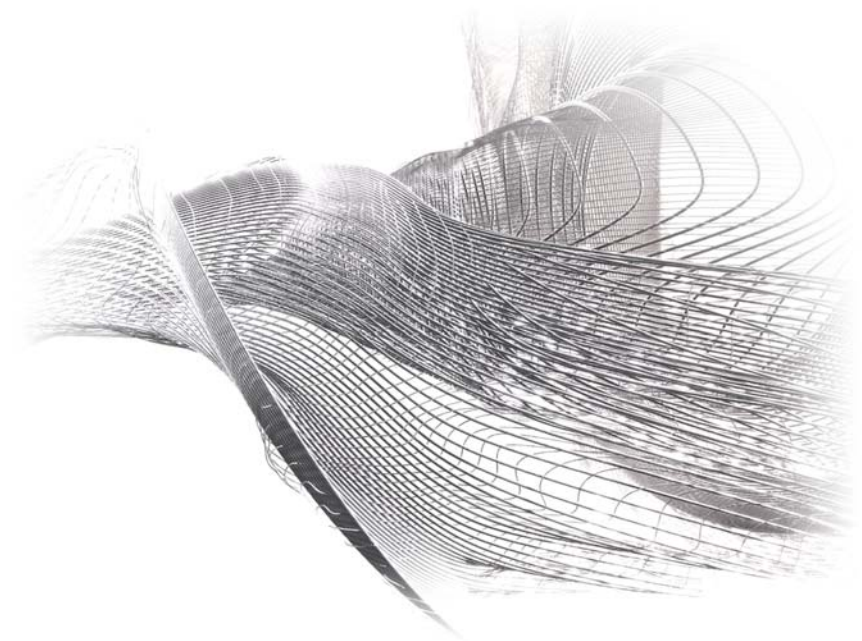


“Augmented Daydreaming: Emergenz¹ im digitalrealen² Entwurfsprozess“



Keywords:

digital design processing, digital tooling, computational creativity, complexity theory, augmented reality, hybrid design environments, rapid prototyping;

¹ Als metaphorische Systemkonstruktion wird dieses Synonym der Thermodynamik entlehnt und in der Architekturtheorie seit den 1990er Jahren verwendet (siehe hierzu z.B.: Arch+ 120, Die Architektur des Ereignisses, 1993). Emergenz (von lateinisch emergere: auftauchen, hervorkommen, sich zeigen) ist ein im Bereich der Systemtheorie populär gewordener Begriff, der das "Erscheinen" von Phänomenen auf der Makroebene eines Systems meint, die erst durch das Zusammenwirken der Subsysteme, das sind die Systemelemente auf der Mikroebene, zustande kommen. Im architektonisch-kreativen Sinn beziehe ich den Begriff der Emergenz auf die intuitive und generative Steuerung des Entwurfsprozesses selbst und die damit hervorkommenden „Modellbildungen“.

² Das Oxymoron „digitalreal“ wurde folgendem Buch entlehnt: „Digital Real, Blobmeister: Erste gebaute Projekte.“ Hg. v. / Ed. by P. Cachola Schmal. Essays v. / Essays by H. Kloft, M. Novak, A. Ruby et al. Obwohl sich diese Buch auf die ersten materiellen Manifestierungen von „digital entworfenen Architekturen“ bezieht, verwende ich diesen Begriff in seiner polymedialen, prozessualen und integralen Bedeutung innerhalb architektonisch kreativer Entwurfsprozesse mit digitalen und analogen Medien.

Outline (vom 15. Sept. 2006)

Definition und Zielsetzung: Die komplexen Prozesse des Entwerfens erfordern nach Arthur Köstlers Zitat aus seinem Buch „The Act of Creation“ (1964) zumindest zwei komplementäre Aspekte, wie folgt: *„das kritische Denken als Ordnung und die Tagträumerei als Entropie“*³. Köstlers Zitat kann auf unterschiedlichen Ebenen mit den Anleihen der postmodernen nichtlinearen Komplexitätswissenschaften in der Architekturtheorie und der grundsätzlichen Kreativitätstheorie des 20. Jh. in Verbindung gebracht werden. Einer der brisantesten Erkenntnisse der allgemeinen Komplexitätstheorie lautet, dass sich die Natur selbst an den Rand treibt, bis an die Grenze zwischen Ordnung und Chaos, dort entstehe Komplexität im Gegensatz zur Kompliziertheit; und nach Charles Jencks besteht der Schlüssel zu einem einzigartigen Architekturentwurf darin, *„negative wie auch positive Überraschungen gleichwertig zu nutzen“*⁴. Die philosophische Frage hierbei lautet, ob Architekten die Emergenz vorherbestimmen können? Als Vorläufer dieser dipolaren philosophischen Auseinandersetzung mit dem Zeitgeist der Wissenschaften kann man auch die vorhergehende Auseinandersetzung zwischen den Architekturtheoretikern Peter Eisenman und Christopher Alexander heranziehen, die bereits 1982 an der GSD in Harvard stattgefunden hat. Peter Eisenman verwendet eine Virus-Metapher und beschreibt eine willentliche Störung der Ordnung im Gegensatz zur angestrebten Harmonie der Ordnung, die von Christopher Alexander vehement gefordert wird⁵. Der Architekturentwurf als kreative Kulturtechnik sollte eine unvorhersehbare Emergenz aufweisen können und nicht a priori als Gesamtheit voraussagbar, bestimmbar bzw. lenkbar sein. Nach Arthur Köstler hat der eigentliche Akt der Entdeckung sowohl einen destruktiven als auch einen konstruktiven Blickwinkel. Damit eine neuartige Synthese denkbar wird, müssen die starren Anordnungen gedanklicher Organisationen mit Absicht aufgebrochen werden. Dieser Polarität von Logik und Intuition begegnen wir im Bereich allen künstlerischen bzw. ästhetischen Schaffens. Innerhalb der selbstreferenzierenden Architekturtheoriendebatte führte bis dato eine poetisch-metaphorische Bedienung dieser „wissenschaftlichen Anleihen“ fast ausschließlich zu einer reanimierten Ästhetik bzw. Formensprache innerhalb der Architekturdarstellung bzw. Architekturproduktion: *“...solche Formensprachen sind weit einheitlicher und selbstähnlicher und vor allem sollen sie ihre Umgebung nicht dekonstruieren.“*⁶ Die Strukturen der Entwurfsprozesse an sich, der Ursprung eines jeden Architekturprojektes, wurde mit Ausnahme von einigen wenigen Ansätzen in der Architekturtheorie und Architekturpraxis nur selten mittels „wissenschaftlichen Techniken“ neu interpretiert oder als Systemkonstruktion untersucht.

Hinsichtlich Arthur köstlers Kreativitätstheorie und seinem „Bisoziations- Theorem“ weise ich in meiner Dissertation auf, daß kreatives Umgehen mit polyvalenten,

³ Arthur Köstler, „**The Act of Creation**“, dt.: „Der göttliche Funke“, 1964, Verlag Hutchinson; Koestlers Überlegungen haben in der Kreativitätsforschung zu unmittelbaren Anwendungsvorschlägen geführt. Bisoziation wird dabei zu einer Methode, die bewußte Begriffe und Dinge miteinander in Verbindung bringt, die nach dem üblichen, routinierten Denken nicht zusammen gehören. Bisoziation bezeichnet den kreativen Vorgang der Verknüpfung von Begriffen, Bildern oder Vorstellungen aus unterschiedlichen begrifflichen Bezugsrahmen. Der Begriff wurde von Arthur Koestler in Anlehnung an das Wort "Assoziation" eingeführt (Der Mensch, Irläufer der Natur, 1978) und gilt heute als ein Grundbegriff in der Kreativitäts - sowie in der Humorforschung. Als kreativer Grundbegriff beschreibt Bisoziation das Durchbrechen geistiger Routinen. Während die Assoziation gedankliche Verknüpfungen auf einer Ebene bezeichnet, geht die Bisoziation darüber hinaus, indem sie Begriffe aus zwei einander üblicherweise nicht zugeordneten Ebenen miteinander verbindet. Die meisten bahnbrechenden wissenschaftlichen Entdeckungen basieren nach Köstler auf Bisoziation.

⁴ Charles Jencks, **“The Architecture of the Jumping Universe”**, 1995, Academy Editions ; Übersetzung ins Deutsch.: „Die Architektur des springenden Universums“, Arch+ 141, April 1998;

⁵ **“Harmony in Architecture”**, Peter Eisenman und Christopher Alexander gaben sich 1982 an der GSD in Harvard einem Streitgespräch hin, welches damals schon die fundamentalen Auffassungsunterschiede bezüglich der Interpretation der nichtlinearen Wissenschaftsansätze deutlich formulierte; das verwissenschaftlichte aber intuitive Experiment auf der einen Seite (P. Eisenman) und die strenge systemorientierte Logik der Ordnungen auf der anderen (C. Alexander);

⁶ siehe Fußnote 4, Charles Jencks; Innerhalb der Architekturkritik werden in Bezug auf die „metaphorische Bedienung“ der Wissenschaften als Toolbox für die Architektur immer wieder die Parallelen zu den 1920er und 1960er Jahren gezogen und als immer wiederkehrende „Neogotik“ oder „Neobarock“ bezeichnet. Anthony Vidler machte in der letzten ANY Konferenz (2001) auf das prinzipielle Fehlen der „Architektur“ in der „Natur-Architektur-Bauwerk-Kette“ aufmerksam und definiert somit seine Kritik an den populären „Computer-Architekturen“. Anthony Vidler, **„From Anything to Biothing“** in ANYTHING, Anyone Corporation, MIT, 2001;

unorthodoxen und multimedialen Prozeßanordnungen innerhalb des architektonischen Entwurfes die Intuition und die Konzeption während des sogenannten „Design-Processing“⁷ verschärft und potenziert; dabei entfaltet sich zusätzlich eine neue poetische Dimension, die Antoine Picon als „*The Poetics of Computation*“ nennt⁸. Mehrdimensionale Kontexte werden exakter lesbar, denkbar und kombinierbar gemacht; der Entwurf an sich wird folglich komplexer und vielschichtiger. Als metaphorischen Träger meiner These ziehe ich den Tagtraum und dessen Analogien heran. „*Der Tagtraum ist ein Traum im Wachzustand, er ist ein durch innere oder äußere Reize unwillkürlich angeregter, nichtintentional gesteuerter Gedankenstrom, der in bildhaften Vorstellungen und inneren Monologen eine alternative Realität konstruiert*“⁹. Ein Klartraum, oder auch luzider (von lat. lux „Licht“) Traum genannt, ist ein Traum in dem der Träumer sich bewusst ist, dass er träumt. Die Theorie des luziden Träumens geht davon aus, dass dies ebenso erlernbar ist, wie die Fähigkeit, Traum Inhalte gemäß eigener Vorstellungen zu steuern. Die unbegrenzten Gestaltungsmöglichkeiten der Tagtraumumgebung eröffnen dem Träumer viele ungeahnte Optionen. Ausgehend von der Annahme, dass alle Bestandteile eines Traums und damit auch die eines Tagtraums Bewußtseinsbestandteile sind, kann ein Träumer in dialogischer Form mit sich selbst in Kontakt treten. Durch die klare Wahrnehmung des Träumens wird eine Art von „Metaposition“ des Akteurs geschaffen. Exakt dieses entfaltbare Potential einer Metaposition will ich um das „digitale Feld“ augmentieren¹⁰ um verborgene Dinge innerhalb der Entwurfsprozesse freizulegen.

Die Begrifflichkeit der Augmentierung wurde mit den aufkommenden erstmals nutzbaren Computer-Interfaces geprägt. Augmented Reality (AR) ermöglicht dem User im Gegensatz zur Virtual Reality-Technologie neben der Wahrnehmung von virtuellen Strukturen auch die konstante Wahrnehmung seiner physischen Umgebung. Er hat neben der Innen (Endo)-Perspektive innerhalb des Computers eine Außen (Exo)-Perspektive auf die konstruierten Welten, d.h. es entsteht eine sogenannte "Mixed Reality", eine Überlagerung von Realitäten. Sie fügt die vom Computer generierten virtuellen Objekte mit der physischen Wirklichkeit exakt zusammen und steigert so die Wahrnehmungsfähigkeit des Users¹¹. AR führt dabei nicht nur zu neuen Konzepten von Raum, Architektur und Stadt, sondern generiert im Zuge dessen ein neues Reich der Sichtbarkeit, genannt: „Augmented Spaces“¹². Die um die „digitale Landschaft“ erweiterte Tagträumerei – die Verbindung von logischen Ordnungsprinzipien bzw. Systemkonstrukten mit holistisch „entropischen“ Eigenschaften - bildet das, was ich mit der kreativen Emergenz von Komplexitäten im digitalrealen Entwurfsprozeß beschreibe. Die digitalreal gelenkte Intuition in Verbindung mit einer experimentellen und reflexiven Entwurfs-Praxis bzw. -Forschung konstruiert meine These von „augmented daydreaming“ als unendlich kreatives Wahrnehmungslabor. Dieses Theorem ist der Kernpunkt meiner wissenschaftlichen Betrachtung über die Entwurfsprozesse innerhalb der Architekturproduktion.

⁷ „Design-Processing“ ist ein Begriff aus den technischen Wissenschaften der das Werden einer Modellbildung in seiner Gesamtheit beschreibt.

⁸ Antoine Picon, „Digital Architecture and the Poetics of Computation“, in: Focus, Katalog zur 9. Architekturbiennale in Venedig Metamorph, 2004; „Until now, however, this debate for or against digital architecture has essentially focused on forms, on the value to be attributed to the 'blobs' and other 'folds' that one finds associated with signatures as different as Greg Lynn, UN Studio and Foreign Office...Leaving this sort of questioning aside, what we would like to examine here is another dimension of computer-generated architecture – that is, the complex relationship established with the intermediary of the machine, between the architectural project and computation. It is truly a new poetics of computation which we are seeing emerge in the field of architecture.“ (S=59).

⁹ Tagtraum, Klartraum nach <http://www.wikipedia.org>;

¹⁰ Augmentation, die; -,-en 1. Vermehrung, Zusatz, Erweiterung 2. MUSIK Verlängerung einer Note durch besondere Notierungsarten, ↔ Diminution;

¹¹ Augmented Reality (AR) und Augmented Virtuality sind Teile der Mixed Reality (Paul Milgram).

¹² „Augmented Spaces“, eine neue Art von Raum, der physischen, informatorischen und mentalen Raum verbindet. Ein Begriff, der von Lev Manovich geprägt wurde, www.manovich.net;

Kreativität und Konvergenz: Der architektonische Entwurfsprozess ist ein diffuser kreativer Prozess, der sich dynamisch und reflexiv auf mannigfaltige Kontexte beziehen muss. Kreativität und kreatives Arbeiten ist allgemein ein Ausdruck für die Fähigkeit zu gestalterischem Denken und Handeln, die über herkömmliche vorgegebene Möglichkeiten zur Ausformung von Dingen oder Entwicklungen, beziehungsweise zur Lösung von Problemen, hinausgeht. Insbesondere wird der Begriff Kreativität als Bezeichnung für die Ursache persönlicher geistiger Kreationen von Künstlern verwendet. Durch die Vielzahl der unterschiedlichen Definitionen ist der Begriff der Kreativität unscharf und es ist daher schwer eine allgemeingültige bzw. wissenschaftliche Definition über diesen Begriff zu abzuleiten. Hier soll er als Arbeitsbegriff verstanden werden. Das, was als kreativ bezeichnet wird, ist stark kulturabhängig und somit in jeder Gesellschaft und zu jeder Zeit etwas anderes. Auf wissenschaftlicher Ebene wird der Begriff der Kreativität durch den Begriff der Konvergenz ersetzt, da er die unstrukturierten und vielfältigen Fähigkeiten eines Individuums scharf gegen logische und erlernte Maßnahmen abgrenzt: *„Eine Untersuchung von Sprecher (1964) hatte u. a. die Fragestellung aufgeworfen, ob sich der Begriff „Effektivität“ von „Kreativität“ unterscheiden lasse. Dazu ließ er Ingenieure ihre Kollegen nicht nur nach ihrer Kreativität, sondern auch nach ihrer Effektivität einschätzen. Dabei ergab sich, dass, wer als kreativ beurteilt wird, auch als effektiv beurteilt wird - obwohl von den Versuchspersonen für Kreativität und Effektivität verschiedene Voraussetzungen angegeben wurden. Eine hohe Übereinstimmung der Begriffe „Produktivität“ und „Kreativität“ als Urteil konnte D.W. Taylor (1958) zeigen. Er hatte außer einer Kreativitätsskala auch noch eine Produktivitätsskala konstruiert und erhielt gute Korrelationen zwischen den beiden Bewertungsskalen. In der Kunst hingegen ist ein solches Verhältnis nicht gegeben.“*¹³ Kreativität und Genialität wiederum stehen in ihrer alltäglichen Bedeutung in einem festen Zusammenhang und werden auch mit dem Begriff der Intelligenz assoziiert. Ebenso werden Erfinden und Entdecken synonym mit dem Begriff Kreativität gebraucht. Erfinden bedeutet, dass etwas vorher noch nicht Dagewesenes erdacht wird, während Entdecken bedeutet, dass etwas vorher schon Dagewesenes aber Unbekanntes gefunden wird. Erfinden und Entdecken sind also Teilaspekte des kreativen Denkens. Ebenso sind Offenheit, also die aufnehmende Haltung der Umwelt gegenüber, Produktivität und Gedankenflüssigkeit zwei eher quantitative Aspekte, Flexibilität, die Fähigkeit gedanklich umstrukturieren zu können und Spontaneität Faktoren der Kreativität.

Eine Unterscheidung zwischen wissenschaftlicher und künstlerischer Kreativität wurde zwar oft vorgenommen, ist aber zur Definition des Begriffs wenig hilfreich. Künstlerische Kreativität wird dort als phantasievolles, nicht realitätsbezogenes und nicht zweckgerichtetes Denken verstanden. Diese Merkmale können allerdings auch beim wissenschaftlichen kreativen Denken festgestellt werden¹⁴. Das künstlerische Denken ist freier und ungebundener, da es sich auf andere Kategorien als das wissenschaftliche bezieht, so bleibt die Wissenschaft im Gegensatz zur Kunst oberflächlich betrachtet ausschließlich dem rationalen Denken verhaftet.

Bezieht sich der Begriff Kreativität auf das Herstellen von Produkten, müssen die wertenden Kriterien: neu, nützlich, befriedigend, wertvoll und angemessen, erfüllt sein. Diese Beschreibungen sind allerdings wenig nützlich, da sie selbst wiederum einer Definition bedürfen. Die Definition von „Kreativität“ oder „kreatives Arbeiten“ ist durch die unzähligen Verknüpfungen dieses Begriffes wissenschaftlich nicht möglich.

¹³ Wiki-Wortwolke, Assoziatives Web 2006, „Kreativität“, <http://www.wortwolken.de>; Dieser Artikel basiert auf dem Artikel "Kreativität" aus der freien Enzyklopädie Wikipedia und steht unter der GNU Lizenz;

¹⁴ auch das wissenschaftliche Arbeiten verläuft in nicht immer genau definierten kreativen Bahnen und wird als „wissenschaftliche Kreativität“ bezeichnet;

In der Kreativitätstheorie werden für die inhaltlichen Charakteristika der Zuschreibung „kreativ“ die Kriterien „neu“ und „angemessen“ angegeben. Das Kriterium der Angemessenheit ist deshalb notwendig, um zwischen Produktivität und Kreativität unterscheiden zu können. Nach Maria Kronfeldner beziehe sich die Kreativität nicht auf eine dauerhafte Fähigkeit einer Person und auch nicht allein auf Prozesse, sondern auf einen speziellen Akt und auf das hervortretende Produkt¹⁵. In Zusammenhang mit den Produktkriterien „neu“ und „angemessen“ steht auch die weitere Aufteilung in zwei Aspekte der Kreativität: *„Zu Kreativität gehört sowohl ein generierender als auch ein rezeptivreflektierender Aspekt“*, so Kronfeldner. Die allgemeine Kreativitätstheorie ist aus den Schwierigkeiten psychologischer Forschungen hervorgegangen, mentale Prozesse umfassend operationalisierbar zu machen. Solange die Forschung lediglich "konvergente Denkopoperationen" mißt, die die Urteilsfähigkeit und die Quantität des Wissens umfassen, blieben "divergente Denkprozesse", die z. B. spontane Einfälle, unkonventionelle Gedankenverknüpfungen und ungewöhnliche Assoziationen bezeichnen, in der wissenschaftlichen Auswertung unberücksichtigt. Die Bedeutung spontaner und unkonventioneller Denkprozesse wurde erstmals 1957 durch die Thesen von J. P. Guilford im Kontext der Diskussion über die Reformierung des amerikanischen Erziehungswesens hervorgehoben¹⁶. Die aus diesem Zusammenhang hervorgegangenen Veränderungen wirkten auch in den geistes-, kultur- und humanwissenschaftlichen Disziplinen im europäischen Raum, insbesondere bei der Reform des Bildungswesens, fort. Demnach setzt die Berücksichtigung und Förderung von "Kreativität" ungenutzte geistige Ressourcen frei, deren Bedeutung im Rahmen von wissenschaftlichen Konventionen und kulturellen Bedeutungsmustern verloren zu gehen drohten.

