

Technik und Gesellschaft. Symposium der technischen Universität Wien
in Lech am Arbbeg (24.-30.8.1980), Schriftreihe der technischen
Universität Wien, Band 18, Wien

Biotechnologie und Kunst

S. 158-169

Peter Weibel (1981)

Dem Anspruch dieses Themas kann ich nur gerecht werden, wenn ich die beiden Begriffe redefiniere. Denn heutzutage haben wir bestimmte Vorstellungen sowohl von Kunst wie auch von Biotechnik (zum Beispiel hier bei diesem Symposium eingeeengt auf Biochemie, Genetik etc.), die natürlich schwerlich einen Zusammenhang freistellen, den der Autor herstellen könnte. Die Untersuchung kann also nur sinnvoll sein, wenn ich die beiden Begriffe Kunst und Biotechnik etwas abstrahiere und undefiniere. Ich gehe dabei auf den griechischen Ursprung des Wortes Kunst, nämlich techne, zurück, um zu zeigen, daß Kunst ursprünglich etwas mit Technik zu tun hatte. Techne war nämlich alles, was vom Menschen geschaffen wurde, im Gegensatz zu dem, was der Mensch von der Natur geschaffen vorfand. In diesem Sinne ist auch Biotechnik alles, was in der Natur durch vom Menschen geschaffene Technik ersetzt wird, sei es der natürliche Fuß durch eine automatisierte Prothese, sei es die Rechentätigkeit durch den Computer, sei es die visuelle Tätigkeit des Auges durch perzeptuelle Maschinen, seien es Lebensvorgänge, die als chemische Prozeduren im Labor vollzogen werden. Dort, wo der Mensch simulieren und modellieren kann, was bisher nur die Natur zustande brachte, spreche ich also von Biotechnik, die also von Mechanik bis Artificial Intelligence reicht. Anders kann ich zwischen Kunst und Technik keinen vernünftigen Zusammenhang stiften.

Bestimmten sozialen und politischen Prozessen ist es zuzuschreiben, daß aus Kunst und Wissenschaft getrennte Disziplinen wurden und daß die Kunst zumeist zu einer reinen Abbildungsmechanik verkommen ist. Der gemeinsame Ursprung von Kunst und Technik im Wort techne erlaubt jedoch, beide wieder im Zusammenhang zu sehen.

Drei von vielen möglichen Aspekten nehme ich aus der Entwicklung von Biotechnik und Kunst heraus: das Studium der Bewegung, die Entwicklung visueller Systeme und die Beziehung Geist - Maschine. Anhand von Beispielen aus Vergangenheit und Gegenwart werde ich diese Beziehung demonstrieren. Denn falls wir überhaupt Modelle

aufstellen wollen, müssen wir uns darum kümmern, was die Kunst in diesen Bereichen geleistet hat.

1) Bewegungsstudium

Bewegungsstudien haben in Kunst und Wissenschaft bei Leonardo da Vinci begonnen, der sich mit dem Flug der Vögel wie dem Fall der Wellen beschäftigt hat. Da er nur mit Hilfe seines "Künstler-eyes" und seiner Zeichnungen daran gehen konnte, die Gesetze des Vogelfluges und das Brechen der Wellen zu studieren, natürlich auch mit etwas Mathematik, kann man sich vorstellen, daß es ihm nicht gelungen ist, diese Bewegungen mit dem Auge zu erfassen. Wie weit er dennoch dabei gekommen ist, zeigen uns seine Entwürfe, welche die Grundlagen für die moderne Aviatik lieferten und erstmals auch die biotechnische Analogie von Vogelflügel und Flugzeugtragflügel etablierten. Erst dem Franzosen René Thom ist es gelungen, eine mathematische Theorie, die Katastrophentheorie, zu erstellen, die imstande ist, die Formung eines Tropfens aus dem unbewegten Wasser zu berechnen.

