wir drei unterschiedliche Streifen, die mit der Verbindung der Korbgeflechte unter sich definiert werden. Der Filter ist auch unterschiedlich. Somit sind es in der Gesamtheit drei Paneeltypen, drei Streifenausführungen und drei Farben. Die Kombination dieser Faktoren ergibt in Summe 27 unterschiedliche Paneeltypen, welche jedoch alle aus der gleichen Standardgeometrie entspringen.

Wenn im dreidimensionalen Raum digital entworfen wird, kann die Geometrie sehr exakt definiert werden, doch bei der Ausführung vor Ort definieren Toleranzen den Abweichungsgrad von der ursprünglichen digitalen Geometrie, vor allem wenn mit Handwerk gearbeitet wird. In wie fern sind diese Toleranzen in den Ausführungsprozess miteinbezogen worden?

SG | Ja. Wir konzipierten schon bewusst im Planungsprozess einige Toleranzen zwischen einem Paneel und dem nächsten Paneel, gerade aus diesem Grund. Außerdem hat das Paneel, da es aus natürlicher Faser besteht, die Fähigkeit ein wenig mechanisch oder händisch adaptiert zu werden. Nicht zu einem maximalen Grad, aber zu einem gewissen Minimum. Es ist somit kein steifes Material, welches aus einer Fabrik kommt und standardisiert ist, sondern ist adaptierbar. Es gibt dann aber auch immer Spezialelemente, welche ein wenig mehr, unter Kraftereinwirkung, adaptiert werden müssen. In der Gesamtheit gesehen haben wir mit dieser Basis angefangen.

Sind Sie der Meinung, dass die Arbeiter vor Ort, welche die Paneele montieren, ein bestimmtes künstlerisches Gefühl besitzen müssen, um die vorgegebene Gesamtform gut umsetzen zu können? Normalerweise wollen die Arbeiter ihre Aufgabe schnell und gut ausführen, ohne jedoch den künstlerischen Aspekt mit einzubeziehen. Wie wichtig ist somit dieser künstlerische Aspekt und im weiteren Verlauf eine Qualitätskontrolle, welche die Form in ihrer Gesamtheit überprüfen soll?

SG | Ja, es gibt eine Qualitätskontrolle. Im Prinzip werden die Paneele durch Handwerker in Spanien und ein weiterer Teil wird in China hergestellt. Offensichtlich werden diese somit einander nicht exakt gleichen. Sowohl die Paneele, auch im gleichen Land hergestellt, werden durch die Ausführung in unterschiedlichen Verbänden, Ungleichheiten aufweisen. Die Paneele in China werden in jedem Fall auch einen ein wenig anderen Aspekt haben. Die generelle Idee war somit einen einzigartigen Fassadencharakter zu verdeutlichen. Die Montage und die Befestigung müssen dann vor Ort natürlich mit Genauigkeit, sowie auch bei jedem anderen Material, ausgeführt werden.

Wenn wir über das gleiche Material in Bezug zur Fassade sprechen, wird ein Paneel dennoch, abgesehen von der Vorgabe, durch die handwerkliche Ausführung und den natürlichen Ursprung, eine individuelle Form annehmen. Ist dies korrekt?

SG | Die Form muss im Prinzip ziemlich ähnlich der Vorgabe ausgeführt werden. Doch im weiteren Verlauf sind die Farben der Paneele selbst, nicht exakt gleich, da diese vom Material abhängig sind. Die Korbweide hat natürlich bedingte unterschiedliche Verfärbungen und die Farbnuancen variieren demnach. Somit wird die Farbe Ungleichheiten aufweisen. Die Textur der Paneele, durch die handwerkliche Ausführung bedingt, wird nicht der, eines anderen Paneels gleichen, dennoch aber sehr, sehr ähnlich sein. Diese gesamten Faktoren, werden dem Projekt eine Variation hinzufügen, welche das Projekt unserer Meinung nach noch zusätzlich verbessern wird.

Durch welchen Grund bedingt werden einige Paneele hier in Spanien und die anderen in China hergestellt?

SG | Also, es gibt zwei Gründe. Die Relation zum Handwerk war uns sehr wichtig, denn das Gebäude sollte das Handwerk von Spanien, sowie China zum Ausdruck bringen. Somit können alle Paneele nicht nur in Spanien oder nur in China hergestellt werden, um die beschriebene Philosophie zu verfolgen. Von dieser Basis ausgehend wollten wir, dass die zwei Kulturen ihren Teil, in Beziehung zum Handwerk, einführen. Im weiteren Verlauf war ein Grund auch die Verfolgung der künstlerischen Umsetzung, da die ganzen Paneele in ihrer Gesamtheit die Idee visualisieren sollen.



Gibt es ein Farbmuster, welches in der Fassade verfolgt werden soll? Wäre es im weiteren Verlauf auch möglich die Paneele im Vornhinein, somit nach dem Transport von Spanien und vor der Positionierung der gesamten Paneele in der Fassadenkonstruktion, zu färben?

SG | Im Prinzip wollten wir die Paneele nicht mit Farben behandeln. Beim Projekt gibt es drei Farbtöne, welche am natürlichsten aussehen. Eine Farbe kommt zum Ausdruck, wenn sich das Korbgeflecht schält und ist somit gelb. Die andere Farbe, also diese hier zum Beispiel (zeigt auf ein, sich im Hintergrund befindliches, Paneel) ist eher braun. Die Rinde wird vorerst an der Korbweide belassen, doch zum späteren Zeitpunkt abgetragen und es entsteht ein bräunlicher Farbton. Somit haben wir schon zwei ganz natürliche Farben, ohne jeglichen künstlichen Beisatz. Die dritte Farbe wird durch die Beigabe der Rinde zur Korbweide erreicht und ermöglicht einen dunkleren bräunlichen Farbton. Dies ist nun die dritte, ganz natürliche Farbe. Deswegen wird es nie ganz exakte Farbnuancen geben und diese werden somit ständig variieren, um somit dem Projekt auch eine Qualität ,in Verbindung zur Materialeigenschaft, zu verleihen. Die natürlichen Farben stammen vom Material selbst ab.

Werden die Paneele mit chemischen Mitteln behandelt, um diese vor äußeren Wittereinflüssen zu schützen?

SG | Ja, es gibt drei Arten von Behandlungen. Die erste Behandlung basiert auf Kupfersalzen, welche den Angriff von Termiten oder anderen Insektenarten, verhindern. Dies wird die Paneele von solchen Gefahren beschützen. Die zweite Behandlung wird mit Ölen durchgeführt, welche es dem Material ermöglichen, hydriert zu sein. Die Korbweide kann somit atmen. Das natürliche Material wird vom Öl saturiert, verhindert demnach den Feuchtigkeitseintritt, lässt aber die Poren offen und ist somit lebendig. Des Weiteren verlängert es die Lebensdauer des Materials, da es nicht zerspringt oder bricht und auch nicht dehydriert. Die dritte Behandlung ist ein wirksamer Feuerschutz, da alle Gebäude gegen Feuer eine gewisse Zeit resistent sein müssen. Es ist ein natürliches Produkt, welches für die Behandlung verwendet wird. Wir haben versucht die möglichst natürlichsten Produkte auszuwählen und dennoch zu erreichen, dass es nicht verbrennen kann.

Da die ganzen Paneele per Hand gefertigt werden sind diese somit zu gewissem Maß individuell. Könnte dies auch als negativ angesehen werden?

SG | Ich glaube, dass es wie anfangs erwähnt, nur positiv ist. Das Schöne an der Fassade ist, dass neben der Varietät von Paneeltypen, auch jedes einzelne Paneel individuell ist, da es von einer Person, beziehungsweise Gruppen von Personen, hergestellt wird. Dies gibt der Gesamtheit auch ein somit mehr authentisches Aussehen, da nicht alles auf dem Standard beruht, nicht auf einen Millimeter genau abgestimmt und somit auch nicht vollkommen gleich ist. Jedes Paneel hat seine eigene Persönlichkeit und die Gesamtheit der Paneele verdeutlicht das Gesamtbild der

Fassade. Die fertig gestellte Fassade resultiert rückführend auf die Wertigkeit eines jeden einzelnen Paneels.

Wie sehen Sie die Verwendung eines natürlichen Materials in Verbindung mit einer Architektur basierend auf freien Formen? Natürliche Materialien sind organisch und frei im übertragenen Sinn, somit dürften diese auch für freie Formen prädestiniert sein. Wie sehen sie diesen Umstand?

SG | Das Interessante an diesem Pavillon ist, dass die Herstellung dieser Fassadenhaut, welche die dreifache Funktion, die ich vorher erwähnt habe einbindet, vollkommen natürlich ist. Es setzt kein CO<sub>2</sub> frei, verursacht keine Verschmutzung, sowohl bei der Herstellung, wie bei der Wiederverwertung, wie in seiner Lebensfunktion selbst. Durch die weitere natürliche Behandlung mit Wachsen und Ölen ist es somit, in diesem Sinn, ein quasi perfektes Material. Jedes Jahr herrscht Herstellung, da die Korbweide ständig wächst und geerntet wird. Es wird somit eine Fassade, in ihrer Gesamtheit natürlich, generiert. Diese Fassade mit den angewandten Behandlungen kann bis zu acht Jahre lang beständig bleiben. Da das Material aber jährlich wächst, können beschädigte oder alte Paneele, sowie deren Einzelteile, einzeln ausgewechselt werden. Es ist ein Prozess, welcher in seiner Gesamtheit ökologisch ist, demnach auch nachhaltig ist und einen Lebenszyklus hat, welcher keine Verschmutzung verursacht und konstant ist. Außerdem ermöglichen wir, ein Handwerk, sozusagen wiederzuentdecken, welches in der Vergangenheit schon fast in Vergessenheit geraten ist. Das Material wächst auch in Wäldern, oder nahe an Flüssen und sorgt für die Erhaltung dieser natürlichen Kultivierung.

Zusammenhängend mit der seriellen Vorfertigung, auch im individualisierten Rahmen, würde ich gerne Ihre Meinung über die Zukunft der Anwendung solcher natürlichen Materialien hören. Wie wird sich diese handwerkliche Arbeit im Zusammenhang mit Technologie weiterentwickeln? Was denken Sie?

SG | Gut,... das Optimum wäre, an einen Punkt zu gelangen, an dem es in allen Richtungen rentabel wäre. Zu diesem Zeitpunkt beginnen wir wieder den Weg, welcher schon verloren gegangen war, neu zu entdecken. Es gab in der Vergangenheit einen Moment, als dies schon sehr rentabel war. Der Prozess war sehr standardisiert, war dennoch nicht, sozusagen, komplett in Serie hergestellt. Dennoch existierten handwerkliche Fabriken, wo viel Arbeit auf dem Gebiet der Korbgeflechte durchgeführt wurde. Vor vielen Jahren wurden Korbgeflechte für den Transport von Gütern verwendet, bis zu dem Zeitpunkt als Plastik aufgetaucht ist. Trotzdem scheint es, dass wir die Tendenz von Plastik gewissermaßen brechen können und die damals verwendeten Herstellungsarten, sowie deren Werkzeuge, neu zu entdecken. Je mehr diese Werkzeuge in Verwendung sind, desto mehr Interesse wird diese Herstellung, welche gewissermaßen „semi“ industrialisiert ist, haben. Denn dies kann nie zu hundert Prozent industrialisiert werden.

Ich glaube, dies ergibt viel Sinn. Besonders der Aspekt die Schnittstelle zwischen digitaler und analoger Materie, sowie den Wechselgrad zwischen Hightech und Lowtech, im positiven Sinn, zu finden und definieren, ist überaus interessant. Wir werden voller Spannung beobachten, wie sich Handwerk in der Zukunft auf dem Gebiet der Architektur manifestieren wird. Vielen Dank für Ihre Antworten und ich bedanke mich recht herzlich für Ihre Zeit.

SG | Nichts zu danken. Danke Ihnen.



Abb. 9 | Die Fallstudie „Robokline“ an der Harvard, Graduate School of Design, erforscht die Thematik der Kunst als Unikum, basierend auf digital kontrollierten Prozessen.

*Intuition, ableitend aus Wissen, Erfahrung und Gott weiß was noch, ist das unberechenbare menschliche Element, welches uns von einer Welt, generiert von Computern, rettet. Es ermutigt den Verstand, um weg von dem Erwartenden zu springen und hilft Ideen, welche Überraschungen, sowohl als auch Lösungen sind, zu generieren.*  
*Pentagram in | Ideas on Design | 1986 | S. 5*

*Intuition, derived from knowledge, experience and God knows what else, is the unpredictable human element that saves us from a world designed by computers. It encourages the mind to jump away from the expected, and helps to produce ideas that are surprises as well as solutions.*

## DESIGNKONZEPT

Allzu oft ist es ein schwieriges Unterfangen die Designkonzeption einer Form zu beschreiben. Bezogen auf die Funktion kann ein Objekt leicht erklärt werden, vor allem im Zusammenhang zu Gebäuden. Dies bezieht sich aber meist nicht auf das körperliche Design des Gebäudes selbst, wie die persönliche Auswahl des Architekten von Materialien, Farben und vielen weiteren Variablen. Unterschiedliche Kombinationen dieser Variablen sorgen für bestimmte, sowie persönliche Emotionen und können somit nicht als global angesehen werden. Die Persönlichkeit ist ungemein wichtig, um nicht in Relation zur Masse zu gelangen. Indem Neues kreiert und nicht Altes kopiert wird, kann interessante Designkonzeption entstehen. Vor allem beim Design von architektonischen Objekten wird verstärkt Wert auf Funktion als Bestandteil gelegt. Eine schöne Form zu kreieren, welche mit der Funktion nicht in Einklang ist, diese eventuell sogar zum Teil behindert, kann in Gesamtheit nicht als eine gelungene Architektur angesehen werden. Analog sind Designer, welche mit innovativen Ideen, die im Endeffekt aber nicht funktionieren, in Erscheinung treten, als schlechte Designer anzusehen<sup>497</sup>. Dennoch kann aber auch aus Fehlern, interessante Essenz entspringen.

Das anfängliche Konzept und Logik sind die Grundlage vom guten Design, oder sollten es zumindest sein. Es ist essenziell die Randbedingungen und das bestehende Problem vor dem Entwurf selbst gezielt zu analysieren. Oft ist es dennoch der Umstand, dass keine explizit definierten Randbedingungen und eine uneingeschränkte Freiheit dem Architekten oder Designer Grundlage für ein Meisterwerk liefern. Doch dies wäre eher eine Ausnahme. Die Gründe für persönliche Intuition, welche im Endeffekt für die Kreation verantwortlich ist, kann vielleicht im Unterbewußtsein gesucht werden. Damit wird definiert, dass Erfahrungen und Wissen sich im Unterbewußtsein widerspiegeln und in Gestalt von Kreativität in Erscheinung treten. Der amerikanische Expressionist Jackson Pollock<sup>498</sup> bezeichnete seinen kreativen Prozess als einen Zustand im tiefen Unterbewußtsein, aus welchem das finale Werk entspringt. Es ist sehr persönliche Relation zwischen dem Künstler und dem Werk, bis zu dem Moment der Vollendung<sup>499</sup>.

## PERSÖNLICHKEIT

Persönlichkeit ist alles. Diese Aussage verdeutlicht, dass etwas Persönliches einen besonderen, vielleicht sogar den einzigen, Wert besitzt. Natürlich wäre an diesem Punkt zu definieren, um welchen Wert es sich handelt. Sagen wir jedoch, dass die Rede vom emotionalem Wert, somit keinem gegenständlichen Wert ist. Persönlichkeit bezieht sich auf den Charakter, die Erfahrung, sowie die daraus resultierende Intuition. Nun sind wir bei der Intuition angelangt. Oft wird, vor allem in der Architektur, Intuition in Frage gestellt, da Architektur an so viele Kriterien gebunden ist. Sei es das Programm, der Ort und so weiter. Für rationale Architekten hat eine offenbar willkürliche, architektonische Form, nicht allzu viel Sinn. Das Willkürliche wird jedoch aus der Intuition abgeleitet.

---

<sup>497</sup> | Vgl. Kapitel 9.1 | KUNSTWERT | INTERVIEW | JORDI PALLARES | JULIO BARRIONUEVO

<sup>498</sup> | Paul Jackson Pollock ist am 28. Jänner 1912 in Cody, USA geboren worden und starb am 11. August 1956, im Alter von 44 Jahren, durch einen Autounfall. Pollock war eine der Hauptfiguren in Bezug zum amerikanischen, abstrakten Expressionismus. Seine besondere Technik, das so genannte „Dripping“, etablierte ihm einen neuartigen Status in der Kunstwelt. Oft wird jedoch angenommen, dass Pollock diese Technik erfunden hat, welche Aussage nicht der Wirklichkeit entspricht. Pollock verneinte stetig, dass das Resultat seiner Kreation willkürlich ist. Vielmehr hatte er eine genaue Vorstellung davon, wie sein Werk aussehen soll. Verheiratet war Pollock mit der Künstlerin Lee Krasner, die ihn weitgehend bei seinem unruhigen Leben unterstützte. Das bis zum heutigen Zeitpunkt am teuersten verkaufte Gemälde in der Kunstgeschichte ist „Number 5“, 1984, welches in 2006 um 140 Millionen Dollar verkauft wurde. Einige seiner bekanntesten Gemälde sind „Full Fathom Five“ 1947, „Moon Woman Cuts the Circle“ 1943, „Number 5“ 1984 und viele mehr.

<sup>499</sup> | Vgl. Steven Naifeh, Gregory Smith in | Jackson Pollock: An American Saga | 1998

Somit bezieht sich Intuition auf Erfahrungen, welche im Leben schon gesammelt wurden und wird als ein natürliches Empfinden wie in dem Zitat „...aus dem Bauch heraus.“ widergespiegelt.

Gabriel Orozco<sup>500</sup> hielt einen Vortrag bei einem Architekturkongress in 2008, veranstaltet von der Architekturzeitschrift Arquine<sup>501</sup>, über seine künstlerische Philosophie. Persönlich war ich von seiner Person sehr begeistert und schätze ebenso ungemein sein künstlerisches Schaffen. Ein interessanter Aspekt, welchen Orozco aufgebracht hatte, war die Verbindung zwischen Kunst und Architektur<sup>502</sup>. Seiner persönlichen Geschichte zufolge, kann diese Relation verstanden werden. Orozco beauftragte die mexikanische Architektin Tatiana Bilbao<sup>503</sup> sein persönliches Wohnhaus an der Küste Mexicos zu errichten. Nun hat er Bilbao kontaktiert und seinen Wunsch geäußert, wonach ihm die Architektin einen fertigen Entwurf präsentierte. Orozco sagte nur, dass er nicht von ihr gefordert hatte einen Entwurf zu kreieren, sondern nur sein eigenes Konzept technisch in die Wirklichkeit umzusetzen. Demnach hatte Orozco, obwohl kein geübter Architekt, schon ein genaues Design von seinem künftigen Heim. Interessant finde ich die Frage, ob nun das mittlerweile fertige Gebäude nun eine Skulptur, da von einem Künstler entworfen, oder ein einfaches Wohngebäude, limitiert durch programmbedingte Konstanten, ist?

Die Kunstwelt weist ebenso ein großes Interesse für digitale Methoden auf. Der Künstler Ulf Langheinrich<sup>504</sup> setzt sich mit digitaler Kunst in Form von Bild und Ton auseinander<sup>506</sup>.

**ULF LANGHEINRICH**

---

<sup>500</sup> | Gabriel Orozco wurde am 27. April in Jalapa, Mexico geboren und ist heute einer der wohl einflussreichsten mexikanischen Künstler. Er studierte Kunst in Mexico, sowohl auch in Spanien und ist danach als internationaler Nomad angesehen worden. Zu diesem Zeitpunkt lebt er mit seine Frau und Sohn zwischen Paris, Frankreich, New York, USA und Mexico City, Mexico. Für Orozco ist seine Kunst nicht so sehr was die Menschen in der Galerie sehen, sondern wie sie das Gesehene danach, in ihrer eigenen Realität, empfinden. Seine Kunst ist eine Mischung unterschiedlicher Medien wie Video, Zeichnungen, Skulpturen, Installationen, sowie Photographie. Orozco stellte mehrmals bei der Biennale in Venedig, sowie der Documenta X, der Documenta XI, der Tate Modern in London, England, dem Museum für zeitgenössische Kunst in Los Angeles, USA, dem Museum für moderne Kunst in New York, USA und anderen, aus. Seine Kunst, wie der durch die Hälfte zerschnittene Jaguar (Auto) und in anderen Dimensionen zusammengefügt, oder der von ihm persönlich bemalte Schädel, sind heute international bekannt.

<sup>501</sup> | Arquine ist eine Zeitschrift über Architektur und Design, basierend in Mexico City, Mexico. Es ist ein unabhängiger Verlag, welcher seinen Fokus auf mexikanische, sowie lateinamerikanische Architektur richtet. Der Inhalt ist multidisziplinär und setzt sich aus Architektur, Städtebau, Design und zeitgenössischer Kunst zusammen.

<sup>502</sup> | Vgl. Gabriel Orozco, Ann Temkin, Briony Fer, Benjamin Buchloh in | Gabriel Orozco | 2009

<sup>503</sup> | Tatiana Bilbao ist mexikanische Architektin und wurde 1972 in Mexico City, Mexico geboren. Ihr Architekturstudio, mit zwei Partnern, wurde 2004 als Tatiana Bilbao/ mx.a gegründet. Bilbao hat erfolgreich Projekte in Mexico, China, sowie Spanien in Wirklichkeit umgesetzt. Zudem war Bilbao als Beraterin für städtebauliche Projekte für Mexico City von 1998- 1999 in Funktion. Das Ziel von Bilbao ist es, zeitgenössische Gesellschaft und Architektur anzusprechen.