Zur Etymologie des Wortes kann gesagt werden, daß es seinen Ursprung im lateinischen ‚creare‘ hat, was zeugen, gebären, schaffen und erschaffen heißt. Wenn man hingegen den angloamerikanischen Begriff "creativity" ins Deutsche überträgt, kommt man zu Formulierungen wie "schöpferische Fähigkeit", "schöpferisches Denken", "schöpfen" usw. Diese Begriffe haben jedoch durch ihre religiöse Verbindung eine andere Bedeutung als ihr Gegenstück "creativity". Daher wird in dieser Arbeit das Wort "Kreativität" in Anlehnung an den amerikanischen Begriff gebraucht. Paul J. Guilford versteht unter Kreativität ein Verhaltensmuster, das die folgenden Faktoren enthält: Sensitivität für Probleme, Einfühlung, Flüssigkeit, neuartige Ideen, geistige Flexibilität (müheloses Wechseln eines Bezugssystems), synthetische Fähigkeiten, analytische Fähigkeiten, Umorganisations- bzw. Neudefinierungsvermögen, Komplexität der begrifflichen und symbolischen Struktur, die man zu beherrschen vermag, Motivationsfaktoren und Einstellungen. Die verschiedenen Aspekte der Kreativität (z.B. intellektuell, sozial, emotional) haben ihre Kontinuität im Gegensatz zu Kronfelds Definition nicht im Produkt, für das man nur jeweils angeben kann, dass es für eine Person, eine Gruppe oder eine Kultur neu und "wertvoll" ist, sondern allein im kreativen Prozeß. Immer mehr Forscher wagen zu behaupten, daß allen kreativen Prozessen, *"ob es sich dabei um eine symphonische Komposition, eine lyrische Dichtung, die Erfindung und Entwicklung eines neuen Flugzeugs, einer neuen Verkaufstechnik, ein neues Medikament oder ein neues Rezept für eine Suppe handelt, eine gemeinsame Fähigkeit zu Grunde*

¹⁵ Maria Elisabeth Kronfeldner, *„Der Kreativität des Denkens auf der Spur“*, Bericht über eine Spurensuche anlässlich der Verleihung des 2. Preises des Altdorfer Leibniz-Preises 2002, <http://www.uni-Regensburg.de>;

¹⁶ Ulrich A. Müller, *CD-ROM der Pädagogik*, Ausgabe 1996, Schneider-Verlag, Deutschland; 1949 wird Joy Paul Guilford Präsident der APA (American Psychological Association), der wichtigsten psychologischen Organisation in den USA. Guilfords besonderes Verdienst in dieser Zeit liegt darin, die lang vernachlässigte Kreativität des Menschen wieder in den Blickpunkt psychologischer Forschung zu rücken und so entscheidende Impulse für die Kreativitätsforschung zu geben. 1967 veröffentlicht Guilford seine Theorie „Structure of Intellect“, die sich radikal gegen jegliche Hierarchie in der Strukturierung der Intelligenz stellt und vielmehr die Intelligenz als eine Zusammensetzung verschiedener „Cluster“, die sich je aus drei Faktoren ergeben, ansieht.

liegt, nämlich: die Fähigkeit, Beziehungen zwischen vorher unbezogenen Erfahrungen zu finden...¹⁷. Im nächsten Kapitel werden wir sehen, dass Arthur Köstler diese Verknüpfungstheoreme zum Kernpunkt seiner Überlegungen machte. Eine einfache Unterscheidung der verschiedenen Bedeutungen von Kreativität in "künstlerische" und "wissenschaftliche" Kreativität ist möglich, aber zur genaueren Definition nicht brauchbar. Auch "Originalität" wird heute oft noch synonym mit Kreativität gebraucht. Originell sein bedeutet u. a. etwas Neues schaffen - und "neu" ist das am häufigsten genannte Kriterium für Kreativität. "Erfinden" und "entdecken" werden ebenfalls untereinander und mit dem Wort "Kreativität" synonym gebraucht. Eine der ersten Erklärungen des Ablaufs kreativer Prozesse stammt von dem französischen Mathematiker Poincaré. Er analysierte mathematische Ableitungen und stellte fest, daß nicht der einzelne Schritt entscheidend für das Verständnis eines Beweises ist, sondern die Gesamtstruktur. Die offene Frage für ihn war, wie können solche Gesamtmuster erzeugt und erfaßt werden? Auf der Basis der Darstellungen Poincarés formulierte Wallas 1926 eine Analyse des kreativen Denkens und schlägt eine vierstufige Methode vor.¹⁸ Folgende vier Phasen können im kreativen Prozeß im Allgemeinen unterschieden werden, wobei die Unterscheidungen nicht bedeuten, daß die Phasen auch streng in zeitlicher Reihenfolge aufeinander folgen¹⁹:

1. Präparation, die Phase des konzentrierten Arbeitens und Datensammelns;
2. Inkubation, als Phase der Erholung und des unbewußten Verarbeitens, während das Bewußtsein mit anderen Dingen beschäftigt ist;
3. Illumination, als der Moment der Einsicht; und schlussendlich
4. Verifikation, die Überprüfung der Ergebnisse.

Der eigentliche „Mechanismus der Kreativität“ bleibt bei diesem oder ähnlichen Modellen aber vollkommen ungeklärt, der „schöpferische Akt“ wird lediglich als Erleuchtung, als „Aha-“ oder „Heureka-Erlebnis“ beschrieben.²⁰

Solche und ähnliche Abfolgstrukturen innerhalb eines kreativen Prozesses lassen sich in vielen Bereichen der Philosophie und Psychologie innerhalb der Kreativitätsforschung ablesen.²¹ Wie weiter unten beschrieben, hat Arthur Koestler den schöpferischen Akt als „Bisoziation“ (~binary association) von zwei oder mehr Gedankenmatrizen definiert, d.h. das in Beziehung setzen zweier Bezugsrahmen, die vorher nicht miteinander verbunden waren²². Im kreativen Prozeß kommt es zu einer Fusion von Gegensätzen. Das Syntheseprodukt ist mehr als die Summe seiner Teile, es vollzieht den Sprung auf eine neue Qualitätsstufe, es erzeugt Emergenz. Einen weiterreichenden Erklärungsversuch für die Vorgehensweise des menschlichen Geistes bei der Lösung von Problemen beschreibt Edward de Bono mit seiner Gegenüberstellung von vertikalem und lateralem Denken²³. Während das vertikale Denken ständig Informationen optimiert und analysiert um sie in ein bestimmtes rationales Modell einzupassen, versucht das laterale Denken simultan die Zusammenfügung neuer Muster. Beim vertikalen Denken sind Klassen, Kategorien und Symbole fix, das Denken steht unter der Kontrolle eines dominanten Bezugsrahmens. Das laterale Denken dagegen versucht, unabhängig von bisherigen

¹⁷ Landau, E.: „**Psychologie der Kreativität**“, München 1969, S. 10 aus: Begriff und Messung der Kreativität, Institut für Philosophie und Gruppendynamik, Universität Klagenfurt;

¹⁸ Partridge, D.; Rowe, J. (1994), „**Computers and Creativity**“. London: Intellect Books, in: „Computer und Kreativität“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001;

¹⁹ aus: „**Begriff und Messung der Kreativität**“, Universität Klagenfurt, Institut für Philosophie und Gruppendynamik, 2006; http://www.uni-klu.ac.at/ipg/alt/mythos/sub/kreativ/kreativ_II.html

²⁰ Csikszentmihalyi, M. **Kreativität**. Stuttgart: Clett-Kotta;

²¹ Torrence, Guilford, McKinnon, Dorsch, etc. aus: „**Creativity, Flow and the Psychology of Discovery and Invention**“, Happer Collins, New York, 1996;

²² siehe Fußnote 3;

²³ de Bono, E. (1970): **Lateral Thinking: Creativity Step by Step**. New York: Harper & Row, in: **Mensch & Computer**, Georg Trogmann, 2001;

Erfolgen weitere alternative Bezugsrahmen zu entfalten. Die „Inspirationalisten“²⁴ betrachten Kreativität als ureigene menschliche Fähigkeit. Die These, die hinter den Ansätzen von de Bono, Michalko, Shneidermann u. a. steht ist aber die, dass Kreativität durchaus lehr- und lernbar ist (z.B. durch Brainstorming, freie Assoziation, usw.). *„Allerdings wird meistens übersehen, daß diese Verfahren die spontaneistische bzw. intuitionsgeleitete Auffassung von Kreativität nicht ersetzen, sondern radikal vertiefen (wollen), insofern als formalisierbare Aspekte der Kreativität an die Routine bzw. an die Maschine abgegeben werden können und das kreative Subjekt für genuinere Kreativitätsleistungen befreit wird.“*²⁵, so Georg Trogmann. Was man hier nebenbei nicht übersehen sollte, ist die Tatsache, daß Kreativität auch als ein soziales Produkt des jeweiligen Kontext zu sehen ist; Kreativität wird als eingebettet zu sehen in eine praktizierende Gemeinschaft, in der spezielle Konventionen entstehen. Der Einzelne gilt als abhängig von den Prozessen, die sowohl Anerkennung als auch Ablehnung generieren können; Kunst (~Kreativität) kann, wie wir später noch sehen werden, nach Peter Weibel auch als soziale Konstruktion interpretiert werden. In meinen Betrachtungen über prozessuales Entwerfen mit analogen und digitalen Medien werde ich das Kreative hauptsächlich in der oben erwähnten Emergenz lokalisieren, die sich aus der Intuition selbst entfaltet. Für meine weiteren Überlegungen habe ich Arthur Köstlers Theoreme herangezogen, die ich nun im nächsten Kapitel behandeln werde.

²⁴ Shneiderman, B. (2000): **Creating Creativity: User Interfaces for Supporting Innovation**. In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 7, March 2000;

²⁵ „Computer und Kreativität“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 3 Kreativität als spontane Inspiration;

Arthur Köstlers „The Act of Creation“²⁶: Der kreative Akt in Kunst und Wissenschaft. Arthur Köstlers Formulierungen über Kreativität entwerfen eine Theorie des schöpferischen Aktes – der bewußten und unbewußten Prozesse, die jeder wissenschaftlichen Entdeckung, jeder künstlerischen Originalität und jedem komischen Einfall zugrunde liegen. Er versucht einerseits nachzuweisen, daß allen schöpferischen Aktivitäten eine gemeinsame Grundstruktur zu Grunde liegt, und andererseits diese Struktur als solche zu beschreiben: „*Ich habe mich darum bemüht, den Prozeß der wissenschaftlichen Entdeckungen und der Entstehung eines Kunstwerkes – kurz, das Wesen des schöpferische Prozesses – aufzuhellen. Denn, ob Wissenschaftler oder Künstler – die Mechanismen sind die gleichen. Alle großen Erfindungen, alle großen Werke sind das Resultat einer Befreiung von den Routinen des Denkens und Tuns.*“²⁷ so Köstler. Im Klappentext des Buches sind weitere Anmerkungen des Verlages zu lesen: „*Immer stellt eine schöpferische Arbeit – also eine Leistung, die etwas Erstmaliges und Einzigartiges ergibt – eine Verdichtung des Rationalen und Emotionalen dar. Als Schriftsteller, politischer Psychologe und Naturwissenschaftler besitzt Arthur Köstler aus eigener Erfahrung große Kenntnisse künstlerischer wie naturwissenschaftlicher Arbeitsvorgänge. Er gehört zu den wenigen Menschen, die in unserer Zeit ästhetische und zugleich wissenschaftliche Probleme überschauen und beurteilen können... Sein monumentales Buch (Tagesspiegel) ist ein Vorstoß in die unerforschten Randgebiete der menschlichen Existenz und führt zur grundlegenden Feststellungen, die in ihrer Breite und Tiefe bisher nicht vorlagen. Köstlers Erkenntnisse werden nicht nur die wissenschaftliche Diskussion anregen, sondern auch allen künstlerischen oder wissenschaftlich interessierten Menschen helfen, den Begriff des „Schöpferischen“ – für viele bisher der Inbegriff irrationaler Phänomene – zu klären.*“²⁸

Wie wir später sehen werden, besitzt Arthur Köstlers Buch für meine Dissertation als Analogiebasis eine große Relevanz. Ich werde mich in einigen Bereichen meiner Theorien- und Thesen-Entfaltung des Öfteren auf die deutsche Ausgabe dieses Werkes von 1966 beziehen. Köstler hat dieses Buch in drei Abschnitte unterteilt, die ich im Anschluß kurz paraphrasieren bzw. interpretieren werde:

1. Abschnitt / „The Act of Creation“: Die komische Situation, Die Logik des Lachens. Köstlers Triptychon Humor, Wissenschaft und Kunst sind drei Bereiche des Schöpferischen, die ohne scharfe Abgrenzung ineinander übergehen. Die logische Struktur des schöpferischen Prozesses ist in allen drei Fällen die gleiche: sie besteht in der Entdeckung verborgener Ähnlichkeiten²⁹. Das Prinzip, das einer komischen Situation zugrunde liegt, ist das Erfassen einer Situation oder Idee L in zwei in sich geschlossene, aber gewöhnlich nicht miteinander zu vereinbarenden Bezugssystemen M1 und M2. Das Ergebnis L, in dem sich die beiden Systeme treffen, wird gleichzeitig auf zwei verschiedenen Wellenlängen zum Schwingen gebracht. Solange dieser gewöhnliche Zustand andauert, ist L nicht nur mit Assoziationssystem verbunden, sondern mit zweien „bisoziiert“. Köstler hat den Ausdruck „Bisoziation“ geprägt, um eine Unterscheidung zwischen dem routinemäßigen Denken, das sich sozusagen auf einer einzigen Ebene vollzieht, und dem kreativen Akt zu treffen, der sich immer auf mehr als einer Ebene abspielt: „(der

²⁶ siehe Fußnote 3;

²⁷ siehe Fußnote 3, Text Backcover auf der dt. Ausgabe;

²⁸ siehe Fußnote 3, Klappentext, dt. Ausgabe;

²⁹ Nach Köstler bestehe der Unterschied lediglich darin, daß sich das emotionale Klima der jeweiligen Situation unterscheidet (Aggressivität bei Humor, Neutralität bei Wissenschaft und Mitgefühl bzw. Miterleben bei Kunst). In Köstlers Buch befindet sich auf der ersten Seite eine grafische Tafel, die alle drei Bereiche gegenübergestellt bzw. in Verbindung bringt. Folgt man der abfallenden Kurve, so nimmt die Dimension der objektiven Beweisbarkeit von links nach rechts ständig ab, während die intuitive oder ästhetische Dimension zunimmt. Eine ähnliche Kurve verläuft von der Bautechnik über die Architektur zu den hybriden Formen des Kunstgewerbes und schließlich zu den darstellenden Künsten. Es gibt keine Brüche, keine Grenzen an denen das Reich der Wissenschaften endet und das der Kunst beginnt.

...ein doppelsinniger Übergangszustand eines labilen Gleichgewichts, bei dem die Balance des Affektes wie die des Denkens gestört wird“.³⁰

Bei der Routine disziplinierten und logischen Denkens tritt jeweils immer nur ein System bzw. eine Matrix in Aktion, während das „sich Treiben Lassen“ von einem System charakteristisch für den Traum und ihm verwandten Zustände ist: *„Es gibt zwei Möglichkeiten, der mehr oder weniger automatisierten Routine unseres Denkens und Verhaltens zu entkommen. Die erste besteht ganz einfach darin, in Träumen oder traumähnlichen Zuständen unterzutauchen, in denen die Regeln rationalen Verhaltens aufgehoben sind. Die andere Möglichkeit ist ebenfalls eine Flucht – vor unlösbaren Problemen oder Langeweile – aber eine Flucht in entgegengesetzter Richtung: sie kündigt sich durch das plötzliche Aufblitzen einer Erkenntnis an, die eine an sich vertraute Situation oder Begebenheit in einem neuen Licht zeigt und eine neue Einstellung zu ihr hervor ruft. Der bisoziative Prozeß verbindet bisher unverbundene Erfahrungssysteme.“³¹*

Wenn zwei voneinander unabhängige Wahrnehmungs- oder Denksysteme aufeinander treffen, so ist nach Köstler das Resultat entweder ein Zusammenstoß, der im Lachen endet, eine Verschmelzung zu einer geistigen Synthese oder eine Gegenüberstellung in einem ästhetischen Erlebnis. Alle Bisoziationen sind dreiwertig – das heißt, das gleiche Systempaar kann komische, tragische oder geistig anregende Wirkungen hervorbringen. Köstler hat seine Untersuchungen mit einer Analyse des Humors begonnen, weil der Humor der einzige Bereich schöpferischer Aktivität ist, in dem ein intellektueller Reiz von komplexer Struktur eine scharf umrissene Reaktion im Sinne eines physiologischen Reflexes auslöst. Die allen Arten von Humor eigentümliche Grundstruktur ist bisoziativ – wir bezeichnen damit das Wahrnehmen einer Situation oder eines Geschehnisses in zwei gewöhnlich unvereinbaren Assoziationszusammenhängen. Die Folge ist ein jähes Übertragen des Gedankenganges von einer Matrix auf eine andere, die einer anderen Logik oder Spielregeln unterworfen ist und somit den komischen Effekt auslöst. *„Gewohnheiten sind der unentbehrliche Kern von Stabilität und geordnetem Verhalten; sie neigen aber auch dazu, mechanisch zu werden und den Menschen auf die Stufe eines Automaten herabzusetzen. Demgegenüber befähigt ihn der schöpferische Akt durch die Verbindung vorher beziehungsloser Erlebnisdimensionen, ein höheres Niveau geistiger Entwicklung zu erreichen. Er ist ein Akt der Befreiung – der Sieg der Originalität über die Gewohnheit.“³²*, so Köstler. Essentiell hierbei ist die als unklar beschriebene Grauzone zwischen allen drei Disziplinen des Triptychons, die Köstler als grenzenlos ad infinitum bezeichnet. In allen drei Bereichen ist man nur dann „erfolgreich“ bzw. auf eine kreative Art und Weise produktiv, wenn man es bewerkstelligt, seinen subjektiven Handlungs- und Denkroutinen bewusst spontan zu entkommen.

2. Abschnitt / „The Act of Creation“: Der Wissenschaftler, Augenblicke der Wahrheit. *„Entdeckung, so könnte man sagen, besteht im Erkennen einer Analogie, die vorher noch niemand wahrgenommen hat...der eigentliche Akt der Entdeckung hat einen destruktiven und einen konstruktiven Aspekt. Starre Anordnungen gedanklicher Organisationen müssen aufgelöst werden, damit die neue Synthese möglich wird.“³³* Wenn aber ein vorerst unlösbares Problem auftaucht, dann stagniert die bewußte Suche nach einer gewissen Zeit des „Nichtfindens“ und geht in einem nervösen

³⁰ siehe Fußnote 3;

³¹ siehe Fußnote 3, Köstler spricht in diesem Fall nicht vom Tagtraum (also von keinem selbst gesteuerten traumähnlichen Zustand), sondern vom Traum an sich;

³² siehe Fußnote 3;

³³ siehe Fußnote 3;

Zustand der zufälligen Suche nach Bindgliedern über - Köstler spricht dann von einer „blockierten Matrix“ - die eine Bisoziation auf unterschiedlichen Bewußtseisebenen erlaubt. Die schöpferische Anspannung, die aus so einer blockierten Situation resultierte, hatte das Problem gleichsam auf der Tagesordnung gehalten, während das bewußte Denken an sich auf einer anderen Ebene agierte und irgendwann einen „bisoziativen Schock“ ausgelöst hat: *„Sind alle Bemühungen erschöpft, das Problem mit Hilfe traditioneller Methoden zu lösen, so jagen die Gedanken in der blockierten Matrix im Kreis herum. Danach scheint die Matrix des organisierten, zweckgerichteten Verhaltens zu zerfallen: planlose, ungezielte Versuche treten auf...begleitet von Verzweiflung oder Geistesabwesenheit. In Wirklichkeit ist diese scheinbare Geistesabwesenheit (Inkubationszeit) natürlich intensivste Konzentration. Das gesamte Individuum ist dieser Phase aber nach wie vor auf mehreren Bewußtseisebenen mit diesem Problem durchdrungen, sodaß es trotzdem immer irgendwie präsent ist...bis schließlich der Zufall oder die Intuition die Verbindung zu einer völlig anderen Matrix herstellt, die das in seinem herkömmlichen horizontalen Rahmen blockierte Problem sozusagen vertikal durchdringt und beide bislang getrennte Systeme verschmilzt und verborgene Analogien aufgedeckt werden.“*³⁴ Köstler beweist seine Ansätze anhand von zahlreichen historischen Beispielen aus der Wissenschaft (z.B.: nach Gutenberg, Kepler und Darwin). Der gleichen Polarität von Logik und Intuition werde wir im Bereich allen künstlerischen Schaffens begegnen. Hier stoßen wir auf ein Paradoxon, daß ein Wissenszweig, der vorwiegend mit abstrakten Symbolen arbeitet, dessen rationale Grundlage und Credo Objektivität, Beweisbarkeit und Folgerichtigkeit sind, offenbar von geistigen Vorgängen abhängig ist, die subjektiv, irrational und nur post Faktum verifizierbar sind da sie sowohl bewußt als auch unbewußt ablaufen: *„Man könnte die bewußten Erlebnisse als „hell“, die unbewußten als „dunkel“ bezeichnen – vorausgesetzt, daß man die vielen Grauschattierungen dazwischen keinen Augenblick außer Acht läßt. Im Laufe der Geistesgeschichte wurde das bewußte Denken mit Eisbergen oder Inseln im Meer des Unbewußten verglichen... Unser Denken vollzieht sich nie in scharf getrennten, gradlinigen Bahnen – man könnte es eher mit einer Bootsfahrt auf eine See vergleichen: wenn wir tagträumen, treiben wir vor dem Wind; lesen wir dagegen oder lauschen wir einer Erzählung, so haben wir uns ins Schlepptau begeben. Immer aber entstehen durch die Bewegung des Bootes Wellen, die sich nach allen Richtungen hin über den See ausbreiten – Erinnerungen, Bilder, Assoziationen.“*³⁵ Beim kreativen Denken und intuitiven Arbeiten ergründen wir die Tiefen ohne erkennbare bewußte Lenkung. Spannend ist hierbei auch die Ähnlichkeit der verwendeten Metaphern, wie sie zum Beispiel Rem Koolhaas zwei Jahrzehnte später in seiner populären Architekturtheorie verwendet hat; Koolhaas vergleicht in seinem Buch „S,M,L,XL“ den Beruf des Architekten mit einem Surfer, der die Wellen zwar kennt, aber diese niemals kontrollieren kann³⁶.

