

# GORDON PASK

CYBERNETICS OF ARCHITECTURE

PASKS RELEVANZ FÜR DEN ARCHITEKTURDISKURS



CYBERNETICS OF ARCHITECTURE  
PASKS RELEVANZ FÜR DEN ARCHITEKTURDISKURS

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs  
Studienrichtung: Architektur  
Vefasser: Matej Banožić BSc

Technische Universität Graz  
Erherzog-Johann-Universität  
Fakultät für Architektur

Betreuer: Ass.Prof. Mag.art. Dr.phil. Daniel Gethman  
Institut: Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften  
10/2013



DEUTSCHE FASSUNG:  
BESCHLUSS DER CURRICULA-KOMMISSION FÜR BACHELOR-, MASTER- UND DIPLOMSTUDIEN VOM  
10.11.2008  
GENEHMIGUNG DES SENATES AM 1.12.2008

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

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

Graz, am .....

.....  
(Unterschrift)

ENGLISCHE FASSUNG:

## STATUTORY DECLARATION

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

.....  
(date)

.....  
(signature)



# INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	ix
EINLEITUNG	1
I. GORDON PASK: EINE KURZE BIOGRAFIE	7
II. KYBERNETIK: EINE EINFÜHRUNG IN PASKS HERANGEHNSWEISE	27
PASK UND DIE KYBERNETIK	27
MUSICOLOUR ALS ÄSTHETISCH POTENTE UMGEBUNG	37
SAKI	47
CHEMICAL COMPUTER SYSTEMS	57
III. CONVERSATION THEORY	71
EINE KURZE EINFÜHRUNG	71
CASTE EINE VERKÖRPERUNG DER CONVERSATION THEORY	77
EINE THEORIE DER INTERAKTION	85
PERSPEKTIVEN EINER THEORIE	85
A MICROTHEORY OF LEARNING	88
IN A RELATIVISTIC CONVERSATIONAL SYSTEM	88
INDIVIDUEN ALS TEILNEHMER EINER KONVERSATION	91
CONVERSATIONAL SYSTEM	94
LP PROTO-LOGIC	99
IV. KUNST, ARCHITEKTUR UND KYBERNETIK	105
THE COLLOQUY OF MOBILES	105
THE ARCHITECTURAL RELEVANCE OF CYBERNETICS	117
V. CONCLUSIO: ENTWURFSPROZESS UND ARCHITEKTUR	129
VI. GLOSSAR	139
LITERATURVERZEICHNIS	157



## VORWORT

Den am Zustandekommen dieser Arbeit beteiligten Personen möchte ich bei dieser Gelegenheit meine Achtung und Anerkennung entgegenbringen. Vor allem gilt mein Dank meinen Eltern, die mir diese Ausbildung ermöglichten und mich bei der Diplomarbeit wie auch während des Studiums unterstützten. Des weiteren danke ich meinem Betreuer Ass.Prof. Mag.art. Dr.phil. Gethmann für seine konstruktive Kritik, die umfassende Unterstützung und seine vielen sehr benötigten Verbesserungen.

Dank gilt im Besonderen auch meiner Freundin Birgit, die mich unermüdlich unterstützte und in unzähligen Gesprächen zu der Entwicklung der Arbeit beitrug.

Mein Dank für die Möglichkeit eines persönlichen Gesprächs und meine Anerkennung gilt auch Dr. phil. Albert Müller vom Institut für Zeitgeschichte der Universität Wien, der mir durch die Bereitstellung wertvoller Materialien aus dem Gordon Pask Archiv half die Arbeit zu festigen.

Weitere Anerkennung schulde ich Nedzad, Horia und Gerd die einen Teil der ästhetisch potenten Umgebung darstellten, in der sich die Arbeit entwickelte.



## EINLEITUNG

»Architects like to think that they are creative and exciting people and that they are concerned with all aspects of the world from which one can then reconstruct the environment. In fact, in the main, they are middle-brow, middle-thinking people who, perhaps, did not have the nerve to be real artists, nor the discipline to be real scientists. Pask was therefore a wonderful challenge because he was probably more architect than the rest of us - more able to understand, or at least to parry with the various aspects of culture and phenomena, real, imagined or somewhere out there if you could only grapple with them - that is my interpretation of the business of cybernetics.«<sup>1</sup>

Schon durch das gegebene Zitat wird Pasks Verbindung zur Architektur unterstrichen. So war Gordon Pask, eine der schillerndsten Figuren der *Kybernetik* seiner Zeit. Die *Kybernetik* selbst wird wie folgt von ihm selbst beschrieben:

»Cybernetics [...] like applied mathematics, cuts across the entrenched departments of natural science [...]. Its interdisciplinary character emerges when it considers economy not as an economist, biology not as a biologist, engines not as an engineer. In each case its theme remains the same, namely how systems regulate themselves, reproduce themselves, evolve and learn. Its high spot is the question of how they organize themselves.«<sup>2</sup>

Die Parallele in den beiden Zitaten wird wie von selbst evident: Beide Disziplinen beschränken sich nicht nur auf einen Bereich, sondern agieren interdiziplinär.

Diese Arbeit beschäftigt sich, schon allein auf Grund der offensichtlichen Zusammenhänge mit der Frage nach der Relevanz des Werks Gordon Pasks für den zeitgenössischen Architekturdiskurs.

---

<sup>1</sup> Cook, Peter: »The extraordinary Gordon Pask«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 571.

<sup>2</sup> Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 11.

Der gegebenen Fragestellung soll in der vorliegenden Arbeit zunächst durch eine kurze Vorstellung Pasks in seiner Biografie nachgegangen werde.

Es folgen punktuelle Einblicke in sein Schaffen: Gordon Pask verbrachte sein Leben damit eine elegante Theorie des Lernens zu entwickeln, welche sich in unzähligen Artefakten und Maschinen einschreibt. Seine Beiträge prägten die frühen Tagen der *Kybernetik* maßgeblich. So werden einige seiner Artefakte vorgestellt, die gleichsam die Entwicklung hin zu Pasks größter und wichtigster Arbeit demonstrieren sollen.

Durch seine kybernetischen Versuchsverfahren entwickelt Pask auch ein Verständnis der Mensch-Maschine Interaktion in der Gestalt von Konversation. Dieses Verständnis verortet sich in der im nächsten Kapitel behandelten Conversation Theory, die eine Theorie über Kommunikation und Theorieentwicklung verkörpert. Diese soll zunächst anhand der aus ihr entwickelten Lernumgebung, *CASTE*, gezeigt, um dann im Rest des Kapitels im Detail analysiert werden.

Schlussendlich werden Pasks Verbindungen zu Kunst und Architektur dargestellt: Dies geschieht durch die Besprechung des *Colloquy of Mobiles*, einer Installation, die ein Beispiel für eine ästhetisch potente Umgebung, also verkürzt, ein anregendes Lern- und Kreativitätsenvironment, darstellt. Anschließend wird ein Artikel Pasks zur architektonischen Relevanz der Kybernetik zusammengefasst und kommentiert.

Die Arbeit schließt mit einer Conclusio in der anhand der offerierten Darlegungen die Relevanz von Pasks Schaffen für die heutige Architektur und im Besonderen den Entwurfsprozess analysiert wird.

»[...] cybernetics and architecture really enjoy a much more intimate relationship; they share a common philosophy of architecture in the sense that Stafford Beer has shown it to be the philosophy of operational research.

The argument rests upon the idea that architects are first and foremost system designers who have been forced, over the last 100 years or so, to take an increasing interest in the organizational (i.e. non-tangible) system properties of development, communication and control.«<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.









I.

## GORDON PASK EINE KURZE BIOGRAFIE

»Gordon Pask was a rare man. He was an original; an eccentric in the best sense; gifted as a scientist, artist, lyricist. His peers in academic life have regularly acknowledged his genius. He had an exceptional productive career (several books, over two hundred published papers). His many contributions are still being assimilated in psychology, educational technology, cybernetics and system science. Gordon was rare in other ways: he was a very kind, polite, gentle, compassionate and generous human being.«<sup>1</sup>

Andrew Gordon Speedie Pask wurde am 28 Juni 1928 in Derby als Sohn von Percy Pask, einem wohlhabenden Teilhaber an Pask, Cornish and Smart, einem Obstimport und -Export Unternehmen, und seiner Frau Mary, geboren.<sup>2</sup> Gordon war der jüngste von drei Brüdern. Alfred, sein ältester Bruder, war zwanzig Jahre älter und wurde Theologe. Sein Bruder Edgar war 16 Jahre älter und ein Vorbild für Gordon.<sup>3</sup> Edgar war Professor für Anästhesie und stellte sich als Versuchsobjekt für die Forschung zur Verfügung, womit er seine Gesundheit einer größeren Sache opferte: Er ließ sich für Unterkühlungstests bei lebensgefährlichen Pilotabstürzen in den Ozean werfen. Aufgrund seiner Pionierarbeit in diesem Bereich benannte die

---

1 Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com/PASK.htm>, 28.03.2013

2 Vgl. Pangaro, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996

3 Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 310.

Royal Air Force einen Forschungspreis nach ihm.<sup>4</sup>

Aus Gesprächen mit Pask war für Bernard Scott evident, dass er seine beiden Brüder gleichermaßen schätzte. Sein Eindruck war, dass Pask wie seine Brüder seinen Lebenssinn darin sah, das Leben der Wissenschaft zu widmen.<sup>5</sup> »He saw his life in science as a life of service.«<sup>6</sup>

Pask war ein kränkliches Kind und es schien unwahrscheinlich, dass er das Erwachsenenalter erreichen sollte. In der Zeit, die er lange alleine im Bett verbrachte, entwickelte er eine magische, mysteriöse Welt, die er mit Leben füllte.<sup>7</sup> Seine Kreativität, die durch das lange Verbleiben im Bett gefördert worden war, wird auch in verschiedensten Quellen erwähnt.

»His creativity was apparent during childhood, when, for example, he designed a model for a bomb and delivered it to the government ministry as a contribution to the war effort.«<sup>8</sup>

Als Jugendlicher besuchte Gordon die Rydal School, eine Privatschule in North Wales, danach erhielt er ein Diplom in Geologie und »Mining Engineering« von den Bangor und Liverpool Technical Colleges. 1945 wurde er zum Militärdienst eingezogen, seine Karriere in der Royal Air Force war jedoch von kurzer Dauer. In der ersten Woche der Grundausbildung verlor er während der Pflichtübungen das Bewusstsein und wurde mit der Rettung nach Hause gebracht.<sup>9</sup> 1952 erhielt er seinen BA am Downing College Cambridge und danach 1954 seinen MA. Einen PhD in Psychologie erhielt er vom University College der University of London und bekam als Erster einen DSc in Kybernetik von der Open University 1974 und einen ScD von der Cambridge University 1995. Paul Pangaro beschreibt im Text »*Dandy of Cybernetics*«, dass die Universitäten jedoch nur Orte waren und Pasks viele

---

4 Vgl. Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 197.

5 Vgl. Scott, Bernard (Hg.): *Gordon Pask, The Cybernetics of Self-Organisation, Learning and Evolution, Papers 1960-1972, Selected and Introduced by Bernard Scott*, Wien, S. 13-16.

6 Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com/PASK.htm>, 28.03.2013

7 Vgl. Glanville, Ranulph: »Gordon Pask«, in: [http://iss.org/projects/gordon\\_pask](http://iss.org/projects/gordon_pask) , 28.03.2013.

8 Furtado, Goncalo M. : *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Envisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Vienna 2009, S. 23.

9 Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 311.

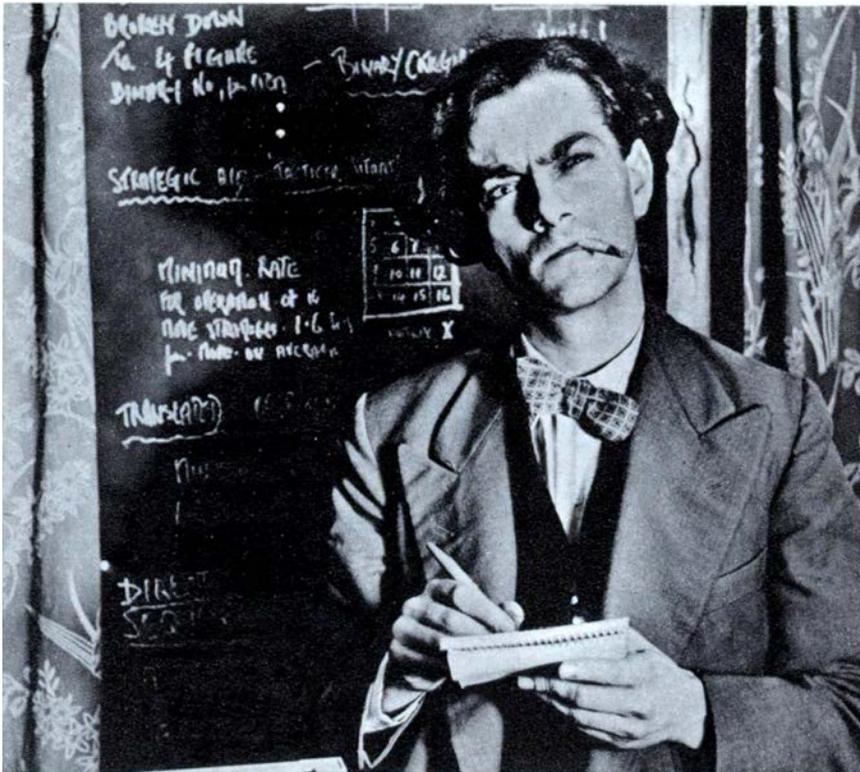


ABB. 1: "BRAINY MAN BUILDS BETTER BRAINS" ELECTRONICS ILLUSTRATED FEBRUARY 1960, S. 102.  
© ELECTRONICS ILLUSTRATED

akademischen Grade einfache Souvenirs seiner Arbeit, welche ganz unter seiner eigenen Kontrolle und aus seinem Schaffen heraus entstand.<sup>10</sup>

1956 heiratete er Elizabeth Poole, sie bekamen zwei Töchter: Amanda wurde 1961 geboren, 1967 wurde Hermione vom Paar adoptiert. Nachdem die Familie nach London in die Nähe der Baker Street gezogen war, baute Gordon sich ein kleines Labor neben seinem Wohnquartier in einer kleinen Garage auf, wo er Studien zu *chemical computers* durchführte. Die verschiedenen Experimente resultierten teilweise in buntem Rauch, welcher bei den Nachbarn unterschiedliche Stufen von Besorgnis hervorrief.<sup>11</sup> Finanzielle Sicherheit für die Projekte sollte die unabhängige und

<sup>10</sup> Vgl. Pangaro, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996

<sup>11</sup> Vgl. Moore, Harry: »Some memories of Gordon«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 769.



ABB. 2: "ELECTRONICAL APPARATUS, GORDON COMPOSING ENGINES AT DOWNING"  
1951 (201 X 207 MM) GPA PHOTO COLLECTION BOX 3

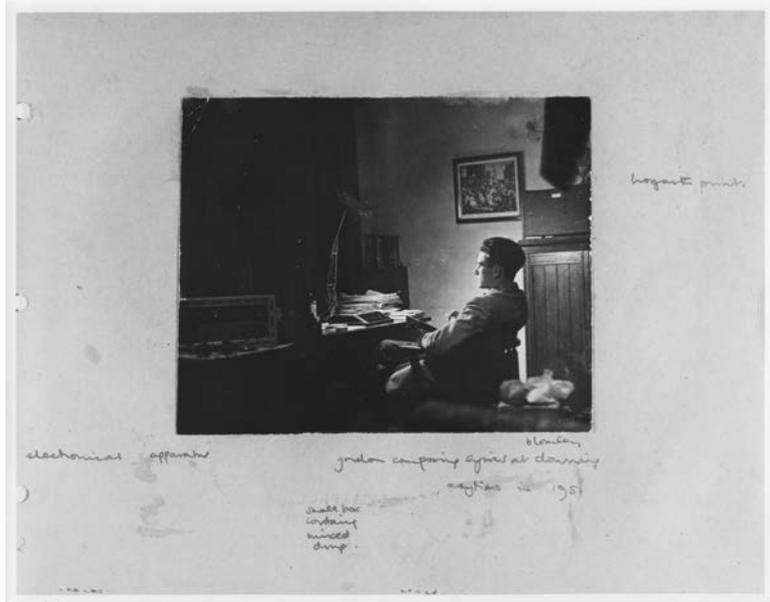


ABB. 3: "THE DOWNING NEUROTICS" 1951 (201 X 207 MM) GPA PHOTO COLLECTION BOX 3

interdisziplinäre Forschungsorganisation System Research Ltd gewährleisten, welche 1953 von Gordon und Elisabeth Pask und Robin McKinn-Wood gegründet wurde.<sup>12</sup> Als Gordon immer mehr wissenschaftliche Arbeiten hervorbrachte und die Modelle umfangreicher wurden, beschloss man den Forschungs- und Wohnsitz zu verlegen, laut Harry Moore »[...]in ein Apartment über drei Stockwerke in Hill Rise 20 in Richmond- Wohnbereich im Erdgeschoss mit Arbeitszimmer, Büro im ersten Stock, mit Geräten und Testbereich zuoberst.«<sup>13</sup>

Die Atmosphäre und das Arbeitsumfeld Gordon Pasks zeichnen folgende zwei Schilderungen von Besuchern des System Research in Richmond auf.

»We were meeting at System Research Ltd in Richmond, a normal looking house from the outside, but we were standing in a labyrinth of wires, revolving discs of cardboard, cut from shredded wheat packets, little pots and plugs, while through it all a small, perfectly normal, baby girl was crawling in imminent danger of being electrocuted from the looks of things, though she was cooing contentedly- and Pask did not look in the least perturbed.«<sup>14</sup>

Die Räume waren überfüllt mit Bauteilen für Pasks Maschinen und trotzdem ein Teil des Heims, welches er mit seiner Familie bewohnte. Tim O'Shea legt seine Eindrücke vom Besuch bei Pask dar, indem er die Atmosphäre, die direkt Pasks Ideen widerspiegelte, beschreibt.

»Visiting him in London and looking at the wonderful teaching machines he had designed it was possible to see and directly engage with his key ideas on learning sequences and style.«<sup>15</sup>

System Research Ltd wurde, wie aus dem folgenden Zitat ersichtlich, auch von

<sup>12</sup> Vgl. Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 197.

<sup>13</sup> »[...] to an apartment on three floors at 20 Hill Rise in Richmond- living quarters on the first floor with study, office on the second, with instrumentation and test booths on top.«, Moore, Harry: »Some memories of Gordon«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 769.

<sup>14</sup> Littlewood, Joan: »Gordon Pask«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 760.

<sup>15</sup> Tim O'Shea, »Gordon Pask: an appreciation«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 789.



ABB. 4: FOTOGRAFIE DES WOHNZIMMERS, CA. 1960ER - 1970ER, GPA, PHOTO COLLECTION BOX 4



ABB. 5: FOTOGRAFIE GORDON PASK LABORATORIUM, CA. 1960ER - 1970ER, GPA, PHOTO COLLECTION DIAS 1-1

verschiedensten Organisationen geschätzt:

»SR became a non-profit organisation in 1961, and involved, in its various forms, a wide range of scholars and others as partners, directors, employees and employers (including, in various roles, Glanville, Pangaro and Scott). SR won many research and implementation contracts and consultancies over the years (from, for instance, the US Army, Navy and Air Forces, the British Ministry of Defence, Home Office, Road Research laboratory, Department of Employment and the Social Science Research Council).«<sup>16</sup>

Um 1960 wurde Pasks facettenreiche Persönlichkeit und seine Leistungen von der Presse wahrgenommen, er wurde wegen seiner Angewohnheit unaufhörlich an Problemen zu arbeiten, wenn sie einmal sein Interesse geweckt hatten, bekannt als »der Wissenschaftler in Cambridge der nie schläft.«<sup>17</sup> In Cambridge wechselte er angeblich zwischen achtundvierzig Stunden Wachsein und sechzehn Stunden Schlaf.<sup>18</sup> Aus seiner Studienzeit beschreibt der Psychologe Gregory Richard, der einen Forschungsraum im Department of Experimental Psychology (unter Sir Frederic Bartlett) mit Gordon teilte und Pask dort half komplexe Maschinen zusammenzubauen, Gordons stetigen Tablettenkonsum. Wegen echten oder auch erfundenen Beschwerden, wurde ihm von seinem Bruder, dem Anästhesisten, ein unbegrenzter Zugang zu Tabletten ermöglicht, der sich bei jeder Bewegung Pasks in einem raschelnden Geräusch niederschlug, da er diese in seiner riesigen Aktentasche ständig mit sich führte.<sup>19</sup> Andere Geschichten suggerieren, dass einige dieser Pillen Amphetamine waren, welche etwas mit Pasks ungewöhnlichen Schlafgewohnheiten und seiner legendären Energie zu tun haben sollen.<sup>20</sup>

Bezeichnend für ihn war außerdem seine besondere Art und Weise manche Wörter bewusst falsch auszusprechen um seinen Gesprächspartner zu verwirren.<sup>21</sup>

<sup>16</sup> Glanville, Ranulph/Müller Karl H.: *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 197.

<sup>17</sup> »the scientist in Cambridge who never sleeps« Caulfield, Max: »The Amazing Brain of Gordon Pask, 'Man who Never Sleeps'«, in: *Daily Mail*, 20.07.1956 GPA Photo Collection Box 3.

<sup>18</sup> Vgl. Ebd.

<sup>19</sup> Vgl. Gregory, Richard L.: »Memories of Gordon«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 685.

<sup>20</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 313.

<sup>21</sup> Littlewood, Joan: »Gordon Pask«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 761.

Seine Tochter Amanda beschreibt ihn als »[...] berüchtigt schwer zu verstehen, besonders schriftlich.«<sup>22</sup> Ihrer Meinung nach war dies nur ein Symptom seiner Leidenschaft nichts auszulassen, sein Anspruch auf Vollständigkeit:

»If he could describe what he was looking for well enough and accurately enough, perhaps the mystery would clear and the thing itself would come into view. I am basing this on years of agonizing conversations trying to work out what on earth he meant.«<sup>23</sup>

Sein extremer Charme trat ihrer Meinung nach in den Texten nicht hervor. Er war jedoch ein fesselnder Redner und ein Performer durch und durch.<sup>24</sup> Gleichzeitig war Pask zwar schwächling gebaut aber sein Verstand ließ in groß erscheinen.<sup>25</sup> Man könnte sagen das Pasks Aussehen und Benehmen aus einer anderen Ära stammten: Er behandelte alle die er traf mit Wärme, Höflichkeit und Respekt.<sup>26</sup> Gleichmaßen skurril und antiquiert wie sein Verhalten war auch sein Aussehen: »er war ein *Edwardian Dandy* in einem zweireihigen Jackett, einer Fliege und einem Umhang.«<sup>27</sup> Seine positiven Eigenschaften wirkten sich andererseits nicht nur auf sein Privatleben aus.

»To some extent, it was Pask's curiosity, interdisciplinarity and interest in the complex nature of things that fuelled his incursion into cybernetics.«<sup>28</sup>

»Pask records that his first encounter with Cybernetics, reading Wiener's (1948) seminal text on the subject, had an emotional impact. Here was a name for the

---

22 »[...] notoriously hard to understand- especially in writing.« Heitler, Amand: Preface, in: Goncalo M. Furtado C. Lopes: *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Emisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Vienna 2009, S. 7.

23 Heitler, Amand: »Preface«, in: Goncalo M. Furtado C. Lopes: *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Emisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Vienna 2009, S. 7-8.

24 Ebd., S. 7-8.

25 Vgl. Pangaro, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996

26 Vgl. Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask,« in: <http://thehope.tripod.com/PASK.htm>, 28.03.2013.

27 »[...] double breasted jacket and a bow-tie and cape.« Ebd.

28 Furtado, Goncalo M. : *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Emisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Vienna 2009, S. 23.

kind of interdisciplinary and transdisciplinary thinking that he liked to engaged [sic!] in. Here was evidence that others were thinking along similar lines. Pask was proud and happy to call himself »a cybernetician«.<sup>29</sup>

»Gordon was sometimes affectionately referred to as the »poet of cybernetics«. The reference was, of course, to the style of his scientific presentation, both spoken and written. At the time, many people would not have regarded the reference to poetry as a compliment.«<sup>30</sup>

Nichtsdestotrotz genoss er auch zu seinen Lebenszeiten substantielle Wertschätzung unter den Kybernetikern und gilt als eine der Größen, eine der Vaterfiguren in der Entstehung der Kybernetik.<sup>31</sup> Sein erstes Buch *An Approach to Cybernetics* (Pask, 1961) ist noch immer ein wertvolle Orientierungshilfe zu den frühen Gedanken über Künstliche Intelligenz: »[...] im Allgemeinen und im Besonderen bezüglich der Konzepte verbunden mit ›Selbst-Organisation‹ und ›Lernen‹.«<sup>32</sup>

Zwischen 1957 und 1961 entstanden seine ersten publizierten Arbeiten, zehn über *teaching machines* und die anderen acht über *cybernetic controller* sowie *chemical computer*.<sup>33</sup> Wichtige Hauptwerke sind: *The Cybernetics of Human Learning and Performance* (1975), *Conversation, Cognition and Learning* (1975), *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology* (1976), *Calculator Saturnalia* (mit Ranulph Glanville and Mike Robinson 1980), *Microman* (mit Susan Curran) (1982). Seine Liste an Publikationen (Artikel in Zeitschriften, Kapitel in Büchern und Proceedings, Technische Berichte) beinhaltet mehr als 250 Werke, welche eine kybernetische Neubestimmung des Verhältnisses zwischen Mensch und Maschine zum Ziel hatten.<sup>34</sup> Seine Aufsätze, Vorträge und Arbeiten schrieben sich in die gebauten Maschinen ein, welche »das Ideal einer adaptiven technischen Umwelt, in der maschinelle und menschliche

<sup>29</sup> Vgl. Scott, Bernard (Hg.): Gordon Pask, *The Cybernetics of Self-Organisation, Learning and Evolution, Papers 1960-1972*, Selected and Introduced by Bernard Scott, Wien, S. 13.

<sup>30</sup> Andrew, Alex: »The poet of cybernetics«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 523.

<sup>31</sup> Vgl. Pangaro, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996

<sup>32</sup> »[...] in a more general sense, and particularly the meanings to be attached to ›self organisation‹ and ›learning‹.« Andrew, Alex: »The poet of cybernetics«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 523.

<sup>33</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 465.

<sup>34</sup> Vgl. Ebd., S. 311.

Systeme sich wechselseitig beeinflussen und weiterentwickeln«<sup>35</sup>, erarbeitete. »Sie treten in Form von Konversation in Kontakt, einem Interaktionsprinzip, das auf die Begierde des Menschen nach Neuem gleichermaßen abgestimmt war, wie auf die Grenzen seiner Fähigkeit, Nachrichten aufzunehmen und zu verarbeiten.«<sup>36</sup>

Eines der frühen Systeme von Pask war *MusiColour* (1953), welches ein Lichtspiel auf die Performance eines Musikers abstimmte. Darauf folgte *S.A.K.I.* (1956), ein selbst anpassendes Keyboard Lernprogramm, das auch kommerziell vertrieben wurde. Gordons *chemical computer* (1958) waren Systeme welche eigene Sensoren entwickeln konnten, die ihnen »primitive Augen und Ohren«<sup>37</sup> waren. Außerdem arbeitete Pask an der Entwicklung von Lernsystemen. Eines von diesen war *CASTE* (1972), eine individuelle Lernumgebung mit deren Hilfe Lernende komplexes Wissen erarbeiten konnten. *THOUGHTSTICKER* aus dem Jahr 1974 half eigene Ideen zu katalogisieren und neu zu kombinieren, während *The Colloquy of Mobiles* (1968) ein lernfähiges System aus Automaten war, die miteinander kommunizierten, wobei auch menschliche Betrachter an der Konversation teilnehmen konnten.<sup>38</sup>

Diese Maschinen, die mit dem Ziel entwickelt worden waren die Konversation zwischen Maschinen und Menschen zu ermöglichen, stützen sich auf Pasks *Conversation Theory*. Diese war eine »[...] weitreichende Theorie des Lernens, der Kommunikation und des Kennentlichen, welches aus Pasks frühem Interesse an mechanischen Lernumgebungen und Interaktionen [...]«<sup>39</sup> entsprang und als »[...] das Hauptwerk Pasks welches in seinen Büchern festgehalten ist [...]«<sup>40</sup> bezeichnet werden kann.

Zur Zeit seines Todes hatte Pask zwei Lehrstühle an Universitäten inne: einen an der Brunel University, wo er als Professor für Kybernetik wirkte, den anderen am Center for Innovation and Co-operative Technology (CICT) der Universität Amsterdam. Dort war Pask Professor der Andrologie. Außerdem war er Gastprofessor an verschiedensten Einrichtungen, wie zum Beispiel im Biologischen

35 Rosen, Margit: »The control of control - Gordon Pasks kybernetische Ästhetik«, 2008, S.132.

36 Ebd., S. 132.

37 Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com/PASK.htm>, 28.03.2013.

38 Vgl. Ebd.

39 Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 198.

40 Ebd., S. 198.

Computer Labor der University of Illinois, dem Institut für Computing Science am Georgia Institute of Technology, der Open University Milton Keynes, der Architecture Machine Group (dem späteren Media Lab) des MIT in Cambridge, und am UNAM an der Universität von Mexico. Er war ein »special tutor«<sup>41</sup> an der Architectural Association School und zuvor Forschungsstipendiat am Netherlands Institute for Advanced Study.

Pask war Mitglied der Österreichischen Gesellschaft für Kybernetik, der British Computer Society, der Society of Applied Psychology sowie der International Association for Cybernetics. Er war auch Stipendiat der British Psychological Society, der New York Academy of Sciences, der UK Cybernetics Society und der Royal Statistical Society. Weiters war er Präsident der Architectural Association, des Chelsea Arts Club London, der Cybernetics Society und des Athenaeums.<sup>42</sup> Darüber hinaus gewann er viele Preise, worunter zwei für ihn besonders wichtig zu sein schienen: die Ehrenmitgliedschaft der Austrian Society for Cybernetic Studies und »the American Society for Cybernetics Wiener Gold Medal.«<sup>43</sup>

Auf Grund seiner vielseitigen Aktivitäten hatte Pask, wie zuvor erwähnt, auch einen eigenartigen Schlafrhythmus, wobei Pangaro bemerkte, dass er durch die Intensität mit der er lebte, am meisten litt.<sup>44</sup> Gordons Tod war nicht überraschend. «Er hatte seit einigen Jahren gegen ernsthafte und schmerzvolle Krankheiten angekämpft. Auch dem Ende nahe blieb er produktiv, mutig und heiter.»<sup>45</sup> Gordon Pask starb im London Hospital am 28. März 1996.<sup>46</sup>

Eine der bewegendsten und allumfassendsten Beschreibungen Pasks kommt von einem seiner treuesten Schüler und Gefährten, Ranulph Glanville:

»He was a pioneer before his time. He attempted to create, in a world of underdeveloped computation, applications of enormous significance, originality

41 Glanville, Ranulph/Müller Karl H.: *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 198.

42 Vgl. Ebd., S. 198.

43 Ebd., S. 199.

44 Vgl. Pangaro, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996

45 Ebd.

46 Vgl. Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, 2007, S. 199

and humanity, through immense inventiveness and imagination. [...] Pask's work is groundbreaking and still ahead of the field. It has laid foundations for the development of a more humane understanding of human action, and an intelligent interaction between humans and computers. [...] Pask is a scientist whose work connects with his being far more, and far more obviously, than most. Pask once defined the human as a »machine for learning«. For Pask, the study of human learning was also the study of himself.<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup> Glanville, Ranulph: »Gordon Pask,« in: [http://iss.org/projects/gordon\\_pask](http://iss.org/projects/gordon_pask) , 28.032013



ABB. 6: PASK IN DEN FRÜHEN 1960ER JAHREN, GORDON PASK ARCHIV (ABGEKÜRZT ALS GPA)



ABB. 7: PASK AM MIT (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) CA. 1970ER GPA BOOK COLLECTION B10

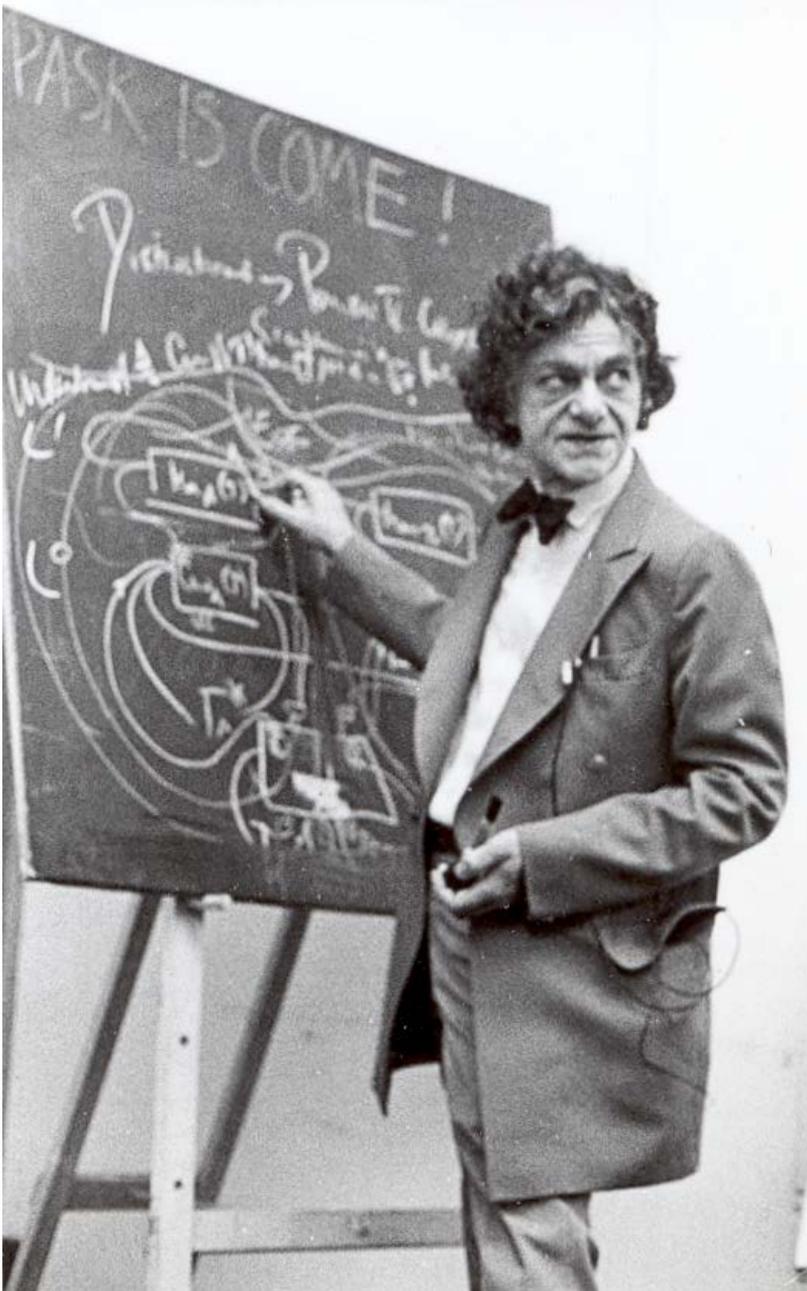


ABB. 8: FOTOGRAFIE VON GORDON PASK BEIM LEHREN CA. 1970-1980, GPA PHOTOCOLLECTION DIAS



ABB. 9: FOTOGRAFIE VON GORDON PASK BEIM LEHREN CA. 1970-1980, GPA PHOTOCOLLECTION DIAS

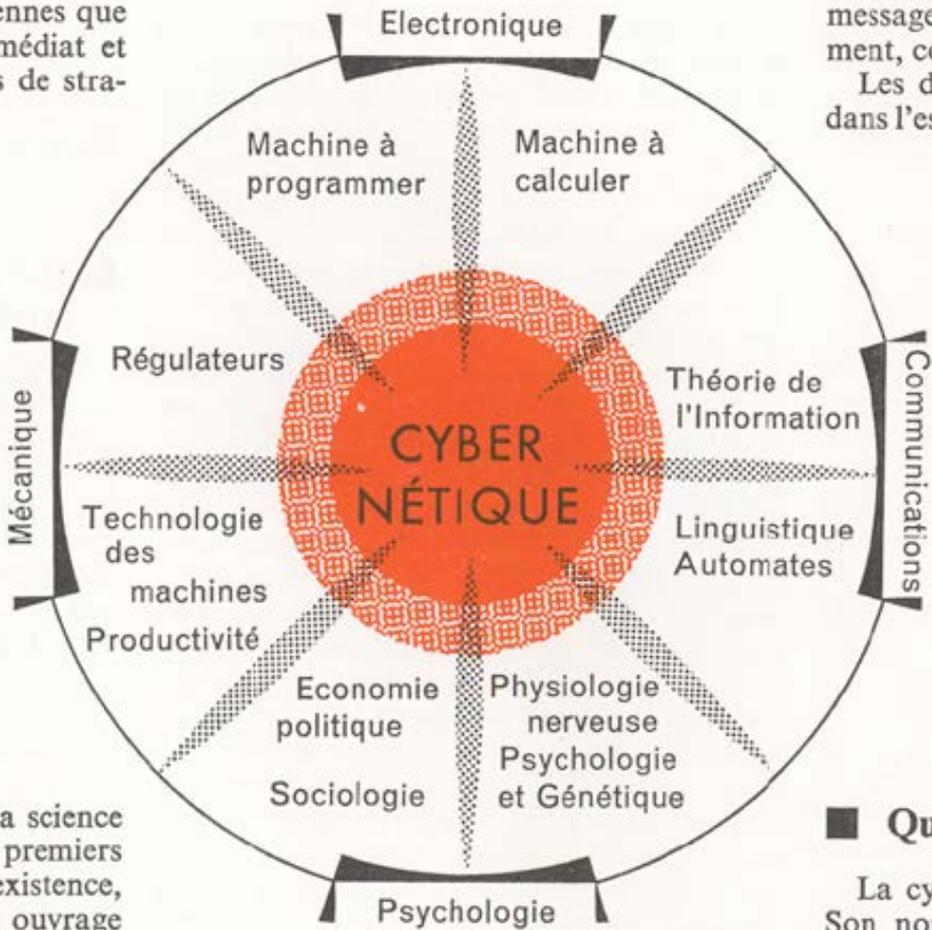




ncier est plus  
tidiennes que  
immédiat et  
aines de stra-

ja-  
ber  
ec-  
la  
to-  
le  
ont  
on  
to-  
lux  
tre  
ou-  
ire  
ra  
ur  
ec-  
ce  
us

de la science  
les premiers  
tre existence,  
cet ouvrage



teur et sa co  
messages qui  
ment, constit

Les décou  
dans l'esprit c

de  
la  
sic  
Pr  
qu  
sci  
tro  
my  
cel  
Fr  
so  
et  
qu  
no  
à  
l'o  
de

## ■ Qu'est-

La cyberné  
Son nom pla

ABB. 1: FROM L'ÈRE ATOMIQUE, CYBERNÉTIQUE, ELECTRONIQUE, AUTOMATION. 1958. ÉDITIONS RENÉ KISTER, GENÈVE, ZITIERT NACH: [HTTP://INTERACTIONDESIGN.SVA.EDU/BLOG/VIEW/THE\\_STUDY\\_OF\\_SYSTEMS](http://interactiondesign.sva.edu/blog/view/the_study_of_systems)

## PASK UND DIE KYBERNETIK

»Cybernetics is a young discipline which, like applied mathematics, cuts across the entrenched departments of natural science ; the sky, the earth, the animals and the plants. Its interdisciplinary character emerges when it considers economy not as an economist, biology not as a biologist, engines not as a engineer. In each case its theme remains the same, namely, how systems regulate themselves, reproduce themselves, evolve and learn. Its high spot is the question of how they organize themselves.«<sup>1</sup>

Kybernetik ist eine interdisziplinäre und transdisziplinäre intellektuelle Bewegung, welche in der Nachkriegszeit entstanden ist. Die Anfänge dieser Entwicklung waren die Macy-Konferenzen mit dem Thema »Zirkulär-kausale und Feedback Mechanismen in biologischen und sozialen Systemen«<sup>2</sup>, welche von 1946 bis 1953 stattfanden. Die ursprüngliche Definition wäre laut Norbert Wiener: »die Wissenschaft von Kontrolle und Kommunikation im Tier und der Maschine«<sup>3</sup> welche er 1948 in seinem Buch *Cybernetics* benutzte und welche von Pask als »die erste komplette Erklärung der Disziplin«<sup>4</sup> angesehen wurde. Derselbe Wiener, ein amerikanischer Mathematiker, prägte schließlich den Begriff *Kybernetik*, welchen er auf das griechischen Wort *kybernétes* für *art of steermanship* (Steuermannskunst)

1 Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 11.