Die Beobachtung der Bewegung durch das Auge war so ungenügend, daß bis ans Ende des 19. Jahrhunderts die folgende Frage nicht gelöst werden konnte: Gibt es einen Augenblick, wo das galoppierende Pferd alle 4 Beine in der Luft hat? Die Maler behaupten: Ja, und zwar angeblich bei extrem gestreckten Vorder- und Hinterbeinen. Dementsprechend fliegen die Pferde fast in der Luft auf allen Bildern bis zum Ende des 19. Jahrhunderts, sogar beim klassischen Großmeister der Pferdeschlachten, Meissonier (damals einer der weltberühmtesten Maler, heute wahrscheinlich vergessen, hätte ihn nicht Dali als Opposition zu den Surrealisten wieder hervorgezerrt). Die Pferde schleiften den Bauch fast auf dem Boden - und niemand bemerkte den Widerspruch zur realen Bewegung, nämlich, daß es in der Tat diesen Moment gibt, aber die Pferde dabei die Beine unter dem Bauch zusammengekrümmt haben. Diese Entdeckung gelang erst dem Fotografen Muybridge.

Der Ex-Gouverneur von Kalifornien, Präsident einer Eisenbahngesellschaft und Pferdeliebhaber Stanford wollte es genau wissen und hatte angeblich wegen dieser Frage eine Wette abgeschlossen. Deswegen beauftragte er einen Fotografen, diese Frage zu beant-

worten. Daraus erwuchs eine jahrelange Forschungsarbeit des Fotografen mit Namen Muybridge, zwischendurch auch angeregt von den physiologischen Studien des Pariser Professors Marey, die 1878 zu dem erwähnten Ergebnis führten. Mit 12 Fotoapparaten, die hintereinander aufgestellt waren (später sogar 24), und mit einem elektro-mechanischen Auslösersystem, das durch die vorbeilaufenden Pferde betätigt wurde, und das ein Techniker-Team der Eisenbahngesellschaft hergestellt hatte, wurden Reihen-Momentaufnahmen (Belichtung ein 25stel sek.) gemacht. Diese fotografischen Sequenzen brachten die Bestätigung, daß tatsächlich alle Pferdebeine in einem Moment in der Luft sind. Diese rein wissenschaftliche Aufgabe zur Lösung eines Bewegungsproblems hat dann immens auf die Entwicklung der Kunst eingewirkt. Was das menschliche Auge nicht lösen konnte, gelang dem künstlichen Auge der Kamera, also der Technik, der Biotechnik.

Von diesem Erfolg angeregt, ging auch Marey dazu über, das Bewegungsphänomen mit Hilfe der Photographie zu studieren. Während aber Muybridge die Bewegung in eine aufeinanderfolgende Sequenz von starren Momenten der Bewegung zerlegt hatte, bannte Marey's Chronophotographie die einzelnen Bewegungsphasen auf eine Filmplatte. Diese Form der Bewegungsphotographie entsprach auch mehr dem französischen Zeitgeist, hatte doch der Philosoph Henri Bergson in seinem Werk "Materie und Gedächtnis" (1896) den Begriff der Dauer geprägt, demgemäß die Zeit nicht mechanisch in einzelne Momente zerlegt werden kann wie dies bei der Uhr geschieht. So haben die verwischten, fotografisch überlagerten Bewegungsphasen auf einer Bildplatte erstens mehr dem französischen Zeitbegriff entsprochen wie auch zweitens sich für den Maler, der sich ja auch nur mit einem Bildfeld bei der Darstellung von Bewegung begnügen mußte, als geeigneter erwiesen als die brutal in starre Einzelkader zerlegte Bewegung bei Muybridge. Dennoch haben sehr viele Künstler, von Degas bis Rodin, das Werk von Muybridge sehr genau gekannt und für ihre Kompositionen verwendet. Degas' Darstellungen von Tänzerinnen sind gelegentlich ein Gemisch von Marey's simultaner Synthese der Bewegung und von Muybridge's sukzessiver Analyse. Er hat nämlich den Bewegungsablauf einer Balletteuse in 3 Figuren zerlegt, die eine kontinuierliche Bewegung darstellen. Auch die futuristische Malerei ist von beiden

Fotografen extrem beeinflusst worden. Duchamp hat bezeugt, daß Marey's Werke 1912 in den Pariser Künstlerkreisen zirkulierten. In den Manifesten der Futuristen finden wir Passagen, die wörtliche Beschreibungen der Bewegungsstudien von Marey sein könnten. Man betrachte auch die futuristischen Bilder, wo die Tiere 20 und mehr Beine haben, desgleichen das Gemälde "Akt eine Treppe heruntersteigend" von Duchamp.

