



tragung. Die magnetische Aufzeichnung von Bildsignalen (statt wie bisher nur von Tonsignalen) mittels eines Videorecorders (1951) mixte Film und Fernsehen (Bildspeicherung und Bildausstrahlung) in das neue Medium Video. Diese vierte Station steigerte die Möglichkeit der (maschinellen) Bildmanipulation. Transistoren, integrierte Schaltkreise, Chips und die Halbleitertechnik revolutionierten seit Mitte des 20. Jahrhunderts die Technologie der Informationsverarbeitung und führten zum multimedialen Computer.

Die fünfte Stufe, das digitale Bild, das vollkommen maschinenerzeugte, berechenbare Bild vereinigt nicht nur die Eigenschaften aller vier vorherigen Stationen der technischen Bilder in sich, sondern weist auch fundamental neue Eigenschaften auf: Virtualität, Variabilität, Viabilität und somit Interaktivität. Die Virtualität der Speicherung der Information ermöglicht die Variabilität der Bildinhalte in Echtzeit. Das Bild wird zu einem dynamischen System aus Variablen, die jederzeit geändert werden können. Mit ihrer enormen Rechengeschwindigkeit können die Computer nicht nur künstliche Wirklichkeiten in Echtzeit simulieren, neue Welten emulieren, sondern es wird dadurch die Grenze zwischen Realität und Simulation überhaupt aufgeweicht. Virtuelle Realität beziehungsweise „Cyberspace“ ist der Name für diesen Grenzraum, für diese Beinahe-Wirklichkeit der Telepräsenz und Tele-Existenz. Dieser virtuelle Raum ist vom Betrachter beeinflussbar und beherrschbar. Der Betrachter verändert und verformt das digitale Bild. Der Betrachter bewegt das Bild, und das Bild reagiert auf die Bewegung des Betrachters. Das variable Bildverhalten führt zur Viabilität des Bildsystems, zu einem lebensähnlichen (viablen) Verhalten des Bildes. Das interaktiv belebte Bild ist die vielleicht radikalste Transformation des europäischen Bildbegriffs.

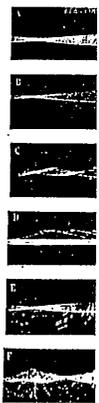
Die interaktive, computerterminale Datenfernübertragungstechnologie ermöglicht neue Lebensformen und Kunstformen im globalen digitalen Netz, auf den „electronic super highways“. (N. J. Paik, 1976) Diese sechste Stufe, der globale Computerverbund via Telefon und Modem, wird nicht nur neue Formen der Arbeit (teleworking) in der digitalen Stadt („Telepolis“, Florian Rötzer) ermöglichen, sondern auch neue Formen der künstlerischen Interaktion, wie wir sie heute kaum erahnen können.

Der siebente Schritt beginnt im Reich der Interface-Forschung und Sensoren-Technologie schon Realität zu werden, das Neurocinema. Mit „brain-wave“- oder „eye-tracker“-Sensoren, mit „brain-chips“ oder „neurochips“ werden die Gehirne direkt an die digitalen Welten gekoppelt.

### Räder, Trommeln, Scheiben

Der Begriff des Visuellen wurde im 20. Jahrhundert mit dem technischen Bildbegriff grundlegend verändert. Damit wir die Zukunft des Visuellen ins 21. Jahrhundert projizieren können, bedarf es einer Analyse der historischen Voraussetzungen der technischen Visualität im 19. Jahrhundert. Unsere These für die Entstehung des technischen Bildes ist, daß diese unter dem Einfluß der industriellen Revolution, die eine maschinengestützte Revolution war, stattgefunden hat. Die Analyse des menschlichen Körpers erfolgte unter dem Aspekt der Maschine. Der menschliche Organismus wurde selbst als Maschine betrachtet. Auch die Analyse der Wahrnehmung geschah unter dem Eindruck der

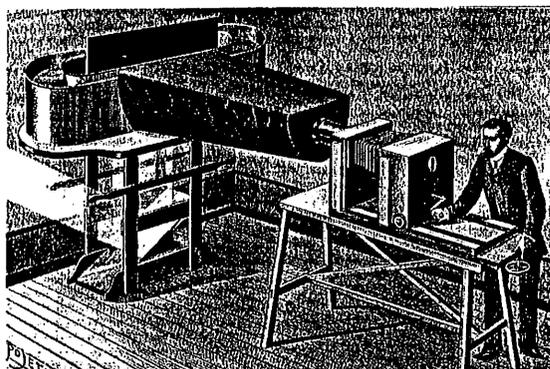
Perfor-  
bildete in  
Um die  
basierte,  
Mensch  
menschl.  
Zeit der  
Systeme  
menschli  
Physiolo  
physiolog  
Kino n  
Anwendu  
dem Verg  
den die b  
Filmkun-  
Mit Hilfe  
nehmung;  
Gesetze  
nismen c  
methodis  
die Trägl  
of vision,  
entdeckt.  
bildwirku  
boskopis  
siologisch  
matograf



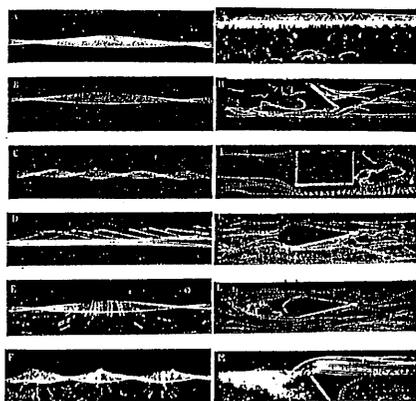
Poyet, Tief-  
phischer Bil  
festhalten, I  
S. 361, 19 x

Performance von Maschinen. Die experimentelle Physiologie, insbesondere die des Auges, bildete im 19. Jahrhundert die Leitwissenschaft für die Genese des technischen Bildes. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts war die industrielle Revolution, die auf Maschinen basierte, so weit vorangeschritten, daß sich Fragen nach dem Leistungsverhältnis zwischen Mensch und Maschine stellten. Man fing beispielsweise an, die Zeit zu messen, die der menschliche Organismus bei seinen diversen Tätigkeiten benötigte, und diese Zeit mit der Zeit der Maschinen zu vergleichen. Das menschliche Verhalten wurde in metrischen Systemen gemessen und notiert. Aus diesem obsessiven Studium der Funktionsweise des menschlichen Maschinen-Körpers entstanden im 19. Jahrhundert die experimentelle Physiologie, Psychologie und Medizin. Ohne diese experimentelle physiologische, psychophysiologische Forschung und ohne die frühen optiko-chemischen Experimente wäre das Kino nicht entstanden. Die rudimentären wissenschaftlichen Kenntnisse und Anwendungen der optischen Gesetze, genauer: der Physiologie des Sehens – gewonnen aus dem Vergleich mit Maschinen –, bilden die historischen Grundlagen der Filmkunst.