<sup>504</sup> | Ulf Langheinrich ist 1960 in Wolfen, Deutschland geboren worden und lebt zu diesem Augenblick in Accra, Afrika. 1984 ist Langheinrich nach Westdeutschland gezogen und setzte ein eigenes Studio für Musik auf. Zudem begann er mit Malerei, Zeichnung und Photographie zu experimentieren. 1988 ist er nach Wien, Österreich gezogen um dort weiterhin seine Künstlerkarriere zu verfolgen. Seine Werke wurden international zur Schau gestellt, wie beispielsweise im MAK in Wien, Österreich, bei der Biennale in Venedig,

*I would love to say: No, I don't like this new technology toys. Yet, I get a lot of feedback from my colleagues, they say: I am completely obsessed with machines. So, don't live in denial, you'll love this machines.*

*Ich würde es lieben zu sagen: Nein, ich mag nicht diese neuen technologischen Spielzeuge. Trotzdem bekomme ich viele Rückmeldungen von Kollegen, die sagen: Ich bin komplett von Maschinen besessen. Also, lebe nicht in Ablehnung, du wirst diese Maschinen lieben.*  
*Ulf Langheinrich in | Is This Art?, Episode 3, Digital Dreams | 2007*

Am Anfang seiner Karriere hat Ulf Langheinrich Gemälde kreiert und auch der Photographie seine Zeit gewidmet. Von neuen Medien wollte er anfangs nichts wissen, obwohl sein Bruder ihn motivierte in die Computerwelt einzutauchen. Dennoch wurde die Entscheidung getroffen, allmählich Computer für Soundgenerierung zu verwenden. Die neuen Möglichkeiten waren einfach zu verlockend, um sich dagegen zu wehren und versuchen zu widerstehen<sup>507</sup>. Dennoch bleibt heute ein gewisser Neid zur herkömmlichen Malerei vorhanden, mit der Begründung, dass die Gemälde fortwährend ausgestellt sind und die Farbe nicht von diesen abtröpfelt. Die digitale Kunst bedarf der Technologie, um zur Schau gestellt zu werden.

*While industrial robots appear to be implausible machines, pulled from the pages of a science fiction novel, they are in fact ubiquitous throughout high tech production facilities. Removed from their everyday context behind factory walls and taken onto a trip to London's most public square they become mighty ambassadors from a foreign land within our midst that produces the goods we use and the cars we drive.*

*Während Industrieroboter unglaubliche Maschinen zu sein scheinen, aus den Seiten eines Science-Fiction Romans herausgerissen, sind sie in Wirklichkeit durchaus Hightech Produktionseinrichtungen. Von ihrem alltäglichen Kontext hinter Fabrikwänden abgezogen und auf einen Trip zu Londons öffentlichsten Platz mitgenommen, verwandeln sie sich in Botschafter eines fremden Landes innerhalb unserer Mitte, welche Waren, die wir benutzen und Autos, die wir fahren, herstellen.*  
*<http://www.wired.co.uk/news/archive/2010-08/25/audi-robot-arms> | 02.10.11 | 16.40*

## **OUTRACE**

Als Beitrag zum Design Festival in London brachte AUDI acht industrielle Roboterarme aus seinen Produktionshallen zum Trafalgar Square in London, England. Die Roboter waren am Platz installiert und mit LEDs versehen worden. Die Ausstellung, mit dem Namen „Outrace“ wurde von Clemens Weisshaar und Reed Kram erdacht und umgesetzt. Besucher hatten den Anschein, dass sich die Roboterarme willkürlich bewegen, jedoch bestand durch ein eigens aufgesetztes Internetportal (Outrace.org) die Möglichkeit, von Benutzern eingegebene Nachrichten an die Roboterarme weiterzuleiten. Die Roboterarme haben nachträglich diese Nachrichten im physischen Raum in eine drei- dimensionale Lichtnachricht umgewandelt. Das Output wurde von einer Kamera mit eingestellter Langzeitbelichtung, aufgenommen.

---

Italien, der Ars Electronica in Linz, Österreich und etlichen mehr. Zudem war Langheinrich Gastprofessor an zahlreichen internationalen, ausbildenden Institutionen.

<sup>506</sup> | Vgl. Ulf Langheinrich in | Is This Art?, Episode 3, Digital Dreams | 2007

<sup>507</sup> | Vgl. Christa Sommerer, Laurent Mignonneau, Dorothee King in | Interface Cultures: Artistic Aspects of Interaction Culture and Media Theory | 2009



In Bezug auf Menschen kann das Unikat in biologischer Weise auf den genetischen Code<sup>508</sup> in Relation gebracht werden. Vom psychologischen Standpunkt aus, handelt es sich um den Charakter. Des Weiteren in der Kunst, bezieht sich ein Unikat auf ein von menschlicher Hand, mit dem involvierten menschlichen Fehler, kreierte Kunstwerk. In der Biologie wäre ein Klon ein reproduziertes Wesen. Somit ist ein natürlicher Klon ein Zwilling oder Mehrling. Ein Klon, oder eine Kopie, kann analog auch ein Unikat, durch nicht steuerbare Ereignisse beim Reproduktionsprozess, werden<sup>509</sup>. Der Unterschied besteht auch weitgehend darin, ab welchem Punkt abgegrenzt wird, somit wie groß, beziehungsweise klein der Vergleichsfaktor ist. Ein Unikat betont zudem immer eine Besonderheit, besitzt somit einen fiktiven gesteigerten Wert des Einzelnen.

---

<sup>508</sup> | Vgl. Andrew Berry in | DNA: The Secret of Life | 2004

<sup>509</sup> | Vgl. Kapitel 9.4 | ROBOKLINE | KUNST IN MASSEN

**AKTUELLE  
KURZBIOGRAPHIE**

Jordi Pallares und Julio Barrionuevo sind in Barcelona, Spanien schaffende, angesehene Künstler. Pallares ist der Cousin vom katalanischen Architekten Enric Miralles und studierte, nach einem abgebrochenen Architekturstudium, Bildende Kunst. Barrionuevo ist mit dem ehemaligen spanischen Innenminister Jose Barrionuevo, welcher durch eine politische Affäre bekannt wurde, verwandt und studierte ebenfalls Bildende Kunst.

**PERSÖNLICHER  
KONTAKT**

Bei der Mitarbeit an etlichen architektonischen, sowie künstlerischen Projekten bei Miralles Tagliabue, EMBT, habe ich Herrn Pallares kennengelernt. Zudem arbeiteten wir gemeinsam an künstlerischen Vorschlägen für die Empfangshalle, sowie den Außenraum beim Hauptquartier von Gas Natural, EMBT, in Barcelona. Aus dieser Bekanntschaft hat sich Freundschaft entwickelt und somit ist Herr Pallares eine Art Mentor für mich geworden. Herrn Barrionuevo habe ich durch Herrn Pallares kennengelernt und die Freundschaft währt ebenso bis zum heutigen Tag.

Jordi Pallares, Julio Barrionuevo | Jan Kokol | Barcelona, Spanien | 15.12.2008

...

JB | Einen Gin Tonic bitte...(lacht)

Bringe ich Ihnen gleich (lache). Da unser Gespräch, über Vorfabrikation, sowie Kunst in Serie, das letzte Mal durch äußere Umstände unterbrochen wurde, führen wir es nun fort.

JB | Wir sprachen über die Kunst an sich und den Wert des einzigartigen Kunstwerks im Gegensatz zum, in Serie hergestellten Kunstwerk. Was glaubst du Jordi?

JP | Ja, in Serie... (lacht).

Sie als Künstler schaffen immer ein Meisterwerk, sozusagen ein einzigartiges Kunstwerk. Hat somit eine Kopie oder Reproduktion für Sie den gleichen Wert?

JB | Es ist ein anderes Thema. Serielle oder reproduzierte Kunst ist anders und kann somit nicht nach dem gleichen Kriterium, wie ein einzigartiges Kunstwerk, verglichen werden. Das einzigartige Kunstwerk hat einen eingebetteten Wert, somit den künstlerischen Wert durch den Umstand der Eigenschaften, sowie der Originalität. Serielle Kunst hat einen anderen Wert. Es hängt auch von der Art des Kunstwerks ab. Somit sollte die Art des Kunstwerks unterschieden werden, wie die Malerei, Bildhauerei, Gravierung, sowie auch Architektur und Photographie. Durch den Umstand, dass ein Kunstwerk einzigartig ist, hat es einen zusätzlichen Wert. Ein Kunstwerk kann aber auch durch Reproduktion seinen grundsätzlichen Wert behalten. In der Photographie beispielsweise, wird ein Photo durch einen einzigartigen Moment beim Auslösen definiert, jedoch können danach beispielsweise fünfzig Kopien erstellt werden.

JP | Es gibt ein interessantes Beispiel im Fall von Munch, Edvard Munch<sup>510</sup>. Dieser hat ein Gemälde, nachdem er es verkauft hat und welches ihm gefiel, nachträglich neu gemalt. Somit gibt es heutzutage zehn oder zwölf „Der Schrei“<sup>511</sup> Gemälde in unterschiedlichen Museen, sowie unterschiedliche Gemälde des „Der Tanz des Lebens“<sup>512</sup>. Diese

---

<sup>510</sup> | Edvard Munch wurde 1863 in Loten, Norwegen geboren. Sein Leben wurde durch tragische familiäre Umstände geprägt. Nach einer anfänglichen technischen Ausbildung wandte er sich schließlich der Kunst zu. Zu einem späteren Zeitpunkt vertiefte er seine Ausbildung, sowie sein künstlerisches Schaffen, in Frankreich als auch in Deutschland. Durch das Leiden an einer bipolaren Störung war Munch auch nach seinem Erfolg durch Konflikte begleitet. Tragische Liebesbeziehungen waren ein Teil seines Lebens. Sein heute wohl bekanntestes Werk ist „Der Schrei“. Er gilt als einer der Pioniere des Expressionismus. Munch starb im Jahre 1944 in seiner Heimat. Nach seinem Tod wurde 1963 das Munch- Museum in Oslo eröffnet.

<sup>511</sup> | „Der Schrei“ (Skrik) wurde vom norwegischen Maler Edvard Munch erschaffen. Im Rahmen einer Serie wurden vier unterschiedliche Bilder mit dem Titel „Der Schrei“ gemalt. Es entstand zwischen 1892 bis 1910. Die Thematik handelt vom Tod, wie auch der Liebe. Oft wird es als das erste Werk des Expressionismus angesehen.

<sup>512</sup> | „Der Tanz des Lebens“ wurde 1899 von Edvard Munch gemalt. Es ist ein Beispiel des persönlichen, experimentellen, sowie dekorativen Farbstils.

Gemäldereproduktionen hat Munch verkauft und zugleich neue Reproduktionen kreiert, um diese weiterhin für Ausstellungen zu verwenden, oder zu verkaufen.

JB | Ja, dennoch glaube ich, dass es sich bei der Malerei um einen unterschiedlichen Aspekt handelt. Denn in der Malerei gibt es ein spezifisches Charakteristikum, welches sich im Unikat widerspiegelt. Die Malerei wird durch die Hand des Künstlers zu einem bestimmten Moment durch konkrete Randbedingungen kreiert, welcher Umstand der Malerei diesen Wert verleiht.

JP | Den einzigartigen und mythischen Wert...

JB | Genau, als Beispiel bei einem Photo, einer Gravierung oder anderen Typen von Werken ist es ab einem bestimmten Moment bewusst, dass es reproduziert werden wird.

JP | Exakt, es sind die Möglichkeiten, welche das Medium erlaubt.

JB | Das Medium erlaubt es und somit glaube ich, dass es in diesem konkreten Fall den Wert nicht verliert...

JP | Doch das Problem ist, dass beim Kunsthandel immer Exklusivität vorherrscht, somit das Unikat. Werke in Serie sind somit eher, sagen wir, wie eine Spirale von Vermarktung, wobei Unikate ganz am oberen Ende der Spirale situiert sind und von den darunter liegenden, weniger wertvollen Werken, wie graphischen Werken, gezeichneten und gemalten Werken auf Papier, gestützt werden. Großformatige Werke nähern sich auch dem oberen Ende der Spirale zu.

JB | Ich bin der Meinung, dass differenziert werden muss, ob es sich um den Kunst-, oder den Marktwert handelt.

JP | Sowie die Kosten...

JB | Der kommerzielle Wert ist evident und proportional zur Menge der vorhandenen Kunstwerke.

JP | Es handelt sich dabei um das Phänomen der Spekulation.

JB | Je kleiner die Bestandsnummer der Kunstwerke, desto größer ist der kommerzielle Wert. Umgekehrt ist es genau gleich. Währenddessen kann der pure künstlerische Wert enorm groß sein, abgesehen von der Quantität des Kunstwerkes, denn dieser bezieht sich auf die Qualität der Arbeit selbst. Ein gutes Photo oder ein Designstück werden an der Qualität, somit nicht an der Stückzahl, künstlerisch gemessen. Beispielsweise kann zu jeglichem berühmten Kunstwerk diese Analogie gezogen werden. Der Pavillon von Mies van der Rohe<sup>513</sup> hier in Barcelona hat einen sehr hohen künstlerischen Wert, egal ob es nur eine, oder zehntausend Kopien gibt. Wie bereits erwähnt ist der kommerzielle Wert abnehmend in Relation zu zunehmender Stückzahl.

---

<sup>513</sup> | Ludwig Mies van der Rohe ist am 27. März 1886 in Aachen, Deutschland geboren worden und ist am 17. August 1969, im Alter von 83 Jahren, in Chicago, USA gestorben. Neben Le Corbusier und Walter Gropius wird der deutsche Architekt Mies van der Rohe als Pionier der modernen Architektur angesehen. Seine Aussage „weniger ist mehr“ ist heute weltbekannt. Mies versuchte ein Leben lang eine neue architektonische Sprache zu kreieren, welche die neue Epoche in der Technologie, sowie Produktion widerspiegeln würde. In den frühen 1930er war Mies für kurze Zeit als Direktor vom Bauhaus tätig. 1937, bedingt durch das deutsche Regime, immigrierte er in die USA und wurde Leiter des Architekturinstituts am „Illinois Institute of Technology“ in Chicago, USA. Zu seinen bekannten Werken gehören das Seagram Building 1958 in New York, USA, die IBM Plaza 1971- 1972 in Chicago, USA, die Lake Shore Drive Apartments 1951 in Chicago, USA und viele mehr.

JP | Der Unterschied ist weiterfolgend der, dass es sich bei dem letzten Beispiel um Architektur handelt. Ein architektonisches Werk ist immer ein Einzelstück, ein Unikat. Es handelt sich dabei um den Raum und den Ort. Der Raum, sagen wir, ist die Gesamtheit. Der Ort, ist die Stelle des Raumes, die Auserwählung für den Raum. Dem zufolge kann an einem bestimmten Ort nur ein Raum, somit ein architektonisches Werk, vorhanden sein und demnach nicht mehrere. Ein Werk in der Architektur ist nicht nur das Werk an sich, aber die Einbindung in den Kontext der eigenen Umgebung. Eine Architektur mit ihrem Raum kann in dem eingebundenen Kontext perfekt funktionieren, wenn diese erfolgreich integriert wurde. Somit kann es ein perfekt vollendetes Werk sein. Bei der Malerei hingegen, hat ein Gemälde seine eigene Autonomie, ist also unabhängig vom Ort und wird als ein eigenständiges Kunstwerk, als das Gemälde an sich, angesehen. Ein Gemälde verkörpert die Philosophie des Künstlers und ist mit der sozialen Gesamtheit einer Epoche verankert. Architektur bezieht sich auch parallel zur zeitgenössischen Epoche, muss zudem aber auch direkt der eigenen Umgebung entsprechen.

JB | Im Fall der Architektur, der guten Architektur, muss die Harmonie zwischen dem Raum und dem Ort stimmig sein. Heutzutage gibt es aber auch Architekten, welche das gleiche Schema über verschiedene Zeitalter reproduzieren. Von einem künstlerischen und einem global konzeptionellen Standpunkt aus gesehen, verliert diese Architektur auch ein wenig an Interesse.

JP | Ein interessanter Fall ist das Gebäude Macba<sup>514</sup> von Richard Meier<sup>515</sup> hier in Barcelona. Das Gebäude ist für eine amerikanische Umgebung konzipiert, da Rogers seine Gebäude meistens für offene Stadträume mit viel Grün projektiert und diese in der Farbe Weiß ausführt. All seine Architektur ist weiß und dies funktioniert bei offener, grüner Umgebung sehr gut. Doch hier in Barcelona ist das Gebäude, welches er als Museum konzipiert hat, in einem alten Stadtzentrum sozusagen eingeklemmt worden, wobei ich es in Frage stelle, ob es sich demnach wirklich perfekt integriert. So wie du sagst (bezieht sich auf JB), ist es ein Schema, welches nicht immer in jeder natürlichen Umgebung funktioniert.

**Könnten aber Fragmente von so einem Bauwerk in ein adaptiertes Design abgeleitet und somit einem neuen Ort, sowie Umgebung, angepasst werden?**

JB | Dies kann natürlich gemacht werden, dennoch hängt es nach wie vor sehr von der Situation ab. Ich glaube, dass dies vor allem bei Architektur

---

<sup>514</sup> | Das „Museu d'Art Contemporani“ Macba in Barcelona, Spanien wurde am 28. November 1995 dem Publikum zugänglich gemacht. Der amerikanische Architekt Richard Meier hat das Museum im alten Stadtnukleus von Barcelona konzipiert. Das Macba beinhaltet permanente, sowie temporäre Ausstellungen über zeitgenössische Kunst. Ein wichtiger Bestandteil des heutigen Museums ist das in 2007 eröffnete Studienzentrum, welches den lehrenden Aspekt integriert.

<sup>515</sup> | Richard Meier wurde am 12. Oktober 1934 in New Jersey, USA als Sohn einer jüdischen Familie geboren. Sein rationalistischer Stil und die Anwendung von Weiß haben ihm Weltruf eingebracht. Meiers Architektur ist sehr an den frühen Werken von Le Corbusier inspiriert. In 1972 wurde Meier auch als ein Mitglied von den „New York Five“ identifiziert. In 1984 wurde ihm der Pritzker Preis für sein Werk verliehen. Zu seinen weiteren Werken gehören das Getty Center in Los Angeles, USA, das Macba in Barcelona, Spanien, das Atheneum in New Harmony, Indiana, USA, das Television und Radio Museum in Beverly Hills, USA, usw.

fundamental ist. Wenn dieser Aspekt nicht miteinbezogen wird, dann wird der künstlerische Wert der Gesamtheit stark reduziert. In der Architektur ist diese Angleichung, sowie Symbiose, meiner Meinung nach sehr wichtig... somit sollte der von dir kreierte Raum im Zusammenhang mit der Umgebung stehen.

JP | Dies darf aber nicht in dem Geiste von einem „Resort“ entstehen, sondern viel sensibler. Beispielsweise hat Tàpies<sup>516</sup> bei seiner „Fundació Tàpies<sup>517</sup>“ auf dem Dach des modernistischen Gebäudes von Lluís Domènech i Montaner<sup>518</sup> eine Skulptur aus Stahl verankert, welche das rationalistische Konzept des Architekten zerstört. Zugleich muss aber in Bedacht gezogen werden, dass die Intention des Malers, also Tàpies, die Abschaffung dieser Aggressivität war.

JB | Die Idee diesen Konflikt zu schaffen gibt dem Werk an sich, einen anderen, höheren Wert. Wenn dies nicht geschaffen worden wäre, würde in dieser Architektur eine Spezies von Mechanismus und die Lokalisierung von einem Standort an den nächsten und so fort, entstehen. Damit verliert die ganze Idee ihren Sinn. Ein Gebäude, welches in seiner vorbestimmten Umgebung perfekt funktioniert, muss in einer anderen Umgebung nicht dem gleichen Kriterium entsprechen.

JP | Aus diesem Grund stellt sich, Bezug nehmend auf die Architektur, die Frage, warum einige nicht gebaute Werke berühmter Architekten, wie Le Corbusier<sup>519</sup>, zu einem späteren Zeitpunkt, oder gar nach dem Tod des Architekten, nicht wieder aufgenommen und in die Realität umgesetzt worden sind. Die Erklärung ist einfach, nämlich dass der vorbestimmte Ort sich, durch den Lauf der Zeit, meist sehr verändert hat. Städte sind im ständigen Wechsel und beeinflussen stark ihre Umgebung. Der Architekt konzipiert aber seinen Entwurf für einen bestimmten Ort, im Zusammenhang mit seiner Umgebung zu einem gewissen Zeitraum. Er plant für eine konkrete Situation, eine Instanz, welche aber durch den Wechsel der Zeit in konstanter Veränderung

---

<sup>516</sup> | Antoni Tàpies i Puig ist am 13. Dezember 1923 im spanischen Katalonien, Barcelona, Spanien geboren worden. Tàpies ist katalanischer Maler und in der heutigen Zeit einer der wohl bekanntesten Künstler Europas. Sein internationaler Ruf wurde gegen Ende der 1950er etabliert. Neben der Malerei hat Tàpies sich auch mit Skulptur, sowie Lithographie beschäftigt und ist als Verfechter der „Art informel“, der französischen Gruppe, basierend auf dem abstrakten Expressionismus, bekannt. 2001 wurde Tàpies vom spanischen König Juan Carlos I der Titel „Marqués de Tàpies“ verliehen.