Bei diesem Diskurs von Malerei und Fotografie gilt es folgende Aspekte festzuhalten. Ein primär künstlerisches Anliegen, das Verständnis der Bewegung, hat also teilweise dazu beigetragen, eine neue Technik zu entwickeln. Diese neue Technologie hat wiederum die Entwicklung der Kunst beeinflusst. Die Fotografie ist also das Ergebnis eines künstlerischen wie technisch-wissenschaftlichen Wollens. Die Fotografie hat also den Ansatz im Wort "techné", in dessen zwei Bedeutungen "Technik" und "Kunst". Die Trennung von Technik und Kunst entspricht also keineswegs der realen Entwicklung von Kunst und Technik, sondern ist meist nur Widerspiegelung eines falschen historischen Bewußtseins. Wie jede Ideologie ist auch diese, daß es eine rein künstlerische Entwicklung ohne Einflußfaktoren außerhalb der Kunst gäbe, institutionell eingeführt und legitimiert worden und hat zu einer Verarmung geführt. Ein revidiertes Ausstellungs- und Lehr-Programm, also eine institutionelle Maßnahme, kann dieser Verarmung und Verelendung entgegenwirken, der Selbstbescheidung von Kunst oder von Technik. Bei dieser Ersetzung des natürlichen Auges durch ein künstliches, bei diesem Einfluß der Technik auf die Kunst, sehen wir aber nicht nur eine gegenseitige Beeinflussung, sondern auch die Ungleichzeitigkeit der Entwicklung. Bis eine wissenschaftliche Erfindung in den Corpus der Kunst gelangt, kann es manchmal Jahrzehnte dauern.

Die Technik der Fotografie hat aber nicht nur die Entwicklung einer traditionellen Kunst, die Malerei beeinflusst, sondern sogar eine neue Kunst begründet, nämlich den Film. Die fotografische Flinte von Marey, welche das Bildstreifensystem von Muybridge bereits für die Aufnahme verwendete, war nämlich eine Art Filmkamera. Marey's fotografische Überlagerungen hingegen konnten ja nicht für einen Projektor verwendet werden. Muybridge hatte da-

für eine Art Filmprojektor erfunden, das Zoopraxiscope, wo 12 oder 24 Bilder auf einer sich drehenden Scheibe aufgetragen waren. Als Edison 1893 diese Scheibe durch ein gerades Band von Aufnahmen ersetzte, wie es ja schon ursprünglich bei Muybridge der Fall war, also den Zelluloidstreifen erfand, konnte zwischen Marey und Muybridge eine Brücke geschlagen werden: Die Bilder lernten zu laufen, das hieß, sie erzeugten die Illusion einer kontinuierlichen Bewegung.

Sie sehen also ganz deutlich, wie eine außerkünstlerische Erfindung, wiewohl von künstlerischem Interesse gespeist, zur Gründung einer neuen Kunstgattung geführt hat. Die Bewegungsstudien haben also nicht nur zu einer technisch-wissenschaftlichen Erfindung beigetragen, die wiederum die traditionelle Kunst beeinflusste, sondern diese Verschmelzung von Technik und Kunst hat zusammen mit der schon seit Leonardo bekannten Camera obscura auch zur Gründung einer neuen Kunstdisziplin geführt, des Films, der für sich ja beansprucht, das ganze Leben ersetzen zu können. Die Kinematographie als virtuell totale Biotechnik.

2) Visuelle Systeme

Eine den Bewegungsstudien vergleichbare Rolle in der Entwicklung der Kunst spielte die Perspektive. Auch die Beschäftigung mit der Perspektive entspringt ursprünglich einem künstlerischen Anliegen, nämlich der Abbildung dreidimensionaler Objekte auf die zweidimensionale Zeichenebene. Im 15. Jahrhundert haben Künstler und nicht Wissenschaftler diese Rationalisierung der Sicht ins Gespräch gebracht (Masaccio, Van Eyck, Alberti, Piero della Francesca). Bezeichnenderweise heißt ein Buch von 1505 "De Artificiali Perspectiva" und sein Autor ist Pelerin (Viator). Die künstliche Perspektive, also die technisch nachvollziehbare Konstruktion einer Zentralperspektive, welche zu den gleichen Ergebnissen komme wie die natürliche Wahrnehmung, war also das Ziel. Ein Mann, der als Maler des Hasen weltberühmt geworden ist, hat auf zwei Italienreisen ausgedehnte Kenntnisse über Konstruktionsverfahren der Zentralperspektive erworben und in einem sehr populär gewordenen Buch des 16. Jahrhunderts niedergeschrieben. Es war Albrecht Dürer und sein Geometrie-Lehrbuch "Underweysung der mesung mit dem zirkel und richtscheyt in Linien ebenen und gantzen

