

DIE WELT DER VIRTUELLEN BILDER (1999)

Zur Konstruktion kontextgesteuerter Ereigniswelten

S. 42-51

I. BILDWELTEN: WELTBILDER

Theorien, wie sie zum Beispiel zuletzt mit großem Pathos von Ludwig Wittgenstein im *Tractatus logico-philosophicus* (1922) vertreten wurden, welche die Beziehung zwischen Sprache und Welt als eindeutiges Abbildverhältnis (der Satz als Bild eines Sachverhalts) betrachten, sind mittlerweile in Verruf geraten. Sogar Wittgenstein selbst hat in seinem Spätwerk seine frühere »Abbildtheorie der Sprache« widerrufen. Die Darstellung von Realität durch Sprache, durch Bilder, durch Zeichen ist offensichtlich bis zu einem gewissen Grad möglich. Aber daraus folgt nicht zwangsläufig, daß diese Darstellbarkeit bzw. Repräsentation mit einer gemeinsamen logischen Struktur begründet ist. Zwischen Satz und Sachverhalt, Bild und Welt gibt es zwar Beziehungen, aber diese müssen weder strukturell noch logisch sein, sondern können zwischen Arbitrarität und logischer Struktur schwanken. Zwischen Sprache und Welt, Bild und Welt gibt es keine notwendige gemeinsame Struktur, höchstens die Struktur der Fuzzy logic. Sie stehen in keiner festgefügtten, logisch eindeutigen und normierten Beziehung zueinander.

Die strukturelle Komplizität zwischen Bild und Welt ist, wenn sie überhaupt vorhanden ist, auf keiner Identitätsgleichung bzw. -funktion aufgebaut. Dies ist zumindest eine Einsicht, welche die Krise der Repräsentation zu Ende des 19. Jahrhunderts uns schenkte, der die Abstraktion zu Beginn des 20. Jahrhunderts entsprang. An der Verursachung dieser Krise der Repräsentation war maßgebend die Technotransformation der Welt beteiligt, die industrielle Revolution und deren maschinelle Erfindungen und theoretische Modelle. Die Theorien und Maschinen der Elektrizität, der elektromagnetischen Wellen, der kinetischen Gase, der Thermodynamik, der Strahlen haben neue Gleichungen zwischen Energie und Masse, zwischen Raum und Zeit hervorgebracht, welche Ideen der Umwandlung, der Zustandsänderung und der Transformation (von Dampf in Energie, von einem festen Zustand in einen flüssigen bzw. gasförmigen Zustand etc.) betonten und vor Modellen der Gleichheit und Konstanz fundamental bevorzugten. Ein dynamisches Weltbild entstand in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Diese von den Revolutionen der Naturwissenschaften und der Maschinen angeregten neuen Weltbilder haben natürlich auch neue Bildwelten hervorgebracht. Der Zusammenhang zwischen Bild und Welt ist also kein statischer, keine identitätsstiftende bzw. identifizierende Gleichung, sondern ein dynamischer, von Rückkoppelungen und Wechselwirkungen geprägter Transformationsprozeß. Neue Welten und Weltmodelle schaffen neue Bilder, neue Bilder schaffen neue Weltbilder, neue Bilder neue Welten etc. (neue Weltbilder schaffen neue Bildwelten, neue Bildwelten neue Weltbilder). Einige Stationen dieser Wechselwirkungen von Weltbildern und Bildwelten seien im Folgenden erwähnt.

Die Kunst-Ingenieure der Renaissance, allen voran Leonardo da Vinci als Übervater der modernen Medienkunst, versuchten sich als erste an mechanischen Weltbildern. Mit René Descartes begann das Zeitalter des mechanischen Weltbildes. Mensch und Gehirn waren wie der Kosmos Uhrwerk-Universen. Die Entdeckung des Elektromagnetismus im 19. Jahrhundert fundierte nicht nur die heutigen Medien, sondern formulierte auch die Wellen- und Feldvorstellungen des elektromagnetischen Weltbildes. Das Gehirn wurde zum feldverarbeitenden Radio oder in einer wesentlich moderneren Formulierung zur holographischen Maschine. Die Relativitätstheorie Albert Einsteins einigte die Vorstellung von Raum und Zeit unter ein

THE WORLD OF VIRTUAL IMAGES

Context Engineered Experiential World Construction

I. VISUAL WORLDS: WORLD VISIONS

Theories as so convincingly proposed not long ago by Ludwig Wittgenstein in his *Tractatus logico-philosophicus* (1922) about the certainty of the representational nature of the relationship between language and the objective world – with the phrase representing an actual state of affairs – have latterly come into disrepute. Wittgenstein, incidentally, himself disclaimed his own »Theory of the representational nature of language« in his later work. To a certain extent it is indeed quite possible to represent reality through language, images, and signs. However, it does not necessarily follow that representation is emanating from any shared logical structure. Intrinsic links between phrase and event, representation and object nature doubtless exist; yet these need neither be structured nor logical, and could well range from being arbitrary to following logic structure. There is no compelling reason for the necessity of any common structure between language / image and object world, unless it be the structure of fuzzy logic. No definitive, logically conclusive and standardised relationship exists between the two.

If at all, the structural complicity between image and object world cannot consist of any common identity or function. Such should at least be the conclusion reached from the crisis of representation which gave rise to abstraction at the beginning of the twentieth century. The technological transformation of the world by the Industrial Revolution and its mechanic inventions and theoretical models had been the prime determinant of this crisis. The new equations of energy and mass, time and space, the theoretical framework laying down the conditions for the invention of electricity, electrical appliances, electromagnetic waves, kinetic gases, thermodynamics, and radio waves centred on the idea of transformation and volatility (steam into energy, matter into liquid or gas etc.) superseding any theoretical models of permanence and consistency. By the middle of the 19th century a dynamic view of the world had arisen. These new conceptions inspired by the revolution in science and the arrival of machines naturally also gave rise to new perceptive worlds. The link between image and the object world could no longer be seen in terms of safe, static relations determining and forging identity, but rather as a dynamic process of transformation determined by feedback and interaction. New worlds and new conceptual world models continue to lead to the creation of new images giving rise to new world perspectives etc. Let us examine some of the stages along this process of interaction between conceptual worlds and visual worlds.

The artist engineers of the Renaissance, and particularly the progenitor of modern media arts, Leonardo da Vinci, were the first to try their hands at imagining mechanical conceptions of the world. The era of the mechanical conception of the world began with René Descartes. Man and the mind, as well as the cosmos, began to be perceived in terms of universe working like clockwork. The discovery of electromagnetism in the nineteenth century not only provided the technological basis for today's media, but also for the articulation of the wave and field theories as an integral part of the electromagnetic conception of the world. The human brain functioning like radio and processing fields of electromagnetic currents, or in a modern metaphor, working like a holographic machine. Albert Einstein's theory of relativity later gave rise to the present day notion of the unity of time and space. Causal relationships thus came to be seen in terms of localised, spatial / temporal, observer-related phenomena. By the

Kontinuum. Ursache-Wirkungs-Beziehungen wurden zu einem raumzeitlich lokalen Beobachterphänomen. Die Quantenmechanik wurde bis zur Mitte unseres Jahrhunderts nicht nur zur bestausformulierten wissenschaftlichen Theorie, sie besicherte uns das holistische Weltbild mit der Möglichkeit, daß alles mit allem zusammenhängt. Gleichzeitig folgte aus ihr das Beobachter-Problem, die unauflösbare Integration des Beobachters in das beobachtete System auf der Grundlage nichtdeterministischer Wahrscheinlichkeitswellenfunktionen.

Es gibt offensichtlich eine Parallele, sich wechselseitig beeinflussen- de Evolution zwischen technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen, den jeweils vorherrschenden Weltbildern und den Bildern von der Welt. Es sind nur Aspekte zwischen Sprache und Welt, Bild und Welt, Modell und Welt, die übereinstimmen und deren Übereinstimmungsmomente sich auch ändern, und nicht logische Strukturen. Diese Übereinstimmungen haben eine Quelle: das Gehirn, denn Gehirne generieren Welten.

Wie Gehirne Welten generieren, lernen wir zum Teil von Maschinen, die Gehirne simulieren, nämlich Computer. Aus dem Bereich der interaktiven Medien lernen wir nicht nur, wie künstliche virtuelle Welten konstruiert werden, sondern gewinnen wir rückwirkend auch Erkenntnisse, wie unser Gehirn die natürliche Realität mitkonstruiert. Computer stellen also jene Maschinen dar, deren Bilder den im historischen Moment entscheidendsten Beitrag zur skizzierten evolutionären Wechselwirkung von Bildwelten und Weltbildern leisten. Es gibt heute verschiedene theoretische und naturwissenschaftliche Entwicklungen, die Leitbilder unseres aktuellen Weltbildes sind. Zum Beispiel die Elementarteilchenphysik, die Gentechnik, die Chaos- und die Komplexitätstheorie, die Endophysik. Dominiert werden aber diese Leitbilder sicherlich von einem im wesentlichen auf technischen Entwicklungen basierenden Wissenschaftsbereich, den »computational sciences«. Computer stehen aktuell am Ende der Jahrtausende währenden Evolution unserer Werkzeugkultur und bilden eines der avanciertesten Produkte unserer wissenschaftlich-technischen Erkenntnisse. Denn sie belegen den Aufstieg des Werkzeuges vom bloß mechanischen Hilfsmittel zur symbolverarbeitenden Maschine. Insofern stehen auch die computergestützten Bilder in ihren verschiedenen Ausrichtungen an avancierten Positionen in unserer Bilderkultur. Sie deuten darauf hin, daß die Herrschaft des statischen Bildes zu Ende geht, das Monopol des statischen Bildes ausläuft.

