Kybernetische[s] Zeich[n]en. Eine Vereinheitlichende Sprache von Pasks Kybernetik und der Computerkunst in Deutschland

Liss C. Werner

Abstrakt

Der Aufsatz gibt einen Überblick über die Beziehungen von Kybernetik und der in den 1960er Jahren in Deutschland entwickelten Computerkunst. Im Zentrum stehen der britische Kybernetiker Gordon Andrew Speedie Pask sowie Frieder Nake und Georg Nees, Mitbegründer der Computerkunst. Erst in den 1960er und 70er Jahren begannen Wissenschaftler wie Max Bense, Abraham A. Moles, Vera Molnar, Georg Nees und Frieder Nake sich mit Fragen der kybernetischen Prinzipien „Feedback" und „Informationstransfer" in Kunst, Gestaltung und Wissenschaft zu beschäftigen. Ihre sogenannte Computerkunst untersuchte die Ästhetik von Computersprachen für den automatisierten Prozess generativer Iterationen, die von festen Zuständen eines vorbestimmten Formalismus abweichen. Zur gleichen Zeit entwickelte in Großbritannien Gordon Andrew Speedie Pask die Konversationstheorie, ein mathematisches Modell, das er bei seinen kybernetischen 'Maschinen' anwendete. Die dabei von Pask entwickelten Netzwerk- und Konversationsdiagramme erfassten mögliche Interaktionen zwischen den Akteuren und Phänomene bis dato unbekannter Verhaltensformen. Zentrale Fragestellungen der Untersuchungen, sowohl von Pask als auch von Nake und Nees, waren zum einen die Dichotomie 'Kontrolle und Autorschaft über Form und Schöpfungsmethode', zum anderen 'Form und ihre Ästhetik als Ergebnis aktivierter dynamischer systemisch vorprogrammierter Regelwerke' (und nicht als statische inaktive Zustände). Damit basieren beide Ansätze, die frühe Computerkunst als auch Pasks Logik, auf Grundlagen der Kybernetik, eine damals noch junge Forschungsrichtung, die zunehmend innerhalb der Wissenschaften inter- und transdisziplinär Anwendung fand.

Schlüsselworte: Kybernetik, Gordon Pask, Frieder Nake, Georg Nees, Computerkunst, Deutschland.

Kybernetik als Vereinheitlichende Sprache für Zusammenhängende Systeme

1948 prägte der amerikanische Mathematiker und Philosoph Norbert Wiener den Begriff ‚Kybernetik'. Sein Buch „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine" als theoretische Grundlage für die Kybernetik als Wissenschaft, die eine Brücke zwischen den Disziplinen schlagen kann. Tatsächlich fand die Kybernetik Eingang in das Spektrum der unterschiedlichen Disziplinen und entwickelte sich von einem ‚Werkzeug zur Steuerung linearer Systeme' zu einem ‚Generator für komplexe Zeichnungen und selbstorganisierende, multidimensionale, semantische Netzwerke'. Operative Kybernetik beschäftigt sich mit Phänomenen des Kontrollierens, Managens, Steuerns und Regulierens. Phänomene, die in Systemen jedweder Art vorkommen und jeweils unterschiedlich sind in Definition, Ausführung, Kommunikationsmodi und dem Prozess der Informationsübertragung. In diesem Aufsatz vertrete ich die These, dass es der Kybernetik möglich ist, eine vereinheitlichende Sprache anzubieten und so den Wissens- und Informationsaustausch zwischen unterschiedlicher Wissenschaften zu unterstützt – bzw. generiert. Meiner Ansicht nach befinden wir uns gegenwärtig in einem Prozess der ‚Kybernetifizierung', folgend einem Prozess der funktionalen und teilweise formalen Digitalisierung. Gepaart mit zunehmender Komplexität ermöglicht, generiert und kreiert das jetzige kybernetische Informationszeitalter analog, digital und biologisch eine Vielzahl gleichzeitiger Formen der Rückkopplung. [Werner 2017, Werner 2018] Kommunikation als Prozess der Informationsübertragung ist für jedes der oben genannten Phänomene

 BY-NC-ND

der Kybernetik, Kontrollieren, Managen, Steuern und Regulieren, relevant. Denn Kybernetik basiert auf Rückkopplung (Feedback), eine Reaktion, die das zukünftige Verhalten eines Systems mehr oder weniger beeinflusst. Verhalten, das zur Weiterentwicklung, zum Florieren, zur Schwächung oder zur Zerstörung des jeweiligen Systems führen kann. Feedback ist ein wesentlicher Motor für jedes kybernetische System. Sei es ein soziales System aus menschlicher oder tierischer Interaktion, ein kognitiv-biologisches System aus Neuronen und Muskeln, ein technisch-sensorisches System, wie ein Thermostat, oder ein algorithmisches System aus Binärcode und Kommunikationsraum für KI und deren ‚künstliche' Lernalgorithmen. Ein kybernetisches System besteht aus ‚programmierten' integralen Zeichen, die interagierende Konstrukte ermöglichen. Diese programmierten Zeichen sind Informations-Sender (z.B. ein Algorithmus), Informations-Träger (z.B. ein Stück Papier), Informations-Überträger (Kommunikationsmedien, z.B. ein Drucker), Informations-Empfänger (Beobachter) und die Information selbst. Interagierende Konstrukte sind isomorph zu den Formen, die sie repräsentieren. Die Form selbst ist ein numerisch beschriebener Algorithmus oder eine grafische Visualisierung–sozusagen eine 2-, 3- oder mehrdimensionale Datenvisualisierung. Abhängig von dem Wissen des Beobachters um den Zusammenhang oder die Geschichte der visualisierten Daten, kann das kybernetische System

a) eine Information kommunizieren und möglicherweise eine semantische Bedeutung haben und

b) sich insofern erweitern, als es den Beobachter in das System einbezieht. Der Beobachte wird ein aktiver Teil, ein Akteur, ein beobachtendes System.

Das Verständnis von Kybernetik als ‚Brückenwissenschaft' entstand durch das Problem der Spezialisierung innerhalb der einzelnen Wissenschaften. In den exakten (oder auch harten) Wissenschaften waren dies Mathematik Statistik, Biologie, (Neuro-) Physiologie, Elektromechanik, Chemie, Ingenieurwesen, in den weichen Wissenschaften Soziologie, Anthropologie, Psychologie, Pädagogik, sowie Disziplinen der Gestaltung: Architektur (Christopher Alexander, Cedric Price) und Städtebau (Yona Friedman, Constantinos A. Doxiades, Projekt Cybersyn). [Werner forthcoming] Das Massachusetts Institute of Technology, die Harvard University und die Bell Laboratories waren die Arbeitsorte von Mathematiker und dem amerikanischen Begründer der Kybernetik Norbert Wiener und einer Reihe von Wissenschaftlern, die es sich zur Aufgabe gemacht hatten, die Kybernetik als verbindende Wissenschaft voranzutreiben. Zu dieser Gruppe gehörten unter anderem der Ingenieur und Erfinder des ‚Differential Analyzer' Vannevar Bush [Bush 1931], der Physiologe Arturo Rosenblueth und der Informatiker Julian H. Bigelow. [Stewart 2000, Van Alstyne 2006] Ziel war es, wissenschaftliche Probleme zu lösen, die sich auf eine Vielzahl von Disziplinen bezogen aber nur durch die jeweilige Disziplin lösbar waren, die das Thema mit den spezifischen Mitteln und Fachkenntnissen darstellte. Die Darstellungs- und Lösungsmethoden der einzelnen Wissenschaften sollten untereinander bekannt und verinnerlicht sein. Wiener erinnert: "Dr. Rosenblueth hat immer darauf bestanden, dass eine ordnungsgemäße Erforschung dieser weißen Flecken auf der Landkarte der Wissenschaften nur von einem Team von Wissenschaftlern durchgeführt werden kann, von denen jeder ein Spezialist auf seinem Gebiet ist, der aber über ein gründlich fundiertes Wissen der Forschungsfelder seiner Nachbarn verfügt; alles in der Gewohnheit, zusammenzuarbeiten, die intellektuellen Bräuche des anderen zu kennen und die Bedeutung eines Vorschlags eines Kollegen zu erkennen, bevor er einen vollen formalen Ausdruck angenommen hat". [Wiener 1948] S.3