corporen" (1525, verbessert 1538 erschienen). Aus diesem Buch und Dürers nachgelassenen Schriften kann man nicht nur die Grenzen von Dürers Perspektive-Verständnis erkennen, sondern auch seine Suche nach wissenschaftlicher Erkenntnis wie künstlerischer Gestaltung gleicherweise. Es gibt sogar einen Stich, auf dem Dürer über seine Arbeitsweise Auskunft gibt. Hinter einer liegenden Gitarre steht ein Rahmen, in dem horizontale und vertikale Fäden gespannt sind und worauf ein Papier gespannt ist. An der Wand befindet sich der zentralperspektivische Fluchtpunkt, von dem aus Fäden auf alle möglichen Raumpunkte der Gitarre gespannt werden. Wo sich diese Fäden mit den Fäden des Rahmens kreuzen, wird ein Nadelstich in das Papier gemacht. Durch das Koordinatensystem des Rahmens und die perspektivischen Faden-Linien gelang es Dürer, eine genaue 2-dimensionale Abbildung in Form von Punkten auf dem Papier von der 3-dimensionalen Gitarre zu machen.

Solche mechanische Zeichenhilfsgeräte wurden in sehr vielen Varianten und Verbesserungen konstruiert. Zum Beispiel Geräte, die man sich vor die Nase setzte und wo eingebaute Spiegelsysteme ermöglichten, die Landschaft genau in der Perspektive zu zeichnen. Das Ergebnis dieser mechanischen Zeichenhilfsgeräte sind die elektronischen Zeichengeräte wie Plotter und andere Computer Graphic Displays. Das Auftauchen der visuellen elektronischen Computersysteme wirft aber wiederum zwei Probleme auf: 1) Das der künstlerischen Gestaltung, 2) Das der institutionellen Abbildung der künstlerischen Entwicklung.

Zu 2) Auf Grund der Entwicklung der Malerei im Zusammenhang mit der Perspektive wird heute an Kunsthochschulen immer noch Geometrie unterrichtet, obwohl einerseits der gegenwärtige Künstler von der Geometrie bei seinem Schaffen kaum mehr Gebrauch macht und andererseits die Wissenschaft der Geometrie ein derart hohes Niveau erreicht hat, daß sie der Mehrheit der Kunststudenten gar nicht mehr lehrbar ist. Dennoch wird Geometrie an den Kunsthochschulen noch unterrichtet, weil es eben ein Erbe der Tradition ist. Umgekehrt hat die Institution aber mit der Entwicklung nicht Schritt gehalten, denn sie schleppt zwar das alte Erbe, die Geometrie mit, aber unterrichtet nicht das, was aus der künstlerischen Geometrie längst entstanden ist, die Computergraphik. So

setzen sich zumeist Leute an die visuellen Computersysteme, die keine künstlerische Ausbildung haben, das heißt, wenig Ahnung vom Stand künstlerischer Probleme, und umgekehrt haben die Künstler eine Ausbildung, die den technischen Möglichkeiten der Kunst nachhinkt. Also wieder die Ungleichzeitigkeit von Kunst und Technik. Daraus entsteht, was man Computergraphik und Ars electronica nennt, was also weder ein gestandener Wissenschaftler noch ein gestandener Künstler ernst nimmt, sondern für beide als kindisch und bloße Spielerei gilt. Die Irrtümer und Vorurteile dieser Entwicklung liegen also weit zurück. Jahrhunderte lang wird eine veraltete Ästhetik tradiert, statt die Studierenden auf die Computerprogrammierung bei der Lösung visueller Probleme vorzubereiten. Das Ergebnis ist, daß es für die Computergraphik noch keine Meisterwerke wie für die Zentralperspektive gibt, z.B. Dürers "Melancholie" oder "Hieronymus im Gehäuse".