II. WELTBILDER NEUER BILDWELTEN

Das technische Bild, das maschinengestützte, -produzierte und -rezipierte Bild ist also das Ergebnis der industriellen maschinenbasierten und der postindustriellen informationsbasierten Revolution. Es seien einige Stationen der Techno-Transformation des Bildes, parallel zu den naturwissenschaftlichen Entdeckungen und zur technischen Transformation der Welt, skizziert. Für die Kunst des bewegten Bildes gehört selbstverständlich René Descartes (1596 - 1650) zu den naturwissenschaftlichen Vätern. Nicht nur wegen der in den *Principia Philosophiae* (1644) publizierten kartesischen Bewegungsgesetze, sondern vor allem wegen der von ihm 1637 begründeten analytischen Geometrie, die die Verwandlung von Raum- und Flächenbeziehungen in Zahlenrelationen begründet, d. h. die Digitalisierung bzw. Mathematisierung des Raumes vorwegnimmt, am besten verdeutlicht durch das kartesische Koordinatensystem, wo jedes Ereignis im Raum durch die x-, y- und z-Achsen lokalisiert werden kann. Dieses Koordinatensystem ist die Grundlage heutiger Computergrafik und -animation.

Isaac Newtons (1642 - 1727) Bewegungsgesetz (Kraft = Masse x Beschleunigung), seine Theorien der Gravitation, des Lichts und der Farben sind selbstverständlich von fundamentaler Bedeutung (*Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687). Das Fernwirkungsgesetz der Gravitation hat der Jesuit kroatischer Herkunft, Roger Joseph Boskovic (1711 - 1787), radikal weiterentwickelt und bis an die Grenze der Relativitätstheorie und Endophysik geführt. Auch die Verfeinerung Newtonischer Gedanken durch Joseph L. Lagrange (1736 - 1813), z. B. die Theorie der Schallausbreitung, und

mid-century quantum mechanics had not only become the best formulated scientific theory ever, but they also gave rise to a holistic conception of a universe where everything was interrelated. This also implied problematic stance of the observer, his inseparable integration within the system observed proven by non-deterministic probability wave-functions.

Apparently the evolution of technological / scientific research and the corresponding acceptance of new conceptions and images of the world occurs along parallel and mutually inspiring lines. Merely certain aspects of the relation between language and the universe, between conceptions and models of the world and object reality coincide and change; logical structures do not. Any such coincidences have one source - the brain. For it is the human mind that generates universes.

How the brain actually sets about generating a universe may to some extent be understood by looking at machines such as the computer which simulate the brain. From the way interactive media operate we are able to gain an insight into how artificial virtual worlds are constructed, but we may also deduce how the brain effectively contributes to the construction of natural reality. Hence the computer is the kind of machine providing us with images and conceptions which are currently making the biggest contribution towards our understanding of the evolutionary interaction between visual universes and conceptual worlds. Several theoretical and scientific developments today have determined our current perception of the world. Examples are particle physics, genetic engineering, chaos and complexity theories, endophysics, to name just a few. They are primarily dominated by a single, principally technology based area in science, namely »computational science«. Currently the computer tops our tool culture which has evolved over millennia of evolutionary development to become one of the most sophisticated products of scientific technological research. Evidently, the computer is the most advanced product of tool development from mere mechanical aid into a symbol processing machine. Hence computer generated images represent the various directions of the positions on offer in our present visual culture. They are an expression of the impending end of the rule of the static image when the monopoly of the static image is elapsing.

II. PERCEPTIONS FOR NEW VISUAL WORLDS

*The technological image, produced, reproduced and recorded with the help of machines, is the result of the mechanical advances of the Industrial Revolution subsequently coupled to the post industrial revolution based on information. I should like to outline a few stages along the techno-transformation of the image corresponding to certain scientific discoveries along the technological transformation of the world. René Descartes (1596 - 1650), of course, can be said to have laid down the scientific foundations for the invention of the art of the moving image. It was not just the Cartesian laws of motion published in his *Principia Philosophiae* (1644), but above all his formulation of analytical geometry in 1637 which made possible the translation of spatial relations into numeric equations, i. e. the digitilisation or rather mathematical conception of space. This is best demonstrated by the Cartesian system of coordinates along which any event in space can be located along the X, Y, Z axes. This system of co-ordinates forms the basis for today's computer graphics and animation.*

*Another fundamental contribution was made by Isaac Newton (1642 - 1727) with his Law of Acceleration (force = mass x acceleration), the Rule of Gravity, as well as his Law of the Speed of Light and his Colour Laws which were published in his *Philosophiae naturalis principia mathematica* in 1687. A Jesuit of Croatian origin, Roger Joseph Boskovic (1711 - 1787), subsequently so radically advanced on the rules of gravitational force as to nearly succeed in taking them as far as preempting the Theory of Relativity and endophysics. Just as relevant were Joseph L. Lagrange's (1736 - 1813) elaborations on Newton's laws, as well as the theory for sound travel by waves, particularly as developed by William R. Hamilton (1788 - 1856) in his 1827 Theory of Systems of Ray, and his 1835 On*

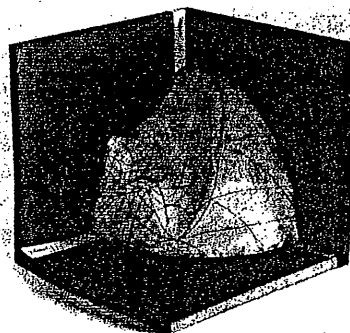
vor allem durch William R. Hamilton (1788 – 1856, *Theory of Systems of Ray*, 1827, und *On a General Method in Dynamics*, 1835) sind von bleibender Relevanz. 1822 erschien ein elementares Werk zur Theorie der künstlichen Synthese, dessen Begriffe und Techniken bis heute im Bereich der computergestützten Ton- und Bildwelten gültig sind. Joseph Fouriers (1768 – 1830) *La théorie analytique de la chaleur*. Darin befindet sich Fouriers Theorem, wonach jede Welle durch Summe von Sinuswellen (Frequenz, Amplitude, Phase) definiert und jede Funktion durch Sinusfunktionen beschrieben werden kann. Wir verwenden heute beim Computer z. B. die Amplitude einer Ton-Welle, um einen Bildausschnitt zu definieren. Aus Fouriers Theorem ergab sich die Methode der Fourier-Synthese: jede Welle kann aus Sinuswellen zusammengesetzt werden. Daraus entstanden später die analogen und digitalen (mit pulsartigen Wellen arbeitenden) Synthesizer. Seitdem bilden die Sinuswellen ein universales Alphabet. 1839 wurde die Fotografie erfunden, um die gleiche Zeit die Telegrafie und das Scanning-Prinzip für die Übertragung von Bildern über lange Distanzen. Das Scanning-Prinzip bedeutet die Zerlegung bzw. Abtastung einer zweidimensionalen Bildfläche und damit deren Umwandlung in eine lineare Folge von Punkten in der Zeit. Das Scanning-Prinzip verwandelte das Bild als Kunst des Raumes in eine Form der Zeit. Auf ihm beruhen noch heute unsere TV-Systeme. James Clark Maxwell (1831 – 1879) gehört auf mehrfache Weise zu den naturwissenschaftlichen Begründern jener Weltbilder, die neue Bildwelten ermöglichten, sowohl durch die kinetische Theorie der Gase, wie auch durch den Maxwellschen Dämon und die Theorie des elektromagnetischen Feldes. »Das elektromagnetische Feld ist der Teil des Raumes, der Körper in elektrischen oder magnetischen Zuständen enthält und umgibt. Es ergibt sich also die Existenz eines alldurchdringenden Mittels kleiner aber reeller Dichte, das in Bewegung gesetzt werden kann und fähig ist, Bewegung zu übertragen, wobei dies mit einer großen, aber endlichen Geschwindigkeit erfolgt« (*A Dynamic Theory of the Electromagnetic Field*, 1864). Die experimentelle Bestätigung der Existenz der elektromagnetischen Wellen und ihre Wesensgleichheit mit den Lichtwellen durch Heinrich Hertz (1857 – 1897) im Jahr 1886 hat die Maxwellsche Theorie des elektromagnetischen Feldes nicht nur zum Ausgangspunkt einer die gesamte Nachrichtentechnik revolutionierenden Entwicklung gemacht und die Grundlagen für die digitale Kunst gelegt, wo die elektromagnetische Welle den fundamentalen Baustein bildet, sondern die Auffassung von Realität insgesamt verändert. Den in abstrakten Beschreibungen vorkommenden (mathematischen) Größen mußte eine reale Existenz zugebilligt werden, auch wenn diese nicht direkt mit Hilfe mechanischer Modelle unseren Sinnesorganen anschaulich gemacht werden können. »Nach Maxwell dachte man sich das Physikalisch-Reale durch nicht mechanisch deutbare, kontinuierliche Felder dargestellt, die durch partielle Differentialgleichungen beherrscht werden. Diese Veränderung der Auffassung des Realen ist die tiefgehendste und fruchtbarste, welche die Physik seit Newton erfahren hat«, schrieb Albert Einstein in *Mein Weltbild* 1959.

Die das 17. Jahrhundert beherrschende Formel »ratio et experientia« (Bacon, Descartes, Huygens) wurde im 19. Jahrhundert um die »theoria« erweitert. Das Reale wurde also nicht nur allein durch Ratio und Erfahrung, sondern auch als Konstruktion von Begriffen erfaßt. In der Folge müssen noch weitere Theoretiker der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit genannt werden: Ludwig Boltzmanns (1844 – 1906) Maxwellsche Verteilungsfunktion, das H-Theorem, die erste statistische Interpretation der Entropie, 1872, und die statistische Deutung der Entropie ($S = k \cdot \ln W$). Vor allem auch zu nennen ist Josiah W. Gibbs (1839 – 1903), der 1873 in *A Method of Geometrical Representation of the Thermodynamic Properties of Substances by Means of Surfaces* Beziehungen zwischen dem Volumen, der Entropie und der Energie herstellte (Gibbs-Modelle), die bis heute von weitreichender Wirkung sind.