Während ihrer Forschungen Mitte der 1940er Jahre untersuchten Wiener und Bigelow "die Theorie der Vorhersagen und des Gerätebaus zur Verkörperung dieser Theorien." [Wiener 1948] S.6 Ein Bereich ihrer Untersuchung beschäftigte sich mit dem System ‚Mensch – Maschine', der Mensch als notwendiger ‚Assistent' der Maschine, damit diese fehlerfrei und zuverlässig funktioniert, z.B. eine Feuerleitvorrichtung. Laut Wiener mussten die Kernaussagen dieses Forschungsprojektes exakt verstanden werden, um sie im ersten Schritt in die Mathematik zu übertragen und in weiterer Folge auf die Maschine. Kommunikation und Kontrolle wurden zum Schwerpunkt der Diskussion. Wiener, Rosenblueth, Bush und Bigelow beschlossen, dieses Forschungsfeld ‚Kybernetik' zu nennen: "Last und das gesamte Feld der Kontroll- und Kommunikationstheorie, ob in der Maschine oder im Tier, mit dem Namen Kybernetik, die wir aus dem Griechischen κῠβερνήτης oder Steuermann bilden, benennen. Wiener bezieht sich auf das 1868 entstandene Papier des Sekretärs Maxwell mit dem Titel „*On Govenors*", das den Begriff des Feedbacks untersucht. [Maxwell 1868] ‚Kommunikation von und zwischen Menschen und Maschine' als kybernetische Fragestellung wurde zur gleichen Zeit von den US-Wisschenschaftlern Aiken, von Neumann, Goldstein, McCulloch, Pitts, Weaver, Selfridges und Kurt Lewin behandelt. Die Anthropologen Margaret Mead und Gregory Bateson diskutierten und erforschten Kommunikation innerhalb menschlicher Organisation und sozialer Systeme – dies in regelmäßigem Austausch mit ihren Kolleginnen und Kollegen der Naturwissenschaften.

Auf der anderen Seite des Globus, in Großbritannien, widmeten sich der Psychiater Ross Ashby, der Informatiker Alan Turing und der Neurophysiologe und Robotikpionier Gray Walter [1] diesem neuen innovativen Forschungsgegenstand, gefolgt von

dem Ökonomen Stafford Beer, dem Kybernetiker Gordon Pask, und in Österreich dem Biologen Heinz von Foerster.
Die Macy-Konferenzen, interdisziplinäre Konferenzen, die unter der Schirmherrschaft der Josiah Macy, Jr. Foundation zwischen 1946 und 1953 in den USA stattfanden, bildeten den ersten offiziellen Rahmen für Diskussionen zwischen Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachrichtungen zur kybernetischen Idee. Ziel der Konferenzen war, gemeinsam Grundlagen zu formulieren und eine vereinheitlichende Sprache zu finden, für eine universale Wissenschaft (Kybernetik), deren Forschungsbereich sowohl Funktionsweise und Verhalten des Menschen und des menschlichen Gehirns als auch die der Maschine bzw. des Computers beinhaltet. [Pias 2016] Die von dem britischen Neurophysiologen und Roboterforscher William Grey Walters entwickelte ‚Schildkröten', stellte eine erste Roboterkonstruktionen dar. Für die Idee der Kybernetik als verbindende, vereinheitlichende Sprache war sie von besonderem Interesse: Walter bezeichnete seine erfundenen Roboter als *Machina Speculatrix*, als Maschinen, die unvorhergesehene Formen des Verhaltens zeigten, basierend auf a) einem vorprogrammierten System und b) einer Kombination aus Sensoren, Verstärkern und einem Bewegungsapparat. [Walter 1950]
Auch in Deutschland wurde der Begriff ‚Kybernetik' seit den 1940er Jahren in ähnlichem Umfang diskutiert. Der deutsche Physiker Hermann Schmidt [2] (1894-1968), der ersten deutschen Professor zum Thema Kybernetik an der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg (heute Technische Universität Berlin) spezialisierte sich im Rahmen seiner ‚Allgemeinen Regelungskunde' auf die Schwerpunkte technische und lebende Systeme. Auch er verstand die Kybernetik als Brücke zwischen den Wissenschaften. (Schmidt, 1941) Schmidt gilt als deutscher Vater der Kybernetik. [Fasol 2002] Ebenso wie der deutsche Mathematiker Helmar Frank übertrug Schmidt seine Arbeiten innerhalb der Mathematik auf die Psychologie und Pädagogik. Während Schmidt die Veränderung des Menschen durch die Technik untersuchte, fokussierte Helmar Frank seine kybernetische Forschung auf den Akt des Lernens, kybernetische Pädagogik und die Entwicklung von Lernmaschinen, *Lernautomaten*. [3]
Während Helmar Frank's Buch *Kybernetik - Brücke der Wissenschaften*, erstmals veröffentlicht in 1962, eine Diskussionsdrundlage zu dem Thema der Kybernetik als vereinheitlichende Wissenschaft bot [Frank 1966], schrieb Felix von Cube das Grundwerk *Was ist Kybernetik*. [Cube 1967] Cube führt Grundprinzipien wie den Steuermann, Rückkopplung und das Verhältnis verschiedener Disziplinen untereinander an. Auch er diskutiert Kybernetik als Brückenschlag zwischen den Wissenschaften. Cube widmet ein Kapitel seines Buches dem Informationbegriff, der über Forschungsgebiete hinweg angesiedelt und angewandt werden kann. Er erklärt, dass "Der Begriff der Information (im kybernetischen Sinne) läßt sich auch in den Geisteswissenschaften und […] in den Sozialwissenschaften mit Erfolg anwenden. Freilich ist stets zu bedenken, daß der kybernetische Begriff der Information nichts mit Inhalt oder Bedeutung zu tun hat. Will man im Rahmen irgendeines Wirklichkeitsbereiches inhaltliche Aussagen machen, muß man erst eine Zuordnung des betreffenden Inhalts zu den Strukturbegriffen und Strukturgesetzen herstellen." [4] [Cube 1967] S.33 *Was ist Kybernetik* enthält Artikel von dem deutschen Mathematiker, Philosoph und Autor, Professor für Philosophie und Wissenschaftstheorie Max Bense und Georg Nees über *generative Ästhetik*.
Max Bense gründete Ende der 1950er Jahre die *Stuttgarter Gruppe*, die seine Ideen einer *Informationstheoretischen Ästhetik* umsetzte. Computergenerierte Kunstformen, wie Grafik, Literatur und Semiotik, fanden um Bense ihren Platz. 1965 stellte Bense in Stuttgart erste *Computerkunstwerke* der Künstler Georg Nees und Frieder Nake in Stuttgart aus. Er manifestierte die Kybernetik in Deutschland so in einem dritten Bereich – neben der Technik und der Anthropologie – nämlich der *Informationsästhetik*; auch benannt als *Ästhetik des Digitalen*, *Algorithmische Ästhetik* oder *Kybernetische Ästhetik*. [Bense 1965] In 1968, zeigten Bense, Nake, Nees und andere Computerkünstler der Stuttgarter Gruppe neben Gordon Pask und weiteren internationalen Computerkünstlern, einen Teil Ihrer Werke in der von Jasia Reichardt kuratierten Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in London. [Reichardt 1969]