Mit Hilfe der experimentellen Wahrnehmungspsychologie wurden die Gesetze des Sehens und die Mechanismen der Wahrnehmung erstmals methodisch erforscht. 1824 wurde die Trägheit des Auges (persistence of vision) von Dr. Peter Mark Roget entdeckt. Die Entdeckung der Nachbildwirkung und vor allem der stroboskopischen Effekte bildeten die physiologischen Grundlagen der Kinetographie, die Kunst der maschi-



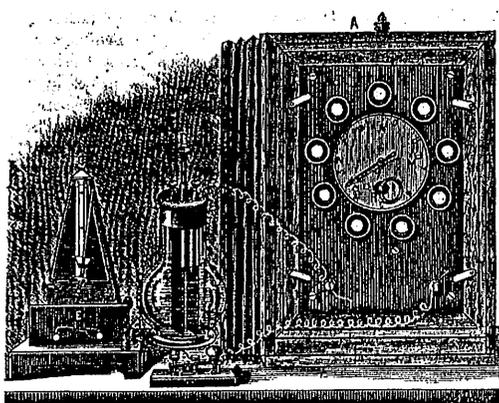
Poyet, Vorrichtung zur chronophotographischen Erforschung von in Bewegung befindlichen Flüssigkeiten, Illustration in: La Nature, 1893, Bd. 1, S. 360, 19 x 28,5 cm



Poyet, Tiefdruckreproduktion chronophotographischer Bilder, die die Bewegung von Flüssigkeiten festhalten, Illustration in: La Nature, 1893, Bd. 1, S. 361, 19 x 28,5 cm

nellen visuellen Simulation der Bewegung. Die Nachbildwirkung – infolge der Trägheit des Auges bleibt etwa 1/20 Sekunde nach der Lichteinwirkung der Lichteindruck noch bestehen – und der durch sie verursachte stroboskopische Effekt – die scheinbare Verschmelzung von rasch hintereinander rezipierten Bildern auf der Netzhaut des Auges – wurden wissenschaftlich erfaßt und zur Konstruktion von sogenannten „philosophischen Spielsachen“ benützt, welche Bewegungsimaginationen produzierten. 1824 hat Sir John Herschel die Nachbildwirkung mit einem Geldstück demonstriert, das er so schnell um seine Achse drehte, bis Zahl und Wappen gleichzeitig wahrgenommen wurden.

Um 1830 konstruierte der große Physiker Michael Faraday die nach ihm benannten Faradayschen Scheiben, die mit Hilfe eines apparativ hergestellten stroboskopischen Effektes „Scheinbewegungen“ hervorriefen. (Faraday, 1831: 205-223 u. 333-336) Der belgische Physiker J. A. F. Plateau stellte zur gleichen Zeit erste Untersuchungen über stroboskopische Erscheinungen an (griech. strobos = Wirbel oder Drehung, skopein = sehen), das heißt über die Flimmergrenze beziehungsweise den Verschmelzungseffekt von Bildern. 1829 baute er zur Illustration von Bewegungstäuschungen das Anorthoskop (anorthein = wiederherstellen, aufrichten), 1832 sein berühmtes Phenakistoskop (phenakizein = täuschen). (Plateau, 1832: 365-368) 1839 formulierte er das Gesetz des „stroboskopischen Effekts“. <sup>1)</sup> Der österreichische Professor für Geometrie Simon Stampfer erfand 1833 die stroboskopischen Scheiben. Wie bei Joseph Plateaus Phenakistoskop wird eine Scheibe mit Perforationsschlitzen, die Zeichnungen von aufeinanderfolgenden Bewegungen trägt, schnell gedreht. Um die Bewegung zu beobachten, schaut der Betrachter durch die Schlitze auf einen Spiegel, der die Zeichnungen in simulierter Bewegung reflektiert. Um den Spiegel weglassen zu können, wurden die Vorrichtungen dahingehend verbessert, daß zwei gegenläufige Scheiben auf einer Welle rotierten. (Stampfer, 1834: 239)



Poyet, Darstellung eines photoelektrischen Apparates, der das Photographieren in regelmäßigen Intervallen ermöglicht, Illustration in: La Nature, 1883, Bd.2, S. 217, 19 x 28,5 cm

Das 19. Jahrhundert war süchtig nach einer Analyse und Synthese von Bewegungsabläufen. Durch den Vergleich von Körper und Maschine (vor allem was Zeitabläufe betraf) entwickelten sich neue Formen einer apparativen Kunst. Es wurde möglich, die Geschwindigkeit von Maschinen zu benutzen, um die Trägheit des Auges zu überlisten. Ein leuchtender Punkt konnte mit Hilfe einer Maschine so schnell im Kreise bewegt werden, daß für das Auge die Illusion einer durchgehenden kreisförmigen Linie entstand. Statische Bilder konnten mit Hilfe einer Maschine so schnell bewegt werden, daß für das Auge

der Eindruck einer natürlichen kontinuierlichen Bewegung entstand. 1912 formulierte der Gestaltpsychologe M. Wertheimer ein weiteres Gesetz der Scheinbewegung, das Phi-Phänomen. <sup>2)</sup> Nur mit Hilfe der beschleunigten Geschwindigkeit von Maschinen konnte zwischen Maschine und Augen eine neue Zeit-Beziehung hergestellt werden, welche die optischen Entdeckungen des Nachbildes, des stroboskopischen Effektes und des Phi-Phänomens nutzbar machen konnte. Die Maschinen benützten gleichsam die optischen Defizite des Auges, die vom Physiologen vermessen wurden, um eine maschinengestützte Kunst der optischen Täuschungen, insbesondere der Bewegungssimulation, zu erzeugen. Weil diese frühe mechanische Phase der industriellen Revolution selbst von Rad-Technologien gezeichnet war, hießen auch die ersten kinematographischen Apparate „Lebensrad“ (Stampfer), „Radbilder“ (Faraday), „Scheiben“ (Stampfer), „Trommeln“ (W. G. Horner).

All diese  
Nachteil  
nur indiv  
schen Pl  
kollektiv  
stützten  
Zauberla  
jektion. I  
dung vo  
magica“ I  
Naylor.  
Döbler er  
terna maj  
an der V  
Techniker  
Entwickl  
physiolog  
chen kon  
entsprech  
Klassen  
(Bewegun  
Bewegung  
tor der Be  
Bewegung  
matograph  
schen) Trä  
Aus den G  
die mecha  
Cinématog  
bezeichnet  
Serienaufn

#### Scanning

Die Entde  
eines bewe  
bemerkte,  
Gegenricht  
seits Voraus  
war andrer  
Bildfläche i  
Im 17. und  
Alessandro  
und James

benannten  
kopischen  
Der belgi-  
er strobo-  
= sehen),  
n Bildern.  
orthlein =  
in = täu-  
kopischen  
1833 die  
cheibe mit  
gen trägt,  
e Schlitze  
U den  
daß zwei

atig nach  
on Bewe-  
Vergleich  
vor allem  
wickelten  
parativen  
die Ge-  
zu benüt-  
zu über-  
t konnte  
chnell im  
das Auge  
en kreis-  
che Bil-  
sc so  
das Auge  
lierte der  
das Phi-  
 konnte  
elche die  
des Phi-  
ptischen  
gestützte  
zeugen.  
on Rad-  
apparate  
eln" (W.

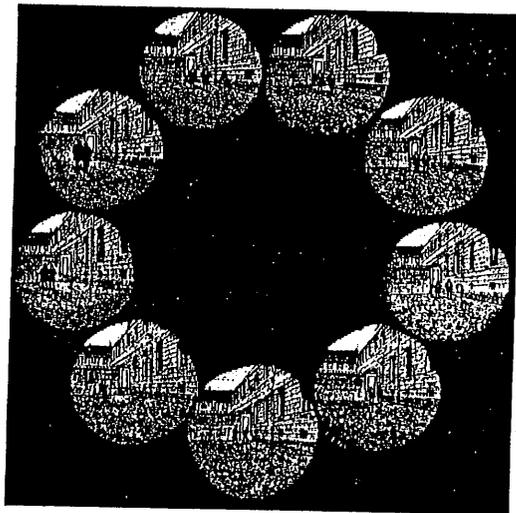
All diese optischen Apparate haben den Nachteil, daß sie nicht kollektiv, sondern nur individuell den Zugang zu den optischen Phänomenen ermöglichten. Eine kollektive Erfahrung von maschinengestützten Bildern erlaubte bisher nur die Zauberlaterne, die Frühform der Projektion. Der erste Vorschlag zur Verbindung von „Lebensrad“ und „Laterna magica“ kam 1843 vom Engländer T. W. Naylor. Der Zauberkünstler Ludwig Döbler entwickelte 1847 „eine neue Laterna magica, welche bewegliche Bilder an der Wand hervorbringt“. Künstler, Techniker und Physiker arbeiteten an der Entwicklung jener Apparate, die sich die physiologischen Gesetze zunutze machen konnten. Diese Apparate muß man entsprechend ihrer Funktion in zwei

Klassen einteilen. Die einen zerlegten die Bewegung in einzelne Phasenbilder (Bewegungsanalyse), die anderen verschmolzen die einzelnen Bilder zur Illusion von Bewegung (Bewegungssynthese). Die Kamera diente der Bewegungsanalyse, der Projektor der Bewegungssynthese. Die Bewegungsanalyse erfolgte mittels der Photographie. Die Bewegungssynthese durch den Filmprojektor ist der eigentliche Beginn der Kinetographie. Dafür bedurfte es noch der Entwicklung des Bildstreifens, eines (chemischen) Trägermediums für die Bildsequenzen und eines Bandes für die laufenden Bilder. Aus den Grundgesetzen der Physiologie des Sehens entwickelten sich im 19. Jahrhundert die mechanischen Apparaturen, die schließlich 1895 zur Geburt des Films führten, zum Cinématographe der Gebrüder Lumière, der damals noch als „Cinétoscope de projection“ bezeichnet wurde, was er auch tatsächlich war, weil sich in ihm die photo-kinematische Serienaufnahme mit der theatralischen Projektionslinie verband.