<sup>517</sup> | Die „Fundació Tàpies“ ist ein Kulturzentrum, sowie Museum, welches dem Lebenswerk von Antoni Tàpies gewidmet ist. Es ist im Zentrum von Barcelona, Spanien in einem modernistischen Gebäude von Lluís Domènech i Montaner situiert. Im Juni 1990 wurde es der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

<sup>518</sup> | Lluís Domènech i Montaner wurde am 21. Dezember 1850 in Barcelona, Spanien geboren. Er spielte eine fundamentale Rolle beim katalanischen Art Nouveau, der Architektur, der Geschichte, der Typographie, dem Design, der Politik, der Illustration und war somit ein herausragendes Beispiel für einen totalen Künstler. Das „Editorial Montaner i Simón“ Gebäude war sein erstes großes Projekt und nur der Vorläufer vieler anderer Projekte, wie beispielsweise das famose Haus „Lleó i Morera“ an der „Mansana de la discòrdia“ an der „Passeig de Gràcia“ (1903- 1905). Das Krankenhaus „Santa Creu i Sant Pau“ (1901- 1912) und das „Palau de la Música Catalana“ (1905- 1908) sind von der UNESCO zum Weltkulturerbe erklärt worden. Domènech i Montaner ist am 27. Dezember 1923 in Barcelona gestorben.

<sup>519</sup> | Charles- Édouard Jeanneret, auch als Le Corbusier (Synonym) bekannt, wurde am 6. Oktober 1887 in La Chaux- de- Fonds, Schweiz geboren. Er arbeitete als Architekt, Urbanist, Designer, Schriftsteller und Maler. 1930 wurde er französischer Staatsbürger und gilt als einer der Pioniere der modernen Architektur. Basierend auf dem Goldenen Schnitt entwickelte er den Modulor, ein System für architektonische Proportionen. Seine Gebäude wurden in Europa, Indien, Russland, Nordamerika, sowie Südamerika gebaut. Seine wohl bekanntesten Projekte sind die Villa Savoye, Frankreich 1928, das „Unité d' Habitation“, Frankreich 1947- 1952, die „United Nations Headquarters“ (als Berater mit Niemeyer), USA 1949- 1952, die „Notre Dame du Haut“, Ronchamp, Frankreich 1950- 1954, Gebäude in Chandigarh, Indien 1952- 1959, das „Carpenter Center for Visual Arts“, Harvard Universität, USA 1961 (das einzig errichtete Gebäude, ausschließlich von Le Corbusier geplant, in den USA), sowie viele mehr. Le Corbusier ist am 27. August 1965 in Roquebrune- Cap- Martin, Frankreich im Alter von 77 Jahren, gestorben.

steht. Auf dem Gebiet der Malerei ist es ganz anders. Im Gegensatz ist das Gemälde immer an sich ein Raum, welcher neutral ist.  
JB | Dennoch hängt dies von der Umgebung ab...

JP | Es ist temporär. Der gleiche Stoff (bezieht sich auf die Leinwand) welchen Rembrandt<sup>520</sup> gekauft hatte, kann bei einem Picasso<sup>521</sup> auch gefunden werden. Es ist ein weißer Stoff. Es ist eine Welt in welche du absolut alle Elemente integrierst, damit es eine fiktive Welt, im Gegensatz zur Realität, wird. In der Architektur andererseits ist diese Realität, welche der Architekt kreiert, immer ein teil eines Puzzles des ganzen Universums. Die Architektur ist in diesem Sinn nicht der Malerei gleichzusetzen. Die Skulptur ist viel mehr zur Architektur vergleichbar, weil diese auch räumlich ist. Alles was räumlich in drei Dimensionen ist, steht in Harmonie mit der Umgebung.

Dieser Theorie folgend, wäre es viel einfacher Kunstwerke im Gegensatz zur Architektur zu reproduzieren?

JP | Mit größter Sicherheit.

JB | Es wäre viel einfacher und hätte zudem auch viel mehr Sinn. Dennoch könnte Architektur, unter Führungszeichen, im Sinn von rein funktioneller Architektur, oder mit dem Sozialbau assoziiert, gewissermaßen reproduziert werden.

JP | Das Gemälde hat immer eine zwei dimensionale Oberfläche und der Anschauungswinkel ist frontal. Ein Gebäude ist nicht nur... (wartet ein wenig). Materie kann in unterschiedlichen Medien wie Video, Photographie reproduziert werden, aber nie in der Architektur. Architektur ist ein Raum, welcher besetzt werden muss. Dies auch in all ihren Dimensionen, weil Architektur es erlaubt einzutreten, in das Freie zu gehen, von Nah, sowie von Weit beobachtet zu werden... sie hat somit tausend Gesichter. Die Malerei hat aber nur ein Gesicht, welches wie erwähnt zwei dimensional und frontal ist; es gibt keine andere Perspektive. Architektur zu reproduzieren ist somit unmöglich. Basierend auf der Photographie oder dem Video kann man sich Reproduktion im Kopf vorstellen. Als ich in Bilbao das Guggenheim Museum persönlich besichtigt habe, hatte ich bis zu diesem Augenblick kein wirklich räumliches Verständnis, sowie Ahnung von den Dimensionen, obwohl mir

---

<sup>520</sup> | Rembrandt Harmenszoon van Rijn wurde am 15. Juli 1606 in Leiden, den heutigen Niederlanden, geboren. Er widmete sich vor allem der Malerei, sowie Gravierkunst und war Mitglied der holländischen „Goldenes Zeitalter“ Bewegung. Sein Erfolg, welcher durch sein ganzes Leben währte, begann mit Porträt Malerei, später Selbstporträts und Illustrationen aus biblischen Szenen. Einige seiner bekanntesten Werke sind Die Steinigung des Heiligen Stephanus 1625, „Jacob de Gheyn III“ 1632, Die Anatomie des Dr. Tulp 1632, Das Porträt der Agatha Bas 1943, Der polnische Reiter 1655, Jakobssegen 1956, Selbstporträt 1665, usw. Gestorben ist er am 6. Oktober 1669 in Amsterdam, den heutigen Niederlanden.

<sup>521</sup> | Pablo Ruiz Picasso wurde ist am 25. Oktober 1881 in Málaga, Spanien geboren und ist am 8. April 1973 in Mougins, Frankreich gestorben. Picasso war spanischer Maler, sowie Bildhauer und ist als einer der Mitbegründer des Kubismus bekannt. Obwohl in Spanien geboren, hat Picasso die meiste Zeit seines Lebens in Frankreich verbracht. In seiner Jugend hat Picasso sich dem Realismus zugewandt, bis er mit Experimenten und neuen Ideen begonnen hatte, welche ihm den heutigen Ruf eingebracht haben. Eines seiner wohl bekanntesten Werke, im Museum Reina Sofia in Madrid, Spanien, ist die Guernica 1937. Das großformatige Gemälde ist die Interpretation des Bombardements auf Guernica 1937 in der baskischen Region durch deutsche, sowie italienische Kriegsflugzeuge. Dies war ein Auftrag für die Weltausstellung 1937 in Paris, Frankreich. Weitere bekannte Werke sind „Les Femmes d'Alger“ 1911, Drei Musikanten 1921, Drei Frauen am Brunnen 1921 und viele mehr.

vorher schon viele Reportagen und Photos über das Museum bekannt waren. Mit Dimension beziehe ich mich auf die persönliche Größe in Analogie zum Gebäude, sowie in Relation zur Umgebung. Eine solche Dimension kann sich der Mensch nicht vorstellen, bis er diese persönlich wahrnimmt.

Im hypothetischen Fall kann Architektur in Fragmente aufgelöst und in neuer Form an einem anderen Standort wieder aufgebaut werden, welcher Umstand auch bei dem Guggenheim Museum theoretisch möglich wäre. Wie ist Ihre Meinung zu dieser Hypothese?

JP | Das Prinzip gleicht den LEGO Bausteinen. Diese Vorgehensweise in der Architektur muss einfach rational ausgeführt werden, damit es sich nicht wie eine absurde Formel wiederholt. Doch wie sieht diese reproduzierte finale Form aus? Bei einem guten Architekten wird das Modul in gute Architektur nahtlos integriert. Bei einem schlechten Architekten zeigt sich das Modul als ein serielles Mittel zum Zweck.

Die Fragmente könnten durch eine unterschiedliche Anordnung eine neue Gesamtheit definieren und sich ebenso an eine neue Umgebung adaptieren...

JB | Vom theoretischen Standpunkt aus gesehen, finde ich diese Idee sehr interessant. Ein architektonisches Werk in Fragmente aufzulösen und diese nachträglich in variierender Komposition am neuen Standort zu installieren, ergibt durchaus Sinn. Als Ausgangspunkt klingt es spannend. Ein konkretes Beispiel zu sehen, wäre somit der nächste Schritt, um diese Idee zu evaluieren. Weiterfolgend wäre es durchaus sinnvoll eine Art Architektur zu kreieren, welche nach den gleichen Prinzipien, wie Serigraphie oder Gravirkunst funktionieren, würde.

JP | Dies existiert bereits in Form von Architektur schlechter Qualität...

JB | Dennoch könnte solch eine Architektur auch in guter Qualität ausgeführt werden.

JP | In Städten, vor allem in der Peripherie, gibt es oft Wohnviertel schlechter Qualität, da diese als einfache Blöcke ohne jeglichen urbanistischen Plan, in Erscheinung treten. Diese Blöcke sind einfach irgendwo situiert und dienen als Menschencontainer.

JB | Doch dies kann auch in Qualität ausgeführt werden. Es ist aber nicht das Gleiche ein schlechtes mit einem guten Gravirkunstwerk zu vergleichen... Wir reden nicht darüber, ein elitäres architektonisches Bauwerk zu schaffen, wie beispielsweise das Guggenheim Museum. Ich denke, dass wir nicht darüber diskutieren ganze Gebäude zu reproduzieren, sondern Teile derer in anderer Formation aufzubauen. Wenn individualisierte Module verwendet werden, kann das Gebäude an sich, sehr wohl eine gewisse Personalität aufweisen.



JP | Um zum urbanen Raum zurückzukehren, kann als Beispiel Chandigarh<sup>522</sup> von Le Corbusier in Indien herangezogen werden. Als Vergleich nehme ich einmal die Stadt Brasília<sup>523</sup> von Oscar Niemeyer<sup>524</sup>, welche sich einer schlichten und ebenen Architektur bedient, wobei emblematische Gebäude vertikal aus der Norm brechen. Die ebene Anordnung steht in Harmonie mit der umgebenden Topographie. Im Fall von Le Corbusier steht eher das Konzept, bezogen auf den Orient, durch hinduistische Elemente und das Spiel des Lichts, im Vordergrund. Letztendlich kann eine dieser Städte nicht an einen anderen Ort transferiert und einfach ausgetauscht werden, da sie zu sehr in die eigene Umgebung eingebunden ist. Wenn wir nun zurück auf Module kommen, besteht die Gefahr, dass der Architekt nur über das Modul nachdenkt und den Bezug zur Gesamtheit, in Form von der harmonischen Einbindung in die Umgebung, verliert. Somit würde ich heute einen guten Architekten nach dem Kriterium definieren, ob er sein Gebäude natürlich an die Umgebung angepasst hat. Der schlechte Architekt ignoriert die Umgebung, durch unterschiedliche persönliche Motive, wofür Umstand ich als Aggression empfinde.

JB | Die Einstellung des Architekten hat auch einen großen Einfluss auf den Design-, sowie Fabrikationsprozess. Es gibt Architekten die sehr ähnliche Gebäude an verschiedenen Standorten bauen, welche aber vollkommen ohne Module auskommen. Andere Architekten lassen Vorfabrikation schon in der anfänglichen Designphase in ihr eigenes Design einfließen.

JP | Der Architekt Norman Foster<sup>525</sup> beispielsweise wiederholt oft die Elemente seiner Architektur bei unterschiedlichen Bauwerken.

---

<sup>522</sup> | Chandigarh ist ein Gebiet in Indien, welches als Hauptstadt zweier Bundesstaaten, Punjab und Haryana, dient. Durch äußere Umstände sind die anfangs, für die Planung der Hauptstadt, beauftragten Architekten Mayer und Nowicki ausgeschieden und der Auftrag wurde an den Schweizer Architekt Le Corbusier vergeben. Die städtische Infrastruktur wurde großzügig ausgeführt, um den für indische Großstädte typischen Engpässen, entgegen zu wirken. Die Stadt an sich wurde in Zonen, oder Sektoren aufgeteilt, welche vorbestimmte Funktionen zugewiesen bekamen. Der erste Sektor wird als Zentrum der Stadt definiert und das architektonische Konzept durch monumentale Betongebäude stark geprägt.

<sup>523</sup> | Die Hauptstadt Brasília, Brasilien, wurde 1960, 27 Jahre nach ihrer Fertigstellung, zum Weltkulturerbe der UNESCO erklärt. Lúcio Costa diente in der Funktion vom offiziellen Stadtplaner und Niemeyer als Architekt. Aus der Vogelperspektive hat der Großteil der Stadt die Form eines Flugzeugs, oder eines Schmetterlings. Die grundsätzliche Designidee beruht auf der Anordnung von Wohngebäuden entlang weit ausgelegter Infrastruktur, sowie einer Aufteilung in Sektoren für bestimmte Funktionen.

<sup>524</sup> | Oscar Ribeiro de Almeida Niemeyer Soares Filho wurde am 15. Dezember 1907 in Rio de Janeiro, Brasilien geboren und ist von Beruf Architekt. Bekannt wurde er durch die Experimentierung der Möglichkeiten von bewehrtem Beton. Die neuartigen, gestalterischen Möglichkeiten hatte Niemeyer für seine Entwürfe von Fabriken, Universitäten, Bürogebäuden und so weiter, angewandt. Niemeyer ist sozusagen der Pionier der modernen Architektur in Brasilien. Nach seinem Studium in Rio de Janeiro, Brasilien, arbeitete er zeitweise mit Lúcio Costa und Le Corbusier zusammen. Später hat sich aus dieser Bekanntschaft auch die Zusammenarbeit am Hauptquartier der Vereinten Nationen in New York, USA, entwickelt. Zudem hatte Niemeyer die Stadt Brasília in Brasilien, welche als Meisterleistung seiner Karriere angesehen wird, geplant. 1989 wurde ihm der Pritzker Preis in der Architektur verliehen. Ein anderes sehr bekanntes Werk Niemeyers ist das Museum für zeitgenössische Kunst in Niterói, Brasilien, welches 1996 fertig gestellt wurde.

<sup>525</sup> | Norman Robert Foster ist famoser britischer Architekt und wurde am 1. Juni 1935 in Reddish, England geboren. Nach seinem absolvierten Militärdienst bei der „Royal Air Force“ studierte er an der Universität von Manchester, sowie später an der Yale Universität. Mit Richard Rogers haben beide die britische Architekturszene zunehmend beeinflusst. Durch die Erfahrung geprägt, für Buckminster Fuller arbeiten zu können, gründete Foster 1965 mit seiner Ehefrau, dem Ehepaar Sue und Richard Rogers das Büro „Team 4“, aus welchem das heutige „Foster + Partners“ hervorgeht. Unter seinen zahlreich gebauten Projekten werden an dieser Stelle nur einige aufgezählt, nämlich das Kulturzentrum Carré d' Art 2003 in Nîmes, Frankreich, das Gherkin in London, England, sowie die gläserne Reichstagskuppel 1999 in Berlin, Deutschland.

In der heutigen Zeit ist es schon ziemlich ein alltägliches Vorgehen...

JP | Es könnte zum Beispiel nur ein neuer Teil eines Gebäudes definiert werden.

JB | Prinzipiell geht es ja nicht darum einen neuen Gebäudeteil zu definieren. Für mich ist es so verständlich, dass ein Gebäude auseinander gebaut werden kann, mit dem Objektiv Module zu kreieren, welche es dir erlauben nachträglich ein neues Gebäude zu entwerfen.

JP | Diese Theorie basiert auf dem Domino<sup>526</sup> System, welches sich in der gesamten modernen Architektur wiederholt.

Dies ist schon korrekt. In diesem speziellen Fall bezieht sich Le Corbusiers Domino-Haus System aber auch auf Massenproduktion, bestehend aus einigen Modultypen. Meine Frage bezieht sich eher auf einzigartige Module, welche heutzutage mit Hilfe moderner Produktionsmethoden relativ wirtschaftlich hergestellt werden können...

JB | Wie gesagt ist es theoretisch sehr interessant, jedoch ist es noch sehr unklar wie dies in die Wirklichkeit umgesetzt werden kann.

JP | Vorher hatten wir schon diskutiert, dass ein Kunstwerk in zwei Dimensionen immer im Rahmen des eigenen Kontextes, im beliebigen Raum, angesehen wird. Ein Gemälde kannst du mit dir nehmen und das gleiche Gemälde ebenso am Nordpol wie auch in der Wüste genießen, weil du nur das Gemälde mit den eigenen Randbedingungen analysierst. In der Architektur, als Gegensatz, ist das Gebäude in Relation mit seiner Umgebung immer fundamental. Demnach zufolge ist ein Modul auch für einen bestimmten Ort, Umgebung konzipiert und es wäre äußerst schwierig die gleiche Formel in der Architektur zu wiederholen.

Bei dem Projekt der Pavillonbrücke von der irakischen Architektin Zaha Hadid wurde erst nachdem das Design vollendet wurde, nach rationalen Methoden für die Ausführung des Innenausbau nachgedacht. Es wurden spezielle Fragmente, welche eigens für die Pavillonbrücke hergestellt worden sind, für den Innenausbau verwendet. Diese Fragmente könnten nicht wirklich bei einem anderen Bauwerk integriert werden, da diese zu sehr an die spezielle Form der Pavillonbrücke angepasst, somit individualisiert, waren. Wie sehen Sie diesen Umstand, transferierend auf unsere Diskussion?

JP | Hierbei handelt es sich um Fragmente für ein einzigartiges Bauwerk. Die Rede ist demnach nicht über seriell vorgefertigte Elemente, sondern über Module, welche in ein Unikat, als finale Form, integriert werden.

JB | Vom konstruktiven Standpunkt aus gesehen sind es sehr wohl serielle Bauteile, eventuell nicht mit massengefertigten Ziegelsteinen zu vergleichen, dennoch aber in einer kleinen Stückzahl in Serie hergestellt,

---

<sup>526</sup> | Le Corbusier entwickelte das Domino- Haus, welches als Prototyp für Massenproduktion angesehen wurde. Das Design war so ausgelegt, dass freistehende Stützen in Kombination mit rigiden Decken die statische Struktur bildeten. Dieses Prinzip wurde als wichtiges Element in die moderne Architektur aufgenommen.

eben mit dem Unterschied nur für die Pavillonbrücke individuell verwendet worden zu sein.

JP | Doch in der Baugeschichte sind schon immer Spezialelemente für einzigartige architektonische Werke hergestellt worden.

Doch mit dem Unterschied, dass durch die heutige Technologie der Produktionsprozess viel effizienter, sowie gezielter, für eine individuelle Formgebung jeglicher Stückzahl, ausgelegt ist. In der Vergangenheit war die Herstellung auf Massenproduktion eingestellt, um Kosten einzusparen und somit effizient Produkte in Massen herzustellen. Die monotone serielle Produktion weniger Produkte hat den Markt zu einer individualisierten Fertigung motiviert, wobei auch Effizienz im Vordergrund steht, allein mit dem Unterschied individuelle Produkte zu schaffen und die Produktionsauslegung ständig für dieses Unternehmen zu verbessern, um der Effizienz von Massenproduktion möglichst nahe zu kommen.

JP | Es ist eine Frage der Industrialisierung, welche dieses Vorgehen erlaubt. In der Architektur ist so ein Wandel zu individueller Vorfabrikation erfolgreich, bezogen auf niedrige Produktionskosten. Bei der Malerei hingegen gibt es ein anderes Motiv, wobei der Zeitaufwand und die Kreation eines Gemäldes sehr relativ sind. Beispielsweise kann ein Künstler viel Zeit aufwenden, um ein Gemälde fertig zu stellen, doch bedeutet dies nicht, dass es dadurch wertvoller wird. Abhängig ist der Zeitaufwand auch von der Technik oder Kunstart, da bei der Gravierkunst der Zeitaufwand meist viel größer ist, das Werk an sich aber analog nicht unbedingt wertvoller. Die letzte Serie von Miró<sup>527</sup> verdeutlicht mein Argument sehr gut. Miró nahm sich eine sechs Meter große Leinwand, platzierte auf dieser einen Farbpunkt und zog eine Linie, wodurch das Werk für ihn vollendet war und sehr wohl einen tiefen Sinn hatte. Die Philosophie von Symbolen und Formen, welche Miró in das Gemälde eingebettet hat, kann nach keinem rationalen Prinzip analysiert und gewertet werden. Auf dem Kunstmarkt hat aber sein sechs Meter großes Gemälde einen unvorstellbaren Wert, auch durch den Umstand, dass es ein Unikat ist. Bei der Gravierkunst ist so ein Umstand nicht möglich, es sei denn es handelt sich um eine Ausnahme, wie beispielsweise bei Rembrandts Radierung, dem Hundertguldenblatt<sup>528</sup>, welche auf dem Kunstmarkt sehr viel Geld wert ist. All diese Faktoren hängen von der Spekulation über ein einzigartiges Kunstwerk ab. Wenn es... sagen wir einmal, dass es einen Ordner mit eintausend gleichen Briefmarken, als Sammlerobjekt, gibt. Brennt dieser Ordner aus und es bleibt nur noch eine dieser Briefmarken übrig, dann hat diese den Wert der gesamten Kollektion.