2 »Circular causal, and feedback mechanisms in biological and social systems« war der Titel der Macy Konferenzen, Claus Pias (Hrsg.): *Cybernetics | Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953*, 2 Bde., diaphanes, Zürich/Berlin 2003.

3 »science of control and communication in the animal and the machine« Wiener, Norbert: *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, New York/London 1961.

4 Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 15.

zurückführte und damit den ersten bedeutenden Artikel »On Governors« (1867/68) über einen Rückkopplungsmechanismus von James Clerk Maxwell honorierte.

Als die Grundlagen für die Entstehung dieser Wissenschaft gehen die Aufzeichnungen der Macy-Konferenzen hervor (editiert von Heinz von Foerster). Zu den Teilnehmern zählten der Vorsitzende Neurophysiologe Warren McCulloch, Biophysiker Heinz von Foerster, Anthropologe Gregory Bateson, Mathematiker John von Neumann, Psychologe Kurt Lewin und der Psychiater/Kybernetiker William Ross Ashby. Durch einen Blick auf die Teilnehmerliste, wird die interdisziplinäre Grundausrichtung der von Josiah Macy Jr. Foundation finanzierten Tagungsreihen ersichtlich.<sup>5</sup>

»Aspekte aus Neurophysiologie, Anthropologie, Psychologie und Soziologie wurden im Lichte früher Computertechnologien zu einem Konzeptgewebe verknüpft, das sich um Begriffe wie Kommunikation, Information, System oder Feedback wickelte und ihnen eine funktionalistische Klangfarbe verlieh.«<sup>6</sup>

Viele Teilnehmer waren weltführend auf ihren wissenschaftlichen Gebieten, sie erkannten, dass viele Probleme nur durch interdisziplinäres Arbeiten gelöst werden können. Sie waren auf der Suche nach einer gemeinsamen Sprache und einer gemeinsamen Zusammenstellung von Prinzipien des Verständnisses und der Organisation von komplexen Systemen.<sup>7</sup>

Gordon Pask's Begegnung mit Kybernetik begann als er noch Student in Cambridge in den frühen 1950er war:

»The epiphany of his Cambridge life came when he was invited by Professor John Braithwaite, Professor of Moral Philosophy, to look after Professor Norbert Wiener, who was visiting Cambridge. Gordon who had been struggling for some years to define what he wanted to do, found that Wiener was describing the very science he had longed to work on, but had not known what to call. He had known for some time that what he wanted to do was to simulate how

---

<sup>5</sup> Vgl. Vrachliotis, Georg: *Geregelte Verhältnisse, Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik*, Wien/New York 2012, S. 12.

<sup>6</sup> Ebd., S. 12.

<sup>7</sup> Vgl. Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com>, 28.03.2013

learning took place, using electronics to represent the nervous system [...] in order to study how an adaptive machine could learn. Gordon decided to use his expertise in theatrical lighting to demonstrate the process.«<sup>8</sup>

Aus diesem Impuls heraus entwickelte er mit seinem lebenslangen Geschäftspartner Robin McKinnon-Wood in den 1950er Jahren unglaubliche Maschinen. Eine dieser legendären Apparate war *MusiColour*, ein Beleuchtungsgerät. *MusiColour* »unterhielt« sich mit den Musikern, indem es auf zu eintönige Stücke mit Langeweile reagierte (und die Lichtshow stoppte). Auf diese Weise spornte die Maschine die Musiker zu Weiterentwicklungen und Veränderungen an und wurde von diesen sogar als erweitertes Bandmitglied beschrieben.

Eine weitere Lehrmaschine ist *SAKI*, eine Akronym für *Self Adaptive Keyboard Instructor*. *SAKI* modifizierte und generierte Übungen die auf die Fehler des jeweiligen Lernenden zugeschnitten waren. Auch heutige Keyboard Trainer funktionieren nach dem System von *SAKI*.

Beide Maschinen waren genuin interaktiv und ihrer Zeit voraus, beide zeigten und förderten das Lernen. Die Maschine beobachtete menschliche Handlungen innerhalb eines Systems. Bei Pask handelte es sich um beobachtende Systeme statt der beobachteten Systemen der traditionellen Wissenschaft. Pasks Verständnis in diesen frühen Jahren entsprechen dem, was später »Kybernetik zweiter Ordnung« genannt werden sollte.<sup>9</sup> Zu dieser Zeit entwickelte Pask auch Computer in verschiedensten anderen Medien, wie zum Beispiel seine *chemical computer systems*, welche er 1959 am Kongress »*The Mechanisation of Thought Process*« präsentiert und mit deren Hilfe er seine Rolle als einer der führenden Köpfe der Kybernetik ausbaute.

»His course and commitment to cybernetics was set in 1959 on the occasion of the (by now, legendary) conference on 'The Mechanisation of Thought Process' at the National Physical Laboratory in London. That conference brought together workers and thinkers in cybernetics and associated disciplines from all over the world, being both a summation of work to date and the establishment

<sup>8</sup> Interview mit Elisabeth Pask, in: Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 313.

<sup>9</sup> Vgl. Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H.: *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, S. 29-52.



ABB. 2: GORDON PASK, VORTRAG AUF DEM ZWEITEN KONGRESS DER L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CYBERNETIQUE, NAMUR, BELGIEN 1958, LINKS ROSS ASHBY. (124 X 170 MM) GPA PHOTO COLLECTION BOX 4

of a platform from which future work was to develop (notable participants were Stafford Beer, Heinz von Foerster, Warren McCulloch, Donald Mackay, Marvin Minsky, W. Ross Ashby and Oliver Selfridge). Pask's own Paper (Pask 1959) established his reputation as a controversial and original thinker. Entitled »Physical Analogues to the Growth of a Concept,« it contained theoretical discussion of the nature of learning and evolution accompanied by the demonstration of purely physical phenomena (growth of crystals at electrodes suspended in an electrolytic solution) that could serve as an adaptive medium for computing equivalences (conditioning) and as a dynamic, regenerative storage medium (memory).<sup>10</sup>

Auf diesem Kongress begründete Pask eine nahe Beziehung zu seinem Mentor Warren McCulloch.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H.: *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, S. 33.

<sup>11</sup> Vgl. Ebd., S. 33.

Sie kamen aus verschiedenen Feldern, teilten jedoch eine gemeinsame Sichtweise auf der Ebene der Natur des Bewusstseins und der Realität sowie den Glauben an die abstrakten Konzepte der Kybernetik, die eine rationale Ordnung bringen sollten. McCulloch wendete diese Konzepte der Analyse in seinen Arbeiten über die *formatio reticularis* oder Retikulärformation (von lateinisch *formatio* »Gestaltung«, »Bildung« und *reticularis* »netzartig«) an, ebenso wie Pask die selben Konzepte bei der Erforschung von menschlichem Lernen und Bewusstsein leiteten. Pask lernte auch Heinz von Foerster bei dem besagten Kongress kennen und es entwickelte sich zwischen diesen beiden eine intellektuell fruchtbare Verbindung. Pask verbrachte ein Jahr mit Von Foerster an der University of Illinois, Urbana »und die Beiden kooperierten bei der Forschungsarbeit bezüglich der Etablierung von Kooperation und Konflikt in kleinen Gruppen [...]«<sup>12</sup>

Ranulph Glanville beschreibt das Jahr 1961 als »wichtige Zeit in der Kybernetik, da das Fachgebiet sowohl etabliert als auch konsolidiert war.«<sup>13</sup> Nach der anfänglichen Begeisterung der Macy-Konferenzen und den Publikationen Norbert Wieners festigte Ashby die Position der Kybernetik. *An Approach to Cybernetics* (1961) konnte laut Pask nicht vor Ashbys *Design for a Brain* and *An Introduction to Cybernetics* geschrieben werden. Bezeichnend ist, dass die Anerkennung von Pasks erstem Buch (*An Approach to Cybernetics*) Heinz von Foerster, Stafford Beer, W. Ross Ashby und Warren McCulloch beinhaltet. Wie Glanville berichtet war die Zeit für Gordon Pask gekommen: »Die Zeit war also reif für das Thema und den Autor.«<sup>14</sup>

*An Approach to Cybernetics* erschien im Jahre 1961 und ist eines der zugänglichsten Einführungen in das Themenfeld der Kybernetik. Es besticht durch die Kürze und die darauffolgende Klarheit und Dichte, welche laut Glanville Pasks Denkweise sowie seine eigene Welt und Arbeit widerspiegeln. »This text is thus both a masterly summing up of where cybernetics was in 1961, and a preparation for what was to

12 »[...] and the two cooperated on research concerning the establishment of cooperation and conflict in small groups (Pask and von Foerster 1960,1961).« The »Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, S. 33.

13 »[...] an important time in cybernetics, for the subject was both established and well funded.« Glanville, Ranulph: »An Approach to Cybernetics« (Gordon Pask, 1961) in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, Ebd., S. 16.

14 »So the time was right both for the subject [Kybernetik] and for the author.« Ebd., S.16.

come.«<sup>15</sup> Um einen Durchblick bzw. Überblick über die komplexen Verbindungen von Pasks umfangreichem Schaffen zu erlangen, bietet dieses dünne Buch von 128 Seiten einen guten Hintergrund zur generellen Entwicklung der Kybernetik, der Kybernetik zweiter Ordnung und im genaueren der *Conversation Theory*.<sup>16</sup>

In der sogenannten »[...] neuen« oder »Kybernetik zweiter Ordnung« [...] wird der Beobachter selbst, der, der komplexe Phänomene (Zellen, Gehirne, Gesellschaften) unterscheidet und analysiert, zum Objekt der Studie.«<sup>17</sup>

»Gordon was fascinated by the processes that take place amongst communities of observers (scientists, artists and other practitioners), as they establish and maintain shared world-views and shared ways of ‚coming to know‘ (a Pask term for the processes of learning and discovery).«<sup>18</sup>

Aus verschiedenen Quellen wird die Entwicklung der *Conversation Theory* und die Anwendungen dieser in der Bildung, als Pasks Hauptwerk angesehen. *Conversation, Cognition and Learning* (1975); *Conversation Theory: Applications in Education and Epistimology* (1976). »It should be emphasised at the outset that Pask’s motivation in developing his theory was, first and foremost, to make a major contribution to cybernetics.«<sup>19</sup>

In Pasks früheren Arbeiten zeigt sich ein Interesse für Interaktion beim Lernen, die sich auch in Pasks *Conversation Theory*, die eigentlich eine Theorie über das Entwickeln von Theorien ist, niederschlägt:

»There is no theory of learning apart from a theory of teaching; no theory of teaching apart from a theory of learning. There is a theory of teaching and learning together and that is all. Results from many studies support this point of

---

15 Glanville, Ranulph: »An Approach to Cybernetics« (Gordon Pask, 1961) in: Glanville, Ranulph/ Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician’s Cybernetician*, Wien 2007, S. 17.

16 Vgl. Ebd., S. 17.

17 Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com>, 28.03.2013

18 Ebd.

19 Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician’s Cybernetician*, Wien 2007, S. 41.

view [...] learnig implies teaching and teaching implies learning.«<sup>20</sup>

So war Pask davon überzeugt, dass das Lernen des Schülers dadurch festgestellt werden konnte, dass dieser das Gelernte wieder dem Lehrer erklärte. Zum Schluss dieser Unterhaltung müssten Schüler und Lehrer somit einen Konsens darüber finden, was gelernt wurde und was gelernt werden konnte.<sup>21</sup> Pask verstand Mensch-Maschine Interaktionen als eine Form von Konversation, sah diese als dynamischen Prozess, indem die beiden Gesprächspartner voneinander lernen.

Jeder von uns ob bewusst oder unbewusst, steht in einem ständigen Austausch mit seiner Umwelt. Durch diese Interaktion mit der Umwelt, lernen wir zu lernen. Man kann diese Interaktion als Konversation verstehen, da sie ähnlich der Struktur eines Dialoges in der Sprache als Austausch ausgelegt werden kann. «Metaphorically speaking, we ›converse‹ with everything in our environment.«<sup>22</sup> Die Umgebung spricht zu uns indem wir sie interpretieren. In einem formalen Sinne bespricht Gordon Pask die Konversation in seiner *Conversation Theory*, welche das Konzept *Agreement* (Einigung/Zustimmung), *Understanding* (Verständnis) und *Consciousness* (Bewusstsein) formalisiert.<sup>23</sup>

»Shared Awareness, or consciousness, is an outcome of conversation.«<sup>24</sup> Das Bewusstsein ist ein Zustand jenseits des Individuums. Laut Pask ist das Bewusstsein in einem streng wissenschaftlichen Sinne als Gegenstand und Energie in den Transformationen der Physik konserviert. Konversation zwischen zwei Elementen ermöglicht es erst, diese zu sehen indem sie sich in die Struktur einschreibt. Durch Iterationsprozesse erweitern wir die Grenzen und konstruieren unser *Understanding* (Verständnis) von allen Elementen, gegründet auf ihre Beziehungen zueinander.

Durch die Beschreibung von Paul Pangaro scheint es, dass wir durch die Interaktion lernen welche von uns konstruiert wird: »Konversation ist die Basis von allem was wir wissen.«<sup>25</sup> Die Kybernetik stellt sich als Frage dar, die sich damit

<sup>20</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*, Amsterdam 1975, S. 33.

<sup>21</sup> Vgl. Glanville, Ranulph: »Gordon Pask«, in: [http://iss.org/projects/gordon\\_pask](http://iss.org/projects/gordon_pask), 28.03.2013

<sup>22</sup> Pangaro, Paul: »Cybernetics and Conversation«, 1996, in: <http://www.pangaro.com>, 28.05.2013.

<sup>23</sup> Vgl. Ebd.

<sup>24</sup> Ebd.

<sup>25</sup> Ebd.

beschäftigt was wir wissen können und wie wir etwas wissen und ist also immer um Konversation bemüht.<sup>26</sup> Später bekräftigte Pask explizit das Heinz von Foersters *sense of self-organisation* starken Einfluss auf seine Arbeit hatte und benannte ihn als den Stammvater der Konversations- und Interaktionstheorien.<sup>27</sup>

Pasks Arbeit an der *Interaction of Actors Theory* führte zu einer intensiven und umfassenderen Beschäftigung mit Kommunikation und der Dynamik von sozialen Systemen. Laut Bernard Scott war Pask mit der Rolle des Computers und der neuen Informationstechnologien und einer Ära der Symbiose zwischen Mensch und Maschine beschäftigt:

»Gordon looked to the day when all human knowledge would be located in self-organising, interactive, multimedia archives, with intelligent agents to support learning and access. He referred to such support systems as ‘vehicels for driving through knowledge’.«<sup>28</sup>

Abseits seiner originellen Beiträge reiste Gordon hauptsächlich als Gesandter für die Kybernetik. »He helped build up the international community of cyberneticians, particularly in Europe, but also in North and South America and the Middle East.«<sup>29</sup>

Andrew Pickering beschreibt, dass Pasks erste Projekte als Kybernetiker außerhalb einer konventionellen institutionellen Struktur in einem disziplinlosen Feld entstanden waren:

»Pask’s cybernetics bubbled up outside the normal channels of society. [...] [He] was entirely free to follow his own inclinations in developing his cybernetics in a theatrical direction [...] At the same time, this lack of disciplinary control helps to account for another aspect of the novel form of Pask’s cybernetics-his abandonment, already in the early 1950s, of the idea that cybernetic-systems seek by definition to pursue fixed goals.«<sup>30</sup>

26 Pangaro, Paul: »Cybernetics and Conversation«, 1996, in: <http://www.pangaro.com>, 28.05.2013.

27 Vgl. Pask, Gordon: »Heinz von Foerster’s Self-Organisation: The Progenitor of Conversation and Interaction Theories«, in: *Systems Research* 13, no.3 (1996): S. 349-352.

28 Scott, Bernard: »Obituary for Prof. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com>, 28.03.2013.

29 Ebd.

30 Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 324.



ABB. 3: GORDON PASK UND HEINZ VON FOERSTER, 1995, PESKERADO, GPA



## MUSICOLOUR ALS ÄSTHETISCH POTENTE UMGEBUNG

»Pask's first project as a cybernetician was undertaken in an undisciplined space outside any conventional institutional structure [...]«<sup>1</sup> Seine erste Maschine *MusiColour* baute Gordon Pask 1952 damals noch in seinem Studentenzimmer in Cambridge aus alten Teilen von Dampforgeln und Bombensichtungscomputern<sup>2</sup> (« [...] old relays and uniselectors junked from post office telephone exchanges [...]« E. Pask n.d.)<sup>3</sup>, die man günstig erwerben konnte. Diese Apparatur ist bezeichnend für Pasks Schaffen und seine weitere Entwicklung als Denker und Theoretiker. *MusiColour* gewährt uns einen Einblick in sein Verständnis von Mensch-Maschine Interaktionen, welche er hier als ein Gespräch zu verstehen beginnt. Laut Pask bildet der Mensch sein Verständnis von und über die Maschine durch Interaktion (in diesem Fall durch eine Aufführung). Dies kann als der Schlüsselmoment in der Entwicklung und Entstehung der *Conversation Theory* festgestellt werden. (Die *Conversation Theory* wird in Kapitel 3. *Conversation Theory* ausführlicher behandelt.) Somit kann sein Erstlingswerk als Aufbruch in die Psychologie des Lernens verstanden werden, die ihn durch sein ganzes Arbeitsleben hindurch prägte. *MusiColour* nimmt insofern einen wichtigen Stellenwert in Pasks Schaffen ein, als es einen Ausblick auf die *Conversation Theory* ermöglicht, die er in den frühen 1970er Jahren verschriftlichte.

Musicolour war eine Vorrichtung, welche Klang nutzte um eine Lichtshow zu kontrollieren, mit dem Ziel eine synästhetische Kombination aus Klang und Licht zu erzeugen. Die Musik wurde durch das Mikrophon in ein elektrisches Signal verwandelt und durch *MusiColour* auf verschiedene Frequenzen eingestellte Filter geschickt, sodass der Rhythmus und die Frequenz verschiedene Lichter kontrollierten. Man kann sich vorstellen, dass zum Beispiel die höchsten Frequenzen ein blaues Licht auslösten, während die Tiefsten ein Rotes hervorriefen. Ein sehr einfaches System, abgeschlossen durch interne Parameter der Schaltkreise die durch die Zirkularität niemals konstant sind. So wurden die verschiedenen Lichter, ähnlich

---

<sup>1</sup> Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 324.

<sup>2</sup> Ebd., S. 324

<sup>3</sup> Ebd., S.324.

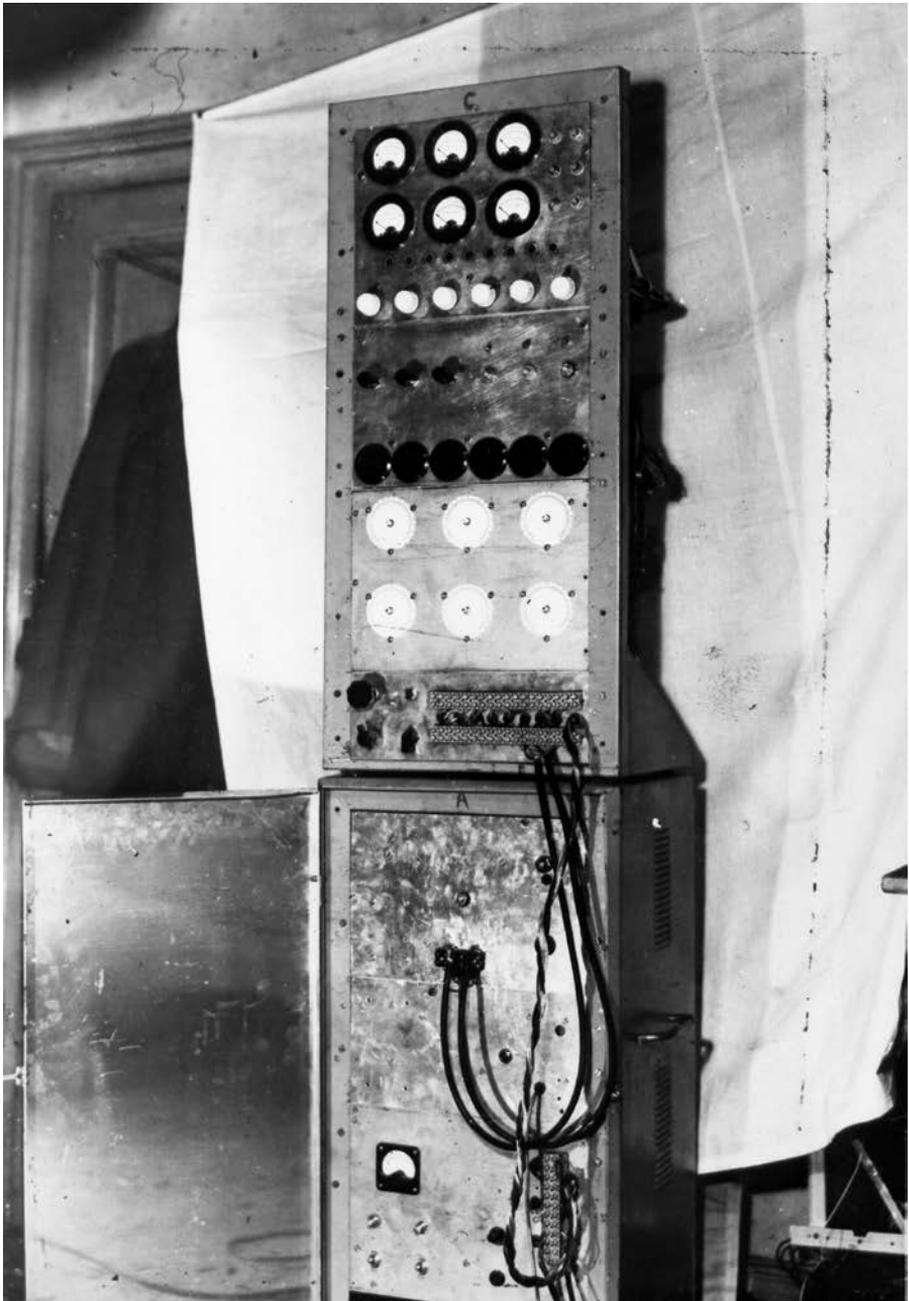


ABB. 1: MUSICOLOUR MASCHINE, 1952-1957, GPA

biologischen Neuronen, nur ausgelöst, wenn der *Output* eines Filters einen gewissen Bereich überschritt. Allerdings veränderte sich dieser Grenzbereich mit der Zeit, und zwar in Abhängigkeit von dem vorherigen Benehmen der Maschine und je nachdem wie sich die Vorstellung entwickelt hatte. »In particular, Musicolour was designed to get bored[...]«<sup>4</sup> Wenn zum Beispiel das selbe Thema zu oft hintereinander verwendet wurde, langweilte sich das System und reagierte nicht mehr auf die Musik, was den Musiker dazu veranlassen sollte sein Spiel zu variieren. So musste der Performer herausfinden, was die synästhetische Beziehung zwischen Klang und Licht konstituierte und wie diese erreicht wurde.<sup>5</sup>

Die Bedingung der Langeweile zielt darauf ab, dem Gespräch stetig neuen »Stoff« zu liefern, um somit die Interaktion zu erhalten (und im kybernetischen Sinne zu stabilisieren). Pask verwendet das menschliche kommunikative Verhalten, welches Verständnis zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern bildet und wendet es auf die Interaktion mit der Maschine an. Der Musiker lernt mit dem Apparat ein Verständnis über diesen auszumachen.

In Pasks Sinne ermöglicht die Interaktion in Form von Theater- und Musikaufführungen (Pask meint Kunst im allgemeinen) eine »ästhetisch potente Umgebung«<sup>6</sup>, die einen Diskurs mit der internen Repräsentation (innerhalb der Performance mit dem Musiker) und unserem Selbst verinnerlicht, den Menschen in eine Konversation zu stellen und seine Charakteristika in den aktuellen Diskurs einzubeziehen.<sup>7</sup> Folgende Eigenschaften müssen laut Pask auf diese »ästhetisch potente Umgebung« zutreffen, welche die Interaktion zwischen Mensch und Maschine verstärken sollen:

»[...]the properties of aesthetically potent environments, that is, environments designed to encourage or foster the type of interaction which is (by hypothesis) pleasurable. It is clear that an aesthetically potent environment should have following attributes:

a) It must offer sufficient variety to provide the potentially controllable variety

<sup>4</sup> Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 316.

<sup>5</sup> Vgl. Ebd., S. 320.

<sup>6</sup> Ausgeführt in: »aesthetically potent environments« Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (ed.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 76-98.

<sup>7</sup> siehe Vgl. Ebd., S 76.

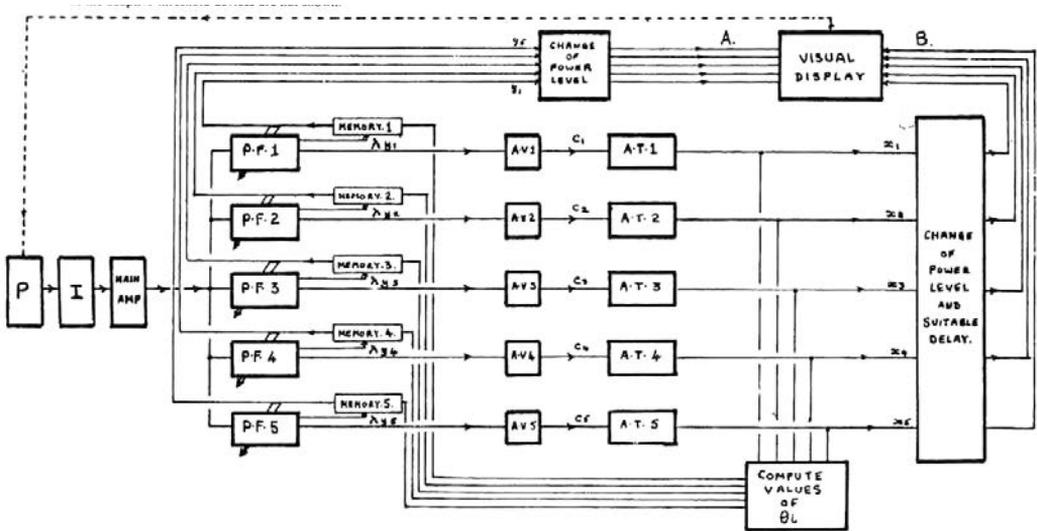


ABB. 2: MUSICOLOUR LOGIC DIAGRAM. THE ORIGINAL LEGEND READS, «OUTLINE OF A TYPICAL MUSICOLOUR SYSTEM. P = PERFORMER, I = INSTRUMENT AND MICROPHONE, A = INPUTS, Y1, TO VISUAL DISPLAY THAT SPECIFY THE SYMBOL TO BE SELECTED, B = INPUTS, X1, TO THE VISUAL DISPLAY THAT DETERMINE THE MOMENT OF SELECTION, PF = PROPERTY FILTER, AV = AVERAGER, AT = ADAPTIVE THRESHOLD DEVICE. MEMORIES HOLD VALUES OF (Y1). CONTROL INSTRUCTIONS FOR ADJUSTING THE SEQUENCE OF OPERATION ARE NOT SHOWN. INTERNAL FEEDBACK LOOPS IN THE ADAPTIVE THRESHOLD DEVICES ARE NOT SHOWN.»

PASK, GORDON: A COMMENT, A CASE HISTORY AND A PLAN, IN J. REICHARDT (HG.), CYBERNETICS, ART AND IDEAS, LONDON 1971, 79. FIG. 26.

required by man (however, it must not swamp him with variety-if it did the environment would merely be unintelligible)

b)It must contain forms that a man can learn to interpret at various levels of abstraction.

c)It must provide cues or tacitly stated instructions to guide the learning process.

d)It may, in addition, respond to a man, engage him in conversation and adapt its characteristics to the prevailing mode of discourse.«<sup>8</sup>

Im letzten Punkt kann die *Conversation* als eine Strategie für kybernetische Kommunikationsmodelle verstanden werden, in denen das strukturelle Verhältnis zwischen Mensch und Maschine symbolisch erweitert wird. Das soll bedeuten, dass

<sup>8</sup> Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (ed.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 76.

in diesen Umgebungen der Mensch in eine Konversation eingebunden wird, mit dem Ziel ein Verständnis seiner Rolle und Beziehung zum System herzustellen. Im folgenden Zitat beschreibt dies auch Andrew Pickering.

»An interest in conversation, understood very generally as any form of reciprocally productive and openended exchange between two or more parties (which might be humans or machines or humans and machines) was, in fact, the defining topic of all of Pask's work. [...] cybernetics does suggest a new strategy, a novel way of going on, in the creation of art objects.«<sup>9</sup>

Die Musik wurde mit einem Mikrophon in ein elektrisches Signal mittels eines Umwandlers (*Transducer*), (Abb.2) eines Apparates, der einen Fluss von Eingaben einer Art aufnimmt und einen Strom von Ausgaben anderer Art produziert, verwandelt. Pask definierte den *Transducer* als Kodierungsgerät. Die »elektronischen Analogcomputer«<sup>10</sup> die er beschrieb, sollten aktiv jene Signale umformen, die in einem Regelsystem aus Mensch, Maschine und Umwelt an den Menschen ausgegeben werden.

Der Umwandler, notierte Pask 1954, ist der Partner des Performers in der Konversation, und die Performance ist die Konversation selbst. Hinter den symbolischen Prozessen von *MusiColour* steht der *Transducer* als Steuereinheit. Gewissermaßen gehe das maschinelle System wie in einem Gespräch auf sein Gegenüber ein: »It is essentially distinct from converse with some sort of automatic ›yes man‹ who replies in the same terms whatever has been said to him.«<sup>11</sup> »In ihrem Verlauf wird die Konversation durch ein Verfahren von Versuch und Irrtum effizienter, da die Bedeutung, welche die Gesprächspartner ihren ›Worten‹ geben sich angleicht.«<sup>12</sup>

Das Verhalten des Musikers wird in elektronische Signale umgewandelt und bezieht

<sup>9</sup> Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 322-323.

<sup>10</sup> Pask, Gordon: »Matching transducers for the Human Operator, technical Notes compiled for Mr. Kennerly Edwards«, Manuskript (Konvolut 1954), August 1954, 1, Gordon-Pask-Archive am Institut für Zeitgeschichte Wien. Box 4.43.2.

<sup>11</sup> Ebd.

<sup>12</sup> Rosen, Margit: »The control of control - Gordon Pasks kybernetische Ästhetik«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Pask Present, An exhibition of art and design inspired by the work of Gordon Pask (28 June 1928 to 28 March 1996) cybernetician and artist*, Vienna 2008, S. 150.

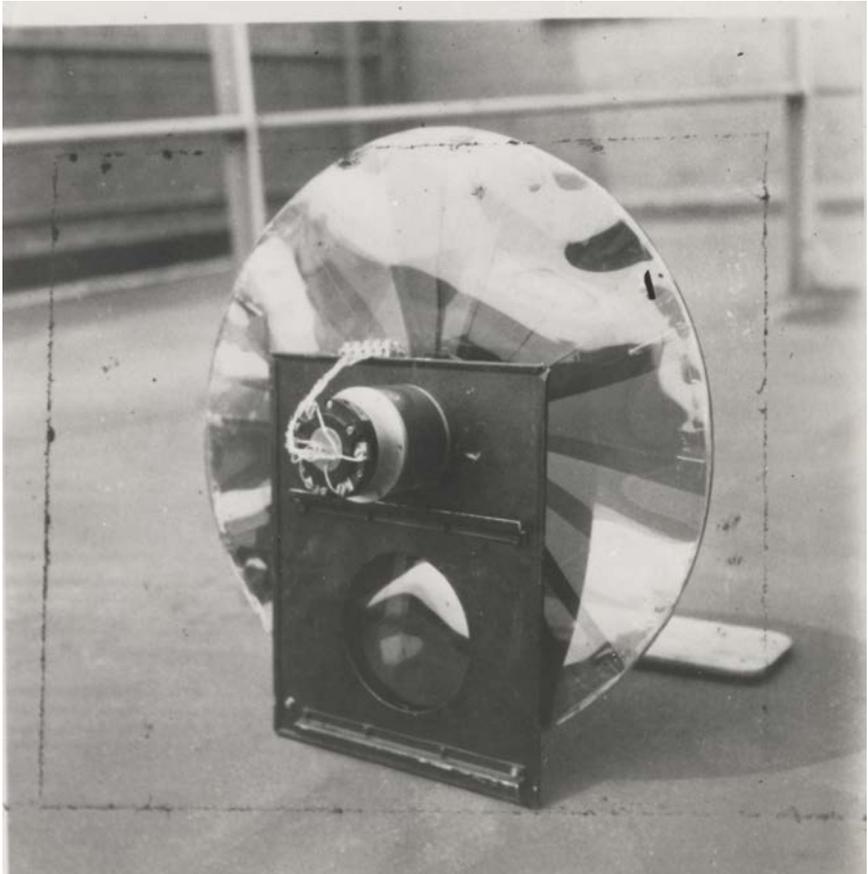


ABB. 3: GORDON PASK (SYSTEM RESEARCH LTD) MUSICOLOUR: ELECTRONICALLY CONTROLABLE COLOUR-FILTER, 1952-1957 (122 X 124 MM) GPA PHOTO COLLECTION BOX 1

durch diese Abstraktion, das menschliche Verhalten in ein Funktionsdiagramm ein und bindet Mensch und Maschine an ein gemeinsames Kommunikationsmodell. Durch die ständige Kommunikation zwischen Mensch und Maschine passen die beiden Gesprächspartner auch ständig ihre Ausdrucksmittel aneinander an und verständigen sich schlussendlich mit der nahezu selben »Sprache«.