### Scanning und Simultaneität

Die Entdeckung der Trägheit der Retina wurde angeregt von der Beobachtung der Räder eines bewegten Wagens durch die Schlitze beziehungsweise Spalten eines Zaunes. Roget bemerkte, daß es aussah, als würden die Speichen stillstehen oder sich auch in die Gegenrichtung bewegen. Diese Wahrnehmung von Bewegung durch einen Spalt, einerseits Voraussetzung für die Entwicklung der optischen Scheiben (Bild- und Spaltscheibe), war andererseits auch die Vorwegnahme des Scanning-Prinzips, die Zerlegung einer Bildfläche in eine lineare Folge von Punkten in der Zeit.

Im 17. und 18. Jahrhundert entdeckte eine Reihe von Wissenschaftlern (Luigi Galvani, Alessandro Volta, Hans C. Oersted, André M. Ampère, Georg S. Ohm, Michael Faraday und James C. Maxwell) die Fähigkeit von elektrischem Strom, durch verschiedene



Poyet, Mit dem photoelektrischen Apparat bei gleichzeitiger Belichtungszeit, aber ungleichen Intervallen aufgenommene Bilder, Illustration in: La Nature, 1883, Bd.2, S. 217, 19 x 28,5 cm

Werkstoffe, insbesondere Metalle, hindurchzufließen. Die erste praktische Anwendung wurde 1843 von Samuel F. B. Morse in Form des „Telegraphen“ (Fernschreibgerät) entwickelt: Die Buchstaben des Alphabets wurden in elektrische Signale über den Umweg des Morsecodes umgesetzt, die entweder auf einem Papierstreifen aufgezeichnet oder von ausgebildeten Telegraphisten direkt transkribiert, also übersetzt wurden. Da die elektrischen Impulse mit annähernder Lichtgeschwindigkeit über Telegraphenleitungen übertragen wurden, setzte sich dieses Verfahren innerhalb kürzester Zeit als schnellste Form der Nachrichtenübertragung durch. Es dauerte nicht lange, und die meisten größeren Städte waren über elektrische Drähte, die an Masten befestigt wurden, miteinander verbunden. Die gleichen Drähte wurden in den Seen und Weltmeeren unter Wasser verlegt. Etwa zur gleichen Zeit versuchten andere Forscher, mit Hilfe der Telegraphenleitungen mehr als bloß Punkte und Striche zu übertragen.

Einen der ersten Ansätze lieferte Alexander Bain im Jahr 1843. Bei dem von Bain entwickelten Gerät wurden die Buchstaben des Alphabets aus verschiedenen Linien zusammengesetzt, die jeweils an eine gesonderte Leitung angeschlossen waren. Die zu übertragende Type wurde dabei mittels einer mit isolierten Metallspitzen besetzten kammartigen Sonde abgetastet. Beim Empfänger wurden die Buchstaben dann durch einen gleichartigen Metallkamm auf chemisch behandeltem Spezialpapier reproduziert. 1847 stellte Frederick C. Bakewell eine weitere Entwicklung zur Übermittlung von handschriftlichem Material vor. Bei diesem System wurde eine Metallfolie mit einer „Isolierfarbe“ beschriftet, die dann um einen Rotationszylinder gewickelt wurde. Anschließend wurde der Zylinder mittels eines Laufwerks gedreht und die Folie dabei mit einem Metallstift abgetastet. Beim Empfangsgerät fuhr ein ähnlicher Metallstift über chemisch präpariertes Papier. Sender und Empfänger waren so ausgestattet, daß die Stifte in identischer Weise verschoben und die Geräte synchron betrieben werden konnten. Dieser Mechanismus zur Abtastung einfacher Bilder beinhaltete bereits zwei der grundlegenden Wirkmechanismen des erst später realisierten Systems zur Direktübertragung von Bildern: das Scanning-Prinzip, das sequentielle Abtasten (Zerlegen) von Bildern, und die Synchronisation von Sender und Empfänger. Diese Systeme trugen damals die Bezeichnung „Kopiertelephon“. Heute kennt sie jedes Kind unter der Bezeichnung Telefax oder kurz Fax.

Der nächste Entwicklungsschritt war die Übermittlung akustischer Signale über dieselben Leitungen, die bei der Telegraphie der Übertragung von elektrischen Impulsen dienten. 1876 gelang es Alexander Graham Bell als erstem, die menschliche Stimme über einen elektrischen Draht zu übertragen: das Telephon (die ferne Stimme) war erfunden. 1876 gab es also schon drei Verfahren zur telematischen Kommunikation in Echtzeit: den Telegraphen, den Kopiertelegraphen und das Telephon. Die Zeit war reif für die Einführung eines visuellen Übertragungssystems, des Fernsehens. Das Fernsehen wurde also schon im 19. Jahrhundert, und zwar vor dem Kino, erfunden.

1873 berichteten Willoughby Smith und Joseph May, ein Elektriker, der bei der Verlegung des Seekabels der Atlantic Telegraph Company mitgewirkt hatte, daß Selenstäbe, wie sie für die Stromdurchgangsprüfung verwendet werden, ihren Widerstand beziehungsweise ihre Leitfähigkeit mit wechselndem Licht änderten. Diese Eigenschaft einiger Metalle, auf Lichtveränderungen zu reagieren, sollte sich schon bald in Konzepten für Geräte zur Bildübertragung wiederfinden. Zum ersten Mal erwähnt wird ein solches Gerät als

„Tele  
angel  
Teleg  
bedin  
eines  
Licht  
Telev  
und  
tragu  
Erfol  
gung  
unter  
nisch  
heute  
stattfi  
Das  
Kohl  
entsta  
eine  
Nipk  
Paten  
nahe  
Licht  
Empf  
Wen  
mußt  
werd  
übert  
auf  
spieg  
Bänd  
Erke  
Hert  
ultra  
Rück  
sche  
von  
Hert  
Kom:  
  