Auf die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung im 19. Jahrhundert folgten die technischen Anwendungen und Erfindungen für die drahtlose Telegrafie (Guglielmo Marconi 1896, Nicola Tesla, 1891), für das Fernsehen (»elektronisches Teleskop« von Paul Nipkow mit Nipkow-Scheibe, 1884) und für das Radio (Wernherr von Brauns

a General Method in Dynamics. Another hugely important work for a theory of artificial synthesis, whose terminology and technique is still applied in today's world of computer generated sound and images, was Joseph Fourier's 1822 *La théorie analytique de la chaleur*. There Fourier (1768 – 1830) set out the theorem that each wave can be perceived as the sum of its sinus waves (frequency, plus amplitude, plus phase) and that each function could be described by its sinus functions. Today, for instance, the amplitude of a sound wave is used in computer technology to define image sections. Fourier's Synthesis followed from Fourier's Theorem: any wave can be made up from sinus waves. This made possible the development of analogue and digital pulsar wave synthesizers. Sinus waves have since become a universally used alphabet. In 1839 came the invention of photography, around the same time as telegraphy and the principle of scanning images for transmission over long distances. This involved breaking down, or scanning, a two dimensional image into a linear succession of points over time. The principle transformed the image as an art form concerned with space into a unit of time. Today, television is based on the scanning principle. The conception of new visual worlds was further promoted by the scientific principles established by James Clark Maxwell (1831 – 1879), especially his kinetic theory of gases, the aptly named Maxwell demon, as well as his theory of electromagnetic fields. In his *A Dynamic Theory of the Electromagnetic Field* he stated in 1864 that »the electromagnetic field is that part of space containing and surrounding matter of an electric or magnetic nature. Hence the existence of an all pervasive medium of small but nevertheless real density which may be triggered into motion and which may itself be able to transmit motion, where this motion occurs at great but finite speed.« When, in 1886, Heinrich Hertz (1857 – 1897) was able to confirm the existence of electromagnetic waves and their similarity to light waves by experiment he established Maxwell's theory as the foundation for a technological development which not only revolutionized the technology for news transmission. Electromagnetic waves in fact also provided the fundamental link for the establishment of digital art and thus made the most important contribution to the utter transformation of our perception of reality. Mathematical entities which had so far only occurred as abstract descriptions now had their real existence confirmed even if they could not directly be made perceptible to our senses by mechanical means. Later in 1959 Albert Einstein wrote in his autobiographical *Personal View of the World*: »After Maxwell physical reality was perceived in terms of continuous, mechanically non-representational fields which were determined by partial differential equations. It is this transformation in the perception of reality which represents the most fundamentally radical transformation of physics since Newton.«

The seventeenth century formula of ratio et experientia as applied by Bacon, Descartes, Huygens was thus supplemented by theoria in the nineteenth century. Reality could now be perceived not merely in terms of rational conception and experience, but also through constructed terminology.



Maxwells Modell der thermodynamischen Oberfläche, wie sie Gibbs für das Wasser entwickelt hat. Foto: Cavendish Labor / Maxwell's model of Gibb's thermodynamic surface for water. Photograph: Cavendish Laboratory.

Further theoreticians of thermodynamic probability should not go unmentioned: in 1872, building on Maxwell's theory of spread, Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) formulated his H-Theorem, the

Kathodenstrahlröhre, 1897). 1897 entdeckte Joseph J. Thomson bei der Untersuchung der Natur der Kathodenstrahlen das Elektron. Bestandteil der Atome aller Elemente und der Beginn des elektronischen Zeitalters.

Mit Telekopie, Telefon, Television, Telefax, drahtloser Telegrafie, Radio etc. entstanden die Grundlagen einer telematischen Kultur, die gekennzeichnet ist durch die Trennung von Bote und Botschaft, von Körper und Botschaft. Das Trägermaterial des Codes wird vernachlässigbar. Materielle Zeichen reisen durch Raum und Zeit, Wellen breiten sich aus, körperlose Kommunikation wird möglich. Das Reich der immateriellen Zeichen schlägt in der telematischen Zivilisation seine Zelte auf. Das postindustrielle informations- und code-basierte Zeitalter beginnt.

Seit der Zeit Newtons haben sich die Naturwissenschaften von der Philosophie emanzipiert. Für Newton waren Mechanik und Physik noch Philosophie, genauer Naturphilosophie, wie der Titel des Grundbuches neuzeitlicher Mechanik *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) zeigt. Seine Definitionen von Ort, Körper, Ruhe und Bewegung dienten dem philosophischen Erkenntnisinteresse. Der Ursprung der Grundbegriffe und Axiome der »Principia mathematica« ist einem philosophischen Diskurs zu verdanken, und zwar der Auseinandersetzung mit dem mechanistischen Werk von Descartes.

In den letzten zweihundert Jahren ist die Mechanisierung des Bildes, vom Fotoapparat bis zum Computer, enorm vorangeschritten. *Mechanization Takes Command* hieß der Titel eines 1948 erschienenen großartigen Werkes des Schweizer Kulturhistorikers Sigfried Giedion, das 1982 unter dem Titel *Herrschaft der Mechanisierung* publiziert wurde. Im Zeichen dieser vorausschreitenden Herrschaft der Mechanisierung, naturphilosophisch eingeleitet von Descartes und Newton, ist auch die Welt der virtuellen Bilder zu betrachten. Wie durch die Maschinen sich die Bewegung vom Körper trennte, so nun auch vom Bild. Die Bewegung ist nicht mehr allein die Eigenschaft eines Körpers oder Bildes, sondern ist eine Form der Emergenz, die durch die Interaktion von Daten entsteht. Kunsttheorien, speziell Medientheorien, werden wieder Teil der Physik und Naturphilosophie. Auf ihrem Weg vom fotografischen zum algorithmischen Bild emanzipieren sich die technischen Bilder bzw. die mechanischen Künste immer mehr von den gemalten Bildern, d. h. den bildenden Künsten (visual arts), die auf Handschrift und traditionelle Materialien gegründet sind. Parallel zur Technotransformation der Welt als Ergebnis der naturwissenschaftlichen Revolutionen entwickelten sich auch die Transformationen der technischen Bilder.

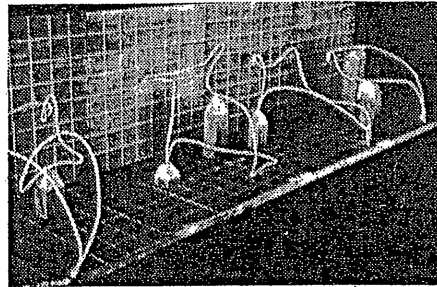
1. STATIONEN DES TECHNISCHEN BILDES

Die Evolution der maschinengestützten Generierung und Übertragung von Bildern kann in sechs Stufen eingeteilt werden.

1. Die erste Station des technischen Bildes war bekanntlich die maschinenunterstützte Bildproduktion der Fotografie (1839).
2. Die Bildübertragung über lange Distanzen durch das Scanning-Prinzip, d. h. die Zerlegung eines zweidimensionalen Bildes in eine lineare Folge von Punkten in der Zeit, erfolgte etwa in der gleichen Epoche. Die Trennung von Bote und Botschaft im elektromagnetischen Zeitalter (Maxwell 1873, Hertz 1887, Marconi 1896), welche körper- und materielle Reisen von Zeichen in einer telematischen Kultur ermöglichte, verursachte eine Kompression, wenn nicht ein Verschwinden von Raum und Zeit. Telegrafie, Telefon, Telekopie, »elektronisches Teleskop« (TV-System von Paul Nipkow, 1884) stellen maschinengestützte Übertragungssysteme von Ton, von statischem und bewegtem Bild dar. Auf die maschinengestützte Bilderzeugung folgte die maschinengestützte Bildübertragung, die körperlose, immaterielle Kommunikation. Die Entdeckung des Elektromagnetismus stellte den Beginn neuer Bildwelten dar.
3. Auf das Verschwinden der Realität folgte die Simulation von Realität. Maschinenbewegte Bilder, der Film als Illusion des bewegten Bildes, stellen die dritte Station dar. Es erfolgte Übergang von der Raumform des Bildes (Malerei) zur Zeitform des Bildes (Film).
4. Die Entdeckung des Elektrons und der Kathodenstrahlröhre (beide 1897) lieferten die Voraussetzungen für die elektronische Bilder-

first attempt at a statistical interpretation of entropy, eventually defined as $S = k \cdot \ln W$. Above all there was Josiah W. Gibbs (1839 - 1903). In his 1873 work *A Method of Geometrical Representation of the Thermodynamic Properties of Substances by Means of Surfaces* he established how volume, entropy, and energy were linked. The Gibbs' models are still of consequence today.

After scientific research had found the basic formulae earlier in the



Frank B. Gilbreth. In *Drahtmodelle übertragene Bewegungsbahnen eines Arbeiters, um 1912/Movements of a worker, around 1912, transferred into wireframe representations.*

19th century, the major technological inventions were made for use in applications such as wireless telegraphy (Guglielmo Marconi in 1896, Nicola Tesla, in 1891), television (Paul Nipkow's »electronic telescope« and the Nipkow Wheel of 1884), and radio (Wernherr von Braun's cathode ray valve of 1897). In the same year, examining the nature of the cathode ray, Joseph J. Thomson discovered the electron, a basic particle of any atom of any element, thus laying down the foundations for the electronic age.