---

<sup>527</sup> | Joan Miró i Ferrà wurde am 20. April 1893 in Barcelona, Spanien geboren und ist am 25. Dezember 1983 in Palma de Mallorca, Spanien gestorben. Miró war als Maler, Bildhauer, Graphiker und sowohl auch als Keramiker tätig. Anfangs waren seine Werke von der Gegenständlichkeit geprägt, doch distanzierte er sich, beeinflusst vom Surrealismus, zunehmend von dieser. Durch den Ausbruch des spanischen Bürgerkriegs 1936, zog Miró nach Paris, Frankreich, bis er letztendlich 1956 nach Mallorca, Spanien umgesiedelt ist. In seinem Leben kreierte Miró eine sehr große Anzahl an Kunstwerken, davon ca. zweitausend Gemälde. Einige seiner bekannten Gemälde sind Karneval der Harlekine 1925, Figur, einen Stein nach einem Vogel werfend 1926, Die Dichterin 1940, Das Gold im Himmelblau 1967 und unzählige mehr.

<sup>528</sup> | Das Hundertguldenblatt, Christus, dem die kleinen Kinder gebracht werden, oder auch Christus heilt die Kranken, genannt, ist eine Radierung von Rembrandt, welche zwischen 1647 und 1649 gefertigt wurde. Der Inhalt der Radierung sind verschiedene Ereignisse aus dem Leben Jesu. Zustände der Radierung sind in unterschiedlichen Museen, sowie privaten Kunstsammlungen, weltweit vertreten.

JB | Vollkommen richtig.

JP | Somit ist der Zeitfaktor in der Kunst nicht relevant, oder relativ. Bei der Architektur ist es anders, weil es sich eben auch um den Produktionsprozess handelt. Im Endeffekt können Malerei und Architektur nicht verglichen werden, aber ich glaube dies ist schon erwähnt worden.

JB | Es sind vollkommen unterschiedliche Disziplinen, da sie von verschiedenen Parametern gesteuert werden. Da in der Architektur die Effizienz, sowie die resultierenden Produktionskosten von großer Wichtigkeit sind, macht es sehr wohl viel Sinn, detaillierte Forschung zu betreiben, diese Prozesse weiterhin zu optimieren.

Wie bezieht sich der Wunsch, sowie der Charakter, eines Klienten auf die künstlerische Freiheit des Künstlers? Kann eine Analogie zur Architektur gezogen werden?

JB | Ich glaube, dass du einfach deine Arbeit nach deinem Empfinden machst, sozusagen mit deiner Seele, unabhängig von einer oder einer anderen Form von Anordnungen.

JP | Es hängt auch zunehmend vom Klienten, dem Kunstwerktypen, sowie dem Künstler selbst, ab. Bei einem abstrakten Künstler wird der Klient meist die Dimensionen des Gemäldes festlegen, des Weiteren aber dem Künstler vertrauen, da er meist schon seinen Stil oder seine vorhergehenden Werke kennt. Bei den Künstlern, beispielsweise im 19. Jahrhundert, war dieser Umstand jedoch ein anderer, da diese eigentlich eher eine Dienstleistung angeboten haben und meist im Dienst der Kirche waren.

JB | Diese Leute waren eher Handwerker, als Künstler. Heutzutage kennen die Klienten schon ziemlich gut die Arbeit des beauftragten Künstlers und wissen zumindest somit in welche Richtung die Arbeit gehen wird. Wir Künstler arbeiten in unserem Stil, sowie mit unserer Überzeugung. Demnach hat ein Auftrag, neben kleinen Kriterien über Dimension, sowie Kostenvoranschlag für das Gemälde, nicht allzu viel Einfluss.

JP | In der Architektur seid ihr dann in diesem Sinn gewissermaßen an viel mehr Konditionen gebunden.

JB | Die Architektur hat eine Serie von Komponenten, wie Funktionalität, Kostenvoranschlag, Standort und viele mehr. Damit will ich sagen, dass beim Entwurf diese Konditionen einen großen Einfluss haben, viel mehr als bei der Malerei oder Bildhauerei.

JP | Das Gebäude muss ja eine Funktion erfüllen. Als Tàpies den Architekten für sein persönliches Studio beauftragt hatte, waren die Randbedingungen für den Entwurf schon ziemlich klar definiert. Tàpies wusste schon, welche Räume mit welcher Funktion er brauchen würde. Er persönlich suchte sich den Standort für das Studio aus und gab dem Architekten somit schon eine ziemlich genau definierte Richtung vor. Der Klient, in diesem konkreten Fall Tàpies, lässt dem Künstler, somit dem Architekten, sowohl eine gewisse respektvolle künstlerische Freiheit bei

der Ausführung der Arbeit, dennoch aber mit eigens klar definierten Konditionen.

JB | Ich finde, dass die Genialität des Architekten genau in diesem Punkt angesiedelt ist. Der Architekt muss sich bei seiner Arbeit zunehmend an Dimensionen des Grundstücks und an die Bedürfnisse des Klienten adaptieren.

JP | Wir, als Maler, haben da viel mehr Freiheit. Gaudi hat zum Zeitpunkt, als Gebäude in Barcelona im klassizistischen, modernistischen Stil gebaut wurden, ein Gebäude mit, für damalige Zeit, extremen Kurven gebaut. Bei der „Pedrera“ hatte ihm der Klient, die Milà Familie, die ganze künstlerische Freiheit gegeben und somit ist dieses einzigartige Gebäude entstanden.

JB | Dennoch sind ihm von der Milà Familie Randbedingungen vorgegeben worden, wie in diesem Fall des Wohngebäudes die Anzahl der Wohnungen, Räume und so fort.

JP | Dem stimme ich zu, doch da das Grundstück sehr groß war, hatte Gaudi viel persönlichen Spielraum, sowie Freiheit bei der Gestaltung wie Ausführung der Fassadenform, da vom Klienten keine Parameter bezüglich der Form vorgegeben waren.

JB | In den meisten Fällen beauftragen aber Klienten einen Architekten, damit dieser ihnen ein Haus nach ihren eigenen Vorstellungen entwirft.

JP | Im Fall von der „Pedrera“ hat der Klient dem Architekten Gaudi sehr vertraut und einen großen Spielraum zur Verfügung gestellt. Es ist natürlich auch sehr abhängig vom Gebäudetypus, sowie von vielen Konditionen, die auf den Architekten zukommen, da ein Krankenhaus zu planen nicht das Gleiche ist, wie einen Park zu entwerfen. Es ist um etliches einfacher, dass ein Gebäude mit geraden Linien, wie von Mies van der Rohe, im Gegensatz zur kurvenreichen „Pedrera“ funktioniert. Die „Pedrera“ kann nie so gut wie ein Gebäude mit geraden Linien ihre Funktion erfüllen. Nun gut. Doch die Auswirkungen, welche die „Pedrera“ zu ihrer Zeit hatte, sind heute noch spürbar und die Relevanz einer guten Funktionalität des Gebäudes ist somit nicht an vorderster Stelle. Ein Sessel, als Beispiel von Rietveld<sup>529</sup>, oder Van Doesburg<sup>530</sup>, ist ein Sessel, welcher Skulpturen gleicht. Du setzt dich auf einen Sessel aus Holz, von Van Doesburg entworfen und ganz gemütlich kann dieser nicht sein. Als Gegenstand entspricht es optisch einem Sessel, welchen du benutzen kannst, doch es ist ein Werk, welches die Summe der Ideen des Architekten beinhaltet. Einen normalen Sessel nimmst du dir, um darauf zu sitzen wenn du isst. Doch Van Doesburgs Sessel veranschaulicht eher das künstlerische Konzept als die Funktion. Im Leben ist dieser Umstand bei etlichen Dingen präsent. Die Sessel von Gaudi sind eben auch Ergänzungen des Ganzen. Diese sind Teil der persönlichen Künstlerwelt.

---

<sup>529</sup> | Gerard Thomas Rietveld, am 24. Juni 1888 in Utrecht, den Niederlanden geboren, war Architekt, Graphiker und Möbeldesigner. Er war ein herausragendes Mitglied der niederländischen Künstlergruppe De Stijl. Seine anfängliche Karriere begann er als Schreinermeister und wurde unter anderem durch einen Rot-Blauen- Stuhl bekannt. Rietvelds künstlerische Sprache zeichnet sich vor allem durch strenge, abstrahierte Geometrie, sowie die alleinige Verwendung von Primärfarben, aus. Gestorben ist Rietveld am 25. Juni 1964 in Utrecht, den Niederlanden.

<sup>530</sup> | Theo van Doesburg wurde am 30. August 1883 in Utrecht, Niederlande geboren. Doesburg war Maler, Schriftsteller, Bildhauer, Architekt, sowie Kunsttheoretiker. Seine künstlerischen Werke waren basierend auf strenger Geometrie aufgebaut. Er war ebenso Mitbegründer der abstrakten Malerei. In seiner späteren Karriere schloss er sich zeitweise dem Dadaismus an. Doesburg ist am 7. März 1931 in Davos, Schweiz gestorben.

Ein Künstler kann schreiben, kann malen, kann Filme machen und so weiter.

JB | Es ist eine konzeptuelle Frage... Außerdem glaube ich, dass jedes Designstück schon in der Konzeptionsphase, den Wunsch nach guter Benutzbarkeit hegen soll.

JP | Bei Architekten ist es fast schon Tradition, einen eigenen Sessel zu entwerfen. Jeder gute Architekt hat schon den Entwurf für einen Sessel gemacht. Ist der Architekt gut, ist sein Sessel ebenso gut. Ist der Sessel schlecht, können Schlussfolgerungen auf die Architektur des Architekten gezogen werden. Das Sesseldesign von Le Corbusier, Gaudi, Rietveld, oder Mies van der Rohe ist außerordentlich. Es ist ein Meisterwerk als Ganzes.

JB | Aber nicht unbedingt immer komfortabel...

JP | Die Wichtigkeit wird dem Design, sowie Innovation verliehen, nicht so sehr dem Komfort, wie bereits vorher angesprochen.

JB | Ich kann diesem Argument nicht ganz zustimmen...

JP | Ist egal... Eines ist der Komfort und das andere ist das Design, somit die Plastik.

JB | Die Plastik kann für ein Gemälde, eine Zeichnung oder eine Skulptur den absoluten Wert haben, doch für ein Möbelstück nicht. Auch wenn ein Sessel sehr schön aussieht, ist es meines Erachtens nach kein gutes Design, wenn dieser nicht bequem ist.

JP | Ein Sessel ist gewissermaßen einfach, dann aber doch sehr kompliziert. Vielleicht zieht dieser Umstand die ganzen Architekten an. Von der grundlegenden Funktion ist ein Sessel sehr simpel. Du brauchst einfach nur eine erhobene Oberfläche, auf der du sitzen kannst. Weiterfolgend würde ich behaupten, dass es die Essenz der Architektur ist. Architektur ist wie ein Baum, ein Mensch kann beim Baum essen, bei Sonnenschein im Schatten stehen, bei Regen unter den Ästen Schutz suchen, somit bei einem Baum leben. Die Funktionen der Architektur werden aus diesem abstrakten Schema abgeleitet. Demnach bietet Architektur Schutz und schafft einen Ort zum Leben. Der Sessel in Analogie ist ein Objekt, welches all die Funktionen in abstrakter Weise beinhaltet haben kann. Analog ist ein gutes Sesseldesign eine Reflexion auf den Stil des Architekten, da die ganze Energie des Architekten in dieses Objekt, den Sessel, investiert wurde. Das Sesseldesign von Mies van der Rohe gibt viel über seine persönliche Formensprache frei. Die geraden Linien, das minimalistische Design und so weiter... Le Corbusier beispielsweise ist bei seinem Design verspielter, experimentiert ein wenig mehr mit Formen. Mies van der Rohe sucht aber im Gegensatz die Essenz; rein pure Formen des Designs. Es ist der Moment, bei dem der Architekt die Hörner an die Diana richtet... Ein Sessel ist an keinen bestimmten Ort gebunden und somit ist dies für den Architekten auch eine Art Befreiung, da er im Normalfall immer an einen bestimmten Ort für seine Architektur gebunden ist. Eine Ausnahme in dem Fall wäre eventuell das Konzept von Philip Johnson<sup>531</sup> mit dem Glashaus<sup>532</sup>. Hierbei

---

<sup>531</sup> | Philip Cortelyou Johnson wurde am 8. Juli 1906 in Cleveland, USA, als Sohn einer vermögenden Familie, geboren. In den 30. Jahren kreierte er mit Henry- Russel Hitchcock den Begriff Internationaler Stil. Zum späteren Zeitpunkt wurde er Mitbegründer der Postmoderne, sowie des Dekonstruktivismus. Johnson studierte an Harvard Architektur, wo er unter anderem von Walter Gropius gelehrt wurde. Nach einer Karriere als freischaffender Architekt in Cambridge, USA wurde er Direktor der Architekturabteilung beim Moma in New York, USA. Zu seinen bekanntesten Entwürfen gehört das AT&T Hochhaus 1984 in New

handelt es sich um die Beziehung zwischen dem Inneren und dem Äußeren in Form eines Konzepts. Dies könnte in unterschiedlicher offener Umgebung, wie einer Wüste oder einem Wald funktionieren, weil es sich um das Konzept handelt. Es ist das Konzept der Integration vom Grund mit der Figur. Dies ist jedoch ein sehr konkreter Fall.

Wie wäre es zum Beispiel, wenn ein Klient von Ihnen ein gleiches Gemälde, welches Sie schon einmal kreiert, es aber schon verkauft haben, in Auftrag geben würde?

JP | Dies ist von der künstlerischen Linie des individuellen Künstlers abhängig.

JB | Es ist abhängig von dem einzelnen Künstler. Praktisch ist es unmöglich ein Gemälde zu reproduzieren. Auch wenn der Klient dies verlangt, ist es mir schon im vornhinein bewusst, dass es nicht möglich ist und es sollte ebenso dem Klienten klar sein. Die Wahrscheinlichkeit ist auch sehr gering, dass dich ein Klient um eine Kopie eines schon existierenden Gemäldes bitten wird.

JP | Der Klient, oder Kunstsammler, ist an Einzelstücken interessiert. Damit das erworbene Gemälde ein Unikat ist. Zusätzlich stört es den Kunstsammler, wenn er ein ähnliches Gemälde irgendwo zu Gesicht bekommt. Giacometti<sup>533</sup> oder Fontana<sup>534</sup> beispielsweise, sind besessene Künstler, was bedeutet, dass ihre Arbeit äußerlich ein wenig wiederholend wirkt. Wenn zugleich der Kunstsammler nicht die Tiefe dieser Künstler versteht und eher auf das äußerliche Erscheinungsbild dieser Künstler fixiert ist, kann er diese wirkende Repetition wohl auch als störend empfinden. Bei solchen Künstlern handelt es sich um das Konzept.

JB | Die äußere Ähnlichkeit bedeutet nicht, dass die Werke gleichzusetzen sind. Auch wenn ein Künstler sein eigenes Werk exakt kopieren will, ist es unmöglich.

---

York, USA, das Glashaus 1949 in New Canaan, USA, das Lipstick Building 1986 in New York, USA und viele mehr. Johnson starb am 25. Jänner 2005 in New Canaan, USA.

<sup>532</sup> | Das Glashaus, oder im Original „Glasshouse“, wurde vom Architekten Philip Johnson mit Richard Foster 1949 errichtet. Die Funktion ist Wohnen und das Haus ist in New Canaan, USA situiert. Der Öffentlichkeit wurde es erst im Jahr 2007 zugänglich gemacht. Das Besondere an diesem Haus ist, dass alle Außenwände transparent sind. Die Nasszelle ist in einem mittig angeordneten, gemauerten Kern, untergebracht. Der Raum selbst ist nicht in Zimmer unterteilt und die Nutzung wird nur durch Möbel angedeutet.

<sup>533</sup> | Alberto Giacometti, geboren am 10. Oktober 1901 in Borgonovo, heutige Schweiz, war Bildhauer, Maler und Graphiker. Gestorben ist er am 11. Jänner 1996 in Chur, Schweiz. Er wird den bedeutendsten Bildhauern des 20. Jahrhunderts zugeordnet. Anfangs waren seine erschaffenden Figuren in kleinen Dimensionen gehalten, doch seine heute bekanntesten Werke sind schlanke, sowie lange Figuren, für Giacometti die Analogie vom Realen zum Unrealen.

<sup>534</sup> | Lucio Fontana wurde am 19. Februar 1899 in Rosario, Argentinien geboren und ist am 7. September 1968 in Varese, Italien gestorben. Fontana arbeitete als Bildhauer und Maler in Argentinien, sowie Italien und erschuf den „Spatialismus“. Weltberühmt wurde er durch seine Schnittbilder. Kurzfristig war er als Ingenieur tätig und erlangte den Diplomingenieur Titel bei seinem Studium in Mailand, Italien.

Wenn das digitale Medium in die Kunst miteinbezogen wird, finde ich die Fragestellung interessant, in welchem Verhältnis digital reproduzierte Kunst zur analog kreierten Kunst steht? Wie ist Ihre Meinung zur digitalen Kunst und welcher Wert wird alleine dem künstlerischen Konzept an sich verliehen?

JB | Digitale Kunst hat meines Erachtens durch die mögliche digitale Reproduktion keinen zusätzlichen Wert in Form eines Unikats. Ähnlich der Fotografie oder der Gravirkunst ist der wertvolle Moment der Auslöser, somit die Idee des Künstlers. Das Resultat, vor allem wenn es reproduziert werden kann, hat nicht mehr diesen ursprünglichen Wert. Schlussfolgernd wird den reproduzierten Werken natürlich auch ein gewisser künstlerischer Wert verliehen, jedoch nie der eines Unikats. Die künstlerische Qualität von Reproduktionen muss sowohl respektiert werden, dennoch kann es aber nicht den Wert eines Gemäldes oder einer Skulptur im Sinne von Einzigartigkeit, annehmen. Abhängig vom Medium, wie beispielsweise Fotografie, ist es meist schon im Vorfeld definiert, ob ein Werk reproduziert wird oder nicht.

JP | Exakt.

Vom anderen Standpunkt aus gesehen, vergleichend etwa mit dem Film oder Musik, ist mein Ausgangspunkt die Frage, ob eine weitreichende Verbreitung des künstlerischen Werkes nicht zum Wert beiträgt? Dies würde anders ausgedrückt bedeuten, dass je mehr Menschen einen Film sehen, dieser desto bekannter wird und dadurch an Wert gewinnt... Was meinen Sie zu diesem Argument?

JB | Diesen anders definierten Wert natürlich schon. Wenn ein Werk mehrere Personen kennen ist es natürlich auch interessant, doch auf der anderen Seite verliert es dadurch analog an Authentizität, somit ist die Wertfrage ein wenig diffus. Im Fall von der angesprochenen Musik ist es etwas paradigmatisch, da der künstlerische Ausdruck und Medium der Expression in diesem Bereich auch den Vorteil hat, eine weitreichende Diffusion zu ermöglichen. Bezogen auf Literatur ist es analog vergleichbar. Ein Buch kann unendlich oft reproduziert werden und das Werk wird somit dispensiert.

JP | Ja, dennoch habe ich vor kurzem einen Bericht über das Moma<sup>535</sup> in New York gelesen, wobei aufgezeigt wurde, dass viele klassische Filme über Filmgeschichte das Eigentum vom Moma selbst sind. Was bedeutet dies nun, wenn Moma, oder ein Filmmuseum, Eigentümer bestimmter Filme sind? Abgesehen vom Besitz des Originals, besitzt die Institution Moma das Urheberrecht. Wenn jemand über die gesamten Urheberrechte verfügt, hat dieser jemand die gesamte Macht, sowie die Rechte über einen bestimmten Film. Nehmen wir an, dass Moma

---

<sup>535</sup> | Das „Museum of Modern Art“ oder Moma in New York, USA wird als das wohl einflussreichste Museum, in Bezug auf moderne Kunst, auf der ganzen Welt angesehen. Die Idee wurde anfänglich 1928 von Abby Aldrich Rockefeller mit Partnern geboren. Ursprünglich wechselte das Museum einige Male den eigenen Standort, bis es auf dem heutigen Grundstück in Manhattan situiert wurde. Mit einer großen Vincent van Gogh (1935) und einer Pablo Picasso (1939- 40) Ausstellung erlangte das Moma in der Kunstwelt einen guten Ruf. Der Architekt Philip Johnson wurde von der Rockefeller Familie beauftragt, den internen Skulpturgarten zu entwerfen. Das Museum in der damaligen Form wurde von den Architekten Philip Goodwin und Edward Durell Stone 1939 gebaut und 1997- 2004 vom japanischen Architekten Yoshio Taniguchi umgebaut.



beispielsweise die Urheberrechte über den Film „Citizen Kane<sup>536</sup>“ besitzt und ich mir den Film auf DVD für fünfzehn Euro kaufe, besitze ich nur die Kopie, Moma aber den wirklichen Film. Im Endeffekt macht es keinen Unterschied, um nur den Film zu sehen, dennoch sind aber die Urheberrechte nicht im eigenen Besitz. Demnach ist es nicht das Gleiche ein Originalgemälde bei sich zu Hause zu haben, oder eine Reproduktion in einem Buch zu sehen.

JB | (JB unterbricht kurzzeitig) Ich bin mir dessen nicht so sicher...

JP | Nun ja, es ist anders, aber wiederum auch nicht so anders.

JB | Man ist im Besitz eines Gemäldes, oder man besitzt eine Reproduktion...

JP | Mit der heutigen Technologie kann eine exakte Kopie, auch von einem Gemälde, hergestellt werden. Trotzdem bleibt es aber eine Reproduktion und es ist bewusst, dass es nicht das Original ist. Auf dem Markt der Spekulation ist dies ein Fakt, vor allem wenn es sich um kommerzielles Interesse handelt. Das Gemälde an sich, ob Original oder nicht, genießt man eventuell genauso. Der einzige Unterschied ist das Urheberrecht und ist somit in Relation zur Spekulation.

JB | Dies ist heute schon allein durch die rasche Diffusion im Internet problematisch, vergleichsweise bei der Musik.