Bild  
Die  
Zeich

„Telektroskop“ (fern elektrisch sehen) 1877 bei L. Figuiet. Er beschreibt ein Gerät, das angeblich von Alexander G. Bell erfunden wurde und Bilder übertragen konnte. Irische Telegraphen experimentierten 1870 mit Selenium-Resistoren, wo wechselnde Lichtbedingungen die Resistenz änderten. Daraus ergab sich die Möglichkeit, die Lichtwerte eines Systems zu kontrollieren und daher ein Bild mit Hilfe dieser kontrollierten Lichtwerte (helle und dunkle Punkte) zu übertragen. George Carey schlug 1875 ein Televisions-System vor, eine „Selen-Kamera“, das ein Mosaik von Selenium-Sensoren und separate Übertragungslinien für jeden Sensor verwendete. Doch die Parallel-Übertragung erwies sich als unpraktisch. Nur die Scanning-Methode hatte Aussicht auf Erfolg, das heißt die Zerlegung eines Bildes in Linien von Punkten und deren Übertragung als eine lineare Folge von Punkten in der Zeit. Mehrere Scanning-Methoden können unterschieden werden. Das prismatische Scanning von William Lucas (1882), ein mechanisch-optischer Prozeß, der Lichtstrahlen dirigierte, nicht unähnlich dem Prozeß, der heute in den Bildröhren moderner Videokameras – allerdings auf elektronischer Basis – stattfindet. Jean Lazare Weiller erfand ein mechanisches Scanning-System mit Spiegeln. Das erfolgreichste Scanning-Verfahren erfand Paul Nipkow 1884, das aus der Kombination der alten kinematoskopischen Scheiben-Idee und des Scanning-Prinzips entstand. Die Nipkowsche Scheibe, das Grundprinzip des modernen Fernsehers, ist also eine Rückkehr der Faradayschen Scheiben verbunden mit dem seriellen Scanning. Nipkow nannte seine Erfindung „elektrisches Teleskop“. Das Herz des Nipkowschen Patents bildete eine rotierende Lochscheibe mit insgesamt 24 Löchern, die spiralförmig nahe dem Außenrand angebracht waren. Nipkows Idee basierte auf dem Gedanken, daß Licht vom abzubildenden Gegenstand durch die Scheibe auf eine Selenzelle trifft. Am Empfänger sollte eine polarisierte Lichtquelle eine ähnliche Lochscheibe anstrahlen. Wenn sich nun die beiden Scheiben mit gleichbleibender Geschwindigkeit drehen, mußte nach Ansicht von Nipkow ein Bild entstehen, das durch ein Okular betrachtet werden sollte. Dieses Patent wies alle Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bildübertragungssystem auf. Dem Patent sollten bald andere Ideen folgen, die ebenfalls auf dem Prinzip einer rotierenden Scheibe basierten, wie zum Beispiel Drehspiegelwalzen (Lazare Weiller), Linsenscheiben (Louis Brillouin) sowie perforierte Bänder und Streifen (Paul Ribbe). Insgesamt wurden in dieser Zeit entscheidende Erkenntnisse im Bereich der Photoelektrizität gewonnen. 1887 entdeckte Heinrich Hertz, daß sich elektrische Entladungen schneller als im Dunklen vollziehen, wenn ultraviolettes Licht auf eine Funkenstrecke fällt. 1887 erzeugte Heinrich Hertz unter dem Rückgriff auf die Theorie von James C. Maxwell per Funkenentladung elektromagnetische Wellen, die sich im Raum bewegten und mit einer Antenne empfangen und damit von einem Schwingkreis auf einen anderen übertragen werden konnten. Diese Hertzschen Wellen bildeten das Fundament für die Entwicklung der drahtlosen Kommunikation.

### Bildtelegraphie

Die ersten Patente für Telegraphenapparate, die es erlaubten, Handschriften und Zeichnungen zu übertragen, gehen, wie schon erwähnt, auf den Schotten Alexander Bain

(1843) und den Engländer Frederick Collier Bakewell (1847) zurück. Die Übertragung von Schriften mit dem Kopiertelegraphen von Bakewell auf der Londoner Weltausstellung im Jahr 1851 erstaunte bereits das allgemeine Publikum.

Der aus Breslau stammende Arthur Korn (1870-1940) hatte den Ehrgeiz, „über Raum und Zeit zu sehen“. Die durch die lichtelektrischen Forschungen an Selen erzielten Ergebnisse (von Hallwachs), zusammen mit der von Elster 1888 entwickelten Photozelle, ermöglichten das in gewissem Maße. Sein gegen Ende des 19. Jahrhunderts entwickeltes System der Bildtelegraphie setzte auf der Sendeseite eine elektrooptische zeilenweise Abtastung der Sendertrommel. Damit konnten auch Grauwerte des Bildes im Sendesignal dargestellt werden. An der Empfangsquelle benützte Korn das für die Zwecke der Elektrokardiographie 1895 entwickelte Seitengalvanometer zusammen mit einer durch ein Funkenrelais gesteuerten Leuchtröhre. Im Jahre 1904 konnte Korn erfolgreich Bilder mit guter Qualität auf der Strecke München-Nürnberg-München übertragen.

Die erfolgreiche Entwicklung von Bildtelegraphiesystemen bildete schließlich auch die Grundlage zur Entwicklung von Telegraphiesystemen für sich bewegende Bilder, den Fernsehsystemen.

### Sequenzphotographie und Simultaneität

Zusammenfassend können wir sagen, daß im 19. Jahrhundert zwei verschiedene Prinzipien der maschinengestützten Bildgenerierung und -übertragung beziehungsweise der Bewegungssimulation entwickelt wurden, die zur Kinematographie, der projizierten Bewegungskunst, und zur Television, der fernübertragenen Bewegungskunst führten. Die Namen dieser beiden Prinzipien können vereinfachend Bildsequenz und Bildscanning genannt werden. Die Bewegungszerlegung und -synthese durch Bildmaschinen operierte auf der Objektebene sich bewegender Körper. Das elektronische Bild, um den Faktor Fernübertragung erweitert, beruhte anfangs aber auf Zerlegung und Synthese des Bildes, operierte also auf der Metaebene. Die Entwicklung der Bildsequenz geschah durch die Photographie, vor allem durch die Experimente von J. E. Marey und E. J. Muybridge. Marey entwickelte die Methode der Simultaneität. Ihm ging es primär um eine graphische Methode der Aufzeichnung der Bewegung, wie sein Artikel „Moteurs animés. Expériences de physiologie graphique“ (1875) bezeugt.<sup>3)</sup> Mareys Verfahren stellte die verschiedenen Phasen einer Bewegung auf einer einzigen Platte nebeneinander dar. Zuerst von einem einzigen Standpunkt aus, ab 1887 mit drei Photoapparaten gleichzeitig von oben, von der Seite und von unten. Die Malerei des Kubismus und Futurismus fand die Lösung des Bewegungsproblems in Mareys Simultaneität der verschiedenen Bewegungsphasen und seiner Synthese des multiplen Blickpunkts. Daher wurden Simultaneität und Synthese zu Zentralbegriffen des Kubismus und Futurismus. Essentiell für die Zukunft der experimentellen Filmkunst sollte die Tatsache werden, daß Marey die graphische Methode nicht nur entwickelte, um Bewegung darzustellen und zu analysieren, sondern auch um sie zu komponieren und zu synthetisieren. Seine graphische Methode wurde als Notation der Bewegung, als Partitur der Grundelemente der Scheinbewegung, nämlich der Filmkader, später von den experimentellen Filmkünstlern weiterentwickelt.

Die  
Phc  
Kur  
gew  
Bev  
aber  
eine  
zeig  
eine  
gun  
pho  
Unt  
zeig  
sich  
Muy  
Bew  
Muy  
an d  
Kun  
geleg  
ware  
Jahr

Das

Die  
Bildr  
Szint  
strah  
sie w  
indiz  
Kam  
Auge  
215-2  
Wie  
Phase  
der R  
auszu  
Photc  
Kiner  
das B  
tronis  
Gastn  
des el

Die Methode der Sukzession (Montage) stammt von dem britisch-amerikanischen Photographen Eadweard J. Muybridge. Sein Verfahren begründete die dreidimensionale Kunst (Fläche und Zeit) der bewegten Bilder. Muybridge entwickelte eine zu Marey gewissermaßen gegensätzliche Methode der (photo)graphischen Darstellung der Bewegung. Bei Muybridge zeigte jedes Bild nur eine einzige Phase der Bewegung. Da er aber mehrere (24) Kameras in Abständen von einem halben Meter nebeneinander/nacheinander aufgestellt hatte, erhielt er eine Folge von 24 Bildern, die 24 Bewegungsphasen zeigten. Muybridges entscheidender Schritt war, die photographische Registrierung von einem Bild auf mehrere Bilder zu verteilen, zeitlich aufeinanderfolgende Bewegungsphasen in räumlich aufeinanderfolgenden Bildern zu repräsentieren: „An electro-photographic investigation of consecutive phases of animal movements“, wie der Untertitel seines Buches „Animal locomotion“ (1887) lautete. Jedes einzelne Photobild zeigte nur eine Bewegungsphase, nur ein Stehbild. Aber 24 Stehbilder bzw. Stehkader, die sich voneinander unterscheiden, bilden die ideale Voraussetzung für das Laufbild. Muybridge ebnete den Weg zur Kunst des Films als Kinematographie, als Schrift der Bewegung, Marey zur Kunst des Films als Opseographie, als Schrift des Sehens. Muybridge folgten die Künstler, die an der Bewegung, an der Dynamik, an der Montage, an der Imitation des realen Lebens interessiert waren; Marey jene Künstler, denen an der Kunst des Sehens, an der Unterbrechung, an der Konstruktion einer filmischen Realität gelegen war. Für die Kunst, das Sehen beim Sehen zu beobachten, die Opseoskopie, waren die weiteren Fortschritte der experimentellen Wahrnehmungspsychologie im 20. Jahrhundert in gleichem Maße relevant wie bereits im 19. Jahrhundert.