»The transducers [...] obtain an input from a human operator's performance, and from the state of some job which he is doing. After organising this data, they use it to encode the information which the human operator gets from his

job- so that it is optimally suited to him, as an individual. The adjustments are carried out continually.«<sup>13</sup>

»Der Filter des Systems änderte sich mit jeder Performance, so das die Messdaten jeweils nach den Bedingungen seiner aktuellen Konfiguration verarbeitet wurden. [...]Was sie tat war bestimmt von ihrer »Erfahrung.«<sup>14</sup>

Die Tatsache das die Maschine dem Gegenüber aufgrund ihrer Erfahrung signalisiert was sie von der Handlung des Anderen hält ist einzigartig und unterstreicht den Versuch die strukturellen Rollen von Mensch und Maschine in Form einer Konversation und Erweiterung des kreativen Handlungsraumes auszuloten. Die Eigenschaft der Langeweile geht von der Steuerung innerhalb des *Transducers* aus, der durch die Zirkularität der Prozesse das Verhalten von *MusiColour* bestimmt.(siehe Abb.2) Die zirkulären Prozesse bewirken die Zirkularität der Kommunikation, indem Information zwischen Mensch (Gehirn) und Maschine (*Transducer*) interpretiert und ausgetauscht wird. Somit gründet sich das Verständnis beider Teilnehmer auf der zirkulären Interaktion, die Pask als Konversation (Gespräch) zwischen Mensch und Maschine definiert.

Die Interaktion etnwickelte sich »[...] [d]urch das, was der Musiker als ‚Billigung‘ und »Ablehnung« erlebte[...]«<sup>15</sup> Es ist auch bezeichnend, dass *MusiColour* kein bestimmtes Ziel verfolgte außer den Dialog zwischen Mensch und Maschine zu fördern und zu erweitern, indem *MusiColour* den Musiker ständig in ein »Gespräch« involvierte. Pickering erklärt:

»It was not clear what Musicolour was.«<sup>16</sup> »Pask explicitly moved beyond the original cybernetic paradigm with its emphasis on mechanisms that seek to achieve predefined goals.«<sup>17</sup>

13 Pask, Gordon: »Matching transducers for the Human Operator, technical Notes compiled for Mr. Kennerly Edwards«, Manuskript (Konvolut 1954), August 1954, 1, Gordon-Pask-Archive am Institut für Zeitgeschichte Wien. Box 4.43.2.

14 Rosen, Margit: »The control of control - Gordon Pasks kybernetische Ästhetik«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Pask Present, An exhibition of art and design inspired by the work of Gordon Pask (28 June 1928 to 28 March 1996) cybernetician and artist*, Vienna 2008, S.143.

15 Ebd., S. 137-138.

16 Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 325.

17 Ebd. S. 321.



ABB. 4: MUSICOLOUR DISPLAY AT CHURCHILL'S CLUB, LONDON.  
REICHARDT, JANE (HG.): CYBENRNETIC SERENDIPITY: THE COMPUTER AND THE ARTS, LONDON, 1971 S. 86. GPA

Die Performance von Mensch und Maschine wurde durch die Interaktion, welche aus der Kooperation beider entstand gesteuert. »The human did not control the performance, nor did the machine.«<sup>18</sup>

Aus der auf den ersten Blick scheinbar ziellosen Interaktion entwickelte Pask sein Verständnis über die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, welches in der Performance mit *MusiColour* und mit dem Performer verwoben ist. Pask beschrieb, dass der Performer die Maschine trainierte und ein Spiel mit ihr spielte. Das System

<sup>18</sup> Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 319.

fungierte »[...] als Erweiterung des Performers mit welcher er kooperieren konnte, um Effekte zu erhalten, die er allein nicht erreichen konnte.«<sup>19</sup> Pickering äußert sich hierzu folgendermaßen:

»The point to note is that in performance the performer learned (performatively rather than cognitively) about the machine (and vice versa), and Pask therefore regarded Musicolour as a machine in which one could learn-scientifically, in a conventional sense- about learning.«<sup>20</sup>

Abschließend kann *MusiColour* als kybernetische Auseinandersetzung mit einer strukturellen Beziehung interpretiert werden, welche eine neue Strategie der Interaktion in Form einer Konversation zwischen Mensch und Maschine vorschlägt. Infolgedessen wird die spätere Entwicklung eines wissenschaftlichen Verfahrens eingeleitet, das den Prozess des menschlichen Lernens in einem kybernetischen Kommunikationsmodell darzustellen versucht. Beide Systeme (Mensch und Maschine) werden nicht einander angeglichen, sondern durch Abstraktion in einem Funktionsdiagramm von Prozessen zwischen Mensch und Maschine ausgemacht und verteilt. Die *MusiColour* Performance ist die Umsetzung eines homeostatischen Verhältnisses zwischen dem Performer und seiner Umgebung wie in den Anforderungen der »ästhetisch potenten Umgebungen« beschrieben. »Pask setzte die Assoziation mit Theater, Kunst und Unterhaltung für den Rest seines Lebens fort.«<sup>21</sup>

Im nächsten Abschnitt *S.A.K.I.* wird der Fokus auf ein homeostatisches Modell (einer Lernumgebung) gelegt, welches das Erlangen einer bestimmten Fähigkeit zum Ziel hat.

<sup>19</sup> Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (ed.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 78.

<sup>20</sup> Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 318.

<sup>21</sup> Ebd., S. 314.



## SAKI SELF ADAPTIVE KEYBOARD INSTRUCTOR

1956 beantragten Pask, seine Frau Elizabeth und Robin McKinnon-Wood ein Patent für einen *Apparatus for Assisting an Operator in Performing Skill*.<sup>1</sup> Dieses Patent beinhaltet ein breites Spektrum an Lehrmaschinen, welche nach kybernetischen Prinzipien entwickelt wurden. Eine Lehrmaschine, *SAKI*, ein Akronym für *Self Adaptive Keyboard Instructor*, sei hier herausgegriffen, da sie repräsentativ für Pasks theoretische Entwicklung ist, die nur in der Interaktion mit seiner Arbeit verständlich wird. Vor allem ist *SAKI* die erste explizite Auseinandersetzung mit dem Lernprozess des Menschen in der Interaktion mit einer Apparatur. *SAKI* unterstützt durch die Interaktion mit einem Benutzer den Ausbau oder das Erlernen von Fähigkeiten in der Bedienung eines Hollerith Lochkartenstanzers.

Mit Hilfe dieses Lochkartenstanzers werden Löcher in Karten gedrückt, um die Information darauf digital verarbeitbar zu machen. Durch das Drücken verschiedener Tasten stanzt der Nutzer Löcher in zuvor definierte Spalten um Informationen so zu kodieren, dass diese von einem Kartenlesegerät gelesen werden und auf einem Computer gespeichert werden können. Dieses Eingabegerät musste mit einer Hand bedient werden und hatte 12 Tasten: 0 bis 9, x und eine Umschalttaste. Eine Ziffer konnte pro Spalte eingegeben werden. Buchstaben wurden durch das Drücken zweier Tasten in der selben Spalte erstellt, so zum Beispiel die Umschalttaste und 1-9 für A bis I, die x Taste und 1 bis 9 für J bis R und 0 und 1-9 für S bis Z.<sup>2</sup>

Lochkarten wurden zur Steuerung von Maschinen, als Träger von Programmen oder auch als Speichermedium für Datensätze genutzt. Bis in die 1970er Jahre war diese Form der Dateneingabe sehr üblich und fähige BedienerInnen wurden gesucht.

Pasks Apparat, eine Art Tutor, der den Nutzer zum Erstellen von Lochkarten ausbildete, sollte sich nicht nur als kommerzieller Erfolg erweisen, sondern als »[...] die möglicherweise erste wirkliche kybernetische Maschine (im vollen Sinne) die

---

1 Pask, Gordon et.al: »Patent Specification (866279) for Apparatus for Assisting an Operator in a Skill.« in: <http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=CA624585&F=0&QPN=CA624585>.

2 Vgl. Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, in: *The Mechanical Mind in History*, Cambridge and London 2008, S. 194f.

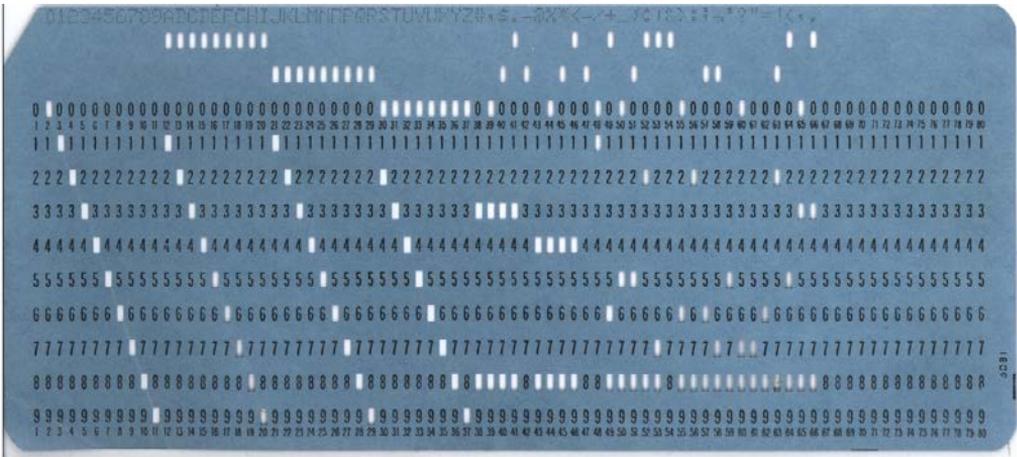


ABB. 1: »THIS IS THE FRONT OF A BLUE IBM-STYLE PUNCH CARD. IT SHOWS THE LATIN ALPHABET CHARACTER CODE. AN 80-COLUMN PUNCHED CARD OF THE TYPE MOST WIDELY USED IN THE 20TH CENTURY. CARD SIZE WAS 7 3/8 IN × 3 1/4 IN (187.325 MM × 82.55 MM). THIS EXAMPLE DISPLAYS THE 1964 EBCDIC CHARACTER SET, WHICH ADDED MORE SPECIAL CHARACTERS TO EARLIER ENCODINGS.«  
[HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PUNCHED\\_CARD](http://en.wikipedia.org/wiki/punched_card)

mehr als ein Spielzeug war[...].«<sup>3</sup> Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine wurde auf eine neue Ebene gehoben, indem der Benutzer Fähigkeiten erlangte zu deren Erlangung er ohne diese Apparatur nicht in der Lage gewesen wäre, zumindest nicht so effektiv. Die Maschine konnte sich dem Gegenüber anpassen und somit den Lernprozess individuell gestalten. Diese Fähigkeit, die eine kybernetische Maschine kennzeichnet, werden im Laufe des Kapitel genauer besprochen.

Nach Pask's Angaben wurde der erste *Self Adaptive Keyboard Instructor* auf der Inventors and Patentees Exhibition at the Horticultural Hall in London vorgestellt. Diese Veranstaltung wurde regelmäßig von Christopher Bailey besucht, er war technischer Direktor für die Solartron Electronic Group und knüpfte auf ihr wertvolle Kontakte. Pask kam ins Gespräch mit Bailey, der die Entwicklung von adaptiven *training machines* von System Research unterstützen sollte.<sup>4</sup> Das Trainingsgerät für das Stanzen von Lochkarten wurde zu einem kommerziellen

<sup>3</sup> »[...] possibly the first truly cybernetic device (in the full sense) to rise above the status of a 'toy' and reach the market as a usefull machine.« Beer, Stafford. *Cybernetics and Management*, London 1959. S. 123.

<sup>4</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 326.



ABB. 2: PHOTOGRAPH OF ELIZABETH AND GORDON PASK 1957 (113 X 152 MM) GPA PHOTO COLLECTION BOX 3

Erfolg,<sup>5</sup> der die zukünftige Entwicklung und Forschungsarbeit Gordon Pasks sichern sollte und ihm erlaubte, seine Forschungsschwer-Punkte unabhängig zu setzen. Pickering beschreibt die Verbindung mit Solartron folgendermaßen:

»The link to Solartron in the development of adaptive training machines was very consequential for Pask and System Research. Much of Pask's paid work from the late 1950s onward centered on the development of adaptive teaching and training machines and information systems,[...] SAKI itself formed the basis for the Mavis Bacon typing trainer, widely available as PC software today.«<sup>6</sup>

Stafford Beer, seines Zeichens Kybernetiker und guter Freund Pasks, war der

<sup>5</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 327.

<sup>6</sup> Ebd., S. 327-328.

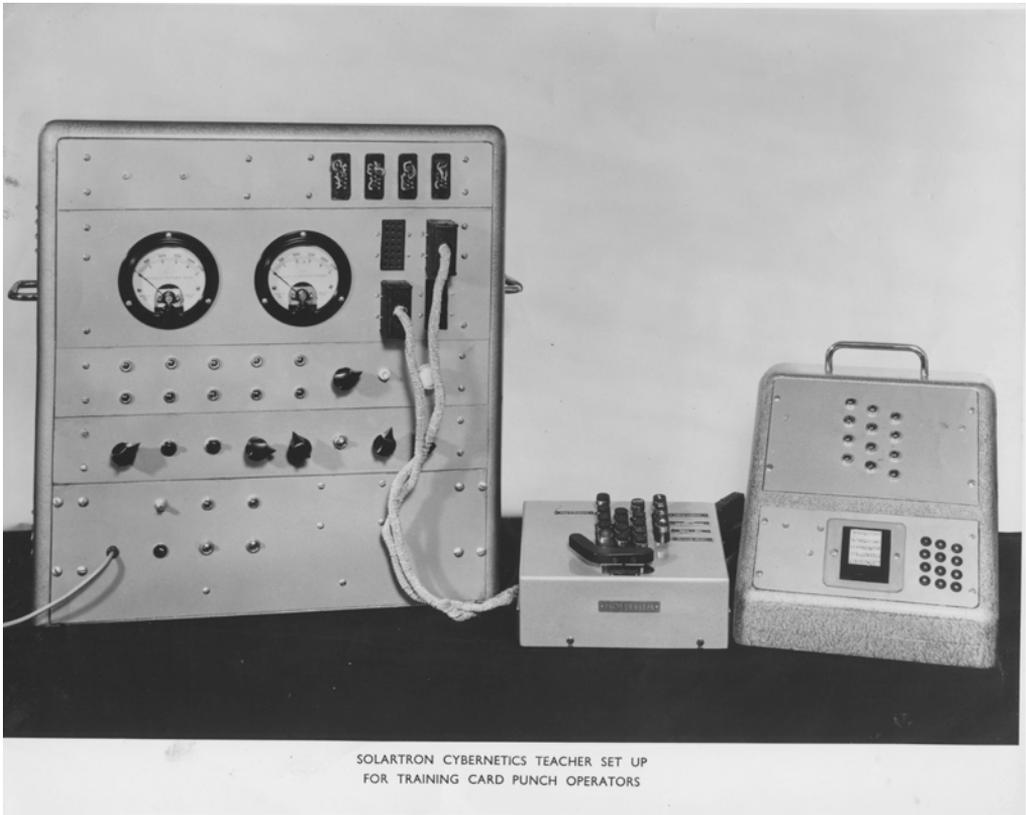


ABB. 3: »SOLARTRON CYBERNETICS TEACHER SET UP FOR TRAINING CARD PUNCH OPERATORS«, CA. MITTE 1950, (197 X 249 MM) GPA, PHOTO COLLECTION BOX 1

Auffassung, dass diese Maschine in der Lage war Jedem den Umgang mit einem *Keyboard* (Tastatur) beizubringen. Pask ermöglichte es mit *S/AKI* den Benutzer in ein »homeostatisches Ganzes« zu integrieren<sup>7</sup>, einen Gleichgewichtszustand zwischen dem Benutzer und der Apparatur zu erreichen. Hier lässt sich die Verbindung zu *MusiColour* herstellen. Im Sinne einer Weiterentwicklung des kybernetischen Modells der Interaktion entwickelt sich die Maschine von der Rolle als Kunstobjekt hin zu einer Vorrichtung, welche Menschen beim Lernen von Maschinenschreiben

<sup>7</sup> Vgl. Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 552.

unterstützt.<sup>8</sup> Pask konstruierte unterschiedliche Exemplare dieser Lehrmaschinen, welche zugleich lehrende und lernende Geräte waren, da seine »Aufmerksamkeit nicht allein der Beobachtung von Systemen«, sondern vor allem, »beobachtenden Systemen« galt.<sup>9</sup>

Die Herausforderung beim Lernen mit sogenannten *teaching machines*, war laut Pask das Interesse des Schülers aufrechtzuerhalten:

»Ideally the task he is set at each stage should be sufficiently difficult to maintain his interest and to create a competitive situation yet never so complex that it becomes incomprehensible. A private tutor in conversation with his pupil seeks, in fact, to maintain this state which is not unlike a game situation.«<sup>10</sup>

Es ist erforderlich, dass der Tutor auf besondere Charakteristika des Schülers eingeht. Eine Vielzahl von Faktoren determiniert die Fähigkeiten einer Person (Erfahrung, motorische Fähigkeiten, Müdigkeit), welche sich durch den Lernprozess verändern sollen. Pasks origineller Ansatz war es Lehrmaschinen zu konstruieren, welche ein kontinuierlich veränderliches probabilistisches Modell ermöglichen, das zeigen sollte, wie der bestimmte Bediener eine Fähigkeit erlernt.<sup>11</sup> Des Weiteren wird der Schüler nicht gezwungen etwas in einer besonderen Weise auszuführen: die Schüler sind minimal durch korrektive Informationen eingeschränkt um »[...] Wachstumsmaximierende Umstände welche dem menschlichen Bedienenden soviel Freiheit erlauben, dass er seine eigene präferierte konzeptuelle Struktur annehmen konnte [...]«<sup>12</sup> herzustellen. Durch die Adaption der Aufgabe anhand eines kybernetischen Modells, welches der Natur der Interaktion durch Kommunikation folgte, wird auf die individuellen Charakteristika des Nutzers eingegangen und

<sup>8</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 328.

<sup>9</sup> Vgl. Rosen, Margit: »The control of control - Gordon Pasks kybernetische Ästhetik«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H.: *Pask Present, An exhibition of art and design inspired by the work of Gordon Pask (28 June 1928 to 28 March 1996) cybernetician and artist*, Vienna 2008, S.155-159.

<sup>10</sup> Pask, Gordon et.al: »Patent Specification (866279) for Apparatus for Assisting an Operator in a Skill.« in: <http://v3.espacenet.com/>, S. 32.

<sup>11</sup> Vgl. Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, in: *The Mechanical Mind in History*, Cambridge and London 2008, S. 198.

<sup>12</sup> Pask, Gordon et.al: »Patent Specification (866279) for Apparatus for Assisting an Operator in a Skill.« in: <http://v3.espacenet.com/>, S. 33.

somit dessen Interesse in Gestalt einer Konversation aufrecht erhalten.<sup>13</sup>

Der Bedienende sitzt vor einem Bildschirm welcher das Übungsmaterial zeigt. Dieses besteht aus vier Zeilen aus je vierundzwanzig alphanumerischen Zeichen, und Hinweislichtern, welche dem Layout der Tastatur nachempfunden sind. Diese Lichter zeigen welche Tasten oder welche Tastenabfolge am Lochstanzer gedrückt werden muss. Am Beginn arbeitet sich der Bedienende durch alle vier Zeilen, beginnend mit der ersten Zeile. Die einzugebenden *Items* werden willkürlich und langsam eingeblendet und die Hinweislichter sind hell und lange sichtbar. Die Zeit die der Bedienende für die Eingabe jedes einzelnen Zeichens braucht wird vom Rechner, der aus verschiedenen Kondensatoren besteht, die sich von dem Zeitpunkt an dem der Bedienende eine richtige Antwort eingibt bis zu jenem, in dem das nächste Zeichen eingeblendet wird, aufgeladen. Dadurch ist die Ladung höher, je schneller die richtige Antwort eingegeben wird. Wenn alle vier Übungslinien bearbeitet sind, verfügt SAKI über eine Aufzeichnung der Fähigkeiten des Bedienenden und über eine gespeicherte Ladung in den Kondensatoren für jede Eingabe.<sup>14</sup>

Die Übungszeile für die der Bedienende die langsamste durchschnittliche Ladung gespeichert hat, wird dann wiederholt. Die Kondensatoren steuern Ventile an, die darüber bestimmen wie die individuellen *Items* in der Übung präsentiert werden. Spezifisch wird hierbei die genaue mögliche Antwortzeit sowie die Helligkeit der Hinweislichter angesteuert. In einem Prototyp variierte Pask den Schwierigkeitsgrad der einzelnen Zeichen nach der Durchschnittsleistung in der entsprechenden Übungszeile. Da diese Methode jedoch Schwankungen im Abschneiden des einzelnen Bedienenden verursachte wurde die Funktion verändert: der Schwierigkeitsgrad wurde nun für jedes einzelne Zeichen angepasst, um sich so auch den Fähigkeiten des Bedienenden anzupassen. Es steigerte also den Schwierigkeitsgrad für jene Zeichen die der Nutzer relativ erfolgreich eingegeben hatte, indem die mögliche Antwortzeit verkürzt und die Hinweislichter geschwächt wurden, was die Möglichkeit eines Fehlers beim Nutzer vergrößerte. Auf Fehler reagiert SAKI mit der Verlängerung der Möglichen Antwortzeit und der Wiedereinführung der Hinweise. Pask sah Fehler nicht als etwas negatives, im Gegenteil er begrüßte sie, da man an ihnen Unterschiede ausmachen konnte und

<sup>13</sup> Vgl. Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, S. 199.

<sup>14</sup> Vgl. Ebd., S.199

dadurch in der Lage war ein System zu organisieren.

Durch *SAKI* kann beim Nutzer schlussendlich eine stabile Stufe des Könnens erreicht werden, auf der die Lichthinweise nicht mehr nötig und die Eingabezeiten für alle *Items* ungefähr gleich sind.

Stafford Beer schildert seine Interaktion mit SAKI folgendermaßen:

»You are confronted with a punch: it has blank keys, for this is a ‘touch typing’ skill. Before you, connected to the punch, is Pask’s machine. Visible on it is a little window, and an array of red lights arranged like the punch’s keyboard. The figure ›7‹ appears in the window. This is an instruction to you to press the ›7‹ key. But you do not know which it is. Look at the array of lights. One is shining brightly: it gives you the position of the ›7‹ key, which you now find and press. Another number appears in the window, another red light shines and so on. Gradually you become aware of the position of the figures on the keyboard, and therefore you become faster in your reactions. Meanwhile, the machine is measuring your responses, and building its own probabilistic model of your learning process. That ›7‹, for instance, you now go to straight away. But the ›3‹, for some obscure reason, always seems to elude you. The machine has detected this, and has built the facts into its model. And now, the outcome is being fed back to you. Numbers with which you have difficulty come up with increasing frequency in the otherwise random presentation of digits. They come up more slowly, too, as if to say: ›Now take your time.‹ The numbers you find easy, on the contrary, come up much faster: the speed with which each number is thrown at you is a function of the state of your learning. So also is the red-light system. For as you learn where the ›7‹ is, so does the red-light clue gradually fade. The teacher gives you less and less prompting. Before long, if you continue to improve on ›7‹, the clue light for ›7‹ will not come on at all. It was getting fainter on ›5‹, for you were getting to know that position. But now you have had a relapse: ›5‹ is eluding you altogether. Your teacher notes your fresh mistakes. ›5‹ is put before you with renewed deliberation, slowly; and the red light comes back again, brightly. [...] So the teaching continues. You pay little intellectual attention: you relax. The information circuit of this system of you-plus-machine flows through the diodes and condensers of the machine, through the punch,

through your sensory nerves and back through your motor nerves, the punch, the machine. Feedback is constantly adjusting all the variables to reach a desired goal. In short, you are being conditioned. Soon the machine will abandon single digits as the target, and substitute short runs of digits, then longer runs. You know where all the keys are now; what you have to learn next are the patterns of successive keys, the rhythms of your own fingers.«<sup>15</sup>

Was bei *SAKI* anders als bei herkömmlichen Trainern war, war, dass die Maschine die Übungen für den Lernenden ständig modifizierte, weil sie die Fehler nicht nur bei einzelnen Tastendruckern sondern auch in der Sequenz maß. *SAKI* nahm beides als Fehler und wie ein Stottern im Verlauf auf und klassifizierte so die Unsicherheiten und Schwächen. Mit Hilfe dieser wurde wiederum ein neues Trainingsprogramm für den Lernenden erstellt, welches die häufigen Fehler ausbügeln sollte.<sup>16</sup> »Thus, the trainee's behaviour changes the the response of the trainer (program), and the trainer's behaviour changes the response of the trainee [...].«<sup>17</sup>Auf ebendiese Weise wurden also immer neue und nicht vorhersehbare Übungen direkt auf den Lernenden abgestimmt, was den selbst-adaptiven Teil der Maschine darstellt.

Das übergreifende Ziel war es eine stabile Beziehung zwischen dem Nutzer und *SAKI* zu erreichen, welches mit einer zusätzliche Auflage bestimmt war, den Benutzer auf ein im Vorhinein festgelegte Leistungsfähigkeit in Geschwindigkeit und Genauigkeit in der Bedienung des Lochkartenstanzers zu führen.

Pask beschreibt die Methode: »[...] ein Paar von inhärent unmessbaren, nicht ortsfesten Systemen werden kombiniert um ein inhärent messbares stationäres System zu bilden [...].«<sup>18</sup> *SAKI* ermöglichte eine angemessene Ausgeglichenheit zwischen herausfordernden Aufgaben und Langeweile: »[...] das Interesse wird am Leben gehalten und eine fast hypnotische Beziehung wurde beobachtet, sogar mit ziemlich einfachen Aufgaben.«<sup>19</sup>

<sup>15</sup> Beer, Stafford. *Cybernetics and Management*, London 1959, S. 124-125.

<sup>16</sup> Vgl. Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 127.

<sup>17</sup> Ebd., S. 127.

<sup>18</sup> »[...] a pair of inherently unmeasurable, non-stationary systems, are coupled to produce an inherently measurable stationary system.« Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968. S. 98.

<sup>19</sup> »[...] interest is maintained, and an almost hypnotic relationship has been observed, even with quite simple jobs.« Pask, Gordon et.al: »Patent Specification (866279) for Apparatus for Assisting an Operator in a Skill.« in: <http://v3.espacenet.com/>, S. 36.

Diese Selbstregulierung von offenen dynamischen Systemen durch intern regelnde Prozesse zur Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes entspricht Ashbys Modell eines Homöostats<sup>20</sup>, einer Maschine welche in der Lage ist sich der Umwelt anzupassen. Hier lässt sich der für die Britische Kybernetik bezeichnende Gegenstand der Auseinandersetzung mit dem Gehirn erkennen. Die strukturelle Beziehung zwischen zwei verschiedenen Entitäten wie Mensch und Maschine ist um einen Interaktiven Kreislauf bemüht, der eine (Iterations)Schleife (*looping*) zur Folge hat. Dass bedeutet, dass in diesem Falle die Maschine eine Erweiterung des menschlichen Gehirns im Sinne der adaptiven Fähigkeiten darstellt, indem sie Information verarbeitet, wie es Ross Ashby definiert: »das Gehirn ist keine Denkmaschine, es ist eine Handlungsmaschine; es erhält Informationen und tut etwas damit.«<sup>21</sup> Somit bilden Mensch-Maschine Interaktionen ein System, dessen Informationskreislauf die Rolle des Gehirns mit Adaption bestimmt, wohingegen die Maschine die Ausführung von Programmen und Prozessen übernimmt. Wie auch schon Pickering betont, können solche kybernetischen Modelle zum Verständnis des menschlichen Gehirns beitragen. Der psychiatrische Ursprung der Kybernetik wird in Andrew Pickerings *The Cybernetic Brain* in Kapitel drei und vier im Detail besprochen.

Um eine strukturelle Verbindung zwischen den zwei Entitäten herzustellen ist die Regulierung und Kontrolle konstitutiv. Diese konstitutive Ebene wird durch das Programm und den Code repräsentiert:

»The underlying assumption is that a best method of teaching exists and this is embodied in the programme and the decision rule that determines the machine behaviour.«<sup>22</sup>

Aufbauend auf den Erkenntnissen der *MusiColour* Vorrichtung und des dadurch gewonnen kybernetischen Modells der Interaktion zwischen Mensch und Maschine wurde ein wissenschaftliches Verfahren des Lernens und Lehrens einer Fähigkeit entwickelt, indem die Maschine Eingaben durch eine Schnittstelle in Form einer

<sup>20</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, 2011, S. 101.

<sup>21</sup> »[...] the brain is not a thinking machine, it is an acting machine; it gets information and then it does something about it« Ashby, Ross: »Design for a Brain«, *Electronic Engineering* 20 (Dezember), S. 379.

<sup>22</sup> Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 89.

Tastatur, das Verhalten und die Fähigkeiten des Benutzers interpretieren und ein Lernmodell erstellen konnte. Aufgrund dieses Lernmodells konnte die Maschine optimale Hilfestellung geben. Durch die Entwicklung *S.A.K.I.* wird ersichtlich, dass die Schnittstelle der Interaktion zwischen Mensch und Maschine ausschlaggebend für das resultierende Verständnis im Sinne der Auswertung von Prozessen ist. Das Eingabegerät (Tastatur) ermöglicht erst den Lernprozess und die Steuerung dem Programm der Maschine zugänglich zu machen. Das Interface zwischen Mensch und Maschine wird für Pask ein zentrales Thema in der *Conversation Theory*, wo Prozesse der Interaktion für einen Beobachter einsehbar werden und somit ein Lernprozess des Erlernens von komplexen Fähigkeiten mit Hilfe des Interfaces dargestellt wird.

*S.A.K.I.* wurde in der weiteren Produktion zu einem repräsentativen Automaten abgestuft, der bloß einen Zweck erfüllen sollte. Die Ingenieure entfernten sich von Pasks Vision einer ästhetisch potenten Umgebung und Konversation zwischen zwei Entitäten, wo die eine die Erweiterung der anderen ist (kybernetisches Modell) zu einem Modell der Automatisierung, wo Arbeit vom Menschen auf Automaten übertragen wird.<sup>23</sup>

---

23 Vgl. Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, S. 206.

## CHEMICAL COMPUTER SYSTEMS

»Self - organizing systems lie all around us. There are quagmires, the fish in the sea, or intractable systems like clouds. Surely we can make these things work out for us, act as our control mechanisms, or perhaps most important of all, we can couple these seemingly uncontrollable entities together so that they can control each other. Why not, for example, couple the traffic chaos in Chicago to the traffic chaos of New York in order to obtain an acceptably self-organizing whole? Why not associate individual brains to achieve a group intelligence?«<sup>1</sup>

Für Pask können *self-organizing systems* unterschiedliche Gestalt annehmen und in der Interaktion mit anderen *self-organizing systems* wertvoll sein, indem sie Prozesse regulieren und damit Probleme lösen, die von einem System nicht alleine bewerkstelligt werden können. Wie Pasks Beispiel der Gruppenintelligenz suggeriert, kann die Intelligenz durch die Organisation des Systems erweitert werden und auf diese Weise mehr sein als die Summe aller (Teil-)Systeme. Das bedeutet, dass ein *self-organizing system* durch die Organisation eine Adaption an eine veränderliche Umgebung ermöglicht.

Wie aus dem Zitat ersichtlich schlägt Pask eine Vernetzung von Systemen auf einer städtebaulichen Ebene vor, wo anhand veränderlicher Parameter Verkehrsströme oder die Stadterweiterung durch *self-organizing systems* gestaltet werden. Die Eigenschaften wie die Kontrolle, Selbsteuerung und Adaption sowie die Gestaltung von self-organizing systems, werden im folgendem Textabschnitt anhand einer weiteren kybernetischen Errungenschaft Pasks behandelt, die aus der Zusammenarbeit und Freundschaft mit Stafford Beer entstand. Beide waren sehr ambitioniert und wollten ihren Einfluss im Bereich der jungen Disziplin der Kybernetik geltend machen.<sup>2</sup> Sie waren »[...] sich beide der Pionierarbeit in den USA in dem aufkommenden Thema welches Norbert Wiener Kybernetik genannt

---

1 Pask, Gordon: »The Natural History of Networks«, in M. Yovits and S. Cameron (eds.), *Self-Organizing Systems: Proceedings of an Interdisciplinary Conference, 5 and 6 May* (New York: Pergamon), 1960, S. 258.

2 Vgl. Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 551.

hatte bewusst, und wussten, dass jeder in Großbritannien ebenfalls interessiert war.«<sup>3</sup> Beer arbeitete für United Steel und überzeugte das Unternehmen eine Kybernetische Forschungsgruppe in Sheffield zusammenzustellen. Pask entwickelte zu dieser Zeit gerade seine *teaching machines* und versuchte diese auf dem Markt zu platzieren. Gegenseitige Besuche der beiden Wissenschaftler und Freunde wurden zum Teil von einem kleinen Fond der United Steel finanziert,<sup>4</sup> um die Eignung von verschiedenen Materialien, als Substrate für die Konstruktion von *self-organizing systems* zu untersuchen:

»If systems of this kind are to be used for amplifying intelligence, or for 'breeding' other systems more highly developed than they are themselves, a fixed circuitry is a liability. Instead, we seek a fabric that is inherently self-organizing, on which to superimpose (as a signal on a carrier wave) the particular cybernetic functions that we seek to model. Or, to take another image, we seek to constrain a high-variety fabric rather than to fabricate one by blueprint.«<sup>5</sup>

Sie waren auf der Suche nach einem »Stoff« der von *self-organizing systems* überlagert werden kann und indem sie bestimmte kybernetische Funktionen modellieren könnten.<sup>6</sup> Ein wichtiger Aspekt war die Kontrolle bzw. Regelung (*Control*) dieser *self-organizing systems* (selbstorganisierten Systeme), welche auf die Gesetzmäßigkeiten der Variation nach W. Ross Ashby gegründet war, die wiederum Stabilität im Sinne eines Homöostats erzeugt. Der *Controller* ist in der Lage eine Umgebung zu steuern, wenn seine *Variety* größer oder gleich der *Variety* der Störungen des Inputs ist. Ein adaptives Kontrollsystem oder in diesem Kontext ein ultrastabiles System<sup>7</sup> wird als Voraussetzung angesehen um in einer veränderlichen Umgebungen zu überleben. Laut Pask ist ein *Controller* »eine natürliche oder konstruierte Einheit, welche mit ihrer Umgebung interagiert um eine besondere

3 »[...] both extremely conscious of the pioneering work being done in the USA in the emerging topic that Norbert Wiener had named cybernetics, and knew everyone in the UK who was interested as well.« Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 551.

4 Vgl. Ebd., S.551-552.

5 Beer, Stafford: »A Progress Note on Research into a Cybernetic Analogue of Fabric.«, in: Harnden, R/Leonard, A (Hg.): *How Many Grapes Went into the Wine: Stafford Beer on the Art and Science of Holistic Management*, New York 1994, S. 25.

6 Vgl. Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 552.

7 Vgl. Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 72.

Stabilität die »goal [...] genannt wird erreichen soll.[...] Wenn immer es ein stabiles System gibt, kann im Prinzip ein Subsystem das als Controller fungiert und die Stabilität erhält ausgemacht werden.«<sup>8</sup>

Ashbys Konzept von *Ultrastability* (Selbststabilisierung) beschreibt Systeme, welche sich an Bedingungen anpassen können, die nicht im Vorhinein beim Entwerfen des Systems vorgesehen wurden. Eine der flexibelsten Arten von Adaption ist für Pask das Lernen, auf der anderen Seite findet die am Wenigsten flexible durch Evolution statt, welche man bei mehrzelligen Lebewesen beobachten kann.<sup>9</sup> Laut Pask kann die vollkommene Homöostase, die den Organismus erhält, als Zusammenschluss mehrerer homöostatischer Systeme gesehen werden. Es gibt zum Beispiel im menschlichen Körper Systeme die Körpertemperatur und den Flüssigkeitshaushalt regulieren. Das Atemsystem erhält das Gleichgewicht mehrerer Systeme. Andererseits gibt es auch den Fall, dass viele Systeme gemeinsam einen Wert stabilisieren sollen (Blutzucker). Auf diese Funktionsweise ist schlussendlich die Stabilität des gesamten Systems zurückzuführen, welche durch die komplexe Beziehung zwischen Struktur und Funktion zu erklären ist.<sup>10</sup>

Aus diesen Überlegungen um und über *self-organizing systems* entstanden um 1956 in Zusammenarbeit mit Stafford Beer, die von Pask getauften *chemical computers* oder *organical computers* wie Pask sie oft aufgrund ihrer organischen Eigenschaften (und nicht ihrer Materialität) nannte.<sup>11</sup> Diese *chemical computers* entstanden aus Experimenten mit elektrochemischen Systemen, die aus einzelnen kleinen Platin Elektroden bestanden, welche in eine Platte aus Eisensulfatlösung an Hochfrequenzstrom angeschlossen wurden. Dort wo die höchste Spannung fließt entstehen zwischen den Elektroden *Threads*, Fäden oder Stränge. Diese metallischen *Threads* haben einen niedrigen Widerstand gegenüber der Eisensulfatlösung und so wird der Strom dazu neigen zu fließen, wenn wiederholt elektrische Spannung angelegt wird. Folglich werden die Potentiale an den Elektroden durch die Bildung von *Threads* modifiziert. Wenn kein Strom durch einen *Thread* fließt, neigt er dazu sich wieder in der Eisensulfatlösung aufzulösen. Metallische *Threads* entwickeln sich

<sup>8</sup> Ebd., S. 49.