The advent of telecopying, the telephone, television, telefax, wireless telegraphy, and radio set up conditions for the telematic age characterised by the separation of messenger and message, matter and message. The correspondent material to carry and bear the code is getting irrelevant. Matterless signifiers are travelling through time and space, waves spread, and weightless communication is becoming possible. The realm of immaterial signs has put up camp on the terrain of the telematic civilisation. This is the beginning of the post industrial age based on codes of information. Science has come a long way since the days of Newton and has liberated itself from the constraints of philosophy.

As far as Newton had been concerned mechanics and physics were still considered as faculties headed by philosophy, or rather natural philosophy, as is expressed by the title of his fundamental work which proved so relevant for the establishment of modern-day mechanics. His 1687 *Philosophiae naturalis principia mathematica*, his definitions of space, substance, rest space, and motion grew out of an interest in personal enlightenment. The inspiration for the terminology and axioms established in the *Principia Mathematica* derived from the philosophical discourse incited by the mechanistic works of Descartes.

From early precursors of photography to computation, the mechanization of the image has progressed considerably over the past two centuries. Hence the title of the brilliant 1948 work *Mechanization Takes Command* by the Swiss cultural historian Sigfried Giedion. Consequently, we must also understand the realm of virtual imagery under the premise of a progressive rule of mechanization. As movement has been separated from corporeality with the help of the machine, so the transmission of the image has been separated from its actual transportation. Travel is no longer a faculty of the body or image itself, but an independent emergent force arising from the exchange of data. Thus art theory and especially media theory once again need to be re-integrated with physics and natural philosophy. The technomatic image and technological arts have rapidly progressed further and further away from the hand painted image or fine arts based on traditional materials during the transformation of the photographic image into an algorithmic one. Thus we have seen how the transformation of technological images has occurred concurrently with the technological transformation of the world as a consequence of the scientific revolution.

zeugung und -übertragung (Fernsehen). Die magnetische Aufzeichnung von Bildsignalen (statt wie bisher von Tonsignalen seit ca. 1900) mittels eines Videorecorders (1951) mixte Film, Radio und Fernsehen (Bildspeicherung und Bildausstrahlung) im neuen Medium Video. Diese vierte Station steigerte die Möglichkeiten der maschinellen Bildmanipulation. Der Transistor, integrierte Schaltkreise, Chips und die Halbleitertechnik revolutionierten seit Mitte des 20. Jahrhunderts die Technologie der Informationsverarbeitung und erweiterten die Möglichkeiten der maschinenerrechneten Bildwelten. 5. Aktuellstes Medium der Kunst der maschinenunterstützten Bilder ist der multimediale Computer, der alle historischen Möglichkeiten der maschinenunterstützten Generierung und Übertragung von Bildern vereinigt. Die fünfte Stufe, das vollkommen maschinenerzeugte, berechenbare Bild des Computers vereinigt nicht nur die Eigenschaften aller vier vorherigen Stationen der technischen Bilder in sich, sondern eröffnet auch vollkommen neue Perspektiven: maschinenerrechnete, interaktive Bildwelten. Diese weisen fundamental neue Eigenschaften auf: Virtualität, Variabilität, Viabilität, Interaktivität. Mit ihrer enormen Rechengeschwindigkeit können die Computer nicht nur künstliche Wirklichkeiten in Echtzeit simulieren, sondern es wird dadurch die Grenze zwischen Realität und Simulation überhaupt aufgeweicht. Virtuelle Realität bzw. Cyberspace ist der Name für diesen Grenzraum, für diese Beinahe-Wirklichkeit der Telepräsenz und Tele-Existenz. Dieser virtuelle Raum ist vom Betrachter beeinflussbar und begehrbar. Der Betrachter kann sich im Bild selbst befinden. Der Betrachter verändert und verformt das digitale Bild unmittelbar. Er wird Teil des Bildes, er sieht sich selbst im Bild. Der Betrachter bewegt das Bild, und das Bild reagiert auf die Bewegungen des Betrachters. Systeme und Organismen, die auf Eingaben der Umwelt reagieren, nennen wir lebende Systeme. Da die digitalen Bilder auf die Eingaben der Zuseher in Echtzeit reagieren, also zwischen Bild und Betrachter eine wechselseitige Interaktion besteht, können wir sie mit Eigenschaften lebender Organismen vergleichen und nennen sie daher lebende bzw. belebte Bilder. Durch die virtuelle Speicherung der Information im Computer (nach der chemischen beim Film und der magnetischen beim Video) werden alle Punkte des Bildes zu Variablen in einem cartesianischen Koordinatensystem.

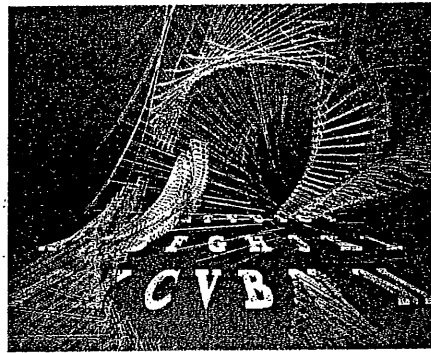
Das Bild selbst wird zu einem dynamischen System aus Variablen. Das Verhalten dieser Variablen ist vom Kontext steuerbar. Dieser Kontext kann sein: der Beobachter, der Ton, andere Bilder, andere Maschinen, Interfaces. Das statische Bild wird zu einem dynamischen Bildfeld. Das Bild wird zu einem Bildsystem, das sich variabel verhält zu einem Ereignisfeld. Das (kontextgesteuerte) Bild verwandelt sich von einem statischen Fenster, durch das man auf die Welt blickt, in eine Tür, durch die der Beobachter in die Welt multisensorieller Ereignisfelder ein- und austreten kann. Das Bild wird zur Konstruktion kontextgesteuerter Ereigniswelten, die der Betrachter interaktiv verändern kann, da diese Bildwelt eine Welt der Variablen ist. Der digitale Code verwandelt die Welt in ein Feld von Variablen. Interaktive Computer-Installationen und -Simulationen ermöglichen also die Illusion des belebten Bildes als die vorläufig fortgeschrittenste Entwicklungsstufe der Kunst des technischen Bildes. Das interaktiv belebte Bild ist die vielleicht radikalste Transformation des europäischen Bildbegriffs.

6. Aus der Trennung von Bote und Botschaft, Körper und Zeichen ist die telematische Kultur entstanden. Die interaktive Fernübertragung von Tönen und Bildern ermöglicht Kunst im Netzwerk, Kunstwerke im »Internet«, rein immaterielle Kunst im Datenraum, der global gespannt ist. Telepräsenz, Telerobotik, Kabel-TV, interaktives Fernsehen und digitale Netzwerke bilden die elektronische Superautobahn. 7. Doch auch der übernächste Schritt, bisher noch ins Reich der Science fiction verdrängt, beginnt im Bereich der Interface-Forschung schon Realität zu werden. Findet man aktuell in interaktiven Medien-Installationen auch nur externe »brain-wave«- oder »eyetracker«-Sensoren, so ist die Entwicklungsrichtung dennoch evident: Unter Umgehung der klassischen elektronischen Schnittstellen möchte man mit »brain-chips« oder »neuro-chips« arbeiten, um die Gehirne möglichst verlustfrei und direkt an die digitalen Welten zu koppeln.

III. STAGES IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL IMAGES AND CONCEPTIONS

The evolution of the technology based generation and transmission of images and ideas may be said to have taken place in six stages:

- 1. the first stage in the production of images with the help of technology is obviously represented by the device of photography, invented in 1839.*
- 2. at about the same time the transmission of images over long distances via the scanning principle – breaking down a two-dimensional image into a linear succession of points over time – became possible. In fact the electromagnetic era amounted to the separation of message and messenger (Maxwell 1873, Hertz 1887, Marconi 1896), easing the way for travel of signs without substance or matter in our telematic society. This resulted in a compression – if not even disappearance – of time and space. The telegraph, the telephone, telecopying, Nipkow's 1884 precursor »electronic telescope« to television – all contributed to the development of technology based systems for the transmission of sound, as well as both mobile and immobile images. The technology based transmission of images necessarily followed on after the technology based production of images. The discovery of electromagnetism represents the beginning of the conception of new visual realms.*



Aus / from: Peter Weibel / Bob O'Kane, Weltwürfel / Worldcube, 1992.

- 3. the simulation of reality had to follow subsequent to the disappearance of physically tangible reality. Motion pictures animated by machines, film as the illusion of moving images, represents the third stage. It completed the transformation of the image as a spatial unit (as in painting) into a temporal entity (as in film).*
- 4. the basic conditions for the feasibility of the electronic generation and transmission of images were laid down by discovery of the electron and the cathode ray tube (both in 1897). Recording visual signals magnetically (the magnetic recording of sound signals had been possible since the early 1900's) by video recorder (1951) combined the formerly separate media film, radio, and television into the new video medium. This fourth stage increased the opportunities for the manipulation of the image. Since the middle of the century transistors, integrated circuits, micro-chips, and semi-conductor technology have revolutionized the technologies for processing information, thereby expanding the scope of computational visual conceptions.*
- 5. the computer is the latest medium currently used in art. It manages to integrate all the historic techniques for the artificial generation and transmission of images. In its fifth stage the computerized image, entirely generated by machines and precalculated by the computer manages to incorporate not only all the characteristics of its precursors, but also opens up radically new perspectives: interactive visual conceptions which are entirely created by the computer. Such worlds would possess entirely new properties: they would be defined by virtuality, variability, viability as well as interaction. Computers are able to simulate entire new realms of existence at unbelievably high computational speeds at real time, whilst simultaneously obliterating the difference between reality and simulation during the very course of the process. This is the marginal region where virtual reality or rather cyberspace is to be located; it is the near reality of*

IV. DIE EIGENWELT DER APPARATEWELT

Die Entwicklung der modernen Kunst ist untrennbar mit der Idee des Eigenwerts verbunden. Eigenwert im Zusammenhang der modernen Kunst heißt Eigenwert der künstlerischen Materialien, wodurch der Autonomie-Anspruch der modernen Kunst begründet wird. Diese Entdeckung des Eigenwerts der künstlerischen Materialien ist logischerweise mit dem Beginn der Abstraktion im frühen 20. Jahrhundert sprunghaft angestiegen und vergrößert worden.