JP | Doch wir reden über den Kunstmarkt. Dabei kann ein Gemälde viel Geld wert sein, analog auch Photographie.

JB | Nein, ich glaube, dass Photographie ab jetzt in kürzester Zeit nicht mehr viel Wert haben wird.

JP | Da bin ich anderer Meinung...

JB | Die Musik beispielsweise kannst du heutzutage im Internet herunterladen und es kostet dich keine zwanzig Euro, um diese zu Hause gratis zu hören.

JP | Ok, nehmen wir ein anderes Beispiel... Du besitzt ein Grundstück. Das Grundstück ist nicht in deinem Besitz, wenn du kein gültiges Dokument hast, welches besagt, dass es dir gehört. Ist nun das Grundstück, oder das Dokument wertvoller?

JB | Das Grundstück...

JP | Aber Moment. Bedenke, dass dich das Dokument zum Besitzer des Grundstücks erklärt. Für jedes Grundstück muss es ein Dokument geben, welches es mit einer Person in Verbindung bringt. Das Grundstück an sich ist im Besitz von niemandem, solange es nicht mit einem Besitzer assoziiert ist.

JB | Es ist komplett anders. Die Person kann nur vom physischen Grundstück an sich einen Nutzen haben.

---

<sup>536</sup> | Orson Welles kreierte 1941 mit dem Filmdrama „Citizen Kane“ einen Klassiker in der gesamten Kinogeschichte. Die fiktive Geschichte handelt vom Magnaten Charles Foster Kane, welcher von Welles selbst gespielt wurde. Der Filmanfang ist legendär, als Kane in seinem Schloss „Xanadu“ stirbt und das letzte Wort „Rosebud“ über die Lippen verlauten lässt. Die weitere Geschichte ist die Vorgeschichte zu diesem finalen Akt, beziehend auf das Leben von Kane.

JP | Wir reden nicht über den Wert der Dinge an sich, sondern diskutieren über die enge Relation mit dem Markt. Wenn sieben Photos einen Wert haben, ist es aus dem Grund, weil parallel auch sieben Dokumente, vom Autor unterzeichnet, vorhanden sind. Die Photos haben nur mit den Dokumenten einen Wert (bezieht sich auf den Marktwert).

JB | Ich weiß nicht, ob ich dem zustimmen würde. Um die Musik wieder anzusprechen, würde ich das Statement machen, dass jede Person die Musik genießen kann.

JP | Doch dies ist eine andere Thematik. Wir diskutieren nicht darüber etwas zu genießen, sondern über die Spekulation über etwas, den Wert, welcher etwas zugeordnet wird. In der Photographie kann auch jemand Zugang zu irgendwelchen Photos haben und diese unzählig reproduzieren, dennoch gibt es aber eine vom Autor klar definierte Stückzahl, mit dem dazu gehörigen Dokument, über welche auf dem Kunstmarkt spekuliert wird. Das ist der Kunstmarkt.

JB | Prinzipiell beziehe ich mich nicht so sehr auf den Kunstmarkt, sondern wollte mit meinem vorherigen Beispiel mit der Photographie nur sagen, dass diese im Vergleich zu einem Gemälde, sehr leicht reproduziert werden kann. Das Gemälde an sich kann man nicht hundertprozentig reproduzieren.

JP | Der Markt mit gefälschten Gemälden ist sehr groß, wobei Kopien oft viel besser sind, als das Original selbst, wenn der Fälscher talentierter als der Künstler selbst ist.

JB | Mein Bezugspunkt war der, dass sich Kunstwerke heutzutage reproduzieren lassen...

JP | Reproduzieren... in der heutigen Zeit kann alles reproduziert werden.

JB | Nein, eines deiner Gemälde kann nicht reproduziert werden.

JP | Genau, aber es kann gefälscht werden.

JB | Doch wie wird eines deiner Gemälde gefälscht?

JP | Sicherlich kann dies gemacht werden!

JB | Es ist sehr wohl ein großer Unterschied zwischen einer Reproduktion und einer Fälschung.

JP | Reproduktion bedeutet ein Original zu hundert Prozent zu kopieren.

JB | Ein weiterer Aspekt ist auch die Diffusion, somit Verbreitung, der Kunstwerke.

JP | Da stimme ich dir zu, dies ist jedoch ein anderes Thema.

Das Interview war durchaus inspirierend und ich bedanke mich bei Ihnen recht herzlich für Ihre Zeit und Motivation. Danke.

JP | Es war mir ein großes Vergnügen.

JB | Mir ebenso. Danke.

Das Interview ist im Studio von Jordi Pallares geführt worden, wobei im Hintergrund der Film „The Man in the White Suit“ auf die Wand projiziert worden ist. Dieser Film wird im weiteren Verlauf dieser Recherche, durch das Empfehlen von Pallares, ausführlich analysiert, da es sehr wohl enge Parallelen mit Mass Customization aufweist. Die Thematik war den beiden Künstlern im Vorhinein bekannt. Das Interview hat sich ziemlich natürlich abgewickelt und besitzt, meines Erachtens nach, einen hohen Grad an Authentizität. Dass Pallares und Barrionuevo nicht immer die gleiche Meinung befürwortet haben, ist ein zusätzlicher interessanter Punkt. Prinzipiell hat das angeführte Interview sehr viele, sowie diverse Aspekte zum Vorschein gebracht. Pallares wie Barrionuevo sind beide, in Barcelona situierte, sehr angesehene Künstler und verfügen zugleich über ein enormes fachliches Wissen, durch ihre persönliche Arbeit, wie auch Erfahrung. Jordi Pallares, bedingt durch den Umstand auch der Cousin von Enric Miralles zu sein, hat zusätzlich noch ein sehr umfangreiches Wissen über Architektur.

Wie Pallares mit dem Beispiel von der Aufnahme nicht gebauter, architektonischer Projekte berühmter Architekten wie Le Corbusier richtig verdeutlicht, ist die Aussage, dass sich der damals auserwählte Ort für ein gewisses Projekt, durch die Zeit verändert. Es sind soziale, topographische, finanzielle, sowie urbanistische Faktoren involviert, welche gegen eine solche Wiederaufnahme alter Projekte sprechen. Dazu kommt noch das Argument, dass die Technik und die resultierende Produktionsweise, ständig innoviert werden. Durch diesen Umstand ist ein gestern geplantes Projekt, heute schon veraltet. Zu guter Letzt wird durch den sich kontinuierlich veränderten Zeitgeist auch der Stil in der Architektur sehr beeinflusst und ist durch architektonische Epochen bedingt. Prinzipiell könnte aber gesagt werden, dass aus nicht gebauten, architektonischen Projekten sehr wohl Ideen entspringen und erfolgreich in ein neues Design implementiert werden können.

Interessant war die Antwort von Barrionuevo auf die Frage, was er machen würde, wenn ihn ein Klient um eine Kopie, eines schon von ihm erstellten Gemäldes, bitten würde. Es wäre ja durchaus möglich, dass Barrionuevo ein solches Gemälde schon verkauft hatte, es aber dem neuen Klienten so gefällt, dass er eine „exakte“ Kopie in Auftrag gibt. Daraufhin meinte Barrionuevo, dass so eine Wahrscheinlichkeit sehr gering wäre. Aus persönlicher Erfahrung kann ich berichten, dass es doch zu solchen Umständen kommen kann. Bei meinem Forschungsaufenthalt an der Harvard, Graduate School of Design in Cambridge, bin ich über Facebook von einer Bekannten aus New York kontaktiert worden, ob ich ihr eines meiner Gemälde verkaufen würde. Ich persönlich bezeichne mich auch als Künstler und die Malerei ist eine meiner großen Passionen. Somit fertigte ich eine grobe Skizze für das geforderte großformatige Gemälde an. Persönlich war ich von meinem Konzept überzeugt und zudem war es noch zusätzlich an die Persönlichkeit meiner Bekannten zugeschnitten. Daraufhin bekam ich die Antwort, dass sie doch lieber das weiße Gemälde, welches sie auf meiner Homepage gesehen hatte, kaufen würde. Dieses Gemälde war jedoch in Österreich und somit teilte ich ihr mit, dass die Transportkosten relativ hoch ausfallen würden und das es im Endeffekt ein schwieriges Unterfangen werden würde. Dazu muss gesagt werden, dass ich persönlich schon sehr motiviert war ein neuartiges Gemälde, basierend auf meinem neuen Konzept, zu schaffen. Die Bekannte, zugleich die Klientin, äußerte daraufhin den Wunsch, ob es nicht möglich wäre, eine exakte Kopie für sie persönlich anzufertigen. Gewissermaßen fand ich es keine gute Idee, da ich mir auch im Hinterkopf dachte, dass nun ein Gemälde durch eine doppelte Stückzahl an Wert verlieren würde und es kein Unikat mehr wäre. Nehmen wir einmal an, dass ich es in Österreich verkaufe und der Klient zu einem späteren Zeitpunkt mitbekommt, dass eine (ziemlich) originalgetreue Kopie woanders existiert. Somit wäre dies ein unangenehmer Zustand. Letztendlich entschloss ich mich jedoch mein eigenes Gemälde zu reproduzieren, machte somit meine Klientin glücklich und verwendete den erworbenen Betrag für meine Monatsmiete in Boston.

„The Man in the White Suit“ wird, auf Anraten von Jordi Pallares, als Kritikpunkt an der heutigen Industrie angenommen. Die Industrie ist an fortwährender Produktion interessiert, somit neue Produkte auf laufendem Band zu kreieren. Es herrscht kein Interesse an unzerstörbaren Produkten, da dadurch das Geschäft nicht mehr wirtschaftlich erfolgreich wäre. Mass Customization bezieht sich gewissermaßen auch auf die kontinuierliche Herstellung unterschiedlicher Produkte, mit dem Unterschied, dass diese in angepasster Form an den Kunden geliefert werden. Dies ergibt wirtschaftlich auch nur Sinn, wenn die Nachfrage fortwährend bestehen bleibt und sich das Rad des Kapitalismus weiterdreht.

## HANDLUNG

Die satirische Geschichte von Alexander Mackendrick<sup>537</sup> handelt von einem idealistischen Chemiker und Erfinder, der einen Stoff kreiert, welcher gegen Abnutzung, sowie Schmutz resistent ist. Dies ist basierend auf einem edlen Grund erfunden worden, da die Motivation vorhanden war, der Menschheit einen guten Dienst zu erweisen. Den Drahtziehern der Industrie, beruhend auf Kapital und Arbeiter, wird sofort klar, dass diese neue Erfindung unterdrückt werden muss, um ihr Geschäft am Leben zu erhalten. Der Film spielt in einem anonymen Dorf im Norden, welches zum größten Teil durch bestehende Fabriken zur Produktion ausgelegt ist. Unterschiedliche Fabrikbesitzer sind in ständiger Konkurrenz, dennoch kollaborieren sie in manchen Fällen, wenn es ihnen von Nutzen ist. Der Charakter in der Hauptrolle des Erfinders Alec Guinness<sup>538</sup>, welcher die fiktive Person Sidney Stratton spielt, erfindet einen innovativen Stoff, welcher unzerstörbar, Schmutz abweisend, sowie leicht herzustellen ist. Dabei kommt ihm die Gelegenheit in der Fabrik tätig zu sein, zu Nutzen, da er die Textillaboratorien für seine Experimente nutzen kann. Der Fabrikbesitzer Alan Bimley, von Cecil Parker<sup>539</sup> gespielt, stellt Sidney ein Labor und uneingeschränkte finanzielle Ressourcen, überredet von seiner Tochter, zur Verfügung. Anfangs laufen Sidneys Experimente schief, worauf Bimley das Labor schon schließen will. Doch im letzten Augenblick, durch eine glückliche Wendung, gelingt es Sidney die Probleme zu lösen und sein Experiment erfolgreich durchzuführen. Als guter Geschäftsmann sieht Bimley den neuartigen Stoff als ein Produkt mit zukunftssträchtigem Marktpotential und hoher Gewinnspanne an. Zu diesem Zeitpunkt wird aber das folgende Problem klar. Wie werden die Textilindustrie und deren Arbeiter Geld generieren, wenn der neue Stoff ewig hält? Somit vereinen sich die Fabrikbesitzer und die Arbeiter, um gegen den naiven Sidney anzukämpfen.

---

<sup>537</sup> | Alexander Mackendrick wurde am 8. September 1912 in Boston, USA geboren und starb am 22. Dezember 1993 in Los Angeles, USA. Mackendrick wird als authentischer britischer Filmdirektor, da er in Schottland aufwuchs, angesehen und studierte an der „Glasgow School of Art“, Schottland. Zu Beginn seiner Karriere arbeitete er als Illustrator, später im Bereich Animation, bis er zum Filmdirektor gelangt ist. Mackendrick filmte viele Kurzdokumentationen und machte sein Debüt 1948 mit der Komödie „Whisky Galore“. 1951 drehte er das Meisterwerk „The Man in the White Suit“. Am Ende seiner Karriere war er als Dekan am „Film Department of the California Institute of the Arts“ in Valencia, USA tätig.

<sup>538</sup> | Der Schauspieler Alec Guinness wurde am 2. April 1914 in Marylebone, England geboren. Er studierte am „Fay Compton“ Studio für Drama und hatte sein Debüt im Jahr 1934. 1941 ging Guinness zur „Royal Navy“ und wurde nach dem Zweiten Weltkrieg mit dem Film „Great Expectations“ in 1946 bekannt. Weitere bekannte Filme, wie „The Man in the White Suit“ 1951, „The Bridge on River Kwai“ 1957, „Star Wars; Episode IV– A New Hope“ 1977, verstärkten nur seinen Ruhm als Schauspieler. Gestorben ist Guinness am 5. August 2000 in Midhurst, England.

<sup>539</sup> | Cecil Parker wurde am 3. September 1897 in Hastings, England geboren und starb am 20. April 1971 in Brighton, England. Professionell wurde Parker 1922 tätig, als er in der Londoner „West- End“ sein Debüt hatte. Zu den Filmen in welchen er in unterschiedlichen Rollen mitspielte, gehörten „The Amazing Mr. Beecham“ 1949, „I Believe in You“ 1952, „The Man in the White Suit“ 1951, „The Ladykillers“ 1955, „Carry on Jack“ 1963 und einige mehr.

In der finalen Szene im Film wird Sidney, seinen weißen Anzug tragend, von den Fabrikbesitzern, sowie Arbeitern in einer wilden Verfolgungsjagd gehetzt, wobei sich sein spezieller Anzug plötzlich auflösen beginnt. Die Verfolger sehen diesen Umstand als eine sehr glückliche Schicksalswendung an. Der Kapitalismus und die Welt scheinen wieder sicher zu sein, doch Sidney hat schon eine Idee, wie er das Problem vom Zerfall beseitigen kann und widmet sich neuen Experimenten zu.

Der Film wird heute von den Kritikern als eine, in die Hülle einer Komödie integriert, brillante Attacke an den Kapitalismus angesehen. Unschuld, Ambition, Freundschaft und Kapitalismus, all dies sind Elemente von „The Man in the White Suit“, welche den Film zu einem Klassiker hervorheben. Der Film hat viele weitere Aspekte, als Ausübung von Kritik, eingebaut. Zudem war der Zeitpunkt sehr interessant, da der Film nur fünf Jahre nach der Detonation der zwei Atombomben in Japan, welche das Ende des Zweiten Weltkrieges markiert haben, in die Kinos kam.

**KRITIK**

### 9.3 | WARHOL | DUCHAMP UND POP ART

*The first man to compare the cheeks of a young woman to a rose was obviously a poet; the first to repeat it was possibly an idiot. The ideas of Dada and Surrealism are currently in the process of being repeated monotonously: soft watches have produced innumerable soft objects. And „readymades“ cover the globe! (...)*

*Der erste Mann, welcher die Wangen einer jungen Dame mit einer Rose verglichen hat, war offensichtlich ein Poet; der erste, welcher dies wiederholte, war wahrscheinlich ein Idiot. Die Ideen des Dada und des Surrealismus sind momentan in dem Prozess von Wiederholungen: weiche Überwachungen haben unendliche weiche Objekte generiert. Und „readymades“ bedecken den Globus! (...)*

*Pierre Cabanne in | Dialogues With Marcel Duchamp | 1987 | S. 13*

Pop Art<sup>540</sup> wird als Kunstrichtung definiert, welche Materialien, Gegenstände, sowie Technologien der Massenkultur anwendet, um das Augenmerk auf die industrielle Gesellschaft zu lenken. Der unpersönliche Prozess der Massenproduktion wird durch Pop Art manifestiert. Außerdem wurden die Attribute der Kunst, als Expression der Persönlichkeit, stetig abgelehnt. Andy Warhol<sup>541</sup> behandelte mit seinen Siebdrucken die Thematik der Wiederholung als Teil der Bedeutung des finalen Bildes<sup>542</sup>. Warhols Kunst war stets durch serielle Reproduktion angetrieben. Der wohl interessanteste Aspekt der Siebdrucktechnik, sowie Warhols Anwendung, Bezug nehmend auf den wiederholenden Prozess, ist, dass durch die gewollte unpräzise Ausführung beim eigentlichen Verfahren, die Kopien dennoch untereinander kleine Unterschiede aufweisen konnten. Das Medium wäre jedoch sehr wohl auf einen präzisen Wiederholungsprozess ausgelegt. Damit wollte Warhol ebenso verdeutlichen, dass eigentlich die präzise Wiederholung gefürchtet werden muss, nicht aber das unpräzise Ergebnis<sup>543</sup>.

---

<sup>540</sup> | Pop Art, als Kunstrichtung, ist parallel in der Mitte der 1950er Jahre in den USA, sowie England entstanden. Der Begriff wird dem Kunstkritiker Lawrence Alloway zugeschrieben, welcher dadurch das Triviale in der Kunst beschrieb. Es handelt sich um das absolut Reale, wobei ebenso alltägliche Gegenstände als Kunstwerke angesehen werden. Die Inspiration basiert auf der Welt des Konsums, den Comics, der Photographie, der Werbung, massengefertigter Ware und so weiter. Die wohl bekanntesten Vertreter dieser Kunstrichtung sind Andy Warhol, Marcel Duchamp, Kurt Schwitters, Roy Lichtenstein, Claes Oldenburg, Robert Rauschenberg, Richard Hamilton, Eduardo Paolozzi und etliche mehr.

<sup>541</sup> | Andy Warhol, ursprünglich Andrew Warhola, wurde am 6. August 1928 in Pittsburgh, USA geboren und ist am 22. Februar 1987 in New York, USA gestorben. Er war einer der wichtigsten Mitbegründer der amerikanischen Pop Art Kunstrichtung. Neben seinem Schaffen als Künstler arbeitete er ebenso als Graphiker, Verleger, sowie Filmemacher. Warhol erkrankte im jungen Alter an einer Pigmentstörung, wodurch er oft für einen Albino gehalten wurde. 1945 fing Warhol mit dem Studium der Gebrauchsgrafik an dem Carnegie Institute of Technology in Pittsburgh, USA an. Daraufhin arbeitete er als Werbegrafiker und hatte diverse Gelegenheitsarbeiten. Anfang der 1960er fing Warhol mit der Siebdrucktechnik intensiv zu arbeiten, wobei er von Werbung, sowie Film, inspiriert wurde. 1962 hatte er seine erste Ausstellung mit den Campbell's Soup Cans in Los Angeles, USA. 1968 wurde sogar ein Attentat auf ihn ausgeübt, welchen Warhol jedoch überlebte. Zu seinen Lebzeiten behandelte er die eigene Homosexualität bei seinem künstlerischen Schaffen. Als Motive für seine Reproduktionen benutzte er Marilyn Monroe, Liz Taylor, Elvis Presley, Mao und viele andere. Zudem kollaborierte Warhol mit anderen Künstlern, wie beispielsweise mit Jean- Michel Basquiat.

<sup>542</sup> | Vgl. Andy Warhol in | The Philosophy of Andy Warhol : (From A to B and Back Again) | 1977

<sup>543</sup> | Vgl. Otto Rank, Charles Francis Atkinson, Anaïs Nin in | Art and Artist: Creative Urge and Personality Development | 1989

Marcel Duchamp<sup>544</sup>, ein weiterer bekannter Vertreter der Pop Art, kreierte den Begriff „Readymade“. Duchamp benutzte industriell gefertigte Güter, von ihrer ursprünglichen Funktion befreit, um diese als Kunstwerke zu deklarieren<sup>545</sup>. Um das Jahr 1915 wurde der Begriff „Readymade“ in den USA als Beschreibung fabrizierter Güter in Differenzierung zu handgefertigten Gütern verwendet<sup>546</sup>.

**READYMADE**

Die Kunstwelt hat kritisch auf die Monotonie der Massenproduktion reagiert und durch ein damals neuartiges Konzept den Kunstmarkt überrascht. Variablen, wie handgefertigte Güter, Persönlichkeit des Kunstwerk, Serigraphie, in Massen gefertigte Produkte mit vorbestimmter Funktion, wurden in die Pop Art integriert. Dieses Themengebiet ist stark mit dem Forschungsthema über Kunst und das Unikat, sowie Mass Customization, verbunden. Dabei wurde abstrakt die Quintessenz dieser Kunstrichtung in enger Relation mit dem nachfolgenden Kapitel<sup>547</sup> herausgefiltert.