<sup>9</sup> Vgl. Ebd., S. 72.

<sup>10</sup> Vgl. Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 73.

<sup>11</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 335.

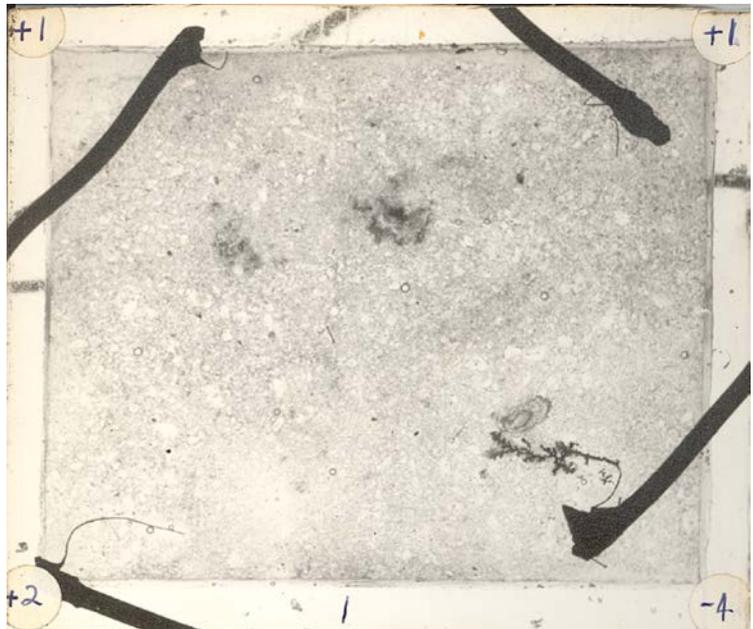


ABB. 1: »THREADS«, ELECTROCHEMICAL EXPERIMENT, GPA

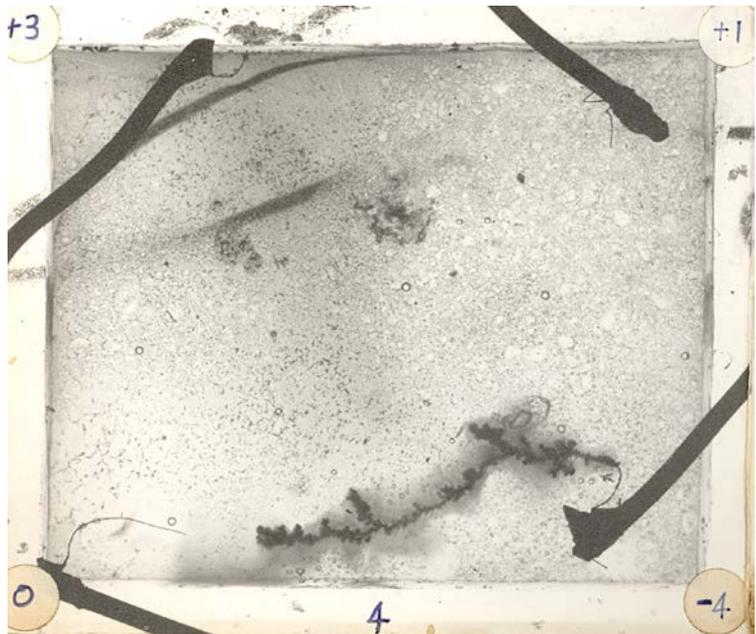


ABB. 2: »THREADS«, ELECTROCHEMICAL EXPERIMENT, GPA



ABB. 3: ENTWICKLUNG DER »THREADS« AUFGRUND MAXIMALER SPANNUNG, ELECTROCHEMICAL EXPERIMENT, GPA



ABB. 4: DYNAMISCH STABILE STRUKTUR, ELECTROCHEMICAL EXPERIMENT, GPA

aus zwei gegensätzlichen Prozessen: einer davon baut *Threads* aus Ionen auf relativ negativen Elektroden auf; der andere löst die *Threads* in Ionen auf. Der Prozess der *Thread* Entwicklung wird auch durch die gleichzeitige Entwicklung der benachbarten *Threads* und auch von bereits entwickelten Strukturen beeinflusst. Schlanke Zweige erstrecken sich von einem *Thread* in viele Richtungen und die meisten von ihnen lösen sich auf, mit Ausnahme des Einen der dem Weg der maximalen Spannung folgt. Wenn ein unklarer Pfad entsteht, kann sich ein *Thread* verzweigen. Sobald die gesamte elektrische Spannung in dem System beschränkt ist, konkurrieren die *Threads* um die Ressourcen. Wenn es jedoch eine Reihe von benachbarten instabilen Strukturen gibt, können die *Threads* verschmelzen und eine kooperative Struktur bilden. Im Laufe der Zeit wächst ein Netzwerk von *Threads* zu dynamisch stabilen Strukturen heran,<sup>12</sup> die sowohl in der Entwicklung und dem Verhalten vergleichbar mit den Nervenzellen des menschlichen Gehirns sind.

Beer erinnert sich lebhaft an die Nacht, in der er und Pask die elektrochemischen Versuche durchgeführt haben die zu einem wachsenden »Ohr« führten:

»We discussed first what would happen if the cell were massively damaged, not simply affected by a minor defect which we knew could be handled by component redundancy. Suppose, for instance, that a chunk of filigree were cut clean out. Self repair was not a prior design characteristic, but we each reckoned that the device would succeed in closing the gap, as we put it. There was much laughter as we attempted to take out half an inch of delicate »wire« - as if it were fuse wire which, indeed, it resembled - with a small pen-knife. The molecular bonds were very strong, and a hammer and a cold chisel had to be fetched. Even then, the operation was not at all easy to effect. But the gap was duly created. We switched on, and watched for the gap to close. It did not, but the thread repaired itself all the same. The gap simply moved along the metallic thread from anode to cathode until it was gone. Obvious. Neither of us had thought of it in advance. But we then remembered that if a nerve is cut then, if it ever regenerates, the same thing happens that we had just observed.«<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Vgl. Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, in: *The Mechanical Mind in History*, Cambridge and London 2008, S. 201-202.

<sup>13</sup> Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 554.

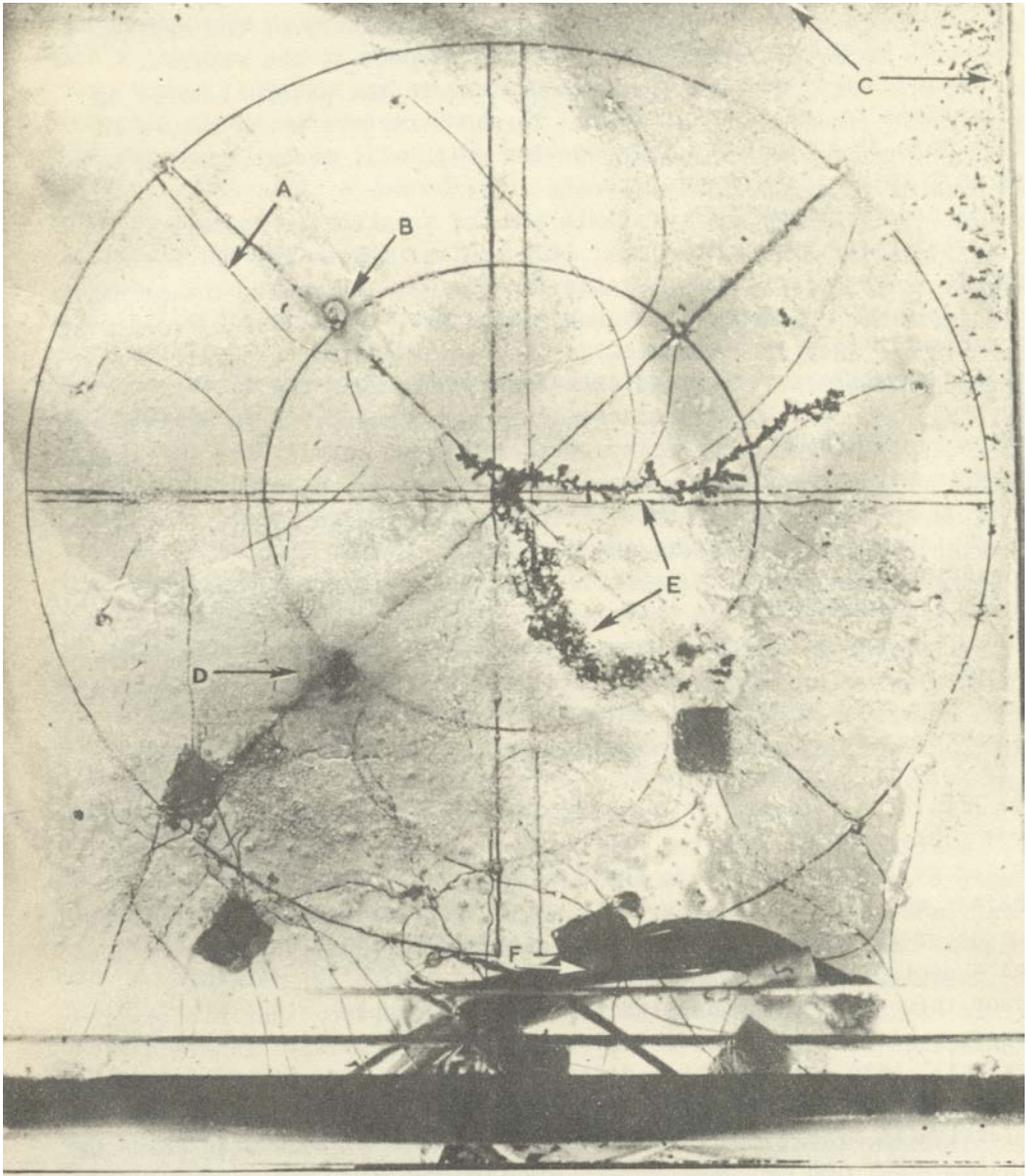


ABB. 5: »GROWING AN EAR« ELECTROCHEMICAL EXPERIMENT, GPA, PHOTO COLLECTION BOX 2

Pask und Beer waren erstaunt über die Eigenschaften von Flexibilität und Selbstreperatur des elektrochemischen Systems, da dieses Ashby's Konzept von *Ultrastability* folgte laut dem sich Systeme an Umstände anpassen können, welche vom Designer und dem System nicht vorhergesehen werden konnten.<sup>14</sup> Es war klar, dass diese *chemical computers* mit verschiedensten Interventionen bzw. Eingriffen umgehen konnten: Die filigranen *Threads* wuchsen über vertikale Barrieren. Dies war der Ausgangspunkt für weitere Experimente:

»And yet these demonstrations, though exciting at the time, were somehow recognized to be trivial. »Adaptation to the unexpected« should mean more than this, and yet there must be limits. I was already developing my [Stafford Beer] theory of viable systems, and often used myself as an example. But what if someone pulled out a gun and shot me. Would that be proof that I am not after all a viable system? Surely not : the system itself would have been annihilated. We fell to discussing the limiting framework of ultrastability. Suddenly Gordon said something like, 'Suppose that it were a survival requirement that this thing should learn to respond to sound? If there were no way in which this 'meant' anything, it would be equivalent to your being shot. But this cell is liquid, and in principle sound waves could affect it. It's like your being able to accommodate to a slap, rather than a bullet. We need to see whether the cell can learn to reinforce successful behavior by responding to the volume of sound.'

It sounded like an ideal critical experiment. I cannot remember what exactly the reinforcement arrangements were, but the cell already had them in place in order to study the rate of adaptation to input changes, and we had created various gaps in the filigree by now. And so it was that two very tired young men trailed a microphone down into Baker Street from the upstairs window, and picked up the random noise of dawn traffic in the street. I [Beer] was leaning out of the window, while Gordon studied the cell. »It's growing an ear«, he said solemnly (*ipsissima verba*).«<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Vgl. Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 554.

<sup>15</sup> Ebd., S. 554-555.

In der beschriebenen Versuchsanordnung wollten Beer und Pask die Selbststabilität des Systems prüfen. Das System wurde auf sein Verhalten hin untersucht, ob es sich an die Lautstärke der Umgebung anpassen konnte. Das Wachsen des »Ohrs« zeigt die außergewöhnliche Fähigkeit der Adaption an eine veränderliche Umgebung von Pasks *chemical computers*, da alle »Sinne« der bereits beschriebenen Kybernetischen Maschinen (*MusiColour*, *SAKI*) schon im Vorhinein definiert waren. Sie waren sensitiv gegenüber Strom und steuerten alle möglichen Sensoren und Motoren, welche angeschlossen waren. Die *chemical computers* hingegen entwickelten neue »Sinne«, welche nicht im Vorhinein entworfen oder eingebaut waren, wie: das Wachsen eines Ohres<sup>16</sup> oder auch die Entwicklung von Sensitivität gegenüber magnetischen Feldern. Pickering beschreibt die *chemical computers* als ein System jenseits des Homöostats: »If the homeostat, say, could adapt to new patterns within a fixed range of input modalities, Pask's chemical computers went decisively beyond the homeostat in searching over an open-ended range of possible modalities.«<sup>17</sup> Weiters schildert Beer seine Erkenntnisse aus dem bereits beschriebenen Experiment, wie folgt:

»This was the first demonstration either of us had seen of an artificial system's potential to recognize a filter which would be conducive to its own survival, and to incorporate that filter into its own organization. It could well have been the first device ever to do this, and no-one has ever mentioned another in my hearing. Moreover, this facility would transform the world of information technology, if it could ever forget and transcend its origins in mere data processing. But that would require the overthrow of yet another paradigm. Meanwhile, back in the pre-computer 1950s, our critical experiment had succeeded. It was a huge encouragement to us both. The pioneers of cybernetics, especially McCulloch, had always argued on neurophysiological grounds that adaptation involved being open to information which could then be filtered and used to enrich the performance of a system that was organizationally closed. The brain seemed to rely on this fact, and now we had seen how the trick might be done in artifacts.«<sup>18</sup>

16 Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 555.

17 Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 342.

18 Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: *Kybernetes* Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 554-555.

Diese im Experiment beschriebenen *chemical computers* entwickelten neue »Sinne« durch performative Interaktionen mit ihrer Umgebung und implementierten diese durch Filter in das System: Hören, ein Gefühl für magnetische Felder, oder auch eine unbegrenzte Anzahl an Sinnen für die wir noch keinen Namen haben.<sup>19</sup> Am Beispiel der *chemical computers* wird auch ersichtlich, dass Pask Steuerung (*Control*) als System versteht, welches wiederum ein anderes System kontrolliert und dadurch sein Verhalten bestimmt, wie es bei der Adaption der Fall ist.

Die *chemical computer systems* ermöglichen eine elementare Form des Lernprozesses und dessen Steuerung zu erklären und den Prozess des Lernens besser zu verstehen, da dieses die menschliche Anpassungsfähigkeit im kybernetischen Sinne steuert. Somit kann der Lernprozess als System verstanden werden, welcher von einem anderen System, z.B. einer Maschine in eine Homöostase zusammenschließt. Um diesen Prozess des Lernens durch eine homöostatische Verbindung aufrechtzuerhalten ist die Selbstabilisierung von Systemen notwendig, wobei diese durch ein gemeinsames Ziel stabilisiert werden. Im Falle des Lernens wäre ein Ziel eine bestimmte Fähigkeit zu erlernen.

Was viel wichtiger ist, dieses Experiment lässt uns einen Einblick in die kybernetische Methode und ihre Epistemologie nehmen und die unverwechselbare Form der Vorgehensweise der Kybernetik darlegen.<sup>20</sup> Es ist ein Beispiel wie Kybernetiker über ihre Objekte lernen, indem sie möglichst viel in untersuchender Art und Weise agieren, um zu sehen wie das System reagiert. Bei jeder Observierung werden neue Interferenzen provoziert. Bedingt dadurch haben sie keine geeigneten Begriffe um das Objekt im Vorhinein zu beschreiben; die dafür nötige Sprache muss erst durch Interaktion mit dem Objekt entstehen (performativ). Nachdem angemessene Begriffe entwickelt worden sind, werden diese verwendet um ein Model des Objektes zu konstruieren, welches das Verhalten des Objektes beschreiben kann. Kybernetik ermöglicht daher »neue Sprachen«, wie man einen Forschungsgegenstand anspricht und mit ihm interagiert. Dies führt uns einerseits zu einem Verständnis von Kybernetik als performative Epistemologie. Laut Andrew Pickering sind die *chemical computers* als ein lebendes »epistemologisches Theater« zu

<sup>19</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 342.

<sup>20</sup> Vgl. Ebd., S. 343.

verstehen, indem die *Thread* Strukturen ein Konzept inszenieren. Wissen muss nicht eine repräsentative Form einnehmen.<sup>21</sup> »[...] cybernetics suggests an unfamiliar and productive stance in science, as well the arts, entertainment, and teaching.«<sup>22</sup>

Außenstehend kann die Auseinandersetzung mit den *chemical computers* als trivial angesehen werden, sie ist aber insofern bedeutend, als sie Pasks Entwicklung in der Interaktion mit seiner kybernetischen Arbeit zeigt. Prozesse aus elektrochemischen Versuchsanordnungen legten den Grundstein zu einer Entwicklung der *Conversation Theory*, einer Theorie des Lernens und Lehrens, die im folgenden Kapitel besprochen wird.

---

21 Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 345.

22 Ebd., S. 346.



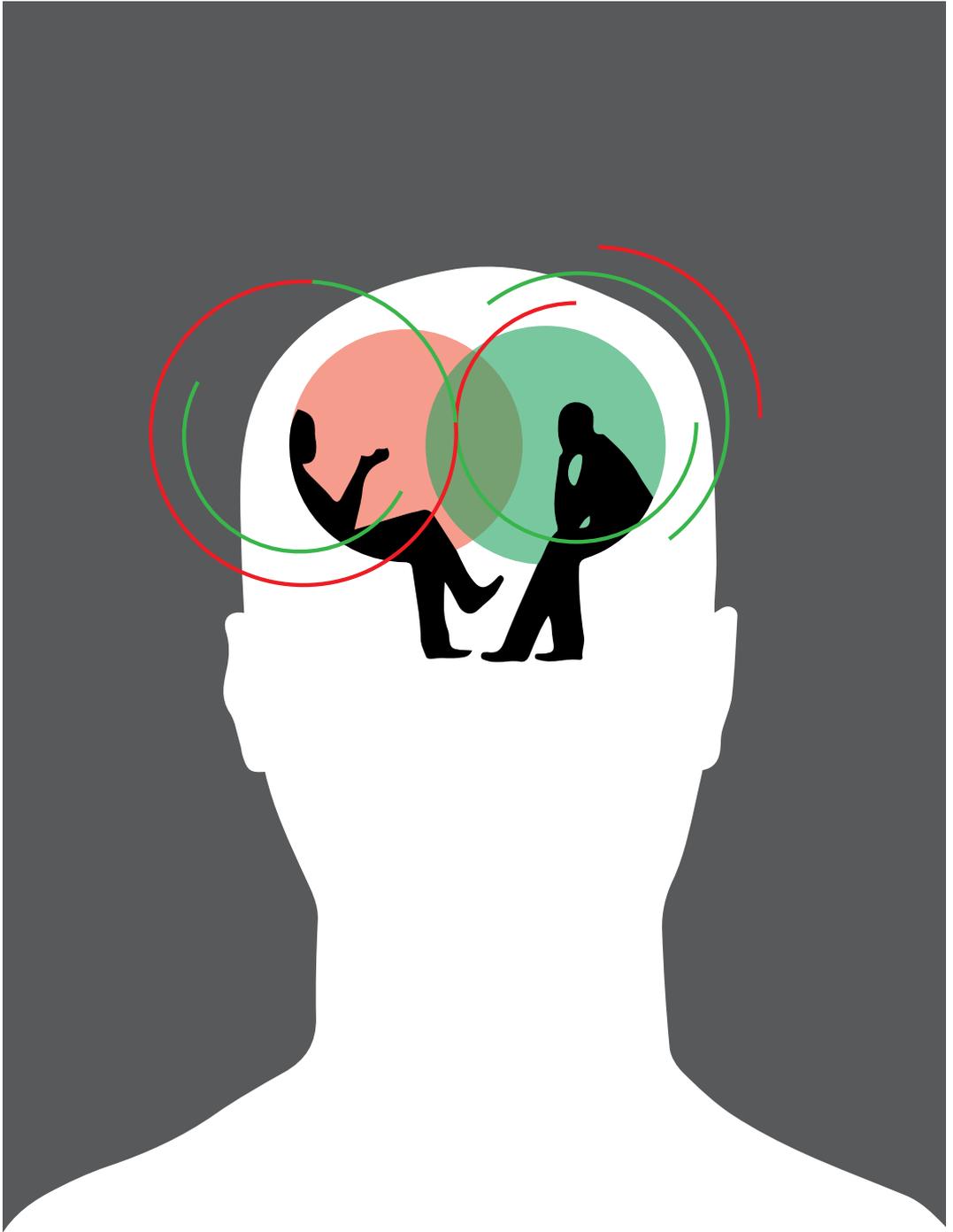


ABB. 1: DIAGRAM EINER KONVERSATION IM SINNE DER CONVERSATION THEORY IN EINEM M-INDIVIDUUM VON ZWEI P-INDIVIDUEN

## EINE KURZE EINFÜHRUNG

In den frühen 1970er Jahren begann Pask den Prozess der Konversation zu definieren und zu formulieren. Er schuf hierbei eine »[...] radikale, kybernetische Theorie der Bildung und Kommunikation [...]«<sup>1</sup> die zwischen 1970 und 1975 in drei Bänden verschriftlicht wurde: *The Cybernetics of Human Learning and Performance* (1975), *Conversation, Cognition and Learning* (1975), und schließlich *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology* (1976) und in diesem Kapitel genauer besprochen werden soll. Zu dieser Zeit wurde auch die Kybernetik zweiter Ordnung entwickelt, in der die *Conversation Theory* eine Schlüsselrolle einnimmt. Die Arbeit an dem zentralen Inhalt der Bände fand über mehr als ein Jahrzehnt statt. Ihren Anfang nahm sie in der Mitte der Fünfziger Jahre mit der Konstruktion von adaptiven Trainings Maschinen (siehe Kapitel »SAKI«), Studien zu chemischen Computersystemen (siehe Kapitel »Chemical Computer Systems«) und um 1960 mit Versuchen zu maschinenüberwachten Interaktionen in Kleingruppen (siehe Kapitel »CASTE«).<sup>2</sup>

Bemerkenswert ist, dass die Forschung um die *Conversation Theory* gleichzeitig an zwei Institutionen angestellt wurde: in Gordon Pasks Labor am System Research Ltd und Heinz von Foersters Biological Computer Laboratory, an der University of Illinois.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 9.

<sup>2</sup> Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. XI

<sup>3</sup> Vgl. Ebd., S. XI

Von Foerster wurde bei der Arbeit an reproduktiven und evolutionären Prozessen von Loefgren sowie Maturana (seine Theorie über autopoietische Systeme, ist als eine Analogie in einem biologischen Sinne für bestimmte stabile kognitive Organisationen.) unterstützt. Ashby, ein Systemtheoretiker und Gunther, ein Philosoph, lehrten und forschten mit Von Foerster, was die *Conversation Theory* abhängig von ihren Ideen macht.

Die theoretischen Grundlagen und Versuche wurden in England am System Research Ltd angestellt, Pask dankt im Vorwort zu *The Cybernetics of Human Learning and Performance* (1975) zwei Kollegen im Besonderen: Brian Lewis und Bernard Scott. In den vorangegangenen Jahren war das Team am System Research Ltd auch durch Dionysios Kallikourdis erweitert worden. Pask äußert seinen Dank ebenfalls gegenüber seinen Hochschulabsolventen (darunter Ranulph Glanville) an der Brunel University und den Universitätslehrkräften an der Open University (Prof. Lewis).<sup>4</sup>

»Die Arbeit wurde vor allem durch den *Social Science Research Council of Great Britain* finanziert. Andere Agenturen, die die Projekte förderten, waren die *Ford Foundation*, der *Brooklyn Museum für Kinder*, die *United States Air Force* und das *United States Army Research Institute*.«<sup>5</sup>

»Es war charakteristisch für Pask, dass die erste schriftliche Darlegung der wichtigsten Grundsätze der *Conversation Theory* an ungewöhnlicher Stelle veröffentlicht wurde: als Vorwort zu einem Buch eines Kollegen.«<sup>6</sup> Pask wurde eingeladen das Vorwort zu *Soft Architecture Machines*<sup>7</sup> zu schreiben und tat dies im Jahr 1972. Bei diesem Kollegen handelt es sich um Nicholas Negroponte von der Architecture Machine Group, die erwähnte Publikation erschien im Jahre 1976 und bespricht die Mensch-Computer Interaktion als Werkzeug in einem Entwurfsprozess. (Gordon Pask wirkte als Berater bei der Architecture Machine Group am MIT.) Das von Pask

—  
4 Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. X

5 Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 39.

6 Ebd., S. 40.

7 Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, The MIT Press 1976.

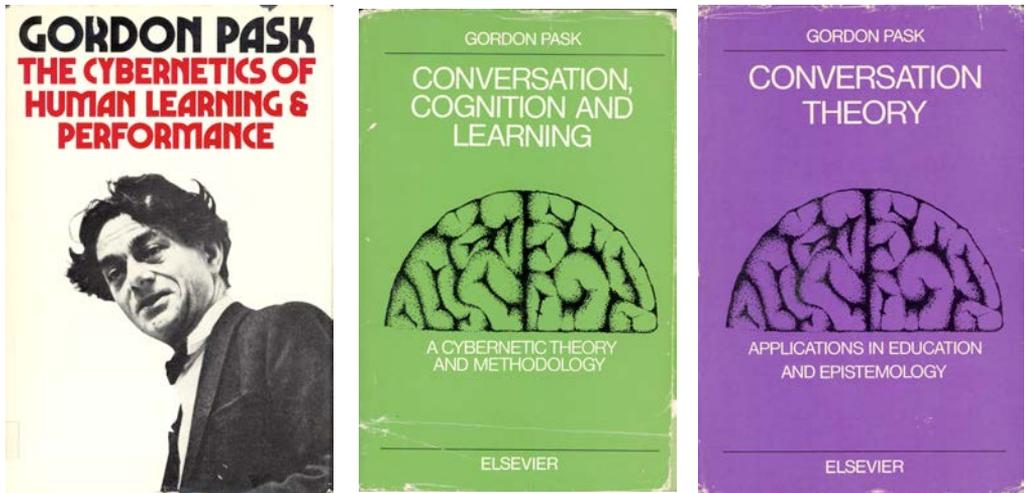


ABB. 2: THE CYBERNETICS OF HUMAN LEARNING AND PERFORMANCE (1975), CONVERSATION, COGNITION AND LEARNING (1975), UND SCHLIESSLICH CONVERSATION THEORY: APPLICATIONS IN EDUCATION AND EPISTEMOLOGY (1976). ALLE GPA

verfasste Vorwort im Buch »The Aspects of Machine Intelligence«<sup>8</sup> bietet einen Einblick in die Möglichkeiten und Potentiale der Anwendung der *Conversation Theory*.

Die Conversation Theory ermöglicht ein kybernetisches Modell von Mensch und Maschine als zwei unterschiedliche aber gleichberechtigte Akteure in einem Kommunikationssystem zu verorten.<sup>9</sup> Konversation sieht Pask als Schlüsseltechnik um Kommunikationssysteme (im kybernetischen Sinne) zu steuern. Infolgedessen werden Konversationssysteme (siehe Kapitel »Conversational Systems«) essentiell um ein Verständnis zwischen den Teilnehmern, die im Kommunikationssystem verwoben sind, herzustellen. Weiters beschreibt Pask mit der Conversation Theory wie diese Systeme gestaltet werden können um sich an veränderliche Umgebungen anzupassen, um individuelle Lösungen von Problemen innerhalb sozialer und räumlicher Strukturen zu ermöglichen. Sie identifiziert Architektur und ihre Prozesse als System in einer » [...] auf Komputation basierende[n] technische[n] Umwelt [...]«<sup>10</sup>, welche die menschliche Erfahrung durchdringt.

<sup>8</sup> Pask, Gordon: »Aspects of Machine Intelligence«, in: Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, The MIT Press 1976, 7-31

<sup>9</sup> Vgl. Vrachliotis, Georg: *Geregelte Verhältnisse, Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik*, Springer-Verlag/Wien 2012, S. 214.

<sup>10</sup> Hörl, Erich: "Technologische Sinnverschiebung", in: Hörl, Erich (Hrsg.): *Die technologische Bedingung, Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*, Suhrkamp Verlag Berlin 2011, S. 13.

Gordon Pask war ein Kybernetiker, seine Theorie war global und interdisziplinär, eine formale Theorie der Konversationsprozesse. Die Paradigmen sowie die interdisziplinären Zusammenhänge, Prinzipien und Erkenntnisse die Pask an der Kybernetik faszinierten, wurden in den Augen des *Scientific Establishments* jedoch abgelehnt.<sup>11</sup> Generalisierungen und das Streben nach transdisziplinären Erkenntnissen wurden von einer Generation von Kybernetikern denen auch Gordon Pask angehörte als äußerst fruchtbar angesehen. Pask sah die Entwicklung von Generalisierungen, als berechtigt, wenn diese von einer sicheren und respektablen Position der Kybernetiker in deren Disziplin stattfanden. Pasks primärer Forschungsbereich war Psychologie, wie bereits mehrfach erwähnt verfügte er über einen großen Korpus an Arbeiten über das Lernen und Unterrichten.<sup>12</sup>

»[...] die verschiedenen Sockel von Pasks Arbeit und Gedanken wurden 1972 in Form der formalen Theorie von konversationellen Prozessen vereinigt. Ein Forschungsprogramm von theoretischen und empirischen Studien ergab sich, dessen Hauptthemen das menschliche Lernen und Bewusstsein, maschinenbasiertes Lehren, die Struktur von Wissen und Lehrplanentwurf, individuelle Unterschiede bezüglich kognitiver Stile, kognitive Flexibilität, Innovation und lernen zu lernen umfasste.«<sup>13</sup>

Im Focus von Pasks Schaffen steht der Prozess des Lernens und wie dieser am Beispiel des menschlichen Gehirns in einer Maschine umgesetzt werden kann:

»Es gibt keine Theorie des Lernens getrennt von einer Theorie des Lehrens; keine Theorie des Lehrens getrennt von einer Theorie des Lernens. Es gibt eine Theorie des Lernens und Lehrens in einem und das ist alles.«<sup>14</sup>

11 Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 178.

12 Vgl. Ebd., S. 178.

13 Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 39.

14 »there is no theory of learning apart from a theory of teaching; no theory of teaching apart from a theory of learning. There is a theory of learning and teaching together and that is all.« in: Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 33.

Technische Aspekte welche sich mit der formalen und maschinellen Umsetzungen der exakten Mechanismen WIE die *Conversation Theory* funktioniert beschäftigen, werden in den folgenden Kapiteln bewusst ausgelassen, um die Verwirrung und die Anzahl der komplexen Begriffe zu reduzieren. Für ein prinzipielles Verständnis von Pasks Konzept für das Lernen und die *Conversation Theory* im Besondern sind diese nicht essentiell, allerdings sind sie dies um ein tieferes Verständnis zu erlangen.

Das nachfolgende Kapitel beschäftigt sich mit der Versuchsanordnung *CASTE*, die nur als Resultat von Pasks Interaktionen mit seinen früheren Arbeiten gesehen werden kann. Erst durch die Verflechtungen zwischen den Arbeiten *MusiColour*, *SAKI* und den *chemical computer systems* ist das Verständnis einer *Conversation Theory* möglich, die wiederum in einer Apparatur (in diesem Fall in einer Umgebung) verkörpert ist.

Das Erkennen der Mensch-Maschine Interaktion als Gespräch ist in der spielerischen Auseinandersetzung mit *MusiColour* gegründet. Wiederum wird gezeigt wie die Beziehung zwischen Mensch und Maschine in *SAKI* verwendet werden kann um ein Lernmodell des Benutzers zu entwickeln und ihn durch Steuerung (durch die Maschine) zu unterstützen. Somit rückt die Schnittstelle (Interface) in den Fokus welche die Stabilität des homöostatischen Systems (Mensch-Maschine Interaktion) regelt. In der Interaktion mit den *chemical computer systems* wird Pask bewusst welche Eigenschaften ein System besitzen muss um sich an eine veränderliche Umgebung anzupassen. Weiters stellt *SAKI* eine Analogie zum menschlichen Lernen (Gehirn) dar, das durch das Vernetzen mit einem System (durchaus mit einer Maschine), den Menschen bei seiner adaptiven Fähigkeit des Lernens in Form einer Steuerung unterstützen kann. Das setzt ein gemeinsames Ziel voraus an dem sich beide Teilnehmer beteiligen und das somit das Lernen und Lehren als System ermöglicht. Ein solches System wird im Kapitel *CASTE* vorgestellt.

Durch die Auseinandersetzung mit einer konkreten Anwendung soll der Zugang zur *Conversation Theory* erleichtert werden, um danach im Kapitel »Eine Theorie der Interaktion« grundlegende Konzepte, Prozesse und Modelle zu besprechen. Diese sind für den Architekturdiskurs im letzten Kapitel dieser Arbeit relevante Positionen, die in einem Netz von Relationen verorten werden sollen.



## CASTE EINE VERKÖRPERUNG DER CONVERSATION THEORY

»Gordon gefällt es zu theoretisieren; ihm gefällt es auch seine Theorien in Artefakten darzustellen. *CASTE* war eine Verkörperung der *Conversation Theory*, die darin als Theorie des Lernens und Lehrens interpretiert wird.«<sup>1</sup>

*CASTE* ein Akronym für *Course Assembly System and Tutorial Environment* ist ein essentielles Werkzeug um Lernprozesse in Form von Gesprächen zu untersuchen. Anhand von *CASTE* soll eine Anwendung der *Conversation Theory* diese zugänglich machen und grundlegende Aspekte einer Interaktion zwischen Mensch und Maschine (mit deren Hilfe eine bestimmte Fähigkeit erlangt werden kann), in Prozessen, Modellen und Strukturen beschreiben. Hierbei werden Interaktionen zwischen einem Subjekt und einem Wissensnetz (*Entailment Mesh*) überwacht und mechanisch aufgezeichnet.<sup>2</sup> Über die Entstehung von *CASTE* revidiert Scott:

»Wir waren dabei viele Dinge zu erforschen: den Erwerb von Fertigkeiten, Interaktion zwischen Mensch und Maschine, Lernstile und Strategien, Kleingruppeninteraktion. Gordon hatte ein Modell des Lernens unter dem Aspekt der »symbolischen Evolution von Konzepten« entwickelt, welches das Verständnis davon darstellte, wie geschlossene Systeme die untereinander reagieren unabwendbar symbolische Domänen der Interaktion (die wiederum das Bewusstsein des Selbst und des Anderen hervorrufen) herstellen. Er hatte ein klares Bewusstsein davon wie biologische Systeme sich anpassen und entwickeln um ein Medium für geistiges Leben zu werden.

Sein Modell des Lernens wurde natürlich auch zu einem Modell des Lehrens weiterentwickelt. Nachdem einige Formen von Zielen oder Kriterien entwickelt waren, wurde das Lehren zu einem Kontrollprozess oder in Paskis Worten: »Lehren ist die Kontrolle des Lernens.«<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 174.

<sup>2</sup> Vgl. Ebd., S. 173.

<sup>3</sup> Ebd., S. 168.

»To sum up, what we had was an efficacious conversational teaching system, in which, as well as the setting and solving of problems, there was also discourse about what class of problem should be posed, contractual agreements about how to resolve disagreements, a ‘modelling facility’ in which problems were posed and solutions demonstrated and an interface, embodying a description of the task, via which communication took place and from which the experimenter/observer could make a record of transactions. Analysis of those records provided clear evidence for the existence of distinct learning strategies and a tendency for subjects to preserve with strategy of their choice, even when it was proving to be ineffective.«<sup>4</sup>

Die Erkenntnis, dass das Spiel und der Wettbewerb zwischen Mensch und Maschine der logischen Form einer Konversation folgte, war Pasks große Errungenschaft.<sup>5</sup> Die Motivation für die Versuche mit *CASTE*, waren die bevorzugten Lernstile von Studenten, da Pask als Lehrender im Bereich der Soziologie erkannt hatte, dass die Verwendung von falsch zugeordneten Lehrmethoden den Lernerfolg beeinträchtigte. Die Hypothese war, dass viele Studenten der Soziologie eine holistische Strategie bevorzugten und sich das Lernen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik dadurch als schwerer herausstellte, da die Bücher und Lehrveranstaltungen zum Thema einer serialistischen Strategie angepasst waren. Individuelle Unterschiede im Lernverhalten sollten in der Art und Weise wie der Lernstoff gelehrt werden konnte reflektiert werden und zur gleichen Zeit effektives Lernen garantieren.<sup>6</sup>

Eine Struktur oder Abbildung (*Entailment Structure*) des Lernstoffes sollte den Bedürfnissen der holistisch Lernenden entgegenkommen, und ihnen erlauben parallel von verschiedenen Aspekten ausgehend den Themenbereich zu erforschen. Der Lernerfolg wurde in Form einer *teachback* Prozedur, die in regulierten Intervallen stattfand, sichergestellt, indem der Student sein Verständnis zu den einzelnen gelernten Themen demonstrierte. Dies geschah durch die Konstruktion

---

<sup>4</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 170.