### Das medizinische Bild

Die medizinische Forschung hat nicht nur im 20. Jahrhundert die Suche nach neuen Bildmaschinen und Bildtypen unterstützt, von der Computertomographie bis zur Szintigraphie, sondern selbstverständlich auch im 19. Jahrhundert (siehe die Röntgenstrahlen). Von der medizinischen Photographie gehen bis heute wichtige Impulse aus, weil sie weniger auf die Bewegungs-Imitation zentriert ist. Ihre photoelektrischen Apparate indizieren geradezu die computergestützten Experimente von heute, mit Hilfe von Kameras und am Kopf montierten Sensoren (wie seinerzeit zu Beginn der Television) das Auge selbst als fernwirkenden Bilderzeuger und -kontrollor einzusetzen. (Londe, 1883: 215-218)

Wie die industrielle Revolution selbst in eine mechanische und in eine elektronische Phase eingeteilt werden kann, so auch die Geschichte des bewegten Bildes. Die Trägheit der Retina liegt beiden Phasen zugrunde, nur die Prinzipien, diese Trägheit maschinell auszunützen, sind verschieden. Das Sukzessions-Prinzip, kommend aus der Sequenz-Photographie, wo Bild auf Bild folgte, aber das Bild selbst unangetastet blieb, führte zur Kinematographie, zur chemisch-mechanischen Bildsequenz. Das Scanning-Prinzip griff das Bild selbst an, zerlegte es in eine Folge von Punkten in der Zeit und führte zum elektronischen Bild. Sukzession und Scanning differenzieren also die Natur der beiden Gastmedien der bewegten Bilder, wobei natürlich dem Scanning-Prinzip als Wegbereiter des elektronischen Bildes auch im 21. Jahrhundert die Zukunft gehört.

## Das Telebild

Im Rahmen des Internationalen Elektrizitätskongresses, der 1900 in Verbindung mit einer entsprechenden Ausstellung in Paris stattfand, hielt ein gewisser Perskyi am 25. August 1900 einen Vortrag mit dem Titel „Television“. Er beschrieb einen Apparat, der auf den magnetischen Eigenschaften von Selen aufgebaut war. Der von ihm geprägte neue Terminus sollte nach und nach die älteren Bezeichnungen wie „Telephot“ oder „Telektroskop“ ersetzen, um eine neu entstandene Kunst und Wissenschaft zu beschreiben: das „Fern-Sehen“.

1904 beantragte Ambrose Fleming ein Patent für eine Vakuumröhre mit zwei Elektroden, die als Detektor für Hochfrequenzschwingungen konzipiert war. Ambrose Fleming drehte 1896 das Bild in einer „Geißler-Röhre“ (1858), indem er die Stromflußrichtung in einer um die Röhre gewickelten Spule umkehrte. 1897 lenkte Sir W. Crooks das Bild in einer ähnlichen Röhre elektrostatisch ab, und Joseph J. Thompson führte den Nachweis, daß die Strahlen in solchen Röhren negative elektrische Ladungen trugen. 1897 schließlich entwickelte Karl Ferdinand Braun die nach ihm benannte Kathodenstrahlröhre. 1906 wurde von Lee de Forest ein Patent für eine vergleichbare Röhre mit zwei Elektroden und 1907 ein Patent für die erste Drei-Elektroden-Röhre, die Triode (mit einem Gitter als dritter Elektrode) beantragt. De Forest nannte diese Vorrichtung „Audion“. Die neue Röhre hatte drei Hauptfunktionen: Sie verstärkte Signale auf fast jedes beliebige Niveau, sie konnte Wechselstrom in Gleichstrom wandeln und hochfrequenten Strom generieren. Ein ähnliches Patent wurde 1906 von Robert von Lieben für ein Kathodenrelais beantragt.

Die verschiedenen damals vorgestellten Verfahren zur Übertragung von Bildern hatten heftige Kontroversen ausgelöst. In seinem Schreiben vom Juni 1908 an die Zeitschrift „La Nature“, in dem die verschiedenen damals geläufigen Verfahren besprochen wurden, äußerte Shelford Bidwell die Ansicht, daß es wohl kein System gäbe, das Bilder über Hunderte von Meilen hinweg übertragen könne. Ein gewisser Alan Archibald Campbell Swinton erwiderte in einem Gegenschreiben, daß „elektrisches Fern-Sehen“ möglich sei, wenn ordnungsgemäß synchronisierte Röhren mit Kathodenstrahlen sowohl am Sender als auch am Empfänger und geeignete Apparaturen zur Umwandlung von Licht in Elektrizität und umgekehrt zur Verfügung ständen: die erste in der Literatur nachweisbare Erwähnung eines vollelektrischen Fernsehsystems.

1909 schließlich wurden drei verschiedene Fernsehsysteme gebaut und tatsächlich in Betrieb genommen. Das erste (in der Reihenfolge der Veröffentlichung) war das von Dr. Max Dieckmann. Sein System arbeitete auf der Senderseite mit einer ganz eigenständigen Entwicklung und einer Kathodenstrahlröhre als Empfänger. Das zweite System, das von Ernst Ruhmer stammt, bestand aus einem Mosaik von 25 Selenzellen. Auf einem ganz anderen Ansatz basierte das von Georges Gignoux und Prof. A. Fournier 1909 konstruierte und vorgestellte Fernsehgerät. Der Sendeschirm bestand aus einer Anordnung von Selenzellen, die jeweils mit einem gesonderten Relais gekoppelt wurden.

In St. Petersburg beantragte Professor Boris Rosing 1907 ein Patent für ein Fernsehsystem, das sich einer Kathodenstrahlröhre als Empfänger bediente. Der Sender war mit zwei Bildtrommeln zur Abtastung und Untergliederung des zu übertragenden Bildes ausge-

statter  
chen  
Nipk  
Syste  
K. Z  
Im N  
Röntg  
sich  
Zeits  
strahl  
In de  
erster  
die T  
Zusa  
spezi  
Im A  
C. F.  
Ferns  
Hera  
jungt  
Sein  
Ein v  
gerei  
aufn:  
San  
Telev  
elekt  
Aufn  
delt v  
leitet  
elekt  
ein c  
eines  
sen  
schw  
empl  
In D  
Kath  
Lich  
erstn  
Film  
kend  
zuha  
hau

stattet. Soweit sich dies nachvollziehen läßt, begann Rosing mit den Arbeiten an einer solchen Apparatur schon 1904. Von seiner Bedeutung her ist dieses Patent mit dem Nipkowschen Patent von 1884 zu vergleichen. Im Mai 1911 führte er seinen Kollegen sein System vor. Unterstützt wurde er dabei von einem Technikstudenten namens Wladimir K. Zworykin.

Im November 1911 wurde A. A. Campbell Swinton Präsident der in London ansässigen Röntgen-Gesellschaft. Seine Antrittsrede trug den Titel „Distant Electric Vision“. Er bezog sich in dieser Ansprache auf seinen aus dem Jahr 1908 stammenden Artikel in der Zeitschrift „La Nature“ und skizzierte ein vollelektrisches Fernsehsystem mit Kathodenstrahlröhren für Sender und Empfänger.