Die Vereinheitlichende Sprache von Gordon Pask

Gordon Andrew Speedy Pask (1928-1996) war ein britischer Kybernetiker. Schon in frühen Jahren seines Schaffens begann er eine Theorie der Konversation zu entwickeln, die später als *Conversation Theory* bekannt werden sollte. Sie sollte die Disziplinen der Wissenschaft, Prinzipien der Interaktion zwischen Menschen, Mensch und Maschine und Maschinen, Theorien der Architektur und Methoden des Lehrens und Lernens vereinen. Ab den 1950er Jahren entwickelte Gordon Pask kybernetische Lehr- und Unterhaltungsmaschinen sowie interaktive und interagierende Räume wie *Musicolour*, 1953, oder das *Colloquy of Mobiles*, ausgestellt in der Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in 1968. Der wohl bekannteste interaktice architektonische Raum ist der *Fun Palace*, entworfen von dem britischen Architekten Cedric Price. Pask verstand die Kybernetik als ein allgemeines System zur Annäherung, zur Beobachtung, zum Verstehen und Analysieren.

Seine Kybernetik arbeitet auf einer Vielzahl von Ebenen und phänomenalen Bereichen, sie unterliegt Beobachtungen aus allen Disziplinen. Die Maschinen dienten als physische Machbarkeitsbeweise, als *proof of concept,* für seine Theorie der Konversation (*Conversation Theory*). Diese veröffentlichte er 1975 und 1976. Anfang der 1990er Jahre - wenige Jahre vor seinem Tod – kam eine weitere Schrift hinzu, die *Interactions of Actors Theory and Some Applications*. [Pask, de Zeeuw, & Nov 1992] Die Conversation Theory (CT) beschreibt Elemente in Systemen und deren Kommunikationswege und Veränderung in oder mehreren einer Konversation, bzw. Konversationen. Eine Konversation kann im Wesentlichen als ein Informationsaustausch in einem mit Kognitionsfähigkeit ausgestatteten System beschrieben werden. Jedes Element unterliegt epistemologisch seinem Vorwissen und Repertoire an bekannten Zeichen, mit denen es kommunizieren kann. CT hatte das, kybernetische Ziel, Theorien und Konzepte disziplinübergreifend zu vereinen'. Für Pask ist also alles, was man vernünftigerweise über „Gespräch" sagen kann, Teil des CT. Als kybernetische Theorie ist CT die Theorie der Gespräche.' [Scott, 1987, Pask 1978] *Conversation Theory* ist auch, was gegenwärtig in der experimentellen digitalen und medialen Architekturdarstellung und Architekturproduktion angewandt wird; spezifisch in der generierung von computerbasiertem, beziehungsweise algorithmusgesteuertem Design (Architektur einbezogen). Auf ähnliche Prinzipien aufgebaur entstand sie als eine Grundlage vor dem, was wir in der digitalen Architektur als genetischen oder evolutionären Algorithmus kennen. Dieser beschreibt einen interaktiven Algorithmus, der digitale Werkzeuge, Motherboards und Parallelprozessoren eroberte; mit der Möglichkeit, Parameter und Störungen in dynamischen Umgebungen (Ökologien, Systemen) anzuwenden; diese Umgebungen (Ökologien, Systeme) erfahren kleinere oder weitreichendere radikale Veränderungen, die zur Mutation des Ökosystems oder der Elemente darin führen können. In einem Rückblick beschreibt Bernard Scott, Professor für Soziokybernetik, Pask als einen theoretischen Kybernetiker, neugierig und witzig. Seine Leidenschaft und sein lebenslanges Engagement für die Kybernetik als Forschungsfeld begann, so Scott, 1958 während Pasks Besuch der Konferenz *'The Mechanisation of Thought Processes'* am National Physical Laboratory in London, Dort traf der damals einunddreißigjährige Erfinder, Biologe und Physiker Gordon Pask die Pioniere der Kybernetik Warren McCulloch, Stafford Beer, Marvin Minsky und Ross Ashby. [Scott 1982] Pasks Büchlein *An Approach to Cybernetics* lässt erkennen, wie sehr diese ersten Kybernetiker den jungen Pask geprägt hatten. [Pask 1961b] Laut Scott dokumentiert bereits sein Konferenzpapier *Physical Analogues to the Growth of a Concept* den Beginn einer Konversation seiner Kybernetik und

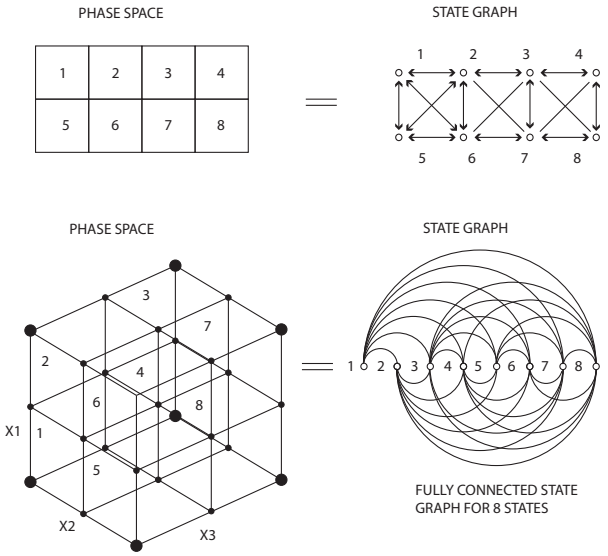


Abb. 1. Diagramm von 'Phasenraum' (Phase Space) und 'Zustandsdiagramm' (State graph) in zwei und drei Dimensionen. [Pask 1961a] Nachgebildet durch die Autorin.