<sup>5</sup> Vgl. Ebd., S. 170.

<sup>6</sup> Vgl. Ebd., S. 174.

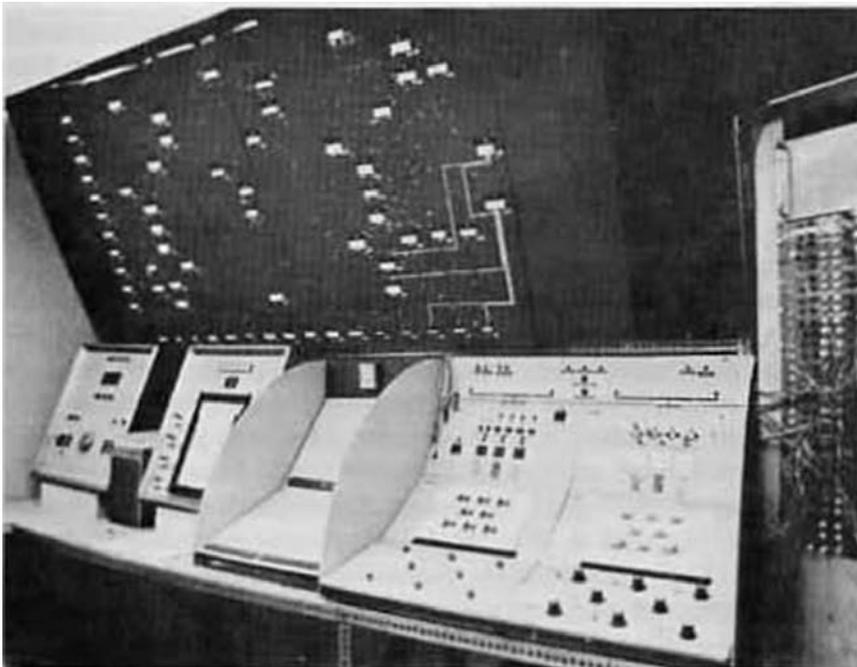


ABB. 1: »STUDENTS WORKING STATION CASTE. THE LARGE DISPLAY WITH CLUSTERS OF MARKER LAMPS AROUND EACH LABELLED TOPIC IS THE ENTAILMENT STRUCTURE. BY WALL ON LEFT, TUTORIAL DATA FILES, STUDENT ACCESS CONSOLE.«

PASK, GORDON: CONVERSATION, COGNITION AND LEARNING: A CYBERNETIC THEORY AND METHODOLOGY. ELSEVIER, AMSTERDAM AND NEW YORK 1975, S. 80.

von Modellen, Versuchsdurchführungen und Problemlösungen mit Hilfe einer *modelling facility*.<sup>7</sup>

Bernard Scott arbeitete an der Abbildung und Strukturierung des Lernstoffes:

»About six months was spent mapping the subject matter. The time spent was twofold. On the one hand, it was necessary to analyse and master the subject matter, by reading texts, comparing them, distilling out the core of the subject matter, revealing logical and analogical relations between concepts and agreeing a standard terminology. On the other hand we sought tools and principles to guide us ensuring the body of subject matter was indeed a logically coherent whole. While I grappled with probability theory and statistics. Gordon set

<sup>7</sup> Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), 174.

about inventing a general methodology for knowledge and task analysis and an associated general theory of conversational domains.«<sup>8</sup>

Die Studenten wurden mit einer Beschreibung des Lernstoffes in Form einer Entailment Struktur (einer heterarchische Struktur laut McCulloch), die zeigt wie Themen miteinander logisch und analogisch in Beziehung stehen, konfrontiert. Für jedes Thema wurde eine »Task Struktur« angewandt, welche den Inhalt und einen Satz von Operationen, die in einer *modelling facility* ausgeführt werden konnten, beinhaltete. Wenn sich Studenten für das Erlernen eines bestimmten Themas entschieden hatten, wurden Lernunterlagen zu Verfügung gestellt, die sie wie eine Art Handbuch durch die *modelling facility* führten. Die Auswahl des Subjekts wurde überwacht und von einer elektronischen Schnittstelle aufgezeichnet, Unterstützung wurde in Form von Computerprogrammen, welche die *CET heuristic (cooperative externalisation technique)* verkörperten, geboten.<sup>9</sup>

Kooperation gewährleistet mittels eines experimentellen Vertrags, dass der Teilnehmer eine Zielsetzung für ein Ergebnis setzt, welches er andernfalls nicht erreichen könnte. Der Beobachter leistet die benötigte kooperative Hilfestellung, um den experimentellen Vertrag in Form eines Dialogs zu erfüllen, welcher die geistigen Ereignisse des aufrechtzuerhaltenden experimentellen Vertrags externalisieren soll. Die Einhaltung des Vertrags ist durch das Erfüllen des Zieles gewährleistet. Diese Methode bezeichnet Pask als »Kooperative Externalisierungs Technik« (*CET* im Original), eine Serie an Anweisungen, welche den Beobachter charakterisieren (ob in einem Menschen oder einer Maschine ausgeführt).<sup>10</sup> *CET heuristics* wurden entworfen um effektives Lernen zu ermöglichen. Grundsätzlich beobachten diese den aktuellen Wissensstand des Teilnehmers über einen Lernstoff (in Form von *Understanding*), um daraufhin zu entscheiden welche Themen noch behandelt werden müssen. Bevor an einem bestimmten Thema gearbeitet wird, muss der Teilnehmer sein Wissen (*Understanding*) über die als Vorausgesetzt definierten Themen demonstrieren, welche auf der *Entailment Struktur* abgebildet sind.<sup>11</sup> Unterschiedliche Wege waren

<sup>8</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993). S. 174-175.

<sup>9</sup> Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 23.

<sup>10</sup> Vgl. Ebd., 23.

<sup>11</sup> Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993). S. 175.

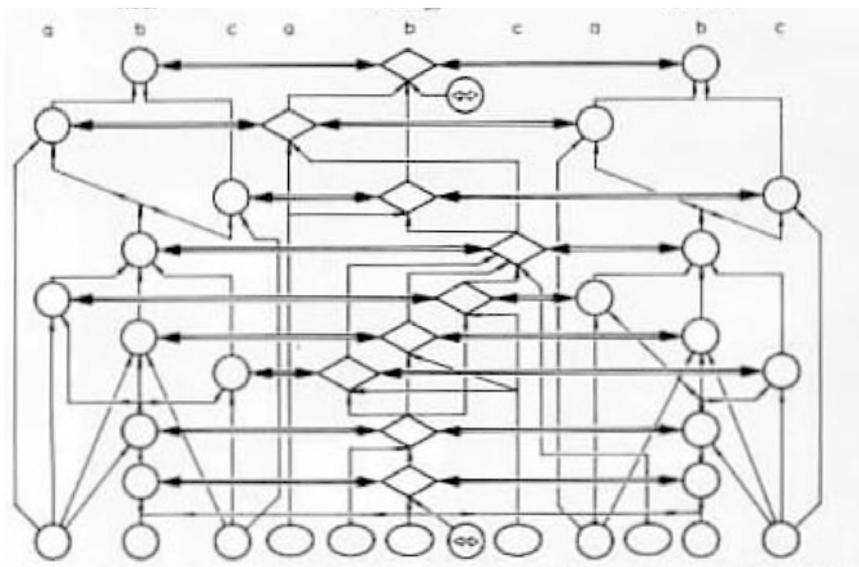


ABB. 2: »ENTAILMENT STRUCTURE (1 MODULE ONLY) KEY: O= ZTOPIC NODE; 0 = ANALOGICAL TOPIC NODE; LINE ARCS = DERIVATIONS; DOUBLE LINE ARCS = ANALOGUES.«

PASK, GORDON: CONVERSATION THEORY: APPLICATIONS IN EDUCATION AND EPISTEMOLOGY, ELSEVIER, AMSTERDAM AND NEW YORK 1976, S. 41.

für den Studenten möglich um ein bestimmtes Thema zu erlernen, da die *Entailment Struktur* analogische sowie logische Beziehungen zwischen den Themen darstellte. Wenn ein Student sein Verständnis eines bestimmten Themas nicht demonstrieren konnte, wurde er durch den Themenbereich zurückgeführt bis das erwartete Level von Verständnis erreicht war. Den Teilnehmern war es freigestellt zu jeder Zeit Themen zu entdecken, das Ziel des Vorganges war jedoch vorgeschrieben: Bevor an Themen gearbeitet wurde, musste eines davon vom Teilnehmer als Ziel definiert werden.

Eine von Pasks Stärken war es Konzepte in sogleich umsetzbaren treffend formulierten Gedanken zusammenzufassen und den Kern des Themas mit einer prägnanten Definition oder Phrase zugänglich zu machen. Hier seien Kommentare zu Entailment Strukturen und Task Strukturen, die den Zugang des Teilnehmers zum Stoffgebiet regeln, herausgegriffen: Entailment Strukturen zeigen »was man

wissen kann«<sup>12</sup>, Task Strukturen »was getan werden kann«<sup>13</sup>. Lernen ist also nach Pask ein Prozess bestehend aus zwei sich ergänzenden Aspekten: Beschreibungen von dem was man wissen kann (Pask bezeichnet diesen Aspekt des Lernprozesses als Verständnis-Lernen) und andererseits das Beherrschen von bestimmten Fähigkeiten und Prozeduren. ( Pask betitelt diesen Aspekt des Lernprozesses als Operatives Lernen).<sup>14</sup> Scott, mit dem Pask in diesem Bereich kolaborierte, untersuchte holistische und serielle Lerntypen und deren Verhalten:

»Typical pathologies of learning are improvidence and globe-trotting. Learners with serialist bias very often exhibit improvidence: they master skills and procedures but fail to appreciate relations of analogy within the larger scheme of things and, as a consequence, are poor at generalising. In effect, they learn the same things over and over again because they do not recognise and appreciate the underlying similarities of different knowledge domains. Learners with a holist bias very often exhibit globe-trotting: they build elaborate descriptions of the relations between knowledge domains but fail to master content by acquiring particular skills and procedures. A versatile learner is someone who not only makes global descriptions but also engages in relevant operation learning to ensure the descriptions have real content. Holists like to have maps and overall, justificatory schemata. Serialists like to have a command of particular operations and procedures.«<sup>15</sup>

*CASTE* war zusammenfassend ein effizientes konversationelles Lehrsystem, in welchem nicht nur das Stellen und Lösen von Problemen abgehandelt wurde, sondern auch die Diskussion darüber welche Probleme behandelt werden sollten oder vertragliche Verhandlungen darüber wie Uneinigkeiten gelöst werden konnten. Inbegriffen war eine *modelling facility*, in der Probleme dargestellt und Lösungen präsentiert wurden, eine Oberfläche, die die Beschreibung der Aufgabe darstellte, über die Kommunikaton stattfand und über welche der Beobachter die Handlungen aufnehmen konnte. Die Analyse dieser Aufnahmen bewies die Existenz von

<sup>12</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993). S. 175.

<sup>13</sup> Ebd., S.175.

<sup>14</sup> Vgl. Ebd., S. 177.

<sup>15</sup> Ebd., S. 177.

Lernstrategien und eine Tendenz von Subjekten die Strategie ihrer Wahl zu behalten, auch wenn sich diese als ineffektiv erwiesen hatte.<sup>16</sup>

Kybernetik legt als vereinheitlichendes Gefüge eine Zusammenstellung von kognitiven Methodologien dar, welche ihre Kraft und Nützlichkeit dann eröffnen, wenn Lernende dazu angehalten werden sich über Lernprozesse klar zu werden und darüber nachzudenken.<sup>17</sup> Der Lerner führt eine interne Konversation die im Paskchen Sinne als »*self-teaching*«<sup>18</sup> definiert werden kann, infolgedessen wird Wissen auf einer höheren Ebene durch das ausführen von Prozessen verständlich und operativ. Pask zeigt das Lernen durch die Erweiterung von kognitiven Prozessen bewusst gestaltet werden kann und demonstriert durch *CASTE* wie Lernen in mechanischen Systemen simuliert und gesteuert werden kann. Dabei wird die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in einer Konversation als Informationsaustausch gesehen, der durch Kommunikation zwischen den Entitäten stattfindet. Im nachfolgenden Kapitel werden Modelle, Organisation und Prozesse von Konversationssystemen erörtert, welche die *Conversation Theory* in ihren wesentlichen Gesichtspunkten beschreiben.

---

<sup>16</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993). S. 170.

<sup>17</sup> Ebd., S. 170.

<sup>18</sup> Ebd., S. 172.



# EINE THEORIE DER INTERAKTION

## PERSPEKTIVEN EINER THEORIE

Pask stilisierte sich in den frühen Jahren als »mechanical philosopher«<sup>1</sup> indem er die Stellung von theoretischen Erkenntnissen und die Entwicklung und Gestaltung von neuen Technologien unter großer Mühe hervorzuheben versuchte. Er sah seine primäre Rolle nicht als Systemingenieur oder Erfinder, sondern betrachtete sich umso mehr als Denker und Theoretiker, dessen kritische Auseinandersetzungen von methodologischen Grundlagen vorangetrieben wurden.<sup>2</sup> In jeder Phase der Entwicklung der radikalen *Conversation Theory* wurde diese in einem Artefakt verortet und durch eine Bandbreite an empirischen Studien bekräftigt.<sup>3</sup> Im Folgenden soll die *Conversation Theory* anhand verschiedener Sichtweisen besprochen werden, um sich daraufhin mit den für das Verständnis essentiellen Grundsätzen auseinanderzusetzen, die unter architektonischen Gesichtspunkten im darauffolgenden Kapitel auf ihre Relevanz überprüft werden.

»Die Theorie behandelt psychologische, linguistische, epistemologische, ethologische, soziale und unverbindliche mentale Ereignisse über die ein Bewusstsein entsteht.«<sup>4</sup>

Laut Pask wird der Umfang der Theorie durch die zugrundeliegende Behauptung, dass kognitive Prozesse nicht auf das menschliche Gehirn zu begrenzen sind, erweitert:

---

1 Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, S. 32.

2 Vgl. Ebd., S. 32.

3 Vgl. Ebd., S. 32.

4 Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 1.

»Though brains, human or animal, are often associated with cognitive operations, neither biological fabric nor any other kind of fabric is responsible [...] for the peculiar nature of cognition.[...] Cognition may occur at the level of groups of people [...] or it may characterise the activity of slightly unconventional computing machines. [...] the theory does not naively ‘mechanise‘ mankind or mind [...] The commitment is most clearly exhibited in the context of studies in ‘artificial intelligence‘.«<sup>5</sup>

»Die volle Aussagekraft erreicht die *Conversation Theory*, wenn der Fokus des primären Interesses des Lesers an Stilen, Methoden und Strategien von Lernen, Kommunikation und Denken, bei der Ausübung von komplexen Fähigkeiten und der Anwendung von Wissensstrukturen liegt.«<sup>6</sup>

Um einen Einblick in die verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten der *Conversation Theory* zu ermöglichen, sollen nun einige schriftliche Stellungnahmen der Mitwirkenden an der Entwicklung der Theorie gegeben werden.

»Conversation Theory (CT) concerns both how a conversation can be held, and how a conversation (often between human and machine), might facilitate and test a students learning of some subject matter. A conversation is, by definition, circular. But a conversation can also be used to talk about itself (it is reflexive). A conversation may be held about conversation, even within conversation, being simultaneously both the subject of the conversation and the actual conversation itself. It is a second order Cybernetics system. The participants cannot be detached from the conversation: that is where they co-exist.«<sup>7</sup>

»Conversation Theory is a cybernetic theory of observers and the communication

---

5 Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 2.

6 »[...] the present theory comes into its own if the user’s primary interest is focussed upon styles, methods and strategies of learning, communication and thinking, upon the performance of complex skills, upon the structure of knowables [...].« Ebd., S. 3.

7 Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S. 13-14.

between them. It is grounded in Cybernetics, in particular, the Cybernetics of self-organising systems. As a theory of observers, it is reflexive: amongst other things, it gives an account of what Cybernetics is and what cyberneticians do.«<sup>8</sup>

»Conversation Theory is a theory of interaction. From interaction (the theory asserts) arises all individuals and all concepts. Interaction, if it is to allow for evolution, must perforce contain conflict, and, if concepts and individuals are to endure, resolution of conflict.[...] Conversation Theory gains support for its use as a valid observer's language for every-day experience, owing to this confirmation of it and its protologic as a basis for psychological phenomena in interaction of conceptual entities of mind.«<sup>9</sup>

Wie aus den Zitaten ersichtlich sieht Glanville die Interaktion zwischen Mensch und Maschine als Konversation, welche durch die *Conversation Theory* beschrieben werden kann und somit als formales Gerüst für die Verkörperung von Konversationen in Mensch und Maschine. Bernard Scott hingegen beschreibt sie im größeren Zusammenhang der Kybernetik als Kulturtechnik verankert, da sie zeigt wie sich unsere Beziehungen zu der Welt und zu anderen verändert. Pangaro versteht sie als eine Theorie der Interaktion von Entitäten und deren Organisation und Notwendige Sprache zur Repräsentation von Wissen.

Meine Position ist vergleichbar mit der eines Knotens in einem Netz aus Beziehungen, welches mit Themen aus dem Bereich der Architektur verwoben ist. Aus diesem Standpunkt werden bestimmte Aspekte der *Conversation Theory* beleuchtet, die eine Interaktion mit der Architektur auf der Ebene eines offenen Entwurfsprozesses in einem kybernetischen Sinne »steuern« lässt. Somit wird ein (Selbst-)Verständnis des Entwerfens und seiner Prozesse möglich, welches in einer organisatorischen Einheit von Systemen (der Architektur und des Entwurfsprozesses) verortet ist.

Aus diesem Blickwinkel resultiert die Organisation der folgenden Abschnitte, die relevante Grundsätze der *Conversation Theory* für ein grundlegendes Verständnis behandeln: Im Kapitel »A Microtheory of Learning« werden zentrale

<sup>8</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 178.

<sup>9</sup> Pangaro, Paul: »A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations«, Entwurf, 16.09.1986, GPA, S. 2.

Begrifflichkeiten, Themen und Konzepte dargelegt, im Abschnitt »Individuen als Teilnehmer einer Konversation« werden deren Prozesse und Organisation besprochen. Der Abschnitt »Conversational Systems« präsentiert eine Beschreibung eines Systems, welches verschiedene Konzepte ausführt um ein Verständnis zwischen zwei Teilnehmern zu erzielen. In Kapitel »Lp Proto-Logik« wird eine formale Logik von Themenbeziehungen vorgestellt.

### A MICROTHEORY OF LEARNING IN A RELATIVISTIC CONVERSATIONAL SYSTEM

Im folgenden werden zentrale Konzepte der *Conversation Theory* aufgezeigt, welche in ein relativistisches interaktives (dialogorientes) System eingebettet sind<sup>10</sup>, um mögliche Fehlinterpretation weitestgehend auszuschließen. Im Besonderen handelt es sich bei der Verwendung des Begriffes *Memory* in Zusammenhang mit Pasks *Conversation Theory* nicht etwa um Datenspeicher, als Ort der Speicherung, wie er üblicherweise in der Informatik verwendet wird, sondern um einen Prozess der Konzepte rekonstruiert, reproduziert und somit stabilisiert. In einem relativistischen System nimmt Lernen die Form einer Evolution an, daher sind Konzepte in Pasks Verständnis eine Art von Prozess.<sup>11</sup>

Jedes Problem kann laut Pask als die Notwendigkeit Relationen hervorzubringen charakterisiert werden. Dies können sehr konkrete aber auch abstrakte Beziehungen sein.<sup>12</sup> (Im Zusammenhang von Lösungsfindungen eines oder mehrerer Probleme ist es notwendig Verbindungen aufzubauen.) Dieser Aufbau geschieht einerseits durch Modellbildung, andererseits werden diese durch linguistische Prozesse beschrieben. Beide Arten der Erzeugung von den angesprochenen Themenbeziehungen sind zielorientierte Problemlösungsansätze, in denen eine bestimmte Gruppe von Zielen anvisiert wird.<sup>13</sup> Diese Themenbeziehungen werden mit Hilfe von Interaktion aus zumindest zwei Themen generiert und bringen neue Themen hervor. Alles was

<sup>10</sup> Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 44.

<sup>11</sup> Vgl. Ebd., S. 44.

<sup>12</sup> Vgl. Ebd., S. 35.

<sup>13</sup> Vgl. Ebd., S. 47.

gelernt werden kann ist ein Thema, solche können andere Themen beinhalten und auch ganze Themenbereiche umfassen. Pask glaubt, dass ein Thema für einen Lerner nur als Derivation (aus anderen Themen) und nicht als Definition oder Beschreibung, zugänglich wird.<sup>14</sup>

Ein Thema wird verständlich indem ein Konzept dieses Themas entwickelt und dieses als Prozess, welcher eine Themenbeziehung hervorbringt, definiert wird. Konzepte sind Prozesse und werden grundsätzlich dazu verwendet, Beziehungen zu rekonstruieren, reproduzieren und zu stabilisieren.<sup>15</sup> *Memory* (Erinnerung) ist die Rekonstruktion eines Konzeptes, und als Stabilisierung dessen auch ein höhergradiger Prozess als der eines Konzeptes<sup>16</sup> (Prozesse auf der Grundebene werden als Konzepte bezeichnet und angesehen.)<sup>17</sup>.

Eine Konversation im Sinne der *Conversation Theory* findet zwischen mindestens zwei Teilnehmern in Form eines Dialoges statt und muss Verständnis hervorbringen. Wenn ein Teilnehmer eine Themenbeziehung erklärt, ist dies der Beweis für das Konzept. Wird der Erklärung durch den anderen Teilnehmer zugestimmt, ist dies der Beweis für die Existenz eines äquivalenten Konzeptes desjenigen Teilnehmers. Wenn der Teilnehmer erklärt wie das Konzept konstruiert und rekonstruiert wurde, ist dies der Beweis für die *Memory*. »[...] wenn der Erklärung zugestimmt ist, in dem Sinn, dass es ein äquivalentes Konzept im anderen Teilnehmer hervorruft, ist dies ein Beweis für eine äquivalente (nicht zwingendermaßen identische) *Memory*. Dieser Zustand wird Understanding genannt.«<sup>18</sup>

»The central notion of a conversation, in CT, is that there is a plurality of conversants participating who each build models of what the others mean and re-iterate these models as being presentations of their understandings of the understandings of .... in an eternally building regress.«<sup>19</sup>

14 Vgl. Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 214.

15 Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 47-48.

16 Vgl. Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 248.

17 Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 180-81.

18 Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 49.

19 Glanville, Ranulph: »Conversation Theory: a terse summary«, 10.3.1987, GPA, S. 1-2.

Einen Vorgeschmack auf das hervorgebrachte Argument des Verständnisses, präsentiert Scott Bernard:

»[...]roughly, understanding of a topic = (defined as equal to) a relation implies the existence of a concept = a procedure (for bringing about or satisfying the relation) and memory = a reproduction of this procedure [Eine Prozedur ist ein Verfahren indem Elemente in Pasks symbolischen Universum Form annehmen und aufrechterhalten.], together with a self-replicating organization, of which topic, concept, and memory are a part.«<sup>20</sup>

Um den Aufbau der *Conversation Theory* zu verstehen ist die Unterscheidung zwischen dem Prozess und dem Prozessor indem der Prozess ausgeführt wird, notwendig.<sup>21</sup> Typische Prozessoren sind Gehirne oder Teile davon. »In Mensch-Maschine Interaktionen werden Prozesse verteilt. Prozessoren eines Prozesses wie einer Konversation sind self-organizing systems.[...] Im Gegensatz zu Prozessoren, sind Prozesse programmähnliche Einheiten; sie sind symbolisch und können auf vom Prozessor unabhängige Art beschrieben werden.[...] Gordon unterscheidet und charakterisiert eine Klasse von Prozessen welche sowohl symbolisch als auch selbst-replikativ sind.[...] [Conversation Theory] ist eine Theorie von symbolischen Systemen die interagieren.«<sup>22</sup>

»In contrast to processors, processes are program-like entities; they are symbolic, they can be described in a processor-independent manner.[...] Gordon [...] distinguishes and characterises a class of processes that are both symbolic and self-replicating.[...] [Conversation Theory] is a theory of symbolic systems in interaction.«<sup>23</sup>

<sup>20</sup> Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, S. 39.

<sup>21</sup> Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 178.

<sup>22</sup> Ebd., S. 178.

<sup>23</sup> Ebd., S. 178-179.

## INDIVIDUEN ALS TEILNEHMER EINER KONVERSATION

Die *Conversation Theory* unterscheidet zwei kognitive Elemente, die sogenannten P-Individuen (P für psychologische) und M-Individuen (M für mechanisch). P-Individuen führen das Lernen und Wissen aus, diese können Gruppen von Personen sein aber auch Persönlichkeiten, die in einem M-Individuum verkörpert sind.<sup>24</sup> Diese P-Individuen sind Teilnehmer einer Konversation: so wie Themen generiert werden, werden auch die Teilnehmer bekannt. P-Individuen kommunizieren miteinander, dementsprechend ist Konversation der Ausgangspunkt für Interaktion und Generierung von Wissen. Deshalb müssen daher auch Gespräche innerhalb eines Individuums mit »sich selber« möglich sein. Die Organisation der P-Individuen ist zirkulär und somit auch die Interaktion zwischen diesen. Infolgedessen ist das P-Individuum immer von Konversation umgeben, die ihrerseits zirkulär organisiert ist.<sup>25</sup> Ein P-Individuum ist eine selbstreplikative Totalität,<sup>26</sup> das bedeutet, dass durch Selbstreplikation das P-Individuum eine Kopie von sich selbst erstellen kann, dies ist jedoch nur als Prozess in einem System (P-Individuum und M-Individuum) möglich.<sup>27</sup> Diese Kopien von P-Individuen können somit wie in einer Art Selbstgespräch in einem M-Individuum interagieren und Prozesse ausführen (siehe **Abb.1**) Wie bereits eingangs erwähnt unterscheidet die *Conversation Theory* zwischen zwei selbstreplikativen Individuen (Mechanische- und Psychologische-Individuen), Scott macht weitere wesentliche Unterschiede deutlich, welche die Teilnehmer und die Ebenen in einer Hierarchie der Kontrolle oder Reproduktion betreffen:

»The distinction between participants is necessary to retain a sense of person-hood, personal knowing and consciousness. In Conversation Theory, consciousness is irreducible. It is 'knowing with another'; as noted this may be the interaction of two participants or perspectives in one brain or the interaction between participants in a conversation. Put succinctly, P-Individuals can always be analysed into two or more participants; participants, with rare exceptions, are also P-Individuals.[...] It is critical to recognise that the interaction between

24 Vgl. Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 215.

25 Vgl. Glanville, Ranulph: »Conversation Theory: a terse summary«, 10.3.1987, GPA, S. 3.

26 Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 180.

27 Vgl. Ebd., S. 180.



ABB. 1: LINKS: EINEM M-INDIVIDUUM (WEISS) IST EIN SUBSTRAT FÜR ZWEI P-INDIVIDUEN, RECHTS: ZWEI M-INDIVIDUEN FÜHREN EIN P-INDIVIDUUM (IN GRÜN)AUS

participants is not mechanical and causal as might be described by a behaviourist other's awareness. Conversation theory deploys a protologic or, equisignificantly, a protolanguage, to describe the interactions between participants, in terms of which shared understandings are characterised as a form of reproductive process in which, minimally, one participant learns about the other.

The second distinction, between levels of control, is similarly fundamental. It appears in many disguises: it is the distinction between form and content, between a description and that which is described. Its purpose, in the context of P-Individuation, is to permit us, as observers, to invoke and introduce some notion of mechanical causation. Processes have an effect: there are products, some which are, in M-Individuation, the structures (or 'fabric') that embody the processes, some of which are, in P-Individuation, descriptions of processes.«<sup>28</sup>

P-Individuen sind eine Kollektion von Konzepten und *Memories*. Wenn ein Konzept

<sup>28</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 180.

gespeichert werden kann, ist es selbst-reproduzierend, infolgedessen sind Konzepte P-Individuen und vice versa.<sup>29</sup>

»At the heart of any P-Individual, there is a description of what he or she or it thinks it is. The productive and self-reproductive processes that are a P-Individual can be characterised, dynamically, as a Petri-net, in which initially asynchronous processes become synchronised: information transfer between participants (in the form of understandings) coheres them together in a larger totality, in which though they remain themselves, they become informed of each other.<sup>30</sup>

Der Prozess der Selbstreplikation ist dynamisch, die Ausführung und der Zugriff der Teilnehmer auf die Prozesse wird synchronisiert. Infolgedessen bildet der Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern eine Einheit.

M-Individuen hingegen sind zumeist biologische Organismen, welche nach Maturana organisatorisch geschlossen aber informationell offen sind. Aus der Perspektive eines externen Beobachters sind diese »schweigsame« Systeme (*taciturn systems*, Pask's Begriff), welche sich in einer bestimmten Nische adaptieren und entwickeln. M-Individuen sind aus einem »Stoff«, in dem Prozesse verkörpert werden können, das naheliegendste Beispiel wäre ein Gehirn, es kann sich jedoch durchaus auch um einen Mikroprozessor handeln. P-Individuen werden als Prozesse in M-Individuen ausgeführt und sind symbolische und sprachorientierte Systeme (ein M-Individuum kann ein Substrat für mehrere P-Individuen sein)<sup>31</sup>. Um sie zu beobachten und erforschen, muss der Beobachter zwangsläufig ein teilnehmender Beobachter sein, indem er mit ihnen im Sinne der *Conversation Theory* interagiert.<sup>32</sup>

Pask brachte Konversationen (Dialoge), Verständnis (und Bewusstsein), Bedeutung, Sprache und Repräsentation von Wissen in einen kohärenten Diskurs in der Form der *Conversation Theory*. Dies geschah durch die Entwicklung von Verständnis, nicht nur für den Prozess der Konversation, sondern auch für die

29 Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 180.

30 Ebd., S. 180-181.

31 Vgl. Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 215.

32 Vgl. Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 179.

notwendige Organisation<sup>33</sup> der P-Individuen, damit diese an der Konversation teilnehmen können.<sup>34</sup>

Individuen verkörpern nicht nur Prozesse, sondern veorten diese und ermöglichen infolgedessen den Informationsaustausch in einzelnen und zwischen mehreren Entitäten aufzuschlüsseln und zu organisieren.

## CONVERSATIONAL SYSTEM

Jeder psychologische Versuch findet zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern, A und B über eine Reihe von Themen statt, welche einen konversationalen Bereich (*Conversational Domain*) formen (siehe Abb. 2). Das angestrebte Argument behandelt Konversationen zwischen zwei Teilnehmern: A ist der Befragte und B der Interviewer. Bei einem Gespräch kann es sich zwischen Schüler (A) und Lehrer (B) um eine Übung (Unterricht, Seminar, Tutorium) handeln, indem etwas über einen Bereich (*Conversational Domain*) gelernt wird, unter der Bedingung dass dies innerhalb des Bereichs in Form eines Gespräches geschieht. Bei A handelt es sich immer um einen menschlichen Teilnehmer, wobei B menschlich sein kann, jedoch bei Pasks Versuchen um Klarheit zu schaffen der Part von B von einem maschinellen Teilnehmer eingenommen wird. Über ein Interface (Schnittstelle) finden zwischen A und B Konversationen statt. Diese werden durch das Interface, welches als Kommunikationsmedium aus der Position eines externen Beobachters die Transaktionen zwischen A und B untersuchbar macht, getrennt.<sup>35</sup> (z.B. *CASTE*)

Die Konversation findet in einer potentiell formalisierbaren Sprache L statt, wobei L eine gesprochene oder schriftliche Sprache sein kann. Wenn B in Form einer Maschine ausgeführt wird handelt es sich um eine mechanische Sprache:

»[...] L expressions typically consist in sequences of graphic displays, signalling

<sup>33</sup> Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 23.

<sup>34</sup> Vgl. Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S. 13-14.

<sup>35</sup> Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 71.

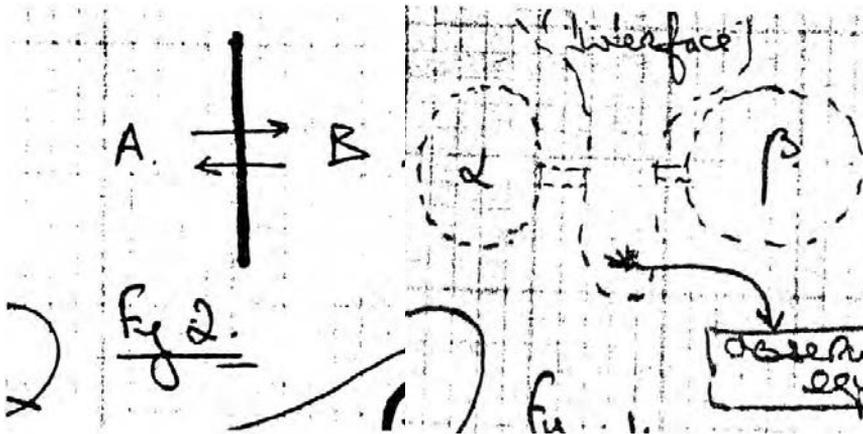


ABB. 2: LINKS: PASK, GORDON: »ASPECTS OF MACHINE INTELLIGENCE«, IN: NEGROPONTE, NICHOLAS: SOFT ARCHITECTURE MACHINES, THE MIT PRESS 1976, 10. RECHTS: EBD. 13.

events, or responses such as building a model, solving a problem, or writing a computer program.«<sup>36</sup>

L muss so reich sein, dass differenzierte Transaktionen möglich sind. Weiters ist L in mindestens zwei Ebenen von Diskurs geschichtet:  $L = L^1, L^0$ . Die Ebenen  $L^1, L^0$  können mit der Ebenen der Hierarchie der Kontrolle, wie bereits bei Konzept (Lev 0) und *Memory* (Lev 1) angesprochen, identifiziert werden. (siehe Abb. 3)<sup>37</sup>

Die Konversation zwischen A und B findet innerhalb von normativen Rahmenbedingungen statt. A und B treten in einen experimentellen Vertrag, indem sie sich einigen das Vokabular und die Syntax von L zu befolgen und L innerhalb der *Conversational Domain* zu interpretieren.<sup>38</sup>

A und B sind Entitäten welche durch ein Repertoire an Prozeduren charakterisiert werden können, somit wird der Unterschied zwischen den Teilnehmern A, B und deren Prozessoren welche die Prozeduren ausführen wichtig. Die Prozessoren werden als  $\alpha$  und  $\beta$  bezeichnet, sowie das Interface zwischen  $\alpha$  und

<sup>36</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 71.

<sup>37</sup> Vgl. Ebd., S. 72.

<sup>38</sup> Vgl. Ebd., S. 72.

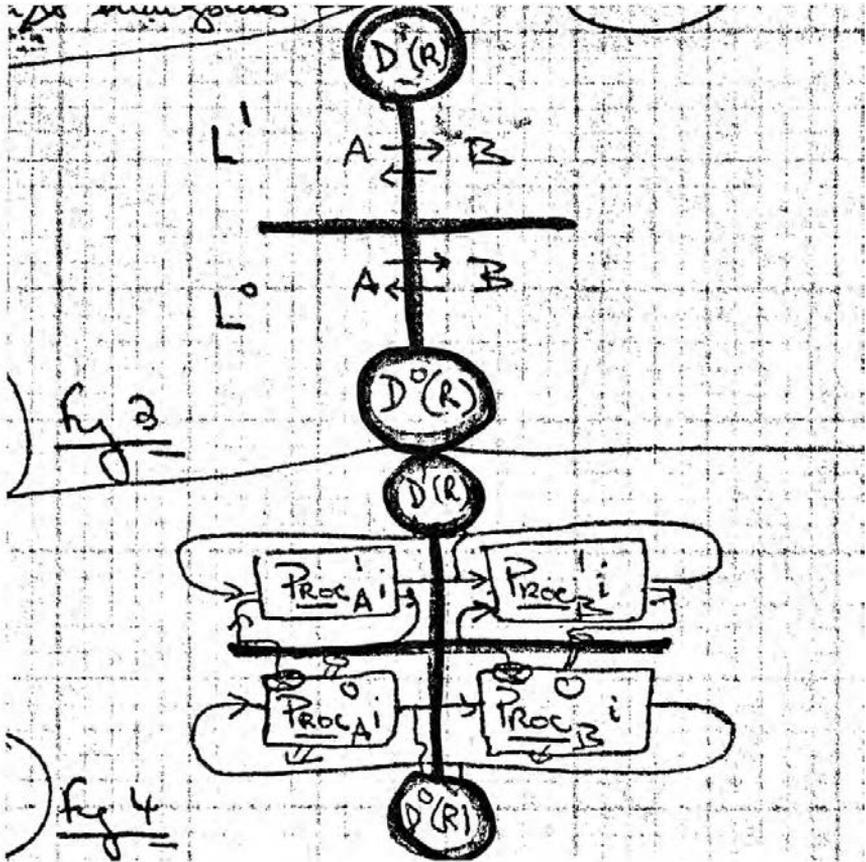


ABB. 3: PASK, GORDON: »ASPECTS OF MACHINE INTELLIGENCE«, IN: NEGROPONTE, NICHOLAS: SOFT ARCHITECTURE MACHINES, THE MIT PRESS 1976, 18.