In weiterer Folge wird das Potential des Traumes mit bekannten Abläufen innerhalb wissenschaftlicher Entdeckungen in Verbindung gebracht: *„Der Traum assoziiert auf eine Art und Weise, die im Wachzustand nicht zulässig ist: durch klangliche Affinitäten, ohne ihren Sinn zu berücksichtigen, und durch Ähnlichkeiten in der Form, ungeachtet ihrer Funktionen. Ein Tagträumer aber ist sich seiner Phantasien bewußt, die er selbst geschaffen hat; daneben weiß er aber durchaus, daß er selbst es ist,*

³⁴ siehe Fußnote 3;

³⁵ siehe Fußnote 3;

³⁶ Rem Koolhaas: *„Wir sind wie der Surfer auf den Wellen. Er kontrolliert sie nicht, aber er kennt sie.“*, aus: „S,M,L,XL“, O.M.A. Rem Koolhaas and Bruce Mau, The Monacelli Press, 1995; Am Beispiel des Surfers und des Schneekristalls zeigt weiters Sanford Kwinter wie die reale Zeit zurückgewonnen werden kann. Die Architektur kann, wie der Surfer auf den Wellen, Bewegungen im Strom räumlicher, sozialer und energetischer Dynamiken beschreiben. Die Architektur kann sich sogar gegen den Strom wenden, wird aber immer vom Strom getragen. *„Design heißt Navigieren und ist eine arbiträre Prozedur.“*, (Arch+ 119, Dezember 1993).

der diese Phantasiebilder prägt. Der Träumer agiert als Zuschauer, der auf einer Ebene passiv die Bilder betrachtet, die er auf einer anderen Ebene produziert – ist also gleichzeitig Filmvorführer und Publikum. Der Tagträumer kann bewußt unbewußte aber gezielte Bisoziationen hervorrufen...beeinflusst von selbst gewählten Umgebungen. Der Zuckzackkurs des Träumenden bzw. des Tagträumenden kann dem schöpferischen Wesen zum Vorteil werden. Also die Grundbedingung jeder schöpferischen Originalität ist die Kunst, im richtigen Augenblick bereits Bekanntes zu vergessen und zusätzlich eine Umkehrung der Logik zu erzeugen, einen Kopfstand.³⁷ Dieser Vergleich ist meiner Meinung nach einer der wesentlichsten, weil er eine gewollte logische Handlung umschreibt, die eine nicht steuerbare und vorhersagbare Modellbildung hervorbringt. Nach Köstler ist demnach eine „Analogie zu sehen, die noch niemand gesehen hat“ der springende Punkt bei der Art von Entdeckungen. „Der Wissenschaftler, der ein Problem zu lösen trachtet, geht dieses aus verschiedenen Perspektiven an, wechselt also gewissermaßen die Farbe seiner Brillengläser, er operiert mit verschiedenen Bezugssystemen und hofft, das richtige zu finden... aber schließlich ist es doch das Unbewußte, was den Bund stiftet und die Tendenz des Traums, ungewöhnliche Analogien zu stiften, spielt auch eine wesentliche Rolle. In seiner inneren Landschaft spiegeln sich die Bisoziationsvorgänge des Humors und der Entdeckung umgekehrt, wie Bäume im Wasser. Die fruchtbarste Region scheint das sumpfige Ufer zu sein, das Grenzland zwischen Traum und Wachen, in dem die Spielregeln des geschulten Denkens zwar schon in Kraft sind, aber noch nicht genügend Autorität besitzen um den traumhaften Übersäumen der Vorstellungskraft entgegenzuwirken. Im ungeplanten Tagtraum dienen die geistigen Tätigkeiten der Bisoziation rein persönlichen Zwecken, sofern sie nicht einfach im Leerlauf kreisen; im Augenblick der Inspiration eines Künstlers oder Wissenschaftlers dagegen werden sie in den Dienst des Schöpferischen gestellt.“³⁸

In der Geschichte des wissenschaftlichen Denkens ist Diskontinuität, der abrupte Wechsel von Tempo und Rhythmus, charakteristisch. Jeder wichtige Schritt nach vorn wurde durch mehr oder weniger abrupte und dramatische Wendungen und auch Rückschritte verursacht: das Fallen der Schranken zwischen benachbarten Wissensgebieten; die Synthese getrennter Bezugsrahmen oder experimenteller Methoden; die Einordnung bisher zusammenhangsloser Daten in ein einheitliches Muster. Aus der schöpferischen Anarchie geht die neue Synthese hervor. Eines der wichtigsten Merkmale dieser Wendepunkte der Entwicklung von experimentellen Anordnungen ist die Einführung von Methoden und Apparaturen, die nur für das betreffende Forschungsgebiet neu, in anderen Bereichen aber schon alltäglich sind. Das ausschlaggebende Kriterium originellen experimentellen Denkens liegt in der Entdeckung von Überschneidungen und Gleichartigkeiten in Bereichen, in denen man vorher nur Isolierung und Verschiedenheit wahrgenommen hat, so Köstler's zusammenfassende Schlussfolgerungen. Wissenschaftliches Arbeiten ist a priori nicht nur mit Linearität, Kontinuirlichkeit, Logik und Klarheit zu charakterisieren, sondern gleichzeitig auch mit Sprunghaftigkeit, intuitivem Zickzackkurs und nicht Zielgerichtetem Navigieren. Nach Thomas Kuhn vollzieht sich der Fortschritt in der Wissenschaft nicht durch kontinuierliche Veränderung, sondern sogar durch revolutionäre Prozesse; ein bisher geltendes Erklärungsmodell wird verworfen und durch ein anderes ersetzt. Diesen Vorgang bezeichnet sein berühmter Terminus „Paradigmenwechsel“.³⁹

³⁷ siehe Fußnote 3, Köstler verdeutlicht in diesem Zitat den Unterschied von Traum und Tagtraum;

³⁸ siehe Fußnote 3;

³⁹ vergleiche hierzu: Thomas S. Kuhn, „Die Struktur wissenschaftlicher Revolution“, 1973, Suhrkamp Verlag;

3. Abschnitt / „The Act of Creation“: Der Künstler und seine Medien.

Illusion ist die gleichzeitige Präsenz und Wechselwirkung zweier geistiger Welten, einer wirklichen und einer imaginären. Sie versetzt den Zuschauer aus einer trivialen Gegenwart in eine von Eigeninteresse freien Sphäre und läßt ihn seine Sorgen und Ängste vergessen. Ästhetisches Erleben ist nur in jenem Zustand labiler Ausgewogenheit möglich, bei dem diese beiden Bezugssysteme gleichzeitig in der Vorstellung präsent sind, so Kötler. *„Das Kunstwerk selbst sorgt nicht wie ein Kraftwerk für den 'Strom', sondern lediglich für die 'Installationen' – der Strom muß vom Verbraucher selbst erzeugt werden.“*⁴⁰

Der schöpferische Akt an sich bringt immer eine Regression auf ältere, primitivere Schichten in der Hierarchie der Geiststruktur mit sich, während parallel dazu der rationalen Oberfläche gleichzeitig Prozesse ablaufen – ein Zustand, der an einen Sporttaucher mit Schnorchel erinnere. Die Fähigkeit, mehr oder weniger nach Belieben zu den Spielen des Unbewußten zurückkehren zu können, ohne dabei den Kontakt mit der Oberfläche zu verlieren, scheint das Wesen der schöpferischen Aktivität auszumachen. Dabei beherrscht das „Denken in Bildern“ nicht nur die Manifestationen des Unbewußten im Traum und in der Halluzination, sondern auch das schöpferische Denken der Wissenschaftler...man denkt in Bildern und nicht in Begriffen. Der Künstler rationalisiert seine Prozesse, der Wissenschaftler irrationalisiert sie. *„Geistige Erleuchtung und emotionale Läuterung macht das Wesen des ästhetischen Erlebnisses aus: während die geistige Erleuchtung zur Erkenntnis der Wahrheit führt, vermittelt die emotionale Katharsis das Erlebnis der Schönheit. Beides sind also komplementäre Aspekte des unteilbaren 'Erdungsprozesses', in dem 'das Unendliche mit dem Endlichen verschmilzt'.“*⁴¹

Beide, logisches Denken und Intuition, ergänzen einander, wobei das Verhältnis, in dem sich die beiden verbinden, in erster Linie von dem Medium abhängt, in dem der schöpferische Trieb seinen Ausdruck findet; die Übergänge sind gleitend.

Gehen wir vom Medium aus, so stoßen wir unmittelbar auf ein beschränkendes Element. Die Eigenart des Mediums schließt jede direkte Nachahmung aus. So zwingen Beschränkungen und Eigenart des Mediums den Künstler auf Schritt und Tritt, bewußt oder unbewußt eine Auswahl zu treffen, jene Aspekte darzustellen, die er für wesentlich hält, und alles wegzulassen, was ihm unwesentlich erscheint; nach der Bestimmung des Wesentlichen kommt es zu einer Übertreibung bzw. zu einer Vereinfachung der Inhalte. Dieses automatische Medien-Feedback macht nach Kötler weitgehend das aus, was man den individuellen Stil eines Künstlers nennt. Weiters ist jeder visuellen Erscheinung ein zweites Bezugssystem überlagert, der Betrachter sieht mit seinem ganzen Gehirn; und was er tatsächlich sieht, ist durch die Spielregeln seiner Wahrnehmung, durch Resonanzen aus der Vergangenheit, unbestimmte Tast- oder Geruchsbilder modifiziert. Um die entstellende Wirkung des Mediums auszugleichen, ist der Künstler somit gezwungen, zu schwindeln, Tricks anzuwenden, zu übersteigern, zu vereinfachen: *„also seinerseits zu entstellen“*. Wie er aber schwindelt, welche Tricks er gebraucht, ergibt sich zum Teil aus den Erfordernissen des Mediums, das er als Ausdrucksmittel gewählt hat – er muß in dessen Sprache denken – in erster Linie jedoch aus den Vorurteilen und Präferenzen seiner Sehweise, aus den Spielregeln, die sein Wahrnehmungssystem beherrschen. Zwischen den beiden Ebenen von Motiv und Medium bestehen keine punktweise Entsprechungen, sie sind vielmehr als Ganzes im Geist des Künstlers bisoziiert.

⁴⁰ vergleiche hierzu auch: Weibel, P. (1997): „Kunst als soziale Konstruktion“. In: Müller, A.; Müller K.; Stadler F. (Hrsg.): Konstruktivismus und Kognitionswissenschaft. New York, Springer-Verlag; Der Künstler ist nicht das Genie, das originale Werke produziert, so P. Weibel sondern im wesentlichen Übersetzungsarbeit leistet, individuelle Interpretationen von Geschichte. Die Bewertung der kreativen Leistung findet im sozialen Feld der Kultur statt, nämlich durch die Kritiker, Galeristen, Kuratoren und Sammler. Kunst ist somit nicht zuletzt Konsensbildung.

⁴¹ siehe Fußnote 3;

Ich werde mich im Weiteren des Öfteren auf Köstlers Gedankenstrukturen berufen, um meine These der digitalreal erweiterten Intuition zu entfalten. Der Computer als Medium, das die Wirklichkeit immer realitätsnäher abbilden und auch berechnen kann, intensiviert zwar unser „Denken in Bildern“, beschränkt uns aber auf das Medium selbst. Es kommt zu einer sukzessiven Annäherung zwischen der Distanz zwischen dem Ding und seiner Darstellung und trotzdem müssen wir in einer neuen Sprache denken; wir müssen unter anderem lernen, wie wir später sehen werden, mit Algorithmen zu entwerfen⁴², die in ihrer inneren Struktur keine fertigen Bilder liefern. Köstler beschreibt sehr einträglich die Notwendigkeit des Irrationalen innerhalb des Rationalen. Die intuitive Arbeit mit unterschiedlichen Medien innerhalb eines Entwurfprozesses provoziert diese notwendige Irrationalität allein schon durch deren Einschränkungen und treibt somit die Basissoziation voran.

⁴² Marcos Novak, „Liquid-, Trans-, Invisible-: The Ascent and Speciation of the Digital in Architecture“, in: siehe Fußnote 2;

Computer und Kreativität, Augmentierte Kreativität: Das Verständnis des Computers als Werkzeug zur Unterstützung repetitiver und mechanischer Arbeiten war lange Zeit ein dienliches Paradigma, sowohl für die Entwickler der Maschine als auch ihre Benutzer. Computer und Medien im generellen werden unter einer genauen Ziel- und Zweckorientierung entworfen. Ein wirtschaftlich bedeutsamer Zweck von Computern ist die Unterstützung des Benutzers (oder einer kollaborierenden Gruppe von Benutzern) bei Problemlösungsprozessen. Digitale Medien bzw. der Computer haben aber nicht nur die Produktionsprozesse der Wirtschaft irreversibel transformiert, sondern auch die Bildung und Rezeption ästhetischer Objekte und kultureller Kommunikations- und Ausdrucksformen. Die „immer neuen“ Tools, die für die digitale Gesellschaft produziert werden, ermöglichen nicht nur neue Stilmittel, die ohne die Unterstützung durch den Computer nicht denkbar wären, sie sind vielmehr immer intensiver ganz aktiv in den kreativen Prozessen involviert. Produkte aller Art werden nicht mehr nur technisch produziert, sondern zunehmend auch mit technischer Unterstützung entworfen. Obgleich sich immer mehr Bereiche des Kreativen als programmierbar erweisen, herrscht in den meisten theoretischen Modellen zur Kreativität noch immer die strikte Polarität zwischen Inspiration und Mechanismus vor. *„Bisher fehlen noch geeignete Formalisierungen, die Kreativität als spontane Inspiration und gleichzeitig als soziales Produkt erklären könnten. Formale Modelle sind aber die Voraussetzung und operationale Grundlage für ein symbiotisches kreatives Zusammenwirken von Computer und Mensch.“*; so Georg Trogmann von der Kunsthochschule für Medien in Köln.⁴³ Fundierte formale Modellierungen kreativer Prozesse seien auf grundlegende Probleme der theoretischen Informatik zurückzuführen, wie z. B.: Selbstreferenz, Selbstmodifikation und Hierarchisierung. In dem Maße wie sich die neuen Technologien ausbreiten gewinnen auch die sogenannten „Creative Industries“ weiter an Bedeutung. Hierzu zählen u. a. Industrien wie Film, Architektur und Design, und vor allem weite Bereiche der sogenannten Neuen Medien. Wie weit bestimmen hier die Werkzeuge die Ergebnisse und vor allem die individuellen Sichtweisen mit? Um dieser Frage nachgehen zu können stellt Georg Trogmann einen Appell an die Informatik bzw. an die Softwareentwicklung: *„Die Entwicklung von formalen Systemen und Werkzeugen, die kreatives Arbeiten, wissenschaftliches und künstlerisches Forschen, oder komplexe Entscheidungsprozesse verstehen helfen und software-technisch unterstützen, zählt zu den großen Herausforderungen zukünftiger interaktiver Programmsysteme“*⁴⁴. Nach Arthur Köstler und natürlich auch nach Marshall McLuhan sind die Medien bzw. das Arbeiten mit den Medien sehr wohl auch für die Bildung des kreativen Outputs, den ich im Weiteren als den „creative flush“ bezeichnen werde, mitverantwortlich. Kreativität ist immer gleichzeitig ein persönlicher und ein gesellschaftlicher Prozeß, die durch die verwendeten Medien ihren Ausdruck findet.

Der Computer als Entwurfs- beeinflussendes und Entscheidungs- unterstützendes Medium für den „creative flush“ steht noch am Anfang seiner Entfaltungen. Aber auch schon jetzt beeinflussen Computer – bewußt oder unbewußt - die Resultate der kreativen Arbeitsprozesse. Fundierte Untersuchungen zu schöpferischen Mechanismen und zum kreativen Zusammenwirken von Mensch und Maschine sind schon deshalb bedeutend, weil wir den Einflüssen der Werkzeuge ja ohnedies bereits ausgesetzt sind, uns bleibt nur die Chance diese zu verstehen und dann intuitiv zu verwenden. Das Wesentliche hierbei ist die Kreativität des Gesamtsystems,

⁴³ „Computer und Kreativität“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 1 Zusammenfassung;

⁴⁴ „Computer und Kreativität“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 2 Kreativ-Werkzeuge als Herausforderung für die Informatik;

das symbiotische Zusammenwirken von Mensch und Computer. Welche Bereiche und Phasen des kreativen Prozesses dabei sinnvoller Weise vom Benutzer und welche vom Computer übernommen werden, bleibt skalier- und steuerbar. Am interessantesten und schon heute realisierbar sind Prozesskonstrukte, die im mittleren Bereich der Skala liegen, d.h. bei denen Neues durch das inszenierte Zusammenspiel beider „Partner“ entsteht. Auf der einen Seite wird die Maschine nur als ein Werkzeug anerkannt, auf der anderen Seite vollzieht sie autonom Entscheidungen, die aber wiederum auf programmierte Ursprünge zurückzuführen sind. Gemäß der so genannten „poetics of augmented spaces“, wie sie Lev Manovich⁴⁵ beschreibt, werden innerhalb des physischen, informatorischen und mentalen Raumes Prozesse synthetisiert, die ihre Ursprünge aus real sichtbaren, digital erzeugten und mental erträumten „Landschaften“ beziehen; die angesprochene Poesie entfaltet sich durch deren steuerbare dynamische Verknüpfungen. Manovich bezieht sich auf eine Betrachtung über frühzeitliche Computer-Kultur von 1962, nämlich auf Douglas Engelbarts Konzept von einem „computer augmenting human intellect“ der nach Manovich sowohl vor Ort wie auch transitorisch wirken kann. Um die Effektivität des individuellen menschlichen Denkvermögens zu verbessern, entwickelte Douglas C. Engelbart bereits Ende der Fünfziger und Anfang der Sechziger Jahre einen weitreichenden Forschungsansatz. 1962 schreibt er in seinem „Program On Human Effectiveness“: *“Human beings face ever more complex and urgent problems, and their effectiveness in dealing with these problems is a matter that is critical to the stability and continued progress of society. A human is effective not just because he applies to a problem a high degree of native intelligence or physical strength (with a full measure of motivation and purposefulness), but also because he makes use of efficient tools, methods, and strategies”*⁴⁶. Die Entwicklung neuer Werkzeuge und Interfaces für die Unterstützung komplexer Problemlösungsprozesse stand im Zentrum seines Forschungsprogramms. „Gesteigerte Fähigkeiten“ sollten einerseits im Hinblick auf die Geschwindigkeit des Problemlösungsprozesses und der Qualität der Lösungen erlangt werden, vor allem aber sollten Lösungen für Problembereiche zugänglich werden, die vorher als unlösbar galten. Douglas Engelbart gehört damit zu den Ersten, die über die Ziele der Computer-Pioniere von Schickard, Pascal und Leibniz bis Turing, Zuse, von Neumann und vielen anderen hinausgingen. Im Fokus der Pioniere stand die Befreiung des Menschen von Routinearbeiten des Geistes⁴⁷. Repetitive geistige Operationen sollten auf Maschinen übertragen werden: *“Accepting the term „intelligence amplification” does not imply any attempt to increase native human intelligence. The term “intelligence amplification” seems applicable to our goal of augmenting the human intellect in that the entity to be produced will exhibit more of what can be called intelligence than an unaided human could; we will have amplified the intelligence of the human by organizing his intellectual capabilities into higher levels of synergistic structuring.”*⁴⁸ Die von ihm vorgeschlagenen Axiome des Zeigens, Auswählens und Manipulierens von Symbolen in Texten, Bildern und virtuellen Räumen haben sich zum Standard der Interaktivität am Computer entwickelt und gelten zunehmend als grundlegende Kulturtechniken.