Strategien zu Gestaltung. In dem Text bespricht 'die Umstände, unter denen wir sagen können, dass eine Maschine „denkt", und ein mechanischer Prozess können einer Konzeptbildung entsprechen.' [Pask 1958] Eine weitere prägende Veranstaltung dürfte die interdisziplinäre Konferenz *Conference on Self-organizing Systems* (Konferenz über selbst-organisierende Systeme) gewesen sein, am 5. und 6. Mai 1959 am Illinois Institute of Technology mit Heinz von Foerster, Marvin Minsky, Frank Rosenblatt und Warren McCulloch. Dort präsentierte Pask ein Papier mit dem Titel *The natural History of Networks*, eine Einführung in den *„Network Space"* als vierdimensionales offenes Reaktionssystem. [Pask 1959] Eine ähnliche Denkweise findet sich bereits in seiner Theorie zum *Phase Space*, den Phasenraum in seiner Schrift *An Approach to Cybernetics*. Abbildung 1 zeigt den Unterschied, die Entwicklung von einem linearen 2-dimensionalen Diagramm, das acht teilweise verbundene Zustände zeigt - jeder Zustand kann nur mit drei benachbarten Zuständen verbunden sein - zu einem 3-dimensionalen Zustandsdiagramm, in dem mehr Zustände möglich sind. Diese werden durch die Fähigkeit iterativer Verbindungen ermöglicht.
Selbst wenn wir Pasks' Kybernetik in die Bereiche Konversation, Lernen, Architektur und Computertechnologie kategorisieren

könnten, gibt es wenig Möglichkeiten, die Pask'sche Kybernetik auf ein bestimmtes Modell zu reduzieren. Fest steht dass Stafford Beer's *Viable System Model* (VSM) und Ross Ashby's *Law of Requisite Variety* Pasks' Modell der Konversationstheorie beeinflussten. Pask erklärt "Pask erklärt, dass 'die Kybernetik nicht mehr auf die Kontrolle beobachtbarer Organisationen und der ihnen entsprechenden abstrakten Systems beschränkt ist, als die Geometrie auf die Beschreibung von Figuren im euklidischen Raum, die unsere Umwelt modellieren.' [Pask 1961a] In einer BBC-Dokumentation von 1974 beschreibt Gordon Pask das Interesse der Kybernetiker in den Worten: ‚Wir sind nicht daran interessiert, worum es in dem Gespräch geht, wir sind daran interessiert, wie es abläuft. Und die Hypothese, die wir testen, geht darum, wie Menschen verstehen oder lernen oder was wir über Prozesse von Gesprächen verstehen können.' [Davies 1974] Anstatt sich mit Inhalten als Forschungsgegenstand zu beschäftigen, betonte Pask das System der Informationsübertragung. Die Prinzipien der Kodierung, Dekodierung, des Verstehens und der Informationsträger waren die Grundlage für Pasks' Arbeit. An dieser Stelle möchte ich Parallelen zu der bereits erwähnten Beobachtung von Felix von Cube ziehen. 1976 beschreibt Gordon Pask, in welchen vom Menschen geschaffenen Organisationen oder Disziplinen eine kybernetische Methode zukünftig angewendet werden kann. Im sogenannten ‚Belgian Paper' *Future Prospects of Cybernetics* (Zukunftsperspektiven der Kybernetik) sagt Pask: 'Kybernetik ist die Wissenschaft von Kontrolle, Kommunikation und Organisation. Als solche geht es in erster Linie darum, zielgerichtete Systeme zu synthetisieren oder das Verhalten des internen Funktionierens der bereits existierenden Systeme zu analysieren. Diese Systeme können von unterschiedlicher Art sein. So gibt es beispielsweise mechanische oder elektronische Regler für die Anlagensteuerung, Fabriksteuerung (Automatisierung), Fahrzeugsteuerung und dergleichen; [...] Der Verstand und das Gehirn des Menschen ist ein zielorientiertes System in dem Wissenschaftsbereich der psychologischen Kybernetik (manchmal bekannt als Kognitionsforschung) und es ist möglich, bestimmte mentale Fähigkeiten durch Maschinen- oder Computerprogramme nachzuahmen („heuristische Programmierung" und „künstliche Intelligenz"...")'. [Pask ca. 1976]
Hauptmerkmal eines kybernetischen Systems ist für Pask, dass es zielgerichtet. In seinem Artikel definiert Pask Kybernetik als Wissenschaft, Methode und Ansatz, ein Merkmal für ein System (kybernetisches System) und eine Theorie. Pask unterscheidet zwischen Kybernetik an sich und der entsoprechenden Forschung. Er betont, dass eine Mensch-System-Interaktion folgendes beinhaltet: eine Mensch-Maschine-Interaktion sowie Lern- und Entscheidungsprozessen durch Computerunterstützung (Mensch-Maschine-Interaktion). Er betont die Notwendigkeit, die Kybernetik im Hinblick auf die Partizipation des Menschen an einem System zu erforschen und beschreibt die Kybernetik als eine Methode und eine Theorie als einen Aufruf an die Zukunft: ‚Obwohl die mathematische Theorie der Ingenieurkybernetik anspruchsvoller ist als die der anderen Zweige, ist es interessant zu beobachten, dass die Theorie von Industrie und Handel unterschätzt wird. […]. Tatsache ist, dass angesichts der Natur des Menschen, der Gesellschaft und des Wirtschaftssystems eine Automatisierung (Computerisierung, Mechanisierung usw.) häufig unerwünscht ist. In gewisser Weise ist dies für den Fachmann enttäuschend, in anderer Hinsicht deutet es darauf hin, dass in der Vergangenheit den Beziehungen zwischen Mensch und Maschine, der Kognition und dem Charakter der sozialen Organisationen, in denen letztlich alle kybernetischen Systeme eingesetzt werden, im Allgemeinen

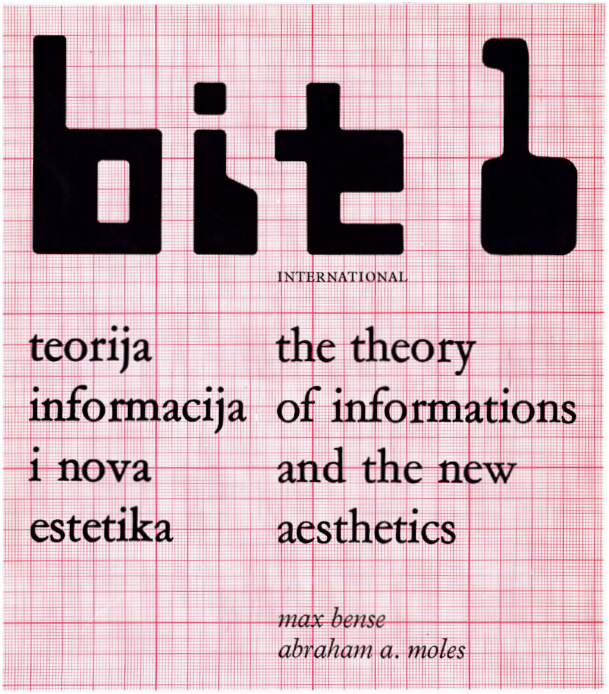


Abb. 2. Titelblatt der ersten Ausgabe des Bit International Magazine (Quelle: https://monoskop.org/images/b/bf/Bit_International_1_The_Theory_of_Informations_and_the_New_Aesthetics_1968.pdf. (Letzter Zugriff 21.10.2018)

Sl. 12. Na svakom nivou komunikacije između odašiljača i primaoca, koja se odvija po bilo kakvom kanalu, moguće je uvijek razlikovati dva aspekta poruke. Poruka ima s jedne strane semantički aspekt koji odgovara stanovitom repertoaru standardiziranih i univerzalnih znakova, a s druge strane postoji estetski aspekt (MOLES) ili ektosemantički (MEYER, EPPLER) koji je izraz varijacija što ih signal može podnijeti a da ne izgubi svoju specifičnost u granicama jedne norme. Te varijacije predstavljaju polje slobode koje svaki odašiljalac iskorišćuje manje-više originalno. Poruka koja stiže do primaoca može se dakle smatrati sumom informacija semantičkih H_s i estetskih H_e.