$\beta$  i genannt wird.<sup>39</sup> (siehe Abb. 2)

»Somit ist A eine Kategorie an Prozeduren welche ausgeführt werden (z.B. eine bestimmte Rolle); B ist eine Kategorie an Prozeduren welche ausgeführt werden (z.B. eine andere Rolle, besonders wenn sie von einer Maschine ausgeführt wird).«<sup>40</sup>

Unter diesen Umständen ist Verständnis (*Understanding*) eine komplexe Übereinstimmung, wie man ungefähr in der Abbildung 3. sehen kann.

<sup>39</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 72.

<sup>40</sup> Ebd., S.73.

»Proca<sup>0</sup> i represents a procedure in A's repertoire that explains a topic labelled i; Proca<sup>1</sup> i is a procedure in A's repertoire that explains how Proca<sup>0</sup> i is learned and which, if applied to Proca<sup>0</sup> i itself, may be regarded as A's re-explanation or A's reconstruction, or A's memory of topic i; Procb<sup>0</sup> i is a procedure in B's repertoire also for explaining topic i and Procb<sup>1</sup> i is a procedure in B's repertoire for explaining how Procb<sup>0</sup> i is learned.«<sup>41</sup>

Angenommen A und B behandeln Thema i, dann wird ihre Übereinstimmung (*Agreement*) über Thema i in der Schleife der gleichen Ebene L<sup>0</sup> repräsentiert:

$$\text{ProcA}^0 i (X) \Leftrightarrow \text{ProcB}^0 i (X)$$

X ist der Bereich indem operiert wird, » $\Leftrightarrow$ « steht für »Isomorphie«. »As Erklärungsmodell des Themas i ist isomorph (besitzt die gleiche Form) zu Bs Erklärungsmodell des Themas i.«<sup>42</sup> (siehe Abb. 3)

In der Abbildung 3 zeigt die obere Schleife L<sup>1</sup>, dass As Lernmethode (z.B. interne Modellierung oder Rekonstruktion ProcA<sup>0</sup>i und die Erklärung wie sie durchgeführt wird) isomorph zu Bs Lernmethode ProcB<sup>0</sup>i ist (z.B. interne Modellierung oder Rekonstruktion ProcB<sup>0</sup>i und die Erklärung wie etwas durchgeführt wird):

$$\text{ProcA}^1 i (\text{ProcA}^0 i) \Leftrightarrow \text{ProcB}^1 i (\text{ProcB}^0 i)$$

Wenn eine zweischichtige Übereinstimmung (*Agreement*) wie in Abbildung 3 dargestellt über ein Thema i zwischen A und B generiert wird, handelt es sich dabei um einen stabilen Zustand von »A,Bs Verständnis (*Understanding*) über ein Thema i welches in L ausgedrückt wird«<sup>43</sup>. Verständnis (*Understanding*), einer der Grundsätze der Conversation Theory, tritt nur in bestimmten Typen von Konversationen auf, was z.B. bei *CASTE* der Fall war. Mit *CASTE* wurde eine experimentelle Anlage entworfen, die Verständnis (*Understanding*) systematisch feststellt und dessen

41 Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 73.

42 Ebd., S. 73.

43 Ebd., S. 74.

Entwicklung erforscht.<sup>44</sup>

Die Prozedur  $ProcA^0_i$  bezieht sich auf As Konzept eines Themas  $i$ , dessen Elemente in Pasks symbolischen Universum Form annehmen und aufrechterhalten werden. »Wenn ein Thema  $i$  verstanden wurde, dann wird  $Proca^1$  als Memory von Thema  $i$  oder als As Konzept von As Konzept von Thema  $i$  zugeordnet.«<sup>45</sup>

Laut Pask ist jede menschliche Handlung durch die Intention bedingt Beziehungen herzustellen oder aufrechtzuerhalten. Demzufolge ist ein Thema  $i$  eine Relation  $R_i$ . Die *Conversation Theory* geht davon aus, dass Wissen grundlegend durch Relationen erzeugt wird. Bei allen Ereignissen soll ein relationaler Blickwinkel adaptiert werden. Ausgehend davon ist jedes kohärente Themengebiet des konversationellen Bereiches im Besonderen eine relationale Sammlung von Beziehungen, welche als  $R$  bezeichnet wird und die Themenbeziehungen als  $R_i$  in  $R$ .<sup>46</sup>

$ProcA^0_i$  ist ein Prozess der eine Relation in einem gewünschten Bereich hervorbringt. Die Sprache  $L$  ist in diesem Fall in zwei Ebenen geschichtet ( $L=L^1, L^0$ ) und bildet mindestens zwei Beschreibungen eines konversationellen Bereiches (*Conversational Domain*) von  $R$ , die als  $D^1(R)$  und  $D^0(R)$  bezeichnet werden. Sowie das Repertoire von Prozeduren in den Teilnehmern  $A$  und  $B$  in einem Prozessor  $\alpha$  und  $\beta$  ausgeführt und verkörpert werden, so werden die Beschreibungen in  $D(R)$  ( $= (D^1(R), D^0(R))$ ) generell im Interface  $i$  eingeschrieben und verkörpert. Dies ermöglicht  $A$  und  $B$  den Zugang zu Beschreibungen aus  $D(R)$ . Die physischen Einschreibungen im Interface sind Entailment Strukturen  $ES(R)$ , welche mit  $D1(R)$  korrespondieren und zeigen »was man wissen kann«<sup>47</sup>. Die Task Strukturen signalisieren »was getan werden kann«<sup>48</sup> und stimmen mit der Beschreibung  $D0(R)$  überein.<sup>49</sup>

Zusammenfassend gewährleistet die *Conversation Theory* ein Hervorbringen von Verständnis (*Understanding*) in einer Interaktion von Prozessen zwischen mindestens zwei Teilnehmern in einer Sprache ( $L$ ) in zwei Ebenen ( $L=L^1, L^0$ ) von Konzepten

44 Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 74-75.

45 Ebd., S. 75.

46 Vgl. Ebd., S. 75

47 Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993). S. 175.

48 Ebd., S. 175.

49 Vgl. Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Amsterdam and New York 1975, S. 76.

und Erinnerungen (*Memory*) über einen Konversations Bereich (*conversational Domain* = Wissenschaft, Disziplin, etc.)

## LP PROTO-LOGIC

Die Notwendigkeit der Repräsentation von Wissen führte Pask zu einer Proto-Logik Lp. Der Begriff entstand im Zusammenhang mit der Beschreibung in der Sprache L. Da alle Sprachen modelliert werden konnten fügte Pask ein »p« für »proto« als unterliegendes Substrat von L hinzu. Lp beschreibt die Interaktion von konzeptuellen Entitäten durch Regeln, welche die Interaktion der Entitäten und deren Organisation modellieren. In ihrer puren Form erklärt Lp wie Themen interagieren können und stellt eine Logik von Prozessen, Kohärenz und Unterscheidungen dar. Prozesse bringen als Resultat von Interaktionen Entitäten hervor. Unterschiede entstehen durch die Interaktion von Prozessen, sowie Entitäten die bis dato nicht existierten. Bei Kohärenz handelt es sich um konzeptuelle Entitäten die zusammengehalten werden: deren Prozessinteraktion gestaltet Stabilität, konzeptuelle Erweiterungen der originalen Entitäten und die Generierung von Modellen wie *Memory*, Unschärfe und Innovation.<sup>50</sup>

Lp operiert auf einem höherem Level als Themen, nämlich auf einem Level der Themenbeziehungen. Ein Prozess in Form eines Programms muss von der Digitalen Maschine ausgeführt werden um Entitäten, die statische Elemente sind und ein Thema repräsentieren, überhaupt erst zugänglich zu machen. Diese statischen Datenbanken existieren in einer Konfiguration aus 0/1, binären Daten in einer statischen Software Struktur. Die Themen und deren Beziehungen sind im Lp Prozessor »verkörpert« (immanent, repräsentiert), da deren Attribute und Interaktionen als Prozesse ausgeführt werden.<sup>51</sup> »Die Qualitäten der Einheiten sind das Resultat des Ausführens und nicht des einfachen Verweises auf eine Liste mit statischen Attributen.«<sup>52</sup>

<sup>50</sup> Pangaro, Paul: »A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations«, Entwurf, 16.09.1986, GPA, S. 10-11.

<sup>51</sup> Vgl. Ebd., S. 11-12.

<sup>52</sup> »The qualities of the entities are the result of execution and not simple reference to alist of static attributes.« Ebd., S. 11-12.

Lp ist ein tieferliegendes formales Sprachgerüst (Substrat), welches für die Prozesse von konversationellen Systemen verantwortlich ist. Bedingt durch das kybernetische Paradigma der Zirkularität wird die Erzeugung und Wechselwirkung von Themen ( A und B entsteht aus C, aus B und C entsteht A und aus A und C entsteht B) und die darausfolgende Erweiterung des konversationellen Bereiches vorangetrieben.

Die *Conversation Theory* zeigt sich als eine Beobachtersprache für alltägliche Erfahrungen ausgehend von der Proto-Logik als Basis für psychologische Phänomene in der Interaktion von konzeptuellen Entitäten des Verstandes.

Die gegenwärtigen Erfahrungen sei es am Arbeitsplatz, in der Straßenbahn oder Bibliothek sind durch die Rechnerallgegenwart unseres Lebensraumes geprägt. Die *Conversation Theory* beschreibt Prozesse in denen Erfahrungen ein Verständnis durch Interaktion erlauben. Dieses Verständnis lässt uns anhand von Modellen und Prozessen unsere Sprache und Bereiche (Lebensräume) und sogar ganze Themenfelder, Theorien und Wissenschaftsfelder erweitern.







ABB. 1: COLLAGE: DER MENSCH EINGEBETTET IN EINE ÄSTHETISCH POTENTE UMGEBUNG

#### IV. THE COLLOQUY OF MOBILES A PLAN FOR AN AESTHETICALLY POTENT SOCIAL ENVIRONMENT

*Cybernetic Serendipity* ist der Titel einer internationalen Ausstellung, welche Beziehungen zwischen Technologie und Kreativität erforschen und demonstrieren sollte.<sup>1</sup> Die Ausstellung wurde von Jasia Reichardt organisiert, am 2. August 1968 am ICA, dem Institute for Contemporary Arts, in London eröffnet und endete am 20. Oktober 1968. Das ICA galt in den 1960er Jahren als der Britische Mittelpunkt für neue Entwicklungen in der Kunst, mit dem Ziel diese der britischen Öffentlichkeit zu präsentieren.<sup>2</sup> Das Programm der Ausstellung lässt sich aus dem Titel ableiten, *Cybernetic* steht für die neuen Möglichkeiten, welche durch die Bandbreite der Ausdrucksformen durch den Computer und neue Technologien erweitert werden, *Serendipity* hingegen, reflektiert den Drang nach Entdeckung und das Motiv der glücklichen Zufälle. Die Ausstellung wurde in folgende drei Bereiche geteilt:

- »Computer-generated graphics, computer-animated films, computer-composed and -played music, and computer poems and texts
- Cybernetic devices as works of art, cybernetic environments, remote-control robots and painting machines
- Machines demonstrating the uses of computers and an environment dealing with the history of cybernetics.«<sup>3</sup>

Gordon Pask's Beitrag für die Ausstellung, war das *Colloquy of Mobiles* eine »[...] sozial orientierte reaktive und adaptive Umgebung.«<sup>4</sup>

»Even in the absence of a human being, entities in the environment communicate with and learn about one another. But a human being can enter the environment

---

1 Vgl. Reichardt, Jane: *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts*, London 1968, S. 5.

2 Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future* 2011, S. 353.

3 Reichardt, Jane: *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts*, London 1968, S. 5.

4 Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 88.

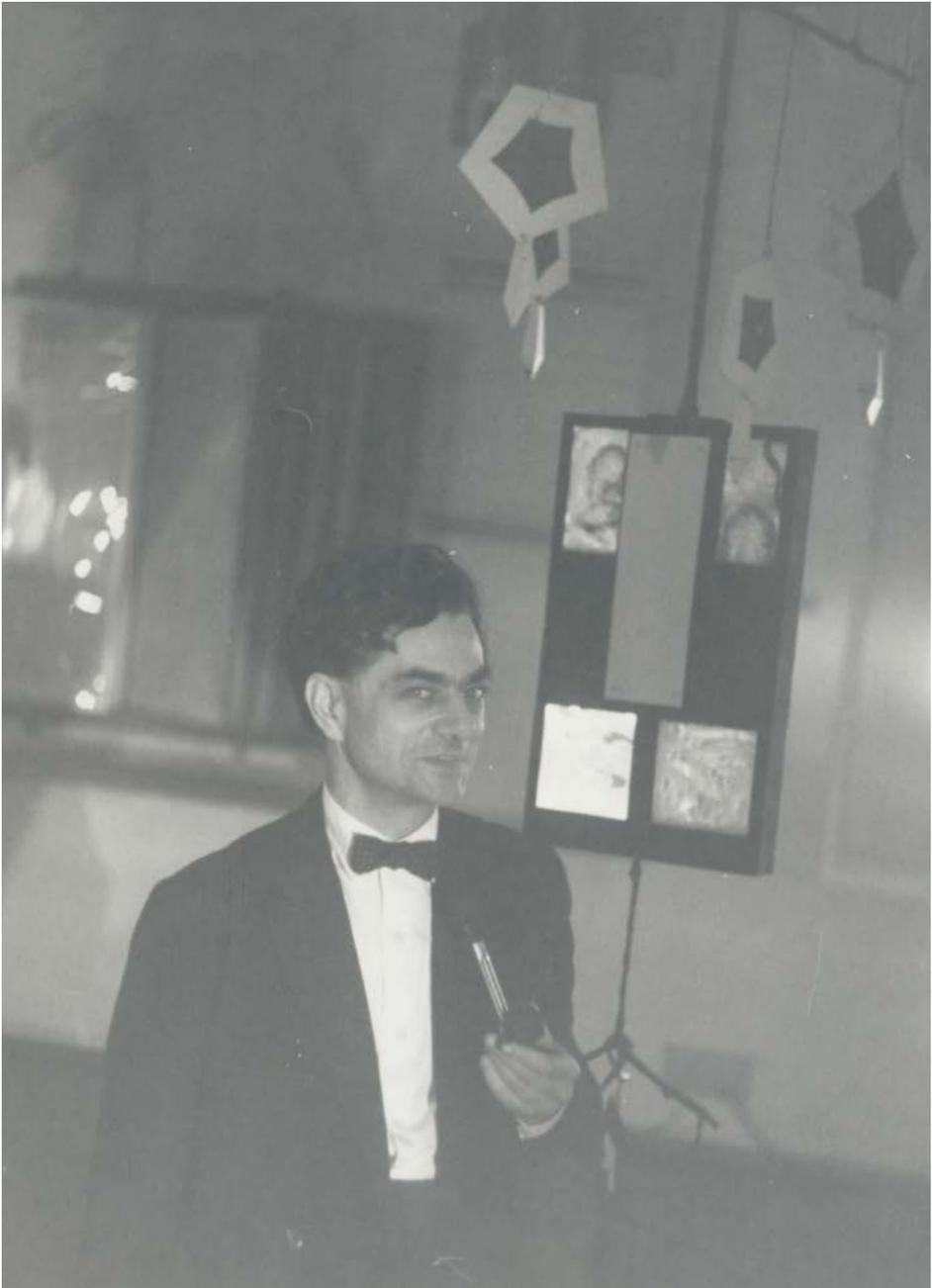


ABB. 2: GORDON PASK WITH THE COLLOQUY OF MOBILES, 1968, (90 X 128 MM) GPA, BOX 3



ABB. 3: COLLOQUY OF MOBILES, 1968, GPA

and participate; possibly modifying the mode of communication as a result.»<sup>5</sup>

Diese von Pask beschriebenen Eigenschaften konnte das *Colloquy of Mobiles* nur als ein *aesthetically potent environment* erfüllen. In dem Ausstellungskatalog von *Cybernetic Serendipity* liefert Pask eine dichte Beschreibung einer solchen Umgebung:

»An »aesthetically« potent environment is an environment of any sort (auditory, as in music, verbal, visual, tactile perhaps) that people are liable to enjoy and which serves to shape their enjoyment. An artist can certainly manufacture and mould such an environment (as he does by writing music, building a house or

<sup>5</sup> Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 88.

painting a picture), and, in so doing, he may communicate a message. But the quality of »aesthetic potency« although it determines the framework in which artistic communication can take place, is primarily attached to a relation between the environment and the hearer or viewer. An aesthetically potent environment encourages the hearer or viewer to explore it, to learn about it, to form a hierarchy of concepts that refer to it; further, it guides his exploration; in a sense, it makes him participate in, or at any rate see himself reflected in, the environment.«<sup>6</sup>

Das von Pask vorgestellte Modell, gibt sich als ein System der *Second-order Cybernetics* zu erkennen, indem sich der Beobachter durch seine Beziehung zum beobachteten System in Selbiges einschreibt. Die Kybernetik zweiter Ordnung erforscht die konstruierten Modelle der kybernetischen Systeme, da die Beobachter als Teil des Systems verstanden werden. Der Beobachter eines Systems kann nicht außerhalb des Systems stehen da er immer in einem kybernetischen Austausch mit dem beobachteten System steht.<sup>7</sup> Pask scheint mit diesen *aesthetically potent environments* diesen zuvor erwähnten Prozess zu rekonstruieren und im *Colloquy of Mobiles*, die Besucher der Ausstellung in ein Kybernetisches System als teilnehmende Beobachter miteinzubeziehen. Weiterer Ausgangspunkt der Überlegungen war die Wahl einer strukturellen Ausdrucksweise, welche auch innerhalb der künstlerischen Konventionen akzeptiert werden konnte. Als kommunizierenden Entitäten wurden *Mobiles* bestimmt, als Umgebung war eine Gemeinschaft von *Mobiles* vorgesehen. Diese *Mobiles* waren motorisiert und ihre Bewegungen wurden zum Teil von den Anweisungen eines Programms eingeleitet. Weitere Aktivitäten der *Mobiles* wurden durch ein *computing system* gesteuert.<sup>8</sup>

Um Kommunikation zwischen den *Mobiles* zu ermöglichen war es notwendig diese mit einer Sprache auszustatten. Pask wählte als Kompromiss zwischen augenfälligen optischen Elementen und technischem Komfort, ein Alphabet von visuellen und auditiven Zeichen. Jedes *Mobile* war in der Lage verschiedene Farben und Zeitmodulationen von Licht und verschiedene Töne und Zeitmodulationen

<sup>6</sup> Pask, Gordon: »The colloquy of mobiles«, in: Reichardt, Jane: *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts*, London 1968, S. 34.

<sup>7</sup> Heinz von Foerster, (Hg.): *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974, S. 1.

<sup>8</sup> Vgl. Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 88.

von Klangbildern zu emittieren und wahrzunehmen. Interpretationsregeln, welche die Syntax der Sprache bestimmten, waren in jedes *Mobile* eingebaut. In diesem Fall war die Sprache nicht mehr als ein Code. Kommunikation konnte auftreten, dies jedoch nur in einem trivialen Sinn, als Begleiterscheinung. Deshalb musste der Kommunikation eine Bedeutung gegeben werden<sup>9</sup>: »[...] the mobiles must be given a reason for talking to one another and a set of goals to aim for.«<sup>10</sup>

Um der Frage des Zieles nachzugehen wurde von Pask eine Untersuchung über die Voraussetzung für eine bedeutungsvolle Gemeinschaft von *Mobiles*, welche in der Lage ist ein ästhetisch potente Umgebung zu ermöglichen, angestellt :

1. »The goals of the several mobiles should be partially incompatible so that the mobiles compete with one another.
2. Some of the goals should be incapable of attainment by any one mobile on its own. In order to achieve such a goal, at least a pair of mobiles must co-operate and in order to co-operate. [sic!] they must communicate with one another.
3. The main goals of a mobile should be decomposable into sub-goals so that any mobile contains an hierarchical organization.
4. Co-operative interaction must involve main goals and sub-goals so that there are several levels of communication in the system.
5. The pursuit of the lowest level sub-goals should be carried out by autonomously acting programs embedded in each mobile. Whereas selection of these programs depends upon communication mediated feedback. [sic!] their execution does not. This one way (incidentally, a biologically important way) of decoupling the mobiles and maintaining their individual integrity.«<sup>11</sup>

Die von Pask aufgezählten Punkte charakterisieren die Struktur, welche den *Mobiles* zu Grunde liegt. Die Struktur ist daher nicht vom Verhalten trennbar. Im ersten Punkt wird das Vorhandensein eines Filters der Sinne festgelegt, als zweites bestimmt er Kommunikation und Kooperation als Ziel, wobei im dritten Punkt

<sup>9</sup> Vgl. Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 88.

<sup>10</sup> Ebd., S. 88.

<sup>11</sup> Ebd., S. 88-89.

Ziele in Zwischenziele unterteilt werden sollen um das *Mobile* zu organisieren. Im vierten Paragraph wird der Kreislauf thematisiert, der eine Kommunikation auf verschiedenen Ebenen ermöglichen soll. Der letzte Punkt beinhaltet die Notwendigkeit der automatischen Ausübung des niedrigsten Zwischenzieles, welches in jedem *Mobile* eingebettet ist.

Aus den aufgezählten strukturellen Charakteristika entwarf Pask zwei verschiedene Arten von *Mobiles*: »männliche« und »weibliche«. Sie wurden wie auf Abbildung 4 angeordnet. Dies ist die einfachste Variante der Anordnung. Andere Konfigurationen sind möglich und eine Erweiterung der Gemeinschaft ist ohne negative Einflussnahme auf den Entwurf denkbar. Jedes der *Mobiles* beinhaltet einen Satz von Programmen, welche die Bewegungen und den visuellen Zustand bestimmen. Jedes *Mobile* lernt wie es sein Programm anwendet, um ein Ziel zu erreichen, nämlich die Leistung der *drives* zu verringern. Der Level der »Zufriedenheit« wird einerseits durch das Verhalten und andererseits durch die visuelle Darstellung reflektiert.<sup>12</sup> Pask unterteilte die *Mobiles* in zwei Arten:

»The male mobile has two »drives«, O and P (associated with orange- and puce coloured light) and its drive state is indicated visually by an upper display A. Its main goal is to satisfy (or reduce) the O and P 'drives' which normally build up over time. It can do so, in the case of O, by projecting an intense beam of orange light from its central part, B, in such a way that it falls upon receptors in its upper part, C; in the case of P satisfaction it must project an intense beam of puce light from B in such a way that it falls on receptors in the lower part, D. In order to achieve this goal it must elicit the co-operation of a female who, unlike the male, is provided with a vertically position able reflector capable of taking the beam from B and reflecting it back either to D or C.«<sup>13</sup>

Die männlichen sowie die weiblichen *Mobiles* konkurrierten untereinander, wobei ein männliches mit einem weiblichen *Mobile* kooperieren konnte und vice versa. Da das Eine Programme besaß, welche das Andere nicht aufweisen konnte, war es ihnen nur durch Kooperation möglich ihr Ziel zu erreichen, was ihnen sonst

<sup>12</sup> Vgl. Ebd., S. 89.

<sup>13</sup> Vgl. Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 89.

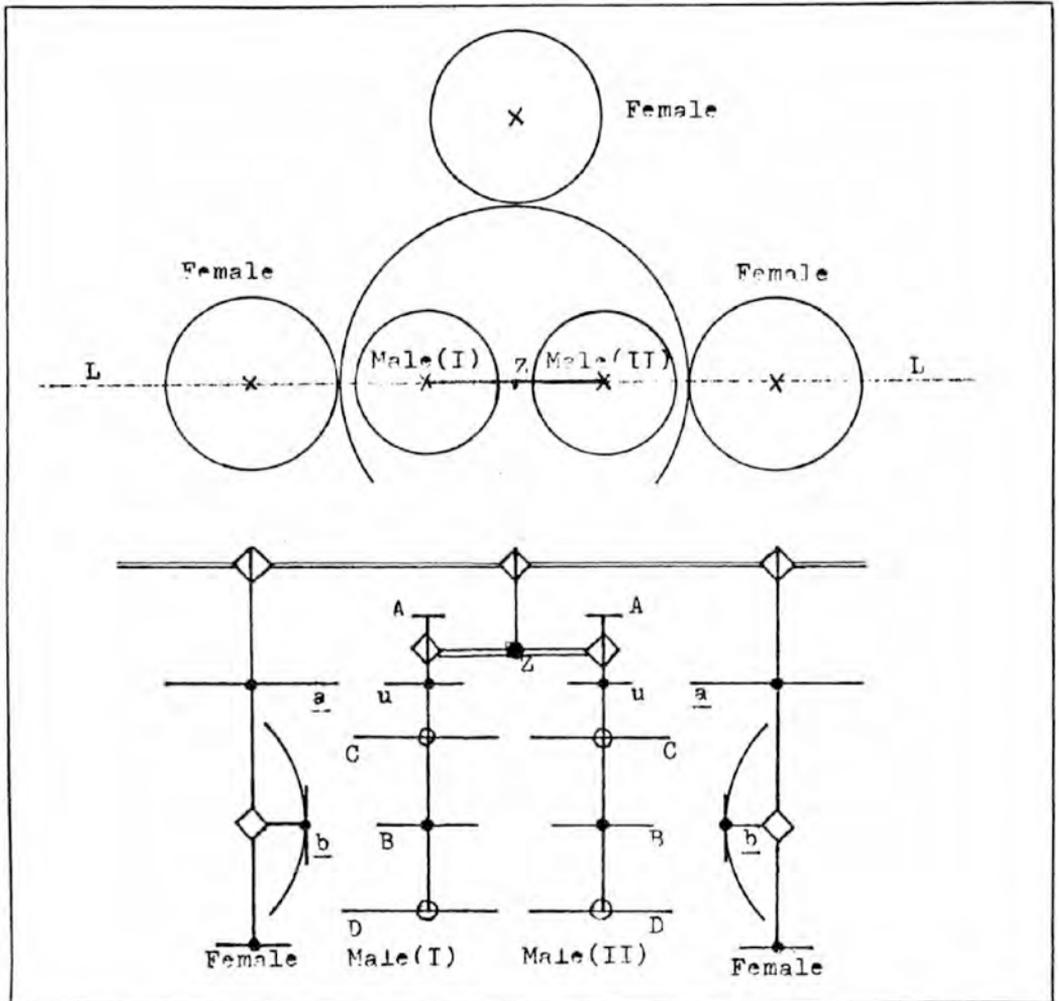


Fig. 34 A rough sketch of powered mobiles.

- a Horizontal plan
- b Vertical section taken through line *L* in horizontal plan.
- A* = drive state display for male
- B* = main body of male, bearing 'energetic' light projectors *O* and *P*
- C* = upper 'energetic' receptors
- D* = lower 'energetic' receptors
- U* = non-'energetic', intermittent signal lamp
- a* = female receptor for intermittent positional signal
- b* = vertically movable reflector of female
- Z* = bar linkage bearing male I and male II

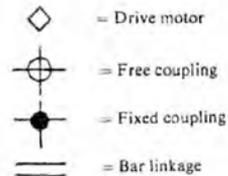


ABB. 4: PASK, GORDON: »A COMMENT, A CASE HISTORY AND A PLAN«, IN J. REICHARDT (HG.), CYBERNETICS, ART AND IDEAS, LONDON 1971, 90.



ABB. 5: PASK AND YOLANDA SONNABENDS COLLOQUY OF MOBILES, 1968, (90 X 128 MM) GPA, BOX4

bei Isolation beider *Mobiles* verwehrt geblieben wäre. Laut Pask manifestierte sich diese Eigenschaft indem das männliche *Mobile* starke Lichtstrahlen projektieren konnte, aber seinen Drang nicht dadurch stillte die Umgebung zu bespielen, wohingegen das weibliche *Mobile*, welches keine Lichtstrahlen emittierte, in der Lage war die Strahlen zurück zum männlichen *Mobile* zu reflektieren. Nur durch das Erlernen seiner Programme war das weibliche *Mobile* in der Lage die Strahlen an die richtige Stelle zu reflektieren. Um zu kooperieren oder sich zu orientieren und Programme auszuführen waren die *Mobiles* gezwungen zu kommunizieren.<sup>14</sup> Die Kommunikation wurde aus einer einfachen aber vielschichtigen Sprache von Lichtblitzen und Klangbildern aufgebaut. Beobachter konnten sich an dem Diskurs beteiligen, die Ziele konnten sich jedoch als fremd gegenüber den Zielen der *Mobiles* darstellen.<sup>15</sup> Ein bestimmte Konfiguration oder Muster welches dem Beobachter vorschwebte konnte wohlmöglich nicht erreicht werden. Die Rolle und Teilnahme des Menschen in der Interaktion mit den *Mobiles* war für Pask epistemologisch von

<sup>14</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The colloquy of mobiles«, in: *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts*, London (1968): S. 35.

<sup>15</sup> Vgl. Ebd., S. 35.



ABB. 6: PASK AND SONNABENDS COLLOQUY OF MOBILES, 1968, (206 X 255 MM) GPA, BOX3

Interesse und kann als weiteres Indiz für die Zugehörigkeit des *Colloquy of Mobiles* zur Kybernetik zweiter Ordnung gelesen werden. Aus Gordon Pasks Artikel »A comment, a case history and a plan«<sup>16</sup> wird das Interesse der Interaktion zwischen dem Menschen und dem *aesthetically potent environment* ersichtlich:

»The really interesting issue is what happens if some human beings are provided with the wherewithal to produce signs in the mobile language and are introduced into the environment. It is quite likely that they will communicate with the mobiles. for the mobiles are interacting already and ostensibly define the gambits involved in the process. Further, their community has quite an intriguing organization. At this level alone the environment has the properties required of an aesthetically potent environment.

But the mobiles produce a complex auditory and visual effect by dint of their interaction. They cannot of course interpret these light and sound patterns. But human beings can and it seems reasonable to suppose that they will also aim to achieve patterns that they deem pleasing by interacting with the system at a higher level of discourse. I do not know. But I believe it may work out that way.«<sup>17</sup>

Als Beobachter und Kybernetiker zweiter Ordnung erlebt man das Schauspiel der *Colloquy of Mobiles* als Verfahren zur systemischen Erzeugung, Adaption und Eigenkonstruktion von kybernetischen Umgebungen. Die Wahrnehmung der Besucher soll verändert bzw. erweitert werden, indem er sich in das kybernetische System durch seine Teilnahme einschreibt, da die Struktur des Systems vom Verhalten der Entitäten untrennbar ist. *The Colloquy of Mobiles* veranschaulicht die charakteristische Vereinigung von Wissenschaft und Kunst im Rahmen der theoretischen Arbeit Gordon Pasks.

Derartige um Konversationen bemühte kybernetischen Verfahren können zweifellos als Kulturtechnik verstanden werden und das Ziel der *Colloquy of Mobiles* somit als die Rekonstruktion dieser Technik.

<sup>16</sup> Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 76-98.

<sup>17</sup> Ebd., S. 91.

*The Colloquy of Mobiles* ist eine der originellsten Arbeiten Pasks, in ihr inszeniert und führt er Wissenschaft und Kunst in einem kybernetischen Verfahren zusammen. Das bereits bei *MusiColour* besprochene Konzept von *aesthetically potent environments* wird durch das Einbeziehen neuer Gesichtspunkte erweitert. Es wird eine Umgebung aus sogenannten *Mobiles* geschaffen, die miteinander kommunizieren, interagieren und kooperieren und sich in einer Art Konversation wiederfinden. Aus diesem Schauspiel der *Mobiles* hat sich meiner Ansicht nach bei Pask die zwingende Notwendigkeit einer Theorie der Konversation entwickelt. Um Mensch und Maschine in einem Kommunikationssystem zu verweben ist es auch erforderlich die Interaktion als System zu begreifen, welches die Kommunikation zwischen den Entitäten steuert um einen Informationsaustausch (der Verständnis hervorbringt) zu gewährleisten. Für Pask war die Form der Interaktion die Konversation, welche ebenso als System zu konzipieren ist und zwar als ein System in dem Relationen, Themen, Konzepte (auch in Form von Erinnerungen), Prozesse, Verfahren und Modelle interagieren können, um bei den Teilnehmern ein Verständnis durch einen Informationsaustausch herzuvobringen. Teilnehmer waren in diesem Fall Individuen (*Mobiles*), die als *self-organizing systems* gestaltet wurden und die gemeinsam eine Umgebung bildeten in der sie miteinander in Interaktion treten konnten. Diese Kooperation mit den anderen *Mobiles* war essentiell, da sie erst dadurch in der Lage waren ihre Programme bzw. Fähigkeiten zu entwickeln, um wiederum gemeinsam ein Ziel zu erreichen, was ein gemeinsames Verständnis voraussetzt.

Die Originalität liegt wiederum in der Mensch-Maschine Interaktion, die der Mensch durch sein adaptives Verhalten (in Form von lernen »*Man as a System that Needs to Learn*«<sup>18</sup>) an der Konversation teilnehmen lässt. Dies geschah mit Taschenlampen oder Spiegeln, nichtsdestotrotz konnte sich der Mensch durch die auch primitiv erscheinende Interaktion der symbolischen Ordnung der Maschinen anschließen. Hier sehe ich ein großes Potential in der Architektur und der Gestaltung der Hülle, die oftmals durch banale »Medienfassaden« (siehe Kunsthaus Graz) keine Interaktion mit dem Umfeld zulässt. Zumeist werden nur vordefinierte Programme ausgeführt, die im Falle des Kunsthauses bestimmte Bilder durch die kreisförmigen Beleuchtungselemente an der Hülle erzeugen, anstatt sich an Interaktionsmodellen

<sup>18</sup> Pask, Gordon: »Man a System that Needs to Learn«, in: Scott, Bernard (Hg.): *Gordon Pask, The Cybernetics of Self-Organisation, Learning and Evolution, Papers 1960-1972, Selected and Introduced by Bernard Scott*, Wien, 251-322.

der *Conversation Theory* zu orientieren und in einen Dialog (im Sinne Pasks) mit der Umgebung zu treten.

Dieses kybernetische Modell der *Mobiles* lässt sich nicht nur als Analogie in der Gestaltung von Architektur anwenden, sondern auch auf den Entwurfsprozess übertragen. Der Architekt muss sich in einer Umgebung mit anderen Akteuren in einem Kommunikationssystem verwoben sehen, indem er durch Kooperation seine Sub-Ziele und infolgedessen gemeinsame Ziele erreicht. Als Gestalter ist der Architekt nicht nur um Architektur bemüht sondern auch um die Prozesse des Entwerfens, die laut Pask als System zu verstehen sind, welche die Gestaltung im kybernetischen Sinne regulieren. Im nachfolgenden Kapitel wird die architektonische Relevanz der Kybernetik, im Genauerem von Pasks Sichtweise, anhand der kurz skizzierten Aspekte genauer besprochen.

## THE ARCHITECTURAL RELEVANCE OF CYBERNETICS DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN ARCHITEKTUR UND KYBERNETIK

Während des Übergangs zu den 1970er Jahren verschriftlichte Pask die Adaption der Second Order Cybernetics in seiner Conversation Theory, welche auch im Architekturdiskurs Anwendung fand. Zu dieser Zeit wurden einige von Pasks Artikeln über Architektur in der Zeitschrift *Architectural Design* publiziert. In einer Spezialausgabe des Magazins von September 1969, welche von Royston Landau editiert wurde, erschien Pasks Artikel »The Architectural Relevance of Cybernetics«, welcher hier eingehend behandelt werden soll. (Die Ausgabe enthielt unter anderem Texte von Karl Popper, Cedric Price, Chris Abel, Warren Chalk, David Greene, und Nicholas Negroponte (*Architecture Machine Group*).)<sup>1</sup>

In diesem Artikel bespricht Pask die Beziehung zwischen Architektur und Kybernetik auf der Grundlage, dass Architekten in erster Linie *system designer* sind. Infolgedessen teilen sie eine gemeinsame Philosophie, im Sinne einer operativen Forschung.<sup>2</sup>

»[...] cybernetics and architecture really enjoy a much more intimate relationship; they share a common philosophy of architecture in the sense that Stafford Beer has shown it to be the philosophy of operational research.