Zunächst wurde im ausgehenden 19. Jahrhundert die Eigenwertigkeit der Farbe entdeckt. Zahlreich sind die Zeugnisse der Maler, welche die Verselbständigung der Farbe zu einem autonomen Mittel feiern:

»Das Bild wurde wieder – entsprechend meiner Definition von 1890 – eine Fläche mit Farbarrangierungen nach einem bestimmten Prinzip« (Maurice Denis, 1896); »Ich bin durchaus in Anspruch genommen von den Farbgesetzen – wenn man sie uns doch in unseren Knabenjahren gelehrt hätte! Die wahren Maler sind die, welche nicht Lokalfarben machen, das war es, was Charles Blanc und Eugène Delacroix eines Tages besprachen. Der Maler der Zukunft, das ist ein Farbiger, wie es ihn noch nie gab« (Vincent van Gogh). Eugène Delacroix ist von Maxime Ducamp die Einführung der Farbe (um der Farbe willen) als Eigenwert vorgeworfen worden: »Semblable à certain littérateurs qui ont créé l'Art pour l'Art, Monsieur Delacroix a inventé la couleur pour la couleur«. Paul Cézanne, als Vater des Kubismus, hat den Gegenstand zertrümmert, indem er nur der Logik der Farbe und der koloristischen Konstruktion folgte: »Il y a une logique colorée, parbleu. Le peintre ne doit obéissance qu'à elle«. Die Abstraktion der Farbe vom Gegenstand wurde von den Malern unermüdlich gepredigt: »La couleur pure! Et il faut tout lui sacrifier« (Arbeiten sie nicht so sehr nach der Natur! Kunst ist Abstraktion, Paul Gauguin).

Die Befreiung der Farbe von ihrer repräsentativen Funktion, von ihrer Lokalfarbe, führte zur Abstraktion der Farbe vom Gegenstand. Diese Farbabstraktion, dieser Triumph des Eigenwerts der Farbe trieb insgesamt die Abstraktion bis zur Verbannung des Gegenstandes aus dem Bild voran. Der abstrahierte Eigenwert der Farbe begründete die abstrakte gegenstandslose Kunst. Diese Analyse der Farbe durch die Zerlegung des Lichts war von wissenschaftlichen Werken zur Farbe beeinflusst: Charles Blanc, *Grammatik der bildenden Künste*, 1867; Michel Eugène Chevreul, *Über das Gesetz des Simultankontrastes der Farbe*, 1839; Ogden N. Rood, *Moderne Farbenlehre*, 1881, und Charles Henry, *Eine wissenschaftliche Ästhetik*, 1885.

Sie hat nicht nur den Eigenwert der Farbe, des Materials, sondern auch der Methode gefördert. Die Malerei wurde (wie die Buchtitel schon anzeigen) von einer persönlichen, romantischen Improvisation zu einer wissenschaftlichen Methode. »Ich male meine Methode«, sagte Georges Seurat, »weiter nichts«. Paul Adams wiederum schrieb 1886: »Mit ihrer kompromißlosen Anwendung einer wissenschaftlichen Farbarrangierung und ihrer eigenartigen Neuererqualitäten vertreten Pissarro, Signac und Seurat heute ganz offenkundig die endgültige Tendenz der impressionistischen Kunst«. 1887 nannte Camille Pissarro sich selbst einen »wissenschaftlichen Impressionisten« und suchte eine Kunst, »welche sich mit unserer Epoche in Übereinstimmung befindet«. Félix Fénéon nannte die Technik der Neoimpressionisten »eine bewußte und wissenschaftliche Manier, eine unpersönliche und gewissermaßen abstrakte Behandlung«.

Die Entdeckung des selbständigen Eigenwerts der Farbe hat also die Abstraktion eingeleitet. Die abstrakte Malerei wurde zur Eigenwelt der Farben und Formen. Diese Abwendung von der Außenwelt, diese Verbannung des Gegenstands, diese Ablehnung der externen Referenzialität, brachte notwendigerweise den Zwang ein, die Gesetze der neu entdeckten Eigenwelt (der Farbe) zu studieren. Die Eigenwertigkeit der Farbe machte also eine wissenschaftliche, depersonalisierte Methode notwendig. Die Überwindung der Subjektivität (des Eindrucks) und der Handschrift des Malers, die wissenschaftliche Begründung der Malerei auf objektiven Gesetzen des Sehens, der Farbe und des Lichtes waren erklärte Ziele des Neoimpressionismus, des Divisionismus und des Pointillismus. Diese Intentionen der Malerei zu Ende des 19. Jahrhunderts waren aber

tele-presence and tele-existence. Such a virtual space may be manipulated as well as physically entered by the observer who may then become an integral part of the image. The viewer is able to change and physically manipulate the shape of the image live. Himself as part of the image may also engage in self-observation as well. The viewer moves the image which will react to his movements. We accept systems and organisms which react to impulses from their environment as system of life. As the digital image is able to react to inputs from the viewer in real time, i. e. there is mutual interaction between viewer and image, digital images might seem to have characteristics not unlike those of living organisms; hence we may define them as living or animated images. By the virtual memorization of their relevant information in the computer all the points of an image become variables in a Cartesian system of co-ordinates.

The image itself turns into a dynamic system of variables. The behaviour of these variables is context controlled, and this context may be provided by any of the following: viewer, sound, another image, other machines, interfaces. The hitherto static image is transformed into a dynamic visual field. The image is transformed into a visual system which behaves variably, thus turning into an event. The context controlled image represents the transformation of the static window presenting a view of the world into a door through which the viewer may enter or leave at will a realm of multi-sensorial events. The image is made up of context controlled experiences which the viewer may change interactively, as this visual realm is made up from a world of variables. Digital code is transforming our world into a field of variables. Interactive computer installations and simulations are making the perfect illusion of visual animation possible. They thus represent the most advanced stage in the development of the art of the technologically induced image currently available. Therefore the animated interactive image might perhaps actually represent the most radical transformation of Western visual conceptions.

6. the telematic society has evolved from the separation of message and its bearer. The interactive long-distance transmission of sounds and images makes the creation of networked art feasible, works of art on Internet, completely immaterial art suspended in data space and distributed globally. This is the electronic super highway consisting of telepresence, telerobotics, cable-TV, interactive TV, and digital networks.

7. the next stage beyond the immediately foreseeable future is already beginning to turn into reality in the area of interface research. Whilst currently only external »brain-wave« and »eye-tracker« sensors are used in interactive media applications, the next step is becoming apparent: the development of »brain-chips« or »neuro-chips« in order to bypass classic electronic interfaces and link the brain as directly as possible to the digital realm.

IV. THE SPECIFIC UNIVERSE OF THE APPARATUS WORLD

The development of modern art is inseparably linked to the notion of autonomous value. Autonomous value in the context of modern art implies the autonomous value of artistic media by which the former's significance was brought into focus and rapidly grew in importance. The discovery of the autonomous value of artistic material is a logical consequence of the onset of abstraction at the beginning of the 20th century. This value continued to increase exorbitantly.

In the late 19th century artists first began to discover the autonomous value of colour. A number of artists made statements testifying to the liberation of colour as an autonomous medium:

»In keeping with my definition from 1890 the picture has become a surface on which colour is arranged according to a certain principle.« (Maurice Denis, 1896); »I am totally absorbed by the laws of colour – if we had only learned them in our youth! The true painters are those who do not create local colours, that was what Charles Blanc and Eugène Delacroix spoke about one day. The painter of the future, he is a colorist as there never was before him« (Vincent van Gogh). Eugène Delacroix was accused by Maxime Ducamp of the following: »Semblable à certain littérateurs qui ont créé l'Art pour l'Art, Monsieur Delacroix a inventé la couleur pour la couleur.« Paul Cézanne, the father of Cubism destroyed the object by

bereits die Prämissen der Fotografie seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. So kann man annehmen, daß diese Entwicklung der Malerei zur Eigenwelt von Farbe und Fläche, von Linie und Form und die Begründung der Malerei auf einer wissenschaftlichen Methode, daß die Entsubjektivierung der Kunst unter dem Druck der Fotografie entstanden ist, d. h. unter dem Zwang einer maschinellen Bildherstellung. Mit der Fotografie beginnt die auf Wissenschaft und Maschinen gestützte depersonalisierte Medienkunst als Bruch mit der Produktion des persönlichen Ausdrucks als Medium der Kunst, obwohl dieser Bruch in der Malerei selbst ausgebildet worden ist. Es besteht also auch eine Form der Kontinuität.