Fig. 12. A chaque niveau de communication entre l'emetteur et le récepteur par un canal quelconque, il est toujours possible de distinguer deux aspects dans le message. D'un côté l'aspect sémantique, correspondant universels, de l'autre, l'aspect esthétique (MOLES) ou ectosémantique (MEYER EPPLER) qui est l'expression des variations que le signal peut subir sans perdre sa specifité autour d'une norme; ces variations constituent un champ de liberté que chaque émetteur exploite de façon plus ou moins originale. Le message qui parvient au récepteur peut donc être considéré comme la somme des informations proprement sémantique H_s et estétique H_e.

Semantički i estetski modus shvaćanja poruke.
Modes sémantique et ésthétique d'apréhension de message.

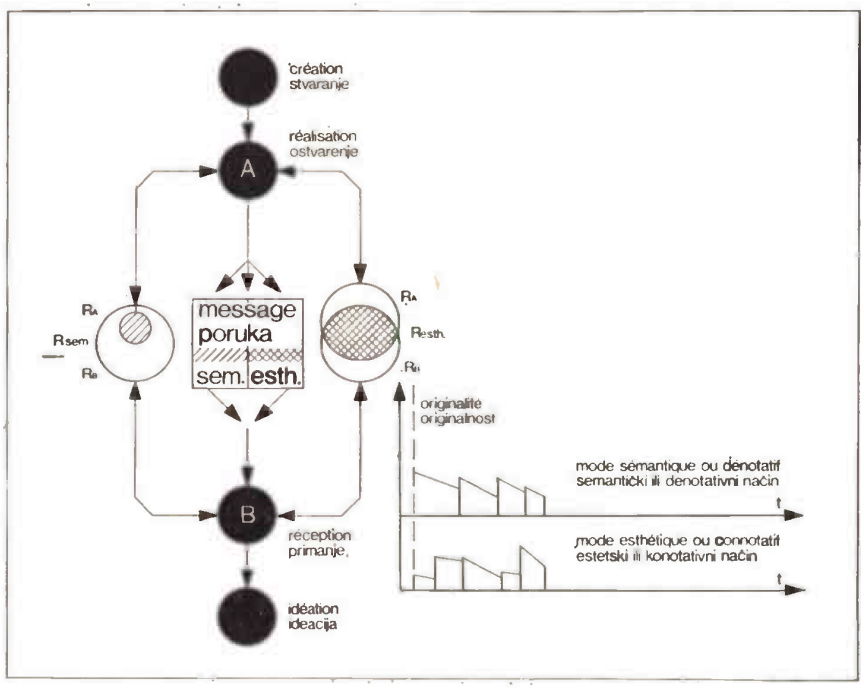


Abb. 3. Diagramm ‚semantisches und ästhtische Zusrände von Nachrichtenaufnahme', Abraham A. Moles. Source: Bit international, Issue 1, Zagrab, 1968, s. 39.

nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Daher bin ich zu der Ansicht geneigt, dass die spannendste und fruchtbarste Richtungen der Forschung diejenigen sind, die den Menschen als Teil des Systems einbeziehen.' [Pask ca. 1976] Schließlich schlägt Gordon Pask vor, dass der kybernetische Ansatz ein "conversational rather than authoritarian" (interaktiver, konversationsbasierter an Stelle eines autoritären) oder mathematisch basierter "automation like systems" ist. [Pask, ca. 1976]

Algorithmische Kunst Computerkunst Informationsästhetik

Algorithmische Ästhetik, generative Ästhetik, digitale Ästhetik oder Informations Asthetik beziehen sich auf die Ästhetik, das wahrgenommene formale Ergebnis, von Computerprogrammen. Regelbasierte Kunst irritierte und bestimmte gleichzeitig die Disziplin der Kunst in den 1960er und 70er Jahren. Max Bense, die französisch-ungarische Medienkünstlerin Vera Molnar, die deutschen Mathematiker Georg Nees, Michael Noll, Frieder Nake und andere begannen, die Beziehungen zwischen Kunst, Design, Wissenschaft und dem kybernetischen Prinzip der Rückkopplung zu untersuchen. Ihre Arbeit war Teil einer digitalen Medienrevolution, die mit einer Ausstellung mit dem Titel *Algorithmische Revolution–zur Geschichte der interaktiven Kunst* (Algorithnic Revolution–on the history of interactive art) gefeiert wurde. Die Ausstellung wurde von Peter Weibel, Dominika Szope Katrin Kaschadt und Margit Rosen zwischen 2004 und 2008 im ZKM, Zentrum für Kunst und Medien in Karlsruhe, Deutschland, kuratiert. Die Arbeiten der Computerkunst lösten die Idee der rationalen Darstellung, der formalen abstrakten Beschreibung, weg von dem Figurati-

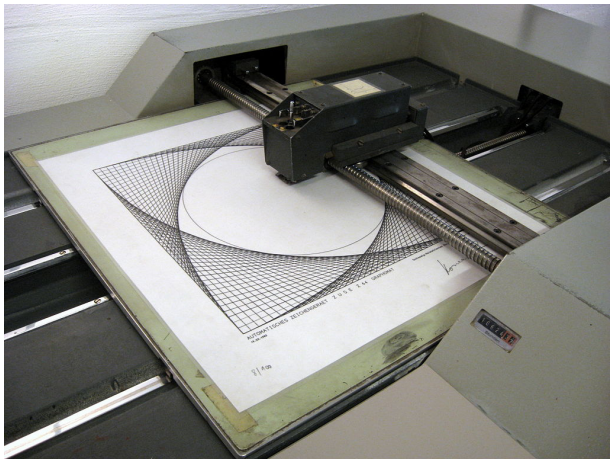


Abb. 4. Automatisches Zeichengerät ZUSE Z64, Flachbettziehmaschine Graphomat Z64, Foto von Tomasz Sienicky, Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Automatisches_Zeichengeraet_ZUSE_Z64_ubt.JPG (Letzter Zugriff 24.09.2018).