**MONOTONIE**

---

<sup>544</sup> | Marcel Duchamp wurde am 28. Juli 1887 in Blainville- Crevon, Frankreich geboren und war als Maler, sowie Objektkünstler tätig. Zudem zählt Duchamp zu den Mitbegründern der Konzeptkunst und wird ebenso der Pop Art, dem Dadaismus, sowie dem Surrealismus zugewiesen. In Paris besuchte er einige Monate lang eine private Kunstschule. 1905 meldete Duchamp sich ein Jahr lang zum Militär. Nach der Teilnahme an einigen Kunstausstellungen fing Duchamp an, die zeitgenössische Kunst generell in Frage zu stellen und manifestierte seine Idee der konzeptuellen Kunst durch das „readymade“. Alltägliche, sowie industriell gefertigte Objekte, wurden von ihm als Kunstobjekte definiert. Dazu gehörten seine wohl bekanntesten Werke wie das Fahrrad- Rad 1913, oder die Fontäne 1917. Nach einem vorherigen Aufenthalt in New York in 1915 kehrte Duchamp 1919 wieder nach Paris zurück. Letztendlich musste er jedoch 1942, aufgrund des zweiten Weltkrieges, wieder in die USA immigrieren. Dazu war Duchamp ein begnadeter Schachspieler und wurde 1930 Mitglied der französischen Nationalmannschaft. Gestorben ist Duchamp am 2. Oktober 1968 in Neuilly- sur – Seine, Frankreich.

<sup>545</sup> | Vgl. Eva Bambach- Horst in | Der Brockhaus Kunst | 2005

<sup>546</sup> | Vgl. Pierre Cabanne in | Dialogues with Marcel Duchamp | 1987

<sup>547</sup> | Vgl. Kapitel 9.4 | ROBOKLINE | KUNST IN MASSEN

Um der Frage über ein Unikat in Relation zu einem Klon weiter nachzugehen, ist es als sehr sinnvoll empfunden worden, dies anhand einer Fallstudie zu studieren. Somit haben sich die Ressourcen, sowie die Forschungszeit an der Harvard, Graduate School of Design<sup>548</sup> perfekt zur Ausführung dieser Fallstudie angeboten. Als Mitglied der „Design Robotics Group“<sup>549</sup>, deren Leiter Prof. Martin Bechthold<sup>550</sup> ist, hatte ich die besten Voraussetzungen für ein solches Projekt.

*In relation how robotics will affect the industry I am hoping, since they are the most flexible tool that we can probably have, at this age, that they may further facilitate this sort of customization, individualization and to deal with challenges of getting away from this kind of repeated use of standard elements. It is not so much a question of the actual devices, but it is really a question of a kind of workflow, how to connect, let's say, prefabrication environment to parametric design environments in an efficient way. Right now the connection is not really there.*

*In Relation welchen Einfluss Robotik, da es zur Zeit das am meisten flexible Werkzeug ist, auf die Industrie haben wird, hoffe ich, dass es weiterhin diese Art von „Customization“, Individualisierung verbessern wird und dass ebenso der Umstand erleichtert wird, weg von diesem wiederholten Gebrauch von standardisierten Elementen zu kommen. Es ist nicht so sehr die Frage der aktuellen Geräte, aber in Wirklichkeit die Frage über eine Art Arbeitsprozess, sagen wir einmal, die Produktionsumgebung mit den Umgebungen parametrischen Designs auf eine effiziente Art und Weise zu verbinden. Gerade jetzt existiert diese Verbindung noch nicht wirklich.*

*Martin Bechthold | 11.02.10 | 9.00*

## INDUSTRIEROBOTER

Ursprünglich bestand die Idee darin mit Hilfe von einem Industrieroboter, als Analogie zu einem automatisierten digitalen Herstellungsprozess, ein abstraktes Gemälde, in Relation zur Kunst, zu generieren. Dieses Gemälde sollte in einem zweiten Schritt mehrere Male reproduziert und die Unterschiede nach der Fertigstellung analysiert

---

<sup>548</sup> | Die Harvard, Graduate School of Design ist ein Teil der Harvard Universität und bietet Lehrgänge zu Architektur, Landschaftsarchitektur, sowie Städtebau und Design. Die ersten offiziellen Vorlesungen zur Architektur sind 1893 gehalten worden. Die Architekturfakultät ist offiziell 1914 in den Status einer höheren Lehranstalt erhoben worden. Etliche namhafte Architekten wie Frank Gehry, John Hejduk, Philip Johnson, Fumihiko Maki, Thom Mayne, IM Pei, Christopher Alexander, Farshid Moussavi sind Absolventen der GSD. Zu diesem Zeitpunkt ist Mohsen Mostafavi in Funktion als Dekan tätig. Namhafte Architekten wie Walter Gropius, Zaha Hadid, Bjarke Ingels haben an der GSD gelehrt.

<sup>549</sup> | Die „Design Robotics Group“ ist eine Forschungsgruppe der Harvard, Graduate School of Design mit Prof. Martin Bechthold in leitender Funktion. Der Fokus richtet sich primär auf innovatives Design, grundlegend auf Robotik und computergesteuerter Fabrikation (CNC). Die DRG arbeitet interdisziplinär in Relation mit digitaler Berechnung, sowie automatisierter Fabrikation und Robotik. Als Forschung werden Probleme der realen Welt herangenommen, wobei nach neuartigen Problemlösungen gesucht wird. Die Gruppe unterstützt ebenso Forschung in Verbindung mit Masters- und Doktoratsstudien.

<sup>550</sup> | Martin Bechthold ist Professor von Architekturtechnologie, Ko- Direktor des Master Programms in Design, Direktor der „GSD fabrication labs“ und Direktor der GSD Technologie Plattform an der Harvard, Graduate School of Design. Zudem leitet Bechthold die „Design Robotics Group“, welche auf automatisierte, digitalisierte, sowie robotische Fabrikation, Wert legt. Bechthold lehrt vor allem Kurse in Relation mit Gebäudestrukturen und Technologie mit dem Fokus auf Design, innovative Konstruktion und Fabrikationsmethodik, Leichtgewicht- Strukturen, sowie neue Materialien.



werden. Das Ziel war niemals das fertige Ergebnis an sich, auch wenn dies naheliegend wäre, sondern der eigentliche Prozess selbst<sup>551</sup>. Wie kann ein vollkommen industrialisierter Herstellungsprozess individuelle Kunstwerke herstellen? Der Umstand, dass der Mensch den Prozess starten muss, sei vorgemerkt. An diesem Punkt könnten unterschiedliche Wege eingeschlagen werden, um eine relevante Antwort auf diese Fragestellung zu bekommen.

Ein Weg wäre es einen „random“, also zufälligen, Prozess anzuwenden. In diesem konkreten Fall würde es in Theorie einen unteren, sowie einen oberen limitierenden Wert geben. Die Werte dazwischen würden zufällig ausgewählt werden. Je größer die Werte zwischen den gesetzten Limits, desto kleiner die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Nummer wiederholen würde. Dies ist einmal die grundlegende Theorie, jedoch kann dieses Thema auch viel komplexer sein. Beginnen wir am Anfang. Prinzipiell kann „random“ auch „noise“, somit Störung, gleichgesetzt werden<sup>552</sup>. Bekannt sind diese englischen Begriffe etwa aus verschiedenen Programmiersprachen wie beispielsweise Python<sup>553</sup>, nur um eine zu nennen<sup>554</sup>. Grundlegend wird aber zwischen zwei Arten von „noise“ unterschieden. Die erste Art ist ein sogenannter „Pseudo-Random Number Generator (PRNGs)“, welcher, wie es der Name schon selbst preisgibt, nur pseudo- zufällig Nummern generiert. Das „PRNG“ ist ein Algorithmus, basierend auf einem mathematischen Prozess, welcher Sequenzen von Nummern, die zufällig erscheinen, generiert. Die zweite Art ist der „True- Random Number Generator (TRNGs)“, welcher zufällige Nummern aus dem physischen Raum extrahiert und diese nachträglich in den Computer importiert. Im Detail kann das „TRNG“ folgendermaßen erklärt werden... Ein physisches Phänomen kann sehr einfach und zum Beispiel nur in Form einer Handbewegung stattfinden. Ein sehr gutes physisches Beispiel ist etwa eine radioaktive Quelle, da es nicht vorhergesehen werden kann, wie lange deren Zersetzung dauern wird. Somit ist das Ergebnis zufällig. Diese Daten können ziemlich einfach in den Computer übertragen werden. Wirbelstürme generieren zum Beispiel atmosphärische Störungen, welche nach dem gleichen Prinzip als physikalische Phänomene verwendet werden können.

Soviel, zu der sich im Hintergrund befindenden, Theorie. Die Aussage ist aber, dass es zumindest bei dem „Pseudo- Random Number Generator (PRNGs)“, vom theoretischen Standpunkt aus gesehen, eine Wiederholung geben könnte, auch wenn die Möglichkeit sehr gering wäre. Somit muss sich diese Zufälligkeit auf das Chaos, somit die Natur beziehen, da dabei keine konkreten Prognosen gemacht werden können. Nun wäre es möglich einen „True- Random Number Generator (TRNGs)“ zu verwenden, um wirkliche Zufälligkeit in die Fallstudie einzubeziehen. An diesem Punkt muss für einen Moment angehalten werden und die ursprüngliche Idee der Fallstudie, mit diesem neuen Wissen, neuerlich beschrieben werden. Ein Roboter sollte durch eine Eingabe, in Form von Code, ein Gemälde generieren. Dieser Code könnte, mit sich bei jedem Produktionsprozess ändernden Nummern in Form von Variablen, ein zufälliges Ergebnis generieren. Um es vereinfacht auszudrücken, könnte der

---

<sup>551</sup> | Vgl. Kapitel 9.3 | WARHOL | DUCHAMP UND POP ART

<sup>552</sup> | Vgl. Michal Varchola and Miloš Drutarovský in | Cryptographic True Random Number Generator with Malfunction Detector | 2011

<sup>553</sup> | Python ist eine generelle Programmiersprache vom hohen Niveau, deren Designkonzept eine gute Lesbarkeit ist. Somit wird enormes Potenzial mit einer einfachen Syntax kombiniert und eine ausgedehnte Bibliothek an Funktionen erleichtert das Programmieren. Python ist eine „open source“ Software, somit mit keinen Kosten verbunden. Guido van Rossum hat Python in den späten 80ern konzeptuell als Objekt orientierte Programmiersprache kreiert.

<sup>554</sup> | Vgl. Mark Lutz in | Programming Python | 2011

Anfangspunkt (Variable A) und der Endpunkt (Variable B) einer einfachen Linie, immer ein zufälliger sein. Werte für die Variablen würde nun der „TRNG“ erstellen.

## KONZEPT

Eine andere Möglichkeit war weiterfolgend auch Zufälligkeit in das Gemälde, durch einen ganz natürlichen Prozess, zu integrieren. Wie der menschliche Fehler beim Gemälde eines Künstlers, als Faktor im positiven Sinn, ein Unikat generiert, so generieren auch industrialisierte Maschinen Unikate in Form von einfachen physischen Aspekten, wie dem Tröpfeln der Farbe bei der Herstellung eines solchen Gemäldes. Es ist entschieden worden, diese Idee in der Realität zu verfolgen und somit wurde das „Robokline“ Projekt geboren.

*Ultimately I am thinking about that sort of interface, the disconnect between us and the robots, that sort of clumsiness. A program in the robot that is actually the biggest obstacle, to more substantial use of robotic technology. That is why a lot of effort is going into that kind of field.*

*Letztendlich denke ich an eine solche Art von Schnittstelle, eine Trennung von uns und den Robotern, dieser Art Ungeschicklichkeit. Das Programm im Roboter ist momentan das größte Hindernis, um Robotiktechnologie substantieller zu nutzen. Aus diesem Grund wird viel Mühe in dieses Gebiet investiert.*

*Martin Bechthold | 11.02.10 | 9.30*

## FRANZ KLINE

Die Schwarz und Weiß Serie<sup>555</sup> von dem amerikanischen Expressionisten Franz Kline<sup>556</sup> diente als Ausgangspunkt für den visuellen Aspekt, da für die Herstellung nur schwarze, sowie weiße Industriefarbe verwendet wurde und zudem Franz Klein meines Erachtens nach, ein einzigartiger Künstler war. Zudem konnten seine Originalgemälde im Harvard Museum in Cambridge, sowie im Moma in New York, vor Ort persönlich studiert werden. Klines Technik ist sehr speziell, da es sich nicht nur um Malen auf einen Hintergrund, sondern um ein ständiges Übermalen handelt<sup>557</sup>. Dieser Umstand wäre bei der Studie möglich, doch wurde weitgehend abstrahiert, da Franz Kline nur als Inspiration diente und es nie die Absicht gegeben hat, eines seiner Werke getreu zu kopieren. Dennoch wäre es nach dem gleichen Prinzip durchaus möglich.

## ROBOKLINE

Bei der Fallstudie „Robokline“ wurde der ABB 4400 Industrieroboter an der Harvard, Graduate School of Design verwendet. Dieser Industrieroboter hat durch seine

---

<sup>555</sup> | Vgl. David Anfam, Franz Kline, Menil Collection, Museum of Contemporary Art, Whitney Museum of American Art in | Franz Kline: Black & White, 1950- 1961 | 1994

<sup>556</sup> | Franz Jozef Kline wurde am 23. Mai 1910 in Wilkes- Barre, USA geboren. Kline wird vor allem mit dem amerikanischen Expressionismus assoziiert. Studiert hat Kline an der Boston Universität und zog später nach New York, wo er bis zu seinem Lebensende als Künstler arbeitete. Sein Stil wird dem „action painting“ zugewiesen und ist in die gleiche Epoche wie Jackson Pollock, William de Kooning, einzustufen. Am Anfang seiner künstlerischen Karriere widmete sich Kline der figurativen Malerei zu, bis er auf Rat de Koonings neue Techniken ausprobierte und zu seinem abstrakten Stil gefunden hat. Seine großformatigen Gemälde der Schwarz und Weiß Serie sind Details realer Objekte und erinnern manchmal an Industrieobjekte. Obwohl die Gemälde dieser letzten Serie stark an asiatische Kalligraphie erinnern, hat Kline ständig eine Verbindung, sowie Inspiration verneint. Kline bediente sich zudem einer speziellen Maltechnik, dem so genannten Übermalen. Seine Gemälde sind heute international in prestigeträchtigen Museen, wie Moma in New York, ausgestellt. Zu seinen Werken gehören „Chief“ 1950, „Black and White“ 1951, „Painting 2“ 1952, „New York, New York“ 1953, „Red Painting“ 1961, „Palladio“ 1961, „Scudera“ 1961 und viele mehr. Gestorben ist Kline am 13. Mai 1962 in New York, USA im Alter von 51 Jahren auf Grund eines Herzversagens.

<sup>557</sup> | Vgl. Carolyn Christov- Bakargiev, David Anfam, Dore Ashton in | Franz Kline (1910- 1962) | 2004

Dimensionen eine große Reichweite und somit konnte eine großformatige Leinwand, in Analogie zu Kleins Dimensionen, verwendet werden. Konkret wurde eine Leinwand mit 160 mal 120 Zentimetern für die Fallstudie eingesetzt. Die Farben Schwarz und Weiß waren Industriefarben, da Klein in seiner Schwarz und Weiß Serie ausschließlich, gegensätzlich zum Wunsch seiner Galeristin, mit Industriefarbe gearbeitet hat. Ein konventioneller Malpinsel musste händisch angepasst werden, damit eine Befestigung mit dem Verbindungsstück am Roboterarm, möglich war. Der eigentliche Arbeitsprozess hat mit einem 3D Modell, basierend auf den Dimensionen der verwendeten physischen Objekte, mit dem Softwarepaket Rhinoceros<sup>558</sup> angefangen. Bei diesem Schritt wurde auch der Pfad, auf Grundlage von Kleins Gemälde „Painting“ 1952, im 3D Raum generiert. Im folgenden Verlauf ist die Datenmenge in das Softwarepaket ABB Robotstudio<sup>559</sup> importiert worden, wobei der Pfad verfeinert wurde und zusätzliche Zielpunkte eingefügt worden sind. Durch virtuelle Simulationen mit der Software ist die Drehung der Robotergelenke weiterhin optimiert worden. Der Code, bezogen auf den Pfad, für die Erstellung des Gemäldes war somit bereit. Nachdem die Objekte, wie Leinwand und Farbcontainer im physischen Raum positioniert, sowie überprüft worden sind, ist mit dem Steuerungsmodul der Rapidcode<sup>560</sup> an den Industrieroboter weitergeleitet worden. Nachdem die weiße Farbstruktur aufgetragen worden ist, wurde der Pinsel ausgewaschen, um im finalen Akt die schwarze Farbstruktur auf die Leinwand aufzutragen. Es war durchaus ein hochinteressanter Herstellungsprozess, welcher auch gefilmt und weitgehend publiziert worden ist. In diesem Fall ist es bei einem einzigen Gemälde geblieben. Um nun Kopien eines, auf diese Art hergestellten Gemäldes, zu generieren wurde die „Robokline XS“ Fallstudie ausgeführt.

Bei „Robokline XS“ wurde der Industrieroboter IRB 140 in kleinerer Dimension verwendet, da nun sechs Gemälde, basierend auf vorgegebenem Code hergestellt werden sollten. Dies mit dem Motiv, wie im Vornhinein beschrieben, die Differenz, beding durch physikalische Aspekte, wie das unkontrollierbare Tröpfeln der Farbe, zu analysieren. Die Vorgehensweise, um alles vorzubereiten und den Code zu erstellen, war ziemlich analog zu der „Robokline“ Fallstudie, nur mit dem Unterschied, dass dieses Mal die Leinwand anstatt in horizontaler in vertikaler Ausrichtung im Raum positioniert wurde. Die Dimensionen der Leinwand waren 24 mal 24 Zentimeter und die verwendeten Industriefarben ebenso Schwarz und Weiß. Als Inspiration wurde Klines „Suspended“ 1953 zur Vorlage genommen.

**ROBOKLINE XS**

Das Ergebnis, wie der kreative Arbeitsprozess an sich, waren äußerst inspirierend, sowie sehr zufriedenstellend. Wie kann ein hoch digitalisierter, sowie automatisierter Produktionsprozess ein einzigartiges Endprodukt, ohne die Implementierung komplexer Automatisierungsprozesse, generieren? Es ist eine Symbiose zwischen

**FINALE**

---

<sup>558</sup> | Rhinoceros 3D ist ein Softwarepaket von „Robert McNeel & Associates“ spezialisiert auf das 3D Modellieren und NURBS („non- uniform rational B- spline“). Die Software wird vorüberwiegend auf dem Gebiet der Architektur, Industriedesign, Schmuckdesign, Grafikdesign verwendet. Rhinoceros ist für die Windows Oberfläche konzipiert, jedoch wird zu diesem Zeitpunkt an einer neuen Version für das OSX Betriebssystem gearbeitet, beziehungsweise es existiert schon eine Beta Version. Viele Zusatzmodule erweitern die Funktionen des Softwarepakets. Rhinoscript wird als native Programmiersprache, basierend auf Visual Basic, für individualisierte Skripts angewandt.

<sup>559</sup> | Das ABB Robotstudio ist eine Spezialsoftware für die Programmierung der ABB Industrieroboter. Eine eigens integrierte Programmiersprache, der Rapidcode, wird für eigen geschriebene Befehle verwendet. Zusätzlich können Arbeitsprozesse virtuell simuliert werden, welcher Umstand Fehler aufdecken kann. Die Software kann offline benutzt werden. ABB ist weltweit einer der größten, internationalen Ingenieur-Konzerne mit dem Hauptquartier in Zürich, Schweiz.

<sup>560</sup> | Der Rapidcode, basierend auf Visual Basic von Microsoft, wird im Softwarepaket ABB Robotstudio, für das Programmieren individualisierter Funktionen verwendet. Durch den Rapidcode werden Instruktionen, für den automatisierten Industrieroboter, geschrieben und an diesen zur Ausführung weitergeleitet.

spielerischer Individualisierung mit robotischer Präzision, oder die Relation zwischen physisch unkontrollierbaren Aspekten und hoch kontrollierten, computergesteuerten Prozessen.

Das großformatige Gemälde bei der Fallstudie „Robokline“ ist sehr interessant ausgefallen. Es konnte nicht gesagt werden, dass dieses Gemälde von einem Roboterarm kreiert worden ist, da die Linienführung sehr natürlich, wie von Menschenhand gemalt, auf den Betrachter wirkte. Das Gemälde befindet sich nun in den USA im Privatbesitz. Jedes der sechs finalen Gemälde bei der „Robokline XS“ Fallstudie war ein Unikat an sich, da die Differenz der Linien, mit dem freien Auge einfach ersichtlich war. Bei der Herstellung war die Leinwand immer in der gleichen Position und es ist immer der gleiche Code in Verwendung gewesen. Sicherlich hatten rudimentäre Einflüsse, wie die Abnutzung des Pinsels, oder der Verbrauch der Farbe im Farbcontainer, sowie die manuelle, dennoch exakte, Positionierung der Leinwand einen geringen Einfluss auf das Endergebnis... dennoch nie in einem ersichtlichen Ausmaß. Somit kreierte der Industrieroboter ein Franz Kline Unikat, oder sechs Franz Kline Unikate.