In den USA hatte Charles Francis Jenkins, der 1895 zusammen mit Thomas Armat den ersten Filmprojektor erfunden hatte, seine Aufmerksamkeit von der Kinematographie auf die Telephotographie und die Television verlagert. 1922 beantragte er sein erstes Patent im Zusammenhang mit der drahtlosen Bildübertragung. Zum Einsatz kamen hier zwei ganz spezielle Abtasteinrichtungen, die von ihm entwickelten „prismatischen“ Ringe.

Im April 1923 wurden Berichte über die erfolgreiche Übertragung von Standbildern durch C. F. Jenkins veröffentlicht. Im Dezember 1923 führte Jenkins das von ihm entwickelte Fernsehsystem dem Herausgeber von „Radio News“, Hugo Gernsback, und dem Herausgeber von „Popular Radio“, Watson Davis, vor. Etwa zur selben Zeit begann ein junger Forscher namens John Logie Baird in London mit ersten Fernsehexperimenten. Sein erstes Patent datiert vom Juli 1923.

Ein weiterer Patentantrag für eine Bildaufnahmeröhre wurde am 29. Dezember 1923 eingereicht – von W. K. Zworykin von der Firma Westinghouse Electric Co. Die Bildaufnahmeröhre war Bestandteil eines Patents für ein vollelektrisches Fernsehsystem. In San Francisco, Kalifornien, beantragte am 7. Januar 1927 ein Newcomer im Bereich Television namens Philo T. Farnsworth ein Patent für ein vollkommen anders geartetes elektrisches Fernsehsystem. Es handelte sich dabei um ein Bildzerlegungssystem mit einer Aufnahmeplatte, auf der das Licht von einer abgebildeten Szene in Elektrizität umgewandelt wurde. Anschließend wurde das gesamte Elektronenbild an eine Elektrode weitergeleitet, wo es zum Fernsehsignal wurde. Farnsworth gilt daher als eigentlicher Erfinder des elektronischen Fernsehens, da er mit seinem „Bildzerleger“ (Image Dissector) in der Tat ein optisches Bild Zeile für Zeile in ein elektrisches Bild verwandelte. Diese Zerlegung eines optischen Bildes mit seiner Scanning-Methode formte ein elektronisches Bild, dessen Feld durch einen elektronischen Blendenverschluß in einer bestimmten Geschwindigkeit abgetastet wurde. Das National Television System Committee (NTSC) empfahl 1940 525 Linien pro 1/30 sec. als Standard.

In Deutschland ließ sich Manfred von Ardenne am 27. März 1931 ein Fernsehsystem mit Kathodenstrahlröhren als Sender und Empfänger patentieren. Der Sender war als Lichtpunktabtastsystem für Lichtbilder oder Film ausgebildet. Das neue System wurde erstmalig auf der Funkausstellung Berlin 1931 vorgestellt. Von Ardenne verwendete eine Filmschleife, die mit acht Bildern pro Sekunde projiziert wurde. Auch wenn einschränkend gesagt werden muß, daß keine elektrische Aufnahmeröhre beteiligt war, bleibt festzuhalten, daß dies die erste öffentliche Vorführung des Kathodenstrahlfernsehens überhaupt war. 1940 kam es zu einer Übertragung von Farbfernsehen durch CBS.

## Die Struktur des TV-Bildsignals

Ist der Bild-Kader der Baustein des Films, so ist die lineare Abfolge von Punkten in der Zeit der Baustein des elektronischen Bildes. Ereignet sich zwischen zwei verschiedenen Kadern das eigentliche Phänomen der Kinematographie, nämlich die Illusion der Bewegung, so stellt die beschleunigte Manipulation des Bildsignals das eigentliche Phänomen des elektronischen Bildes her. 25 Bilder (statt 24 wie beim Film) werden pro Sekunde gesendet, um die Illusion der Bewegung zu erzeugen, aber 50 Bilder wären notwendig, um den Flimmer-Effekt zu vermeiden. Der TV-Schirm erreicht dies durch die Struktur des Halbbildes. Die horizontalen Linien, bestehend aus einer Sequenz von Punkten, werden nämlich nicht wirklich nacheinander gesendet, sondern zuerst werden die Linien 1,3,5,7, ... 525 von links nach rechts gesendet und dann von unten nach oben die Linien 2,4,6, ..., 524. Jedes Halbbild wird so 60 mal in der Sekunde gesendet, das ganze Bild aber nur 30 mal. Die Anzahl der Linien (Scan Lines) und der Punkte steigern die Wirklichkeitstreue des Bildes, das Auflösungsvermögen. Das Videobild besteht aus einer Sequenz von Impulsen, wobei die Amplitudenhöhe die Helligkeitsinformation darstellt. Jeder Impuls wird in einem Zehnmillionstel einer Sekunde gesendet und geht dann zum nächsten „Punkt“.

## Das Videobild

Als der dänische Ingenieur Valdemar Poulsen 1898 – bezeichnenderweise ein Jahr, nachdem Braun die nach ihm benannte Röhre für das künftige Fernsehen erfunden hatte – erstmals die Möglichkeit der Informations-Speicherung durch magnetische Bänder zeigte, konnte er nicht ahnen, was das für die Zukunft des Bildes bedeuten würde. Poulsens „Telegraphon“ (eine logische Extension von Telegraph und Telefax) zeichnete akustische Information magnetisch auf. Erst viele Jahrzehnte später entstand die Idee, nicht nur Ton, sondern auch Bilder auf magnetischen Bändern zu speichern.

Das Videozeitalter begann 1956, als Charles Ginsberg und Ray Dolby (der spätere Erfinder des Dolby-Sounds) von der Ampex Corp. die ersten magnetischen Tapes entwickelten, die auch Bilder speichern konnten. Davor gab es ja nur Fernsehen live. Die Übertragung bewegter Bilder oder Objekte mittels Elektronik wurde also mit der magnetischen Bildspeicherung gekoppelt. Daraus entstand Video: TV plus magnetische Speicherung. Das Videobild ist gleichsam ein elektronisches Bild mit magnetischer Speicherung.

## Das elektronische Bild-System

Die postindustrielle Revolution ist informationsbasiert. Die Informationssysteme der Gegenwart arbeiten nicht nur mit der Technologie der Telemaschinen (Television, Telefax, Telephone etc.), sondern vor allem mit dem multimedialen Computer. Wir können sagen, das digitale Bild ist die postindustrielle Version des bewegten Bildes.

Durch die technischen Transformationen des Bildes im Rahmen der digitalen Kommunikationsrevolution kam es zum Übergang von der Illusion des bewegten Bildes zur Illusion des belebten Bildes. War der Schwerpunkt in den ersten hundert Jahren die maschinenunterstützte Erzeugung von Bildern (Photographie, Film), ist der Schwerpunkt

seit de  
Bilder  
nische  
nenur  
beiget  
Die V  
zentve  
ten S  
Intera  
oder n  
und F  
gespei  
schwe  
locker  
auch i  
Kader  
Video.  
Bei Vi  
nach c  
eben  
tionsm  
Inform  
schwer  
lange.  
ist ihre  
der Va  
Übertr.  
Speich  
Bild ge  
magne  
Phase  
wie es l  
Die dig  
che We  
Träger  
zugäng  
zum di  
werden  
Erzeug  
formati  
Speiche  
Instant  
also da  
(Speich

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 Ästhetik der Postproduktion und der Interaktivität begann. Die bisherigen Speicherformen der Information waren chemischer oder magnetischer Natur. Die chemische Speicherung der Information bei Photographie und Film hat die Information gleichsam in das Trägermaterial eingesperrt. Die chemisch gespeicherte Information war nicht mehr veränderbar, höchstens löschar, und war auch schwer zugänglich. Die magnetische Speicherung der Information bei Video war schon lockerer und damit für künstlerische Absichten besser. Bei Photo und Film kann zwar auch im nachhinein, nach der Generierung des Bildes, am Photo beziehungsweise am Kader etwas retouchiert und verändert werden, nur ist es wesentlich schwieriger als bei Video.