ven, aus. Die Computerkunst der 1960er und 70er Jahre war ein Experiment, eine Bewegung und ein Anstoß, Kunst–somit auch Zeichnungen–durch konkrete quantitative Regeln zu schaffen. Ein wissenschaftlicher Ansatz, bei dem der Künstler das System–das Computerprogramm–und nicht ein Endprodukt entwerfen, bzw. gestalten würde. Eine der Geburtsstätten der Computerkunst in Deutschland war die Literaturabteilung in dem Lehrstuhl der Philosophie von Max Bense in Stuttgart, Bense hatte neben der Philosophie auch Physik, Chemie, Mathematik und Geologie studiert. Die so genannte *Stuttgarter Schule / Stuttgarter Gruppe*, [Döhl 2012] erforschte Computerpoesie, wobei auch Semiotik und Semantik von Worten in Visualisierungen umgewandelt wurde. Wie bereits erwähnt initiierte Bense in 1965 die erste Ausstellung künstlerischer Computergrafik in Deutschland, in der er Werke von Georg Nees und später Werke von Frieder Nake zeigte. Die von Jasia Reichardt kuratierte Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in London fand drei Jahre später in 1968 statt. Georg Nees war Mathematiker, arbeitete für die Siemens AG, und promovierte später im Fach Philosophie bei Max Bense. 1968 trugen
Max Bense und Abraham Moles maßgeblich zur Zeitschrift *bit international – the theory of informations and new aesthetics,* die in Zagreb im ehemaligen Jugoslawien veröffentlicht wurde–mit Texten in Englisch, Kroatisch, Französisch und Deutsch–bei. Abbildung 2 zeigt das Titelblatt der ersten Ausgabe. Information und Ästhetik

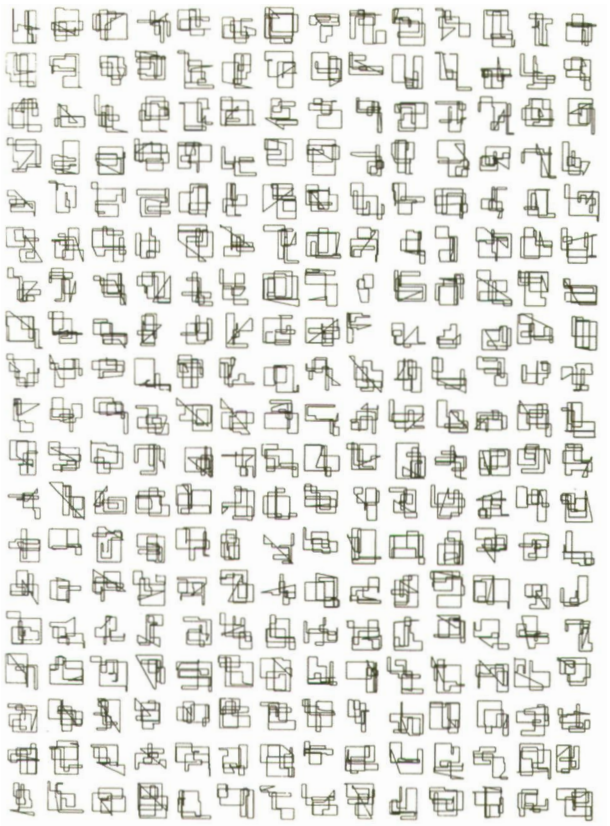


Abb. 5. 23-eck, von Georg Nees, Tusche auf Papier (29,7 x 21 cm). Ursprünglich veröffentlicht in der Zeitschrift rot Ausgabe 19, Stuttgart 1965. [Nake 2009]

durch philosophische Ansätze, generative Zeichnungen und neu entwickelte Theorien, die Semantik und Ästhetik z.B. durch Phänomenologie, Erfahrung oder Rezeption, zusammen- und gegenüberestellen, wurden thematisiert. Kern aller Texte ist das kybernetisches Prinzip der Informationsvermittlung. Das in Abbildung 3 dargestellte Diagramm von Abraham A. Moles trägt den Titel „semantische und ästhetische Formen der Nachrichtenaufnahme". Es zeigt den Prozess von der Schöpfung bis zur Verwirklichung und seine Umsetzung in Rezeption und Ideation durch das Attribut ‚Botschaft'. Er beschreibt (ursprünglich auf französisch), dass es auf jeder Ebene der Kommunikation zwischen Sender und Empfänger, die über jegliche Art von Kanal erfolgen kann, immer mög-

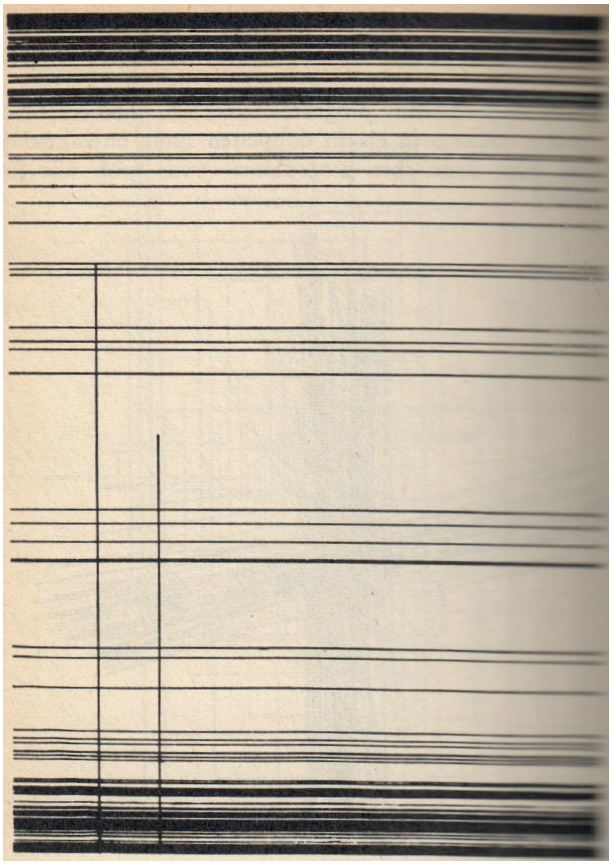
lich ist, zwei Aspekte der Botschaft zu unterscheiden. Auf der einen Seite der semantische Aspekt eines bestimmten Repertoires von standardisierten Universalzeichen, und auf der anderen Seite gibt es einen ästhetischen Aspekt (MOLES) oder Ektosemantik (MEYER, EPPLER) […]. Es wird vom Signal verwendet, ohne seine Spezifität innerhalb der Grenzen einer Norm zu verlieren. Diese Varianten stellen einen Spielraum dar, das jeder Verteiler nutzt. Die vom Empfänger empfangene Nachricht ist daher als eine Summe von Informationen der Semantik Hs und Informationen der Ästhetik He zu verstehen. Vgl. [Moles 1968] S.39

In dem Text „ästhetik und programmeriung" zeigt Max Bense seine theoretische Erklärung der modernen Ästhetik. Er stellte fest, dass moderne Ästhetik das künstlerische Objekt als Träger eines ästhetischen Zustandes definierte; und dass dieser ästhetische Zustand–im Vergleich zum eigentlichen materialen Objekt–eher schwach ist. Bense unterscheidet zwischen numerischer ästhetischer, semiotischer Ästhetik, semantischer Ästhetik und generativer Ästhetik, wobei die erste die materiale Ästhetik des künstlerischen Objekts beschreibt, die zweite und dritte den ontologischen Aspekt und die vierte die Berechnung des künstlerischen Objekts. Dies beinhaltet eine De-Konstruktion (Zerlegung) der zur Herstellung der Kunst verwendeten Prozesse. Im Falle der generativen Kunst leitet sich die generative Ästhetik vom verwendeten Algorithmus ab. [Bense 1968] (S.83-86 ff)