Wenn wir nun von der Computergraphik die Brücke zum Computerfilm oder synthetisch hergestellten Videobild schlagen, also zu visuellen Systemen, wo die Bewegung wieder eine Rolle spielt, können wir ein wichtiges Problem der künstlerischen Gestaltung genau situieren, nämlich was geschieht, wenn die künstlerische Technik zu einer mechanischen Technik wird. Es gibt einen Künstler namens Len Lye, der in den 30er Jahren mit der Hand Zeichentrickfilme herstellte, bspw. A Colour Box (1935) und Rainbow Dance (1936), die Techniken demonstrieren, wie sie später maschinell oder elektronisch in Videosystemen etc. üblich wurden. Zum Beispiel das Ausstanzen der Kontur (border line) und das Füllen dieser Kontur mit jeweils anderen Farben und Formen, das Spiel von Negativ und Positiv, etc. Bei diesen Handmade Films, wo der Filmemacher 24 Kader pro Sekunde mit der Hand bemalen und gestalten muß, kann man sich vorstellen, wie lange das dauert bei einer Filmlänge von 4-5 Minuten - und wie sehr es sich der Künstler überlegen wird, was er mit dem einzelnen Kader machen wird. Jedenfalls wird er den einzelnen Kader sorgfältiger und überlegter behandeln als derjenige, der nur auf einen Knopf zu drücken braucht, um eine Kontur auszustanzen und irgendwie einzufärben, wie es beim Video Synthesizer der Fall ist. Die Ästhetik des Malers Margritte ist ebenfalls durch solche borderline-Techniken und Vertauschungen (z.B. der Vogel in der Farbe der Felsen oder Wolken) bestimmt und

hat daher desgleichen vieles von der synthetischen Computerfilm- und Video-Generation vorweggenommen.

Es gibt also künstlerische Vorläufer für technische Erfindungen. Die technischen Erfindungen sind also in etwa die technischen Mechanisationen bestimmter, von Künstlern entwickelter ästhetischer Techniken und Vorstellungen. Wenn jedoch die künstlerische Intention nur mehr ein Teil der Technik wird, was zwangsläufig geschieht, dann geht oft auch die künstlerische Legitimation verloren. Man braucht ja keine Ideen, Einfälle oder Visionen mehr, wie es der Fall ist, solange es noch die Hand macht, wenn ohnehin alles durch Knopfdrücken geschieht. So benützen dann oft manche Künstler die technischen Erfindungen und bedienen sich dabei nur der von den Maschinen gelieferten Technik, ohne eine adäquate künstlerische Vision und Qualität miteinzubringen. Das heißt, die Technik fordert den Künstler zu größeren Anstrengungen künstlerischer Natur heraus, wenn er sich auf der Höhe der Problemlösung und -stellung bewegen will. Denn die Wissenschaft hat auf jenem Gebiet, wo das natürliche biologische visuelle System durch ein künstliches technisches visuelles System ersetzt werden soll, bereits Leistungen erbracht, die man nicht mehr wegdiskutieren kann und die den Problemstand markieren. Zum Beispiel die verschiedenen Theorien der Wahrnehmung und die verschiedenen Wahrnehmungsmaschinen. Marvin Minsky, ein Artificial Intelligence-Forscher am M.I.T., hat eine Video-Kamera mit angeschlossener elektronisch-mechanischer Hand gebaut, die imstande ist, in einem Raum mit Hindernissen einen bestimmten Gegenstand zu holen.

Die Geschichte und die Anforderungen der Zukunft zeigen uns, daß es auf dem Gebiet der Wahrnehmung und der Wahrnehmungsmaschinen bzw. der visuellen Maschinen-Systeme eine sehr vielfältige wechselseitige Beeinflussung von Kunst und Technik gibt, die ihrer Natur nach den gleichen Gesetzen gehorcht wie diejenige bei den Bewegungsstudien.

Für diesen Zusammenhang gibt es ebenfalls einen deutlichen ethymologischen Hinweis. Die Vergangenheitsform des griechischen Wortes für "Ich sehe", nämlich "eido" - davon kommt ja "Idologie", die Bildlehre, und Ideologie - lautet "oida" und dieses "oida"

heißt aber nicht nur "ich habe gesehen", sondern bildet gleichzeitig die Gegenwartsform von "ich weiß". "oida" heißt also "ich habe gesehen" wie "ich weiß". "eido oti oida" heißt also "ich sehe, daß ich weiß" bzw. "ich sehe, daß ich gesehen habe", und umgekehrt "oida oti eido": ich weiß, daß ich sehe bzw. ich habe gesehen, daß ich sehe".