⁴⁵ Lev Manovich, „The Poetics of Augmented Spaces – Learning from Prada“, 2002, http://www.noemalab.org/sections/ideas/ideas_articles/pdf/manovich_augmented_space.pdf bzw. <http://www.manovich.net>;

⁴⁶ Engelbart, D.C., „Program on Human Effectiveness“, 1991, in: J. M. Nyce, P. Kahn, Hrsg.: From Memex to Hypertext. Vannevar Bush and the Mind's Machine. San Diego: Academic Press, S. 237 – 244, aus: Georg Trogmann, „AUGMENTING HUMAN CREATIVITY“, 2002;

⁴⁷ siehe dazu: http://de.wikipedia.org/wiki/Douglas_C._Engelbart, 2006;

⁴⁸ Engelbart, D.C., „Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework“, 1962, in: R. Packer and K. Jordan, (ed.): Multimedia, From Wagner to Virtual Reality. New York: W.W.Norton & Company, S = 79;

Historisch betrachtet, sind die "Schöpferischen Automaten" des Kybernetikers Tihamér Nemes ein früherer Ansatz, Kreativität in Maschinen nachzubilden. Kennzeichnend für diese Maschinen ist nicht ihre materielle Organisation, sondern die Tatsache ihrer Steuerung bzw. vor allem Selbststeuerung. Insofern werden kybernetische Maschinen formal beschrieben als ein Mechanismus, der ausgehend von bestimmten Eingangs- und Zielgrößen in der Lage ist, seinen Zustand selbst zu regulieren. Sie beschreiben eine kybernetische Annäherung zwischen Mensch und Maschine, beide verarbeiten Informationen. Für Nemes als Kybernetiker ist „*die Originalität kein metaphysisches Etwas: sie hat ihre eigenen Naturgesetze, die erforscht und nachgebildet werden können*“⁴⁹. Die Erforschung schöpferischer und ganz allgemein geistiger Funktionen kann nach Nemes auf drei verschiedene Methoden durchgeführt werden:

1. Subjektiv, d.h. introspektiv (durch Beobachtung des eigenen Inneren).
2. Objektiv, d.h. behavioristisch (Beobachtung des Verhaltens anderer Personen).
3. Konstruktiv, d.h. mit Hilfe der Kybernetik, die die Analyse eines Prozesses als technische Aufgabe auffaßt.

Nemes verstand die (maschinelle) Kreativität hauptsächlich als Problemlösungskompetenz und hatte viele Nachahmer innerhalb der Kybernetiker, die sich mit der Mechanisierung der Kreativität auseinandergesetzt haben. Darauf folgend hat sich die KI-Forschung historisch weitgehend mit der Implementierung der Intelligenz, und nicht mit der Implementierung von Kreativität befaßt. Da es aber den Rahmen dieser Abhandlung bei weitem sprengen würde, werde ich die Kybernetik und die KI-Forschung in meinen weiteren Betrachtungen außer Acht lassen. Nach Georg Trogmann sollten zur Verwirklichung von die Kreativität unterstützenden Systemen bzw. deren wissenschaftlichen Erforschung zunächst neue Kooperationsformen zwischen Künstlern, Computerwissenschaftlern und Ingenieuren organisiert werden, um den Erfahrungsaustausch zwischen diesen heterogenen Gruppen zu forcieren und vertiefende Erforschung erst möglich zu machen. Kreative Problemlösungsprozesse werden erwiesenermaßen, wie in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, als mehrstufiges Phasenmodell vorgestellt. In der ersten Phase wird versucht, Daten zu sammeln und dem eigentlichen Problem näher zu kommen und es zu verstehen, wir würden diese Phase im Regelfall als „brainstorming“ bezeichnen. In der folgenden Phase werden Ideen, Lösungsvorschläge und Anordnungen entwickelt und angewendet. In der letzten Phase in der Folge wird zurückgeblickt und eine Charakteristik der Resultate durchgeführt. Aus der Fülle möglicher Lösungsvorschläge wird eine Auswahl getroffen und die Ergebnisse schlußendlich kommuniziert bzw. dargestellt. Diese klassische Sichtweise ist für konstruktive Prozesse allerdings wenig hilfreich, da sie nicht formalisierbar sind. „*Letztlich wird an diesen Punkten wieder auf die spontane Inspiration zurückverwiesen*“⁵⁰, so Trogmann.

Für meine weiteren Betrachtungen werde ich mich auf die problemlösungsorientierte Auffassung von Kreativität beschränken. Kreativität muß nicht zwingend über Problemlösungsansätze definiert werden, umgekehrt heißt es aber, daß Probleme Lösungen von vorhergehenden Problemen sind. Ich beziehe mich in meiner Dissertation ausschließlich auf den Architekturdiskurs und der entwerfende Architekt hat a priori mit unterschiedlichen Kontexten zu tun, die er kreativ zusammenführen muß. Der Architekt hat definierte Design-Probleme zu lösen.

⁴⁹ Nemes, T., „**Kybernetische Maschinen**“, 1967, Stuttgart: Berliner Union GmbH, S. 237-243, aus: Mensch und Computer 2001, Georg Trogmann; und frei nach: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kybernetik>;

⁵⁰ „**Computer und Kreativität**“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 6;

In der kognitiven Psychologie werden Design-Probleme bzw. deren Definition als „ill-defined“ charakterisiert und als „open-ended“⁵¹. Design-Probleme gelten als schlecht definiert, weil Designer anfänglich nur eine unvollkommene und flüchtige Repräsentation des Design-Ziels haben. Schlecht definierte Probleme zeichnen sich gerade dadurch aus, dass die Umgebung, die das Problem beschreibt, sich während der Bearbeitung verändert (Moving Target); das Problem und das Ziel verändert sich. Problemabgrenzung und Problemlösung sind nicht zwei zeitlich getrennte Phasen, sondern ein iterativer, gemeinsam fortschreitender Prozeß. Nach Gerhard Fischer bildet sich der Kontext erst während dem Prozess: *“A particular challenge for context-aware applications in design domains is that context emerges throughout the design process, and that a determination of whether some information or action should be considered as relevant or irrelevant context can be determined only during the design process, not beforehand.”*⁵²

Designprobleme gelten andererseits als offen, weil es keine eindeutige korrekte Lösung für ein gegebenes Problem gibt, sondern viele mögliche Lösungen. Im Gegensatz zu mathematischen Problemen, gibt es keinen Zeitpunkt, zu dem das Problem als endgültig gelöst oder als bewiesen betrachtet werden kann. Im Gegenteil, jeder Designer konstruiert im Verlauf des Arbeitsprozesses seine eigenen Problemspezifikationen, die eng mit seiner eigenen Person und seinen Sichtweisen zusammenhängen. Es gibt keine definitiven Kriterien, um „Lösungen“ zu beurteilen. Es wird vielmehr an einem zufriedenstellenden Punkt des Prozesses der erreichte Zustand als Lösung betrachtet. Die Entscheidung, wann ein Zustand zufriedenstellend ist, hängt dabei stark von der persönlichen Sicht des Bearbeiters (oder einer kollaborierenden Gruppe) ab: *“For most design problems the knowledge to understand, frame, and solve these problems does not exist, but is constructed and evolved during the process of solving them. From this perspective, access to existing information and knowledge (often seen as the major advance of new media) is a very limiting concept. Many social and technological innovations are limited to provide primarily better access, rather than supporting informed participation by allowing learners to incrementally acquire ownership in problems and contribute actively to their solution.Design problems, being ill-defined and unique, require informed participation by all stakeholders. Openness and complexity in design arises from the need to synthesize different perspectives of a problem, the management of large amounts of information relevant to a design task, and understanding the design decisions that have determined the long-term evolution of a designed artifact. The social interaction among stakeholders in design can be characterized by a ‚symmetry of ignorance‘ or an ‚asymmetry of knowledge‘.”*⁵³, so Fischer.

Die Lösung trägt die Handschrift des Bearbeiters. Im Verlaufe des Arbeitsprozesses entstehen individuelle Problemspezifikationen, die eng mit subjektiven Einschätzungen und Sichtweisen verknüpft sind. Die Problemfindung und – eingrenzung wird bei den meisten Problemlösungsprozessen unterbewertet; aber *„für problemlösungsorientierte Kreativprozesse ist gerade die Bestimmung des Problems der halbe Weg zur Lösung...Problemdenken in kreativen Prozessen bezieht die Persönlichkeit des Analysierenden mit ein, ist also ein selbstreferentieller Prozeß.“*⁵⁴

Nach Gotthard Günther können alle gegenwärtigen Computer nur Pseudo-Entscheidungen treffen. Der output jedes Computers ist durch drei Faktoren

⁵¹ Candy, L.; Edmonds, E. (Hrsg.): **Creativity & Cognition**. New York: ACM Press;

⁵² Fischer, Gerhard, **Articulating the Task at Hand and Making Information Relevant to It.**, 2001, In: Human-Computer Interaction Journal, Special Issue on Context-Aware Computing, <http://www.cs.colorado.edu/~gerhard/papers/hci2001.pdf>, S = 3;

⁵³ Fischer Gerhard, **“Shared Understanding, Informed Participation, and Social Creativity - Objectives for the Next Generation of Collaborative Systems.”** In: Proceedings of COOP'2000, Sophia Antipolis, France, May 2000, aus: Georg Trogmann, **“AUGMENTING HUMAN CREATIVITY”**, 2002;

⁵⁴ **„Computer und Kreativität“**, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 11;

vollständig bestimmt: durch den strukturellen Aufbau der Maschine, den Input (Programmierung) des Users und der Information, die sich bereits in der Maschine befindet (Geschichte der Maschine). „*Pseudo-decisions are characterized by the fact that their alternatives always lie within the conceptual range of the programmer. This, of course, does not exclude that the programmer is completely taken by surprise when faced with the decision a computer has made. (...) What is important in this case is that the possible choices were implicitly generated outside the computing system.*“⁵⁵, so Gotthard Günther. Zusätzlich zu den existierenden Werkzeugen mit starren Funktionalitäten zur Lösung standardisierbarer Aufgaben, sind die Werkzeuge für Kreative individuelle Werkzeuge interessant, die funktional-offen (Open-ended) sind und damit in der Lage, sich in Kooperation mit dem Benutzer weiterzuentwickeln und neue Funktionalitäten auszuprägen. Um von „echten“ Alternativen sprechen zu können, fordert Günther die maschinelle Fähigkeit der „Selbsterzeugung von Wahlmöglichkeiten“, um dann über die selbst erzeugten Alternativen Entscheidungen zu treffen: „*On the other hand, a machine, capable of genuine decision-making, would be a system gifted with the power of self-generation of choices, and the acting in a decisional manner upon its self-created alternatives. A machine which has such a capacity could either accept or reject the total conceptual range within which a given input is logically and mathematically located...*“⁵⁶

Einer der wesentlichen Aspekte kreativer maschineller Systeme ist ihre Fähigkeit der Problemlösung verbunden mit Lernverfahren. In der Regel sind aber sowohl die Lösungsverfahren als auch die Bewertungsmethoden starr vorprogrammiert. Es verändert sich weder der Algorithmus, noch der den Algorithmus konfigurierende Datensatz. Diese Systeme werden in der Literatur auch als „Lernen 0“ bezeichnet⁵⁷. „Lernen I“ steht für erweiterte Systeme, bei denen aus eigener Leistung eine Adaption des gespeicherten Datensatzes an eine veränderte Situation entsteht. Dies führt auch zum Konzept der Emergenten Genetischen Programmierung bzw. der Emergenten Evolutionären Programmierung⁵⁸. In der nächsten Entwicklungsstufe, auch als „Lernen II“ Systeme bezeichnet, beschreibt ein Algorithmus der nächsten höheren Ebene die Änderungen im Algorithmus auf der jeweils darunter liegenden Ebene. Es werden dabei nicht nur die Operanden des Systems (Datensätze) verändert, sondern auch die Operatoren (Algorithmen) selbst; Programme erzeugen als output andere lauffähige Programme. In der Literatur werden solche Systeme als Meta-Level-Architekturen bezeichnet oder werden mit dem Schlagwort Computational Reflection⁵⁹ beschrieben.

In der Informatik wäre der spontanen Inspiration nur der Sprung aus dem Regelsystem gleichzusetzen. Es kann dabei aber nur in ein neues Regelsystem gesprungen werden, das aber nicht schon vorher existiert hat, sondern das durch das simultane Zusammenspiel eines verteilten Systems erzeugt wird. Die zukünftige Zielsetzung ist hierbei nicht in erster Linie die Verbesserung der Effizienz oder die Verringerung der Fehlerrate, sondern die Ausweitung des Leistungsspektrums und der Funktionalität des Gesamtsystems - bestehend aus Benutzer und Computersystem, so Trogmann und weiter: „*Das Ziel sind Systeme, deren formale Grundstrukturen sich während der Benutzung verändern und wachsen können, d.h. nicht nur die Daten ändern sich, sondern auch die Algorithmen und mit ihnen der*

⁵⁵ Günther, G. (1970): Proposal for the Continuation of an Investigation of a **MATHEMATICAL SYSTEM FOR DECISION-MAKING MACHINES**
aus: Mensch und Computer 2001, Georg Trogmann;

⁵⁶ siehe Fußnote 50;

⁵⁷ von Goldammer, Kaehr (1989): „**Lernen**“ in **Maschinen und lebenden Systemen**, in: Design & Elektronik, Verlag Markt und Technik, Ausg. 6, S. 146-151;

⁵⁸ Crutchfield, J.P.; Mitchell, M. (1995): **The Evolution of Emergent Computation**. Santa Fe Institute, SFI Technical Report 94-03-012,
aus: Mensch und Computer 2001, Georg Trogmann;

⁵⁹ Maes, P.; Nardi D. (1988): Meta-Level Architectures and Reflection. http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_Reflection;

*Kontext in dem das System agiert. Die größte Herausforderung ist damit die Formalisierung von Systemen, die ihr Verhältnis zu ihrer Umwelt selbstbestimmt ändern können, d.h. die während sie ausgeführt werden in der Lage sind, in neue selbst erzeugte Kontexte zu wechseln.*⁶⁰

Trogmanns Aufsatz über Computer und Kreativität endet mit einer Betrachtung über das Programmieren und eine Appell an weitere Softwareentwicklungen. Ob nun Künstler oder Architekten programmieren können müssen, ist meiner Meinung nach eine sehr aktuelle allgemeine gesellschaftlich soziale Grundsatzfrage, die jeder für sich selbst zu beantworten hat. Prinzipiell könnte man behaupten, daß jeder, der noch keinen Kontakt zum Programmieren gemacht hat, den Computer nur als reines unintelligentes oder durch die Softwareindustrie vordefiniertes Werkzeug benutzen kann. Das stimmt wahrscheinlich bis zu einem gewissen Grad, deshalb wird zumindest in den Architekturhochschulen diese Fähigkeit oder dieses Verständnis über den Computer immer mehr in den Mittelpunkt gerückt. Programmieren an sich bedeutet Maschinen zu Konstruieren, die uns erweitern. Mir persönlich ist diese Sichtweise aber ein wenig zu unausgewogen; ich bin der Auffassung, daß bezüglich kreativer Prozesse ein Feingefühl über das symbiotische Verhältnis zwischen Mensch und Maschine genauso ein wesentlicher „Erfolgsfaktor“ ist, wie das Verständnis über eine Maschine selbst, weil erst dann eine intuitive und kreative Bisoziation erfolgen kann. Der Wechsel der Bezugsrahmen bzw. das Erzeugen immer neuer Bezugsrahmen im Koestlerischen Modell erfordert heterarchische Konstruktionen. Ich erwarte von einer symbiotischen Mensch-Maschine-Beziehung eine parallele Erweiterung des Kontextes, sowohl der Maschine, als auch des Menschen.

Der Begriff „Emergenz“ spielt im Hinblick auf die Evolution kreativitätsunterstützender Anordnungen eine bedeutende Rolle. Eine gebräuchliche Definition von Emergenz lautet: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Emergente Systeme werden unverzichtbar, wenn wir schlecht definierte Probleme bearbeiten wollen, also Zustände, in denen wir uns nicht über die Form einigen können, wie das Problem zu beschreiben ist. Kreatives Design ist ein derartiger emergenter Prozess, bei dem die erzeugte Methode und die erzeugten Strukturen nicht auf die anfängliche allgemein akzeptierte Spezifikation reduziert werden können. Ziel ist deshalb die Entwicklung emergenter Prozesse, die in der Lage sind, den sich ändernden Bedingungen anzupassen und neue Potentiale in Problemlösungsprozessen zu erkennen. Dazu gehört, dass das System mit Situationen konfrontiert wird, die während der Entwicklung des Systems nicht vorhersehbar waren. Cariani beschreibt diesen sehr wesentlichen Punkt wie folgt: *„To build devices which find new observational primitives for us, they must be made epistemically autonomous relative to us, capable of searching realms for which we have no inkling.*“⁶¹ Die derzeit erfolgreichsten Methoden, entwicklungsfähige Systeme zu realisieren, basieren auf dem Prinzip der „Interaktiven Evolution“. Der computerzentrierte Designprozess der interaktiven Evolution unterscheidet sich grundlegend von herkömmlichen Designprozessen. Während im klassischen Designprozess die Weiterentwicklung des Status Quo durch einen hochgradig reflexiven Prozess erfolgt, konzentrieren sich evolutive Verfahren auf die Erzeugung einer großen Anzahl von Alternativen, von denen nur wenige Verbesserungen darstellen und der wesentliche Schritt darin besteht, die Interessantesten für die weitere Entwicklung auszuwählen. Die Entwicklung emergenter Systeme zur Unterstützung kreativer Entwurfsprozesse erfordert aber

⁶⁰ „Computer und Kreativität“, Georg Trogmann, Mensch und Computer 2001, <http://www.khm.de>, S. 11 Ausblick;

⁶¹ Cariani, P., „On the design of devices with emergent semantic functions.“, Ph.D. Thesis 1989, Binghamton, New York: State University of New York at Binghamton, aus: Georg Trogmann, „AUGMENTING HUMAN CREATIVITY“, 2002;

auch die Beschäftigung mit verschiedenen Polaritäten. *„Diese sind jedoch nicht als Attribute von Systemen zu verstehen sondern als Reflexionsbestimmungen. Ein System hat nicht einfach das Attribut "offen" ("geschlossen"), "analog" (digital)" usw., sondern "offen", "digital" ist wie "oben", "links" eine standpunktabhängige Bestimmung, die jederzeit bei entsprechendem Standpunktwechsel in ihr polares Gegenteil umkippen kann. Es gilt, diese Widersprüche in ihrem Wechselspiel zu thematisieren und aufzulösen.“*⁶², so Trogmann Georg in seinen Aufsatz über augmentierte Kreativität. Kreative Entwurfsprozesse sind eng verbunden mit individuellen Sichtweisen, mit der Fähigkeit, einen Standpunkt einzunehmen und mit permanenten Standpunktwechseln. Objekte der Realität, die aus einer bestimmten Perspektive als Einheit wahrgenommen werden können, sind aus einer anderen Perspektive eine Vielheit.

In Bezug auf die Computerethik hat die Harvard-Soziologin Sherry Turkle die Frage untersucht, wie der Umgang mit dem Computer auf den Menschen wirkt. Ihre Frage ist nicht die, was der Computer ist, nämlich eine „analytical engine“, sondern die nach seiner „zweiten Natur“, d.h., ob der Computer als unser widergespiegeltes Selbst wirkt, als ein „beschwörendes Objekt“ („evocative object“)⁶³, das unsere Hoffnungen und Ängste hervorruft. Eine evokatorische Maschine („evolvable machine), die uns vor allem auch beim reflexiven Umgang mit den digitalen Medien und dem Programmieren selbst unser eigenes Denken erkennen läßt. Ich finde Nardis Begriff der „computational reflection“, als auch Turkle's Begriff des „evocative object“ in Bezug auf den maschinell unterstützten kreativen Prozeß sehr wesentlich und aussagekräftig. Die eine Definition bezieht sich auf die technisch -reflexive Fähigkeit einer Maschine, die vom Menschen teilweise vorprogrammiert wird, und die andere auf das subjektiv -reflexive Verhalten des Benutzers einer Maschine, das durch die Maschine selbst evoziert wird.