Georg Nees, Frieder Nake und Michael Noll, wurden die 3Ns, Pioniere der Computerkunst. [Klütsch 2007] Nees experimentierte mit der Computersprache ALGOL (Algorithmic Language) auf einem Zuse Graphomat Z64. Der Z64, dargestellt in Abbildung 4, war eine Kombination aus einem Computer und einer Zeichenmaschine. Die Programme (Sätze aufeinanderfolgender Befehle) wurden in Form von Lochkarten in die Zeichenmaschine eingegeben. Diese wiederholte die Ausführung der Regeln ständig. Eine einrpogrammierte stochastische Kontrolle erzeugte eine zufällige Streuung der Ausgangsdaten: *ästhetische Innovationen*. Im Zusammenhang mit seiner Beschreibung seiner Kunstwerke–*seiner unmöglichen ästhetischen Zustände*–8-ecke und 23-ecke, wie in Abbildung 5 dargestellt, beschreibt Nees: "jede grafik besitzt zufällige parameter: das program zur einzelnen grafik wiederholt operierende grundoperation so, daß die bloßen wiederholungen die ästhetische redundanz, die zufälligen parameterwerte bei jeder wiederholung die ästhetische unwahrscheinlichkeit der grafik erzeugen." Laut Georg Nees würde sich der Zufallsfaktor nach 2^{30} Ausführungen wiederholen. Cube beschreibt das realisierte Computerprogramm für die Informationsästhetik ‚Gardinen' als eine Reihe von Anweisungen: Zeichne im Rahmen eines Rechtecks 60 Linien parallel zu den kürzeren Kanten des Rechtecks so, dass die Abstände zwischen den Parallelen zu den Außenkanten hin zufällig abnehmen. (Abb. 6) Zeichnungen von A. Michael Noll (Gaussian-Quadratic, 1965), Georg Nees und Frider Nake (Nr. 5 ‚Verteilung elementarer Zeichen', 13.9.1965) wurden 1968 auf der Ausstellung *Cybernetic Serendipity* ausgestellt. In der gleichen Ausstellung zeigte Gordon Pask's seine interaktive kinetische Raumskulptur *Colloquy of Mobiles*.

Nees beobachtet "Man bemerkt, daß die maschinelle Erzeugung *der Unwahrscheinlichkeit ästhetischer Zustände* durch eine methodische Kombination von Plan und Zufall ermöglicht wird." [Cube 1967] S.271 ff In 2012 beschreibt Nake den Zeitgeist der Anfänge der

Abb. 6. Gardinen, von Georg Nees, 1968, erstellt auf einem Graphomat Z64 [Cube 1967] S.276.



Computerkunst kritisch und erinnert, dass ‚Informationsästhetik war ein kurzlebiger, aber einflussreicher Versuch, eine ästhetische Theorie der mathematischen Strenge ohne Subjektivität zu etablieren. Sie basierte auf der Informationstheorie, Semiotik und Kommunikationstheorie. Sie wurde in den 1960er Jahren vor allem in Deutschland und Frankreich entwickelt. Sie gewann nicht nur bei Designern und Künstlern, sondern auch bei Kunstlehrern an Einfluss. Ihre Konzepte erwiesen sich als reduktionistisch und schematisch, was unserer Meinung nach zu ihrem Verschwinden, wenn nicht gar Scheitern führte.' [Nake 2012] In den 1960er Jahren war das Momentum ähnlich der Kybernetik, damals auf dem ersten Höhepunkt ihrer Existenz.

Zusammenfassung und Ausblick

Sowohl Gordon Pasks' Kybernetik als auch die frühe deutsche Computerkunst beschreiben einen kybernetischen Ansatz für zusammenhängende Systeme, ihre algorithmische Kausalität und ihr ästhetisches Aussehen. Der größte Unterschied kann als die Annäherung an das, was mit den Informationen passiert, nachdem sie am Zielort angekommen sind, angesehen werden. Nake bezieht sich auf das Shannon/Weaver-Modell, *The Mathematical Model of Communication*, das 1948 entwickelt wurde und Input, Prozess und Output ermöglicht. Die Debatte um die Fragen der Ästhetik und Kunst stieg, diese Frage diskutierte eine ultimative Wahrheit oder Existenz einer objektiven Ästhetik vs. einer subjektiven Ästhetik. [Nake 2012]; oder in einem kybernetischen Verständnis und kybernetischer Begrifflichkeit der Ästhetik eines Beobachters. Claude E. Shannons Modell beinhaltet keine Rückkopplung, um eine nächste Iteration zu ermöglichen. Das Modell beschränkt sich auf sich selbst als geschlossenes System. Es kann von einem externen Beobachter beobachtet, analysiert und bewertet werden, versäumt es jedoch, den Beobachter in den Prozess der Operation, in die Gleichung einzubeziehen. Das von Gordon Pask verwendete kybernetische Modell bezog den Beobachter ein. Es beinhaltete den Beobachter als aktiven Teil des Systems, der von dem System lernen und und das System lehren konnte. Pask verglich sein kybernetosches System mit Konversationen; des Ergebnis einer Konversation würde als Input für eine nächste Iteration oder eine Forführing einer Konversation dienen. Folglich würde sich der Gesprächsprozess selbst steuern mit der Möglichkeit immer wieder neue Formen, ggf- auch Strukturen der Konversation generieren. Streng genommen ist das Modell, auf das sich die Computerkunst in den 1960er Jahren bezieht, ein Modell der Kybernetik erster Ordnung, das Modell, auf das sich das Werk von Gordon Pask bezieht, ist ein Modell der Kybernetik zweiter Ordnung; Pask schloss den Menschen ein. Wenn wir das System der Produktion von Computerkunst, generative Ästhetik, Informationsästhetik allerdings auf den Designer der das Computerprogramm gestaltet–wie Georg Nees, der mit Kreisen, Linienanzahl und den Parametern experimentierte, dies tat, um zu einem emergierenden künstlerischen Ausdruck zu gelangen–wenn wir festlegen den Designer, der Programmierer in das System einzubeziehen, dann schlage ich vor, dass die Computerkunst in den 1960er Jahren einem Modell der Kybernetik zweiter Ordnung entspricht.