Die weiteren Stationen der modernen Kunst in ihrem Streben nach immer vollständigerer Eigenweltlichkeit, als Prozeß der Verselbständigung ihrer konstitutiven Elemente, waren die Entwicklung des Eigenwerts des Lichts (von Robert Delaunay, 1912, bis Zdenek Pesánek, Begründer des Lichtkinetismus, der 1933 reales Neonlicht einführte) und die Entwicklung des Eigenwerts des Materials (von Wladimir Tatlin bis Joseph Beuys). Die Entwicklung des Eigenwerts des Materials hat bei Tatlin bereits zu Ansätzen einer Maschinenkunst geführt, parallel zur Maschinenkunst des abstrakten Avantgardefilms der 20er Jahre (siehe etwa das Transparent von Raoul Hausmann und George Grosz: »Es lebe die Maschinenkunst Tatlins«.) Die Verwandlung der Maschinenkunst in die Medienkunst erfolgte nach 1945.

Nach der Kappung der externen Referenz durch die Verbannung des Gegenstandes erfolgte zunächst eine Phase, in der die externe durch eine interne Referenz ersetzt wurde. Die gegenstandslosen Farben und Formen begannen, nicht äußere Zustände wie die Welt der Gegenstände zu repräsentieren, sondern interne Zustände (wie die Welt der Seele). Die Abstraktion wurde vorübergehend zu einer Lehre der Zeichen für Strukturen des Seins, der Seele, des Kosmos. Diese interne Referenz wurde aber schon durch die russischen Konstruktivisten und Produktivisten angegriffen. Nach der externen wurde schließlich auch die interne Referenz gekappt, und die Kunst wurde selbstreferentiell. Durch den fortschreitenden Prozeß der Verselbständigung aller Elemente der Kunst über die Stationen des Eigenwerts der Materialien und der Eigengesetzlichkeit der Methode erreichte die Kunst den Zustand einer Eigenwelt. Die Unabhängigkeits-erklärungen von Farbe und Form, welche die moderne Kunst begleiteten und ihre Autonomie begründeten, und die damit verbundenen neuen ästhetischen Strategien wie Entsubjektivierung und Depersonalisierung, Überwindung der Handschrift und wissenschaftliche Produktionsmethode in Übereinstimmung mit der Epoche, entsprachen allerdings einer ästhetischen Grammatik, die nicht von der Malerei, sondern von der Fotografie eingeführt wurde – der berühmt-berüchtigten maschinellen Bildproduktion – und die bis heute den Status der Medienkunst bestimmt.

Die Maschinenkunst und die maschinenunterstützte Medien-Kunst ist also nicht nur die logische Konsequenz der bildenden Kunst, sondern bildet geradezu die Voraussetzung der modernen Kunst. Paul Delaroche hat dies 1839 (nach der Entdeckung der Daguerreschen Fotografie) etwas ambivalent formuliert: »Von heute an ist die Malerei tot«, was natürlich heißt, die historische Malerei. Der Eintritt der Maschine in das Reich der Kunst hat die Kunst revolutioniert und die Moderne begründet. Die Akzeptanz der Fotografie, als künstlerisches Medium durch die Moderne nach 1945 (Neomoderne) hat die Postmoderne mitbegründet. Warum dennoch der ideologische Widerstand gegen die Maschinen- und Medienkunst noch stark ist, soll hier kurz geschildert werden. Er hat mit dem zu tun, was die moderne Kunst auszeichnet, aber gleichzeitig Schrecken verbreitet: ihre Autonomie – die maschinengestützte Kunst führt radikal auch die Unabhängigkeit der Kunst und ihrer Elemente vom Menschen vor Augen.

Die Fotografie bringt nämlich eine neue Definition des Autors ins Spiel, die sich mit der klassischen Definition des Künstlers als Deus artifex, als einziger Schöpfergott, nicht verträgt. Bereits der Erfinder der modernen Fotografie, nämlich des Positiv/Negativ-Verfahrens, William H. Fox Talbot, hat in seiner ersten Veröffentlichung *Some Account of the Art of Photogenic Drawing, or the Process by Which Natural Objects May Be Made to Delineate Themselves without the*

adhering only to the logic of colour and coloristic construction: »Il y a une logique colorée, parleu. Le peintre ne doit obéissance qu'à elle.« Painters never ceased to preach the abstraction of colour from the object. »La couleur pure! Et il faut tout lui sacrifier« (Don't work so much after nature! Art is abstraction, Paul Gauguin).

The liberation of colour from its representative function, from its local colour led to the abstraction of colour from the object. This abstraction of colour, this triumph of the autonomous value of colour led ultimately to the object being banned from the picture by abstraction. The abstracted autonomous value of colour laid the foundation for abstract non-representational art. This analysis of colour on the basis of the dispersion of light was influenced by scientific works such as: Charles Blanc, Grammaire des arts du dessin, 1867; Michel Eugène Chevreul, De la loi du contraste simultané des couleurs, 1839, translated into English as The Principle of Harmony and Contrast of Colours, and Their Application to the Arts (London, 1854); Ogden N. Rood, Modern Teaching of Colors, 1881; Charles Henry, A Scientific Aesthetics, 1885.

The analysis of colour not only increased the autonomous value of colour, of the material, it also increased that of the method. Painting was no longer a personal, romantic improvisation but a scientific method. »I paint my method«, Georges Seurat said, »nothing else«. Paul Adams wrote in 1886: »Through uncompromising application of a scientific representation of colour and its strange innovative qualities Pissarro, Signac and Seurat ostentatiously represent the definite trend of impressionist art.« In 1887 Camille Pissarro called himself a »scientific impressionist«, looking for art »that is in keeping with our times.« Félix Féneon described the post-impressionist technique as a »conscious and scientific style, an impersonal and in a certain sense abstract treatment.«

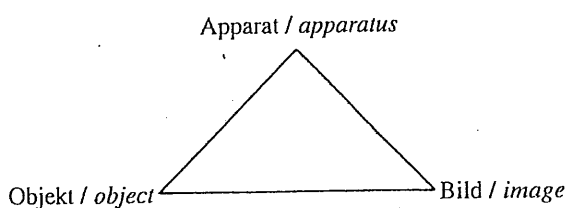
The discovery of the intrinsic quality of colour ushered in abstraction. Abstract painting became an autonomous world of colours and forms. The break with the outside world, the ban of the object, the rejection of external references automatically resulted in an obsession with the laws of the newly discovered world (of colour). The autonomous value of colour called for a scientific, non-subjective method. Overcoming the subjectivity (of impressionism) and the signature of the painter, the scientific grounding of painting on the objective laws of vision, colour and light were the expressed goals of post-impressionism, divisionism and pointillism. These intentions of painting at the end of the 19th century had already been the premises of photography since the mid-19th century. We can assume that this development of painting to autonomous worlds of colour and surface, lines and forms and the grounding of painting on a scientific method and depersonalization was influenced by photography, the machine production of images. In photography, depersonalised media art, rooted in science and the machine, and breaking away from the production of a personal statement through the art medium, is initiated. Nonetheless, that rift was also worked out in painting itself; hence their continuity.

Further stages in modern art during its search for greater autonomy, in fact a process of emancipation of its constitutive elements, led to the preoccupation with the autonomous value of light (from Robert Delaunay, 1912, to Zdenek Pesánek, the father of light kinetism, who introduced real neon light in 1933), as well as a concern for the autonomous value of material (Wladimir Tatlin to Joseph Beuys). Parallel to the machine art of abstract Avant-garde film of the nineteen-twenties, Tatlin had also come close to a mechanized approach to art in his preoccupation with the autonomous value of material, as is so well expressed in Raoul Hausmann's and George Grosz' banner »Long live Tatlin's machine art.« The transformation of machine art in media art took place after 1945.

After the elimination of the external reference through the ban imposed on the object, a phase followed in which the external reference was replaced by an internal frame of reference. The non-objective colours and forms began to represent internal states (e.g., the world of the soul) instead of external states (e.g., the world of objects). Abstraction briefly became a doctrine of signs for structures of existence, the soul, the cosmos. This internal reference, however, was already attacked by the Russian Constructivists and Productivists.

Aid of the Artist's Pencil (in: *Royal Society Proceedings*, IV, 1839, S. 120 - 121, und in: *Philosophical Magazin*, XIV, 1839, S. 196 - 208) auf ein axiomatisches Verschwinden hingewiesen, daß nämlich der Stift (bzw. die Hand) des Künstlers verschwindet. In einem Brief von 1839 beschreibt er, was an die Stelle des Künstlers tritt, nämlich die selbsttätige Maschine: »(...) daß es mit Hilfe dieser Vorrichtung [die Kamera, Anm. d. Autors] nicht der Künstler ist, der das Bild macht, sondern daß es das Bild ist, das SICH SELBST macht. Der Künstler hat nicht mehr zu tun, als den Apparat vor dem Gegenstand aufzustellen, dessen Bild er wünscht« (Hervorhebung des Autors). Der Apparat macht selbst das Bild, und »selbst« heißt auf griechisch »auto«. Der fotografische Apparat ist also ein Automat, eine selbsttätige Maschine, eine autonome Maschine. Mit Hilfe der eigengesetzlichen Mechanik dieses Apparates entsteht das Bild ohne Zutun des Künstlers. Die Maschine als autonomer Produzent bildete das Modell für alle weiteren nachfolgenden Autonomie-Bestrebungen in den modernen Künsten. Der Autor wird vom Anonymat abgelöst.