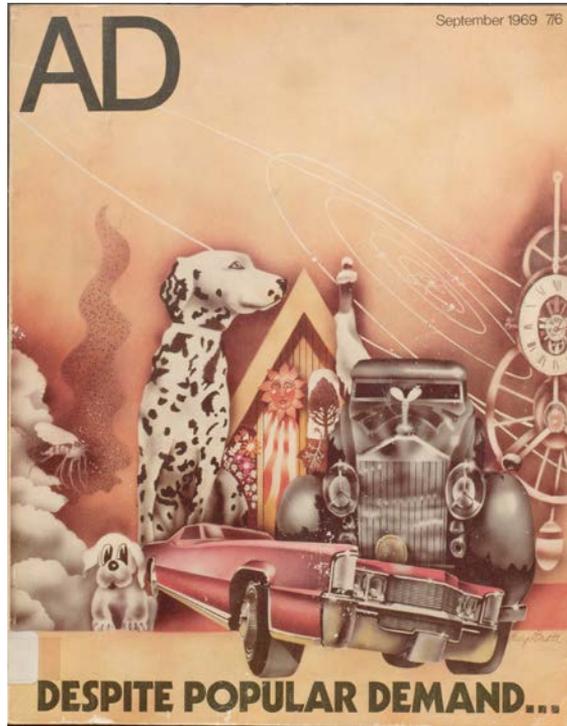
The argument rests upon the idea that architects are first and foremost system designers who have been forced, over the last 100 years or so, to take an increasing interest in the organizational (i.e. non-tangible) system properties of development, communication and control.«<sup>3</sup>

Laut Pask entstand durch die stetig steigenden kulturellen Anforderungen der Bauvorhaben ein Interesse an organisatorischen Eigenschaften von Systemen,

<sup>1</sup> Vgl. Frazer, John Hamilton: »The cybernetics of architecture: a tribute to the contribution of Gordon Pask«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 642.

<sup>2</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>3</sup> Ebd., S. 494.



**THE ARCHITECTURAL RELEVANCE OF CYBERNETICS**

Isidore Park

The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.

The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.

The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.



The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.

The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.

The architectural relevance of cybernetics is a subject that has been discussed in various forms since the late 1940s. The term 'cybernetics' was coined by Norbert Wiener in 1945, and it refers to the study of control and communication in the animal and the machine. In the context of architecture, cybernetics has been used to describe the relationship between the human and the environment, and the way in which the human can be seen as a part of a larger system. This idea has been particularly influential in the work of architects such as Buckminster Fuller and the Team 10 group, who have sought to create a new kind of architecture that is based on the principles of cybernetics. In this article, we will explore the architectural relevance of cybernetics, and how it has influenced the work of some of the most important architects of the 20th century.

ABB. 1 UND 2: ARCHITECTURAL DESIGN, SEPTEMBER 1969, COVER/494-496.

der Entwicklung, Kommunikation und Steuerung.<sup>4</sup> Das Verhalten eines Systems ist untrennbar an die Struktur des jeweiligen Systems gebunden. Die Struktur des Systems besteht aus Elementen und ihren Beziehungen zueinander. Die Interkonnektivität zwischen der Struktur und den Charakteristika (Entwicklung, Kommunikation und Steuerung) ermöglicht dem System sich zu verändern indem es sich wie ein *self-organizing system* verhält. Pask hat ein signifikantes Vakuum in der Architekturtheorie identifiziert<sup>5</sup>, welches durch abstrakte Konzepte der Kybernetik (z.B. *self-organizing system*) mit architektonischen Begriffen eine Theorie bilden kann. Die Kybernetik zweiter Ordnung ist um Theorien über die Theorienbildung besorgt, indem sie beobachtende Systeme zu ihrem zentralen Anliegen macht, wohingegen die Kybernetik erster Ordnung als Kybernetik von beobachteten Systemen zu verstehen ist.<sup>6</sup>

In seiner historischen Analyse stellt Pask fest, dass vor dem frühen 18. Jahrhundert eine Metasprache für eine neue »*augmented*«<sup>7</sup> Architektur noch nicht entwickelt war und die Architekten nicht gezwungen waren, sich als »*system designers*«<sup>8</sup> zu sehen, obwohl sie inzwischen Systeme entwarfen. Allerdings existierte eine Metasprache für eine Theorie, die von Pask als »*pure architecture*«<sup>9</sup> bezeichnet wurde, welche er als Abstraktion der Kunst des Bauens betitelte.

»In or before the early 1800s »*pure*« architecture existed as an abstraction from the art of building. Its rules were essentially condensed statements of what could be observed by looking at builders working on a site, and by looking at buildings constructed during different periods in different places. Architects added a modicum of engineering practice and of historical or aesthetic sensibility to their discipline and created new structures with stability and style. On the whole, their structures were judged, within »*pure*« architecture, according

<sup>4</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>5</sup> Vgl. Frazer, John Hamilton: »The cybernetics of architecture: a tribute to the contribution of Gordon Pask«, in: *Kybernetes*, Vol. 30 No. 5/6, 2001, S. 642.

<sup>6</sup> Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995).

<sup>7</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>8</sup> Ebd., S.494

<sup>9</sup> Ebd., S. 494

to these canons.

The form of the artefact (house, college or theatre) was largely determined by the quite rigid codes of architecture (dictating, for example, its acceptable whole part relationships) and by the conventions of society or the individual practitioner. Speaking technically, there were well accepted communication media for conveying instructions, directives and ideas (style manuals and so on). Further there was a metalanguage for talking about these instructions, directives and ideas, for comparing them, criticizing them and evaluating them (as in statements of stability or style). Indeed when interpreted, the body of metalinguistic statements formed the theory of pure architecture.«<sup>10</sup>

Die Regeln der *pure architecture* konnten nicht mehr für die neuen Probleme, welche durch Technologie bedingt waren, angewendet werden, wie z.B. Bahnhöfe oder Gebäude für eine Weltausstellung. Pask argumentierte, dass ein Gebäude als ein Teil des Ökosystems einer Gesellschaft zu betrachten sei. Die Ursache der Negation des Problems sieht er in dem Fehlen einer Theorie dieser »neuen« Architektur, welche von einem Substitut aus Subtheorien ersetzt wurde, die nur einzelne Facetten der Architektur umfasste.<sup>11</sup>

Das Konzept von Funktion kann laut Pask in einem humanistischen Sinne definiert werden. »The functions, after all, are performed for human beings or human societies.«<sup>12</sup> Gebäude können nicht isoliert von ihrer Umgebung betrachtet werden, da sie nur als die Umwelt des Menschen bedeutend sind. Davon ausgehend existiert Struktur für Pask indem sie hauptsächlich Funktionen ausführt.<sup>13</sup> Infolge dessen interagiert die Funktion fortwährend mit den Nutzern, einerseits leistet sie Dienste, andererseits steuert sie deren Verhalten. Architekten entwerfen derartige Strukturen, welche diese »menschlichen« Komponenten beinhalten. Deshalb schlägt Pask einen architektonischen Mutualismus vor, im Sinne einer Wechselbeziehung zwischen Struktur, Mensch und Gesellschaft.<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>11</sup> Vgl. Ebd., S. 494.

<sup>12</sup> Ebd., S. 494.

<sup>13</sup> Vgl. Ebd., S. 494.

<sup>14</sup> Vgl. Ebd., S.494

Die Konsequenz von Pasks vorgeschlagenem architektonischen Funktionalismus und Mutualismus ist die Veränderung der Gestalt einer Struktur, die folglich dynamische Entitäten statt statischen Entitäten generiert. Pask definiert den dynamischen Teil als menschlich, wohingegen der strukturelle Teil als Steuerung der menschlichen Nutzer agiert.<sup>15</sup> Derartige von Pask beschriebene Systeme hängen wiederum von anderen Systemen ab, welche durch die »menschliche« Komponente miteinander verbunden sind. Die beschriebenen Systeme sind als organisch zu betrachten insofern sie als Zusammenschluss mehrerer homeostatischer Systeme gesehen werden. Es gibt zum Beispiel im menschlichen Körper Systeme die Körpertemperatur und den Flüssigkeitshaushalt regulieren. Das Atemsystem erhält das Gleichgewicht mehrerer Systeme. Andererseits gibt es auch den Fall, dass viele Systeme gemeinsam einen Wert stabilisieren sollen (Blutzucker). Auf diese Funktionsweise ist schlussendlich die Stabilität des gesamten Systems zurückzuführen, welche durch die komplexe Beziehung zwischen Struktur und Funktion zu erklären ist.<sup>16</sup> *Self-organizing systems* bilden aus mehreren homeostatischen Systemen ein organisatorisches Ganzes, dessen Struktur als symbolisches Steuerungsprogramm operiert.

In anderen Worten sind Systeme wie Städte, sie wachsen und entwickeln sich. Aus diesem evolutionären Standpunkt Pasks, muss ein architektonischer Entwurf, Regeln für die evolutionäre Entwicklung des Systems einbinden und sich um evolutionäre Eigenschaften des zu entwerfenden Systemes kümmern. Pask betont das Evolution nicht vom Architekten als etwas angesehen werden kann, was der entworfenen Struktur widerfährt<sup>17</sup>, sondern als einen immanente Eigenschaft die sich in die Struktur einschreibt.

Viele menschliche Aktivitäten sowie die Interaktion mit der Umgebung sind symbolischen Charakters.

»Using visual, verbal or tactile symbols, man »talks with« his surroundings. These consist in other men information systems such as libraries, computers or works of art and also, of course, the structures around him. [...] The novel sub-theory

<sup>15</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>16</sup> Vgl. Pask, Gordon: *An Approach to Cybernetics*, London 1968, S. 73.

<sup>17</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 495.

is that structures may be designed (as well as intuited) to foster a productive and pleasurable dialogue.«<sup>18</sup>

Als Beispiel für eine existierende kybernetische Struktur in der Architektur führt Pask Gaudis *Parque Güell* an, der die symbolischen Bedürfnisse des Menschen erfüllt und infolgedessen funktional ist.

»[...] Gaudi's work, especially the Parque Güell [...] which, at a symbolic level, is one of the most cybernetic structures in existence. As you explore the piece, statements are made in terms of releasers, your exploration is guided by specially contrived feedback, and a variety (suprise value) is introduced at appropriate points to make you explore.

It is interesting that Gaudi's work is often contrasted with functionalism. Systemically it is fuctionalism pure and simple, though it is aimed at satisfying only the symbolic and informational needs of man.»<sup>19</sup>

Auf der anderen Seite konstituieren funktional interpretierte Bauwerke ein System, demzufolge ist die Konstruktion dieses Bauwerks ein System.

»The new techniques developed in the last century and the general mechanization of production facilities led to sub-theories concerned with achievment of forms (the most important centred around the Bauhaus) and these, in turn, restricted the forms that could be produced.«<sup>20</sup>

Aus diesen essentiell kybernetischen sub-theoretischen Entwicklungen, folgte ein Verlangen nach systemorientiertem Denken. Einige Architekten wollten Systeme entwerfen, obwohl von ihnen erwartet wurde Gebäude zu errichten.<sup>21</sup> Pask plädiert für ein Bündeln der isolierten Sub-Theorien auf Basis der Zusammenführung der gemeinsamen, wesentlichen Bestandteile:

---

18 Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

19 Ebd., S. 495.

20 Ebd., S. 495.

21 Vgl. Ebd., S. 495.

»[...]control, communication and system. Hence the generalization is no more nor less than abstract cybernetics interpreted as an overall architectural theory.«<sup>22</sup>

Die von der Kybernetik ausgehende *overall architectural theory* bietet eine Metasprache für kritische Diskussionen, indem sie nicht nur deskriptiv (z.B. Gebäudelehre), präskriptiv (in Form von Planunterlagen) sondern auch prädiktiv operiert. Infolgedessen kann Stadtentwicklung als *self-organizing system* modelliert werden und es können somit Vorhersagen über das Verhalten der Stadterweiterung getroffen werden. Die erklärende Kraft der Kybernetik kann laut Pask durch Programme als Entwurfshilfe und intelligente Erweiterung eines Werkzeuges begriffen werden, indem Konstruktionssysteme während des Entwurfsprozess integriert werden.<sup>23</sup>

Die Kybernetische Theorie der Architektur wird nach Pask in mindestens vier Bereichen für Fortschritt sorgen:

1. Verschiedene CAD Prozesse werden zu nützlichen Instrumenten entwickelt.
2. Konzepte aus sehr unterschiedlichen Disziplinen werden durch Konzepte der Architektur gebündelt, um einen breiten Blick über Zivilisation, Urbanität und Bildungssystem hervorzubringen.
3. »There will be a proper and systematic formulation of the sense in which architecture acts as a social control (i.e. the germ of an idea mentioned under 'Holism', will be elaborated).«<sup>24</sup>
4. »The high point of functionalism is the concept of a house as a 'machine for living in'. But the bias is towards a machine that acts as a tool serving the inhabitant. This notion will, I believe, be refined into the concept of an environment with which the inhabitant cooperates and in which he can externalize his mental processes [...]«<sup>25</sup>

Der zuvor erwähnte Gaudi erreichte einen Dialog zwischen dem Betrachter und

<sup>22</sup> Ebd., S. 496

<sup>23</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 496.

<sup>24</sup> Ebd., S. 496.

<sup>25</sup> Ebd., S. 496.

der Umgebung, welche mit modernen Technologien in eine reaktive Umgebung erweitert werden kann.

»If there is a human being in the environment, computer, material and all, engages him in dialogue and, within quite wide limits, is able to learn about and adapt to his behaviour pattern.«<sup>26</sup>

Die reaktive Umgebung ist in dem Sinne ein *Controller*, indem sie von Nutzern gesteuert wird.

Pask bietet ein einfaches kybernetisches Entwurfsparadigma, welches in verschiedenen voneinander abhängigen Abschnitten, im Kontext von reaktiven und adaptiven Umgebungen, zu Stande kommt und in folgende Punkte unterteilt wird:

1. Ziele des Systems sollen vom Entwerfer immer unterspezifiziert werden. Die Absicht des Entwerfers soll den Entwurf eines Satzes an Beschränkungen, welche erwünschte Methoden von Evolution bereitstellt, beinhalten.
2. »Choice of the basic environmental materials.«<sup>27</sup>
3. Eine Auswahl an Invarianten, d.h. Aussagen, welche über die Ausführung bestimmter Programmbefehle hinweg gilt, wird in das System programmiert. Der Architekt determiniert relevante Eigenschaften für den Dialog zwischen Mensch und Umgebung.
4. »Specification of what the environment will learn about and how it will adopt.«<sup>28</sup>
5. Die letzte Stufe beinhaltet einen Plan für Adaption und Entwicklung von unterspezifizierten Zielen des Systems, die aus einer Anzahl an evolutionären Prinzipien besteht.

Das von Pask vorgestellte Entwurfsparadigma gestattet dem Entwerfer es genauso am Paradigma und der Interaktion zwischen Entwerfer und entwerfendem System anzuwenden: »[...] the designer is controlling the construction of control

---

<sup>26</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 496.

<sup>27</sup> Ebd., S. 494.

<sup>28</sup> Ebd., S. 494.

systems and consequently design is control of control, i. e. the designer does much the same job as his system, but he operates at a higher level in the organizational hierarchy.«<sup>29</sup>

Wie man dem Text abschließend entnehmen kann, sollte sich der Architekt des 21. Jahrhunderts als Gestalter von Systemen erkennen. Die schon für Pask antiquierten Konzepte der *pure architecture*, bei denen es sich um »rigide codes of architecture«<sup>30</sup> handelte, entsprechen nicht mehr unserer durch das »Eindringen technischer Apparaturen und Automaten in alle Existenzbereiche«<sup>31</sup> veränderten »auf Komputation basierenden technischen Umwelt«<sup>32</sup>. Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden und die Zukunft gestalten zu können, ist es nötig die Welt als eine Vernetzung von Beziehungen, die eine organisatorische Einheit bilden, zu verstehen.

Pask hat in seiner Arbeit die notwendigen Eigenschaften solcher organisatorischer Einheiten, Steuerung, Kommunikation und Entwicklung, erforscht, die in der Conclusio im Zusammenhang mit Pasks vorhergegangenen Schaffen und in Bezug auf ihre Anwendung im Entwurfsprozess analysiert und vertieft werden sollen.

---

<sup>29</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 496.

<sup>30</sup> Ebd., S 494.

<sup>31</sup> Hörl, Erich: »Technologische Sinnverschiebung«, in: Hörl, Erich (Hrsg.): *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*, Suhrkamp Verlag Berlin 2011, S. 8.

<sup>32</sup> Ebd. S.11.



<sup>one</sup>  
**ACROSS**  
**ARCHITECTURE**

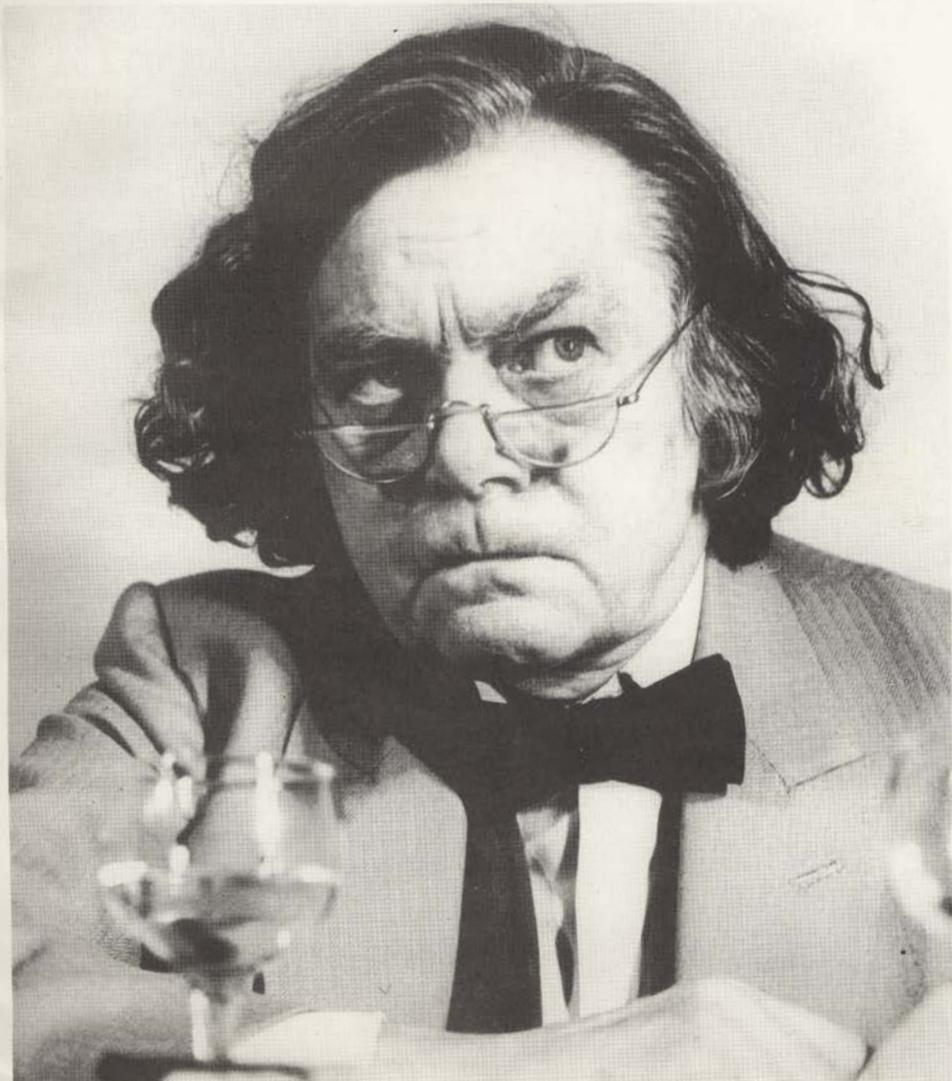


ABB. 1: GORDON PASK IN THE COVER OF THE FIRST ISSUE OF ACROSS ARCHITECTURE, 1984, GPA, BOX 4.44.2

Pasks Beziehung zur Architektur entwickelt sich in den frühen 60er Jahren, als er von Cedric Price, den er aus seiner Studienzeit aus Cambridge kannte, eingeladen wurde mit Joan Littlewood am *Fun Palace* Projekt mitzuarbeiten. Durch die Freundschaft und Zusammenarbeit mit Price an mehreren Projekten (unter anderem *Japan Net*<sup>1</sup>) wird er von ihm als Gastkritiker zu seinen Lehrveranstaltungen an der *Architectural Association* eingeladen.<sup>2</sup> Unter den damaligen Studenten waren beispielsweise Peter Cook, ein Mitglied von *Archigram*, und John Frazer, die stark von Pasks Sichtweisen über adaptive Architektur beeinflusst wurden. Pasks kybernetische Position aus der er sowohl den Entwurfsprozess als auch die Architektur als System betrachtete, fanden in Cooks und Frazers Lehrveranstaltungen an der *AA* Anklang.<sup>3</sup> Den Zeitgeist spiegelt Ron Herrons *Walking City* aus dem Jahre 1964 wieder, in der das adaptive Verhalten bedeutete, dass die Stadt sich aus einer feindlichen Umgebung in eine zuträglichere verlagern kann.<sup>4</sup> Peter Cooks *Plug-In City* kommt Pasks Konzept einer adaptiven Architektur am nächsten. Dabei handelt es sich um eine sich stetig entwickelnde Megastruktur, an der modulare Wohneinheiten, Verkehrsanlagen und andere essentielle Dienstleistungen angeschlossen (*plug-in*) werden. Die Stadt adaptiert sich stetig in der Wechselwirkung mit den Bedürfnissen der Bewohner.

Direkten Einfluss übte Pask auf das *Fun Palace* Projekt aus. Er gründete das

---

<sup>1</sup> Ausgeführt in: Goncalo M. Furtado C. Lopes: *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Envisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Wien 2009, S. 157-178.

<sup>2</sup> Vgl. Ebd., S. 73-92.

<sup>3</sup> Vgl. Ebd.,

<sup>4</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 364.

*Cybernetic Subcommittee* im Zuge des Projektes.<sup>5</sup> Pask war davon überzeugt, dass die Theorien der Kybernetik für den Entwurfsprozess und die Architektur von Bedeutung seien weil Beide (Architektur und Prozess) als eine organisatorische Einheit zu betrachten wären.<sup>6</sup> Diese Auseinandersetzung prägte Pasks Sichtweise auf die Architektur, da er die Relevanz der Kybernetik für die Architektur in der persönlichen Interaktion im Planungsteam durch den Entwurfsprozess entdeckte. Auf die gleiche Weise wie er in der Interaktion mit seinen kybernetischen Verfahren Theorien entwickelte, geschah dies ebenso in der Auseinandersetzung mit der Architektur. Das Konzept des *Fun Palace* ist vergleichbar mit dem Entwurf *Archigrams*, das Ziel war es einen rekonfigurierbaren adaptiven Raum zu gestalten, welcher eine große Vielfalt von Aktivitäten ermöglicht, die sich mit der Zeit änderten.<sup>7</sup> Dieser Raum musste die folgenden Eigenschaften besitzen: Entwicklung, Kommunikation und Steuerung.

Das Konzept der *aesthetically potent environments*<sup>8</sup> kann anhand von *Fun Palace* erklärt werden.

»The activities which the Fun Palace offered would be short-term and frequently updated, and a sample suggested by Joan Littlewood included a fun arcade, containing some of the mechanical tests and games which psychologists and engineers usually play; a music area, with instruments on loan, recordings for anyone, jam sessions, popular dancing (either formal or spontaneous); a science playground, with lecture/ demonstrations, teaching films, closed-circuit T.V.; an acting area for drama therapy (burlesque the boss!); a plastic area for modeling and making things (useful and useless). For those not wishing to take part, there would be quiet zones and also screens showing films or closedcircuit television of local and national happenings.

This program called for an architecture which was informal, flexible, unenclosed,

<sup>5</sup> Goncalo M. Furtado C. Lopes: *Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Envisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture*, Wien 2009, S. 51-72.

<sup>6</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494-496.

<sup>7</sup> Vgl. Pickering, Andrew: *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago und London 2011, S. 364-365.

<sup>8</sup> Ausgeführt in: Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan«, in J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, S. 76-98.

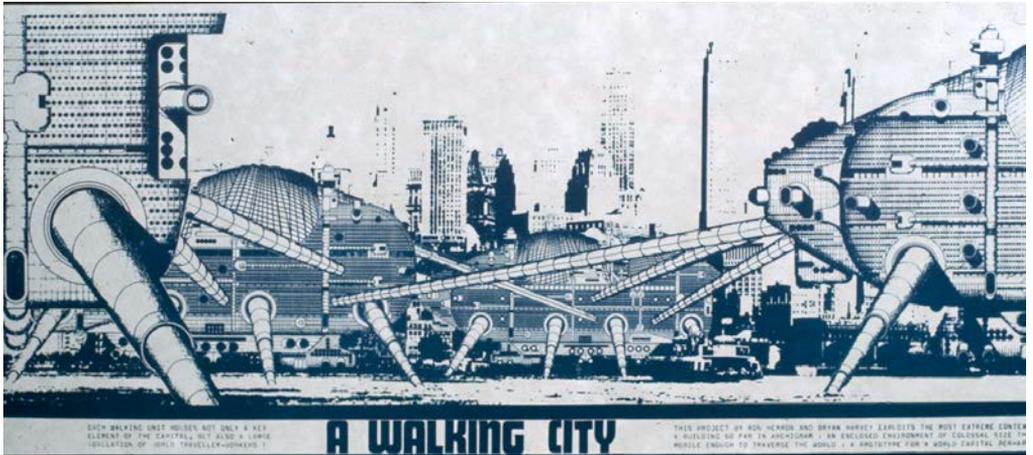


ABB. 2: A WALKING CITY, RON HERRON (ENGLISH, 1930-), ARCHITECTURAL GROUP: ARCHIGRAM (ENGLISH, 1960-1972)  
 IN: [HTTP://DOME.MIT.EDU/HANDLE/1721.3/21256](http://dome.mit.edu/handle/1721.3/21256)

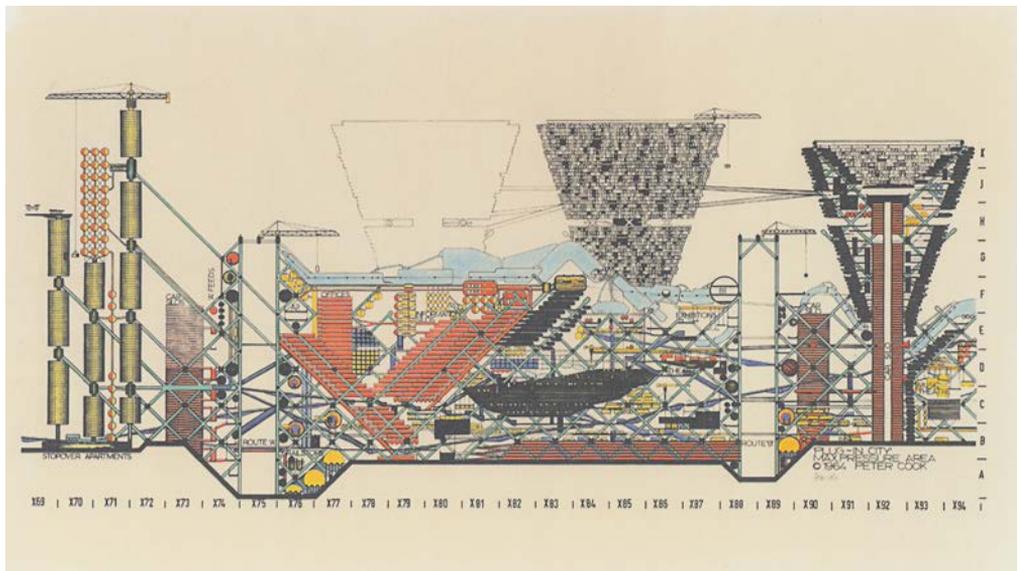


ABB. 3: PLUG-IN CITY, PETER COOK, 1962-64, SECTION, IN: [HTTP://RELATIONALTHOUGHT.WORDPRESS.COM/2012/05/21/1100/](http://relationalthought.wordpress.com/2012/05/21/1100/)

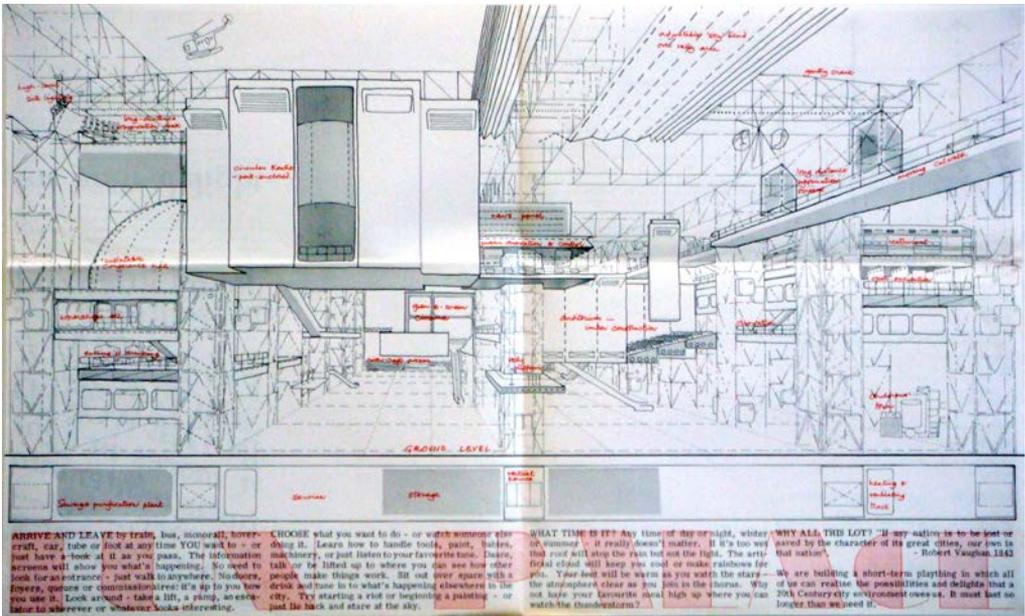


ABB. 4: JOAN LITTLEWOOD, FUN PALACE'S POSTER, 1964, (359X595 MM), GPA, BOX 5.27.1

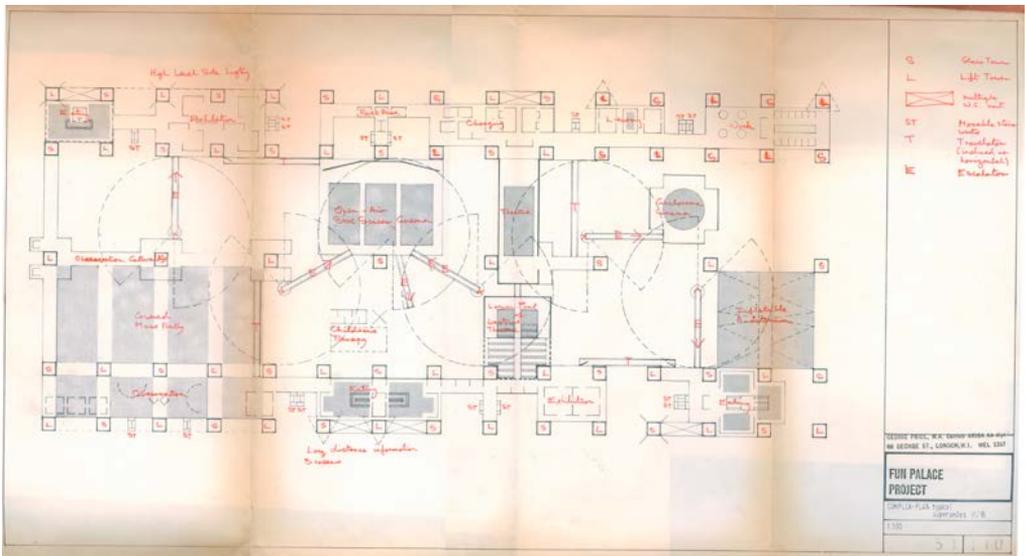


ABB. 5: CEDRIC PRICE, FUN PALACE PROJECT, 19.3.1965, (365X690 MM), GPA, BOX 5.27.1

and impermanent; the architecture did not need to be simply a response to the program, but also a means of encouraging its ideas to grow and to develop further. With an open ground-level deck and with multiple ramps, moving walkways, moving walls, floors, and ceilings, hanging auditoriums, and an overall moving gantry crane, the physical volumes of the spaces could be changed as different usages were adopted. The kit of parts for these operations included charged static vapor barriers, optical barriers, warm air curtains, a fog dispersal plant, and horizontal and vertical lightweight blinds. In the Fun Palace, no part of the fabric would be designed to last for more than ten years, and parts of it for possibly only ten days.«<sup>9</sup>

*Fun Palace* steht in einer klaren Relation zu Pasks *MusiColour* das er einige Jahre zuvor anhand entwickelt hatte. Dies erlaubt das *Fun Palace* Projekt aus der Perspektive *MusiColours* zu erschließen, indem die *aesthetically potent environments* auf die Verhaltensweisen der Performer reagieren und neue hervorrufen. Somit wird der Benutzer des *Fun Palace* aufgefordert neue Dinge auszuprobieren.

Für Pask sind Architektur und der Entwurfsprozess als eine organisatorische Einheit, als ein *self-organizing system* zu verstehen, welches die Eigenschaften Entwicklung, Kommunikation und Steuerung besitzt,<sup>10</sup> die wiederum als einzelne homöostatische Systeme zu betrachten sind. Daraus folgt, dass der Architekt und die Architektur als Systeme in einem Kommunikationssystem miteinander verwoben sind und somit in einer Wechselwirkung stehen. Die Eigenschaften der organisatorischen Einheit werden im folgenden anhand von Beispielen besprochen:

Bezüglich der Eigenschaft der Steuerung kann erwähnt werden, dass der Architekt Kontrollsysteme (mit den bereits erwähnten Eigenschaften) entwirft<sup>11</sup>, die wiederum den Entwurfsprozess regulieren. In diesem Sinne erschließt sich Architektur dem Entwerfer aus der Interaktion mit dem *aesthetically potent environment*.

„[...] the designer is controlling the construction of control systems and consequently design is control of control, i. e. the designer does much the same job as his system, but he operates at a higher level in the organizational hierachy.«<sup>12</sup>

<sup>9</sup> Landau, Royston: *New Directions in British Architecture*, London 1968, S. 76.

<sup>10</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>11</sup> Vgl. Ebd., S. 494-496.

<sup>12</sup> Ebd., S. 496.

Ein vergleichbares Kontrollsystem findet man bei *S.A.K.I.* In der Interaktion wird ein stabiles System zwischen Mensch und Maschine aufgebaut, welches ein individuelles Lernmodell des Benutzers erstellt und ihn somit bei seiner Tätigkeit unterstützt. In diesem Sinne stellt sich Pask ein Kontrollsystem für den Entwurfsprozess vor, der dem Architekten ein Denken am Modell ermöglicht, indem Entwurfsgedanken und deren Kommunikation erzeugt werden.

Bezüglich der zweiten Eigenschaft, der Kommunikation, kann erklärt werden, dass das Kommunikationssystem sich aus der Perspektive der *Colloquy of Mobiles* als soziale Praxis betrachten lässt. Diese ermöglicht den Informationsaustausch in dem die *Mobiles* ihre Fähigkeiten in der Interaktion mit ihrer Umgebung, mit anderen *Mobiles* entwickeln. Ebenso sind Architekten in einem *aesthetically potent environment*, einem Netzwerk aus »Menschen, Medien, Dingen und Diskursen«<sup>13</sup>, eingebettet. Nur durch die Interaktion in diesen Netzwerken gewinnt der Entwerfer seine Erkenntnisse, die das Entwerfen durch evolutionäre Eigenschaften des Entwurfsprozesses immer neu zusammensetzen.

Pask Sichtweise der dritten Eigenschaft, der Entwicklung in Systemen, wird durch seine Versuche mit den *chemical computer systems* eröffnet. Diese besitzen evolutionäre Eigenschaften, die dem System erlauben sich an eine Umgebung anzupassen, die im Vorhinein nicht bekannt war. Infolgedessen muss das System informationell offen sein, um durch Organisation einen Filter für bestimmte Informationen entwickeln zu können (*self-organizing systems*). In diesem Sinne muss der Entwurfsprozess offen organisiert werden,<sup>14</sup> um »selbst neue entwerferische Ziele [zu] generieren«<sup>15</sup>.

Die besprochenen Eigenschaften beschreiben einen offenen Entwurfsprozess der im Sinne Pasks als Konversation, die mit Hilfe der *Conversation Theory* dem Entwerfer erlaubt Konzepte, Ziele und einzelne Systeme und deren Eigenschaften zu entwickeln. Somit werden die Teilnehmer und Ziele der Konversation durch das Instrument der *Conversation Theory* in der Interaktion bekannt. Wenn diese jedoch kein gemeinsames Verständnis (im Sinne der *Conversation Theory*) hervorbringen können, werden Konzepte von eben diesen (Teilnehmern und Zielen) entwickelt.

<sup>13</sup> Gethmann, Daniel: »Interaktionen«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): *Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld 2009, S. 365.

<sup>14</sup> Vgl. Ebd., S. 360.

<sup>15</sup> Ebd., S. 367.

Für den Entwurfsprozess bedeutet dies, dass auch falls dieser nicht mit einem klaren Ziel beginnen sollte (Pask: *underspecified goal*),<sup>16</sup> durch die Interaktion mit der Problemstellung Konzepte zu Zielen entwickelt werden können. Dies bedeutet zum Beispiel auch, dass zu Beginn kein »Gebäude« entworfen wird, sondern erst durch die informationell offene Organisation und in der Interaktion mit der spezifischen Problemstellung ein Konzept generiert und ein Ziel definiert wird.