Um meiner These der Emergenz im digitalrealen Entwurfsprozeß im Anschluß gerecht zu werden, verknüpfe Ich diese beiden Begriffspaare zu „evocative reflection“. Evozierend ist nicht nur die Maschine als Objekt, sondern viel mehr auch ein polyvalenter Umgang mit realen oder digitalen Denkmaschinen. Der Eigensinn der verwendeten Medien innerhalb eines kreativen Prozesses macht Potentiale, Strukturen und Beschränkungen einer Idee erst sichtbar und authentisch; und frei nach Peter Greenaway: *„...sie befreien uns von einer Tyrannei. Picasso sagte einmal: Ich male nicht, was ich sehe, sondern was ich denke. Bisher haben wir nur Filme gemacht über das, was wir sehen. Die neuen Technologien werden uns die Freiheit geben, Filme über das zu machen, was wir denken“.*⁶⁴

⁶² Trogmann Georg, **„Augmenting Human Creativity“**, 2002, Virtuelle Realitäten, Reihe Internet & Psychologie, <http://www.khm.de/~georg/texte/2002-AugmentingCreativity.pdf>, S = 13;

⁶³ Sherry Turkle, **Die Wunschmaschine. Vom Entstehen der Computerkultur**, übers. von Nikolaus Hansen, Reinbek bei Hamburg 1984 (engl. Orig.: The Second Self. Computers and the Human Spirit, New York 1984). aus: „ZUR COMPUTERETHIK“, <http://www.capurro.de/computerethik.html>;

⁶⁴ Peter Greenaway, Zitat aus: Trogmann Georg, **„Augmenting Human Creativity“**, 2002, Virtuelle Realitäten, Reihe Internet & Psychologie, <http://www.khm.de/~georg/texte/2002-AugmentingCreativity.pdf>, S = 16;

Der Computer im Entwurfsstudio des Architekten: Eingangs will ich kurz auf die geschichtliche Entwicklung der un stetigen Beziehung von Computer, Architektur und Entwurf eingehen, der wie wir sehen werden, anfänglich eher mehr auf einer technologischen Seite zu finden war. In der Architektur sind Rechner und digitale Medien heute selbstverständliche Arbeitsinstrumente. Die berufliche Stellung der Architekten und ihre Fähigkeit architektonische Anliegen umzusetzen hängen ganz wesentlich davon ab, wie sie die Potentiale der Informationstechnologie in Zukunft in ihrer Arbeit miteinbeziehen. Durch den Einsatz der Informationstechnologie kann für alle Bereiche der Architektur ein Mehrwert entstehen. Der Computer hat sich in den Architekturbüros in den letzten 15 bis 20 Jahren als ein All-in-One Tool etabliert, das die Funktionen von Tippmaschine und Rechner, von Zeichenmaschine, von Imaginierungs – Maschine, Kopierer und des Styrocutter in sich vereint. Innerhalb der allgemeinen Architekturkreise wird im Computer Aided Design (CAD) in den meisten Fällen aber möglichst "wie auf dem weißen Papier" gearbeitet, um die eingeübten und routinierten Planungsabläufe nicht in Frage zu stellen; also zweidimensional und unter Ausnutzung von Elementbibliotheken analog zum Arbeiten mit der Schablone und Tuschestift. Aufwendige Visualisierungsprogramme bzw. Echtzeitsimulatoren werden gesondert von der 2D-Applikation für photorealistische Präsentationsgraphiken eingesetzt. Somit scheint die klassische Architekturpraxis den technologischen Wandel aussichtsreich überdauert zu haben. Der Erfolg besteht dabei freilich primär in der Rationalisierung und Optimierung realer Arbeitsabläufe. Das ist an sich nichts Bizarres; neue Technologien werden oft erst in einem zweiten Schritt innovativ eingesetzt.⁶⁵ Dennoch existiert diesbezüglich nach wie vor die festgesetzte Polarität zwischen Technik und Innovation. Die Architekturpraxis hat die Informatik zwar für den ersten Schritt, die Rationalisierung und Optimierung von konventionellen Arbeitsabläufen, erfolgreich genutzt, sie scheint die innovativen Anwendungen jedoch nur einzelnen Spezialisten oder universitären Experimenten überlassen zu wollen. *„Architektur als Tätigkeit an der Schnittstelle zwischen Kunst, Technik und gesellschaftlicher Verpflichtung ist aber auf entsprechend ganzheitliche, offene Werkzeuge angewiesen. Die Entwicklung dieser Werkzeuge wird nur dann gelingen, wenn die neuen Technologien nicht als isoliertes Phänomen, sondern als Teil umfassender kultureller und gesellschaftlicher Entwicklungen betrachtet werden.“*⁶⁶, so Christian Kühn von der Technischen Universität in Wien.

Obwohl die Computerisierung längst zu einer starken Transformation des Berufsbildes geführt hat, ist dieser Prozeß noch längst nicht abgeschlossen; er wird es auch in naher Zukunft nicht sein. Das Arbeiten mit Medien hat sich bereits als eigenständiges Lehr- und Forschungsgebiet an den Architekturfakultäten etabliert. Eine Reihe von Fachorganisationen und Konferenzen, welche sich mit den Möglichkeiten der Computeranwendung in der Architektur beschäftigen, haben den wissenschaftlichen Diskurs über Architekturinformatik etabliert (wie z. B.: ACADIA, ECAADE, SIGRADI, CAADRIA, CAADFUTURES, GSM, ASCAAD, etc.)⁶⁷; unter anderem auch der deutschsprachige Arbeitskreis für Architekturinformatik namens ak:ai⁶⁸. Gründungsmitglieder dieses Arbeitskreises sind CAD-Institute der renommierten Architekturhochschulen aus dem deutschsprachigen Sprachraum.

⁶⁵ Ein bekanntes Beispiel ist die Verwendung des Transistors in der Telekommunikation, der dort zuerst als Ersatz für das Relais benutzt wurde, bevor man die Möglichkeiten eines digitalen Telephonnetzes erkannte;

⁶⁶ EDV-gestütztes Entwerfen für Architekten, in: „Innovative EDV-Technologie in Architektur und Raumplanung“, SRF 16, Christian Kühn, Institut für Stadt- und Regionalforschung der TU-Wien, 1994;

⁶⁷ siehe: <http://en.wikipedia.org/wiki/ECAADE>, <http://www.acadia.org>, <http://www.caadria.org>, <http://www.ecaade.org>, <http://www.sigradi.org>, <http://www.caadfutures.arch.tue.nl>, 2006;

⁶⁸ siehe: <http://www.architektur-informatik.org>, 2006;

Durch ihre Lehre und speziell durch ihre Forschung können die Architekturfakultäten entscheidend mitbestimmen, wie die Potentiale der digitalen Medien für die Architektur weiterentwickelt bzw. eingesetzt werden.

Die grundlegende Aufforderung hierbei lautet meiner Meinung nach, daß die allgemein angewandte Architekturinformatik nicht primär mit Architekturdarstellung zu tun hat, sondern mit den Kernfragen des architektonischen Entwerfens als Kulturtechnik. Den Begriff CAD (Computer Aided Design) will ich mit CAC (Computer Aided Creativity) oder CGD (Computer Generated Design) als mögliche Transformationen erweitern.

Die Wurzeln des CAD lassen sich weiter zurückverfolgen, als im allgemeinen angenommen wird. Die Ursprünge der graphischen Datenverarbeitung entstanden Anfang der sechziger Jahre in Forschungslabors in den Vereinigten Staaten und in Europa. Obwohl die hard- und softwareseitigen Voraussetzungen damals noch rudimentär waren, wurden in einigen Pionierleistungen die Grundlagen der Datenstrukturen und Benutzeroberflächen heutiger CAD Programme bereits antizipiert. Erstaunlicherweise gehörten auch Architekten zu diesen Pionieren. Der Weg zu anwenderfreundlichen Programmen im Architekturbereich war allerdings länger als in anderen Ingenieurdisziplinen. Schon 1963 wurde diese Vision praktisch umgesetzt, als Ivan Sutherland am MIT in Massachusetts den Prototyp eines interaktiven CAD-Programms entwickelte⁶⁹. SKETCHPAD, so hieß dieses Programm, bot nicht nur die Möglichkeit zur Eingabe und Manipulation von Geometriedaten, sondern auch zur Festlegung und Einschränkung von Beziehungen – so genannten constraints - zwischen geometrischen Grundelementen. „*SKETCHPAD kannte Vererbungshierarchien zwischen Klassen von Objekten und Prozeduren, die diesen Klassen zugeordnet werden konnten, und es nahm damit auch eine Reihe von Konzepten der objektorientierten Programmierung vorweg.*“⁷⁰ Noch im selben Jahr entwickelte Sutherland ein Programm, mit dem sich auch simple perspektivische Darstellungen dreidimensionaler Objekte berechnen ließen. Der Weg zu immer komplexeren Darstellungstechniken unter Berücksichtigung von Licht, Textur und Material war damit vorgezeichnet. 1967 publizierte Sutherland seine Idee des "Ultimate Display"⁷¹, bei dem zwei in einem Helm montierte Monitore dem Betrachter eine realistische räumliche Wahrnehmung ermöglichen sollten, also als Vorläufer der VR-Techniken angeführt werden kann.

In den 70er Jahre kamen anwendungsneutrale Standardsoftware wie Datenbanken, Statiksoftware, Bauadministrationssoftware und, ausgehend von neuer Peripherie, interaktive Zeichnungseditoren und Geometriemodellierer dazu. Die fotorealistische Darstellung geometrischer Modelle in Renderings und Animationen wurde für die Architektur entdeckt, obwohl die langen Rechenzeiten auf der damaligen Hardware deren Erstellung noch stark erschwerte. In jüngster Zeit hat sich das Gebiet der Architekturinformatik nochmals erweitert. Zur Rolle der Informationstechnologie als Werkzeug und als Kommunikationsmedium in der Architekturplanung tritt zunehmend auch die Informationstechnologie als Teil des Bauprozesses (Computer Aided Manufacturing, Computer Integrated Construction) und als Teil der gebauten Umwelt (Smart Buildings, Ubiquitous Computing). Der Architektur diese beiden eminent wichtigen Bereiche zu erschließen, gehört gegenwärtig zu den wichtigsten Aufgaben der Architekturinformatik. Die Architekturinformatik kann dabei in vier wesentliche

⁶⁹ Ivan Edward Sutherland, "Sketchpad: A man-machine graphical communication system", Dissertation 1966 / electronic edition 2003, preface: "After 40 years, ideas introduced in Sketchpad still influence how every computer user thinks about computing. It made fundamental contributions in the area of human-computer interaction, being one of the first graphical user interfaces." S = 3, <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/UCAM-CL-TR-574.pdf>;

⁷⁰ Sketchpad, <http://www.cadazz.com/cad-software-Sketchpad.htm>;

⁷¹ Ivan Sutherland: "The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked.", <http://www.medienkunstnetz.de/quellentext/13/>;

Bereiche unterteilt werden: Technik (Gerätetechnik, Datentechnik, etc.), Methoden (Ordnungsmethoden, Planungsmethoden, Simulationsmethoden, etc.), Modelle (CAAD Modelle, Simulationsmodelle, etc.) und Prozesse. Aus den zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen lassen sich die folgenden Gebiete als von der Architekturinformatik behandelte Inhalte in Lehre und Forschung herauslesen. Die Aufzählung entspricht im Wesentlichen der 2003 publizierte Themenliste des in diesem Jahr neu gegründeten „International Journal for Architectural Computing“ (IJAC)⁷²; Sie ist naturgemäß unvollständig.

- Architectural Design Decision Support Systems
- Agent-based Knowledge Application, Infrastructure and Architecture
- Responsive Environments and Smart Spaces
- Building and Construction Management and Robotics
- Cognitive Aspects of Design Computing Systems
- Computer Supported Collaborative Problem Solving and Practice
- Digital Design, Representation and Visualization
- Design Methods, Process and Creativity
- Electronic Communication, Activities and Distance Education
- Emerging Systems and Computing Paradigms
- Energy, Sustainable Building Technology Applications
- Environment and Behaviour Recording and Simulations
- Evaluation and Standards for Computer-Aided Architectural Design Technologies
- System Evolution, Learning and Adaptation
- Human-Machine Interaction Design
- Implementation, Connections of Physical Environments and Virtual Worlds
- Case-based reasoning, Information Processing, Indexing and Retrieval
- Intelligent Support in Design and Built Environment
- Intention and Context Aware Computing
- Knowledge Based Design and Generative Systems
- Knowledge Management, Networks, and Communities
- Multi-Media Communications and Representations
- Multi-Modal Applications and Data Analysis
- Precedents, Prototypes and Case Studies
- Prediction, Evaluation and Validation
- Visual Thinking, Visual Computing, Spatial/Temporal Reasoning and Languages
- Computer Integrated Construction, Computer Aided Manufacturing
- Intelligent Buildings, Mobile Computing, Ubiquitous Computing

Bezugnehmend auf die These, daß die traditionellen Entwurfsmethoden angesichts einer immer komplexer werdenden Umwelt versagt hätten, wurde das Potential des Computers auch als Werkzeug zur Unterstützung geistiger Arbeit in den Vordergrund gestellt. In seinem Buch "Notes on the Synthesis of Form"⁷³, auf was ich später noch mehr Bezug nehmen werde, argumentiert Christopher Alexander, auf dessen Zusammenarbeit mit Serge Chermayeff die grundlegenden Konzepte dieses Ansatzes zurückgehen, folgendermaßen: Anders als in der anonymen Architektur, bei der die Qualität der Planung durch unbewußte kulturelle Konventionen gesichert sei, wäre der Planer in einer offenen, dynamischen Gesellschaft mit seiner Aufgabe völlig überfordert. Denn schon bei nur 30 Kriterien, die für eine Planungsaufgabe relevant sind, ergeben sich einige hundert Millionen Möglichkeiten, wie diese Kriterien miteinander in Beziehung stehen könnten. Wer sich hier auf Intuition oder tradierte Lösungen verlasse, sei zum Scheitern verurteilt. Für den Computer dagegen sei die Analyse des Problems, also dessen Zerlegung in möglichst voneinander unabhängige, hierarchisch gegliederte Teilprobleme, dank seiner beinahe

⁷² siehe: <http://www.multi-science.co.uk/ijac.htm>, 2006;

⁷³ Christopher Alexander, "Notes on the Synthesis of Form", 1970, Harvard University Press;

unbeschränkten Rechenleistung möglich. Wenn eine solche Gliederung aber erst einmal geglückt und die einzelnen Teilprobleme exakt formuliert wären, so könne der Entwurfsprozeß praktisch als Umkehrung der Analyse durch die Synthese von einfachen Lösungsmustern erfolgen. In der Folge von Alexanders und Chermayeffs Arbeiten wurden diese Technologien als "Design Methods" auch in den Bereich von Architektur und Stadtplanung übertragen. Die bescheideneren Ansätze befaßten sich mit der Optimierung von Verkehrswegen und Grundrissen, anspruchsvollere mit der völligen Automatisierung des Planungsprozesses. 1970 veröffentlichte Nicolas Negroponte sein Buch "The Architecture Machine"⁷⁴, in dem er über Forschungen seines Teams am MIT berichtete, in denen die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine untersucht wurden. Negropontes Interesse galt dabei der direkteren Beziehung zwischen Nutzer und Gebäude: seine Architekturmaschine sollte der Bevormundung des Nutzers durch den Architekten ein Ende machen. Dazu bedarf es freilich einer neuen Theorie des Planens: Herbert Simon, einer der Pioniere der Künstlichen Intelligenz, forderte 1969 - in einer Vorlesungsreihe über die "Sciences of the Artificial"⁷⁵ - die Entwicklung einer "Science of Design". Von dieser noch Anfang der siebziger Jahre mit großem Enthusiasmus betriebenen und auch von der damaligen Architekturavantgarde mit Interesse verfolgten Versuchen, den Computer als aktives Werkzeug in den Entwurfsprozeß zu integrieren, ist in die heutige Architekturpraxis so gut wie nichts eingeflossen. *„Zum einen erwiesen sich die meisten Verfahren für reale Planungsaufgaben als völlig ineffizient: die große Anzahl an Parametern führte zu einer kombinatorischen Explosion, die auch mit den schnellsten denkbaren Rechnern nicht beherrschbar ist. Die Probleme der Grundrißoptimierung, die der Computer mit den damaligen Algorithmen tatsächlich lösen konnte, waren so trivial, daß sie jeder Student im zweiten Semester ebenso gut bewältigte.“*⁷⁶ so Christian Kühn. Christopher Alexander distanzierte sich schon Ende der sechziger Jahre mit eher groben Worten vom Versuch, Entwerfen durch die Entwicklung von "Design Methods" zu rationalisieren. *"Wer sich mit Design Methods beschäftigt, ohne selbst zu planen, ist so gut wie immer ein frustrierter Entwerfer, der weder die Kraft noch die Lust besitzt, selbst Dinge zu gestalten. Solche Leute werden niemals imstande sein, irgendetwas Vernünftiges über den Gestaltungsprozeß auszusagen."*⁷⁷ Alexander selbst behielt von seinen früheren Theorien zwar bei, daß die richtige Gliederung einer Planungsaufgabe in Teilbereiche entscheidend ist. Zumindest in der Architektur wollte er diese Aufgabe aber nicht dem Computer überlassen. Stattdessen suchte er nun nach archetypischen Lösungen, die für alle denkbaren Bauaufgaben gelten sollten, und publizierte sie schließlich in Form einer "Pattern Language", nicht als Computerprogramm, sondern als Buch. Damit, so könnte man diese Entwicklung zusammenfassen, war die entwurfsorientierte Richtung des EDV-Einsatzes für die Mehrheit der Architekten fürs erste einmal erledigt. Sie wurde als ein letzter, vielleicht radikaler Ausläufer des Funktionalismus in der Architektur angesehen und verschwand mit diesem Mitte der siebziger Jahre. Als aus dem Computer zehn Jahre später ein Massenprodukt wurde, hatten die Architekten auf einmal erschwingliche Tools in den Händen. Die Parametrisierung und das Objektbezogene erstellen innerhalb 3D-CAD Anwendungen wurde erfolgreich in die Software Systeme für die Architektur integriert.

⁷⁴ Nicholas Negroponte, "The Architecture Machine", 1973, The MIT Press;

⁷⁵ Herbert Simon, "The Science of the Artificial", 1981, Cambridge, MA: The MIT Press, in: http://de.wikipedia.org/wiki/Herbert_Simon;

⁷⁶ Christian Kühn, „EDV-gestütztes Entwerfen für Architekten“, in: Innovative EDV-Technologie in Architektur und Raumplanung, SRF 16, Institut für Stadt- und Regionalforschung der TU-Wien, 1994;

⁷⁷ siehe Fußnote: 76;

Man erkannte das große Potential, vom System ein Protokoll der einzelnen bei der Konstruktion des Objekts durchgeführten Arbeitsschritte mitschreiben zu lassen und dann in dieser prozeduralen Darstellung durch Umschreiben von Werten und Wiederholung der Prozedur Varianten zu erzeugen. Eine weitere potentielle Möglichkeit besteht darin, unabhängig von der konkreten Lösung die generelle Idee des Objekts zu modellieren. Anhand dieses Modells lassen sich dann verschiedene Ausprägungen untersuchen. Diese Ansätze zu einer objektbasierten, parametrischen Modellierung von Objekten bzw. Systemen lassen sich auch in größerem Maßstab anwenden. Nach Christian Kühn gibt es im Wesentlichen drei Klassen von Werkzeugen: Werkzeuge zur Repräsentation von Sachverhalten, Werkzeuge zur Simulation und Bewertung und schließlich Werkzeuge für Kommunikation und Integration. Alle drei Klassen sind nach von einander reflexiv abhängig: *„Die Abgrenzung zwischen Information und Wissen ist ähnlich unscharf:*

Wissensrepräsentation setzt jedenfalls voraus, daß nicht nur die Sachverhalte an sich modelliert werden, sondern auch die Art, wie wir über diese Sachverhalte nachdenken und wie wir sie manipulieren können. Wissensrepräsentation hat den Vorteil, daß sie zu einem besseren Verständnis der Aufgabe und damit der Verantwortlichkeiten eines Werkzeugs innerhalb dieser Aufgabe führt.“⁷⁸

Diese technische Geschichte ist die Grundlage der heutigen neuen Beziehungen zwischen Architektur und Computer. Heutige Erklärungsmodelle der „Computer-Architekten“ beziehen sich zusätzlich meistens auf populäre wissenschaftliche Weltbilder. Diese Beziehung ist vor allem von sehr konträren Ansätzen und Anwendungen geprägt, die auf der einen Seite viel positive Hoffnung in Bezug auf neue intuitivere Anwendungen ermöglichen, aber auf der anderen Seite eine starke Architekturkritik aufkeimen ließ.