Der Skandal der maschinengestützten Kunst, von der Fotografie über Video bis zum Computer, besteht also darin, die Fiktion zu entlarven, daß Kunst der Ort des Humanen schlechthin sei, der Ort der menschlichen Kreativität, einer einzigartigen Individualität. Maschinenkunst verhöhnt diese bürgerliche Illusion auf unverzeihliche Weise. Fox Talbot hat dies selbst schon implizit gespürt. Obwohl er eindeutig im Titel seiner ersten Arbeit selbst darauf hinweist, daß die herkömmlichen künstlerischen Werkzeuge verschwinden und das Bild von einer Maschine statt von einem Künstler gemacht wird, verspürt er selbst einen ideologischen Widerstand gegen diese Entmachtung des Subjekts. Statt daher seinem künstlerischen Hauptwerk den richtigen Titel *The Pencil of Machine* zu geben, gibt er ihm, trotz seines großen Verständnisses für die Eigenart der Fotografie, den falschen Titel *The Pencil of Nature* (1844). Fox Talbot läßt die Maschine unbenannt, welche die *Raison d'être* der Photographie ist, und im Gegenteil, er verklärt sie in einem ideologischen Furor zu einem Werk der Natur, wenn nicht gar Gottes. So bleibt, zumindest ideologisch, die Souveränität des bürgerlichen Subjekts unbenommen. Die Eigengesetzlichkeit der fotografischen Maschine hat als erstes Modell der »Autonomie« die Logik der modernen Kunst in Gang gesetzt, die in einer fortschreitenden Entfaltung der Eigengesetzlichkeit ihrer Elemente bestand. Im Dreischritt: 1. Analyse und Akzentverschiebung (Vernachlässigen bzw. Betonen), 2. Verselbständigung und Verabsolutierung (Auslassung bzw. Vorherrschaft eines Elementes) und 3. Substitution und Dispensierung (Austauschen bzw. Ersetzen) hat die moderne Kunst Stufen der Eigenwelt entwickelt. Vom Eigenwert der Farbe über den Eigenwert des Lichts zum Eigenwert des Materials. Diese Eigengesetzlichkeit der Mittel der modernen Kunst hat die Autonomie der Kunst sowohl begründet wie bedroht. Die Eigenwelt der Apparate, die Autonomie der Apparatewelt steht am Anfang und am Ende dieser Entwicklung. Eigenwelt, Eigengesetz, Eigenwert wurden von Anbeginn an von der Medienkunst vorgetragen. Insofern gehört sie zur Bedingung, zur Geschichte und zur Zukunft der Kunst. Die Eigenwelt der Apparatewelt folgt nicht nur der Logik der Moderne, sondern hat auch die Bedingungen dafür gesetzt. Die Selbstreferenz der modernen Kunst hat dort ihren Ausgangspunkt wie ihre Ausformung. Die apparative Kunst hat nämlich, wie wir bei Fox Talbot erkennen können, erstens den Dualismus Bild und Objekt aufgehoben, weil sie unentrinnbar den Apparat dazwischenschaltet:



Konnte die Künstlerhand als Apparat noch vernachlässigt werden, ging das beim Fotoapparat nicht mehr. Zweitens konnte bei der apparativen Kunst das Objekt gekappt werden, und die Bilder konnten nur vom Apparat erzeugt werden. Die synthetische Bilderzeugung,

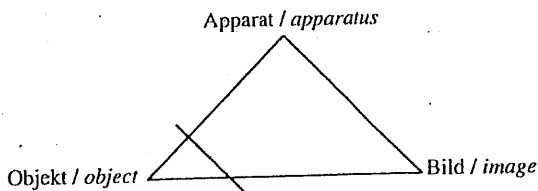
After the external reference had been eliminated, the internal one was done away with as well, and art became self-referential. Through the gradual emancipation of all of its elements as autonomous values and autonomous methods, art began to produce worlds of its own. The declarations of independence of colour and form on which the autonomy of modern art was based entailed new aesthetic strategies such as depersonalization, deletion of the artist's signature and scientific methods of production in keeping with the times. All of this, however, was more an aesthetic grammar introduced by photography rather than by painting, the former representing the notorious grammar of machine-based production of imagery, which to this day has continued to determine the status of new media art.

The development of machine art and machine-supported media art is not only a logical consequence of fine art, but indeed the prerequisite of modern art. In 1839 (after the invention of Daguerre's photography) Paul Delaroche put it somewhat ambivalently: »From now on painting is dead.« This, of course, refers to historical painting. The introduction of machines in the world of art revolutionized art and founded modernity. Modernism's fully-fledged acceptance of photography after 1945 (neo-modernism) has contributed to the inception of post-modernism. An explanation for why a strong ideological bias has nevertheless persisted against machine and new media art should be attempted here. It has to do with what is genuine, yet equally disquieting about modern art. It is its autonomy. Mechanically supported art radically reveals the independence of art and its constituent elements from mankind.

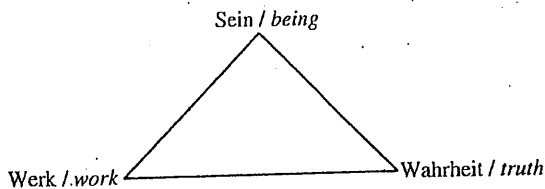
Photography brings a new definition of the author into play which is irreconcilable with the classical definition of the author as *deus artifex*, as the one and only God of creation. The father of modern photography, i.e. the positive/negative procedure, William H. Fox Talbot had already pointed to an axiomatic disappearance in his first publication *Some Account of the Art of the Photogenic Drawing*, or, *The Process by which Natural Objects May be Made to Delineate Themselves Without the Aid of the Artist's Pencil* (in: *Royal Society Proceedings*, IV, 1839, p. 120f. and in: *Philosophical Magazine*, XIV, 1839, pp. 196-208). The disappearance that he was referring to was that of the pencil (or of the hand) of the artist. In a letter written in 1839 he describes what replaces the artist, namely automation: »(...) that by means of this device [the photo camera] it is no longer the artist who makes the picture but it is the picture that makes itself. The artist does not have to do more than set up the device in front of the object, the picture of which he wants« [emphasis by the author]. The device produces the image by itself – and in ancient Greek the word »auto« means »by itself«. The photographic device is thus an automatic and autonomous machine. By means of the autonomous mechanism of this device an image is made without the artist. The author is replaced by the anonymat.

The scandal of machine supported art consists of the fact that it reveals as fiction the notion of art as exclusive reserve of something innately human, the reserve of human creativity, of some unique individuality. Machine art mocks this bourgeois illusion in an unrelenting way. Fox Talbot already sensed this. Even though he explicitly states in the title of his first paper that the traditional tools of art had disappeared and that the image was now made by the machine itself instead of the artist, he expressed an ideological resistance to the exclusion of the subject. Instead of rightly calling his main work *The Pencil of Machine* he misguidedly entitled it *The Pencil of Nature* (1844) against his better understanding of the particular merits of photography. He chose to ignore the machine, the very *raison d'être* of photography, in order to actually revert into a raving vindication of photography as a work of almost Divine nature. This way the sovereignty of the bourgeois subject remained untouched, at least in ideological terms. The specific law of the autonomy of the photographic machine was the first model of »autonomy« to trigger the logic of modern art, which consisted of the progressive development of its autonomous elements. The three stages included 1) analysis and shift of focus (stressing or neglecting a specific aspect), 2) emancipation and absolutization (omission or absolute primacy of an element), 3) substitution and exclusion (exchanging or replacing an element). Thus in modern art its own specific worlds

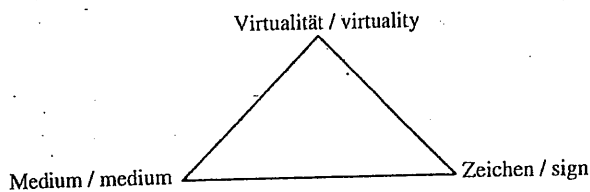
bei der das Eigensignal der Maschine nicht nur Trägermedium des Bildes, sondern das Bild selbst ist, ist der eigentliche (apparative) Beginn der Abstraktion und der künstlichen Bildwelten, der Eigenwelt der Apparatewelt.



Damit wurde die klassische ontologische Ästhetik



zur semiotischen Ästhetik transformiert:



In der Apparatewelt wird fortgeführt, was mit der Malerei begann und wozu diese von den Apparaten gezwungen wurde, und was die Malerei nicht zu Ende führen kann: die fortschreitende Verselbständigung aller Elemente der Kunst hin zu ihrem Eigenwert, ihrem Eigengesetz und ihrer Eigenwelt. Ebenso ist die Medienkunst eine dauernde »postmoderne« Redefinition des Projektes der Moderne und führt Nicht-Identität statt Identität, Kontext statt Text, Interaktivität statt Geschlossenheit, Beobachter statt Autor etc. ein. Daß die heroische Kunst der Apparatewelt dabei auf Ablehnung und Widerstand stößt, obwohl sie die Logik der Moderne begründet hat und ihr konsequent folgt, ist nur mit einem ideologischen Verbot zu erklären, das der Angst vor dem Abgrund zuzuschreiben ist, welchen die moderne Zivilisation und die moderne Kunst in Übereinstimmung mit ihrer Zeit dem Menschen eröffnen: die Autonomie der Maschine, der Aufstieg der Werkzeuge mit symbolverarbeitenden Fähigkeiten und das Verschwinden der vertrauten Wirklichkeit.

V. BELEBTE BILDWELTEN

Durch die technischen Transformationen des Bildes im Rahmen des Diskurses der Eigenwelt der Apparatewelt kam es zum Übergang von der Illusion des bewegten Bildes zur Illusion des belebten Bildes. War der Schwerpunkt in den ersten hundert Jahren Medienkunst die maschinenunterstützte Erzeugung von Bildern (Fotografie, Film), ist der Schwerpunkt seit den letzten 50 Jahren die maschinenunterstützte Speicherung und Übertragung von Bildern (TV, Computer). Dieser Wechsel ist fundamental und hat den Charakter des technischen Bildes vollkommen verändert. Die neuen ästhetischen Möglichkeiten der maschinenunterstützten Speicherung und Übertragung von Daten haben auch wesentlich dazu beigetragen, von Medienkunst statt von Maschinenkunst zu sprechen.