Bei Video ist die Postproduktion, das heißt 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 Photographie, Film und Video ist die Information im Prinzip auf ein Trägermedium gespeichert, wo sie schwer zugänglich und schwer veränderbar ist. Die Information ist *eingesperrt*; sie 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. 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, das heißt chemisch und magnetisch. Eine Revolution ereignete sich, als die Speicherung in die nicht-mechanische Phase eintrat, als die Information elektronisch beziehungsweise digital gespeichert wurde, wie es beim Computer der Fall ist.

Die digitale beziehungsweise elektronische Speicherung der Information ist das eigentliche Wesen der digitalen Revolution, denn dadurch ist die Information nicht mehr in ein Trägermedium eingesperrt oder gebunden. 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 Photo, 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, unmittelbar, jederzeit zugänglich und veränderbar. Instante Variabilität aufgrund der digitalen virtuellen 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 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 virtuell gespeichert. 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 im eigentlichen Sinne zu virtuellen Welten. Ein Bild, dessen Information virtuell gespeichert ist und daher jederzeit zugänglich und veränderbar, ist ein Feld von Variablen. Jeder Punkt, jede Dimension, jeder Parameter des elektronischen beziehungsweise digitalen beziehungsweise computererzeugten Bildes wird zu einer Variablen. Durch die virtuelle Speicherung der Information im Computer 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. Diese instantane Variabilität bei virtuell gespeicherter Information macht computererzeugte Bilder so geeignet für interaktive Installationen, das heißt Installationen, die auf Eingaben in Echtzeit reagieren, und für künstliche beziehungsweise virtuelle Environments, die mit künstlicher Intelligenz und künstlichem Leben arbeiten. Auf die Virtualität der Speicherung der Information folgt die Variabilität des Bildinhalts. Auf die Variabilität des Bildsystems folgt die Viabilität des Bildverhaltens. Das Bildsystem verhält sich wie ein lebender Organismus.

Der Betrachter kann sich im Cyberspace, im Bild selbst befinden. Der Betrachter verändert und verformt das Cyberbild live. 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 beziehungsweise belebte Bilder. Die Interaktivität des Bildsystems setzt sich aus Virtualität, Variabilität und Viabilität zusammen.

Interaktive Computerinstallationen und -simulationen ermöglichen also die Illusion des belebten Bildes als die vorläufig fortgeschrittenste Entwicklungsstufe der Kunst des technischen Bildes. Das interaktive belebte Bild ist die vielleicht radikalste Transformation des europäischen Bildbegriffs.

Mit dem Cyberbild beginnt eine neue Ära der visuellen Kommunikation.

## Neurocinema

Wir haben die Geschichte des bewegten Bildes im 19. und 20. Jahrhundert neu interpretiert, nämlich als parallele Entwicklung zwischen Physiologie und Technologie, als Zeitbeziehung zwischen Maschine und Auge. Das Ergebnis war eine Technologie der optischen Simulation. Auf der Grundlage dieser Analyse können wir technisch und strukturell eine Extension der kinematographischen Codes voraussagen, nämlich eine parallele Entwicklung zwischen Neurowissenschaften und Technologie als Zeitbeziehung zwischen Maschine und Gehirn. Das Ergebnis wird eine Technologie der mentalen Stimulation sein.

Die einfachen physiologisch-optischen Entdeckungen um 1830, 1860, 1930 und 1950, die Wahrnehmungsexperimente mit dem Auge waren <sup>4)</sup>, wurden durch die Gehirn- und Neurowissenschaften, die kognitive Wissenschaft und die Wissenschaften der künstlichen Intelligenz wie des künstlichen Lebens zu Experimenten mit dem Gehirn als Ort der Konstruktion von virtuellen Welten. Der Netz-Gedanke wird dabei eine große Rolle spielen, der darin besteht, daß es erstens mehr Verbindungen als Knoten geben muß, also keine vertikale Hierarchie, und daß es zweitens stets neue Verbindungen gibt. Die Nervenzellen bleiben lokalisiert, aber die neuronale Tätigkeit besteht gleichsam im Entwerfen immer neuer

Straßenzüge zwischen sich stets ändernden Häuserblocks. Es werden stets neue Kartographien entworfen und neue Verbindungen zwischen den Zellen gezogen. Die neuronale Tätigkeit wird gleichsam nicht-lokal und nicht-hierarchisch sein und parallel verteilt.

Das 21. Jahrhundert wird die optischen Recherchen und Sensationen zu Ende des 20. Jahrhunderts (Video Games, Computer Games, interaktive Computerinstallationen, Cyberspace, Virtual Reality), welche die Spezialeffekte des Vaudeville des 19. Jahrhunderts wiederholen und die gegenwärtig nur individuell benutzbar sind, in ein Massenmedium verwandeln, in eine kollektive Erfahrung. So wie das



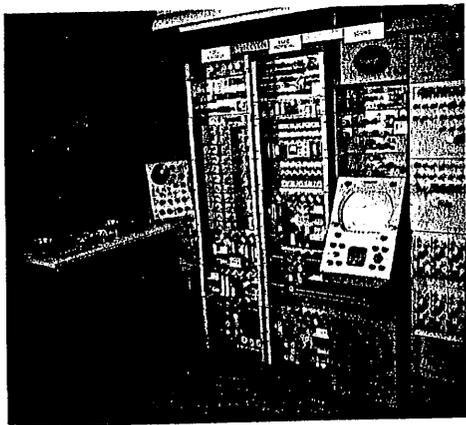
Poyet, Selbstleiter; Leuchten einer Lampe durch Induktion einer einzigen Drahtschleife, Illustration in: La Nature, 1894, Bd. 1, S. 233, 19 x 28,5 cm



Bildschirm, am Kopf montiert, Ars Electronica 1990

20. Jahrhundert die Erfindungen des 19. Jahrhunderts in eine Massenindustrie verwandelt hat.

Am Beispiel des Phenakistoscops des 19. Jahrhunderts können wir das Prinzip der singulären Perzeption erfassen: 1 Person an 1 lokalen Ort sieht 1 Film zu 1 Zeit. Der Projektor des Kinos ermöglichte eine kollektive und simultane Wahrnehmung: x Personen an 1 lokalen Ort sehen 1 Film zu 1 Zeit. Das Fernsehen ermöglichte eine kollektive, simultane, aber nicht-lokale Wahrnehmung: x Personen an x Orten sehen 1 Film zu 1 Zeit. Video und CD-Rom ermöglichen eine singuläre wie kollektive, nicht-simultane Wahrnehmung: x oder 1 Person/en sehen 1 Film zu x Zeiten an x oder 1 Ort. Das digitale Bild am Ende des 20. Jahrhunderts fängt wieder von vorne an. Beim Head-Mounted Display der V.R.-Systeme gibt es wieder die singuläre lokale simultane Perzeption des 19. Jahrhunderts: 1 Person an 1 Ort sieht 1 Film zu 1 Zeit. Das Ziel muß also sein, die Wahrnehmungstechnologie vom 19. Jahrhundert ins 21. Jahrhundert zu transformieren, das heißt zu den