Richard Rogers Reight Lectures⁷⁹, ein Plädoyer eines High-Tech-Architekten für eine ökologische Architektur und Stadtplanung, macht klar, daß Rogers organisch aussehende Architektur ein Ergebnis des gezielten Einsatzes des Computers ist. Durch genaue Simulationen von Klimaverhalten und Lichtverhältnissen wird nicht nur die Beziehung von Mensch und Umwelt verdeutlicht, sondern auch eine Architektur ermöglicht, die sich in die selbst regulierenden Ordnungen der Stadt einfügt. Nach dem amerikanischen Architekturtheoretiker Stan Allen bringen die aus den Wissenschaften entstandenen Computerprogramme „Reaktions- und Anpassungsfähigkeit in die technologische Umwelt“. Architekten wie Greg Lynn, Jesse Reiser, Stan Allen, Ben van Berkel, usw. suchen eine Art strukturellen Metabolismus für ihre unterschiedlichen Projekte⁸⁰. Sie thematisieren in allen Fällen eine besondere Beziehung zu Umwelt, die der eines lebenden Organismus ähnlich zu sein scheint. Zusätzliche kommt es in ihren Arbeiten zu einer kulturellen Verschiebung und zu einer historischen Überlagerung. Die Herausgeber der Zeitschrift „Assemblage“⁸¹ erzählen von einer Rückbesinnung auf die 60er Jahre. Die Kombination aus Ökologie und Computertechnologie der 90er haucht den Ideen der

⁷⁸ siehe Fußnote: 76;

⁷⁹ Arch+ 127 Juni 1995, Reith Lectures von Richard Rogers **„Städte für einen kleinen Planeten“**, Die Architektur wird sich in Zukunft dematerialisieren. Sie wird in ein Zeitalter nicht des Soliden treten, sondern ... unbestimmter, anpassungsfähiger Strukturen, die auf Veränderungen der Umwelt und der Bedürfnisse ihrer Benutzer reagieren. (Richard Rogers in den Reith Lectures);

⁸⁰ Als ein wesentlicher Wendepunkt in der Anschauung über Computer und Entwurf sei der Wettbewerb über das Cardiff Opera House genant, den Zaha Hadid gewonnen hatte. Die Projekte von Greg Lynn und Jesse Reiser wurden damals wegen ihrer Extravaganz fast genau so oft publiziert und besprochen, wie das von Zaha Hadid. Greg Lynn in einem Vortrag an der TU-Berlin im April 1995, in: Assemblage 26: *„Wir definieren die neue Architektur als unbeschreibbar anders, aber kontinuierlich – eine Architektur, die sich keinen vorherigen Kontext zuschreiben läßt, aber dennoch durch die bestehende Ordnung begünstigt wird. Im Entwurf wurde der Kontext eher als gestuftes Feld verallgemeinert und unorganisierte Informationen verstanden denn als Ablage fester Werte, Regeln und Codes...eine Alternative ist ein System unbestimmt gerichteten Wachstums, daß durch allgemeine und voraussagbare äußere Einflüsse differenziert wird und emergente, unvorhergesehene, dynamische und neue Organisationen hervorbringt.“* Und Jesse Reiser über seinen Entwurf, in: Assemblage 26: *„Das Opernhaus wird nicht als ein isoliertes Bauwerk betrachtet, sondern als eine offene kulturelle Form...es kommt zur Miteinbeziehung des historischen Hafens von Cardiff, was zu einer Serie infrastruktureller Ereignisse führt... Mehr noch, die Geodäsie sei proteisch in dem Sinne, daß die Konstruktion die Fähigkeit der Anpassung an den Raum aufweist, den sie in vielfältiger Art und Weise entwickelt“* (Reiser erzeugt die Anpassungsfähigkeit seines Entwurfes mit Hilfe von der Transformierbarkeit geodätischer Konstruktionen);

⁸¹ **Assemblage 26**, A critical journal of architecture and design culture, MIT press 1996, Greg Lynn beziehe sich in seinen Arbeiten auf Bateson, Reiser auf Fuller, Allen auf Corbusier und van Berkel auf Nervi;

60er neues Leben ein. *„Ökologie kann heute nichts zu tun haben mit jener Ökologie der wirren, evangeliumsgläubigen Politik der grünen Bewegung der Sechziger. Sie muss zumindest in der Architektur ihren kulturellen Bestandteil gerecht werden, ihrem oikos und ihren logos. Wir möchten vorschlagen, dass oikos und logos der Ökologie der neunziger Jahre sich im Computer und in den durch den Computer ermöglichten Theorien und Bildern der Komplexität darstellen.“*⁸²

Die 60er Jahre leben nach Assemblage demnach fort, aber sie sind ihres gesellschaftsutopischen Anspruchs entzaubert und beseelt von etwas, was Assemblage den „Computer-Utopismus“ nennt. Diese „diffuse Utopie“ wird zum Verbindungsglied der 60er mit den 90ern, der Ökologie mit der Wissenschaft des künstlichen Lebens und der Ökologie mit der Architektur.

*„Wenn also Komplexität multipler Beziehungen auf verschiedenen Ebenen nicht nur dargestellt werden kann, sondern als Konzept in den Entwurfsprozeß mit einfließt, dann wird es möglich, daß die Architektur organologisch wird, ähnlich wie der Computer selbst Organismus und Maschine gleichzeitig ist.“*⁸³ Unter dieser Formulierung der Redakteure von der Architekturzeitschrift Arch+ ist nicht das Kopieren biologischer Formen zu verstehen. Vielmehr handelt es sich darum, daß Prozesse und Strukturen des Lebendigen auf die Entwurfsmethodik übertragen werden. Fließend, glatt oder geschmeidig nennen die meisten Architekten selbst ihre neue Architektur, und sie verwenden diese Begriffe als Synonym für Leben oder für Offenheit in ihrem Entwurfsprozeß.

Michael Hays weist darauf hin, daß die Verbindungen zwischen Wissenschaften und Techniken nicht nur eine formale Glättung bedeutet, sondern auch eine Naht quer durch die Medien, einschließlich Film und Video, Grafik-Design, Computerbildern, Mathematik und Biologie. Diese „ideologische Glätte“⁸⁴ birgt für ihn allerdings die Gefahr einer Naturalisierung, daß nämlich die Architektur unter den zunehmenden Druck von Theorien komplexer Systeme wie auch von Technologien der Information und Kommunikation zu eben diesen Dingen zu werden versucht – Information und Medien. Trotzdem sei der Computer nicht einfach abzutun als noch ein Tool oder noch eine Technologie. Der Computer ist ebenso zeitgemäßes Sinnbild und Medium. Darum kann man den prophetischen Gaben eines Marshal McLuhan nicht genug bewundern, der bereits vor über 40 Jahren verkündete „The Medium is the Message“.

*„Wenn wir einmal unser Zentralnervensystem zur elektromagnetischen Technik ausgeweitet haben, ist es nur mehr ein Schritt der Übertragung unseres Bewusstseins auch auf die Welt der Computer. Dann werden wir zumindest unser Bewusstsein so programmieren können, dass es von der Welt nicht mehr abgelenkt oder betäubt werden kann. Hat man dann nicht fast den Eindruck, dass unsere jetzt sich vollziehende Übertragung unseres ganzen Lebens in die geistige Form der Information den ganzen Erdball und die Familie der Menschheit zu einem einzigen Bewusstsein macht?“*⁸⁵

Augenscheinlichste Anwendungsansätze aber auch Gegensätze der Computer-Abwendungs-Methoden sind zwischen Frank Gehry und Peter Eisenman abzulesen. Gehry's metallischen Blüten werden trotz ihrer plastischen Komplexität immer noch manuell und mit Hilfe von physischen Modellen erdacht und entwickelt. Gehry

⁸² Arch+ 127 Juni 1995, Einführung in das Thema „Designing on the Computer“;

⁸³ Arch+ 127 Juni 1995, Einführung in das Thema „Designing on the Computer“;

⁸⁴ Michael Hays, „The Emergence of Ideological Smoothness“, Ideologische Glätte, in: Arch+ 127, Juni 1995, Wenn die Theorie der siebziger Jahre eine Collage hervorbrachte, so drängte die neue Theorie fort von der Fragmentation und Widersprüchlichkeit der architektonischen Teile hin zu einer Verbindung, die nicht nur eine Formale Glättung bedeutet, sondern auch eine Naht quer durch die Medien, einschließlich Film und Video, zusammen mit Grafik-Design, Verwendung von Computerbildern, Mathematik und Biologie. Michael Hays bezeichnet diese verbindende Naht zwischen Form und Medien als „ideologische Glätte“. Man könnte diese Verlagerung als eine von der Collage zur Assemblage kennzeichnen, vorausgesetzt, Assemblage wird als radikale Koppelung nicht nur von Formen, sondern auch von Material und Konzepten aus verschiedenen Disziplinen verstanden.

⁸⁵ Marshall McLuhan, 1964: *Die magischen Kanäle. Understanding Media*, Verlag der Kust Dresden, Basel 1994, S. = 103;

besteht darauf, daß für die konzeptionelle Arbeit Modelle und Zeichnungen bedeutend schneller und intuitiver sind als der Computer. Wie Chrysler benutzt Gehrys Büro Catia für die Oberflächenmodellierung freier Formen. Gehry zielt damit weniger auf die Verkürzung der Entwurfszeit, sondern hauptsächlich darauf, die Pläne leichter baubar zu machen und den Bauprozess zu optimieren. Während viele Architekten immer mehr Entwurfsverantwortlichkeiten an andere abgeben, hat der Einsatz des Computers in Gehrys Büro zu engen Beziehungen mit Vertragspartnern und in direkten Kontakt mit Lieferanten und Subunternehmern geführt, was einige Parallelen zu den Entwicklungen der 70er Jahre aufzeigt. Das Wichtigste wird die gemeinsame Datenbasis, zu deren Entstehung alle beitragen. Während sich Gehry pragmatisch dem Computer zugewendet hat, dient Eisenman der Computer als konzeptioneller Ausgangspunkt für seine Projekte. In der Absicht, sich von kartesischen Absoluten als a priori schönen Formen frei zu machen, setzt Eisenman den Computer ein, um dynamischere, unvorhersagbare Organisationssysteme zu erforschen. *„Er will die Architektur von der Restriktion der Objektfixierung lösen, um zu einer textuellen Architektur zu kommen. Anders gesagt, er möchte den Prozess der Ideenfindung vermitteln bzw. mit dazuweben. Das Gebilde kann nicht vorhergesehen werden, sondern es wird durch den Computer entdeckt. Die Aufzeichnung eines sich herauskristallisierenden Systems ist das Ziel des Entwurfsprozesses. Eisenman ist der „agent provocateur“, der den Computer nicht benutzt, um Zeit oder Geld zu sparen, sondern um die Autoritäten herauszufordern.“*⁸⁶ Er sucht einen Weg, um die Architektur in einen „Zustand offenen Schreibens“ zu verwandeln, wie er es nennt. Dieser ist unabhängig von Vorgaben und Typologien. Es ist ein Prozeß, der keine garantierte „Aura“ für ein Gebäude schafft, sondern einer, der sich des Computers bedient, um sich von der Restriktion der Architektur zu lösen, Abwesenheit statt Anwesenheit schafft und das Unerwartete hervorbringt.

Eisenman und Gehry stehen für zwei Extreme des amerikanischen Architekturdiskurses, die man als die vergeistigte Ostküste und die pragmatische Westküste charakterisieren könnte. Eisenman konzentriert den Blick auf die Verinnerlichung von zusammenfallenden Zeit und Raumdimensionen; Gehry beschäftigt sich primär mit Oberflächen. Für Eisenman, der sich hauptsächlich mit der Metapher des Entwurfs auseinandersetzt, muß das fertige Gebäude nicht die zentrale Fragestellung sein; Gehrys Ziel ist dagegen eine Idee in die Realität umzusetzen. Mit Computern sucht Eisenman den nicht an den Schöpfer gebundenen Prozeß, Gehry hingegen das ultimative Produkt, das durch seinen Stil unverwechselbar geprägt ist. Es sind zwei unterschiedliche Ansätze, die den Computer prinzipiell als kreatives und intuitives Tool voraussetzen.

Schaut man sich die neuesten Entwürfe von Ben van Berkel, Nox und weiteren Vertretern der „Neo-Barock-Bewegung“ näher an, so läßt die intensive Verwendung von nicht-euklidischer Geometrien⁸⁷ erkennen. *„Die enormen Möglichkeiten dieser Programme, mit denen kreativ gearbeitet wird, führen zu einer zwiespältigen Situation: Einerseits ermöglichen Sie einen extrem kreativen Einsatz des Rechners im Umgang mit Raum und Zeit. Andererseits stellt sich die Frage, inwieweit die hierbei entstehenden Architekturen mehr als nur Experimente mit den Programmen*

⁸⁶ Arch+ 127 Juni 1995, Einführung in das Thema „Designing on the Computer“. Gehry und Eisenman;

⁸⁷ Nikolaus Jankovic im Gespräch mit Paul Virilio, „Auf dem Weg zu einem transeuklidischen Raum?“, erschienen in Arch+ 148, Oktober 1999; „Der virtuelle Raum ist ein Ergebnis der Krise des realen Raumes, das heißt, des aktuellen und traditionellen Raums der Kubikmeter, der Oberflächen, der Volumina, usw. Die Krise entstand mit der Entwicklung der fraktalen Geometrie in den achtziger Jahren; es wurde kaum Notiz davon genommen. Seit dieser Zeit sprechen wir von Cyberspace, weil der Raum nicht mehr ein Ganzes ist, sondern gebrochen. Ich denke, dass Benoit Mandelbrot einer der ersten war, der begriffen hat, dass der Computer ein Teleskop ist, mit dem man eine andere Geometrie sehen kann.“

darstellen. Aus den genannten Beispielen kann man fast von einer Re-Geometrisierung der Architektur sprechen⁸⁸, so Florian Böhm.

Letztendlich befreien weder Experimente mit Computersystemen noch eine wissenschaftlich wirkende Methodik die Architekten von der Gestaltung eines Raumes. Natürlich sei es denkbar, weitere Dimensionen in die Architektur einzuführen die dann nicht mehr rein geometrisch sein müssen. Solche Dimensionen könnten Licht, Klang, Bewegung, zeitliche Veränderbarkeit der Raumgeometrie über die Zeit sein. Vieles davon sind klassische Mittel, anderes kann durch die Verwendung neuer Medien erst richtig zur Geltung gebracht werden.

Stan Allen, der Architekturtheoretiker und Dean der Architekturfakultät auf der Princeton University, ermahnt zu einem behutsamen sich Aneignen der digitalrealen Instrumentarien: „Mit dem Computer nähert sich die technologische der metabolischen Geschwindigkeit. Der Computer im Entwurfsstudio löst sowohl extravagante Ansprüche wie auch Angst aus. Es sei wichtig die Instrumentalität des Computers nicht außer Acht zu lassen... das „digital werden“ zu lernen, um Unterbrechungen und Zufall kultiviere zu können.“⁸⁹ Software-Systeme müssen gegen den Strich gebürstet werden; eingefahrene Protokolle bedürfen eines Trittes.⁹⁰ Nach Stan Allen gibt es drei wesentliche neue Hypothesen, die ausschließlich auf die Verwendung des Computers zurückzuführen sind: Hypothese1 / Digitale Abstraktion: Die Aufwertung eines neuen Realismus, das Versprechen der so genannten virtuellen Realität bestehe weniger in der Schaffung alternativer Realitäten als vielmehr in der Wiederholung der bereits bestehenden; die Distanz zwischen dem Ding und seiner Darstellung gehe vorläufig verloren. Die gebaute Realität wird aus akkumulierten teilweisen Darstellungen sowohl imaginiert als auch gebaut (~transparente Box, Mitchell). Der Computer vernichte und verstärke nun zugleich diese Distanz. Als Ergebnis dieser Umkehrung erlebe der Status der Zeichnung und seinerseits das Bild der Architektur selbst eine Umwandlung. Die Abstraktion nicht als abschließendes Ergebnis von Operationen der Idealisierung oder Reduktion, sondern die Abstraktion der gleichgültigen Ordnung der Bits führe zu einem paradoxen Mangel an Genauigkeit, weil Computer-Abstraktionen radikal provisorisch und für unendliche Revisionen offen sind. Hypothese2 / Digitale Felder: Digitale Reproduktion lösen Hierarchien auf. Ein Feld immaterieller Ziffern ersetze die materiellen Spuren des Objektes. Diese Einebnung der Hierarchie habe Implikationen für das traditionelle Konzept von Figur und Feld. Im digitalen Bild muß die Hintergrundinformation ebenso dicht codiert sein, wie das Bild des Vordergrundes. Hypothese3: Die Logistik des Kontextes: Die Stadt sei ein Ort des Zufalls, eine provisorische Einheit, nicht begrenzt und geschlossen, sondern offen für die Zeit und der Permutation fähig. Jüngere Debatten bewegen sich zwischen zwei Polen: zwischen einer Anstrengung, die Differenz zwischen dem Alten und dem Neuen zu verdecken (siehe Leon Krier, „Neue Urbanisten“) oder eine heftige Ablehnung des Kontextes (siehe Dekonstruktion). Es gelte aber die konventionelle Opposition zwischen Ordnung und Willkür aufzuheben; als Beispiel erwähnt Allen das Prinzip des Schwarmes. Logistik des Kontextes verweisen auf das Bedürfnis, die Grenzen für die Fähigkeit der Architektur zur Ordnung der Stadt zu erkennen und gleichzeitig aus der komplexen selbst regulierenden Ordnung zu lernen, die es in der Stadt bereits gibt. „Die Architektur müsse lernen, mit dieser Komplexität umzugehen, was

⁸⁸ Florian Böhm, „Neue Dimensionen für die Architektur?“, in: Arch+ 127, Juni 1995;

⁸⁹ Arch+ 127 Juni 1995, Einführung in das Thema „Designing on the Computer“. Endgeschwindigkeit: Der Computer im Entwurfs-Studio, und: Stan Allen, „Points + Lines, Diagrams and Projects for the City“, Princeton Architectural Press, 1999;

⁹⁰ Brian Eno in einem Gespräch mit Kevin Kelly, Wired, Mai 1995, <http://www.wired.com>;

sie paradoxerweise nur leisten könne, wenn sie auf ein gewisses Maß an Kontrolle verzichtet“, so Stan Allen.

...Eigene Meinung hierzu...

CAAD: Mitchell (1977), Schmitt (1993)

Der Computer in der Lehre, reality check?

Was ist Digital Design bzw. welche Entfaltungen gibt es diesbezüglich?

Spielarten des Organischen –

Formfindungen Verhältnis: Computer - Natur - Wissenschaft – Architektur

Zu welchen Feldern führte das Umgehen mit „Digital Design“ innerhalb der Architektur?

Der wissenschaftliche Kontext: Architektur bewegt sich innerhalb der Felder der sogenannten „Soft-Sciences“⁹¹, der kleinen Wissenschaften (und auch ganz allgemein der nicht-naturwissenschaftlichen Disziplinen). Die Felder der Soft-Sciences versuchen unter anderem Wege zu finden, ungenau definierte Probleme dynamisch zu lösen. In seiner Einleitung zum 5. Architekturdialog⁹² in Graz kommt nach Peter Weibel die theoretische Untermauerung einer These vor der experimentellen Erfahrung - alle maßgeblichen wissenschaftlichen Entwicklungen der Neuzeit gehen nicht direkt auf eine einzelne Erfahrung zurück, sondern wurden erst über theoretische Konzepte in Experimenten bewiesen. Peter Weibel: *„Architektur wurde traditionell immer im Kontext von anthropomorphen Wahrnehmungstheorien angesiedelt. Paradigmen zeitgemäßer Architektur führten aber zu einer Abkehr vom Prinzip des anthropomorphen und anthropozentrischen Sehens, des anthropomorphen Maßes. Eine neue Gleichung entsteht aus Parametern des Ortes und des Sehens in Anlegung algorithmischer Verfahren mittels Computer. Durch die telematischen Medien (Fernsehen, Telefon etc.) hat sich das Bewusstsein von Ort im 20. Jahrhundert verändert.“*⁹³

Sowohl die Entwurfsprozesse als auch die Planungsmethoden selbst haben sich unter Verwendung digitaler Medien insofern verwandelt, dass der oder die Akteure sich nicht allein des Rechners als Zeichenmaschine bedienen, sondern sich auch an komplexe systemtheoretische Verfahrensweisen und deren wissenschaftlichen Aufblühungen gewöhnen mussten, die unter anderem an die biomorphe Blob-Architektur⁹⁴ heranführten.

Nach der Kulturwissenschaftlerin Susanne Hauser haben sich Forschungsfelder innerhalb der Architektur bisher nur dort lokalisiert, wo der Architekt mit sozial - kulturwissenschaftlichen Fragen einerseits und mit naturwissenschaftlich - technischen Fragen andererseits befasst ist. Der Entwurfsprozess an sich wurde bis dato nur äußerst selten als wissenschaftliche Disziplin betrachtet. Es ist jedoch der Entwurf, der zusätzlich wissenschaftliche Untersuchungen verlangt: *„Architektur ist vielmehr eine Integrationsdisziplin, die viel unterschiedliche Fähigkeiten und Fertigkeiten und den kompetenten und kreativen Umgang mit unterschiedlichen Typen von Wissen fordert. Dieses Wissen wird nicht nur angewendet oder koordiniert, sondern es wird synthetisiert, um es in neue Entwürfe umzusetzen und um auf Fragestellungen eine Antwort zu geben. In diesem Prozess entstehen neue Gegenstände -und in diesen Gegenständen liegt das Ergebnis architektonischer Innovation...Entwürfe haben ein Ziel, die Synthese, die Koordination von heterogenen Momenten und Interessen die sich auf bestehende und fremde Wissensbestände beziehen und zwar auf eine sehr individuelle und intuitive Art und Weise.“*⁹⁵, so Susanne Hauser.