Dies führt zu der Sichtweise, dass der Architekt eine Umgebung entwerfen muss in der er seine offenen Entwurfsprozesse gestaltet, genauso müssen Studenten eine Umgebung entwerfen, wo sie studieren können (z.B. Zeichensaal).

Die *Conversation Theory* ist in diesem Kontext der organisatorischen Einheit von Entwerfer, offenem Entwurfsprozess, Entwurf und *aesthetically potent environment* (System=Architektur) als »Entwurfsverstärker«<sup>17</sup> (im *Original Design Amplifier*<sup>18</sup>) eingebettet in einem »Entwurfsnetzwerk«<sup>19</sup> zu sehen.

Dieser Aspekt des Entwurfsverstärkers und -netzes wird in *Soft Architecture Machine*<sup>20</sup> thematisiert. Negroponte vergleicht die Konstruktion von Intelligenten Systemen, welche evolutionäre Eigenschaften besitzen, mit den nötigen Eigenschaften eines offenen Entwurfsprozesses und der Architektur. Mit damaligen revolutionären Versuchen der *Architecture Machine Group* wird der Wandel des Kommunikationssystems der Architekten, die Theorien, Planunterlagen und deren Modelle beinhalten, in ein Medium eingeschrieben, welches die Zukunft der Interaktion dieser Informationen grundlegend verändern sollte.

Heutzutage bieten Medien wie Computersysteme viele Möglichkeiten für den Entwurfsprozess: statische Berechnungen werden durchgeführt, das Modell auf bauphysikalische Mängel untersucht, eine Optimierung der Raumbelichtung durchgeführt, Energiegewinn und -verbrauch berechnet, etc. Durch diese Innovationen wurde das »Entwurfsnetzwerk«<sup>21</sup> (vergleichbar mit einem Entailment

<sup>16</sup> Vgl. Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 494.

<sup>17</sup> Pias, Claus: »Jenseits des Werkzeugs«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): *Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld 2009, S. 278.

<sup>18</sup> Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, The MIT Press 1976, S. 108.

<sup>19</sup> Gethmann, Daniel: »Interaktionen«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): *Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld 2009, S. 365.

<sup>20</sup> Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, The MIT Press 1976.

<sup>21</sup> Gethmann, Daniel: »Interaktionen«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): *Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld 2009, S. 365.

Mesh) erweitert. Dieser neu entstandene Überfluss an Themen wird durch die *Conversation Theory* handbar, die durch den offenen Entwurfsprozess ermöglicht, aus diesem überdimensionierten heterarchischen Netz eine hierarchische Struktur zu bilden, an der Ziele und Unterziele ablesbar werden (vergleichbar mit einer Entailment Struktur, somit wird ein Ziel erreicht, oder sogar erst in der Interaktion konzipiert, welches ohne diese Verfahren (Prozeduren, Software) nicht möglich wäre.) Mit Algorithmen und Parametern werden Modelle generiert, die wiederum anders nicht erzeugt und nicht erschließbar wären.

In Pasks Aussage »*man as a system that needs to learn*«<sup>22</sup> ist inhärent, dass der Mensch die *Conversation Theory* nicht zur Erschließung der Welt braucht. Pask will jedoch durch die *Conversation Theory* die Systeme die uns umgeben als eine organisatorische Einheit betrachten, in die wir uns (durch eine Konversationssystem) einschreiben können. Dies erlaubt es, Systeme differenzierter aus mehreren Perspektiven zu betrachten und in einer Interaktion in Gestalt der Konversation zu entwickeln, um ein gemeinsames Verständnis des Lebensraumes zu erlangen.

In diesem Sinne muss Entwerfen als offener Prozess verwoben in einem Konversationssystem gesehen werden, das durch Entwicklung, Kommunikation und Steuerung in einem »Entwurfsnetzwerk«<sup>23</sup> als Struktur operiert.

Abschließend kann erklärt werden, dass Pasks Werk im Allgemeinen und die *Conversation Theory* im Besondern auf verschiedene Weise Einfluss auf die Architektur nehmen können und somit von Relevanz sind. So wird dadurch klar, dass der Entwerfer nicht isoliert in Autonomie agiert, sondern in ein System bestehend aus Maschinen, Menschen und seiner Umgebung im Allgemeinen eingegliedert ist. Daraus folgt, dass die Architektur im Sinne einer ästhetisch potenten Umgebung wandelbarer werden muss, was sich nicht nur im Entwurf, sondern auch in der Beeinflussung des Entwurfsprozesses durch die Gestaltung der Umgebung widerspiegeln muss.

<sup>22</sup> Pask, Gordon: »Man a System that Needs to Learn«, in: Scott, Bernard (Hg.): Gordon Pask, *The Cybernetics of Self-Organisation, Learning and Evolution, Papers 1960-1972, Selected and Introduced by Bernard Scott*, Wien, 251-322.

<sup>23</sup> Gethmann, Daniel: »Interaktionen«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): *Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld 2009, S. 365.

Außerdem erlaubt eine Beschäftigung mit der *Conversation Theory* jedem Entwerfenden eine bewusstere Auseinandersetzung mit dem eigenen Entwurfsprozess, um diesen (der nun auch adaptiv sein muss), besser beurteilen und optimieren zu können. In diesem Sinne ist »[...] design [...] control of control [...]«.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics«, in: *Architectural Design*, September 1969, S. 496.



## GLOSSAR GRUNDLAGEN DES PASKSSCHEN UNIVERSUMS

In diesem Glossar, der im Zuge der Arbeit entstanden ist, finden sich Erklärungen zu Grundbegriffen der Kybernetik, welche für das Verständnis der Arbeit und im Besonderen der Conversation Theory nützlich sein können.

## TOPIC (THEMA)

Ein Thema ist etwas was gelernt und mit einem Namen bezeichnet wird. Alles was gelernt werden kann ist ein Thema, solche können andere Themen beinhalten und auch ganze Themenbereiche umfassen.

»Pask believes that, for a learner (for he takes the part of a learner-and what other is there?) a topic (to be known/learnt-that is, understood) is its derivation (the way it is made from other topics), not its description, definition or any other such.«<sup>1</sup>

»a topic can only be generated [...] by the interaction of 2 or [...] more other topics (otherwise there would be nothing to generate difference) [...]«<sup>2</sup>

## CONCEPT (KONZEPT)

Ein Thema wird verständlich indem ein Konzept dieses Themas entwickelt wird.

»A concept is a (generally) fuzzy program, which is compiled in a suitable processor (usually a brain) and is undergoing actual or potential execution. It should be noted that concepts (qua programs) have a semantic interpretation. The compilation (a special processor interpretation) is sufficient to determine unfettered cognition, but in a strict conversation (see conversation [G.P.] , or other types of interaction between concept users, a concept is necessarily given a directly observable, in one sense, an »externalised« semantic interpretation or model (see »model theory).

a). literally working models fabricated in a laboratory-like or computer-like facility that, upon execution, bring about, construct, stabilise or reproduce whatever relation bears the concept's name; these may also be called »demonstrations« or »non verbal explanations«.

---

<sup>1</sup> Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: Systems Research 10, no.3 (1993), S. 214

<sup>2</sup> Glanville, Ranulph: »Conversation Theory: a terse summary«, GPA, 10.3.1987, S. 4.

b). explanations of the relation couched in a command and question language, L employed in the conversation (also, the programming language for the concept) , that are elicited in a reply to ›how‹ or ›why‹ questions.

In view of a) and b) together with Löfgren's identification of explanations (including non verbal explanations) with reconstruction sequences, it is legitimate to employ the location ›Concept reproduces Relation Rik. [G.P.]«<sup>3</sup>

### MEMORY (ERINNERUNG, SPEICHER)

Die Erinnerung ist die Rekonstruktion eines Konzeptes. Higher level processes are called memory.

»A memory is a concept that re-constructs or stabilises or reproduces other concepts; by extrapolation [...] learning is the construction or production of a concept. [G.P.]«<sup>4</sup>

### UNDERSTANDING (VERSTÄNDNIS, VERSTÄNDIGUNG, ERKENNTNIS, VORRAUSSETZUNG, BEGREIFEN, ÜBEREINKUNFT)

Das Verständnis ist die Voraussetzung des Begreifens eines Konzeptes und ist daher nachweisbar in Form des Gedächtnisses.

»the learning of a concept for the topic relation and its stabilization by memory. [G.P.]«<sup>5</sup>

»Intelligence is a property that is ascribed by an external observer to a conversation between participants if, and only if their dialogue manifests understanding.«<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 244.

<sup>4</sup> Ebd., S. 312.

<sup>5</sup> Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 248.

<sup>6</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 8.

## PROCEDURE (PROZEDUR/VERFAHREN)

Eine Prozedur ist ein Verfahren indem Elemente in Pasks symbolischen Universum Gestalt annehmen und erhalten.

## P-INDIVIDUAL (PSYCHOLOGISCHES-INDIVIDUUM)

»a p-individual is the cognitive element of Pask's world, the one that does the learning/knowing. P-Individuals ( the P stands for »psychological«) need not be people: they can be groups, they can be personalities (maybe at war with eachother[sic!]) within one person.«<sup>7</sup>

»Only particular configurations or concepts and memories are stable under execution; these themselves are characterised, in a language, as program-like organisations, called psychological individuals or P-Individuals. If compiled and executed in a suitable processor a P-Individual is a participant. The paradigm for a suitable processor (call it an L processor) is a brain, but these constructions are not inevitably tied to biological systems: they are processor-independent; that is, P-Individuals, unless specifically constrained, may be executed in any L processor (biological, mechanical or whatever).

In thus transpires that a concept may be said to belong to at least two types of integral entity; namely to a particular P-Individual (labelled A,B,...) or to a particular L Processor; for example, a brain (labelled  $\alpha, \beta, \dots$ ). Consequently the statement that a concept *i* belongs to a participant entails both meanings, with more or less ambiguity and this (irreducible) uncertainty, basic in all studies of cognition, underlies the equivocal status of the term »connotation« as it is commonly employed. It can readily be shown that the observability conditions realising an interpretation such as a) or b) (see concept [G.P.]) involves circumstances (for example, those pertaining in a strict conversation between participants) under which the P-Individuals A and B are distributed between L processors  $\alpha$  and  $\beta$  (that is some A programs normally executed in  $\alpha$ , are executed in  $\beta$  and vice versa, for the b programs

<sup>7</sup> Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: Systems Research 10, no.3 (1993), S. 215.

normally executed in  $\beta$ ). Similarly (sic!), any attempt to localise the execution of a P-Individual in an L processor (say A in  $\alpha$ ) results in the coexistence of more than one P-Individual. [G.P.]«<sup>8</sup>

#### M-INDIVIDUAL (MECHANISCHES-INDIVIDUUM)

»a p-individual needs something to be embodied in: A m-individual may be the substrate for many p-individuals«<sup>9</sup>

#### ENTAILMENT (ERFORDERUNG, FOLGEBEZIEHUNG)

Ein Entailment ist ein Hilfsmittel mit dem Derivationen eines Themas aus anderen Themenbereichen ermittelt werden und kann im Deutschen als Folgebeziehung bezeichnet werden. Zirkularität ist ein erforderlicher Bestandteil, insofern beinhaltet das Thema A, Thema B und C und kann wiederum auch aus Thema B und C zusammengesetzt werden.

#### ENTAILMENT MESH (MEHRDIMENSIONAL GRAPH, WISSENSNETZ)

Ein Entailment Mesh ist ein Ensemble von Themen die einen Themenbereich (der grundsätzlich als Lernstoff gesehen wird) aus ihren Folgebeziehungen (Entailments) konstituiert. Dieses Netzwerk von wechselseitigen Folgebeziehungen wird in Form eines mehrdimensionalen Graphen dargestellt, dessen Knotenpunkte (Verwebungen der Beziehungen) können als für das Verständnis erforderliche Themen, welche gelernt werden müssen, angesehen werden.

»[...] they were about the production and reproduction of concepts, entailment meshes could provide a dynamic model of what it means to know something: not merely the retrieval of structure or content out of a database (the »artificial

<sup>8</sup> Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 353.

<sup>9</sup> Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 215.

intelligence model, one might say) but rather the kinetic re-computation of individualized knowing. [...] Another useful capability of domain models represented in an entailment or knowledge structure is personalization.«<sup>10</sup>

#### PRUNE (KÜRZEN, REDUZIEREN, BESCHNEIDEN, STUTZEN, AUSLICHTEN)

Das Netzwerk von Folgebeziehungen (Entailment Mesh) wird willkürlich und zeitlich reduziert um die Zirkularizität zu brechen, damit einem P-Individuum der Zugang zum Lernen/Wissen ermöglicht wird. »This turns the mesh into a het[r]archy.«<sup>11</sup> Das auslichten dieses Netzwerks an Folgebeziehungen erzeugt eine hierarchische Struktur. Warren McCulloch prägte den Begriff der Heterarchie im Zusammenhang mit der Funktionsweise von neuronalen Netzen als Gegensatz zum Begriff Hierarchie.

»In einer Heterarchie stehen die Organisationseinheiten nicht in einem Über- und Unterordnungsverhältnis, sondern mehr oder weniger gleichberechtigt nebeneinander. Heterarchie steht für Selbststeuerung und Selbstbestimmung und betont dezentrale und Bottom-up-Entscheidungen. Jeder Teilnehmer bzw. jede Organisationseinheit einer heterarchischen Organisation ist also zugleich Manager bzw. Steuerungseinheit dieser Organisation.«<sup>12</sup>

»A form of Organization resembling a network or fishnet. Authority is determined by knowledge and function.[S.U.]«<sup>13</sup>

#### ENTAILMENT STRUCTURE (STRUKTUR VON FOLGEBEZIEHUNGEN)

»The hierachical or »pruned« form of an entailment structure hides or ignores the

<sup>10</sup> Pangaro, Paul: »Thoughtsticker 1986: A Personal History of Conversation Theory in Software, and its Progenitor«, Gordon Pask in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 102.

<sup>11</sup> Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 215.

<sup>12</sup> »Heterarchie«, in: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Heterarchie&oldid=116583188>

<sup>13</sup> Zitat von Stuart Uempleby, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 64.

heterarchical, cyclic organisation that makes a system of concepts productive and self-reproductive.«<sup>14</sup>

#### CYCLICITY (ZYKLIZITÄT) / CIRCULARITY (ZIRKULARITÄT)

»Cyclicity is the principle by which procedures produce topics (etc) by continuing to produce them. It is the dynamics of the process. All elements of Pask's world are cyclic. Equally, entailments are cyclic[...], as are paths taken through entailment meshes (eventually, in the limit). Entailment structures are pruned in order to (for the instant) destroy this cyclicity.«<sup>15</sup>

»The form of a process executed in an organization in which, after an indefinite (but usually small) number of steps the process ends up where it started (but often with a different value). Recursive systems are circularities, as is the understanding of control and of (conversational) communication [...].«<sup>16</sup>

#### COMMUNICATION (KOMMUNIKATION)

»The act and means by which one system persuades another system to create an understanding (its own understanding).«<sup>17</sup>

#### CONTROL (STEUERUNG)

»The ability to present inputs to some process/machine such that only desired outputs are observed. [G.K.]«<sup>18</sup>

14 Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 181.

15 Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 215.

16 Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

17 Ebd., S. 25.

18 Zitat von Glenn Kowack, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 63.

»The act by which one (controller) system shapes the behavior of another (controlled) system, so that its behavior is more to the liking of the controller. However, investigation shows that control is circular and that controller and controlled are roles determined by an observer.«<sup>19</sup>

»Control may be taken as liberally as desired. Some term like ›persuading‹ or ›advising‹ or ›catalysing‹ might easily replace ›controlling‹. Saying, in this sense, that teaching is the control of learning is not intended to suggest an authoritarian [...] approach; the phrase itself is neutral on such issues though it later appears that a specially authoritarian approach to teaching is not recommended.«<sup>20</sup>

#### FEEDBACK (RÜCKKOPPLUNG)

»Information about the results of a process which is used to change the process itself. [S.U.]»<sup>21</sup>

»Pask was one of the first to realize (and to act on this realization) that feedback is a matter of form: that what is revolutionary in the circularity which feedback introduces is not a matter of energetics but of organization, of the form of the system. [...] That is, when we consider systems in terms of information, we are considering them in terms of their form. Think of ›in-form-ation.«<sup>22</sup>

#### LANGUAGE (SPRACHE)

»The conversation takes place in a potentially formalisable language L. Although L can be a spoken or written language, in the special and clearcut case where B's role is executed by a machine L is a mechanical language. If so L expressions

<sup>19</sup> Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

<sup>20</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 35.

<sup>21</sup> Zitat von Stuart Umpleby, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 33.

<sup>22</sup> Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 122.

typically consist in sequences of graphic displays, signalling events, or responses such as building model, solving a problem, or writing a computer program. Whether spoken, written or mechanised, L must be rich enough to accommodate fairly sophisticated transactions: in particular, L is a command and question language not just an assertoric language.«<sup>23</sup>

#### LP (PROTO LOGIK)

»Lp describes the interaction of conceptual entities by providing rules that constrain the interaction of these entities and hence model their evolving organization. These interactions are described at the level of concepts, that is, as the interaction of topics in relation that form conceptions. Lp contains injunctions as to how topics can and may interact [...].«<sup>24</sup>

Protolanguage (Lp) »[...] ensure that understandings occur and that their occurrence can be observed.«<sup>25</sup>

#### CONVERSATION (KONVERSATION)

»Conversation is, indeed, an interactive process.[...] Conversation is so central in our existence that it is perhaps the most blatant and also the most exact example of interaction.[...] We do the same with devices that vacuously mirror our statements, looking for significant meaning [...].«<sup>26</sup>

»A conversation is the means if communicating between p-individuals. Conversations involve understandings of concepts of topics presumed to be sharable. In a conversation, an understanding of a topic is presented to another p-individual, that returns its understanding of (what is presumed to be) the same topic so that the proposer can confirm the similarity of the two understandings. A

<sup>23</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 71-72.

<sup>24</sup> Pangaro, Paul: A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations, Department of cybernetics, Brunel (Draft 16.09.1986) GPA, S. 10.

<sup>25</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993), S. 180.

<sup>26</sup> Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 131.

conversation is circular. It is a relativistic means of communicating relativistic (and personal) understandings.«<sup>27</sup>

»While conversations rely on circularity, they also insist on the separation of conversational-participants. The meaning in a conversation is not a transmitted, encoded message, but is whatever each participant makes of it. I speak what I can; you hear what you will wish [sic!] you can repeat back to me in your own words so that I, listening, can make my understanding of what I take to be your understanding of what you took to be my understanding: and by comparing my two understandings, I may assess »error«, that is, discern misunderstanding.«<sup>28</sup>

»A circular form of communication in which each participant constructs his own understanding. Checks on understandings between participants occur through representation of individual understandings in a feedback loop. Conversation occurs between participants and is essentially interactive.«<sup>29</sup>

#### CONVERSATIONAL DOMAIN (KONVERSATIONELLER BEREICH)

»[C]onversational domain in particular, is a related collection of relations;«<sup>30</sup>

»First, it is maintained that any psychological experiment is a conversation between two or more participants A and B on a series of topics that form a conversational domain.«<sup>31</sup>

»Conversation theory includes an evolving theory of conversational domains: ways of characterising and describing the knowings and doings of P-Individuals that are premissable if the integrity of participants is to be maintained.«<sup>32</sup>

»One, having some understanding (meaning) will present this in a space (which Pask

<sup>27</sup> Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: Systems Research 10, no.3 (1993), S. 216.

<sup>28</sup> Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.14.

<sup>29</sup> Ebd., S. 25.

<sup>30</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 75.

<sup>31</sup> Ebd., S. 71.

<sup>32</sup> Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: Systems Research 10, no.3 (1993), S. 181.

called a »Conversational Domain, or wearing his educational mortarboard, »Subject Matter« (Pask and Scott 1973)) constructed and shared by and between them, by some means (such as spoken language-Pask (...)). Through this presentation - which is not, of course, the understanding- the second conversant creates his/her own understanding (of the first conversant's understanding) and then presents it back to the first. In turn, the first creates his/her own understanding of the presentation (of the second conversant's understanding of the presentation (of the first conversant's understanding)). This is compared with the original understanding the first conversant wished to communicate. If they are congruent, the first conversant may assume that (s)he has communicated with the second so that the second has built an understanding which is that conversant's equivalent of his/her own in how it has been presented back to him/her. If not, the process is repeated in order to attempt to overcome the error, or we give up (»agree to disagree«, as Pask would have it).«<sup>33</sup>

## INTERACTION (INTERAKTION)

»[...] from interaction arises all individuals, all distinctions and therefore all »conceptions«. These make up (or »inhabit) the organization of systems as a whole.«<sup>34</sup>

»interaction rather than action and reaction.«<sup>35</sup> »interaction is productive and deals with the undetermined.«<sup>36</sup>

»Mutual responsiveness that may lead to novelty, in which no participant has formal control over the proceedings. Interaction occurs between participants, not because of any one of them. Conversation epitomizes interaction in progress.«<sup>37</sup>

33 Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 129-130.

34 Pangaro, Paul: A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations, Department of cybernetics, Brunel (Draft 16.09.1986) GPA, S. 7.

35 Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 121.

36 Ebd., S. 125.

37 Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

verschieden Arten von Interaktionen können in einem System auftreten. Ausschlaggebend ist wenn Information neu ist und das System unter Beobachtung steht.<sup>38</sup>

#### INTERFACE (SCHNITTSTELLE)

»A, B conversation takes place across an interface which separates A and B, which serves as their communication medium and at which position an external observer [...] may scrutinise and record A, B transactions.«

»Interaction is a product of the involvement of both participants, non-directional (i.e. circular), non-causal, without (eventual or ultimate) control, and requiring a space of its own in which to occur - the interface which I have described as the space between [...].«<sup>39</sup>

#### OBSERVATION (BEOBACHTUNG)

»What the observer determines to be the case. Observation is not necessarily visual.«<sup>40</sup>

»The minimum psychological observable is that of an interaction between two distinguishable entities, the distinction of which is made by an observer [...].«<sup>41</sup>

»The role of the observer and the interaction are so inextricably linked that they are duals; one does not exist without the other [...].«<sup>42</sup>

---

38 Pangaro, Paul: A Realization of the Protologic  $L_p$  by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations, Department of cybernetics, Brunel (Draft 16.09.1986) GPA, S. 8.

39 Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 131.

40 Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

41 Pask, Gordon: »Aspects of Machine Intelligence«, in: Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, The MIT Press 1976, S. 12.

42 Pangaro, Paul: A Realization of the Protologic  $L_p$  by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations, Department of cybernetics, Brunel (Draft 16.09.1986) GPA, S. 7.

## OBSERVER (BEOBACHTER)

»The system that determines what is the case.«<sup>43</sup>

## GOAL (ZIEL)

»The subject has a goal which is either to solve problems or to learn how to solve them. Although it is true that the goal is achieved when certain relations are brought about and maintained [...], the goal itself is not just a stable condition; it is a purpose or intention entertained by the subject.«<sup>44</sup>

»A goal is a description of the relation computed by a concept. Such descriptions are usually underspecific insofar as the majority of concepts have Fuzzy intensions (programs). Their existence is a prerequisite for the reproductive computations already discussed, (that is, at a microstructural level, a description is computed and a program is constructed to realise this description).

A participant may intend to achieve a goal if there is a concept for it in his repertoire; if not he may intend to learn to achieve a goal, by building a concept that may achieve it. [G.P.]«<sup>45</sup>

## COHERENCE (KOHÄRENZ)

»Pask has much to say about the types of relations that are required to most-reliably convey meaning in his construct of entailment meshes [Pask 1980A, Pask & Pangaro 1980, Pask & Scott 1973]. Some involve the »why« of the way the concepts interrelate, that is, they involve a goal. Such »why« relations give an orientation to the hearer as to intention. Another type of relation involves how these concepts are to be combined in action, in the nitty-gritty of achieving the goal.

<sup>43</sup> Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

<sup>44</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 35.

<sup>45</sup> Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 51.

This requires an example to make clear, and here is the forever-repeated example of the circle-compass-plane:

- i. A compass can be used to inscribe the geometric form of a circle on a plane.
- ii. By holding the arm of the compass with the sticking point stationary in the plane, and then by using the end of the other arm of the compass to inscribe a mark in the plane as the entire compass is rotated around the stationary point, the resulting mark is a circle.

You should recognize these two types of relations—a why and a how—in these two statements. Pask's claim is that the neighborhood comprising circle-compass-plane is a concept that is coherent. This particular type of relation is therefore called a coherence.

This is interpreted to mean that the two relations drawn by the statements above—one ›descriptive‹ and the other ›prescriptive‹—are necessary and sufficient for a cognitive understanding. Because of the detailed interdependency of the two complementary relations—how they ›interlock‹ or ›make sense together‹—it is more difficult (though not impossible) to mis-understand intention when both are available, either explicitly or implicitly. Thus, they can be used by the listener to construct a meaningful whole. Because of this, conversation—and cognition in general—has the degree of reliability that it does.«<sup>46</sup>

## LEARNING (LERNEN)

›Rather than taking an examination, students should show evidence that they can reproduce the required concept in a conversation with a tutor [...] during which the concept reproducing process can be externalised for observation as the student ›teaches back‹ the concept he has allegedly learned.«<sup>47</sup>

<sup>46</sup> Pangaro, Paul: »Instructions for Design and Designs for Conversation«, in: <http://www.pangaro.com>, 8.8.2013, S. 6.

<sup>47</sup> Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 63.

»... learning is a constructive process occurring in the interaction between the learner and what is to be learnt [...].«<sup>48</sup>

»learning which, within this theory, entails a change in what may occupy the subject's attention [...] which is correlated through the other participant[...].«<sup>49</sup>

## EPISTEMOLOGY (EPISTOMOLOGIE)

»What may be known, and how we can come to know this.«<sup>50</sup>

»Recognition that the other has, by definition, a different understanding and a different way of (re-)presenting this understanding. This is the basic epistemological position of Conversation Theory, and is a necessary condition for interaction to be possible. If there is no difference, there is no need for us to develop our own understanding and there is no basis for the new.«<sup>51</sup>

## ORGANIZATION (ORGANISATION)

»All of the relations between the components of a system, and which define the system as such. In contradistinction to structure, the actual relations holding between the components of a given system, organization refers to classes of relations which can be realized by several possible structures. Organization is truly the subject matter of a system science in a broad sense. Its central connotation, that of a holistic view of what is seen, is age-old,[...] the whole is certainly more than its parts, it is the parts and its organization. [F.V.]«<sup>52</sup>

48 Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 126.

49 Pask, Gordon: *Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. Elsevier, Amsterdam and New York 1975, S. 43.

50 Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf> am 4.9.2013, S.25.

51 Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. : *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Vienna 2007, S. 137.

52 Zitat von Francisco Varela, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 104.

## SELF-ORGANIZING SYSTEM (SELBST-STABILISIERENDE SYSTEME)

»Typically self-organizing systems are »alive« though we shall examine some which have been embodied in »inanimate« materials. Let us take »man«, whom most of us would agree is a self-organizing system. A man is any member of a well-specified (that is, specified in a way that meets common approval) in a vast number of ways, according to an observer's objective. Man, for example, may be specified anatomically (two legs, head, and so on), or alternatively as a decision maker which influences and is influenced by his circle of acquaintances. Each specification is equally valid and entails criteria of similarity. The point is, there are objectives for which neither the first specification (and the criteria it entails), nor the second (and the criteria it entails) are sufficient. In conversation, when trying to control a man, to persuade him to do something, how do I define him? Manifestly, I do not, at least, I continually change my specification in such a way that he appears to me as a self-organizing system.

Hence, the phrase »self-organizing system«, entails a relation between an observer and an assembly. It also entails the observer's objective (an assembly may be a self-organizing system for one observer but not another, or for one objective but not another). Again it is possible that an assembly will appear as a self-organizing system initially and become stationary after interaction (the conversation partner does, on average, what I ask him). The dependence is also evident in measures of organization; for example, Von Foerster proposes to use Shannon's Redundancy for this purpose. A system is »self-organizing« if the rate of change of its redundancy is positive. [G.P.]<sup>53</sup>

## ANALOGICAL UNIVERSE (ANALOGISCHES UNIVERSUM)

»A metaphor is an L expression designating an analogy relation. An analogy relation is a relation between relations described, in extension, as a morphism, (for example, a one to one correspondence or isomorphism or a homomorphism). The relations in

<sup>53</sup> Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 231.

question are instantiated by programs which compute them (so is the analogy itself) and each relation has a semantic interpretation (usually a class of models). Often though not always the relations united by an analogy belong to distinct universes of interpretation (meaning that their model classes are independent under a given L description of the conversational domain) of which they form a part. Invariably, the analogy itself (and its model class) has a distinct universe of interpretation called the analogical universe. [G.P.]«<sup>54</sup>

#### ARTIFICIAL INTELLIGENCE (KÜNSTLICHE INTELLIGENZ)

»The simulation by computer programs of activity considered intelligent. The difficulty is in deciding what is intelligent in such a way that not all computer programs are automatically included (after all, an arithmetic operation can also be considered intelligent). The common solution of this difficulty is to define intelligence as problem-solving and give a list of problem-solving tasks that have been attempted in artificial intelligence research, such as game-playing (chess, checkers) , theorem-proving, etc. [G.P.]«<sup>55</sup>

---

54 Zitat von Gordon Pask, in: Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995), S. 260.

55 Ebd., S. 151



## LITERATURVERZEICHNIS

### SELBSTSTÄNDIGE SCHRIFTEN

- Beer, Stafford: Cybernetic and Management, London 1959.
- Furtado, Goncalo M. : Pask's Encounters: From a Childhood Curiosity to the Envisioning of an Evolving Environment, Exchanges between Cybernetics and Architecture, Wien 2009.
- Glanville, Ranulph: Conversation Theory: a terse summary, Manuskript, 10.3.1987, Gordon-Pask-Archiv Wien.
- Glanville, Ranulph/Müller Karl H. (Hg.) : Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician, Wien 2007.
- Heinz von Foerster, (Hg.), Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and The Communication of Communication, Urbana 1974.
- Negroponte, Nicholas (Hg.): Soft Architecture Machines, Cambridge 1976.
- Negroponte, Nicholas (Hg.): The Architecture Machine: Toward a more Human Environment, Cambridge 1973.
- Landau, Royston: New Directions in British Architecture, London 1968
- Pangaro, Paul: »A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation and A Confirmation of its Macro Theory of Conversations«, Entwurf, 16.09.1986, Gordon-Pask-Archiv Wien.
- Pask, Gordon: An Approach to Cybernetics, London 1968.
- Pask, Gordon: Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology, Amsterdam und New York 1976.
- Pask, Gordon: Conversation, Cognition and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology, Amsterdam und New York 1975
- Pask, Gordon: Matching transducers for the Human Operator, technical Notes compiled for Mr. Kennerly Edwards, Manuskript (Konvolut 1954), August 1954, 1, Gordon-Pask-Archiv am Institut für Zeitgeschichte Wien. Box 4.43.2.
- Pask, Gordon/ Curran, Susan: Microman, Living and growing with computers,

London 1982.

Pias, Claus (Hrsg.): Cybernetics | Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, 2 Bde., Zürich und Berlin 2003.

Pickering, Andrew: The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future, Chicago und London 2011.

Reichardt, Jane (Hg.): Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts, London 1968.

Vrachliotis, Georg: Geregelte Verhältnisse, Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik, Wien und New York 2012.

Wiener, Norbert: Cybernetics or control and communication in the animal and the machine, New York und London 1961.

## UNSELBSTSTÄNDIGE SCHRIFTEN

Ashby, Ross: »Design for a Brain«, in: Electronic Engineering 20, 379-383.

Beer, Stafford: »A filigree friendship«, in: Kybernetes Vol. 30 No. 5/6, 2001, 551-559.

Beer, Stafford: »A Progress Note on Research into a Cybernetic Analogue of Fabric.«, in: Harnden, R/Leonard, A (Hg.): How Many Grapes Went into the Wine: Stafford Beer on the Art and Science of Holistic Management, New York 1994, 25.

Bird, Jon und Di Paolo, Ezequiel: »Gordon Pask and His Maverick Machines«, in: Husbands, Phil et. al. (Hg.): The Mechanical Mind in History, Cambridge und London 2008: 185-211.

Frazer, John Hamilton: »The cybernetics of architecture: a tribute to the contribution of Gordon Pask«, in: Kybernetes, Vol. 30 No. 5/6, 2001, 641-651.

Gethmann, Daniel: »Interaktionen«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.): Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science, Bielefeld 2009, 259-371.

Glanville, Ranulph: »An Approach to Cybernetics (Gordon Pask, 1961)« in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. (Hg.) : Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician, Wien 2007, 13-28.

- Glanville, Ranulph: »And He Was Magic«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H.(Hg.) : Gordon Pask, *Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, 119-142.
- Glanville, Ranulph: »Pask: a Slight Primer«, in: *Systems Research* 10, no.3 (1993): 213-218.
- Glanville, Ranulph/Scott, Bernard: »About Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. (Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, 195-200.
- Hörl, Erich: »Technologische Sinnverschiebung«, in: Hörl, Erich (Hrsg.): *Die technologische Bedingung, Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*, Suhrkamp Verlag Berlin 2011, 7-53.
- Pangaro, Paul: »Thoughtsticker 1986: A Personal History of Conversation Theory in Software, and its Progenitor, Gordon Pask« in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H.(Hg.): *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007, 97-118.
- Pangero, Paul: »Dandy of Cybernetics«, in: *Guardian Newspaper*, London, 16.4.1996.
- Pask, Gordon: »A Comment, a Case History and a Plan« in: J. Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art and Ideas*, London 1971, 76-98.
- Pask, Gordon: »Aspects of Machine Intelligence«, in: Negroponte, Nicholas: *Soft Architecture Machines*, Cambridge 1976, 7-31.
- Pask, Gordon: »Heinz von Foerster's Self-Organisation: The Progenitor of Conversation and Interaction Theories« in: *Systems Research* 13, no.3 (1996): 349-352.
- Pask, Gordon: »SAKI: 25 years of Adaptive Training into the Microprocessor Era«, in *International Journal of Man-Machine Studies* 17, Special Issue on Mycroprocessor Technology, 69-74.
- Pask, Gordon: »The architectural relevance of cybernetics« in: *Architectural Design*, September 1969, 494-496.
- Pask, Gordon: »The colloquy of mobiles«, in: Reichardt, Jane (Hg.): *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts*, London (1968): 34-35.
- Pask, Gordon: »The Natural History of Networks«, in M. Yovits/ S. Cameron (Hg.), *Self-Organizing Systems: Proceedings of an Interdisciplinary Conference*, 5 and

6 May, New York 1960, 232-263.

Rosen, Margit: »The control of control - Gordon Pask's kybernetische Ästhetik«  
in: Glanville, Ranulph/Müller Karl H. (Hg.) : Pask Present, An exhibition of art  
and design inspired by the work of Gordon Pask (28 June 1928 to 28 March  
1996) cybernetician and artist, Wien 2008, 131-191.

Scott, Bernard: »Introduction«, in: The Cybernetics of Self-Organisation, Learning  
and Evolution. Papers 1960-1972, Selected and Introduced by Bernard Scott,  
Wien 2011, 13-16.

Scott, Bernard: »The Cybernetics of Gordon Pask«, in: Glanville, Ranulph/Müller  
Karl H.(Hg.) : Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the  
Cybernetician's Cybernetician, Wien 2007, 29-52.

Scott, Bernard: »Working with Gordon«, in: Systems Research 10, no.3 (1993): 167-  
182.

Pask, Gordon: »Man a System that Needs to Learn«, in: Scott, Bernard (Hg.):  
Gordon Pask, The Cybernetics of Self-Organisation, Learning and Evolution,  
Papers 1960-1972, Selected and Introduced by Bernard Scott, Wien, 251-322.

Pias, Claus: »Jenseits des Werkzeugs«, in: Gethmann, Daniel/Hauser, Susanne (Hg.):  
Kulturtechnik Entwerfen, Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und  
Design Science, Bielefeld 2009, 269-286.

Von Foerster, Heinz: »On Gordon Pask«, in: Kybernetes Vol. 30 No. 5/6, 2001,  
630-635.

## INTERNET QUELLEN

Glanville, Ranulph: »Gordon Pask«, in: [http://iss.org/projects/gordon\\_pask](http://iss.org/projects/gordon_pask) ,  
28.03.2013.

Glanville, Ranulph: »Second Order Cybernetics«, in: <http://www.facstaff.bucknell.edu/jvt002/brainmind/Readings/SecondOrderCybernetics.pdf>, 04.09.2013.

Pangaro, Paul: »Cybernetics And Conversation«, in: <http://www.pangaro.com/published/cyb-and-con.html>, 04.09.2013.

Pangaro, Paul: »Gordon Pask, 1928-1996«, in: <http://www.pangaro.com/Pask->

Archive/Pask-InM-ASC.html , 28.03.2013.

Pangaro, Paul: »Cybernetics and Conversation«, 1996, in: <http://www.pangaro.com/published/cyb-and-con.html>, 28.05.2013.

Pangaro, Paul: »Instructions for Design and Designs for Conversation«, in: <http://www.pangaro.com/published/Instructions+Design+Conversation-v3.pdf>, 08.08.2013.

Scott, Bernard: »Obituary for Porf. - Gordon Pask«, in: <http://thehope.tripod.com/PASK.htm> , 28.03.2013.