Die Wahrnehmung als Erkenntnisfunktion - die Erkenntnis als Wahrnehmungsfunktion. Darin liegt eine weitere Wurzel für die Verknüpfung von Biotechnik und Kunst. Aus dem griechischen "eido" hat sich bekanntlich das lateinische "video" (ich sehe) entwickelt. Die bildverarbeitenden und -erzeugenden Maschinen der Gegenwart, die Video-Systeme, tragen also noch nach Jahrtausenden die Spuren dieser ethymologischen Bedeutung und der durch sie definierten Funktion an sich.

3) Gehirn - Maschine

Als Fortsetzung dieses Trends, das natürliche Wahrnehmungssystem durch ein künstliches zu ersetzen, und als Höhepunkt des biotechnischen Denkens stellt sich der Versuch dar, auch die geistigen Tätigkeiten des Menschen durch künstliche Maschinen ersetzen zu können. Vom Abacus bis zum mechanischen Schachspieler, von der Marionette bis zum Roboter gibt es im Semi-Bereich von Kunst und Biotechnik dafür zahlreiche Beispiele. Eine cruciale Stellung in dieser Entwicklungslinie nimmt allerdings ein Schriftsteller ein, Samuel Butler, der Darwin der Maschinenwelt. In seinem Buch "Erewhon" von 1872 (dem Anagramm von "nowhere") hat er nämlich den Evolutionsgedanken auch auf die mechanische Welt angewandt. Dies konnte er nur aufgrund einer Analogie tun, nämlich der zwischen körperlichen Organen und Maschinen, indem er also den Organismus-Gedanken auch auf die Maschinen ausdehnte. Auch René Thoms Katastrophentheorie gründet sich übrigens auf das Verfahren der Analogie.

Für Butler sind Maschinen "extra-körperliche Glieder". In einem Aufsatz von 1865 schrieb er über die Maschinen: "They are to be regarded as the mode of development by which human organism is most especially advancing". Der schon genannte Henri Bergson schrieb 1915: "Jede neue Maschine ist für den Menschen ein neues

Organ - ein künstliches Organ, das seine natürlichen Organe verlängert". Das Teleskop als verlängertes Auge, das Rad als Fortsetzung des Fußes, das Telefon als verlängertes Ohr, usw. - jede neue Maschine steigert die Fähigkeiten der natürlichen Organe. Jedesmal, wenn der Mensch eine neue Maschine erfindet, erfindet er gleichsam auch ein neues Organ. So hat sich bis zum Ende des 19. Jahrhunderts der Organcharakter der Maschine schon fest etabliert. Das bionische Denken - wenn ich die Biokybernetik als allgemeinen Begriff der Biotechnologie ansehen darf - war also schon voll ausgebildet und hat zwischen den künstlichen Maschinen und den natürlichen Organen eine Analogie gestiftet, derzufolge die künstlichen Maschinen ebenfalls als Organe erschienen.

Wenn nun also Hand, Füße und Auge durch Maschinen ersetzt werden können, liegt es nahe, zu versuchen, auch das Gehirn durch Maschinen zu ersetzen. Seit Leibniz und schon früher gibt es diesen menschlichen Traum, die Rechenfähigkeit des Gehirns durch Maschinen bewerkstelligen zu lassen. Der Computer ist das Ergebnis davon und ebenso die Analogie "der Computer als Gehirn". Wie unzureichend diese Analogie ist, beweist unter anderem Kurt Gödels 1931 aufgestelltes Theorem "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme". Durch das Gödel'sche Verfahren, eine Arithmetisierung der Arithmetik, kann man nachweisen, daß es nicht möglich ist, die Gehirntätigkeit, nicht einmal die Rechenaktivität, vollständig durch einen Computer zu ersetzen. Denn Voraussetzung dafür wäre ja, daß aus einem gegebenen mathematischen formalen System jeder Satz mechanisch ableitbar wäre. Denn könnten alle gültigen Sätze der Mathematik automatisch hergeleitet werden, könnte dies auch durch eine Maschine geschehen. Gödels Beweis zeigt aber nun mit Hilfe eines immens ausgeklügelten Formelverfahrens und mit mathematischer Exaktheit, daß es unableitbare bzw. unentscheidbare Sätze gibt, da sie infolge ihrer Konstruktion ihre eigene Unbeweisbarkeit behaupten. Wären diese Formeln beweisbar, wären sie falsch und somit das formale System widerspruchsvoll. Auch der mathematische Satz "Der arithmetische Kalkül ist widerspruchsfrei" kann im Kalkül selbst (mit seinen eigenen Mitteln) nicht bewiesen werden. Da es also in jedem formalen System Sätze gibt, die zugleich wahr und nicht-ableitbar sind, spricht man von Unvollständigkeit. Unvollständigkeit und Unbeweis-