Diese Grauzone der Wissensaneignung produziert auf innovative Weise neue Gegenstände des Wissens und neue Objekte aus nahezu allen Wissensbereichen. Bezug nehmend auf Susanne Hausers Essay entfalten sich nun zwei essentielle wieder entdeckte Forschungsfelder in der Architektur als wissenschaftliche Disziplin: Der eine Bereich umfasst die komplexe Art der Wissensaneignung von

⁹¹ Im Anglo- Amerikanischen Sprachraum versteht man die Unterscheidung zwischen "Natur-" und "Geisteswissenschaften" nicht, sondern spricht stattdessen von "hard -" und "soft sciences". Heinz von Foerster wagt diesbezüglich eine Hypothese: "Die 'hard sciences' sind erfolgreich, weil sie sich mit den 'soft problems' beschäftigen; die 'soft sciences' haben zu kämpfen, denn sie haben es mit den 'hard problems' zu tun." (Heinz von Foerster, „Kybernetik“, S. 161, 1993, Merve-Verlag);

⁹² Peter Weibel, 5.Architekturdialog, Graz 2006, „Vom Verschwinden der Ferne“ bzw. „Vom Verschwinden der Ferne. Telekommunikation und Kunst.“ Köln 1999;

⁹³ "Architekturen der Wissenschaft" und "Wissenschaft der Architekturen" #2156, <http://www.gat.st>;

⁹⁴ die Autoren von „biomorphe Blob-Architektur“ beziehen sich zumeist auf aktuelle Tendenzen in der Naturwissenschaft, um im metaphorischen Sinne ihr Formenvokabular als theoretisches Konstrukt zu rechtfertigen. Siehe dazu auch Charles Jencks über Peter Eisenman in „The Architecture of the Jumping Universe“; Kritiker wie Herbert Muschamp oder Anthony Vidler sprechen von einem prinzipiellen Fehlen der „Architektur“ innerhalb der generativen Architekturgrammatik.

⁹⁵ Susanne Hauser, „Das Wissen der Architektur - ein Essay“, 2005, Grazer Architekturmagazin Gam02;

Fremddisziplinen innerhalb des Entwurfsprozesses. Der andere Bereich, der in dieser Dissertation hauptsächlich behandelt wird, liegt in der Betrachtung der komplexen Prozesse der Wissenssynthese, die ich einer polyvalenten geleiteten „Modellbildung“ nenne.

Das Experiment als wissenschaftliche Disziplin innerhalb des architektonischen Entwurfsprozesses wurde in der Moderne nicht sehr beachtet und erst wieder in den 60er Jahren als System untersucht. Einer der dominanten Stimmen der damaligen emporkommenden Diskussion war Christopher Alexanders das bereits erwähnte Buch „Notes on the Synthesis of form“⁹⁶, das im Jahre 1964 erschien. Alexander führte damals vier Gründe dafür ein, die eine wissenschaftliche Untersuchung des Entwerfens so wichtig machten: „1. Die Entwurfsprobleme sind komplex geworden, um rein intuitiv behandelt zu werden; 2. die Zahl der für die Lösungen von Entwurfsproblemen benötigten Informationen steigt derartig sprunghaft an, dass ein Designer allein und auf sich selbst angewiesen diese gar nicht sammeln und auswerten kann; 3. die Zahl der Entwurfsprobleme nimmt rapide zu; 4. die Art der Entwurfsprobleme verändert sich in zügigerem Rhythmus als in früheren Zeiten, so dass man immer seltener auf lang verübte Erfahrungen zurückgreifen kann.“⁹⁷ Der private Charakter des Entwerfens sollte entzaubert und offengelegt werden, um die auftretenden Komplexitäten der Problemstellungen allen Beteiligten auch zugänglich und dadurch erkenntlich zu machen.

Die weiterführende These ist nun, dass ein Kurzschluss von *episteme* und *techne*⁹⁸ die wissenschaftliche Betrachtung über Architektur vor allem für jene Art von Problemen prädestiniert, die sich unter dem allgemeinen Stichwort „Komplexität“ zusammenfassen lassen: Aufgaben, die aus der Überschneidung andersartiger Denk- und Betrachtungsweisen entstehen. Nur wenige Disziplinen bewerkstelligen ähnliche Komplexitätsgrade wie die architektonische „technoepisteme“⁹⁹. Da Architektur komplexe Wissensbereiche und Ordnungen für einen Entwurf synthetisieren muss und gleichzeitig diesen komplexen Vorgang als Spezialfall immer wieder von neuem - es besteht nur selten die Möglichkeit auf vorhandene Regelwerke zurückzugreifen - zu erfinden hat, ist die Architektur als kontinuierlich selbstmodifizierende Wissensform zu betrachten, als eine Art „Metadesign“. Sie hat nicht nur den Entwurf an sich zu entwickeln, sondern auch den dazugehörigen Prozess und alle dazugehörigen notwendigen Design Tools¹⁰⁰ (sog. Entwurfs- und Denkwerkzeuge).

Die Explosion der Komplexitäts-Wissenschaften bzw. -Forschungen der letzten Jahrzehnte veränderte unsere Sicht der Dinge; lineare wurden in dynamische Weltbilder des 20. Jh. umgedacht. Die Komplexitätstheorie an sich beschreibt generelle Eigenschaften von Objekten eines Systems im Verhältnis zu einem großen Ganzen mit Ordnungsprinzipien auf unterschiedlichen Ebenen und kann in folgende Modi unterteilt werden: erkenntnistheoretische Komplexität, ontologische Komplexität, und Komplexität der Funktion. Traditionell historisch fokussierte die Wissenschaft auf stabile, in sich geschlossene, absolute und linear angeordnete

⁹⁶ Christopher Alexander, *Notes in the synthesis of form*, Harvard Press, 1964. Im Kern seiner analytischen Methode steht die Überlegung, dass der professionelle Planer im „Netz seiner Sprachen“ gefangen ist. Alexanders Methode der „Dekomposition“ von Planungsaufgaben soll den Planer aus diesem Netz befreien und eine offene Problemformulierung ermöglichen. Nach einer gelungenen „Dekomposition“ des Problems zeigt sich die Lösung in Form eines Diagramms gewissermaßen von selbst – und damit letztendlich doch wieder intuitiv.

⁹⁷ siehe: Gernot Weckherlin, „Die Architekturmaschine oder: Architekturtheorie eine angewandte Wissenschaft?“, 2005, Grazer Architekturmagazin Gam02;

⁹⁸ die griechische Antike hat „episteme“ und „techne“ unterschieden: während techne (lat. Ars) praktisches Vermögen und handwerkliches Können umschreibt, bezeichnet episteme (lat. Scientia) Wissenschaftlichkeit und Erkenntnis. Episteme untersucht die Ordnung der Dinge und beschreibt die Welt, wie sie ist. Techne hingegen ist ein schöpferischer Akt: sie erzeugt Dinge - eine Welt wie sie sein soll.

⁹⁹ siehe: Jörg Reiner Noenning, „Adventures of Complexity“, Proceedings in EAEE;

¹⁰⁰ vergl. *Things To Think With / Don A. Norman*: The psychology of everyday things. New York: Basic Books, 1988; „Today's technology, especially that of the Personal Computer, is too complex. But the potential is enormous. The new technologies offer major opportunities for work and play, learning and doing. They make the invisible visible, they permit play and exploration of even the most complex of topics, and they allow groups of people to interact constructively, even when separated by time or distance.“ Don Norman in: <http://cogsci.ucsd.edu/~norman/>, 2006;

Systeme. Im Gegensatz dazu beschreibt die Komplexitätswissenschaft instabile, ungeordnete und nichtlineare Verhältnisse, die an sich natürliche („real-life“) Phänomene besser erklären können als die traditionelle Wissenschaft es bis dato vermochte. Für die Architektur eröffnet bzw. verlangt dieses neue Wissenschaftsfeld die Möglichkeit den herkömmlichen Entwurfsprozess als wesentlichen Bestandteil der Architektur neu zu überdenken und somit neue Entwurfsstrategien bzw. – Synthesen zu entfalten. Dabei entsteht ein spannender aber zu überwindender Widerspruch zwischen eines „zurückschauenden“ und bewertenden wissenschaftlichen Komplexitätsfeldes innerhalb der Architekturtheorie und einem immer nach vorne gerichteten Entwurfsprozess.

Der amerikanische Theoretiker und Architekt Robert Venturi beschrieb 1966 als erster in seinem Buch „Complexity and Contradiction in Architecture“ eine vage Annäherung zu diesen Komplexitätstheoremen¹⁰¹. Seine formulierten Ansätze, die eine wesentliche Kritik an die Moderne artikulierten, waren für die damalige Zeit sicher noch etwas unausgereift, haben aber nach wie vor dasselbe Ziel wie heute: einen Entwurfsprozess bzw. eine Entwurfsmethode die in alltäglichen komplexen Szenarios genauso „gute“ Ergebnisse hervorbringt kann, wie die sterile Umgebung der isolierten und idealisierten Szenarien der Moderne. *„Ich freue mich über Vielfalt und Widerspruch in der Architektur...Ich stelle die Vielfalt der Meinungen höher als die Klarheit der Meinungen und dementsprechend befürworte ich den Widerspruch, vertrete den Vorrang des Sowohl-als-auch. [...] Mehr ist nicht weniger!“*¹⁰²

Offensichtliche Irrationalität des einen Teils wird gerechtfertigt durch die Rationalität des Ganzen. Venturis darauf folgende Feststellung: *„Main Street is almost alright...“* beschreibt eine Architektur des Einbeziehens und des bewussten Kompromisses, eine Architektur der Akzeptanz des Alltäglichen.¹⁰³ Die Suche nach dynamischen und anpassungsfähigeren Entwurfssystemen wurde in den letzten Jahrzehnten von unterschiedlichsten Architekten und Theoretikern allegorisch fortgesetzt: Christopher Alexander, Charles Jencks, Peter Eisenman, Greg Lynn und viele andere auf die ich später noch zu sprechen kommen werde.

Die offensichtlichste Verknüpfung zwischen Architektur und deren wissenschaftlichen Anleihen bilden der Computer und die digitalen Medien. Charles Jencks¹⁰⁴ beschreibt eine neue Ästhetik die durch Computer generiert und überprüft werden kann. Die entstehenden Formensprachen sind weit einheitlicher und selbstähnlicher und vor allem sollen sie ihre Umgebung nicht mehr dekonstruieren (als Beispiel zitiert Jencks Libeskind's Victoria & Albert Museums Projekt, das auf eine selbstähnliche „Fraktalgeometrie“ zurückzuführen ist, die wiederum ein Potential besitzt, auf den umgebenden Kontext bestmöglich einzugehen). Neben dem Fraktal entwickeln sich durch die Computertechnologie auch einige andere Muster bzw.

¹⁰¹ Robert Venturi, *„Complexity and Contradiction in Architecture“*, Museum of Modern Art, 1974; Venturi formuliert ein Konzept über die Ästhetik der Architektur, in dem er sich für den mannigfaltigen Reichtum in der Baukunst und gegen die Sintflut von Funktionalität und Purismus der Moderne (orthodoxe Moderne in der Architektur) ausspricht.

¹⁰² Robert Venturi, *„Komplexität und Widerspruch in der Architektur“*, dt. Ausgabe, Birkhäuser, 1978; (S.23/24), *„Bauen nicht gegen das Bestehende, sondern mit dem Bestehenden! Bauen nicht als Monumentalunternehmen, sondern als Anerkennung auch des Alltäglichen!... gegen Autonomieanspruch der Monumentalisten...gegen puritanische Sozialmetaphysik...“*(das ist) ein Plädoyer für das Alltägliche, Gewöhnliche, Trivialwelt.“ Venturis Architektur relativiert sich bis hin zum Fragment an ihrer Umwelt, und an ihren Bedingungen; indem sie alle nur denkbaren Bindungen anerkennt, gewinnt sie nach Venturi das verloren geglaubte Ästhetische zurück.

¹⁰³ Komplexitätsbezug in Architektur und Städtebau um 1960: In Wirklichkeit gab es zwei adaptierte Komplexitätstheorien, beide entstammen der Zeit vom Anfang der sechziger Jahre. Für Venturi stellt die Komplexität einen psychologischen und sozialen Fortschritt gegenüber der Einfachheit dar, eine Evolution von Kultur und Urbanismus, um sich mit widersprüchlichen Problemen auseinanderzusetzen. Venturi übernahm dabei Ideen aus der Literaturkritik. Die miteinander streitenden Kräfte wurde auf die „fünf Fassaden“ des Hauses projiziert...aber es gebe trotzdem eine Verpflichtung gegenüber dem schwierigen Ganzen und wenn man so will eine klassische Ordnung. Venturis Buch steht für die erste Komplexitätsphase in der Architektur, er beschrieb die Komplexität als Collage der bereits bestehenden und bekannten Lösungen; Komplexität als Manipulation des Klassizismus, Modernismus, etc. Aber in diesem Sinne handelt Komplexität eher von der Gegenüberstellung statischer, bereits existierender Elemente als von Emergenz überraschender neuer Ganzheiten, die in der allgemeinen Wissenschaft als das Wesentliche betont wird. In der Polemik von Jane Jacobs *„Tod und Leben großer amerikanischer Städte“* von 1961 wandte sie sich gegen die modernistische Vorstellung, eine Stadt ließe sich funktional sauberlich aufteilen - jene Zonenvorstellung Le Corbusiers, die zur Vernichtung so vieler großer amerikanischer Städte beigetragen hatte. Eine Stadt ist nicht in erster Linie eine Frage funktioneller Zonen oder der Aufteilung ihrer Gebiete in die fünf Funktionen - Wohnen, Arbeiten, Verkehr, Erholung, Verwaltung - oder Einfachheit. Ebenso wenig handelt es sich um desorganisierte Komplexität, eine Stadt sei ein Problem organisierter Komplexität. Eine Stadt ist grundsätzlich ein lebender Organismus mit komplexen Querverbindungen und holistischem Verhalten, wie ein Bienenstock ist sie ein Superorganismus mit nichtlinearen emergenten Eigenschaften. Jane Jacobs Betrachtungen waren deutlicher an die neu aufkeimenden wissenschaftlichen Tendenzen anzuknüpfen, wobei ihre Betrachtungen auf einer soziologisch –planerischen Seite zu lokalisieren waren.

¹⁰⁴ Charles Jencks, *„The Architecture of the Jumping Universe“*, Academy Editions, 1995, Eine Polemik: Wie die Komplexitätstheorie Architektur und Kultur verändert;

Formensprache, eine wieder belebte Ästhetik der Wellen, Falten und Schwingungen, Windungen und Krümmungen, eine Ästhetik des Lebens, eben "springende Formen". In den Wissenschaften und Architekturen beziehen sich diese formal sichtbaren Ansätze auf die Rückkopplung, auf selbstorganisierende Veränderung, die der Computer an sich sehr gut simulieren kann. Um der der Natur näher zu kommen und ihre fraktale Sprache anzunehmen, fordert Jencks die Beschäftigung mit intelligenten organischen Metaphern, geologische Formationen und wissenschaftlichen Experimenten. Das überlappende gemeinsame Element dieser Experimente sei vielleicht der ewige Wunsch, der Realität hinter der Natur näher zu kommen, den generativen Eigenschaften des Lebens. Generative Entwurfsprozesse nehmen sich im Prinzip algorithmische Methoden und Formalismen zur Hilfe und können somit mit einem hohen Grad an Komplexität umgehen. Die Formalisierung der auftretenden Emergenz innerhalb komplexer Prozesse und der Kreativität an sich wäre nicht möglich (und hätte auch keinen Sinn), aber sie könnte ihren Ausdruck in der Architektur finden indem sie prozessuale Prinzipien untersucht und in den Entwurfsprozess mit einfließen lässt.

Alle architektonischen Versuche, die in den 1990er Jahren mit Bezug auf die damaligen architekturtheoretischen Betrachtungen mit dem Computer entstanden sind, blieben aber eher auf einer diagrammatischen und iconographischen Ebene¹⁰⁵. Die Frage wie Architektur und Komplexitätstheorie in Verbindung gebracht werden könne, bleibt nach wie vor offen. Generative Tools¹⁰⁶ als unterstützende Entwurfsinstrumente könnten eine hierzu viel versprechende Annäherung sein. Wie schon weiter oben erwähnt sind Entwurfsaufgaben bzw. Probleme in der Architektur einzigartig, ungeordnet und als Problemlösung endlos dynamisch variierbar. Da man sich nur selten auf vorhergehende Lösungsansätze beziehen kann, erfordern Lösungsfindungen problemspezifische und experimentelle Methoden. Mögliche generative Techniken werden zurzeit hauptsächlich dazu eingesetzt, um eine möglichst große Anzahl von Varianten eines Lösungsansatzes mittels Parametrisierung während dem Entwurfsprozess zu erzeugen. Das vernünftige Selektieren wird von dem Entwerfenden selbst erledigt. Das ist darauf zurückzuführen, dass unvorhersagbare und komplexe Entwurfsentscheidungen zu treffen sind, die nach wie vor menschliche Intuition verlangen. Um generative Prozesse zu dirigieren und zu evaluieren wird ein Feedback der Akteure oder des handelnden Teams benötigt. Aktuelle generative Systeme sind bis dato nur dann in der Lage aus Varianten auszuwählen bzw. etwas selbstständig zu generieren, wenn entweder die Regeln sehr simplifiziert werden und auf einfachen Abfragen passieren - dabei können natürlich nicht alle wichtigen Kontextbezüge mit verifiziert werden, sie können deshalb nur in sehr frühen Entwurfsstadien eingesetzt werden - oder man sich auf oberflächliche und formale Formgenerierungen beschränkt (dabei können wiederum funktionale und ästhetische Probleme auftreten).

¹⁰⁵ So auch die „**Blobmeister der digitalen Architektur**“, die aber nach wie vor in modernen Schemata verhaftet bleiben und an das abstrakte Meisterstück glauben, (was wiederum nur im ungebrauchten Zustand zu bewerten wäre) als reine Idee und nicht als zu benutzende Architektur. Damit übernehmen sie die eigentlichen Probleme der Moderne. Die digitalen Medien könnten im Entwurfsprozess viel besser genutzt werden, wenn man sich davon löst, die Bedeutung von Architektur negativ historisch mit ihrem Fortschritt und ihrer Andersartigkeit zu begründen; siehe hierzu ARTikel von Anthony Vidler in der Publikation der letzten ANY Konferenz „**Horror vacui: Notes on the Void**“.

¹⁰⁶ Genetische Algorithmen stammen aus den wachsenden Forschungsergebnissen in der Gentechnologie und können künstlich hergestellt neues Leben und simulierte Welten schaffen und beeinflussen. Sie sind der Kernpunkt und das sich ständig wechselnde Archiv des Lebens und der Artificial Life Programmierung. Genetische Algorithmen versuchen, evolutionäre Vorgänge aus der Natur auf intelligente Systeme zu übertragen. Künstler und Wissenschaftler haben sich mit der Produktion von künstlichem Leben beschäftigt. Sie zeigen Interesse sowohl an der Kritik der Gentechnologie, die gegen die Entwicklung von künstlichem Leben ist, als auch an der algorithmischen Schönheit und Faszination einer simulierten Welt. Durch genetische Algorithmen können künstliche Welten definiert werden. Diese Welten ergeben Arbeitsbereiche, die grenzenlos sind und in denen der Künstler die Grenzen der selbst geschaffenen Welt bestimmen kann. „Die genetische Kunst ist Erforschung des künstlichen Lebens wie dessen Kritik. Sie ist eine der wenigen Kunstformen der Gegenwart, die nicht rein kunstimmanent bleibt, sondern sich zentralen Punkten des Lebens nähert.“, in: Peter Weibel: „Über genetische Kunst“. In der Architekturtheorie und experimentellen Architekturpraxis wurde dieser Begriff mit den realen Entwurfsprozess zusammengeführt, wie z.B.: **generative architecture**, **inductive design**, **designgenerator**, etc. Vertreter wie Peter Eisenman (Folding in Time – the singularity of Rebstock) Greg Lynn (embryologic house), Manfred Wolff-Plotteg (Architekturalgorithm), Makato Sei Watanabe (Induction City), Kas Oosterhuis (Swarm Architecture), Ulrich Königs (diversity.c) oder MVRDV (Castle-Maker) haben bereits erste Versuche gestartet real-generative Entwurfsszenarien als real baubare Architektur zu entwickeln.