J. Mullins, Videorecorder, 1952

Spielarten von kollektiven, nicht-lokalen, nicht-simultanen Wahrnehmungsformen, die wir vom Fernsehen, vom Radio, von der Schallplatte, von der CD, vom Film etc. schon kennen. Dies wird die Arbeit des 21. Jahrhunderts sein, die digitale Bild- und Tontechnologie von den Rezeptionsformen des 19. Jahrhunderts in die Rezeptionsformen des 20. Jahrhunderts nicht nur zu übertragen, sondern diese auch zu übertreffen. Dies wird mit Hilfe von Quantencomputern, Nano-Maschinen und neuen Wellen-Technologien möglich sein. Nicht nur wird das Handy, die Teletechnologie des Tons, Übertragung von akustischen Informationen von Person zu Person, auch die visuelle Information erfassen, sondern durch massive Parallel-Verarbeitung und Verbreitung von Information werden mehrere Personen an mehreren Orten (nicht-lokal) zu gleichen oder verschiedenen Zeiten (simultan oder sukzessiv) eine visuelle Welt erleben, von der sie selbst als interne Beobachter Teil sind. Im Neurocinema wird der Betrachter interner Beobachter der Welt sein, also in der Bildwelt selbst mitspielen und sie dabei verändern. Er wird kein externer Beobachter bleiben wie beim Film. Es wird mit Hilfe des Konzeptes des internen Beobachters und der Technologie der neuronalen Stimulation (siehe „Strange Days“ 1995 von K. Bigelow / J. Cameron) und mit Hilfe der „Fuzzy Logik“ der Quantencomputer sogar möglich sein, daß jede Person eines Kollektivs einen anderen Film am gleichen oder an verschiedenen Orten zur gleichen oder zu verschiedenen Zeiten sieht: x oder 1 Person/en sehen an x oder 1 Ort/en zu x oder 1 Zeit/en x oder 1 Film. Die Leute werden in einem Saal sitzen. In einem Computer wird eine variable Datenmenge sein, aus der sich die Besucher selbst ihren Film telematisch als einen Akt des Erlebens selbst konstruieren. Kollektive Interaktion statt der jetzt nur individuellen Interface-Technologie wird möglich sein. Ein kollektives Publikum wird an 1 Platz simultan (wie im Kino von heute) durch

telemati  
wird an  
ten (ein  
simultau  
Bildwel  
Bilder  
Chrono  
gemäß  
Die ma  
Herrsch  
in Zuku  
Unter U  
chips“ c  
digitale:

#### Anmerk

- 1) Der :  
Bildeind.  
Um das  
Bilder pr  
muß jed  
zwei Du
- 2) Zwei  
gezeigt.  
nen beid  
einem be  
Lichtlini
- 3) Ersch:  
graphiqu
- 4) siehe :  
Erinnert  
Psycholo  
An Intro  
Auf dem  
Study of  
Gesetze  
Hinzüw  
Organiz:  
of Percep  
auf J. J. C

telematematische Technologie verschiedene virtuelle Welten erleben. Ein kollektives Publikum wird an verschiedenen Orten (nicht-lokal) gleichzeitig verschiedene virtuelle Welten betreten (eine Fortsetzung des Fernsehens). Konnektivität ohne Kabel, Nicht-Lokalität und simultane Parallelität werden die Zukunft des Neurokinos bestimmen: Jeder sieht andere Bildwelten zur gleichen Zeit am selben Ort. „Liquide Visionen“ könnte der Titel für diese Bilder der Zukunft sein, in Anlehnung an die hydrodynamischen Experimente der Chronophotographie von E. J. Marey (1893: 359-363), denn diese Liquidität bestimmt, gemäß Marcos Novak, auch den Cyberspace. (Novak, 1991: 224-254)

Die maschinengestützte Wahrnehmung bedeutet das Ende einer Illusion, das Ende der Herrschaft des Monopols des Realen. Der Herrscher blickte auf die Welt, der Bürger blickt in Zukunft auf den Bildschirm in seinem Gehirn.

Unter Umgehung der klassischen elektronischen Schnittstellen wird man mit „brain-chips“ oder „neuro-chips“ arbeiten, um die Gehirne möglichst verlustfrei und direkt an die digitalen Welten zu koppeln.

#### Anmerkungen:

1) Der stroboskopische Effekt bestimmt die Frequenz, ab der die einzelnen aufeinanderfolgenden Bildeindrücke als kontinuierlich wahrgenommen werden und somit eine Bewegungssillusion hervorrufen. Um das Flimmern beziehungsweise Flackern des Lichtes zu vermeiden, genügen allerdings nicht 24 Bilder pro Sekunde. Um die dafür notwendige Frequenz von 50 Impulsen pro Sekunde zu bekommen, muß jedes der 24 Bilder bei der Projektionszeit von 1/24 Sekunde durch Flügel einer Umlaufblende mit zwei Dunkelpausen unterbrochen werden.

2) Zwei feststehende kurze Lichtlinien, die räumlich getrennt sind, werden einige Zeit nacheinander gezeigt. Wenn das Intervall zwischen dem Aufleuchten der beiden Linien kurz ist (1/32 Sekunde), erscheinen beide Linien simultan. Ist das Intervall lang, werden die beiden Linien nacheinander gesehen. In einem bestimmten Intervall, bezeichnenderweise bei der Frequenz von 1/16 Sekunde, werden die zwei Lichtlinien als Bewegung einer Linie gesehen.

3) Erschienen in: *La Nature*. Paris, 28. 9. und 5. 10. 1875. vgl. dazu auch: *Développement de la méthode graphique par l'emploi de la photographie. Supplément à la méthode graphique*, Paris 1885.

4) siehe Brunswick (1929 u. 1934); Bühler (1913 u. 1933)

Erinnert sei an zusammenfassende Darstellungen wie C. E. Osgoods *Method and Theory in Experimental Psychology* (1953), R. S. Woodworths u. Harold Schlosbergs *Experimental Psychology* (1954) und auch an *An Introduction to Modern Psychology* von O. L. Zangwill (1950).

Auf dem Gebiete der spezialisierteren Studien der Psychologie des Sehens gibt M. D. Vernon in *A Further Study of Visual Perception* (1952) einen ausgezeichneten Überblick, während Wolfgang Metzger in *Gesetze des Sehens* (2. Ausgabe: 1953) die Materie vom Standpunkt der Gestalttheorie behandelt. Hinzuweisen gilt es ebenfalls auf R. M. Evans' *An Introduction to Color* (1948), D. O. Hebb's *The Organization of Behavior* (1949), Viktor von Weizsäcker's *Der Gestaltkreis* (1950), F. H. Allports *Theories of Perception and the Concept of Structure* (1955), F. A. Hayeks *The Sensory Order* (1952) und vor allem auf J. J. Gibsons Buch *The Perception of the Visual World* (1950).

#### Verwendete Literatur:

- Brunswik, Egon u.a. (1929; Hg.): *Beiträge zur Problemgeschichte der Psychologie. Festschrift zu Karl Bühlers 50. Geburtstag*, Jena.
- Brunswik, Egon (1934): *Wahrnehmung und Gegenstandswelt. Grundlegung einer Psychologie vom Gegenstand her*, Leipzig/Wien.
- Bühler, Karl (1913): *Die Gestaltwahrnehmungen: experimentelle Untersuchungen zur psychologischen und ästhetischen Analyse der Raum- und Zeitanschauung*, Stuttgart.
- Bühler, Karl (1933): *Ausdruckslehre. Das System an der Geschichte aufgezeigt*, Jena.
- Faraday, Michael (1831): On a peculiar class of optical deceptions, in: *Journal of the Royal Institution of Great Britain*, Nr. 1.
- Londe, Albert (1883): La photographie en médecine. Appareil photo-électrique, in: *La Nature, Paris*, 11. Jahr, 2. Semester.
- Marey, E. J. (1893): Hydrodynamique expérimentale. Le mouvement du liquides étudié par la chronophotographie, in: *La Nature, Paris*, 21. Jahr, Nr. 1018.
- Novak, Marcos (1991): Liquid Architecture in Cyberspace, in: Michael Benedikt, *Cyberspace*, Cambridge, Massachusetts.
- Paik, Nam June (1976): 1974 Media Planning for the Postindustrial Society, in: Herzogenrath, Wulf (Hg.), Nam June Paik. Werke (1946 - 1976), Musik-Fluxus-Video. (Ausst.Kat.), (Kölnischer Kunstverein) Köln.
- Plateau, J. A. F. (1832): Sur un nouveau genre d'illusion optique, in: *Correspondance mathem. et phys. de l'observatoire de Bruxelles*, Nr. 7.
- Stampfer, Simon (1834): Über die optischen Täuschungs-Phänomene, welche durch die stroboskopischen Scheiben (optischen Zauberscheiben) hervorgebracht werden, in: *Jahrbücher des k.k. polytechnischen Instituts in Wien*, 18. Bd., Wien (bereits 1833 als Broschüre der 2. Auflage der „Zauberscheiben“ beigelegt).