Die Veränderung der technischen Natur der Informationsspeicherung hat die Akzentverschiebung von der maschinenunterstützten Erzeugung zur maschinenunterstützten Speicherung des Bildes verursacht. Die bisherigen Speicherformen der Information waren chemischer oder magnetischer Natur. Die chemische Speicherung

evolved on several levels, ranging from the intrinsic quality of colour to that of light and material. The autonomous nature of the media of modern art provided the necessary basis for the autonomy of art, as well as its potentially jeopardising threat. The autonomous world of apparatus stands at the beginning and at the end of this development. From the outset media art endorsed the concept of autonomy of its world, its values and laws. In this respect it is part of the prerequisites, history and future of art. The particular universe of the apparatus as a world unto itself does not just follow the logic of modernism, it has also created its conditions and context. This is what accounts for the self-referentiality of modern art. As has become evident with Fox Talbot, mechanically operative art did away with the dualism of image and object by the indispensable insertion of the apparatus: »apparatus – image – object« (see diagrams).

Whilst it has been easy not to conceive of the artist's hand as apparatus it is impossible to ignore the apparatus in photography. In a second stage, apparatus art eliminated the object and images could now only be generated by machines. The synthetic generation of images, where the specific signal of the machine is not merely the medium carrying the image but itself constitutes the image, represents the true (apparative) beginning of abstraction and artificial visual universes, the specific universe of the machine: »apparatus – image / object«. The classical ontological aesthetic »being – truth – work« became a semiotic aesthetic »virtuality – sign – medium«.

In the specific universe of the apparatus the continuation of what had forcibly been initiated in painting through the machine has become possible. What painting fails to accomplish is the progressive emancipation of all the constituent elements of art towards their own specific values, rules and universes. By the same token, media art is a continual (postmodern) redefinition of the project of modernity. Non-identity, context, interactivity, observer have replaced identity, text, closure, author. That this heroic art of the apparatus world meets with resistance and protest, even though it has founded the logic of modernity to which it adheres, can only be explained by the ideological ban motivated by man's fear of the void created in modern civilization and modern art by the autonomy of the machine and the disappearance of a familiar reality.

V. ANIMATED VISUAL UNIVERSES

Within the framework of the discourse of the specific universe of the apparatus the image has undergone technological transformations subsequently leading to the transformation of the illusion of the moving image into the illusion of animated image. Whilst media art during its first hundred years was focussed around the generation of images with the aid of the machine (photography, film), its concern has shifted to the technological storage and transmission of images (TV, computers). Such a fundamental shift has completely changed the character of the technological image. The new aesthetic opportunities provided by the technological facilities for storing and transmitting data have been prime factors contributing to the rise of the notion of media art rather than machine art.

Transforming the nature of the technology for storing information has shifted the accent from the technological generation of the image to its technological storage. So far the means for saving information have been of a chemical or magnetic nature. The chemical storage of information on the photograph or film was apparently locking up information in the carrier medium. Once stored chemically, information was fixed and could no longer be changed, only erased, as well as being difficult to retrieve. Subsequently, the magnetic storage of information with video was much looser and thus more amenable to artistic intent. Though the retrospective retouching or manipulation of aspects of the image after its generation is indeed possible with photography or film, this is much harder to do than with video. With video, post production, i. e. the manipulation of the image by means of the machine after the actual production of the image by technologically aided means has become the principal phase, precisely because the possibilities for manipulating the image have increased through the magnetic storage of information. Still, with photography, film, and video information is always fixed on a carrier medium

der Information bei Fotografie und Film hat die Information gleichsam in das Trägermaterial eingesperrt. Die chemisch gespeicherte Information war nicht mehr veränderbar, höchstens löscherbar, und war auch schwer zugänglich. Die magnetische Speicherung der Information bei Video war schon lockerer und damit für künstlerische Absichten besser geeignet. Bei Foto und Film kann zwar auch noch im nachhinein, nach der Generierung des Bildes, am Foto etwas retuschiert und verändert werden, nur ist es wesentlich schwieriger als beim Video. Dort ist die Postproduktion, d. h. die maschinengestützte Bearbeitung des Bildes nach der maschinengestützten Produktion des Bildes zur wichtigsten Phase geworden, eben weil durch die magnetische Speicherung der Information die Manipulationsmöglichkeiten größer geworden sind. Bei Fotografie, Film und Video ist die Information im Prinzip auf ein Trägermedium gespeichert, wo sie schwer zugänglich und schwer veränderbar ist. Die Information ist »eingesperrt«. Die Information ist gut gespeichert und überlebt lange. Der Preis für dieses sichere Überleben der Information beim klassischen Medienbild ist ihre Invarianz. Die Lebensfähigkeit (Viabilität) der Information geschieht auf Kosten der Variabilität der Information. Das gilt nicht nur für die klassischen technischen Bilder, sondern auch für die klassischen Bildmedien wie die Malerei.

Maschinenunterstützte Erzeugung, Speicherung und Übertragung von Bildern bildete also ein Tripel, bei dem immer mehr die Wichtigkeit von Speicherung und Übertragung erkannt wurde. Beim klassischen maschinengestützten Bild geschah die Speicherung mehr oder minder mechanisch, d. h. chemisch und magnetisch. Eine Revolution ereignete sich, als die Speicherung in die nicht-mechanische Phase eintrat, als die Information elektronisch bzw. digital gespeichert wurde, wie es beim Computer der Fall ist.

Die digitale bzw. elektronische Speicherung der Information ist das eigentliche Wesen der digitalen Revolution, weil dadurch die Information nicht mehr in ein Trägermedium eingesperrt oder an ein solches gebunden ist. Die Information ist frei, flottiert, ist leicht zugänglich und veränderbar. Durch die Transformation der Information vom analogen zum digitalen Code kann die Information nicht nur im postproduktiven Prozeß geändert werden, wie bisher bei Foto, Film, Video, sondern im produktiven Prozeß, im Erzeugungsprozeß des Bildes selbst, in Echtzeit, wie man sagt. Alle Parameter der Information, die zu einem Bild gehören, und es konstituieren, sind bei der digitalen Speicherung im Computer sofort und unmittelbar, jederzeit zugänglich und veränderbar. Instante Variabilität aufgrund der digitalen Speicherung der Information ist also das einzigartige Merkmal der Computerbilder. »Access« (Zugang) und »memory« (Speicherfähigkeit) wurden daher die neuen Schlüsselwörter für die digitale Bildindustrie. Die interaktive CD-ROM ist ein wichtiges kommerzielles Produkt innerhalb dieser Entwicklung.

Der Wechsel von mechanischer maschinenunterstützter Erzeugung, Speicherung und Übertragung der Bilder zur elektronischen Erzeugung, Speicherung und Übertragung von Bildern hat also die Natur der technischen Bilder vollkommen verändert, indem sie die Natur der Speicherung der Information und der Bildobjekte vollkommen verändert hat.

Im digitalen Bild ist die Information jederzeit zugänglich und veränderbar. Die Information ist daher variabel, weil die Daten virtuell gespeichert sind. Das Wesentliche der künstlichen Welten ist die virtuelle Speicherung der Information. Das macht sie eigentlich zu virtuellen Welten. Ein Bild, dessen Information virtuell gespeichert ist und daher jederzeit zugänglich und veränderbar ist, ist ein Feld von Variablen. Jeder Punkt, jede Dimension, jeder Parameter des elektronischen bzw. digitalen bzw. computererzeugten Bildes wird zu einer Variablen. Diese instante Variabilität bei virtuell gespeicherter Information macht computererzeugte Bilder so geeignet für interaktive Installationen, d. h. Installationen, die auf Eingaben in Echtzeit reagieren, und für künstliche bzw. virtuelle Environments, die mit künstlicher Intelligenz und künstlichem Leben arbeiten.

where it is more or less easily retrievable and adaptable. Information remains well locked up, its longevity secured. The price paid to safeguard its survival in any classic notion of media is its invariance. The survival (viability) of information relies on its limited variability. This is true not just of images generated by classic notions of their technological production, but also of classic visual media such as painting.

The generation, storage, and transmission of images with the aid of technology used to conform to an equation where the importance of storage and transmission was increasingly recognised. The classic machine dependent image was stored to the most extent mechanically, i. e. chemically or magnetically. A revolution occurred when its storage entered the non-mechanical phase, when it became possible to store information electronically, or rather digitally, as with computers.

The essence of the digital revolution lies in the digital or electronic storage of information. Now information is no longer locked in its carrier medium. Information is free, it may float, is easily retrieved and adaptable. By its transformation from an analogue into a digital code information may be processed not only during the post productive stage as was the case with photography, film, and video, but at production, during real time of the generation of the image. All the constituent parameters of the information belonging to the image are instantaneously and immediately available for adaptation during their digital memorization in the computer. The unique feature distinguishing computer images is their instantaneous variability thanks to the digital storage of information. Thus access and memory have become the new buzz words in the digital image industry. One important commercial product of this development consists of the interactive CD-ROM.

The change from mechanically-induced machine-aided generation, storage, and transmission of images to their electronically-induced generation, storage, and transmission has therefore radically altered the nature of technological images by changing the nature of the means of storing information and visual objects.

With the digitalised image its information can at all time be retrieved and changed. Information has become variable because its constituent data are saved virtually. The essence of the artificial universe lies in the virtual storage of information. An image whose information is saved virtually and thus permanently accessible and adaptable is simply a collection of variables. Each point, every dimension or parameter of the electronic, or digitally or computer generated image becomes a variable. The instantaneous variability involved with virtually stored information makes computer generated images ideally suited for inter-active installations which react in real time to an input, as well as for artificial or rather virtual environments working with artificial intelligence and artificial life.

(Translation: Jörg von Stein)