*I mean it is... obviously there is a kind of immediate level, a sort of downside, but of course there is this issue that a certain type of jobs is simply disappearing in some industries. Not highly disappearing, but it is less of those. There is more jobs that require a higher education, more engineering, more of all of those things, that are needed to get the machines running and to set up the systems. It generates an increasing pressure for education and training as qualification, which in itself is not necessarily a bad thing, but it needs a lot of applications on a kind of society level. I don't have data, let's say of the early cars and what percent the labour was, but I know how much it is now, which is not much anymore. So obviously it is a bigger question for society, culture, but in a way that is probably almost inevitable. I don't think one can say: "let's stop this technology, let's not try to push this technology", because we are worried about jobs. It is like trying to push an avalanche, which is not realistic. I think we have to be creative, understand what new opportunities would exist through that technology and use those creatively.*

*Ich glaube, dass... offensichtlich gibt es einen unmittelbaren Level, eine Art Nachteil, aber natürlich herrscht der Umstand vor, dass ein gewisser Typ Job einfach in einigen Industrien schwindet. Nicht ganz verschwindet, aber es gibt weniger von diesen Jobs. Es gibt mehrere Jobs, welche eine höhere Ausbildung verlangen, mehr Technik, mehr von all den Dingen, welche benötigt werden, um Maschinen in Betrieb zu setzen und die Systeme hochzufahren. Es generiert einen steigenden Druck für Ausbildung und Training, sowie Qualifikation, was an sich kein schlechter Umstand ist, aber es benötigt viele Anwendungen im sozialen Bereich. Ich habe keine Daten, sagen wir von den frühen Autos und welcher Prozentsatz die Arbeit war, aber ich weiß wie viel es jetzt ist, was nicht mehr viel ist. Also ist es offensichtlich eine größere Frage an die Gesellschaft, Kultur, aber in einer Art, welche wahrscheinlich fast unausweichlich ist. Ich glaube nicht, dass einer sagen kann: „halten wir diese Technologie an, versuchen wir nicht diese Technologie weiter anzutreiben, weil wir um die Jobs besorgt sind“. Es ist so wie eine Lawine zu schubsen, was nicht realistisch ist. Ich glaube, dass wir kreativ sein müssen, dass wir versuchen zu verstehen, welche neuen Möglichkeiten durch diese Technologie existieren können und wir versuchen diese kreativ zu nutzen.*

*Martin Bechthold | 11.02.10 | 10.10*





Abb. 10 | Professor Nader Tehrani bei dem Interview am Massachusetts Institute of Technology.

*Ich glaube, dass wir wirklich an der Phase der Radikalisierung der Bauindustrie angelangt sind, bis zu dem Grad, dass jemand über robotische Konstruktion, 3D Printing und andere Formen der Fabrikationsprozesse, welche entweder Toleranzen minimieren oder eine „off- site“ Konstruktion ermöglichen, die Optimierung vom Material-, sowie Strukturgebrauch schaffen und Software, welche Virtualität und Aktualität verbindet, sprechen kann. Diese werden sich sehr verändern. Schon die BIM Plattformen versuchen Arbeitsbeziehungen zwischen Designern, Ingenieuren und Herstellern zu integrieren und diese als einen „front- end“ Prozess zu definieren. Der „tail- end“ Prozess ist ebenso mit der Menge der Ressourcen, welche „on- site“, bei „on- site“ Konstruktionen verschwendet werden, verbunden. Das wird sich wirklich sehr verändern. Beides im Sinne von Ressourcen, wie auch im Sinne von Konstruktionsgeschwindigkeit und Exaktheit.  
Nader Tehrani | 12.03.10 | 12.00*

*I think we are really at the inaugural phases of the radicalization of the building industry to the degree that one can speak to robotic construction, 3D printing and other forms of fabrication processes that either minimize tolerance, enable off- site construction, the optimization of the use of materials and structures and software that bridges „virtuality“ and „actuality“. These are going to change a lot. Already the BIM platforms, that are trying to integrate working relationships between designers, engineers and fabricators, are trying to front- end that process. The tail- end of that process is also about the amount of resources, that are wasted on- site, in on- site constructions. That’s really going to change a lot. Both in terms of resources, but in terms of speed of construction and exactitude.*

### ARCHITEKTUR UND KUNST

Die Kapitel dieser Arbeit haben aufgezeigt, wie unterschiedliche Gebiete miteinander in Wechselbeziehung stehen und somit einander beeinflussen. Vom regen persönlichen Interesse ist vor allem die Beziehung zwischen Architektur und Kunst und deren Positionierung in einer weitgreifenden Hierarchie<sup>561</sup>. Die Architektur wird als ein Teil der Kunst angesehen und der Architekt, beziehungsweise Künstler ist das verbindende Glied zwischen unterschiedlichen Disziplinen. Prinzipiell wird eine Skulptur vom architektonischen Bauwerk dadurch unterschieden, dass unterschiedliche Anforderungen an diese gestellt werden. Ein Gebäude kann sowohl als eine Skulptur angesehen werden und eine Skulptur kann analog auch Raumfunktionen erfüllen. Bei dieser Thematik muss eher auf das ursprüngliche Konzept, die Idee, zurückgegriffen werden, um ein Objekt mit einer genauen Definition zu versehen.

### SCHLUSSWORT

Die Arbeit zeigt auf, dass der zeitgenössische Aspekt, oder Blickwinkel, Mass Customization schon als Standard definiert. Zudem handelt es sich überwiegend in vielen Bereichen, vor allem aber auf dem Produktionssektor, eher um Customization, ohne den Begriff Mass. Die globale Vernetzung durch das Internet bringt sehr wohl die Masse ins Spiel, besonders in Relation mit Dienstleistungen und den dazugehörigen Konfiguratoren. Die Masse an sich wird durch eine abgegrenzte Stückzahl definiert, wobei diese von vielen Umständen abhängig ist. Den Zeitfaktor mitintegrierend, sei auch zu definieren, ab welchem Punkt von Massenproduktion auf Mass Customization übergegangen wird. Die Definition Mass Customization mag schon bald nicht mehr mit dem aktuellen Zeitfenster in Zusammenhang gebracht werden und somit in Vergessenheit geraten. In Theorie gibt es unterschiedliche Definitionsmodelle von Mass Customization<sup>562</sup>, welche auch untereinander variieren.

Die Definition von Einzigartigkeit und einzigartigen Produkten ist auch eine philosophische Fragestellung. In dieser Arbeit wurde aufgezeigt, wie Einzigartigkeit in verschiedenen Kunst-, sowie Architekturbereichen manifestiert wird. Die Fallstudie Robokline<sup>563</sup> ist in Analogie mit modernsten technologischen Herstellungsprozessen, unter Verwendung von programmierbaren Softwarepaketen und in Kombination mit herkömmlichen Kunstverfahren. Das Ergebnis ist durchaus, durch die physikalischen Umstände, ein einzigartiges Kunstwerk, welches in Massen produziert werden könnte, aber fortwährend einen einzigartigen Charakter beibehält. Die Frage, ob nun ein Gemälde, mit Hilfe von Robotik hergestellt, eine Seele hat, kann als romantisch angesehen werden. Fakt ist jedoch, dass für viele Menschen ein vom Künstler selbst gemaltes Gemälde auf mehr Interesse stoßen würde. Dieses Argument ist besonders bei dem Interview mit Jordi Pallares und Julio Barrionuevo<sup>564</sup> zum Ausdruck gekommen. Bedingt ist dies durch Exklusivität und den vernetzten Kunstmarkt.

---

<sup>561</sup> | Vgl. Hal Foster in | The Art- Architecture Complex | 2011

<sup>562</sup> | Vgl. Kapitel 4.1.2 | FRANK PILLER UND DIE MASS CUSTOMIZATION

<sup>563</sup> | Vgl. Kapitel 9.4 | ROBOKLINE | KUNST IN MASSEN

<sup>564</sup> | Vgl. Kapitel 9.1 | KUNSTWERT | INTERVIEW | JORDI PALLARES | JULIO BARRIONUEVO



Bei einem, am MIT geführten Interview, mit Professor Nader Tehrani<sup>565</sup> ist diese Fragestellung zur Sprache gekommen. Basierend auf seiner persönlichen Erfahrung aus der Praxis, wurde die Frage gestellt, wie er die Relation zwischen seinen architektonischen Projekten, sowie den von ihm konzipierten künstlerischen Installationen, sieht und welche Verbindung seiner Meinung zwischen Kunst und Architektur besteht.

**NADER TEHRANI**

*Bei unserer Arbeit gibt es offensichtlich eine nahe Verbindung der beiden. Ich glaube die disziplinären Aufteilungen zwischen den beiden sind vielleicht verschwommen und vielleicht unnötig, aber es ist ausreichend zu sagen, dass Kunst, zum größten Teil auf die kritische Praktik bezogen ist, sowie Architektur, nicht aber alle Gebäude beziehen sich auf die kritische Praktik. Wir sind an Diskursen von Gebäuden interessiert und deshalb sind wir nicht nur an Gebäuden selbst interessiert, sondern auch an einer Art architektonischem Diskurs, welcher Gebäude unterstützt. In diesem Sinn interessiert uns der kritische Aspekt beider Praktiken und es gibt eine tiefe Verbindung zwischen ihnen. Wir benutzen die Kunstinstallationen als ein Surrogat, als ein Mittel um Herstellungsmöglichkeiten zu erforschen. Somit bezeichne ich sie nicht als Kunst, du tust es. Eigentlich denke ich über Kunst als eine etwas andere Sache. Für mich sind diese Installationen in vielen Bereichen nicht kritisch, es sind „mock-ups“. (...) Also, wie ich gesagt habe sind künstlerische Praktiken mehr in kulturelle Fragen investiert, welche nicht nur kritisch gegenüber den Produktionszuständen von heute und ästhetischen Fragen sind, sondern sie sind... sie drehen sich um den Diskurs über Kunst. Die Installationen welche wir machen, tauchen aus der Wahrnehmung der Gebäudetechnologien, Materialtechnologien auf und sind in einem etwas anderen Kontext präsentiert.*

*Nader Tehrani | 12.03.10 | 11.20*

*In our work obviously there is a close connection between the two. I think the disciplinary divisions between the two are maybe fuzzy and maybe unnecessary, but sufficient to say that art, for the most part is invested in a critical practice, as it's architecture, but not all buildings are invested in the critical practice. We are interested in discourses of buildings and because of that we are interested not only in buildings but in a kind of architectural discourse that supports buildings. In that sense the critical aspect of both practices interests us, and there is a deep connection between them. We use the art installations as a surrogate, as a means by which to investigate fabrication possibilities. So I actually don't call them art, you do. I actually think of art as a slightly different thing. For me these installations are in many ways not critical, they are mock-ups. (...) Well, as I said artistic practices are more invested in cultural questions, that are not only critical of conditions of production today, aesthetic issues, but they are..., they revolve around the discourse of art. The installations we do, emerge from a discernment of building technologies, material technologies and are presented in a slightly different context.*

---

<sup>565</sup> | Nader Tehrani ist der Gründer von NADAAA, einem Studio, welches den Fokus auf fortschrittliche Designinnovation mit architektonischem Zusammenhang richtet. Zudem ist Tehrani Professor und Leiter des Architekturinstituts am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, USA. Zuvor war Tehrani Mitbegründer der Office dA mit Monica Ponce de Leon. Das Studium der Architektur und der Bildenden Künste absolvierte Tehrani an der Rhode Island School of Design auf Rhode Island, USA und studierte nachträglich an der Harvard, Graduate School of Design in Cambridge, USA. Neben dem MIT unterrichtete Tehrani an der Harvard, Graduate School of Design, der Rhode Island School of Design, der Northeastern University, dem Georgia Institute of Technology und dem Otis College of Art and Design. Seine Werke wurden im Museum der Modernen Kunst in New York, USA, dem Institut für Zeitgenössische Kunst in Boston, USA und dem Nasher Skulpturzentrum in Dallas, USA, ausgestellt. Zu seinen architektonischen Projekten gehören das „Tongxian Art Gatehouse“ in Beijing, China, das Helios Haus in Los Angeles, USA, das Banq Restaurant in Boston, USA, das Macallen Gebäude in Boston, sowie weitere Projekte.



Abb. 11 | Der Blick vom „Killian Court“ auf das Massachusetts Institute of Technology.



## 11.1 | LITERATURQUELLEN

### LITERATUR

Die Literaturliste setzt sich aus den folgenden Werken zusammen. Aus einigen literarischen Werken wurde direkt zitiert, oder der Inhalt als Inspiration aufgenommen. Bei der gesamten Arbeit sind Verweise zur Literatur angegeben worden. Gewisse Daten in den Fußnoten stammen größtenteils inhaltlich aus der Brockhaus Enzyklopädie (19. Auflage), sowie aus Wikipedia (<http://www.wikipedia.org/>).

F. A. Brockhaus in | Brockhaus Enzyklopädie (19. Auflage) | 1994

Bly, R. W. in | Marketing plan handbook : develop big picture marketing plans for pennies on the dollar | 2009

Lomographic in | Lomography LCA | 2010

Sue Prideaux in | Edvard Munch : behind the Scream | 2005

B. Joseph Pine in | Mass customization: the new frontier in business competition | 1992

Christine Hannemann in | Die Platte. Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR | 2000

Darrell Mann, Ellen Domb in | Business Contradictions - 1) "Mass Customization" | 2011

Pousttchi, Key, Selk, Bernhard and Turowski, Klaus in | Enabling mobile commerce through mass customization | 2002

Michael Dell in | Direct from Dell: Strategies that Revolutionized an Industry | 2006

Falk Jaeger | in UNStudio | 2009

Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark and Martin Zeumer in | Energie Atlas: Nachhaltige Architektur | 2007

David Johnston, Scott Gibson in | Toward a Zero Energy Home: A Complete Guide to Energy Self-Sufficiency at Home | 2010

David S. Black in | Living off the Grid: A Simple Guide to Creating and Maintaining a Self-reliant Supply of Energy, Water, Shelter and More | 2008

Daniel L. Schodek, Paulo Ferreira, Michael F. Ashby in | Nanomaterials, Nanotechnologies and Design: An Introduction for Engineers and Architects | 2009

Keiichi Tahara in | Art Nouveau Architecture | 2000

Antonietta Iolanda Lima, Annalaura Pistarino in | Antoni Gaudi: Casa Mila, Barcellona | 2002

Rudin Walter in | Principles of Mathematical Analysis | 1976

Leon Golub, Jay M. Pasachoff in | Nearest Star: The Surprising Science of Our Sun | 2002

James H. Gilmore, B. Joseph Pine II in | Authenticity: What Consumers Really Want | 2007

Kevin Warwick in | Artificial Intelligence: The Basics | 2011

Vito Trianni in | Evolutionary Swarm Robotics: Evolving Self-Organising Behaviours in Groups of Autonomous Robots (Studies in Computational Intelligence) | 2010

Cao Guozhong, Wang Ying in | Nanostructures and nanomaterials : synthesis, properties, and applications | 2011

Fritz Allhoff, Patrick Lin, James Moor and John Weckert in | Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology | 2007

Hephaestus Books in | Artificial Life, including: Clanking Replicator, Self-replication, Flocking (behavior), Langton's Ant, Autocatalytic Set, Grey Goo, Creatures ... Organism, Avida, Code Of The Lifemaker | 2011

Barrie Sosinsky in | Cloud Computing Bible | 2011

Tom J. Kamierski, Steve Beeby in | Energy Harvesting Systems: Principles, Modeling and Applications | 2010

M. Tim Jones in | Artificial Intelligence: A Systems Approach (Computer Science) | 2008

N. Chater, M. Oaksford in | The probabilistic mind : prospects for Bayesian cognitive science | 2008

Douglas Mulhall in | Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics, and Artificial Intelligence Will Transform Our World | 2002

Richard Feynman in | Tiny Machines: The Feynman Lecture on Nanotechnology | 2005

Mario Pagliaro in | Nano-Age: How Nanotechnology Changes our Future | 2010

Tuan Vo- Dinh in | Nanotechnology in Biology and Medicine: Methods, Devices, and Applications | 2007

William Sims Bainbridge in | Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science | 2010

Gernot Münster in | Quantentheorie (de Gruyter Lehrbuch) | 2010

Siegfried Valentiner in | Anwendungen Der Quantenhypothese: In Der Kinetischen Theorie Der Festen Körper Und Der Gase, in Elementarer Darstellung | 2010

Gary William Flake in | The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation | 2000

Gene Koprowski in | Nanotechnology in Medicine: Emerging Applications | 2011

Sylvia Leydecker, Harold Kroto, Michael Veith, Marius Kölbl in | Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design | 2008

U.S. Government in | Approaches to safe nanotechnology: managing the health and safety concerns associated with engineered nanomaterials | 2011

Mahmoud Omar Manasreh in | Introduction to Nanomaterials and Devices | 2011

K. K. Jain in | The Handbook of Nanomedicine | 2010

William Shafarman, Materials Research Society in | Thin- film compound semiconductor photovoltaics : symposium held March 29-April 1, 2005, San Francisco, California, U.S.A | 2005

Simone Raoux, Matthias Wuttig in | Phase Change Materials: Science and Applications | 2008

Irfan Koç in | Verbesserte Wärmedämmung als wichtiges Element nachhaltiger Gebäudesanierung (German Edition) | 2009

Ursula Eicker in | Solare Technologien für Gebäude: Grundlagen und Praxisbeispiele | 2011

Andreas Wagner in | Transparente Wärmedämmung an Gebäuden. Produkte - Projekte - Planungshinweise | 2002

Axel Ritter in | Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design | 2002

Hartmut Janocha in | Adaptronics and Smart Structures: Basics, Materials, Design, and Applications | 2010

Fabian Monheim in | Lomo: Don't Think, Just Shoot | 2007

Klaus Daniels in | Low-Tech Light-Tech High-Tech | 2000

Josep Antoni Acebillo, Martinelli Alessandro in | New Urban Metabolism | 2011

Stephen Beeby, Neil White in | Energy Harvesting for Autonomous Systems (Smart Materials, Structures, and Systems) | 2010

Charu Chandra, Ali K. Kamrani in | Mass Customization: A Supply Chain Approach | 2004

Yoram Koren in | The Global Manufacturing Revolution: Product- Process- Business Integration and Reconfigurable Systems (Wiley Series in Systems Engineering and Management) | 2010

E. J. Hobsbawm, Chris Wrigley in | Industry and Empire: The Birth of the Industrial Revolution | 1999

Ronald S.M. Lau in | Mass customization: the next industrial revolution.: An article from: Industrial Management | 2005

Walter Hebeisen in | F.W. Taylor und der Taylorismus. Über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus. | 1999

Beverly Rae Kimes in | Oldsmobile; the first seventy five years (Commemorative Edition) | 1972

Washington Gladden in | Tools and the Man: Property and Industry Under the Christian Law | 2008

Marilyn Neuhart, John Neuhart, Robert Klanten, Sven Ehmann in | The Story of Eames Furniture | 2010

James H. Gilmore, B. Joseph Pine in | Markets of One: Creating Customer- Unique Value through Mass Customization | 2000

Dominik Sailer in | Mass Customization â" Individualisierte Kundenanforderungen (German Edition) | 2010

David J. Gardner, Frank Piller in | Mass Customization: How Build to Order, Assemble to Order, Configure to Order, Make to Order, and Engineer to Order Manufacturers Increase Profits and Better Satisfy Customers | 2009

Paul Sloane in | A Guide to Open Innovation and Crowdsourcing: Advice From Leading Experts | 2011

Vgl. Frank T. Piller, Mitchell M. Tseng in | Handbook of Research in Mass Customization and Personalization (2 Volumes) | 2009

Kris Hirschmann in | Jonathan Ive: Designer of the iPod (Innovators (Kidhaven)) | 2007



Mark Burry, Jordi Bonet I Armengol, Jos Tomlow, Antoni Gaudí in | Gaudí Unseen: Completing the Sagrada Família | 2008

Greg Lynn, Mark Rappolt in | Greg Lynn Form | 2008

Raymond Chiong in | Nature- Inspired Informatics for Intelligent Applications and Knowledge Discovery: Implications in Business, Science, and Engineering (Premier Reference Source) | 2009

Michael Rothschild in | Bionomics: Economy As Ecosystem | 1995

Robert Beckham, Jed Mickle in | Who in the World Was The Secretive Printer?: The Story of Johannes Gutenberg | 2005

Christos J. P. Moschovitis in | History of the Internet: A Chronology, 1843 to Present | 1999

Alain Pelletier in | Boeing: The Complete Story | 2010

Adam Darkins, Margaret Cary in | Telemedicine and Telehealth: Principles, Policies, Performance and Pitfalls | 2000

Azy Barak in | Psychological Aspects of Cyberspace: Theory, Research, Applications | 2008

Stan Davis, Christopher Meyer in | Blur: The Speed of Change in the Connected Economy | 1999

David J. Gardner, Frank Piller in | Mass Customization: How Build to Order, Assemble to Order, Configure to Order, Make to Order, and Engineer to Order Manufacturers Increase Profits and Better Satisfy Customers | 2009

Mitchell M. Tseng, Frank Piller in | The Customer Centric Enterprise: Advances in Mass Customization and Personalization | 2003

Frank Piller in | Trend and Style | 2008

Fabrizio Salvador, Pablo Martin de Holan, Frank Piller in | Cracking the Code of Mass Customization | 2009

Steve New, Roy Westbrook in | Understanding Supply Chains: Concepts, Critiques, and Futures | 2004

Efraim Turban, Jae K. Lee, David King, Ting Peng Liang in | Electronic Commerce 2010: A Managerial Perspective | 2009

Wolfgang Bürkle in | Der Einfluß des Taylorismus auf moderne Rationalisierungsmethoden | 2007

Giorgio Vasari, David Hemsoll in | The Life of Michelangelo | 2007

Paul E. Ceruzzi in | A History of Modern Computing (History of Computing) | 2003

Jason D. O'Grady in | Apple Inc. (Corporations That Changed the World) | 2008

Charlotte Gray in | Reluctant Genius: Alexander Graham Bell and the Passion for Invention | 2011

Sandra Meucci, Adolph Caso in | Antonio and the Electric Scream-- The Man Who Invented the Telephone | 2010

Richard Sandhusen in | Marketing (Barron's Business Review) | 2008

Peter C. Wensberg in | Land's Polaroid: A Company and the Man Who Invented It | 1987

Andrew J. Sherman in | Franchising & Licensing: Two Powerful Ways to Grow Your Business in Any Economy | 2011