barkeit der Widerspruchsfreiheit (im System selbst) zeigen die Grenzen des finiten Denkens, das Ende des Traums, das menschliche Denken vollständig mechanisieren zu können. Die Unerschöpflichkeit des menschlichen Geistes ist die philosophische Implikation des mathematischen Beweises der mechanischen, formalen Unbeweisbarkeit bestimmter mathematischer Sätze. Die universelle Denkmaschine ist out.

4) Künstlerische Beispiele

Abstrakte Arbeiten wie die von Gödel, von Wittgenstein und anderen Mitgliedern des Wiener Kreises oder anderen Mitgliedern der Wiener Universität der 20er Jahre oder der Jahrhundertwende haben - bedingt durch den Faschismus, der die Denker ins Ausland vertrieb und in Österreich für Jahrzehnte das geistige Erbe auslöschte - insbesondere in Amerika ihren Niederschlag in der Kunst gefunden. Denn die formalen Methoden und Ergebnisse waren auch auf die Kunst anwendbar bzw. wirkten auf formale Methoden der Kunst anregend. Beispielsweise das Prinzip der Selbstreferenz, das bei Gödel eine Rolle spielt, ist im Video-System bereits technisch implementiert. Der amerikanische Avantgarde-Künstler Bruce Naumann hat zum Beispiel Kurt Gödels Arbeit zwei Jahre lang studiert. Oder der amerikanische Avantgardist Dan Graham beruft sich oft auf Ernst Mach. Die Concept Art eines Joseph Kosuth verdankt sehr viel dem Tractatus von Wittgenstein. Der amerikanische Minimalismus verdankt vieles der Wahrnehmungspsychologie von Bühler und Brunswik.

In den 60er Jahren gab es eine starke Bewegung, die sich besonders mit der Beziehung von Kunst und Technik auseinandersetzte: E.A.T., Experiments in Art and Technology. Ihr gehörten Künstler wie Robert Rauschenberg, Claes Oldenburg, Robert Whitman u.a. an. The County Museum of Los Angeles hat zwischen 1967 und 1971 ein sehr ausgedehntes Projekt verfolgt, bei dem Künstler und Großindustrie zusammenarbeiteten. Dabei sind die neben den Arbeiten im Center for Advanced Visual Studies des M.I.T. relevantesten Ergebnisse gezeitigt worden. Zum Beispiel ein Sensory Deprivation Room - ein Raum der vollkommenen Reizleere (nichts zu hören und zu sehen außer den eigenen Körpergeräuschen). J.L. Byars versuchte ein World Question Center zu errichten. Rauschenberg machte "Mud Muse" - in

einem Glasbottich befand sich Schlamm, der auf Geräusche der Besucher hin eruptierte. Zwischen den Wellenbewegungen des Schlammes und der Schallbewegung wurde eine Analogie hergestellt. Von Rauschenberg gibt es auch Erdbilder, das heißt Bilder mit organischem Material auf der Bildfläche. Ein weiterer wichtiger Vertreter dieser Richtung, künstlerisches und biologisches System zu verquicken, ist Dieter Roth. Er arbeitet mit Schimmelpilzen, Käse, Gewürzen und Wurst auf der Bildfläche, zwischen Glasplatten und in Koffern bzw. Boxen. Ebenso arbeitet der Verfasser auf diesem Gebiet.

Auch das Einführen von Tieren in das Kunstsystem bezeugt, daß seit den 60er Jahren die biologischen Systeme und Faktoren für die Kunst eine neue wesentliche Rolle zu spielen beginnen - unterwegs zu einer ökologischen Kunst, einer Bio Art, einer Öko Art, einer biotechnischen Kunst?