Wir beobachten ein zweistufiges Konstrukt, wobei die erste Ebene auf die einfache Ausführung eines Algo-Algorithmus z.B. durch eine Flachbettziehmaschine Z64 reduziert wird, und die zweite Ebene mit dem Beobachter, der als Teil des Konstrukts die erzeugte Zeichnung als Input für weitere Entscheidungen und Maßnahmen, als Input für die Optimierung des Algorithmus nutzt. Ich möchte mit dem Vorschlag schließen, dass systemische Prinzipien, die auf den Akt der Schaffung von Informationsästhetik in den 1960er Jahren und die systemischen Prinzipien der Schaffung von interagierenden Robotern, Lehr- und Lernmaschinen angewendet werden, auf der Kybernetik als vereinheitlichender Sprache basieren. Dies nicht nur wegen ihrer zur interdisziplinaren Gestaltung, sondern auch wegen ihrer gemeinsamen Prinzipien der Informationsverarbeitung, ihres Schwerpunkts auf den Umgang mit Informationen und nicht auf die Rücksichtnahme oder eine Verständnis von Inhalten oder Bedeutungen. Zum Ersten möchte ich hier an Moles Aufbau einer Botschaft durch eine Kombination aus Semantik und Ästhetik erinnern, zum Zweiten an den Gedanken von Cube, dass die Kombination, die fast zufällige Kollision von geplanten und spontanen ungeplanten Ereignissen ist. Es ist eine Voraussetzung für die Unmöglichkeit ästhetischer Zustände oder, kybernetisch betrachtet, für die Voraussetzung eines ständigen Auftauchens und Wachsens neuer Zustände, neuer Situationen, neu konstruierter Realitäten auf einer epistemologiwchen Grundlage. Cube betont die Funktionsweise der systemischen Kombination, die einen Steuermann erforderte.

Anmerkung

[1] Gray Walter (1919-1977) erfand die 'Anticipating Tortoise', einen der ersten automatisierten kleinen beweglichen Roboter, der Objekte erkennen und beim Durchfahren vermeiden konnte.

[2] Im Universitätsarchiv der Technischen Universität Berlin sind die wissenschaftlichen Arbeiten von Hermann Schmidt derzeit sicher aufbewahrt. Wir sind dabei, die Arbeiten für weitere Forschungen zur Kybernetik zu besichtigen.

[3] Helmar Gunter Frank (1933-2013) war maßgeblich an der Entwicklung von Lernautomaten beteiligt, die auf einer kybernetischen Theorie der Psychologie und Pädagogik basieren. Er promovierte an der Universität Stuttgart in Informationsästhetik. 1963 wurde er wurde zum Professor für Informationswissenschaften (später Kybernetik) an der Pädagogischen Hochschule Berlin ernannt.

[4] "Der Begriff der Information (im kybernetischen Sinne) kann auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften erfolgreich eingesetzt werden. Natürlich muss immer daran erinnert werden, dass der kybernetische Begriff der Information nichts mit Inhalt oder Bedeutung zu tun hat. Will man inhaltliche Aussagen im Kontext eines Realitätsbereichs machen, muss man zunächst eine Verknüpfung der relevanten Inhalte mit den Strukturkonzepten und Strukturgesetzen herstellen."

[5] Die Titel *8-ecke* und *23-ecke* beziehen sich auf die Ausgangsgrafik mit entweder 8 Ecken oder 23 Ecken.

[6] *Bit*, 1, S.95. <https://monoskop.org/images/b/bf/Bit_International_1_The_Theory_of_Informations_and_the_New_Aesthetics_1968.pdf> (Letzter Zugriff 24.10.2018).

Autorin

Liss C. Werner, Technische Universität Berlin, Institut für Architektur, liss.c.werner@tu-berlin.de

Literaturverzeichnis

Bense, M. (1965). *Aesthetica Einführung in die neue Aesthetik*. Baden-Baden: Agis Verlag.

Bush, V. (1931). The Differential Analyzer, A New Machine For Solving Differential Equations. In *Journal Franklin Institute*, 212, 4, 447-488.

Cube, F. v. (1967). *Was ist Kybernetik? Grundbegriffe, Methoden, Anwendungen*. Bremen: Verlag Schünemann.

Davies, B. (1974). *The Experimentors - Gordon Pask 1974*. London: BBC.

Döhl, R. (2012). *Der Kreis um Max Bense. Als Stuttgart Schule machte*.

Fasol, K. H. (2002). Hermann Schmidt: pioneer in control and cybernetics. *IEEE Control Systems*, 22(2), 24-28.

Frank, H. (1966). *Kybernetik Brücke zwischen den Wissenschaften; 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*. Frankfurt/Main: Umschau Verl.

Klütsch, C. (2007). *Computergrafik: ästhetische Experimente zwischen zwei Kulturen; die Anfänge der Computerkunst in den 1960er Jahren*. Cham: Springer.

Nake, F. (2009). The semiotic engine: notes on the history of algorithmic images in Europe. *Art Journal*, 68, 1.

Nake, F. (2012). Information aesthetics: An heroic experiment. *Journal of Mathematics and the Arts*, 6(2-3), 65-75.

Pask, G. (1958). *Physical Analogues to the Growth of a Concept*. Paper presented at the Mechanization of Though Process Conference, Symposium held at the National Physical Laboratory.

Pask, G. (1959). *The Natural History of Networks*. Paper presented at the Self-Organizing Systems: Interdisciplinary Conference.

Pask, G. (1961a). *An Approach to Cybernetics* (3 ed.). London: Hutchinson & Co Ltd.

Pask, G. (1961b). *An approach to cybernetics*. London: Hutchinson.

Pask, G. (1978). A conversation theoretic approach to social systems. In Socio-cybernetics (15-26). Cham: Springer.

Pask, G. (ca. 1976). *Future Prospects of Cybernetics*. Paper with handwritten notes, Gordon Pask Archive, Vienna.

Pask, G., de Zeeuw, G., Nov, L.E. (1992). Interactions of actors, theory and some applications. *OOC/CICT/Universiteit Amsterdam*, 1.

Pias, C. (2016). *Cybernetics: the Macy-Conferences 1946-1953*. Zürich u.a.: Diaphanes.

Reichardt, J. (1969). *Cybernetic serendipity: the computer and the arts*. New York-Washinghton: Frederick A. Praeger.

Schmidt, H. (1941). Regelungstechnik. Die technische Aufgabe und ihre wirtschaftliche, sozialpolitische und kulturpolitische Auswirkung. *Zeitschrift des VDI*, 85(4), S. 81-S. 88.

Scott, B. (1982). The Cybernetics of Gordon Pask, part 1. In *International Cybernetics Newsletter*, 17, 21.

Scott, B. (1987). Human systems, communication and educational psychology. *Educational Psychology in Practice*, 3(2), pp. 4-15.

Stewart, D. (2000). An essay on the origins of cybernetics. *Retrieved February*, 22, 2008.

Van Alstyne, G. (2006). *Biomedia: Past, Present and Future*. <https://www.academia.edu/4470739/Biomedia_Past_Present_and_Future> (Letzter Zugriff 25.10.2018).

Walter, W.G. (1950). An imitation of life. In *Scientific American*, 182(5), 42-45.

Werner, L.C. (2017). Cybernetification I: Cybernetics Feedback Netgraft in Architecture. *10.14279/depositonce-6121*, 1, 16. doi:10.14279/depositonce-6435.

Werner, L.C. (2018). Cybernetification II: toward a sixth ecology. In A. Graafland, D. Perera (Eds.). *Architecture and the Machinic: Experimental Encounters of Man with Architecture, Computation and Robotics* (58-71). Dessau: Anhalt University Dessau.

Werner, L.C. (forthcoming). The Origins of Design Cybernetics. In C.M.H.T. Fischer (Ed.), *Design Cybernetics: Navigating the New*. Cham: Springer.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris: Herman & Cie.