Carliss Y. Baldwin, Kim B. Clark in | Design Rules, Vol. 1: The Power of Modularity | 2000

Florian Botzenhardt, Jens Uwe Pätzmann in | Die Zukunft der Werbeagenturen: Strategische Planung als Innovationsmotor (German Edition) | 2012

Paul Hawken in | The Ecology of Commerce Revised Edition: A Declaration of Sustainability (Collins Business Essentials) | 2010

Alvin Toffler, Heidi Toffler in | Revolutionary Wealth | 2006

Paul M. Swamidass in | Encyclopedia of Production and Manufacturing Management | 2000

David M. Anderson, B. Joseph Pine II in | Agile Product Devevelopment for Mass Customizatiom: How to Develop and Deliver Products for Mass Customization, Niche Markets, JIT, Build- To- Order and Flexible Manufacturing | 1996

Peter Zec in | Holographie: Geschichte, Technik, Kunst | 1987

Norman Macrae in | John Von Neumann: The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More | 1999

Edward Edelson in | Gregor Mendel: And the Roots of Genetics (Oxford Portraits in Science) | 1999

J. Mann in | Life Saving Drugs: The Elusive Magic Bullet | 2004

Arno de Klerk in | Fischer- Tropsch Refining | 2011

Philip Graves in | Consumerology: The Market Research Myth, the Truth About Consumers, and the Psychology of Shopping | 2010

Branko Kolarevic in | Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing | 2005

José Soler in | Barcelona Then and Now | 2007

Philip Nobel, Sharples, Holden, Pasquarelli in | SHoP: Out of Practice by SHoP Architects | 2012

Robert Kronenburg in | Portable Architecture: Design and Technology | 2008

Brenda Vale in | Prefabs (Studies in History, Planning, and the Environment) | 2007

Allan D. Wallis in | Wheel Estate: The Rise and Decline of Mobile Homes | 1997

Christian Humberg in | 50 Years of the LEGO Brick | 2008

Mintewab Bezabih in | Essays on Land Lease Markets, Productivity, Biodiversity and Environmental Variability | 2007

Christopher A. Sawyer in | Automotive Design & Production, September Issue | 2007

Robert Liebscher in | Wohnen für alle: Eine Kulturgeschichte des Plattenbaus | 2011

G. Stiny, J. Gips in | Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. In Information Processing 71 | 1972

G. Stiny in | Shape: Talking about Seeing and Doing | 2006

Terry Weissman Knight in | Transformations in Design: A Formal Approach to Stylistic Change and Innovation in the Visual Arts | 1994

W. Mitchell in | The Logic of Architecture | 1990

Antonietta Iolanda Lima, Annalaura Pistarino in | Antoni Gaudi: Casa Mila, Barcellona | 2002

Enric Miralles, Benedetta Tagliabue in | Miralles Tagliabue Work in Progress | 2006

Richard Florida, Martin Kenney in | Beyond Mass Production: The Japanese System and its Transfer to the U.S. | 1993

Masa Noguchi in | COMMUNICATION APPROACHES TO MARKETING SOLAR PHOTOVOLTAIC HOMES IN JAPAN, The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

John R. Holland, Tim Young in | Rethinking the Sales Cycle: How Superior Sellers Embrace the Buying Cycle to Achieve a Sustainable and Competitive Advantage | 2009

Takahiro Fujimoto in | The Evolution of a Manufacturing System at Toyota | 1999

Herbert Lund in | McGraw- Hill Recycling Handbook, 2nd Edition | 2000

Charles H. Lipsett in | 100 Years of Recycling History, from Yankee Tincart Peddlers to Wall Street Scrap Giants | 1974

Joost G Vogtländer in | Lca: a practical guide for students, designers and business managers | 2011

Takumi Iwahara, Yoshiyuki Suzuki in | REUSE SYSTEM OF INDUSTRIALIZED HOUSES (REUSED SYSTEM HOUSE), The 2005 World Sustainable Building Conference | 2005

Kas Oosterhuis, Lukas Feireiss in | Game Set And Match II. On Computer Games, Advanced Geometries, and Digital Technologies (No. 2) | 2006

Kas Oosterhuis in | Towards a New Kind of Building: A Designers Guide for Non-Standard Architecture | 2011

Peter Miller in | Smart Swarm: Using Animal Behaviour to Organise Our World | 2010

Robert Bryce in | Power Hungry: The Myths of "Green" Energy and the Real Fuels of the Future | 2011

Roger E. Meiners, Andrew Morriss, William T. Bogart, Andrew Dorchak in | The False Promise of Green Energy | 2011

Travis Bradford in | Solar Revolution: The Economic Transformation of the Global Energy Industry | 2008

Committee on Environmental Impacts of Wind Energy Projects and National Research Council in | Environmental Impacts of Wind- Energy Projects | 2007

E. A. Wrigley in | Energy and the English Industrial Revolution | 2010

Peter Blineder in | Passivhaus - Haus der Zukunft: Werden sich Passivhäuser als Baustandard durchsetzen? | 2009

Reinhard Zimmermann in | Das Passivhaus bei Neubau und Sanierung | 2008

He Jiong De in | new bionic architecture: a new era of artificial life field of architecture | 1991

Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark, Martin Zeumer in | Energie Atlas: Nachhaltige Architektur (Konstruktionsatlanten) | 2007

Icon Group International in | The 2009 Report on Primary Aluminum Production: World Market Segmentation by City | 2009

Daniel Daimer in | Transatlantische Zusammenarbeit der Starkstromindustrie in der Zwischenkriegszeit | 2008

R. Costanza in | "Embodied Energy Basis for Economic- Ecologic Systems." PhD Dissertation. Gainesville, FL: Univ. of FL | 1979

M. Lenzen in | "Errors in conventional and input- output- based life- cycle inventories", "Journal of Industrial Ecology" | 2001

IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und- ökologie, Donau- Universität, M. Gann, A. Liebming, B. Lipp in | Ökologie der Dämmstoffe | 2000

Andrea Palladio, Adolf K. Placzek in | The Four Books of Architecture | 1965

Giovanni Giaconi, Kim Williams in | The Villas of Palladio | 2003

Editors of Phaidon in | Le Corbusier Le Grand | 2008

Roberto Gargiani in | Paris: Architektur zwischen Purismus und Beaux-Arts 1919-1939 | 1992

Bernard Tschumi in | Architecture and Disjunction | 1996

Jane Burry, Mark Burry in | The New Mathematics of Architecture | 2012

Alvin Toffler in | The Third Wave | 1981

Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee in | Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy | 2012

Mark Goulthorpe in | The Possibility of (an) Architecture | 2009

Jules Moloney in | Designing Kinetics for Architectural Facades: State Change | 2011

Bob Fear in | Architecture + Animation (Architectural Design) | 2001

David F. Rogers in | An Introduction to NURBS: With Historical Perspective (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics) | 2000

Philippe Kjellgren in | Overnight Sensations Europe: Hotels for the Discerning Traveler | 2010

Nicholas Baume, Jill Medvedow in | Anish Kapoor: Past, Present, Future | 2008

Chua Chee Kai, Leong Kah Fai, Lim Chu- Sing in | Rapid Prototyping: Principles and Applications (2nd Edition) | 2003

F. J. Monclús in | International Exhibitions and Urbanism: The Zaragoza Expo 2008 Project | 2009

Zaha Hadid Architects | Zaragoza Bridge Pavilion Press Release | 2008

Rivka Oxman, Robert Oxman in | The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies | 2010

Wolfgang Piersig in | Erinnerungen an Alexandre Gustave Eiffel (1832-1923) und den Bau des Eiffelturms vor 120 Jahren | 2010

Charlotte Benton, Tim Benton, Ghislaine Wood, Oriana Baddeley in | Art Deco: 1910-1939 | 2003

Anna Jackson in | Expo: International Expositions 1851- 2010 | 2008

Miralles Tagliabue in | Spain Pavilion for Expo Shanaghai 2010 | 2010

Steven Naifeh, Gregory Smith in | Jackson Pollock: An American Saga | 1998

Gabriel Orozco, Ann Temkin, Briony Fer, Benjamin Buchloh in | Gabriel Orozco | 2009

Christa Sommerer, Laurent Mignonneau, Dorothée King in | Interface Cultures: Artistic Aspects of Interaction Culture and Media Theory | 2009

Andrew Berry in | DNA: The Secret of Life | 2004

Andy Warhol in | The Philosophy of Andy Warhol : (From A to B and Back Again) | 1977

Otto Rank, Charles Francis Atkinson, Anaïs Nin in | Art and Artist: Creative Urge and Personality Development | 1989

Eva Bambach- Horst in | Der Brockhaus Kunst | 2005

Pierre Cabanne in | Dialogues with Marcel Duchamp | 1987

Michal Varchola and Miloš Drutarovský in | Cryptographic True Random Number Generator with Malfunction Detector | 2011

Mark Lutz in | Programming Python | 2011

David Anfam, Franz Kline, Menil Collection, Museum of Contemporary Art, Whitney Museum of American Art in | Franz Kline: Black & White, 1950- 1961 | 1994

Carolyn Christov- Bakargiev, David Anfam, Dore Ashton in | Franz Kline (1910- 1962) | 2004

Hal Foster in | The Art- Architecture Complex | 2011

Tseng, M.M.; Jiao, J. in | Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management, Third Edition | 2007



Joseph Weizenbaum in | Die Zeit /03 | 1972

Richard Feynman in | Treffen der amerikanischen physischen Gesellschaft in Caltech | 1959

Stan Davis in | Future Perfect | 1996

E. H. Gombrich in | The Story of Art | 2006

Naomi Klein in | No Logo! | 2001

Leonhard Emmerling in | Basquiat | 2007

Stephen Kieran, James Timberlake in | refabricating ARCHITECTURE | 2004

Andrew C. Thurlow, Maia Small in | Manufactured Housing. Archithese. 33,H. 2 | 2003

Gottfried Semper in | Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten | 1860

Volker Wittke in | Wie entstand industrielle Massenproduktion? | 1996

Anne E. Beall in | Strategic Market Research | 2010

Volger/ Laasch in | Haustechnik | 1994

Lindy Biggs in | The Rational Factory | 1996

Gloria Koenig in | Eames | 2005

John Neuhart, Marilyn Neuhart, Ray Eames in | Eames Design | 1994

Kas Oosterhuis in | Hyperbodies Towards an E-motive architecture | 2003

Alvin Toffler in | Future Shock | 1971

Ulf Langheinrich in | Is This Art?, Episode 3, Digital Dreams | 2007

Alvin Toffler in | The Third Wave | 1981

Henry Ford und Samuel Crowther in | My Life and Work | 2003

Anne Freimann in | Die Henry Ford Motor Company: Fordismus oder die Entwicklung bis zur Massenproduktion | 2002

Asterios Agkathidis, Markus Hudert, Gabi Schilling in | Form Defining Strategies | 2007

Dekleva, Gatto, Gregoric, Sedlak, Stroumpakos | Negotiate my Boundary | 2006

Michelle Addington, Daniel Schodek | Smart Materials and Technologies | 2005

Ralf Reichwald, Frank Piller in | Interaktive Wertschöpfung | 2009

Roland Burgard | Kunststoffe und freie Formen | 2004

**MIT** Literaturliste aus der Rotch Bibliothek am Massachusetts Institute of Technology.

Johnson J. Stewart. in | American Modern | 2000

Richard Saul Wurman in | Information Architects | 1996

NAi Publishers, Linda Vlassenrood in | Tangible Traces | 2009

William McDonough & Michael Braungart in | cradle to cradle | 2002

Pentagram in | Ideas on Design | 1986

Jean Baudrillard in | Why hasn't everything already disappeared | 2009

Erich Mendelsohn in | Erich Mendelsohn | 1985

Literaturliste aus der Frances Loeb Bibliothek an der Harvard, Graduate School of Design. **GSD**

Yehia Madkour, Oliver Neumann in | Emergent Programmatic Form-ation | 2009

Bruce Lindsey in | Digital Gehry | 2001

David McAdam in | AZURE May | 2011

## 11.2 | BILDERQUELLEN

Abb. 1

Jan Kokol | "Analog to Digital" | Boston | USA 2011

Abb. 2

Jan Kokol | "Smart Suit" | Boston | USA 2010

Abb. 3

Jan Kokol | "Gran Via Panels" | Barcelona | Spanien 2007

Abb. 4

Jan Kokol | "Time, Matter, Space" | Boston | USA 2011

Abb. 5

Jan Kokol | "Metallica" | Cambridge | USA 2011

Abb. 6

Jan Kokol | "Marco Polo Restaurant" | Barcelona | Spanien 2006

Abb. 7

Jan Kokol | "Pavillonbrücke" | Zaragoza | Spanien 2008

Abb. 8

Jan Kokol | "Korbgeflecht- Paneel Prototyp" | Barcelona | Spanien 2009

Abb. 9

Jan Kokol | "Robokline" | Cambridge | USA 2011

Abb. 10

Jan Kokol | "Nader Tehrani" | Cambridge | USA 2010

Abb. 11

Jan Kokol | "Killian Court, MIT" | Cambridge | USA 2010

Abb. 12

Jan Kokol | "Stari Vrh" | Škofja Loka | Slowenien 2011

### HINTERGRUND

Aus grundlegendem Interesse führte ich persönliche Interviews im Büro Miralles Tagliabue mit dem Projektleiter des spanischen Pavillons für die Expo in Shanghai 2010 Arch. Salvador Gilabert Sanz und mit dem Projektleiter der Hamburg Hafencity Arch. Karl Unglaub anbelangend Mass Customization, sowie Architektur. Ein anderes Interview wurde im Zusammenhang mit innovativen Produktionsprozessen mit Arch. Antonio Gallart, des Unternehmens OPERSIS, geführt. Dieser war in der Funktion des führenden Architekten für den Innenausbau des Guggenheim Museums in Bilbao, Spanien von Frank Owen Gehry und der Pavillonbrücke in Zaragoza, Spanien von Zaha Hadid, zuständig. Es wurde ein Interview mit dem Künstler Jordi Pallares, dem Cousin von Enric Miralles und dem Künstler Julio Barrionuevo geführt, wobei es um die Diskussion ging, wie ein einzigartiges Produkt in der Architektur und in der Kunst definiert wird. Die geführten Interviews sind alle in digitaler Form (Audio, Bild) vorhanden.

Am Massachusetts Institute of Technology wurden Professor Larry Sass, Professor Terry Knight, Professor Andrew Scott, Professor José Duarte und Professor Nader Tehrani interviewt. Es wurde ein Profil für jede einzelne Person erstellt und die Fragen, Bezug nehmend auf Mass Customization, sowie relevante Thematik, darauf abgestimmt.

An der Harvard, Graduate School of Design wurde zudem Professor Martin Bechthold interviewt, da er viel Wissen in den, für die Dissertation relevanten, Bereichen aufweist.

In Gosdorf wurde ein Interview mit Prof. Harald Kloft geführt, da er mich zum damaligen Zeitpunkt auch bei einem Kurs an der Technischen Universität in Graz, über Architektur und Technologie, unterrichtet hat. Dieses wurde des Weiteren in der Publikation GAM 06 veröffentlicht.

Im Photostudio in Graz wurde der Photograph Paul Ott in Bezug zu seinem Schaffen, sowie digitaler und analoger Photographie, interviewt.

### INTERVIEWS

Professor Harald Kloft | Office for Structural Design | Frankfurt am Main, Deutschland

Jordi Pallares | Künstler (Cousin von Enric Miralles) | Barcelona, Spanien

Julio Barrionuevo | Künstler | Barcelona, Spanien

Paul Ott | Photograph | Graz, Österreich

Architekt Antnio Gallart | Opersis | Barcelona, Spanien

Architekt Karl Unglaub | EMBT | Barcelona, Spanien

Architekt Salvador Gilabert | EMBT | Barcelona, Spanien

Professor Nader Tehrani | Massachusetts Institute of Technology | Cambridge, USA

Professor Terry Knight | Massachusetts Institute of Technology | Cambridge, USA

Professor Larry Sass | Massachusetts Institute of Technology | Cambridge, USA

Professor Andrew Scott | Massachusetts Institute of Technology | Cambridge, USA

Professor José Duarte | Massachusetts Institute of Technology | Cambridge, USA

Professor Martin Bechthold | Harvard, Graduate School of Design | Cambridge, USA



Abb. 12 | Der Dachboden in den slowenischen Bergen, welcher im letzten Monat für das Vollenden der Dissertation herangezogen wurde.





## 12.1 | ABKÜRZUNGEN

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| MC    | Mass Customization                 |
| MP    | Massenproduktion   Mass Production |
| ca.   | circa                              |
| d.h   | das heißt                          |
| S.    | Seite                              |
| u.a.  | unter anderem                      |
| usw.  | und so weiter                      |
| etc.  | et cetera                          |
| z.B.  | zum Beispiel                       |
| bzw.  | beziehungsweise                    |
| o. A. | ohne Angabe                        |



## 12.2 | FORMATE

### Buch

Autor | Titel | Jahr | Seite (optional)

### Zeitschrift

Zeitschrift | Ausgabe | Datum

### Internet

<http://www.link.link> | Datum | Zeit

### Zitat

Person | Datum | Zeit

### Interview

Person | Interviewer | Ort | Datum

### Mail

<http://www.mail.mail> | Datum | Zeit

### Bild

Abb. Nr. | Beschreibung



### 12.3 | ÜBERSETZUNGEN

Transkriptionen, sowie Zitate, wurden von mir nach bestem Wissen und Gewissen aus den Fremdsprachen Englisch und Spanisch übersetzt. Bei Zitaten wurde der Originaltext in ursprünglicher Sprache als Randnotiz angefügt.



## 12.4 | DANKSAGUNG

An diesem Punkt will ich meinen Eltern DI Marjan Kokol und DI Domina Kokol, sowie meinem Bruder Dr. Rok Kokol, seiner Verlobten Dr. Michaela Pötscher und der liebsten Nichte Sophie, für die Unterstützung während meiner Forschung vom ganzen Herzen danken. Ohne deren Unterstützung wäre die erfolgreiche Fertigstellung dieser Forschungsarbeit wohl nicht möglich gewesen. Ich entschuldige mich, dass ich so selten zu Hause war und immer in einem fremden Land nach neuen Abenteuern gesucht, sowie Nachforschung betrieben habe.

Ich bedanke mich bei meinem Hauptbetreuer Prof. Roger Riewe, für die ganzen spannenden Diskussionen und seinen Impuls, welcher mir den Weg für meine Forschungsarbeit aufzeigte. Oft entwickelten sich, anfangs für mich noch unklare Argumente, zu äußerst wichtigen Schlussfolgerungen für die Forschungsarbeit. Außerdem bedanke ich mich für seine Unterstützung bei meinen Forschungsaufenthalten im Ausland. Hoffentlich werden wir in Zukunft gemeinsam weitere fachspezifische Forschung betreiben.

Zusätzlich bedanke ich mich bei meinem Zweitbetreuer Prof. Harald Kloft für das geführte, sowie veröffentlichte Interview. Des Weiteren für seinen Kontakt mit Prof. Nader Tehrani, welcher mir bei der Applikation für meinen Forschungsaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology, MIT 2009- 2010 sehr behilflich war. Nicht zu vergessen auch der Kontakt mit Prof. Martin Bechthold, welcher für die Applikation für einen zweiten Forschungsaufenthalt an der Harvard, Graduate School of Design, GSD 2011 ebenso wichtig war.

Einen großen Dank an Prof. Nader Tehrani am Massachusetts Institute of Technology, MIT, da er mich zunehmend am MIT in den USA unterstützt, sowie betreut hat. Zudem danke ich ihm für die interessanten Diskussionen und das spannende Interview.

Großen Dank an Prof. Martin Bechthold an der Harvard, Graduate School of Design, welcher mich sehr herzlich in die „Design Robotics Group“ aufgenommen hat, wie mich auch bei meiner Forschungsarbeit, sowie diversen anderen Forschungsprojekten, betreut hat.

Ich danke Prof. Terry Knight, Prof. Larry Sass, Prof. Andrew Scott, Prof. José Duarte für ihre Zeit und das Interesse die Interviews führen zu wollen.

Ich danke Prof. Carlo Ratti und Assaf Biderman für die gebotene Möglichkeit am Massachusetts Institute of Technology, MIT für das SENSEable City Lab lehren zu dürfen.



Vielen Dank dem Prof. Wolfgang Heusgen für seine fortwährende Bereitschaft mir bei diversen Dokumenten behilflich zu sein.

Danke an Frau Helga Schweizer für die bürokratische Hilfe und Ihre Freundlichkeit.

Jordi Pallares und Julio Barrionuevo danke ich für das geführte Interview, sowie für die zahlreichen Diskussionen während der letzten Jahre und deren großzügige Unterstützung auf vielen Gebieten.

Danke, dem Architekten Antonio Gallart für die gebotene Möglichkeit, an der Pavillonbrücke von Zaha Hadid mitarbeiten zu können, sowie für das interessante Interview.

Ich danke dem Architekten Karl Unglaub für die Zeit, welche er sich für das Interview genommen hat. Es war eine äußerst amüsante Erfahrung beiderseits.

Der Architekt Salvador Gilabert nahm sich ebenso Zeit, gerade in einer stressigen Planungsphase, für das geführte Interview und dafür bin ich ihm sehr dankbar.

Ich bedanke mich bei der Familie Brotons Mata, da sie mir zu jeder Zeit Unterstützung, sowie Rat geboten hat.

Zu guter letzt danke ich noch all meinen Freunden, welche mich direkt oder indirekt, bei meiner Forschung unterstützt und viel Geduld bewiesen haben. Wir sehen uns auf Facebook.

Vielen Dank.

Graz, 06.03.2012

**DI Jan Kokol**