Es wäre zusätzlich eine dritte noch nicht klar definierbare Variante wäre denkbar: nämlich in Verbindung mit der Komplexitätstheorie. Klassische Wissenschaft passiert auf einem linearen Vorstellungsmodell, welches relativ exakt Ergebnisse oder Antworten voraus bestimmen kann, die Zeit ist reversierbar. Nichtlinearität und Dynamik sind im Gegensatz dazu nicht geeignet um bestimmte Endzustände eines Systems oder Endzustände eines Szenarios vorher bestimmen zu können. Was man aber vorher bestimmen kann, ist das Verhalten eines Systems also Möglichkeitsfelder von Zukunftsszenarien, nicht das System an sich. Die Komplexitäts-Wissenschaftstheorie an sich hat nicht a priori neue Modellbildungen hervorgebracht, erzeugt aber durch ihren holistischen „point of view“ neue Sichtweisen auf alte nicht verstandene Phänomene; im Besonderen die Phänomene der Natur (~natural patterns, ~natural growth processes, etc.). Hier wird vielleicht der aktuelle Zeitgeist, das Verhältnis zur Verknüpfung von Architektur, Wissenschaft und Computer am deutlichsten. In der Architektur wurden schon immer natürlich gewachsene Strukturen als Metapher für ästhetische Überlegungen herangezogen oder deren statische Systeme als Vorbild genommen¹⁰⁷. Während in der Moderne alle von Maschinen und neuen Technologien begeistert waren, wurden dementsprechend Problemdefinitionen oft aus einem sehr generalisierten Blickwinkel betrachtet. Um nun wirklich Komplexe Problemstellungen besser bewältigen oder komplexe Formen in Bezug auf den Kontext in den Architekturentwurf mit einbeziehen zu können, sind Werkzeuge notwendig die solche komplexen Formen oder Beziehungen bearbeitbar und denkbar machen.

Der zentrale Konfliktpunkt zwischen der Architektur und der Komplexitätstheorie besteht darin, dass Wissenschaftstheorie ein beobachtendes und inter-subjektives Instrument ist, währenddessen der Entwurf das genaue Gegenteil davon ist: neben rationalen Gedanken gibt es Emotionen, Gefühle und persönliche Lösungen von Problemen. Da sich die Komplexitätstheorie aber auf Wahrscheinlichkeits-Vermutungen stützt, die aus generellen Lösungsansätzen entnommen werden (und weniger aus Spezialfällen) gibt es hier eine vorstellbare Verknüpfung zur Architektur. Die Architektur hat sich immer schon auf vage und mannigfaltige Beziehungen zu unterschiedlichsten Feldern bezogen.

Als Zusammenführung der wissenschaftlichen Recherche charakterisiere ich in meiner Arbeit den digitalrealen Entwurfsprozess nicht als „thinking before acting“, sondern ich lege etwas mehr auf die nach wie vor notwendige menschliche Intuition Wert: „feeling and thinking while acting“¹⁰⁸. Anleihen der Komplexitätstheorie a la Charles Jencks sind nicht von sich aus eine „Selfservice“-Toolbox für den Architekturentwurf, aber sie beschreiben die holistische „Metaperspektive“, die objektive Betrachtungen komplexer Tatsachen erlaubt. Digitalreale Tools für den Architekturentwurf können offene Varianten, optimierte Möglichkeiten und kreative Prozessketten generieren die frei sind von jeglicher geschichtlichen Assoziation¹⁰⁹, sie sind nach vorne orientiert ohne sich auf Altbekanntes zu beziehen. Der experimentelle Umgang mit digitalen Tools und die Bildung neuer „Arbeitsmetaphern“ ist dem aber voraus zu schicken. Erst dann kann man komplexe Problemstellungen auch in Bezug auf die Verknüpfung zur Komplexitätstheorie besser verständlich machen und Lösungsansätze durch Experimente testen. Die Kontrolle des Entwurfsprozesses entfaltet sich nicht mehr ausschließlich aus einem „Top-Down“ Prozess, sondern auch aus parallelen, nicht gerichteten, „Bottom-Up“ Prozessen. Um

¹⁰⁷ vergleiche hierzu: Arch+ 159/160 Formfindungen, „von biomorph bis technoform“;

¹⁰⁸ aus: Protzon J., „The Limits of Intelligence in Design“, 1993, in: The Proceedings of the Focus Symposium on Computer-Assisted Building Design Systems of the 4th International Symposium on System Research, Informatics and Cybernetics, Baden Baden, Deutschland.

¹⁰⁹ ...man könnte sie auch als unfertig und „open ended“ bezeichnen, nicht mehr exakt determinierbar... sie sind charakterisierbar mit John Frazers „living buildings“ (man könnte im weitesten Sinne sie auch als „living design“ charakterisieren). siehe hierzu: John Frazer, „An Evolutionary Architecture.“, London: AA, 1995;

Komplexität mit ihrer Emergenz als Prinzip im Architekturentwurf anwenden zu können, müssen beide Methoden kombiniert und zusätzlich mit einem Kommunikations- bzw. Prozessprotokoll¹¹⁰ versehen werden.

Eine zusätzliche Dimension, die ich aber vorerst in meinen Betrachtungen nicht mit einbeziehen werde, verstärkt zusätzlich diese Petition nach Dynamisierung des Entwurfsprozesses; sie thematisiert die „Haltbarkeit“ bzw. die immer kürzer werdende Dauerhaftigkeit von Architektur, die weitere Flexibilität in allen Bereichen fordert. Ich werde in meiner Dissertation auf diesen zeitlichen Faktor aber nur am Rande Bezug nehmen können.

¹¹⁰ Ein Protokollwerkzeug dient einerseits als Speicherplatz für alle involvierten Prozesse bzw. Vorgänge und deren Zuordnungen, auf der anderen Seite ermöglicht es einen generalistischen „**Outworld-View**“ um die Prozesse in ihrer Gesamtheit auf holistische Art und Weise zu betrachten.

(Syn)these: Nach William J. Mitchell¹¹¹ kann man Architektur als „materialized digital information“ bezeichnen und sie mit ihrem „added design content“ beschreiben. Digital kontrollierte Entwurfsmethoden und digital gesteuerte Konstruktion bzw. Fabrikation kreieren auf der einen Seite eine „neuen Subjektivität“¹¹² (subjektive Freiheit), lassen auf der anderen Seite breitere Reflexionen auf die jeweiligen Zusammenhänge zu, eröffnen flexiblere Arbeitsprozesse und erlauben das Eingehen auf Komplexitäten; sie erzeugen mehr als nur die Optimierungen von bestehenden Denkstrukturen bzw. Denksystemen¹¹³.

Entwurfsprozesse in der Architektur werden im Allgemeinen durch polymediale Werkzeuge und Arbeitsumgebungen unterstützt, die mehr oder weniger den Entwurf auch direkt beeinflussen um das „Neue“ bzw. das „Schöne“ des Entwurfs entfalten zu lassen. Die Art und Weise wie wir unsere (Entwurfs-)Welt betrachten ist sehr stark von den Instrumenten und Medien beeinflusst, die wir für deren Betrachtung heranziehen. Neue Instrumente oder Medien implizieren neue Sichtweisen. Demzufolge verändern momentan die Digitalen Medien radikal wie Personen über die Welt denken. Es sind die „Dinge“, mit denen wir denken lernen und unsere Intuition am besten steuern. Sie machen das Denken einfach, bzw. erlauben uns komplexe Vielschichtigkeiten fassbar zu machen. Michael Resnick vom MIT bezieht sich auf Donald Normans Diktum „Things To Think With“¹¹⁴, indem er weiterführend von „*Things That Think*“ debattiert „...*thinking things that change not only what we do, but how we think, what we think about, and who we think with.*“¹¹⁵

Vielleicht entzaubert Resnick hier das digitale indem er nicht nur das Digitale als Instrumentarium weiterbearbeitet sondern reale Objekte mit digitalen Eigenschaften (~ smart objects) versieht. Diese Denkwerkzeuge machen für uns Komplexitäten einfacher, lesbarer und abstrakter.

Das Leitthema der Ars Electronica 2006 ist „Simplicity – The Art of Complexity“¹¹⁶ und rückt die wachsende Komplexität unseres Lebens als Folge des technischen und gesellschaftlichen Wandels in den Brennpunkt des Festivals. „*Die Herausforderung der Zukunft wird darin bestehen, Komplexität für alle durchschaubar zu machen und nutzbar zu gestalten. Positive Simplicity wirkt im Sinne von intelligenten Strategien, Technologien einfach zugänglich, handhabbar und einschätzbar zu machen*“, so Gerfried Stocker¹¹⁷. In der aktuellen Kunstdebatte beobachtet Lev Manovich¹¹⁸ ähnliche Phänomene. Seiner Ansicht nach ist die Abstraktion des

¹¹¹ Mitchell, William, „**Constructing Complexity**“, 2005, in: Computer Aided Architectural Design Futures 2005, Bob Martens & Andre Brown (Ed.), Springer, The Netherlands, pp. 41-50. Die Qualität des „added design content“ kann durch seine diskreten Eingaben (the number of bits in the input stream) definiert werden. Je größer dieser „input stream“ ist, desto eher ist das Ergebnis anpassungsfähig. Input streams bestehen sowohl aus vorgefertigten (Software spezifischen) Teilen, als auch aus „handcoded parts by the designer“. So gesehen hat jede CAD Software ihre eigenen stilistischen Konventionen und diese beeinflussen natürlich das Ergebnis (siehe CAD Software 1980: Architekturelemente oder 1990: free Form Surfaces, Curves, etc.). Wobei 1990 die Design Ergebnisse, die aus neueren Software Tools entstanden sind, fast noch unbaubar waren, ist heute zu Tage durch die CAD/CAM Technologien fast alles realisierbar. Auch in Bezug auf die Maschinen kann man die Qualität (design content) des Endproduktes durch den input string bestimmen (state description -> process description). Ein Hauptansatz der industriellen Moderne in Bezug auf die Architekturproduktion war möglichst wenig Vorort zu produzieren und möglichst viele Bauelemente vor dem Zusammenbau unter industriellen Bedingungen fertig zu stellen (Fertigteile, industrielle Bauelemente). Die Baukosten wurden so erheblich optimiert, weil sich die Baukosten aus den Rohmaterial und den individuellen input streams zusammensetzt. Wirtschaftlichkeit erreichte man durch Repetition und Massenproduktion. In der heutigen Zeit kann man jedoch durch die numerische Kontrollierbarkeit der Maschinen Effizienz auch ohne „unintelligente“ Repetition erlangen. Man kann nun eine Idee formulieren, die die Komplexität eines entworfenen und gebauten Architekturobjektes mit dem Verhältnis von getätigten Entwurfsentscheidungen zu dem Projektmaßstab definiert. Wiederholung und Komplexität stehen dabei in wechselseitigem Zusammenhang.

¹¹² **Neue Subjektivität** ist ein von **Marcel Reich-Ranicki** geprägter Begriff für eine neue Richtung der deutschen Literatur in den 70er Jahren, die Probleme im Privatleben, persönliche Träume bzw. Phantasien und ähnliches thematisierte. Sie bildete sich als Gegenbewegung zu einer politisch engagierten Literatur mit ihren systemkritischen und gesellschaftstheoretischen Implikationen, wie sie im Umfeld der Studentenrevolten 1968 entstanden war. Ziel war ein auf Innerlichkeit, Introspektion und Selbsterfahrung ausgerichteter Schreibprozess. **Antonio Saggio**, der Herausgeber von „The Information Technology Revolution in Architecture“ kommentiert dazu: „Wenn die Formel der Moderne zu Recht ‚Neue Sachlichkeit‘ lautet, kann die Formel heute nur ‚Neue Subjektivität‘ heißen.“ in: digitalreal, BLOEMEISTER.

¹¹³ Eine wesentliche Kritik an der Geschichte der „Architektur-Computer-Entwurf“ Verbindung richtet sich auf die fast ausschließliche Beschreibung der Qualitäten von Optimierungen der Prozesse und die Ausklammerung von Intuition bzw. Kreativität, die durch die neuen Medien potenziert und intensiviert werden können.

¹¹⁴ Norman, Donald. A., „**The psychology of everyday things**“, 1988, New York: Basic Books.

¹¹⁵ Resnick, Michael, MIT, „**Things to think with**“, IBM System Journal, Vol. 35, 1996, pp. 441-442;

¹¹⁶ **Ars Electronica 2006**, <http://www.aec.at/simplicity> Kaum jemand begreift mehr die mannigfaltigen computerbasierenden Abläufe, die uns in allen Bereichen des Lebens begleiten: ein Phänomen das für uns als Individuen unweigerlich mit dem Verlust von Kontrolle einhergeht. Werkzeuge, die ursprünglich dazu gedacht waren, das Leben zu vereinfachen, scheinen genau das Gegenteil zu bewirken.

¹¹⁷ Gerfried Stocker, Geschäftsführer der Ars Electronica, in „Das Kulturjournal“, Standard 2006;

¹¹⁸ Lev Manovich, „**Abstraktion und Komplexität**“, in: „Abstraction Now“, Edition Camera Austria, 2003;

Informationszeitalters - wie auch die modernistische Reduktion - mit der aktuellen wissenschaftlichen Forschung direkt und indirekt verbunden: sowohl durch den direkten Transfer von Konzepten und Techniken als auch indirekt als Teil derselben historisch begründeten Imagination. Formen werden nicht als richtig oder falsch klassifiziert, wir erleben viel mehr einen dynamischen Organisationsprozess, der kontinuierlich verschiedene, gleichwertige Formen erzeugt. Die Ästhetik der Komplexität ist ein zentrales Element für die zeitgenössische Software-Abstraktion; sowie es der Reduktionismus für die frühe modernistische Abstraktion war. Wenn solche realdigitalen Eigenschaften die konzeptionelle Weiterentwicklung im Architektorentwurf beeinflussen bzw. steuern, dann kann ein ständiger Wechsel zwischen den Medien die Möglichkeiten von Interpretationen nur potenzieren und den kreativen Prozess durch Komplexitätssteigerung intensivieren. Einseitig medial bzw. virtuell ausgerichtete Arbeitsumgebungen können optimieren und erleichtern Entscheidungsfindungen, setzen aber reale Modelle für ihr intuitives Verständnis voraus. Die Herausforderung ist das permanente Springen zwischen unterschiedlichen medialen Umgebungen und das Finden von geeigneten Schnittstellen um reale Komplexität zu digitalisieren und digitale Qualität greifbar zu machen ohne dabei die „direct tactility“ zu verlieren. Nach Becker und Tessmann¹¹⁹ erzeugen erst solche zyklisch angewandte Rückkoppelungsschleifen zwischen beiden Welten (real und digital) kohärente Entwurfsmodelle. In seiner Studie „Understanding Media“ (1964) thematisiert McLuhan¹²⁰ die Bedeutung des Hybriden in dem er folgende These aufstellt, dass durch *„Kreuzung oder Hybridisierung von Medien [...] gewaltige neue Kräfte und Energien frei werden, ähnlich wie bei der Kernspaltung oder der Kernfusion.“* Ein bezeichnendes Merkmal von erfolgreich intensivierten polymedialen und polyvalenten Prozessketten ist die unorthodoxe mehrdimensionale Interaktion zwischen den Medien und durch deren ständige Überlagerungen die daraus resultierende emergente Produktion des „Fremden“ (M. Novak)¹²¹. Das mächtige Potential des gesteuerten Tagtraumes, wie anfänglich beschrieben, befreit uns von angelernten Denkstrukturen des Unbewussten; Der Zusammenschluss der Metaposition eines Tagträumenden mit evokativen¹²² digitalrealen Tools bildet die erweiterte Tagträumerei, das „augmented daydreaming“, was die intensivierte Emergenz im digitalrealen Entwurfsprozess intuitiv potenziert.

¹¹⁹ Becker, Mirco und Tessmann, Oliver, „ephemeralMATTER“, 2004, in: kunststoffe und freie formen. Ed. by Burgard, Roland, Springer-Verlag, Wien, pp. 53-56.

¹²⁰ McLuhan, Herbert M., „Die magischen Kanäle, Understanding Media“, 1996, Verlag der Kunst, Dresden, pp. 84.

¹²¹ Novak, Marcos, „Liquid ~, Trans ~, Invisible ~: The Ascent and Specialisation of the Digital in Architecture“, 2001, in: digitalreal Blobmeister. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im DAM, Birkhäuser, Basel, pp. 214-247.

¹²² siehe Fußnote 50;

Modellbildung: Der Entwurfsprozess, der innerhalb hybrider Arbeitsumgebungen entstehen kann, beinhaltet andere und neue Komplexitätsgrade, als es bisher mit den analogen Methoden denkbar, darstellbar und begreifbar war. Das Verständnis postmoderne Komplexitätstheorie in Verbindung mit dem Entwurf als wissenschaftliches Experiment impliziert a priori keine neue Entwurfsmethode, trägt aber für das Verständnis von immer komplexer werdenden Entwurfsproblemen bzw. komplexen Problemstellungen wesentlich bei und ermöglicht schlussendlich das, was Charles Jencks im weiteren Sinne als die *Emergenz* im digitalrealen Entwurfsprozess fordert. In Kombination mit Rapid Prototyping erzeugen hybride Arbeitsumgebungen ein digitrales „Wahrnehmungslabor“ zur sinnlichen und konzeptionellen Entwurfsunterstützung in der Architektur, welches angewandte kreative Prozesse intuitiv unterstützt. Die „intuitive Augmentierung“, demnach die dynamische Erweiterung der realen Entwurfsinstrumente mit digitalen Instrumentarien bzw. virtuellen Entwurfsumgebungen, definiere ich in Kombination mit dem wissenschaftlichem Experiment als meine Forschungsmethode. Digital initiierte bzw. unterstützte Entwurfsprozesse erweitern in Kombination mit digitalrealen Instrumentarien das architektonische Denken und generieren durch die Loslösung der bereits bekannten Systemkonstruktionen sowohl subjektive als auch objektive Freiheitsgrade innerhalb der intuitiven und kreativen Prozessketten. In meiner Dissertation werde ich gewisse Bereiche der Kreativitätstheorie (Kreativitätstechniken, wissenschaftliche Kreativität, maschinelle Kreativität, Kreativität & Computer) in Bezug auf Arthur Köstlers¹²³ Theoremen der Bisoziation mit den postmodernen Komplexitätswissenschaften und der architektonisch geführten Komplexitätstheorie in Verbindung bringen und synthetisieren. Das „digital tooling“, was als hybrides Konzeptgerüst das „augmented dayreaming“ erst ermöglicht, werde ich hinsichtlich der Architekturproduktion historisch, funktional und technisch untersuchen. Als wesentliche Interpretationsfelder werde ich einerseits digitalreale Fallstudien, vergleichende Studien aus Theorie und Praxis, heranziehen und andererseits werde ich digitalreale Experimente, prototypische Beispiele aus der Lehre, als die angewandte Forschungsmethode beschreiben.

Als wissenschaftliche Modellbildung definiere ich in meiner Dissertation ein digitalreales Wahrnehmungslabor zur sinnlichen und konzeptionellen Entwurfsunterstützung in der Architektur.

“dreaming and thinking while acting“ ...

¹²³ Arthur Köstler, „The Act of Creation“, 1964;

Inhalte und Gliederung der Arbeit:

Teil I / Definition und Zielsetzung:

1. Begriffserläuterungen - "augmented daydreaming":
der Tagtraum, die Augmentierung (~AR) und die Emergenz;
2. die digitalreal gelenkte Intuition in der reflexiven Entwurfspraxis;

Teil II / Recherche und Synthese:

3. generelle Kreativitätstechniken, Kreativität in der Kunst, Kreativität in der Wissenschaft, maschinelle Kreativität;
4. Arthur Köstler's Bisoziationstheoreme aus „Act of Creation“ (dt. „Der göttliche Funke, Der Schöpferische Akt in Kunst und Wissenschaft“), von 1966;
5. Computer und Kreativität, Augmentierte Kreativität;
6. Der Computer im Entwurfsstudio des Architekten, Geschichte von CAAD, Kategorien von Digital Design, Digital Tooling: digitalreale Instrumente und Methoden im Architekturentwurf;
7. Forschendes Entwerfen/Entwerfendes Forschen,
Das Experiment als wissenschaftliche Disziplin in der Architekturlehre und -forschung;
8. die postmoderne Komplexitätswissenschaft in der Architekturtheorie seit 1960,
Die unstetige Beziehung von Architektur, Computer und Wissenschaft;
9. Formfindungen, Spielarten des Organischen (von biomorph bis technoform);
10. Design Processing: das gleichzeitige Umgehen mit Komplexität, Kreativität und Intuition im Architekturentwurf und die Perzeption polyvalenter Ordnungen;
11. digitalreale Fallstudien (vergleichende Studien aus Theorie und Praxis)

Teil III / Analyse und Interpretation:

12. digitalreale Experimente (prototypische Beispiele aus der Lehre);

Teil IV / Modellbildung:

13. das digitalreale Wahrnehmungslabor zur sinnlichen und konzeptionellen Entwurfsunterstützung in der Architektur;